

Regione Lombardia

COMUNE DI CORANA

(Pavia)

STUDIO GEOLOGICO A CORREDO DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO COMUNALE REDATTO IN
ATTUAZIONE DELLA L. R. N. 12 DEL 11 MARZO 2005,
DELLA D.G.R. N. 8/1566 DEL 22 DICEMBRE 2005 E
DELLA D.G.R. N. 8/7374 DEL 28 MAGGIO 2008.

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

All. 1

Dott. Geol. P. Bellinzona
Via Rizzolina - 27050 CORANA (PV)
Tel.0383-78278-340-2603380
C.F.:BLLPRZ63S51G388I
P.I.V.A.:01693660183

Gennaio 2010

Il Sindaco

Il Segretario

Indice

1. Premessa.....	pag. 4
2. Inquadramento geografico e fisiografia del territorio.....	pag. 5
3. Metodologia d'indagine.....	pag. 7
4. Cenni storici.....	pag. 9
5. Inquadramento climatico generale.....	pag. 9
5.1 Temperature.....	pag. 10
5.2 Precipitazioni.....	pag. 11
6. Assetto geomorfologico.....	pag. 13
7. Assetto geopedologico.....	pag. 15
8. Distribuzione e strutturazione della rete idraulica superficiale.....	pag. 17
9. Assetto idrogeologico.....	pag. 18
10. Caratteristiche geotecniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale.....	pag. 21
11. Individuazione delle condizioni di pericolosità.....	pag. 23
12. Analisi della pericolosità sismica locale.....	pag. 25
11.1 Normativa vigente.....	pag. 25
11.2 Metodologia d'indagini.....	pag. 27
11.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità sismica.....	pag. 32
13. Carta della Fattibilità Geologica delle azioni di piano.....	pag. 34
13. Norme geologiche d'attuazione.....	pag. 35
Art.1 - Classe 2 – <u>Fattibilità con modeste limitazioni</u>	pag. 35
Art. 2 - Classe 3 – <u>Fattibilità con consistenti limitazioni</u>	pag. 37
1 Classe 3 a.....	pag. 37
2 Classe 3b.....	pag. 39

Art. 3 Classe 4 – <u>Fattibilità con gravi limitazioni</u>	pag. 43
Art.4 - Fasce di rispetto del reticolo principale e minore	pag. 44
Art.5 - Fascia di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile	pag. 45
Art.6 - Fascia di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile	pag. 45
Art. 7 - Norme sismiche	pag. 49
Bibliografia	pag. 57

- Allegati:
- **Stratigrafia sondaggi**
- **Tabelle e diagrammi prove penetrometriche**
- **Scheda di censimento dei pozzi**

1. Premessa.

L'Amministrazione Comunale di Corana, non avendo a disposizione uno studio geologico completo su tutto il territorio comunale, aggiornato secondo la ex L. 41/97, nel rispetto delle direttive regionali contemplate nella L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 "*Legge per il Governo del Territorio*", ha richiesto uno studio geologico mirato alla valutazione dell'assetto idrogeomorfologico e sismico del territorio comunale ed alla verifica di compatibilità idraulica dello strumento urbanistico con le fasce fluviali così come previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con delibera n.18/2001.

Lo studio redatto in conformità alle direttive della D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.12*" e successivo aggiornamento approvato con la D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, ha lo scopo di dotare l'A. C. di uno strumento di supporto tecnico conoscitivo del proprio territorio e di definire preventivamente i rischi geologici, idrogeologici e sismici attraverso una analisi territoriale che verifichi la compatibilità delle scelte pianificatorie locali con l'assetto ambientale ed idrogeologico del comparto entro il quale vengono a ricadere.

Le finalità del P.G.T. con il supporto delle conoscenze geologico tecniche tendono al perseguimento di un modello di sviluppo urbanistico volto a realizzare un

impiego razionale delle risorse territoriali ed ambientali in un contesto socio economico già consolidato.

L'obiettivo dell'indagine è quello, tenendo conto delle richieste, di localizzare aree residenziali ed insediamenti produttivi nel rispetto delle caratteristiche geologico tecniche evitando l'urbanizzazione di aree caratterizzate da elevato rischio.

L'articolazione dell'indagine ha riguardato la raccolta di studi e ricerche attuali e pregresse desunte da una analisi bibliografica specifica disponibile su tematismi che riguardano la fenomenologia idrogeomorfologica e geoapplicativa per una corretta definizione dei vincoli sull'uso, organizzazione e gestione del territorio nell'ottica di un razionale sviluppo urbanistico.

L'analisi ha portato alla elaborazione e stesura di una cartografia i cui tematismi sono propedeutici alla costruzione di una carta di sintesi che individua ambiti omogenei dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

La disamina dei parametri fisici che caratterizzano ciascun ambito nella sua peculiare omogeneità, ha portato alla stesura di una carta di fattibilità geologica delle azioni di piano.

2. Inquadramento geografico e fisiografia del territorio.

Il territorio comunale di Corana in Provincia di Pavia interessa una superficie di circa 13,07 kmq. ed è cartografato nelle Sezioni A8e1 Silvano

Pietra, A8e2 Sannazzaro de' Burgondi, B8a1 Bastida Pancarana e B8a2 Lungavilla della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Confina con i Comuni di Sannazzaro de' Burgondi e Pieve Albignola a Nord e Nord - Est, con Mezzana Bigli e Silvano Pietra a Ovest e Sud-Ovest, con Cervesina a Est e con Voghera a Sud.

In generale la fisiografia del settore oltrepadano della pianura pavese è tipica delle zone pedecollinari, blandamente degradanti verso il F. Po senza sensibili rotture di pendenza.

Dal punto di vista altimetrico questa porzione di pianura è caratterizzata da quote che si evolvono in senso longitudinale da 71,00 a 62,00 m. s.l.m. m. verso la zona più depressa racchiusa tra l'arginatura e l'alveo del fiume che costituisce la fascia alluvionale di più recente deposizione.

In particolare, l'assetto fisiografico del settore di pianura che abbraccia il territorio comunale di Corana, è caratteristico di una morfologia blandamente ondulata ed improntata, almeno nella parte centrale, sulla disposizione ed evoluzione di una serie di meandri abbandonati dal fiume Po che via via sono stati modificati nella loro struttura da fenomeni esogeni ed antropici, successivamente alla costruzione dell'arginatura.

Quello più appariscente e significativo risulta essere quello dove è impostato l'abitato della frazione Ghiaie.

La superficie morfologica che da Sud verso Nord si estende verso il F.Po è delimitata appena a Nord del Capoluogo, da una scarpata d'erosione poco

marcata che costituisce l'esterno di una curva concava di un paleomeandro dove la superficie verso il collo del meandro si presenta come un piano inclinato che forma il lobo sul quale si erge Ghiaie.

