



dott.geol.Aldo BARIFFI
Fraz. Bonzeno 48 - 23822 Bellano Lc - Italy
Telefono 0341/820384 - Fax 0341/820384

30 GIU. 2004

2301

COMUNE DI VENDROGNO

STUDIO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

DEL TERRITORIO COMUNALE

A SUPPORTO DEL P.R.G. LOCALE.

L.R. 41/97

PARTE A

Bellano giugno 1999

Dott. Geol. A. BARIFFI
O.R.G. n. 579

I N D I C E

1 -	PREMESSA, SCOPI E INQUADRAMENTO DEL LAVORO.....	PAG.4
2 -	METODOLOGIA DI LAVORO.....	PAG.5
3 -	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA.....	PAG.6
4 -	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.....	PAG.6
4.1 -	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	PAG.6
4.2 -	CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE.....	PAG.8
4.3 -	CARATTERI STRUTTURALI.....	PAG.10
4.4 -	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE.....	PAG.11
5 -	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	PAG.12
5.1 -	DATI CLIMATOLOGICI.....	PAG.13
5.2 -	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	PAG.15
5.3 -	IDROGEOLOGIA.....	PAG.17
6 -	APPROVVIGIONAMENTI IDRICI COMUNALI.....	PAG.21
6.1 -	CRITERI GENERALI DI ANALISI.....	PAG.21
6.2 -	ANALISI DELLA SITUAZIONE COMUNALE.....	PAG.24
6.2.1 -	Fonti di approvvigionamento dell'acquedotto...	PAG.24
6.2.2 -	Sistema esterno di distribuzione delle acque..	PAG.24
6.2.3 -	Analisi del rapporto fabbisogni/disponib.....	PAG.25
6.2.4 -	Sorgenti non captate dall'acquedotto comunale.	PAG.28

6.3 - CONSIDERAZIONI E PROPOSTE.....	PAG.28
6.4 - CENNI SULLA NORMATIVA IN VIGORE.....	PAG.31
7 - LA STABILITA' DEL TERRITORIO.....	PAG.32
7.1 - CRITERI GENERALI DI ANALISI E CARTOGRAFIA.....	PAG.33
7.1.1 - Censimento storico di alcuni significativi fenomeni meteorologici locali avvenuti dopo il 1980.....	PAG.34
7.2 - VALUTAZIONE DELLE PROBLEMATICHE ESISTENTI SUL TERRITORIO COMUNALE.....	PAG.35
8 - LA CARTOGRAFIA DI SINTESI.....	PAG.36
9 - LA CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	PAG.39
10 - NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE.....	PAG.41
11 - CONCLUSIONI GENERALI.....	PAG.44

BIBLIOGRAFIA

TAVOLE FOTOGRAFICHE

1 - PREMESSA, SCOPI E INQUADRAMENTO DEL LAVORO.

Il Comune di Vendrogno, con delibera n.076 del 01/12/98, ha incaricato lo Studio G.A.I.A. di Bellano, nella persona del Dott.Geol. A.BARIFFI, di eseguire lo studio geologico del territorio comunale, a corredo del Piano Regolatore Generale vigente, con lo scopo di ottemperare alla L.R.41/97, che prevede la valutazione del territorio dal punto di vista geologico, con riguardo alle problematiche esistenti, base indispensabile per sviluppare ulteriori considerazioni riguardanti la pianificazione e la valorizzazione del territorio.

Sono state utilizzate le seguenti basi topografiche, per confronti, integrazioni e informatizzazione:

- a) **Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000);**
- b) **Fotogrammetrico della Comunità Montana della Valsassina (scala 1:5.000);**
- c) **Carta Nazionale della Svizzera tavoletta Menaggio (scala 1:50.000).**

In allegato sono state fornite per confronto le basi CTR e il fotogrammetrico della C.M., riprodotto alla scala 1:10.000.

Sono state così elaborate le cartografie previste dalla metodologia in uso presso la Regione Lombardia, in particolare:

- ⇒ **carta geolitologica e carta geologico-tecnica (scala 1:10.000);**
- ⇒ **carta geomorfologica (scala 1:10.000);**
- ⇒ **carta idrogeologica (scala 1:10.000);**
- ⇒ **carta di sintesi (scala 1:10.000);**
- ⇒ **carta di fattibilità tecnica (scala 1:2000).**

La cartografia al 10.000 è rappresentata su base informatizzata, con semplificazione dell'informazione topografica, per una migliore e più immediata lettura.

La carta di sintesi è rappresentata direttamente sulla base CTR al 10.000.

La carta di fattibilità è rappresentata alla scala di piano 1:2000, sulla base utilizzata per l'azonamento del P.R.G. comunale.

Attualmente è in corso il rilievo aereofotogrammetrico del territorio comunale che prevede la restituzione alla scala 1:2000.

Separatamente, nella parte B del presente lavoro, vengono forniti alcuni elementi geologici di valutazione generale, dati ed elaborazioni climatologiche, il calcolo dei fabbisogni idrici, nonché le schede descrittive delle sorgenti, dei principali dissesti idrogeologici osservati e delle valanghe.

Il lavoro viene presentato in tre parti:

⇒ **parte A relazione geologica;**

⇒ **parte B elaborazioni grafiche e schede descrittive sorgenti, dissesti e valanghe;**

⇒ **allegati cartografici.**

2 - METODOLOGIA DI LAVORO.

L'indagine svolta si è articolata secondo tre fasi successive e più precisamente:

⇒ **Raccolta dati esistenti:**

in questa prima fase, di tipo conoscitivo, si è provveduto ad acquisire la cartografia di base e gli studi geologici ed idrogeologici esistenti relativi all'area in oggetto.

Si è proceduto quindi alla raccolta dei dati idrologici e di quelli relativi alla rete degli acquedotti, unitamente ai dati meteorologici rilevati presso la Stazione di Bellano e integrati con quelli provenienti dalla Stazione del Centro di Orientamento Educativo di Barzio.

⇒ **Indagine di campagna:**

essa si è svolta su tutto il territorio comunale con estensione anche alla parte confinante a ridosso dei limiti amministrativi. Sono state cartografate le formazioni geologiche, gli elementi strutturali principali, quelli morfologici, nonché tutte le situazioni di dissesto osservate e cartografabili.

Dal punto di vista idrogeologico ed idrologico è stato eseguito, sulla base dei sopralluoghi effettuati, un inventario generale delle fonti di approvvigionamento idrico captate, oltre alle più evidenti manifestazioni sorgentizie non captate.

Sono state effettuate, ove possibile, misure di portata. Contemporaneamente si è proceduto ad un'analisi critica di buona parte delle opere di presa, e della rete idrica in generale.

⇒ **Interpretazione, elaborazione e presentazione dati:**

sono quindi stati riportati e informatizzati i dati geologici, strutturali, morfologici, idrogeologici rilevati ed osservati nel corso dell'indagine.

A tal fine è stato utilizzato il software IdrisiGIS.

Per quanto attiene i dati meteorologici essi sono stati elaborati in modo da ricavarne una sintesi facilmente leggibile, attraverso grafici di immediata rappresentazione.

Attraverso una numerazione progressiva sono quindi stati descritti, nelle apposite schede, le sorgenti, i dissesti e le valanghe.

Per quanto riguarda la rete idropotabile comunale, è stato effettuato un calcolo dei fabbisogni, in base ai parametri raccolti, a disposizione o estrapolati, anche con l'aiuto di testimonianze locali.

3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA.

L'area investigata viene a situarsi sulla sponda orientale del Lago di Como (vedi Tavole parte B).

Il territorio comunale ha i seguenti limiti fisici :

- ⇒ **a Nord la Val Varrone, Val Larga e Val Grande;**
- ⇒ **a Est la costiera che collega S.Ulderico, M. Croce di Muggio, M.ti di Narro;**
- ⇒ **a Sud con il torrente Pioverna;**
- ⇒ **a Ovest all'incirca con l'isoipsa di quota 700 metri.**

I confini amministrativi sono i seguenti:

- ⇒ **a Nordovest con il Comune di Dervio;**
- ⇒ **a Nordest con il Comune di Tremenico;**
- ⇒ **a Est con il Comune di Casargo;**
- ⇒ **a Sudest con il Comune di Taceno;**
- ⇒ **a Sud con i Comuni di Parlasco e Bellano;**
- ⇒ **a Ovest con il Comune di Bellano;**

La superficie comunale copre un'area di 11,67 Km² ed è compresa tra la quota di 300 m. circa, riscontrabili nella forra del Pioverna, in corrispondenza del limite comunale sudoccidentale, fino ai 1799 m.s.l.m. del Monte Croce di Muggio, massima elevazione comunale e di bacino.

4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.

4.1 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.

I lineamenti geomorfologici del territorio comunale risentono indubbiamente dell'impronta determinata dalle glaciazioni quaternarie, che hanno lasciato ampi depositi morenici e terrazzi di erosione di chiara origine glaciale.

Alla precedente azione si e' successivamente sovrapposta quella delle acque e dei relativi processi di degradazione, che hanno contribuito a dare al territorio l'aspetto attuale che tutti vediamo.

Particolarmente evidente appare l'azione del torrente Pioverna, che trae origine dal massiccio delle Grigne e che ha inciso fortemente la Val Muggiasca, sfruttando anche le linee preferenziali di debolezza dell'ammasso roccioso, determinate dalla presenza di diversi lineamenti strutturali. I detriti trasportati a valle dal torrente sono poi andati a costituire il conoide alluvionale su cui insiste il nucleo abitato di Bellano.

L'impronta legata all'ultima glaciazione appare particolarmente evidente in corrispondenza del terrazzo morfologico, posto alla quota di circa 500 metri, che caratterizza la Valle del Pioverna, sia in sponda destra che sinistra orografica.

Il Monte Croce di Muggio separa il territorio comunale in due settori morfologicamente distinti, quello a nord arealmente più limitato, è caratterizzato da un versante ripido e molto articolato che scende verso il torrente Varrone, contraddistinto da un diffuso reticolato idrografico superficiale; il secondo settore, che caratterizza la parte restante del territorio comunale, si presenta con ampie dorsali e pendenze contenute, almeno fino al terrazzo morfologico che contraddistingue la forra del torrente Pioverna.

L'assetto morfologico appena delineato condiziona anche la distribuzione dei centri abitati e degli alpeggi, sparsi appunto lungo le dorsali del secondo settore.

Ugualmente le destinazioni d'uso del territorio sono prevalentemente agro-silvo-pastorali, con ampie aperture al turismo estivo. Per quanto concerne l'aspetto invernale, l'esposizione dei versanti e la morfologia, non consente, più che la quota stessa, lo sviluppo di un'attività turistica legata alla neve.

La presenza di importanti dislivelli e l'età giovanile del territorio, con valli prevalentemente rettilinee impostate spesso in corrispondenza di debolezze strutturali e su substrati rocciosi metamorfici, fa sì che il territorio in esame sia localmente predisposto ad erosioni e dissesti superficiali, sia in roccia (crolli), sia in terreno (soliflusso e scoscendimenti); ugualmente l'assenza di copertura boschiva su versanti ripidi, con roccia affiorante ed esposizione ai quadranti occidentali (versante ovest del M. Croce di Muggio), favorisce la formazione di valanghe nel periodo invernale.

Il delicato equilibrio geomorfologico del territorio appare evidente anche in occasione di interventi antropici, quali formazione di strade, vallette e incanalamenti artificiali, nuove edificazioni o costruzioni di sottoservizi.

4.2 - CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE.

Dall'esame degli studi geologici pregressi, unitamente alle verifiche e ai rilievi effettuate sul terreno, e' stato possibile desumere le caratteristiche geolitologiche della zona.

La carta geolitologica (**ALLEGATO 1**), divide il territorio in aree a caratteristiche geolitologiche omogenee, in base anche alla cartografabilità delle diverse formazioni rocciose. Nella parte **B** sono presentate le sezioni S1 e S2.

Con riferimento alle caratteristiche litologiche, si possono distinguere le seguenti formazioni rocciose, elencate in ordine cronologico dalle piu` antiche alle piu` recenti:

Basamento cristallino:

micascisti gneissici a grana fine spesso con marcata scistosita` e gneiss. I componenti principali sono rappresentati da quarzo, plagioclasio, feldspato, muscovite, biotite, granato.

Rocce metamorfiche.

Eta` pre-permico.

Gli affioramenti sono distribuiti ampiamente su tutto il territorio comunale, laddove è presente la copertura detritica eluviale, questa raggiunge normalmente deboli spessori, stimabili nell'ordine del metro

Le giaciture sono variabili, generalmente con inclinazioni accentuate, legate spesso ad accidenti tettonici, micropieghe e mesopieghe legate ad eventi strutturali antichi.

In superficie gli affioramenti appaiono spesso alterati, con ossidazione evidente, soprattutto in corrispondenza delle discontinuita` che caratterizzano l'ammasso roccioso.

Al confine con il Comune di Dervio e Bellano (Val Grande e Valle Larga), nella parte settentrionale dell'area, sono presenti rocce particolari, classificabili come cataclasiti e miloniti, la cui struttura originale risulta completamente obliterata da fenomeni tettonici di notevole entita`.

Le misure geostrutturali speditive effettuate a livello generale, rivelano la predisposizione di questo tipo di rocce ad originare, almeno in superficie, prismi con volumetrie mediamente contenute nell'ordine del dmc/mc, soggetti a possibili movimenti in funzione delle caratteristiche geomorfologiche e strutturali dell'insieme e laddove esistono fronti rocciosi subverticali. Localmente si osservano pure venute d'acqua superficiali, particolarmente evidenti dopo periodi umidi.

Verrucano Lombardo:

conglomerati poligenici di colore rossastro dominati da clasti quarziticci, con elementi vulcanici e del basamento metamorfico molto subordinati. Grado di arrotondamento

buono con dimensione dei clasti variabile da 4 a 10 cm. Sono presenti alternanze di livelli arenacei e siltitici.

Rocce sedimentarie.

Eta` permiano.

Questa formazione, nella zona di studio, affiora a Sud, in corrispondenza della forra del Pioverna e della frazione di Presallo, con spessori limitati e a stratificazione spesso subverticale. Il contatto con gli gneiss del basamento cristallino appare generalmente tettonizzato, nonche` interrotto da faglie; in realt` questi affioramenti si presentano sottoforma di scaglie, rimaste intrappolate ed isolate nel corso degli eventi tettonici e plicativi che hanno contribuito alla formazione "recente" dell'edificio alpino.

Servino:

arenarie e siltiti, talora rocce carbonatiche dolomitiche, in strati con spessore variabile da alcuni centimetri fino a 50 cm. In particolare nell'ambito della Formazione si possono distinguere 4 unita` litostratigrafiche diverse, costituite cronologicamente dal basso verso l'alto da quarzareniti in banchi, presenti solo marginalmente nell'area indagata, quindi siltiti verdi grigie e rossastre, diffuse nella zona di Portone e, a cui succedono arenarie e conglomerati con rare intercalazioni dolomitiche; infine si incontrano dolomie giallastre in strati di circa 10 cm. visibili facilmente nella Val Portone e in destra orografica del Pioverna, sul territorio del comune di Vendrogno. Per semplicita` cartografica, in considerazione anche dello scopo del presente lavoro, queste unita` sono state raggruppate, dal punto di vista cartografico, nella Formazione del Servino, in quanto presentano caratteristiche idrogeologiche e geologico-tecniche simili.

Rocce sedimentarie.

Eta` triassico inf..

Rappresenta una Formazione localizzata nella parte meridionale del territorio comunale. Essa risulta in contatto tettonico con il Verrucano, stratigraficamente sottostante. E` una roccia relativamente poco resistente, con una spiccata predisposizione a suddividersi in scaglie, alla scala dell'affioramento, per effetto tettonico.

Depositi morenici:

sono costituiti da materiali terrigeni sciolti a granulometria e composizione eterogenea, caratterizzati da ciotoli e blocchi spigolosi, immersi in una matrice sabbioso-limosa.

Caratterizzano i terrazzi morfologici, spesso contrapposti sui versanti vallivi. Si possono incontrare a diverse quote e sottolineano l'erosione e i depositi operati dalle diverse fasi glaciali (terrazzi a quote piu` elevate testimoniano una fase glaciale piu` antica, viceversa terrazzi posti a quote inferiori rappresentano fasi glaciali piu`

recenti). Lo spessore di questi depositi e' variabile, nell'area comunque generalmente limitato ad alcuni metri.

Depositi alluvionali e fluvioglaciali:

materiali clastici generalmente sciolti, eterogenei e arrotondati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa.

Si intendono quei depositi derivanti sia dall'azione di erosione, trasporto e sedimentazione dei materiali clastici, che di rimaneggiamento di morene e altri depositi glaciali ad opera dei corsi d'acqua. Nell'area di indagine sono molto limitati e ascrivibili a fasi intraglaciali, localizzati in prossimità di terrazzi morfologici di origine glaciale, spesso erosi dai corsi d'acqua successivi. Nella carta geolitologica non sono stati rappresentati.

Depositi eluviali:

coperture detritiche derivate dall'alterazione superficiale degli affioramenti rocciosi o dal rimaneggiamento di altri depositi terrigeni.

Sono presenti diffusamente sul territorio comunale e mascherano spesso le unità geolitologiche e i loro rapporti laterali. Hanno generalmente spessore contenuto nell'ordine del metro.

4.3 - CARATTERI STRUTTURALI.

L'esame degli aspetti tettonici riveste una notevole importanza, in quanto le caratteristiche geologico-tecniche, nonché quelle idrogeologiche della zona, dipendono strettamente dall'andamento delle linee di faglia e dalle fratture.

Nella carta geolitologica sono riportati alcuni degli elementi principali che determinano l'assetto strutturale dell'area quali: le immersioni e inclinazioni degli strati, nonché le faglie e fratture evidenti o presunte.

Nella relativa Tavola (parte B), e' invece rappresentato lo schema tettonico a scala regionale.

Il territorio in esame e', dal punto di vista strutturale, il risultato delle spinte tettoniche da nord, che hanno portato ad importanti sovrascorrimenti del basamento cristallino sopra le unità permotriassiche meridionali e alla formazione di numerose scaglie tettoniche, come quelle presenti in prossimità della forra del Pioverna e a Taceno, laddove è presente la Linea Orobica; altre spinte, provenienti da ovest, hanno portato all'innalzamento dell'anticlinale orobica.

Questi fenomeni legati all'orogenesi alpina sono contraddistinti da linee e direttrici tettoniche che possono essere suddivise approssimativamente in due categorie:

quelle longitudinali a direzione E-W e quelle trasversali avente direzione all'incirca N-S, generalmente più antiche.

Le maggiori dislocazioni tettoniche presenti sono rappresentate dalla linea della Val Grande (limite nord), che è evidenziata da una cataclaste ampiamente affiorante, dal sistema di faglie della Val Portone e Pagnino, che interrompono la continuità della serie. A questi principali lineamenti strutturali si associano spesso reticoli di faglie, a direzione NE-SW e NW-SE, presenti soprattutto nella parte destra del Pioverna tra gli abitati di Noceno, Pradello, Lezzeno, Oro.

Durante gli scavi della galleria Bellano-Regoledo per l'apertura della nuova S.S.36, sono emersi ulteriori elementi, ad integrazione di quelli già conosciuti od osservati. In particolare anche il basamento cristallino, in profondità, è risultato essere molto fratturato e piegato. Una sezione schematica della situazione geostrutturale incontrata nel corso dello scavo della galleria della nuova S.S.36, è contenuta nella parte B.