L'abitato di Ghiaie è lambito dal tratto autostradale dell'A7 – Milano Genova che si sviluppa all'interno del territorio comunale con direzione Nord Est – Sud Ovest.

Altri insediamenti abitativi sono situati in cascine sparse: C. na Rangone, C.na Delfina, C.na Malpensata nella porzione settentrionale del territorio comunale, C.na Gallina, C.na Campone, C.na Barilati , C.na Cadedossi, C.na Gringa per la maggior parte localizzate nella porzione sud orientale del territorio comunale.

Il capoluogo è attraversato dalla S.P. 12 che lo collega direttamente a Cervesina e a Silvano Pietra, mentre la S.P. 25 lo collega a Voghera.

I caratteri fisiografici salienti sono dati dalla monotonia del paesaggio agrario dominato dalle colture cerealicole e foraggere.

3. Metodologia di indagine

La metodologia di indagine è consistita in varie fasi di lavoro e precisamente:

- a) ricerca storica e bibliografica, raccolta dei dati provenienti dalla documentazione prodotta dalle strutture tecniche regionali per la stesura della cartografia di analisi

- b) approfondimento della documentazione acquisita attraverso la lettura diretta delle caratteristiche fisiche del territorio, dell'utilizzazione agricola e del reticolo scolante naturale ed artificiale
- c) analisi della pericolosità sismica locale così come definita nella zonazione regionale
- d) fase di sintesi, valutazione e proposta finale di una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologica, idrogeologica, sismica ed una classificazione d'uso dello stesso.

Attraverso la caratterizzazione del territorio secondo le modalità sopra indicate è stata elaborata una serie di carte tematiche che hanno portato alla definizione delle limitazioni e dei vincoli sulle trasformazioni d'uso e organizzazione del territorio sia in termini urbanistici che geoambientali.

In particolare, la relazione illustrativa dell'assetto fisiografico del territorio comunale, corredata dalle carte tematiche sopra indicate ne specifica l'impiego pratico che va dalle scelte urbanistiche ai piani viabili, ai programmi di intervento fognario, all'utilizzo del suolo per servizi.

La **“Carta di Fattibilità Geologica delle azioni di piano”** è il risultato delle indagini e delle ricerche a carattere geoapplicativo svolte sul territorio comunale che definisce aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geombientale e costituisce uno strumento di facile lettura che, oltre a porre limitazioni e indicazioni per le scelte urbanistiche, consente un utilizzo pratico anche per l'impostazione di

piani di riconversione agricola e comunque piani mirati al miglioramento ambientale dell'attuale assetto fisico.

4. Cenni storici.

La consultazione degli archivi comunali ha permesso di ricostruire e verificare l'evoluzione temporale dei fenomeni di piena che hanno interessato nel tempo il Fiume Po e che comunque non hanno compromesso le arginature che hanno sempre svolto il compito di protezione delle strutture abitative e della viabilità sia provinciale che comunale.

5. Inquadramento climatico generale.

Nell'indagine ambientale è stata dedicata una particolare attenzione alla ricerca e alla elaborazione dei dati climatici al fine di avere una visione il più possibile completa delle interdipendenze che concorrono alla evoluzione delle caratteristiche fisiografiche dei luoghi e dei fattori che, in misura diversa, concorrono a determinarle.

Sono stati considerati i dati meteorologici, richiesti e messi a disposizione dall'Osservatorio Meteorologico dell'Istituto Tecnico Agrario Statale "C. Gallini" di Voghera (PV).

E' stata inoltre presa in considerazione la stazione di rilevamento termopluviometrico di Voghera dove sono stati reperiti dati, per un periodo che va dall'anno 1997 all'anno 2008, riguardanti sia le temperature che le precipitazioni.

5.1 Temperature

Nella Tab. 1 e nella Fig. 1 sono riportate le temperature mensili massime, minime e medie.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
T Max	6.00	9.8	15.0	18.3	23.9	28.3	28.4	30.1	24.9	18.3	10.8	5.5
T Min	-1.4	-0.7	2.9	6.9	12.2	16.1	17.8	18.1	13.9	10.2	4.2	-0,2
T Media	2.3	4.5	8.9	12.6	18.0	22.2	23.1	24.1	19.4	14.2	7.5	2.65

Tabella 1 - Temperature medie, minime, e massime mensili (espresse in °C)
relative al periodo 1997–2008.

L'analisi dei dati evidenzia che il mese più caldo risulta essere agosto con una temperatura media di 24.1°C e massima di 30.1°C, quello più freddo gennaio con una media di 2.3°C, seguito da dicembre (media di 2,65°C).

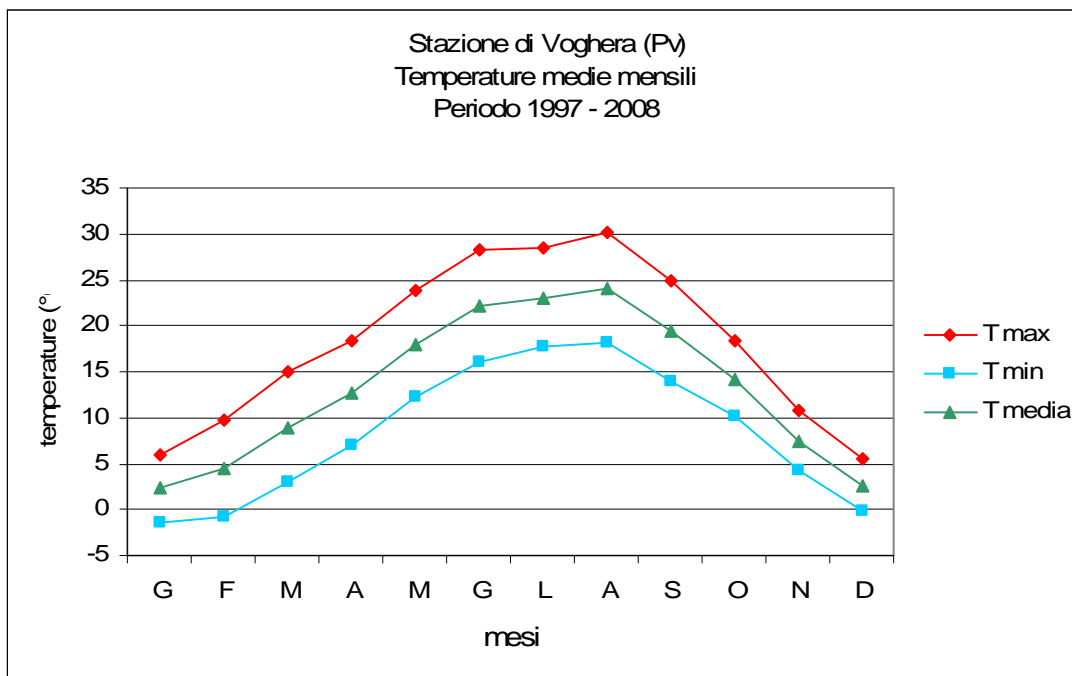


Fig. 1 - Temperature medie mensili relative al periodo 1959-1985.