Dall'insieme delle valutazioni sopra riportate emerge la complessità strutturale del territorio esaminato, per quanto attiene la zona meridionale dell'area comunale, mentre si ha una sostanziale omogeneità nella restante porzione del territorio, anche se, in questa restante parte, vista la difficoltà di individuare i rigetti in affioramento per l'uniformità litologica presente, non è possibile escludere l'esistenza di faglie in numero superiore a quello individuato.

Del resto alcune evidenze morfologiche ed idrogeologiche, rispettivamente caratterizzate da zone depresse allungate e allineate (Tedoldo), e presenza di sorgenti diffuse poste alla stessa quota (Bassia), evidenziano certamente la presenza di lineamenti strutturali significativi.

4.4 - CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE.

Con riferimento alla Carta Litologica, e alle evidenze riscontrate in fase di rilevamento, vengono elencate alcune caratteristiche geotecniche e geomeccaniche di massima, riportate nella Carta relativa (**ALLEGATO 1a**).

I terreni sono classificati in base all'angolo di attrito e alla capacità portante ammissibile, indipendentemente dal contesto geoambientale nel quale sono situati; la coesione può essere considerata nulla a favore della sicurezza e in assenza di misure specifiche.

Le rocce sono state suddivise in base all'indice RQD (grado di fratturazione della roccia).

I valori di carico ammissibile individuati sono solo di orientamento, visto il carattere del presente lavoro, e non devono esimere il progettista dall'eseguire gli accertamenti e le prove geotecniche, quando previste, a livello di singolo progetto (D.M. 11.03.1988).

depositi morenici:

eventuali problemi possono essere connessi con presenza di orizzonti limosi, che possono determinare fenomeni di cedimento e assestamento, falde acquifere da verificare con indagini specifiche, nonché pendenza del versante.

Angolo di attrito 27° - 33° $Q_a = 150 - 220$ KPa

depositi eluviali:

eventuali problemi possono essere connessi con acclività elevata e fratturazione dell'ammasso roccioso sottostante.

Normalmente hanno spessore modesto e quindi superabile in fase di scavo, con fondazione impostata in roccia.

rocce fratturate e alterate, indipendentemente dalla natura litologica:

tutta la fascia di versante che collega Taceno a Comasira e Presallo, nonché zone di faglia, con caratteristiche geomeccaniche da scadenti a mediocri.

RQD = 5 - 50.

rocce compatte o poco fratturate, indipendentemente dalla natura litologica:

restante parte del territorio, con caratteristiche geomeccaniche discrete.

RQD = 50 - 80.

L'assunzione dei valori riportati non può comunque esimere il professionista incaricato della redazione di progetti sul territorio, di verificarne la rispondenza attraverso indagini mirate e specifiche in base ai contenuti del D.M. 11.03.1988.

5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La circolazione idrica delle acque sotterranee è condizionata da vari fattori e precisamente:

⇒ ***caratteristiche fisico-meccaniche dei tipi litologici costituenti il substrato;***

- ⇒ **caratteristiche fisico-meccaniche, estensione e spessori dei materiali detritici di copertura;**
- ⇒ **tipo di morfologia e di copertura vegetale;**
- ⇒ **clima della regione e relative precipitazioni;**
- ⇒ **rete di drenaggio delle acque di superficie;**
- ⇒ **elementi strutturali che controllano l'estensione del bacino idrogeologico, non sempre coincidente con il bacino idrografico.**

Nel presente lavoro non si è tenuto conto dell'andamento dei bacini idrogeologici e pertanto non ci si è addentrati nella ricostruzione di uno schema di circolazione delle acque sotterranee, limitandosi ad un inquadramento generale dei rapporti di permeabilità tra formazioni diverse mentre, per le zone delle sorgenti, si è ricostruito, per quanto possibile, il locale meccanismo della zona di alimentazione e di emergenza.

5.1 - DATI CLIMATOLOGICI.

La circolazione idrica è strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche che sono principalmente la temperatura e le precipitazioni. I dati pluviometrici sono stati ricavati dalle misurazioni effettuate presso la Stazione di Bellano per gli anni 1951/97, integrandoli con quelli registrati presso il C.O.E. di Barzio per gli anni 1986/90, non essendo disponibili alla stazione di Bellano. Unitamente è stata fatta una valutazione della temperatura media annuale, sulla base dei dati contenuti nella monografia "Il clima del gruppo delle Grigne", con riferimento ai valori rilevati a Premana.

Nelle Tavole contenute nella parte B, sono riportati, sottoforma grafica, i valori medi mensili delle precipitazioni espressi in millimetri nel periodo 1951/97, il totale annuo, per gli anni idrologici di riferimento, e le precipitazioni mensili di alcuni anni idrologicamente significativi per importanti apporti idrici, che spesso hanno determinato fenomeni di alluvionamento.

Appare evidente la presenza di due principali regimi pluviometrici, uno invernale, con piogge scarse, ed uno distribuito lungo il restante periodo, con piogge mediamente elevate, con due massimi, rispettivamente in giugno e in settembre.

L'andamento annuale delle precipitazioni nel periodo 51/97, rivela la presenza di minimi ricorrenti con valori progressivamente decrescenti, fino al 1980, registrati nei seguenti anni: 1955, 1959, 1969, 1974, 1980.

Gli anni 1981/97 si pongono invece sopra la media, fissata in 1353 mm annui per tutto il periodo idrologico considerato.

Negli ultimi 15 anni si è assistito ad un aumento della frequenza e intensità dei fenomeni estremi, che si manifestano con precipitazioni violente e concentrate. Tali fenomeni diventano particolarmente critici per l'assetto territoriale, quando si producono nei mesi di giugno, luglio e settembre, poichè in tali periodi l'isoterma di 0° si trova a quote molto elevate, cosicchè tutto l'apporto meteorico si presenta in forma liquida.

Un altro elemento che emerge dall'osservazione del totale delle precipitazioni annuali è che non sempre un anno ricco di precipitazioni è sinonimo di dissesto idrogeologico e alluvionamento, come il 1997 dimostra; infatti nel 1997 le precipitazioni totali annue sono risultate addirittura inferiori alla media annuale.

L'andamento del regime termico presenta un minimo in dicembre, con temperature medie di poco superiori allo 0; il massimo termico si verifica nel mese di agosto, con temperature medie intorno a 18°.

Si è quindi valutata l'evapotraspirazione, cioè la quantità d'acqua, in mm., che passa dallo stato liquido allo stato aeriforme, trasferendosi dal suolo all'atmosfera per evaporazione e traspirazione delle piante. Questo parametro è stato determinato per via teorica attraverso la formula del Turc:

$$E = \frac{P}{0,9 + \frac{L^2}{P^2}}$$

dove

E = evapotraspirazione media annua in mm

P = h media annua delle precipitazioni in mm

$L = 300 + 25T + 0,05 T^3$

T = temperatura media annua in °C pari a circa 9°

Risolvendo la precedente si ottiene un valore di E pari a **522.39 mm.** annui, pari a circa il 38% della media annua, concentrati quasi esclusivamente nei mesi di giugno, luglio e agosto. Ciò spiega la riduzione delle disponibilità idriche in periodo estivo, nonostante gli apporti meteorici medi, relativamente costanti.

Questo dato è indispensabile nella valutazione del bilancio idrogeologico; esso è utile anche perché, a parità di altre condizioni, un terreno è tanto più franso, quanto maggiore è la quantità d'acqua che è in grado di trattenere entro di sé.

A conclusione di questo paragrafo relativo agli aspetti climatologici, possiamo classificare il clima del territorio esaminato, con la costruzione del climogramma riportato nella **Parte B** dello studio, a cui è stato sovrapposto il diagramma fondamentale di riferimento di Peguy.

Si può osservare che il territorio non presenta mesi di gelo o mesi aridi, o caldo/umidi; i mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre e ottobre sono generalmente mesi temperati, mentre i restanti mesi dell'anno risultano a clima freddo e umido.

5.2 - IDROGRAFIA SUPERFICIALE.

Il territorio comunale è quasi interamente compreso nel bacino idrografico del torrente Pioverna, che costituisce uno dei maggiori corsi d'acqua della regione. Esso confina a nord con quello del torrente Varrone, altro importante bacino della regione. Nella **parte B**, sono stati evidenziati i seguenti principali bacini e sottobacini idrografici :

- ⇒ **Bacino idrografico meridionale o del Pioverna (1);**
- ⇒ **Sottobacino idrografico della Valle dei Molini (1a);**
- ⇒ **Bacino idrografico occidentale della valle dei Molini (2);**
- ⇒ **Bacino idrografico occidentale della Val Grande (3);**
- ⇒ **Bacino idrografico settentrionale o del Varrone (4);**
- ⇒ **Sottobacino idrografico della Valle dei Fontanoni (4a);**
- ⇒ **Sottobacino idrografico della Valle dei Fontanoni (4b);**
- ⇒ **Sottobacino idrografico della Valle Larga (4c);**

Bacino idrografico meridionale o del Pioverna (1):

Il bacino meridionale copre una superficie pari a circa il 40% dell'area comunale, e presenta la sezione di chiusura alla quota lago;

Il torrente Pioverna ha un'importanza rilevante, sia per l'ampiezza del bacino, sia per i fenomeni di piena a cui spesso va soggetto.

Nell'area comunale esso scorre in corrispondenza del confine comunale, con percorso già incanalato ed inciso nella forra di erosione fluviale, a quote inferiori ai più recenti terrazzamenti glaciali.

Sottobacino della Valle dei Molini (1a):

rappresenta un importante tributario del Pioverna, caratterizzato a sua volta da numerosi affluenti di seconda e terza categoria, con ampio bacino di alimentazione, che culmina con il Monte Croce di Muggio a quota 1799 m.

L'asse del torrente appare impostato nelle rocce metamorfiche del basamento cristallino, con esclusione dell'ultimo tratto, a valle di Comasira, dove abbiamo le rocce sedimentarie della Formazione del Servino.