5.2 Precipitazioni

I dati relativi alle precipitazioni sono visualizzati nella Tab. 2 e nella Fig. 2.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Mm di pioggia	47.4	26.0	34.2	59.6	56.1	58.5	31.9	53.0	51.2	75.7	107.1	45.5
N° giorni piovosi Gp)	5.8	3.4	4.8	7.6	6.6	4.8	3.7	4.0	4.7	6.8	9.7	7.2
Mm pioggia/Gp	8.1	7.6	7.2	7.9	8.5	12.1	8.7	13.3	11.0	11.2	11.1	6.3

Tabella 2 – Precipitazioni mensili (espresse in mm.) e numero di giorni piovosi relativi al periodo 1997-2008

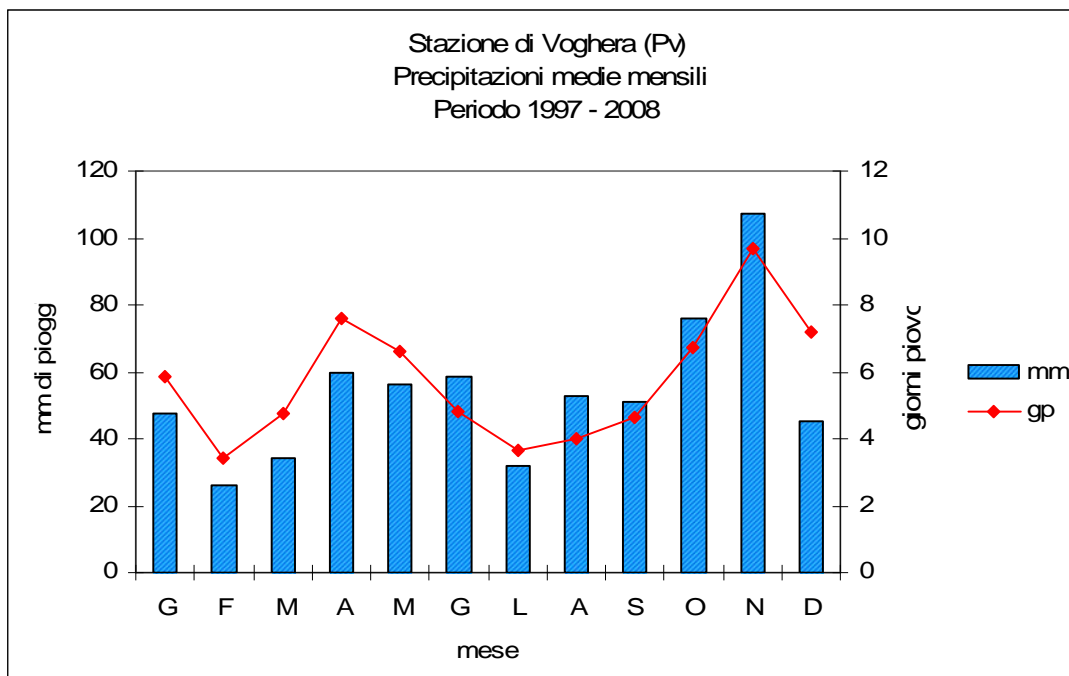


Fig. 2 - Precipitazioni mensili (espresse in mm.) e numero di giorni piovosi relativi al periodo 1951-1985.

La Fig. 2 mette in evidenza una distribuzione delle precipitazioni caratterizzata da un periodo piovoso a ottobre (75.7 mm di pioggia) e novembre (107.1 mm di pioggia) dove si riscontra il massimo principale, seguita da aprile e giugno (con rispettivamente 59.6 e 58.5 mm di pioggia).

Il valore minimo si realizza nel mese di febbraio con 26.0 mm di pioggia e 3.4 giorni piovosi.

Il numero dei giorni di pioggia è massimo in aprile (8.5 giorni piovosi) e novembre (9.7 giorni piovosi), minimo in inverno (3.4 giorni piovosi in febbraio).

6. Assetto geomorfologico.

Il territorio Comunale di Corana è inserito in una porzione di pianura a Sud del F. Po caratterizzata da un potente materasso alluvionale costituito da depositi che appartengono al complesso dei sedimenti terrigeni trasportati e deposti dal F. Po e dai suoi affluenti attraverso processi deposizionali ed erosivi che si sono succeduti nel tempo, durante le fasi climatiche che hanno interessato il Quaternario.

Tale ambito, rientra nel sistema orografico ed idrografico padano edificatosi ed evolutosi conseguentemente al riempimento alluvionale di quell'ampio golfo che prima del quaternario era occupato dal mare Adriatico.

Più in particolare, questa porzione di pianura è impostata su di una superficie topografica degradante verso Nord con una inclinazione del 2‰ ed il Capoluogo è inserito su di una blanda convessità che si esaurisce entro la scarpata d'erosione che delimita un paleomeandro al cui piede scorre la Roggia Carradino.

Come è stato rilevato più sopra, si possono distinguere due zone con differente altimetria e con specifiche caratteristiche litologiche e pedologiche, separate da una scarpata di origine fluviale che ricalca l'andamento di antichi paleomeandri.

Il settore più settentrionale dove è ubicata la frazione Ghiaie, è caratterizzato dalla presenza di tracce di meandri abbandonati che testimoniano le divagazioni e le alterne vicende di deposizione e di erosione operate dal F. Po.

La stessa parcellatura dei campi e l'altimetria evidenziano ancora il corso di canali abbandonati ormai acquisiti all'agricoltura.

Infatti gli spianamenti effettuati per rendere coltivabili le terre hanno parzialmente obliterato le scarpate dei meandri abbandonati in epoca storica.

La successione di tali depositi alluvionali è visualizzata sul F. 59 PAVIA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:10.000 come "Alluvioni formanti la superficie principale della pianura che si insinua nelle valli appenniniche" e come "Alluvioni sul fondo delle incisioni fluviali" (Alluvioni recenti ed attuali).

I tipi litologici che compaiono con maggior frequenza sono costituiti da materiali argilloso - limosi - sabbiosi che caratterizzano la porzione più superficiale.

Il materasso alluvionale è quindi costituito da una successione di orizzonti, eterogenei per granulometria e composizione variamente interdigitati a costituire gli acquiferi sfruttabili per approvvigionamento idrico.

La zona posta al di sopra della scarpata d'erosione che delimita l'esterno di una curva concava di un paleomeandro del F.Po, presenta peculiarità nella sua strutturazione ed è costituita da terreni a dominante limosa e limoso sabbiosa.

La zona più ribassata che comprende l'area golenale, all'interno della quale si rinvengono altri terrazzi modellati in terreni via via più recenti, è caratterizzata da terreni appartenenti alle "alluvioni recenti ed attuali" dove l'immediato substrato è costituito in prevalenza da materiali ghiaiosi, sabbiosi e sabbioso limosi riconducibili all'acquifero freatico.

In questa zona sono presenti sia aree che in passato sono state oggetto di escavazione che aree per le quali è prevista l'escavazione di materiali inerti.

Sul territorio comunale sono ubicati tre ambiti di cava attiva inseriti nel Piano Provinciale Cave: gli ambiti ATE g06 e ATEg07 che sono ubicati nella porzione di territorio comunale in sponda sinistra del F.Po, il località Isola Grande – C.na Scarampi e l'ambito ATE g72 situato a Nord Est della C.na Malpensata.

7. Assetto geopedologico.

All'interno del territorio comunale è possibile effettuare una distinzione tra i suoli che caratterizzano la porzione di pianura posta a monte della scarpata d'erosione e quelli che formano la bassa pianura delimitata dal piede della scarpata stessa, fino al F. Po.

I suoli sono stati distinti e cartografati sulla base di differenziazioni essenzialmente tessiturali.

La zona su cui è impostato l'abitato di Corana è costituita da una associazione di suoli, caratterizzati da materiali fini, che solitamente si rinvencono nelle parti distali delle ondulazioni positive derivate dall'evoluzione idraulica dei torrenti appenninici, dove l'energia di trasporto delle acque è risultata essere minore; sono presenti suoli variamente profondi su substrato limoso sabbioso caratterizzati da un buon drenaggio e da una moderata permeabilità.

In generale i suoli che si evolvono sulle superfici di transizione, tra le aree rilevate e le zone più depresse, impostati su substrato limoso argilloso, sono caratterizzati da drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa.

Nella porzione centrale del paleomeandro occupata dalla frazione Ghiaie e nelle aree abbandonate dal F. Po in epoca più recente, poste all'interno dell'arginatura, i suoli in fase agropedica si sviluppano su di un substrato a tessitura sabbioso limosa e sabbiosa legato ad una dinamica fluviale a più bassa energia e sono caratterizzati da un buon drenaggio.

All'interno del substrato limoso sabbioso possono instaurarsi falde sospese di durata effimera, sostenute dai livelli limosi.

Più a Nord, nell'area golenale del Po, rilevata di pochi metri rispetto al letto del fiume stesso, sono presenti suoli caratterizzati da un substrato prevalentemente sabbioso con drenaggio buono, ma scarsamente produttivi; inoltre tali suoli sono a rischio di inondazione anche durante le piene ordinarie.

L'uso del suolo in queste aree è a pioppeto o a vegetazione boschiva contrariamente a quanto avviene nelle zone a monte dell'arginatura dove l'uso del suolo è a seminativo cerealicolo o foraggero e in alcune aree sono pure presenti la coltivazione di tabacco e quelle orticole.

8. Distribuzione e strutturazione della rete idraulica superficiale.

Il reticolo idrografico non è molto marcato ed è influenzato sia dalla dinamica fluviale del Po che dalla presenza di canali di distribuzione, di raccolta e convogliamento delle acque irrigue e di colatori che realizzano il drenaggio delle aree più depresse.

All'interno del territorio comunale sono evidenti le tracce di divagazione del corso del F. Po operate in tempi passati e testimoniati dai meandri abbandonati, spesso intrecciati che definiscono aree leggermente più rialzate.

Sul territorio sono pure presenti rogge, alcune delle quali derivano le loro acque da sorgenti come la Roggia Botticella, che segna il confine con il Comune di Silvano Pietra nella porzione sud occidentale del territorio comunale e dopo aver attraversato l'abitato di Corana si immette nel Roggino di Corana per raggiungere il F.Po attraverso la Chiavica San Gaudenzio in Comune di Cervesina.

Per un tratto, parallelamente alla Roggia Botticella scorre il Roggino che confluisce nella Roggia della Mensa.

La Roggia Carradino scorre all'interno del canale abbandono ai piedi della scarpata sulla quale è impostato l'abitato di Corana e confluisce nel F. Po attraverso la Chiavica Carradino.

La diffusione di questi corsi d'acqua minori, che vengono stagionalmente ripuliti, è legata al basso potere di assorbimento del terreno superficiale caratterizzato dalla presenza di materiali a granulometria fine e a scarsa permeabilità.

9. Assetto idrogeologico.

L'assetto idrogeologico che caratterizza questa porzione di pianura costituita da un materasso alluvionale potente oltre 100 m. rappresenta l'acquifero che generalmente ospita almeno tre falde sovrapposte.

Il quadro geoidrologico che ne deriva è caratterizzato dalla presenza di setti impermeabili che delimitano le falde sovrapposte caratterizzate da differenti parametri idraulici.

In una tale strutturazione idrogeologica, dovuta alla distribuzione sia verticale che areale degli orizzonti impermeabili si può riconoscere un primo acquifero a pelo libero presente su tutto l'areale comunale localizzato a poca profondità dal piano campagna.

Tale acquifero alimenta pozzi ad uso domestico che venivano utilizzati sia nelle cascine che nelle case sparse quando non erano ancora servite dalla rete acquedottistica.

L'acquedotto comunale è alimentato dalle acque prelevate da un pozzo situato nella frazione Ghiaie spinto ad una profondità di 37,00 m. dal piano campagna e da un pozzo ubicato sul territorio comunale di Silvano, in località Case Doglie, spinto ad una profondità di circa -150,00 m. dal piano campagna e le caratteristiche idrauliche di tale pozzo denunciano un certo grado di artesianità della falda.

Nella carta idrogeologica è riportata l'ubicazione di pozzi freatici, generalmente utilizzati ad uso agricolo, realizzati con canne piantate.

Da tali pozzi non è possibile rilevare dati caratteristici relativi alla piezometria in quanto risultano di difficile accesso.

Il livello statico rilevato dalla misura di alcuni pozzi nella primavera 2008 ha comunque consentito di ricostruire indicativamente l'andamento della soggiacenza della falda freatica all'interno del territorio comunale.

Tale soggiacenza generalmente contenuta entro i 10 m. dal p.c. è soggetta ad oscillazioni stagionali dell'ordine di oltre un metro in relazione all'andamento della pluviometria.