Bacino occidentale della Valle dei Molini (2):

si tratta di un bacino di alimentazione molto ampio che culmina in corrispondenza dell'anticima del Monte Muggio a quota 1754 m. Esso copre circa il 35% dell'area comunale.

E' caratterizzato da numerosi tributari nella parte alta del bacino, che gli conferiscono un'impronta tipicamente a ventaglio.

Diversi corsi d'acqua sono impostati in corrispondenza di lineamenti tettonici, dove le rocce cristalline del basamento (micascisti a biotite), risultano fratturate e fortemente alterate ed ossidate. A causa della ridotta copertura detritica presente sopra i 1000-1200 m., il deflusso superficiale dei corsi d'acqua appare sempre significativo, soprattutto dopo gli apporti meteorici.

La maggior parte delle sorgenti utilizzate per gli acquedotti di Vendrogno e Bellano sono appunto localizzate all'interno di questo bacino, le cui potenzialita` di sfruttamento rimangono ancora discrete.

Bacino della Val Grande (3):

rappresenta un bacino a se stante di interesse secondario, anche per la superficie relativamente ridotta che sottende.

Esso e` comunque stato considerato poiche` l'alveo principale, molto inciso con pareti anche subverticali, risulta impostato lungo un'importante linea tettonica nota, in letteratura, come la linea della Val Grande, con direzione E - W.

Gli enormi sforzi deformativi concentrati lungo questa linea, hanno obliterato l'originaria struttura delle rocce cristalline qui presenti, sviluppando una fascia di rocce cataclastiche, dall'aspetto localmente brecciato (brecce di frizione).

Bacino del Varrone (4):

rappresenta un grande bacino la cui importanza e` almeno pari a quella del Pioverna, con una superficie comunale coperta pari a circa il 25% e sezione di chiusura alla quota lago. Esso racchiude alcuni sottobacini le cui manifestazioni sorgentizie sono sfruttate sia dall'acquedotto di Vendrogno che di Bellano.

I principali sono:

- * sottobacino della Valle dei Fontanoni (4a);*
- * sottobacino della Valle dei Fontanoni (4b).*
- * sottobacino della Val Larga (4c).*

I primi 2 sottobacini hanno caratteristiche simili e si sviluppano sul versante nord del Monte Muggio. Pur essendo di estensione relativamente contenuta, essi beneficiano

di una rilevante disponibilita` idrica, determinata principalmente da fattori geoclimatici, quali l'altitudine mediamente elevata e l'esposizione a nord del versante, che si riflettono su una permanenza maggiore del manto nevoso al suolo, associata ad una evapotraspirazione ridotta nei mesi estivi.

Il terzo sottobacino risulta impostato lungo la prosecuzione del lineamento tettonico della Val Grande.

Tutti i corsi d'acqua sopra elencati, principali e tributari, hanno generalmente un carattere torrentizio, con alternanze stagionali di piene e magre ed inoltre il loro regime e` condizionato dalle caratteristiche morfologiche e delle coperture vegetali presenti, oltreche` naturalmente, dalle caratteristiche geologiche e strutturali dei terreni e delle rocce.

La maggiore o minore rapidita` di deflusso superficiale delle acque meteoriche dipende dall'acclivita` dei pendii, dalla permeabilita` delle rocce e dei terreni di copertura e dal tipo e densita` della copertura vegetale.

Non sono disponibili dati o indicazioni specifiche sulle portate dei corsi d'acqua; non e` percio` possibile analizzare piu` compiutamente la circolazione superficiale.

Per poter fare dei bilanci idrologici, anche indicativi, servirebbero dati attendibili su tutte le portate misurate, almeno nell'arco di un anno, su sezioni idrauliche di chiusura.

5.3 - IDROGEOLOGIA.

La circolazione idrica sotterranea a cui sono strettamente legate le manifestazioni sorgentizie, dipende essenzialmente da tre fasi successive:

⇒ ***infiltrazione in profondita` delle acque a circolazione superficiale e di origine meteorica;***

⇒ ***circolazione delle acque in profondita`;***

⇒ ***emersione delle acque con conseguente manifestazione delle sorgenti.***

Questi tre momenti sono condizionati principalmente dalle caratteristiche fisiche e di giacitura dei terreni e delle rocce costituenti il serbatoio naturale; l'infiltrazione e` inoltre dipendente dalla morfologia, dal microclima e dalla copertura vegetale che determinano la disponibilita` e velocita` di scorrimento delle acque superficiali e, quindi, la possibilita` di assorbimento nel sottosuolo delle acque stesse.

La circolazione idrica sotterranea e` comunque principalmente legata alle caratteristiche geolitologiche dei litotipi presenti, cioe` al loro grado di permeabilita`

che puo` essere dovuto sia alla porosità, che all'esistenza di fenomeni di fratturazione e carsismo. Ne deriva che i bacini idrografici non sempre delimitano le reali aree di alimentazione di sorgenti e corsi d'acqua.

Vi possono essere infatti dei passaggi di acque meteoriche da un bacino all'altro, attraverso rocce permeabili e soglie impermeabili che collegano una valle all'altra.

I principali elementi dai quali dipendono l'alimentazione e la venuta a giorno delle sorgenti sono i seguenti:

- ⇒ **il grado di permeabilità dei litotipi affioranti;**
- ⇒ **le linee di faglia;**
- ⇒ **le giaciture degli strati;**
- ⇒ **la rete idrografica;**
- ⇒ **i limiti dei bacini idrografici principali e di alcuni sottobacini.**

Questi elementi sono riportati nella cartografia che costituisce l'ALLEGATO 2, unitamente alle sorgenti e ai serbatoi.

La permeabilità dei vari litotipi e` legata alle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei terreni di copertura e delle rocce del substrato e quindi, puo` variare anche all'interno di una stessa unita` litologica, oltre che in funzione dei litotipi, anche per la presenza di una intensa fratturazione.

Al contrario, piu` unita` litologicamente diverse, possono invece presentare caratteristiche idrogeologiche simili.

I vari gradi di permeabilità sono comunque raggruppati in alcune classi con valori mediamente omogenei:

- ⇒ **bassa permeabilità** ($K < 10^{-4}$ cm/sec)
- ⇒ **media permeabilità** ($10^{-4} < K < 10^{-2}$ cm/sec)
- ⇒ **alta permeabilità** ($K > 10^{-2}$ cm/sec)

⇒ **Terreni di copertura:**

generalmente essi hanno gradi di permeabilità superiori a quelli delle rocce del substrato. Trattandosi di terreni sciolti la permeabilità e` legata alla porosità degli stessi; in termini generali il comportamento idrogeologico dei terreni di copertura e` quello di costituire un serbatoio quando essi poggiano su rocce a permeabilità media o ridotta; in questo caso, alla loro base, si formano sorgenti con portate generalmente variabili e scarsamente protette rispetto ai fenomeni di inquinamento.

Qualora invece tali terreni siano sovrapposti ad un substrato permeabile, l'infiltrazione di acque meteoriche puo` determinare il mescolamento delle stesse con le acque a circolazione profonda, creando difficoltà interpretative nella ricostruzione delle tipologie delle emergenze.

I terreni di copertura vengono qui suddivisi in due classi a diverso grado di permeabilità e cioè:

* **terreni di copertura con permeabilità media (mp):**

vengono qui compresi i depositi morenici, nei quali la presenza della componente fine argilloso-limosa, condiziona il grado di permeabilità.

La loro potenza è, nell'area, variabile e mediamente pari a qualche metro; sono diffusi in placche estese arealmente.

* **terreni di copertura con permeabilità bassa (lp):**

vengono qui compresi i depositi eluviali di alterazione ed erosione del substrato roccioso, ad elevata componente argillosa.

La loro potenza è, nell'area, variabile e comunque sempre piuttosto limitata, con ordine di grandezza del metro.

Sono molto diffusi nel territorio comunale.

⇒ **Rocce del substrato:**

il maggiore o minore grado di permeabilità delle rocce considerate è dato, nel caso specifico, essenzialmente dalla presenza di fratturazione.

Infatti la permeabilità primaria, per porosità, in questo caso è ridotta o nulla.

E' stata operata una suddivisione in tre classi distinte:

* **rocce del substrato a permeabilità elevata (HP):**

presentano permeabilità elevata, per fratturazione, le fasce cataclastiche, che caratterizzano per esempio in affioramento la Val Grande.

* **rocce del substrato a permeabilità media (MP):**

hanno permeabilità media le rocce fratturate e quelle sedimentarie, appartenenti nell'area, al Verrucano Lombardo (conglomerati poligenici).

Gli affioramenti di queste rocce favoriscono l'infiltrazione di acque superficiali e meteoriche anche se, in diversi casi, possono sostenere falde contenute in depositi incoerenti ed in rocce più permeabili.

* **rocce del substrato con permeabilità bassa (LP):**

si tratta degli stessi litotipi della classe precedente nei quali la riduzione di permeabilità è causata dall'assenza di fratturazione, ai quali si aggiungono argilliti e dolomie cariate, appartenenti alla formazione del Servino.

Generalmente, quando queste rocce si trovano al di sotto di litotipi più permeabili, costituiscono la base delle falde contenute in queste ultime, determinando, lungo il contatto tra le due formazioni, la venuta a giorno delle acque nei punti di minimo topografico.

L'infiltrazione di acque meteoriche e la circolazione idrica sotterranea sono regolate generalmente dal comportamento dei litotipi sopra descritti, che vengono quindi

raggruppati in unita` idrogeologiche aventi caratteristiche fisiche mediamente omogenee.

A livello generale, a seconda delle unita` presenti, dei loro rapporti reciproci e delle condizioni tettoniche, varia il meccanismo di alimentazione e di conseguenza variano le caratteristiche delle varie sorgenti.