Il senso di flusso delle acque sotterranee sembra avere una direzione di scorrimento SE-NO verso l'asta del F. Po che costituisce il recapito principale delle acque che percolano dal territorio.

La porzione di territorio che rientra nella pianura più ribassata è generalmente caratterizzata da una superficie freatica che si localizza a poca profondità dal piano campagna (-4,00 -5,00 m.).

La sua oscillazione risulta molto sensibile all'andamento pluviometrico ed alle piene del F.Po.

Le acque freatiche nel loro movimento di filtrazione da monte a valle sono condizionate dalla diversa permeabilità dei materiali che attraversano, con conseguente modificazione della velocità e della direzione di flusso.

La valutazione della vulnerabilità all'inquinamento e della salvaguardia della risorsa idrica sotterranea è basata sulla definizione di quei parametri che condizionano la diffusione e l'infiltrazione nel sottosuolo di eventuali sostanze inquinanti.

In particolare le condizioni di diffusione e di percolazione dipendono sia dalla concentrazione iniziale dell'inquinante, dal tipo di suolo, dal suo spessore, dalla sua capacità adsorbente dello stesso.

In seguito la concentrazione dell'inquinante dipenderà dal tempo e dalla lunghezza del percorso che dovrà compiere con direzione prevalentemente verticale e con mezzo di trasporto costituito dalle acque di percolazione sia meteoriche che di adacquamento sino a raggiungere le acque circolanti in falda.

Una volta raggiunte le acque di falda l'inquinante sarà oggetto di diluizione e inizierà il suo movimento di dispersione secondo una componente orizzontale diretta lungo le linee di flusso e una verticale che sarà legata alle eventuali differenze di densità tra l'inquinante e le acque di falda.

Sulla base della permeabilità dell'acquifero e della capacità protettiva esercitata dai suoli ed alle profondità della falda, sono state individuate indicativamente aree a differente grado di vulnerabilità.

10. Caratteristiche geotecniche dei complessi litologici che caratterizzano il territorio comunale.

Le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni che costituiscono il substrato di appoggio delle fondazioni sono tra i fattori che condizionano in modo determinante le scelte urbanistiche.

Nella pianificazione comunale le trasformazioni urbanistiche dei suoli, specialmente per i nuovi insediamenti debbono essere valutati nella loro specificità geologico tecnica.

Per una caratterizzazione geotecnica di massima dei litotipi presenti nel territorio comunale sono stati utilizzati i dati ricavati da indagini geognostiche realizzate a corredo di richieste di autorizzazione alla edificabilità per nuove costruzioni.

In allegato sono riportate le tabelle, le diagrafie penetrometriche e le stratigrafie dei sondaggi; i punti d'indagine sono visualizzati nella carta di inquadramento generale geologico strutturale.

I dati ricavati dalle indagini hanno consentito di individuare aree con caratteristiche geotecniche da buone a mediocri.

In particolare i terreni che interessano il Capoluogo sono costituiti in prevalenza da limi e sabbie limose che presentano buone caratteristiche geotecniche e nella seguente tabella sono indicati i valori medi dei parametri geotecnici che li caratterizzano:

Parametri geotecnici	Materiali : Limi e sabbie limose
Peso di volume γ in t/mc.	1,80
Coesione non drenata C_u in kg/cmq.	0,4-0,8
Densità relativa D_r in %	30-60
Angolo di attrito ϕ (°)	27-30

Nelle aree più depresse sono presenti nei primi metri di profondità, terreni costituiti in prevalenza da limi argillosi che danno parametri geotecnici mediocri i cui valori medi sono visualizzati nella seguente tabella:

Parametri geotecnici	Materiali : Limi e limi argillosi
Peso di volume γ in t/mc.	1,80
Coesione non drenata C_u in Kg/cmq.	0,25-0,6

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di natura limoso sabbiosa e sabbiosa che costituiscono la zona della frazione Ghiaie possono essere considerate buone.

I valori medi dei parametri geotecnici che caratterizzano tali terreni sono riassunti nella seguente tabella:

Parametri geotecnici	Materiali : Sabbie e limi sabbiosi
Peso di volume γ in t/mc.	1,80
Densità relativa D_r (%)	20-60
Angolo di attrito ϕ (°)	26-30
Coesione non drenata C_u (kg/cmq.)	0,5-0,8

11. Individuazione delle condizioni di pericolosità.

La fase di sintesi comprende la Carta dei vincoli che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative geologiche vigenti, sono individuati i vincoli presenti nelle aree appartenenti alle fasce fluviali definite dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approvato con D.P.C.M. del 24/7/98 riguardante l'asta del Fiume Po ed i tratti terminali dei principali affluenti.

Con deliberazione n.18/2001 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Po ha adottato il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI), ossia l'insieme dei provvedimenti di regolazione delle politiche di difesa del suolo nel settore assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del F. Po ai sensi dell'art.4 comma 1, lettera c, della Legge 183/80.

Le norme tecniche d'attuazione del PAI suddividono il territorio in fasce fluviali, zone soggette a speciali vincoli e prescrizioni in funzione delle specifiche condizioni idrogeologiche ai fini della conservazione del suolo della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici.

Nella “**Carta di sintesi**” sono riportate le aree definite come ambiti a pericolosità omogenea riferita allo specifico fenomeno che la genera.

In particolare sono state cartografate le aree caratterizzate da vulnerabilità idrogeologica e le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.

La sovrapposizione di più elementi di pericolosità ha determinato ambiti caratterizzati da più fattori limitanti definiti nella cartografia di analisi.

In particolare è stata individuata un'area considerata fragile dal punto di vista della vulnerabilità idrogeologica perché caratterizzata da una bassa soggiacenza della falda.

Tale area morfologicamente più ribassata, è individuata dove scorre la Roggia Carradino che rappresenta il corso di un antico canale percorso dal F. Po durante le sue passate divagazioni.

Le aree più ribassate, comprese entro la pianura geologicamente riferita alle alluvioni recenti, sono ritenute fragili sotto il profilo idraulico essendo soggette ad esondazioni durante le piene.

In queste zone sono state riportate le delimitazioni delle fasce fluviali individuate dal PSFF e successivamente modificate dal PAI.

Tali zone presentano inoltre un elevato grado di vulnerabilità dovuto alla elevata

permeabilità per porosità dei depositi alluvionali.

Nella territorio è ubicato un pozzo comunale utilizzato per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto di Corana, per il quale è stata visualizzata e delimitata in carta l'area di salvaguardia, come prescrive la legge, utilizzando il criterio geometrico.

La zona di tutela assoluta, non cartografata, comprende l'area immediatamente circostante la captazione ed ha un'estensione di 10 m. di raggio dal punto di captazione.