In linea generale si possono distinguere i seguenti tipi:

- 1) sorgenti per affioramento della superficie di falda;**
- 2) sorgenti per limite di permeabilita`;**
- 3) sorgenti per soglia di permeabilita`;**
- 4) sorgenti carsiche;**
- 5) sorgenti miste.**

1) Sorgenti per affioramento della superficie di falda:

sono le sorgenti alimentate da falde acquifere contenute nei terreni di copertura permeabili; la superficie della falda viene a giorno in corrispondenza di aree ribassate da una depressione topografica.

Caratteristiche di queste sorgenti sono la variabilita` della portata, strettamente dipendente dalle precipitazioni ed il possibile inquinamento da agenti superficiali.

2) Sorgenti per limite di permeabilita`:

rientrano in questa classe le manifestazioni sorgentizie nelle quali agisce un fattore di tipo geologico.

Generalmente per limite di permeabilita` si intende sia un limite tra litologie differenti, che un limite posto all'interno di una stessa formazione, fra una parte intensamente fratturata ed una piu` compatta, che viene a costituire un vero e proprio orizzonte impermeabile. Tale orizzonte non e` ben localizzato nello spazio ed e`, quindi, detto indefinito.

Rientrano in questa classe le sorgenti che scaturiscono al contatto tra litologie differenti, quelle situate alla base di depositi superficiali e quelle che scaturiscono da aree intensamente fratturate.

Generalmente sono alimentate da acque a circolazione profonda per cui non risentono molto rapidamente delle precipitazioni ed hanno portate relativamente costanti.

3) Sorgenti per soglia di permeabilita`:

in questo tipo di sorgenti agiscono principalmente fattori di ordine geologico-strutturale.

In aree intensamente fratturate si ha la possibilita` dell'instaurarsi di un serbatoio sotterraneo, posto al di sotto e lateralmente ad una soglia che agisce come

sbarramento alla circolazione idrica sotterranea, provocando così l'emergenza della sorgente.

Tipici esempi di soglie sono dati dalla presenza di brecce di frizione, cataclasiti e miloniti impermeabili, legate a movimenti tettonici e faglie di sbarramento.

4) Sorgenti carsiche:

sono le sorgenti che scaturiscono da cavità, grotte o grandi fratture presenti nelle rocce calcareo-dolomitiche.

Le aree di alimentazione possono essere molto vaste e non ben definibili; la circolazione avviene generalmente in modo abbastanza rapido, in vere e proprie gallerie naturali, con portate notevoli e a regime sovente discontinuo, legato agli apporti meteorici.

5) Sorgenti miste:

si tratta di una distinzione di convenienza, effettuata per indicare quelle manifestazioni alla cui alimentazione concorrono falde acquifere differenti e non identificabili singolarmente. Un tipico esempio è quello di sorgenti alimentate sia da acque circolanti in terreni di copertura che in rocce fratturate.

6 - APPROVVIGIONAMENTI IDRICI COMUNALI.

6.1 - CRITERI GENERALI DI ANALISI.

La prima fase di analisi si è svolta attraverso la ricerca, la riunione e razionalizzazione dei dati esistenti.

Tale censimento ha avuto anche una verifica diretta alle singole emergenze, con l'esecuzione, ove possibile, di misure di portata, effettuate nel corso dei mesi di maggio e giugno 99, oppure desunte da rilievi precedentemente eseguiti. Le portate ricavate sono da considerare indicative, ma molto vicine ai valori massimi riscontrabili, per via della stagione particolarmente ricca di precipitazioni. Questi dati sono poi stati confrontati ed integrati con quelli disponibili presso l'Ufficio Tecnico, la Comunità Montana e il Comprensorio Lecchese.

Non è stato possibile correlare le precipitazioni con le portate, in quanto mancano controlli continui e quantitativi sulle conseguenti variazioni di portata, per cui risulta impossibile definire i tempi di risposta delle sorgenti (il tempo necessario all'emergenza per risentire delle precipitazioni: più lunghi sono i tempi di risposta, più la sorgente è da considerare profonda e quindi costante).

I dati relativi all'acquedotto e alle relative opere di presa sono stati forniti dall'Ufficio Tecnico e dal Comprensorio Lecchese, oltre che rilevati direttamente sul territorio.

L'analisi si è sviluppata quindi attraverso i seguenti punti:

- ⇒ **Le fonti di approvvigionamento;**
- ⇒ **L'analisi del rapporto fabbisogni/disponibilità;**
- ⇒ **Le proposte di intervento rivolte al potenziamento degli aspetti quali-quantitativi delle opere.**

Le fonti di approvvigionamento:

negli ALLEGATI 2 e 2a, è riportata la localizzazione delle sorgenti, unitamente alla posizione dei vari serbatoi.

La descrizione di dettaglio delle singole sorgenti è contenuta nelle schede descrittive (Parte B), con i dati relativi all'ubicazione, quelli riferiti agli aspetti geologici e idrogeologici, i valori misurati o stimati o desunti delle portate, indicazioni sulla qualità delle stesse, le osservazioni sullo stato dei manufatti e sulla loro capacità protettiva da infiltrazione di acque superficiali ed inquinamenti in generale.

Analisi del rapporto fabbisogni/disponibilità:

l'indagine è rivolta ad evidenziare le cause degli eventuali scompensi nel rapporto fabbisogni/disponibilità, che spesso sopraggiungono nel periodo estivo, in conseguenza di una minore disponibilità idrica e di una maggior richiesta da parte delle utenze. Tale indagine si basa, in parte, anche sul lavoro prodotto dal decaduto Comprensorio lecchese e successivamente dall'Amministrazione Provinciale di Lecco: " Piano regionale di risanamento delle acque" attualmente allo stato di P.d.L. presso la Regione Lombardia.

In linea generale, le cause possono dipendere da:

- ⇒ **fonti di approvvigionamento insufficienti;**
- ⇒ **anni idrologici con piovosità particolarmente ridotta;**
- ⇒ **opere di presa che captano, in termini percentuali, più acque a circolazione superficiale che non acque a circolazione profonda;**
- ⇒ **sottodimensionamenti dei serbatoi di compenso;**
- ⇒ **perdite nelle reti distributive interne all'abitato;**
- ⇒ **inquinamenti di acque fornite da alcune sorgenti e conseguente loro esclusione dalla rete, con riduzione globale delle disponibilità;**
- ⇒ **cattiva manutenzione delle opere di presa, con malfunzionamenti, intasamenti, perdite.**

Per la verifica delle sopraddette cause di scompenso e' stata eseguita una elaborazione schematica, nella quale vengono indicati i seguenti dati:

- ⇒ **numero di abitanti residenti;**
- ⇒ **numero massimo di abitanti durante il periodo estivo totalizzando residenti e turisti (n);**
- ⇒ **dotazione idrica media/anno (d) espressa in litri/abitante per giorno: si tratta di un valore stimato e rappresenta il consumo giornaliero medio di ciascun abitante. Tale valore dipende dalla consistenza dell'insediamento, oltre che dalla presenza o meno di attivita' industriali ed e' compreso tra 200 e 400 l/g.**
- ⇒ **coefficiente di punta annuale (K) e coefficiente di punta giornaliero (K1): l'entita' del coefficiente e' stata ottenuta sulla base di analisi statistiche nella gestione di svariati acquedotti comunali; $K=1,5$ mentre $K1=2$;**
- ⇒ **fabbisogno medio giornaliero (Q1) in l/sec= $nxd/86400$;**
- ⇒ **fabbisogno max. giornaliero (Q2) in l/sec= $Q1xK$;**
- ⇒ **fabbisogno max. ore di punta (Q3) in l/sec= $Q2xK1$;**
- ⇒ **portate accertate (Qa) in l/sec;**
- ⇒ **portate minime stimate (Qam) in l/sec;**
- ⇒ **volume da erogare nel giorno di max. consumo (V) espresso in mc. E' ottenuto da $(Q2x86400)/1000$, dove 86400=numero di secondi al giorno e 1000=numero di litri in 1 mc.;**
- ⇒ **capacita' di compensazione (C) e' il valore in mc. delle dimensioni del serbatoio affinche' possa compensare il consumo nelle ore di maggior richiesta, utilizzando il volume immagazzinato nelle ore di minor richiesta (ore notturne). Generalmente le capacita' del serbatoio corrispondono a circa 1/4 o 1/5 della erogazione massima giornaliera (V).**

Schematicamente, le punte di consumo stagionale si soddisfano dotando la rete dell'acquedotto di fonti di approvvigionamento in grado di coprire il fabbisogno del giorno di massimo consumo (cioe' di erogare una portata continua almeno uguale a Q2); mentre alle variazioni di massimo consumo giornaliero (Q3), si deve provvedere dotando le reti dell'acquedotto di uno o piu' serbatoi di compensazione.

Proposte di intervento rivolte al potenziamento degli aspetti quali-quantitativi delle opere:

Dall'analisi delle singole sorgenti captate e dei serbatoi utilizzati, sono state segnalate le incongruenze riscontrate, onde poter programmare una serie di interventi rivolti al miglioramento quali-quantitativo delle potenzialita' idriche esistenti. Per quanto concerne i serbatoi, il loro dimensionamento deve essere il piu' calibrato possibile, rispetto alle disponibilita' di minima, per la compensazione giornaliera delle punte orarie di massimo consumo. Tali variazioni infatti rappresentano il pericolo piu' frequente nell'ambito di una rete distributiva. Ovviamente l'analisi eseguita si limita

allo schema generale di adduzione esterna e non prende in considerazione la rete di distribuzione interna in cui possono verificarsi perdite e/o rotture.

6.2 - ANALISI DELLA SITUAZIONE COMUNALE.

6.2.1 - FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO DELL'ACQUEDOTTO.

Negli **ALLEGATI 2 e 2a**, viene riportata la localizzazione delle sorgenti, captate dal comune di Vendrogno. La numerazione fa riferimento allo schema di flusso degli acquedotti del comune e alle schede descrittive contenute nelle **Tavole della parte B**.