12. Analisi della pericolosità sismica locale.

12.1 Normativa vigente.

Con l'entrata in vigore della L.R.12/2005 sui Piani di Governo del Territorio, la Regione Lombardia ha stabilito con D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 i nuovi *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005 ,n.12”*; successivamente con la D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 è stato approvato l'aggiornamento dei criteri sopra citati.

I nuovi criteri definiscono le indicazioni per l'analisi del rischio sismico in attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20

marzo 2003 e del D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

L’Ordinanza prevede la riclassificazione sismica di tutto il territorio nazionale ed in particolare, che nei territori non classificati nella precedente normativa, considerati a bassa sismicità, sia introdotta la zona 4 e che sia lasciata facoltà alle regioni di introdurre o meno l’obbligo della progettazione antisismica.

La Regione Lombardia con la D.G.R. n. 7/14964 del 7 novembre 2003 prevede nella zona 4 l’obbligatorietà dell’applicazione delle norme tecniche definite dall’Ordinanza ai soli edifici strategici e rilevanti ed alle opere infrastrutturali che rivestono particolare importanza ai fini di protezione civile durante gli eventi sismici.

Con l’ allegato A del d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 la Regione Lombardia approva l’elenco delle tipologie degli edifici e le opere infrastrutturali e rilevanti.

Con il D.M. 14 settembre 2005 “ *Norme tecniche per le costruzioni*” venivano indicati i criteri antisismici per la progettazione e la verifica delle nuove strutture.

Successivamente il D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*” entrato in vigore il 6 marzo 2008, ha modificato alcune tematiche relative alla progettazione antisismica.

Infatti ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 la determinazione delle azioni sismiche in fase progettuale è valutata sito per sito in base ai valori riportati nell’ allegato B del sopra citato decreto.

Per la nuova progettazione di edifici e di opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 vengono applicate direttamente le norme del D.M. 14 gennaio 2008.

Per tutta la durata del periodo di monitoraggio nella Regione Lombardia, in zona 4, la progettazione antisismica era obbligatoria solo per gli edifici strategici e rilevanti elencati nel d.d.u.o. sopra citato, non rientranti nel decreto del Capo del Dipartimento di Protezione Civile.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la progettazione antisismica è obbligatoria per tutte le nuove costruzioni.

12.2 Metodologia d'indagine.

Al fine di verificare che le scelte urbanistiche all'interno del territorio comunale riguardino aree idonee dal punto di vista geologico e sismico, la metodologia riportata nello studio “**Determinazione del rischio sismico ai fini urbanistici in Lombardia**” Giugno 1996 – Regione Lombardia, Servizio Geologico e C.N.R., Istituto di ricerca sul rischio sismico” che veniva considerato studio di riferimento nelle precedenti direttive per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori in attuazione dell'art. 3 della ex L.R. 41/97, approvate con D.G.R. n.7/6645 del 29 ottobre 2001, viene ridefinita con la metodologia di analisi riportata nell'Allegato 5 della D.G.R. 8/1566 aggiornata dalla D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Tale metodologia fa riferimento ad uno “**Studio Pilota**” redatto dal Politecnico di Milano- Dipartimento di Ingegneria Strutturale che ha utilizzato indagini dirette e prove realizzate in alcune aree campione della Lombardia e prevede tre livelli di approfondimento.

La Regione Lombardia ha fornito uno schema che raccoglie i vari scenari di **pericolosità sismica locale** che possono essere perimetrati arealmente o linearmente.

Questa perimetrazione costituisce il **primo livello** di approfondimento e fornisce la base per l’applicazione dei livelli successivi.

Per i territori classificati in zona sismica 4 il passaggio al **secondo livello** di approfondimento è previsto, secondo la normativa regionale, per gli scenari di pericolosità **Z3** (Z3a : zone di ciglio $H > 10$ m., scarpata con parete subverticale , bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica; Z3b: zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo : appuntite – arrotondate) e **Z4** (Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi; Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre; Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche); Z4d: zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio colluviale).

Questo approfondimento è obbligatorio nel caso in cui sia prevista la costruzione di edifici strategici e rilevanti elencati nel d.d.u.o. n. 19904/03 ed è facoltà dell’Amministrazione comunale estendere tale livello di approfondimento

anche ad altri edifici il cui uso preveda normali affollamenti senza funzioni pubbliche e sociali, industrie con attività pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni d'emergenza.

Il **secondo livello** prevede una caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione negli scenari che sono stati perimetrati nella Carta della Pericolosità Sismica Locale e fornisce la stima della risposta sismica locale in termini di fattore di amplificazione F_a .

Il fattore F_a si riferisce ad intervalli di periodo compresi tra 0,1 s - 0,5 s e 0,5 s - 1,5 s relativi a differenti tipologie edilizie.

In particolare il periodo compreso tra 0,1 s e 0,5 s è caratteristico di strutture basse, regolari e rigide mentre il periodo 0,5 s - 1,5 s è caratteristico di strutture più alte e flessibili.

Nell'Allegato 5 alla D.G.R. n.8/7374 sono riportate le schede interpretative relative agli effetti litologici e morfologici che partono dalla valutazione in sito della velocità delle onde sismiche (V_s) determinata attraverso prove dirette o indirette.

Il fattore di amplificazione ottenuto deve essere confrontato con il fattore di soglia comunale per varie categorie di suolo di fondazione e per i due intervalli di periodo.

La normativa regionale prevede che nel caso in cui il fattore di amplificazione calcolato sia inferiore o uguale a quello di soglia comunale venga applicato lo spettro di risposta previsto dalla normativa e l'area rientri nella classe di pericolosità H1.

Se invece il fattore calcolato è superiore a quello di soglia, sono necessarie analisi più approfondite che dovranno essere realizzate in fase progettuale.

Queste aree rientrano in classe di pericolosità H2 e verranno sottoposte agli approfondimenti di terzo livello.

Il **terzo livello** di approfondimento si applica in fase di progetto ed è finalizzato a definire eventuali interventi di mitigazione del rischio sismico attraverso indagini e analisi più approfondite, che consentono di caratterizzare in modo quantitativo gli effetti di amplificazione.

Il presente studio è stato predisposto secondo i criteri definiti nell'aggiornamento approvato con la D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 8/1566 ed è volto alla redazione della **Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)** che costituisce il **primo livello** di approfondimento della componente sismica territoriale.

L'analisi della pericolosità sismica parte dalle informazioni di carattere morfologico, litologico e geotecnico ricavate dal presente studio.

Attraverso tale metodologia viene definita la **microzonazione sismica** cioè l'individuazione di aree alle quali vengono attribuite prescrizioni volte alla riduzione del rischio sismico da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti ed in fase di emergenza.