Si possono distinguere essenzialmente i seguenti gruppi di sorgenti e più precisamente:

- ⇒ **Sorgenti di Bassia, Fopp, Campofiasco, Chiarello, Valle dei Mulini, La Poma, Sottocombolo, Combolo, Pozzo di Sanico, Duent e Machel, alimentanti l'acquedotto principale di Vendrogno.**
- ⇒ **Sorgenti di Pianca, alimentanti l'acquedotto di Comasira.**
- ⇒ **Sorgente di Presallo, alimentante l'acquedotto di Presallo.**
- ⇒ **Sorgenti della Fevra e di Casera di Camaggiore, alimentanti gli acquedotti di Noceno e Bellano (acquedotto consortile).**
- ⇒ **Sorgenti Alpe Dolca e Camaggiore, alimentanti l'acquedotto di Camaggiore.**

6.2.2 - SISTEMA ESTERNO DELLA DISTRIBUZIONE DELLE ACQUE.

Negli **ALLEGATI 2 e 2a**, sono riportati i serbatoi di stoccaggio.

Esistono quindi diversi acquedotti indipendenti che alimentano le frazioni del Comune di Vendrogno, essi sono:

- 1. acquedotto di Vendrogno, che serve pure le frazioni di Lornico, Tedoldo, Busè, Sanico, Mornico, Mosnico e Inesio;**
- 2. acquedotto di Comasira che serve la frazione omonima;**
- 3. acquedotto di Presallo che serve la frazione omonima e l'azienda agrituristica Gulliver.**
- 4. acquedotto di Noceno che serve la frazione omonima;**
- 5. acquedotto di Camaggiore, che serve la frazione omonima;**

Nella parte **B** è raffigurato lo schema di flusso dell'acquedotto comunale.

All'acquedotto di Vendrogno, fanno capo i seguenti serbatoi e relativo bacino di utenza:

- ⇒ **Tedoldo S1 (fraz. tedoldo e Busè) mc.45;**
- ⇒ **Sanico S2 (fraz. Sanico) mc.30;**
- ⇒ **Vendrogno superiore S3 (Vendrogno) mc.30;**
- ⇒ **Vendrogno S4 (Vendrogno) mc.80;**
- ⇒ **Mornico S5 (fraz. Mornico) mc.40;**
- ⇒ **Passner S6 (fraz. Inesio) mc.40;**
- ⇒ **Mosnico superiore S7 (fraz. Mosnico) mc.45;**
- ⇒ **Mosnico S8 (Vendrogno) mc.180.**

Il sistema è costruito ad anello, con i serbatoi di Vendrogno e Mosnico a livello e con lo scarico del troppo pieno utilizzabile dal comune di Bellano, quest'ultima possibilità è prevista anche per il serbatoio di Sanico.

Ai restanti acquedotti fanno capo i serbatoi omonimi, nell'ordine:

- ⇒ **Comasira S1 (fraz. Comasira) mc.40;**
- ⇒ **Presallo S1 (fraz. Presallo e azienda agrituristica Gulliver) mc.5.60;**
- ⇒ **Noceno S1 (fraz. Noceno) mc.60;**
- ⇒ **Camaggiore S1 (fraz. Camaggiore) mc.35.**

L'acquedotto di Noceno è consortile essendo utilizzato anche dal comune di Bellano.

Il volume totale stoccabile è pari a 630 mc.

Tra parentesi figurano le frazioni servite direttamente dai relativi serbatoi.

Attualmente non esiste nessuna stazione di sollevamento, non sono previsti impianti di potabilizzazione e nessun quadro di controllo è presente nella sede comunale.

6.2.3 - ANALISI DEL RAPPORTO FABBISOGNI/DISPONIBILITA'.

La popolazione del comune di Vendrogno è costituita da circa 300 residenti, che diventano un totale di 2000 circa nella stagione estiva, concentrati soprattutto nell'abitato di Vendrogno. Ci si trova di fronte quindi, nel periodo di minor apporto idrico ad un incremento notevole della popolazione.

Nel complesso, alla luce delle analisi sin qui eseguite, le disponibilità idriche alle sorgenti ammonterebbero, al momento delle misure, a circa 21 l/sec.

La riduzione dei suddetti quantitativi nel periodo estivo, stimata in base alle testimonianze scritte e confrontata con i valori ricavati dall'evapotraspirazione, sarebbe pari a circa il 60% della portata misurata in regime di relativa abbondanza

(maggio/giugno - ottobre/novembre), per cui, considerando fisso l'apporto idrico relativo alla sorgente della Fevra, avremo un valore di circa 10-12 l/sec, considerando anche possibili perdite sulla rete. La sorgente della Fevra tuttavia fa parte dell'acquedotto consortile, che alimenta anche il comune di Bellano.

Nelle elaborazioni sul rapporto fabbisogni/disponibilità, presentato nella parte B, sono stati esaminati separatamente i 5 acquedotti indipendenti, utilizzati dal comune. Per ciascuno di essi l'analisi è stata effettuata sulla base di 3 ipotesi di utilizzazione, per valutare l'incidenza dell'aumento di richiesta nel periodo estivo.

⇒ **Acquedotto di Vendrogno (1)**

ipotesi 1 con 500 residenti;

ipotesi 2 con 1000 residenti;

ipotesi 3 con 2000 residenti.

Dalla scheda appare evidente che il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), risulta soddisfatto anche nel caso dell'ipotesi 3, solo disponendo delle risorse idriche massime, al contrario, nel periodo estivo, con la riduzione delle disponibilità idriche, occorrerebbero almeno altri 2-3 l/sec per pareggiare il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), nell'ipotesi 3.

Nelle ore di punta la capacità di compensazione dei serbatoi appare sufficiente a riequilibrare il massimo consumo nelle tre ipotesi considerate. Il volume stoccabile risulta in eccedenza rispetto ai valori calcolati, evidenziando un certo sovradimensionamento dei serbatoi di raccolta.

Nel complesso, sulla base delle misure effettuate e delle estrapolazioni eseguite, il sistema appare potenzialmente in grado di far fronte al fabbisogno massimo giornaliero (Q2) per un totale di 1600 persone, nel periodo estivo e considerando anni idrologici normali.

⇒ **Acquedotto di Comasira (2)**

ipotesi 1 con 50 residenti;

ipotesi 2 con 100 residenti;

ipotesi 3 con 200 residenti.

Dalla scheda appare evidente che il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), risulta soddisfatto anche nel caso dell'ipotesi 3, solo disponendo delle risorse idriche massime, al contrario, nel periodo estivo, con la riduzione delle disponibilità idriche, occorrerebbero altri 0.5 l/sec circa, per pareggiare il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), nell'ipotesi 3.

Nelle ore di punta la capacità di compensazione dei serbatoi appare sufficiente a riequilibrare il massimo consumo nelle tre ipotesi considerate.

Nel complesso, sulla base delle misure effettuate e delle estrapolazioni eseguite, il sistema appare potenzialmente in grado di far fronte al fabbisogno

massimo giornaliero (Q2) per un totale di 100 persone, nel periodo estivo e considerando anni idrologici normali.

L'unica sorgente utilizzata rivela tuttavia grossi e frequenti problemi di inquinamento superficiale, che ne riducono sensibilmente la possibilità di utilizzo idropotabile.

⇒ **Acquedotto di Presallo (3)**

ipotesi 1 con 10 residenti;

ipotesi 2 con 20 residenti;

ipotesi 3 con 30 residenti.

Dalla scheda appare evidente che il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), risulta soddisfatto anche nel caso dell'ipotesi 3, indipendentemente dal periodo stagionale.

Nelle ore di punta la capacità di compensazione dei serbatoi appare sufficiente a riequilibrare il massimo consumo nelle tre ipotesi considerate.

Nel complesso, sulla base delle misure effettuate e delle estrapolazioni eseguite, il sistema appare potenzialmente in grado di far fronte al fabbisogno massimo giornaliero (Q2), nelle 3 ipotesi considerate e indipendentemente dalla stagione.

⇒ **Acquedotto di Noceno (4) - consortile**

ipotesi 1 con 30 residenti;

ipotesi 2 con 100 residenti;

ipotesi 3 con 200 residenti.

Dalla scheda appare evidente che il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), risulta soddisfatto anche nel caso dell'ipotesi 3, indipendentemente dal periodo stagionale.

Nelle ore di punta la capacità di compensazione dei serbatoi appare sufficiente a riequilibrare il massimo consumo nelle tre ipotesi considerate.

Nel complesso, sulla base delle misure effettuate e delle estrapolazioni eseguite, il sistema appare potenzialmente in grado di far fronte al fabbisogno massimo giornaliero (Q2), nelle 3 ipotesi considerate e indipendentemente dalla stagione.

⇒ **Acquedotto di Camaggiore (5)**

ipotesi 1 con 20 residenti;

ipotesi 2 con 100 residenti;

ipotesi 3 con 200 residenti.

Dalla scheda appare evidente che il fabbisogno massimo giornaliero (Q2), risulta soddisfatto anche nel caso dell'ipotesi 3, indipendentemente dal periodo stagionale.

Nelle ore di punta la capacità di compensazione dei serbatoi appare sufficiente a riequilibrare il massimo consumo nelle tre ipotesi considerate.

Nel complesso, sulla base delle misure effettuate e delle estrapolazioni eseguite, il sistema appare potenzialmente in grado di far fronte al fabbisogno massimo giornaliero (Q2), nelle 3 ipotesi considerate e indipendentemente dalla stagione.

6.2.4 - SORGENTI NON CAPTATE DALL'ACQUEDOTTO COMUNALE.

Nell'ALLEGATO 2, viene riportata la localizzazione di alcune sorgenti rinvenute sul territorio comunale e non captate dagli acquedotti esistenti.

La numerazione fa riferimento anche alle schede descrittive contenute nella **parte B**.

In funzione del bacino di alimentazione si possono distinguere le seguenti:

- 1. Sorgenti Canton Noe (valle dei Fontanoni), ubicate sul versante Nord del M. Croce di Muggio (quota 1250 circa);**
- 2-3-4. Sorgenti Fopp e Bassia, ubicate sul versante Ovest del M. Croce di Muggio (quota 1340-1380 circa);**
- 5. Sorgente strada Noceno, ubicata sul versante Nordovest del Matoch (quota 830 circa);**
- 6. Sorgente strada Comasira - Taceno, ubicata sul versante meridionale del M. Croce di Muggio (quota 580 circa).**
- 7. Sorgente Lornico, ubicata sul versante meridionale del M. Croce di Muggio (quota 1120 circa).**

Altre sorgenti sparse sono ubicate nella parte intermedia della Valle dei Mulini, versante meridionale del M. Croce di Muggio.

6.3 - CONSIDERAZIONI E PROPOSTE.

Alla luce di quanto emerso dall'analisi del rapporto fabbisogni/disponibilit , l'acquedotto di Vendrogno risulta dimensionato, nel periodo estivo, per far fronte ad un massimo di circa 1600 utilizzatori, contro le circa 1700/1800 presenze riscontrate in tale periodo.

Ugualmente sottodimensionato, nel periodo estivo, appare l'acquedotto di Comasira, che, tra l'altro, rivela problemi frequenti di inquinamento superficiale.

Il consumo, nelle ore di punta, per entrambi gli acquedotti considerati, risulta invece compensato dal volume disponibile nei serbatoi.

L'eventuale potenziamento delle risorse idriche, per questi 2 acquedotti, può essere perseguito nei seguenti modi:

⇒ **acquedotto di Vendrogno (1)**

a. *sfruttamento delle sorgenti libere ancora presenti in località Bassia e Fopp, per un totale sfruttabile di almeno 2 l/sec in periodo di magra, previa osservazione stagionale dei deflussi e accurata progettazione delle opere di presa;*

b. *sfruttamento delle sorgenti Canton Noe (valle dei Fontanoni) con portate di circa 2-3 l/sec. stimate e generalmente costanti e collegamento con zona Set-Busè e serbatoio di Sanico.*

c. *ottimizzazione del servizio di gestione dell'acquedotto, attraverso la predisposizione di un telecontrollo del livello del serbatoio di Mosnico, (livello medio e minimo), in modo da provvedere per tempo, in caso di scarsità d'acqua, riscontrabile attraverso il segnalatore ottico di livello, ubicato presso la sede comunale, al razionamento controllato delle risorse idriche.*

⇒ **acquedotto di Comasira (2)**

a. *scollegamento della sorgente N Machel dall'acquedotto di Vendrogno e suo collegamento al serbatoio di Comasira; in questo caso si raddoppierebbe circa l'apporto idrico per la frazione. Inoltre, onde evitare problemi di inquinamento che, porteranno certamente ad una esclusione futura dell'attuale sorgente incriminata, si suggerisce la predisposizione di un impianto ridotto di potabilizzazione a raggi ultravioletti UV in grado di trattare almeno 2 l/sec in uscita. Un impianto di questo tipo e di queste dimensioni, è in funzione presso l'acquedotto di Portone.*

In entrambi i casi, il programma di incremento delle riserve idriche, deve essere sviluppato gradualmente secondo le tematiche sopra individuate, al fine di pervenire ad una conoscenza degli aspetti tecnici ed economici che ogni soluzione comporta; ciò consentirà una scelta ponderata del sistema migliore.

Con riferimento all'acquedotto di Vendrogno, visto che lo scompenso non dovrebbe essere particolarmente grave, si suggerisce di valutare seriamente l'ipotesi 3, che prevede l'ottimizzazione di gestione della risorsa idrica ed eventualmente, solo successivamente, considerare anche la possibilità di nuovi sfruttamenti.

Nella stima delle minime portate utilizzabili ed introdotte nei calcoli, sono state considerate perdite, sulla rete interna di distribuzione, pari grossomodo al 10%.

Secondo i dati riportati nel "Piano Regionale di Risanamento delle Acque", il volume fatturato (mc./anno) ammonta a 57.487.

Non è possibile avere il riscontro con il volume prelevato, in quanto non viene effettuata la lettura dei contatori, tuttavia, con riferimento alla tavola sui fabbisogni e

disponibilità (parte B), e' stato verificato quale sarebbe il consumo medio annuale, secondo il seguente procedimento:

$$N(\text{medio}) = (300 \times 10 + 1800 \times 2) / 12 = 550$$

$$D1(\text{mc}) = N \times d \times 365 / 1000 = 550 \times 300 \times 365 / 1000 = 60.200$$

$$D2(\text{mc}) = N \times d \times 365 / 1000 = 550 \times 250 \times 365 / 1000 = 50.000$$

dove N=media annuale popolazione, D1 e D2=consumo medio annuale, cifra che rientra nello stesso ordine di grandezza del volume medio annuale teorico fatturato.

D1 rappresenta il caso con consumo idrico giornaliero pari a 300 litri, mentre in D2 tale consumo e' stato ridotto a 250 l/giorno.

La lettura dei contatori, condotta nell'arco di un anno permetterebbe di verificare la corrispondenza reale, nonchè fornire utili informazioni sullo stato della rete, evidenziando eventuali perdite, sia sulla rete di adduzione che su quella di distribuzione.

Una tale procedura rientrerebbe nell'ottica di una corretta e ottimale gestione del sistema acquedottistico a cui precedentemente si accennava.

Perdite del 10% devono comunque ritenersi normali.

Per quanto attiene il volume totale di acqua, disponibile nell'arco dell'anno e considerando un apporto minimo e costante di 8 l/sec, si avrebbero circa 250.000 mc. di riserve minime annue.

Per quanto riguarda le condizioni e gli eventuali provvedimenti da adottare per le opere di captazione, si rimanda alle schede descrittive allegate, ricordando che le nuove opere devono rispondere alle prescrizioni della normativa vigente, mentre, ove necessario e nei limiti del possibile, occorre procedere all'adeguamento per quelle esistenti.

In alcuni casi il troppo pieno delle opere di presa, o dei serbatoi, che servono normalmente l'acquedotto di Vendrogno, viene sfruttato e convogliato nella rete di adduzione dell'acquedotto di Bellano. Cio' comporta la possibilità di intraprendere programmi congiunti tra i Comuni di Bellano e Vendrogno per la manutenzione e l'eventuale adeguamento delle opere di presa.

Dal punto di vista della tutela igienica, l'assenza di un impianto di potabilizzazione, può risultare fortemente penalizzante, come nel caso dell'acquedotto di Comasira.

Del resto, la superficialità e l'ubicazione di alcune sorgenti, al pari delle loro condizioni, determinano elevata vulnerabilità dell'acquifero; occorre pertanto predisporre adeguate misure di protezione e manutenzione per le opere di presa più a

rischio (vedasi le schede di rilevamento parte B), valutando la necessità di mettere in pratica le procedure suggerite più sopra nel presente capitolo.

6.4 - CENNI SULLA NORMATIVA IN VIGORE

Il D.P.R. n.236, 24.06.1988, e successive integrazioni, tende all'adeguamento della normativa italiana a quella europea (direttiva CEE n.80/78), concernente la qualità e la tutela delle acque destinate al consumo umano.

Vengono qui riportati alcuni punti, riferiti alle opere di captazione, ritenuti significativi ai fini della tutela delle acque.

E' riconosciuta la necessità di istituire 3 fasce differenziate in funzione della "vulnerabilità" dell'acquifero utilizzato, più in particolare:

- ⇒ ***zona di tutela assoluta, riservata alle opere di presa, con raggio non inferiore ai 10 metri. Generalmente questa fascia andrebbe recintata, con predisposizione di canalette per il convogliamento e smaltimento esterno delle acque meteoriche;***
- ⇒ ***zona di rispetto, di raggio generalmente non inferiore ai 200 metri, nell'ambito della quale vengono evitate determinate attività, come il pascolo di bestiame, l'accumulo di letame, l'uso di pesticidi, gli insediamenti rurali, le discariche anche controllate;***
- ⇒ ***zona di protezione, spesso estesa a tutto il bacino di alimentazione, dove permangono limitazioni d'uso del territorio.***

Le opere di presa devono soddisfare normalmente i seguenti requisiti:

- ⇒ ***occorre evitare infiltrazioni di acque superficiali, con relativa miscelazione delle acque captate;***
- ⇒ ***i manufatti devono essere realizzati in calcestruzzo con buone doti di impermeabilità, a chiusura stagna e accessibili per ispezione e pulizia;***
- ⇒ ***l'opera di presa deve comprendere, di norma, una vasca di sedimentazione ed una vasca di partenza, nella quale l'acqua captata deve arrivare attraverso uno stramazzo, che permetta la misura della portata. Inoltre la vasca di partenza deve essere dotata di:***
 - * ***scarico di fondo per facilitare la pulizia in corso d'esercizio, dotato di griglia esterna ed interna;***
 - * ***sfioratore per allontanare le acque eccedenti, collegato allo scarico;***
 - * ***un tubo di partenza posto ad un livello di almeno 1 metro sotto lo stramazzo di arrivo e più alto di almeno 0,30-0,50 metri dalla platea di fondo;***
 - * ***una presa d'aria esterna, dotata di griglia protettiva;***

- * *un rubinetto esterno per permettere il campionamento.*

Nel caso di piu` opere di presa ravvicinate, e` utile predisporre un manufatto di raccolta delle acque, che deve necessariamente presentare le stesse caratteristiche costruttive delle opere di presa.

Indispensabile risulta la presenza di due vasche differenziate, a volte assenti sulle opere di presa di vecchia data.

Per quanto riguarda i serbatoi, essi devono essere dotati possibilmente di by pass per consentire e facilitarne la pulizia.

Per la ricerca e lo sfruttamento di nuove fonti di approvvigionamento idrico, occorre attenersi a quanto stabilito dalla stessa normativa, ricordando in particolare la necessita` dell'indagine idrogeologica di dettaglio e dell'analisi completa dell'acqua, eseguita in periodo di magra e di piena; tale documentazione dovra` accompagnare il progetto dell'opera di captazione ed essere sottoposto all'unita` sanitaria locale per il parere di competenza.