Per l'individuazione di tali aree si deve valutare la pericolosità di base (terremoto di riferimento) e si deve tener conto delle situazioni locali che possono

determinare effetti diretti o indotti sul territorio, analizzando le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geologico tecniche del sito.

Le particolari condizioni locali possono influenzare, durante gli eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali che vengono coinvolti, cioè in base alle categorie di terreno presente.

Si distinguono quindi terreni sismicamente stabili cioè terreni che sottoposti agli sforzi ciclici generati dai terremoti non superano la resistenza al taglio: si hanno deformazioni ma non si raggiunge la rottura e, terreni sismicamente instabili che sottoposti agli sforzi ciclici si deformano in modo permanente sino alla rottura.

In funzione della categoria di terreno si distinguono: gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale che interessano i terreni che presentano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche che comprendono effetti di amplificazione topografica che si verificano quando sono presenti morfologie superficiali particolari ed irregolarità topografiche in genere.

Gli effetti di sito comprendono anche effetti di amplificazione litologica che si verificano in presenza di morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche.

Gli effetti di instabilità interessano terreni che mostrano un comportamento instabile se sottoposti a sollecitazioni sismiche.

Le aree che presentano caratteristiche morfologiche costituite da irregolarità topografiche come creste rocciose, cocuzzoli, dorsali e scarpate possono essere sede di concentrazione d'energia sismica con l'esaltazione dell'ampiezza delle onde.

Anche l'attivazione o riattivazione di movimenti franosi o crolli di massi da pareti rocciose possono essere ricondotti ad effetti dinamici che si verificano in occasione di eventi sismici.

Variazioni delle frequenze del moto e dell'ampiezza delle vibrazioni possono creare situazioni di instabilità anche all'interno di depositi alluvionali e di falde di detrito con spessori di poche decine di metri.

Inoltre nei depositi alluvionali, i terreni possono subire deformazioni permanenti e cedimenti dovuti alla liquefazione di depositi sabbiosi saturi d'acqua o a densificazione dei terreni granulari sopra falda; questi fenomeni si verificano nel caso in cui si abbiano terreni con caratteristiche meccaniche scadenti quali, ad esempio basso addensamento.

Nella **Carta della Pericolosità Sismica Locale** vengono individuati gli **scenari di pericolosità sismica locale** che potrebbero produrre in caso di sisma effetti di instabilità.

12.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità sismica.

Gli scenari di pericolosità sismica locale individuati all'interno del territorio comunale derivano dall'analisi geomorfologica e geotecnica dei terreni che lo caratterizzano.

Non sono state rilevate condizioni di pericolosità sismica dovute ad effetti di amplificazione topografica: non sono infatti presenti scarpate con altezze superiori ai 10 m..

Dal punto di vista geotecnico sono state individuati i depositi alluvionali che interessano la zona del Po e i depositi alluvionali che costituiscono la superficie della pianura al di sopra della scarpata d'erosione, caratterizzati in prevalenza da materiali sabbioso limosi e argilloso limosi.

Nel territorio comunale è presente un acquifero superficiale, con una soggiacenza media della falda di 4-5 m..

Tale soggiacenza è soggetta ad oscillazioni stagionali dell'ordine di oltre un metro in relazione all'andamento delle precipitazioni.

In particolare, il territorio comunale di Corana, rientra nei territori comunali classificati come zona sismica 4, a bassa sismicità (S=6), così come stabilito dall'Ordinanza 3274 del 20-03-03 che definisce l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria riferendosi ad una zona sismica territoriale.

Gli effetti da prendere in considerazione, sull'intero territorio comunale sono riferibili alle amplificazioni litologiche e geometriche che consentono di definire lo scenario di pericolosità sismica locale come: “ **Z4a: zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi**”.

Tale zona è caratterizzata da una classe di pericolosità sismica H2 che prevede approfondimenti di secondo livello solo per le costruzioni strategiche e rilevanti previste nell'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03.

13. Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano.

Sulla base delle informazioni ricavate dalla cartografia di analisi e riportate nella **Carta di sintesi** si è passati ad una fase di proposta, attraverso la redazione della **Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano** e delle relative norme geologiche di attuazione.

Alle aree omogenee per pericolosità geologica, geotecnica e idrogeologica individuate nella fase di sintesi, sono state attribuite le classi di fattibilità geologica.

Le condizioni di fattibilità sono esplicitate nella carta che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, definisce gli studi e le indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, specificando nel contempo le opere di mitigazione del rischio e di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

Alle classi di fattibilità devono inoltre essere sovrapposti gli ambiti definiti nella **Carta della pericolosità sismica locale** che non intervengono direttamente alla definizione delle classi di fattibilità ma che prevedono una specifica normativa utilizzata nella fase attuativa del Piano di Governo del Territorio.

14. Norme geologiche d'attuazione.

Art. 1- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Questa classe comprende le aree che ricadono sia all'interno che all'esterno della FASCIA C del PAI.

Per le aree che ricadono all'interno della FASCIA C la normativa PAI (art.31) prevede che i comuni in sede di pianificazione territoriale ed urbanistica regolamentino le attività consentite, i limiti e i divieti.

Per le aree poste all'interno della FASCIA C del PAI valgono le prescrizioni dell'art. 31 delle N.T.A.:

- Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano;
- I Programmi di previene e prevenzione e i Piani di Emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i

territori individuati come Fascia A e Fascia B;

- In relazione all'art. 13 della L.24 febbraio 1992, n.225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli art. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n.142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di Bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze curano ogni opportuno raccordo con i comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art.15 della L.24 febbraio 1992, n. 225.

In questa classe sono comprese quelle aree che per caratteristiche geomeccaniche dei suoli o per condizioni idrauliche richiedono una particolare attenzione nell'attuazione degli interventi edificatori.

Si consiglia la realizzazione di edifici con piani utili posti al di sopra del piano campagna evitando la formazione di locali interrati o seminterrati.

L'eventuale costruzione di tali locali deve essere eseguita previa verifica dell'oscillazione locale della falda e della sua interferenza con le strutture fondali.

Per le nuove costruzioni in fase progettuale ed in sede di richiesta o presentazione di titolo abilitativo dovrà essere presentata una relazione geologica che definisca il modello geologico del sito.

Il modello geologico di riferimento dovrà essere supportato da indagini specifiche in funzione dell'importanza dell'opera da realizzare.

Tali indagini dovranno consentire di risalire al modello geotecnico.

I parametri fisici e meccanici da attribuire ai terreni, espressi in valori caratteristici dovranno essere opportunamente desunti da specifiche prove eseguite in laboratorio su campioni rappresentativi del terreno e/o attraverso prove e misure in situ.