7 - LA STABILITA` DEL TERRITORIO IN SENSO LATO.

Il territorio rappresenta un'entita` naturale "viva", soggetta cioe` ad una continua evoluzione, sotto la spinta dei numerosi agenti esterni, che sfruttano la predisposizione intrinseca del materiale primario.

Questa continua ricerca di uno stato di equilibrio puo` avvenire in modo immediato (crollo, cedimento ecc.), oppure lento, (assestamento dei terreni, creep, ecc.).

Generalmente, alla base di un fenomeno evolutivo di questo tipo, esiste sempre un concorso di cause, che possono essere riassunte nei seguenti punti, rispettivamente per i depositi di copertura e le formazioni lapidee:

⇒ depositi di copertura:

- * *granulometria, con particolare riguardo alle frazioni piu` fini;*
- * *spessore del deposito;*
- * *alterazione;*
- * *pendenza, del versante e del substrato roccioso;*
- * *modalita` di circolazione delle acque superficiali;*
- * *profondita` della falda;*
- * *presenza della copertura vegetale e la sua continuita`;*
- * *condizioni climatiche;*

- * *tipologia di eventuali dissesti in atto o potenziali;*
- * *presenza di interventi di tipo antropico.*

⇒ **formazioni lapidee:**

- * *natura dei litotipi;*
- * *intensità, frequenza e orientazione delle fratture;*
- * *grado di alterazione locale;*
- * *pendenza del versante;*
- * *modalità di scorrimento delle acque superficiali;*
- * *presenza di acque sotterranee;*
- * *condizioni climatiche;*
- * *presenza di arbusti e radici;*
- * *tipologia di eventuali dissesti in atto o potenziali;*
- * *presenza di interventi di tipo antropico.*

7.1 - CRITERI GENERALI DI ANALISI E CARTOGRAFIA.

L'esame dei parametri sopraccitati, ha permesso di redigere la carta geomorfologica e dei dissesti in atto, osservati sul territorio comunale (**ALLEGATO 3**).

In particolare è stata fatta una suddivisione del territorio in classi di pendenza, secondo la seguente:

classe 1 = < 20%

classe 2 = compresa tra 20% e 49%

classe 3 = compresa tra 50% e 69%

classe 4 = compresa tra 70% e 100%

classe 5 = > 100%

La pendenza infatti gioca un ruolo molto importante nella stabilità dei terreni, poichè, evidentemente, influisce su tutti i fenomeni gravitativi.

Inoltre, attraverso il rilievo di campagna, sono state individuate e riportate sulla base cartografica, attraverso una numerazione progressiva, che fa riferimento alle schede descrittive allegate (**Parte B**), una serie di aree particolari, dove sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto.

La descrizione riportata nelle schede è molto sintetica e ha lo scopo di inquadrare la fenomenologia del dissesto, rispondendo ai seguenti punti:

- * *localizzazione del fenomeno;*

- * *rischio (debole - medio - elevato), in relazione alla probabilità dell'evento e dell'esposizione;*
- * *possibile causa;*
- * *stato di fatto (studi tecnici e bonifiche già intraprese);*
- * *possibili rimedi;*
- * *Tempi d'intervento consigliati (breve-medio termine, medio-lungo termine, cioè da pochi mesi a qualche anno).*

7.1.1 - CENSIMENTO STORICO DI ALCUNI SIGNIFICATIVI FENOMENI METEOROLOGICI LOCALI AVVENUTI DOPO IL 1980.

Precipitazioni del periodo Agosto-Settembre 1985.

I temporali che si abbatterono nella zona della Muggiasca e a Bellano nel periodo agosto/settembre 1985, eccezionali per intensità e durata delle precipitazioni, causarono notevoli danni in tutto il territorio.

Si citano in particolare:

- * dissesto idrogeologico della Valle dei Cani a monte di Inesio;
- * caduta sassi e allagamenti in zona S. Antonio a Vendrogno;
- * crollo del ponte medievale sulla vecchia strada mulattiera Taceno-Comasira.

Intense precipitazioni del maggio 1986.

Uno smottamento di terreno su un vasto fronte interessò marginalmente alcune abitazioni della fraz. Noceno in Comune di Vendrogno; per il persistere di intense precipitazioni si programmò un servizio di sorveglianza continua per seguire l'evolversi del fenomeno, con particolare riguardo alla sicurezza dei residenti nella fraz. Oro, in Comune di Bellano, posta a valle dell'area interessata dal dissesto.

Eventi alluvionali del giugno 1997.

Nella notte tra il 27 e 28 giugno 1997 si verificarono eccezionali precipitazioni, con apporti liquidi che arrivarono a 86 mm di acqua in circa 90 minuti, causando dissesti idrogeologici su tutto il territorio compreso tra Bellano, Vendrogno, e Varenna, Perledo.

Si citano i seguenti fenomeni di dissesto, avvenuti nel territorio comunale di Vendrogno:

- * frana di Noceno: danneggiamenti su opere esistenti e nuovi dissesti;
- * Comasira, Mornico, S. Antonio di Vendrogno: allagamenti per tubature ostruite e/o "luci" sottodimensionate;
- * Camaggiore: danni al canale di gronda esistente e nuovi dissesti, soprattutto nel bacino di Val Grande;
- * Valle dei Cani: nuovi dissesti;

- * Strada comunale Inesio - Presallo: frana in roccia, già manifestatasi nel 1995, con asportazione completa di un tratto recente di nuova mulattiera, rendendo tuttora impraticabile e pericoloso il collegamento pedonale tra Inesio e Presallo;
- * Strada comunale di Comasira, a valle della frazione: dissesto, con trasporto solido, ostruzione di alveo e allagamento di zone sottostanti, morfologicamente depresse;
- * case isolate nel piano a valle di Comasira: rottura di argini e allagamenti;
- * Tedoldo e strada per Camaggiore: colate detritiche varie e smottamenti.

7.2 - VALUTAZIONE DELLE PROBLEMATICHE ESISTENTI SUL TERRITORIO COMUNALE.

L'assetto geomorfologico del territorio esaminato e' caratterizzato dalla presenza di versanti mediamente ripidi, con incisioni vallive, anche estremamente pronunciate, come la forra del Pioverna e con circolazione idrica superficiale a carattere torrentizio. I versanti risultano continuamente sottoposti al ruscellamento superficiale, che favorisce il denudamento e l'erosione accelerata.

Geologicamente abbiamo rocce mediamente resistenti, tuttavia, in genere, fortemente alterate alla superficie, con fratturazione evidente e diffusa, causata dalla circolazione idrica, dall'azione gelo/disgelo e dalla vegetazione localmente abbondante.

La presenza di importanti lineamenti strutturali con orientazione E-W e N-S, contribuisce all'indebolimento dell'ammasso roccioso, anche in profondita`, mentre la giacitura delle discontinuita` della roccia (franapoggio/reggipoggio), determina la maggiore o minore predisposizione della stessa a fenomeni di crollo e scivolamento.

I depositi superficiali presentano caratteristiche litologiche variabili: si passa dai depositi morenici caratterizzati da blocchi rocciosi in matrice fine, a depositi eluviali, derivati dall'alterazione delle rocce del substrato cristallino; localmente possono essere presenti depositi di origine fluvioglaciale, caratterizzati da ciotoli arrotondati in matrice sabbiosa, oppure limitati depositi argillosi, formati in zone originariamente morfologicamente depresse.

Gli spessori sono generalmente esigui, mai importanti, dell'ordine mediamente del metro.

L'indagine storica ha evidenziato, in passato, un sostanziale equilibrio del territorio, grazie anche alla continua frequentazione e utilizzazione dello stesso, a fini agricoli e, testimoniato dalla diffusa presenza di terrazzamenti artificiali.

In questi ultimi 20 anni si e' tuttavia assistito ad un graduale abbandono dell'attivita` agricola, associato ad un notevole incremento dell'antropizzazione, manifestatasi soprattutto con nuove costruzioni e anche nuove strade.

Cio` ha evidentemente condizionato, l'originario equilibrio del territorio determinando, indubbiamente in gran parte, l'accelerazione di quei fenomeni naturali evolutivi tipici di molti dissesti attualmente individuati.

L'esame critico dei dissesti pregressi e attuali, potenziali o attivi, presenti sul territorio, ha evidenziato che l'acqua selvaggia superficiale e di infiltrazione, rappresenta generalmente il fattore scatenante del fenomeno; essa pertanto va controllata attraverso una opportuna programmazione degli interventi, volti all'allontanamento e al drenaggio delle stesse, soprattutto per quanto riguarda qualsiasi opera di tipo antropico.

Ovviamente appare indispensabile effettuare una corretta progettazione delle stesse, che non puo` prescindere da quelli che sono i fattori geoambientali locali.

Altrettanto importante si dimostra la necessita` di un continuo controllo del territorio, al fine di prevenire e contrastare, laddove possibile, ogni manifestazione negativa.

A questo proposito, il censimento eseguito, non deve essere considerato esaustivo, proprio per la tendenza evolutiva degli elementi:

situazioni che allo stato attuale risultano relativamente poco importanti, possono improvvisamente aggravarsi, per eventi meteorologici significativi, sempre piu` frequenti in questi ultimi anni, o per antropizzazioni eccessive.

Oltre ai dissesti rilevati e riportati singolarmente nelle relative schede, si segnalano:

- ⇒ **situazioni generalizzate di abbandono riscontrate su molte murature a secco, con problemi vari di tenuta e visibili rigonfiamenti che, localmente, possono interessare anche murature stradali;**
- ⇒ **tutte le scarpate in roccia presenti a monte delle strade, in misura maggiore o minore, risultano potenzialmente sede di locali distacchi, anche per l'azione spaccasassi delle radici, o per la presenza di cigli aggettanti;**