Tali approfondimenti non sostituiscono e possono comprendere quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Copia della relazione e delle indagini dovranno essere consegnate con la restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (art.14 L.R. 12/05) o in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo (art.38 L.R.12/05).

Art.2 - Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

Questa classe è stata suddivisa in due sottoclassi:

1 - Classe 3 a.

In questa sottoclasse sono comprese le aree più depresse esterne all'arginatura che appartengono alla FASCIA C del P.A.I. e che presentano caratteri di fragilità dal punto di vista idraulico agrario nei periodi di intensa piovosità e che sono caratterizzate dalla vicinanza al piano campagna della falda freatica.

Non è consentita la realizzazione di edifici con piani utili posti al di sotto del piano campagna.

In ogni caso gli interventi edificatori non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe né condizionarne la propensione alla edificabilità.

Nelle aree che ricadono in questa classe sono previsti puntuali e rigorosi accertamenti geognostici attraverso prove penetrometriche, sondaggi meccanici e/o prove di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi allo scopo di definire i parametri che influenzano e condizionano le possibili interazioni dell'opera da realizzare con la falda freatica.

All'atto della richiesta o presentazione del titolo abilitativo dovrà essere prodotta una relazione geologica che rilevi la modellazione geologica e geotecnica del sito e specifichi le tecniche e le modalità degli eventuali interventi di bonifica.

Le indagini prescritte dovranno essere effettuate preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non sostituiscono ma possono comprendere gli approfondimenti previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Copia della relazione e delle indagini dovranno essere consegnate con la restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (art.14 L.R. 12/05) o in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo (L.R.12/05).

2- Classe 3b.

Appartengono a questa classe le aree che ricadono all'interno della FASCIA B del PAI e che sono ubicate nel territorio comunale di Corana in sponda sinistra del F. Po, in prossimità della località C.na Scarampi .

Per queste aree valgono le prescrizioni riportate dall'art.30 e 39 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI.

In particolare sono vietati :

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità d'invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs: 5 febbraio 1997, n.22, fatto salvo quanto previsto al precedente art.29, comma 3, let.l.
- in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la

corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono consentiti oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art.29:

- gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto

all'art. 38 bis.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Nei territori di FASCIA B sono inoltre esclusivamente consentite:

- opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purchè le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
- interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità d'invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
- interventi di adeguamento igienico– funzionale degli edifici esistenti,

ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;

- opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi del precedente art.20.

Per queste aree dovranno essere verificate preliminarmente sia in sede di presentazione di Piani attuativi (L.R. 12/05 art. 14) che in sede di richiesta o presentazione del titolo abilitativo (L.R. 12 art. 38) attraverso uno studio particolareggiato sulla pericolosità che comprenda un intorno significativo, ad una scala di dettaglio che verifichi con indagini geognostiche adatte le possibili interazioni dell'opera da realizzare con la falda freatica e la compatibilità con la situazione idraulica in modo da definire le opere di mitigazione del rischio più idonee per la messa in sicurezza.

Per ogni intervento edificatorio, prima del rilascio del titolo abilitativo, dovrà essere presentata una relazione geologica e geotecnica che consenta di definire la modellazione sia geologica che geotecnica del sito attraverso indagini geognostiche (prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, sondaggi ed eventuali prove di laboratorio su campioni) in funzione della complessità geologica del sito stesso e dell'opera da realizzare.

Tali approfondimenti possono comprendere ma non sostituiscono le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Art.3 - Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

Comprende aree classificate come esondabili lungo il corso del F.Po per le quali è esclusa qualsiasi nuova edificazione.

Si tratta di aree coltivate ed incolte che si collocano entro la fascia di deflusso della piena.

La FASCIA A e la FASCIA B nel territorio comunale, in sponda destra coincidono e seguono l’arginatura maestra.

Per le aree poste all’interno dell’arginatura valgo le norme relative alla FASCIA A definite dall’art. 29 del PAI.

In queste aree *per gli edifici esistenti sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizioni senza ricostruzione, manutenzione ordinaria straordinaria, restauro, risanamento conservativo come definiti dall’art. 27, comma 1 lettere a), b), c) della Legge regionale 12/05, senza aumento di superficie o di volume e del carico insediativo.*

Sono possibili gli interventi volti al consolidamento o alla sistemazione idraulica per la messa in sicurezza dei siti.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione del grado di rischio che determina l'ambito di pericolosità.

Art.4 - Fasce di rispetto del reticolo principale e minore.

Il Comune di Corana ha adottato lo studio che individua il reticolo principale di competenza regionale ed il reticolo minore di competenza comunale secondo quanto stabilito nei punti 3 e 5.1 dell'Allegato B della D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 di modifica della D.G.R. 25 gennaio 2002 n.7/7868 "Delimitazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art.3 comma 114 della L.R. 1/2000 Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica".

Tale studio riporta le fasce di rispetto del reticolo principale con ampiezza pari a 10,00 m. e fasce di rispetto del reticolo minore con ampiezza pari a 4,00 m. all'interno delle quali vige il vincolo di inedificabilità.

In tali fasce potranno essere realizzati unicamente interventi di sistemazione idraulica.

Art.5 - Fascia di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile.

Anche la fascia di tutela assoluta con raggio di 10 m. delle opere di captazione ad uso idropotabile così come previsto dal D.Lgs. 258/2000 art.5 comma 4 deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Art.6 - Fascia di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

Per le aree di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile determinate con il criterio geometrico con raggio di 200 m. valgono le prescrizioni contenute nel comma 5 art.5 del D. Lgs. 258/2000 e le prescrizioni contenute nel D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693 “Direttive per la disciplina delle attività all’interno delle aree di rispetto, art.21, comma 6 del D.Lgs.152/99 e successive modificazioni”.

La zona è normata dall’art.21 del DLgs. 152/1999, che integra ed in parte sostituisce il D.P.R. 24 maggio 1988 n.236.

La D.G.R. 7/12693 del 10 aprile 2003 nell’Allegato 1, fornisce ulteriori indicazioni sulla materia.

In particolare al punto 3 vengono fornite le indicazioni per la zona di rispetto: l’art. 6 del Decreto del Presidente della Repubblica del 24 maggio 1988 n.236, è sostituito dal seguente:

Articolo 6 (zona di rispetto): la zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue (anche se depurate)
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
- c) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni in uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade
- e) aree cimiteriali
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelle finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica

- h) gestione rifiuti
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- j) centri di raccolta, demolizioni e rottamazione di autoveicoli
- k) pozzi perdenti
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 1, preesistenti, ove è possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Le Regioni e le Province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature
- b) edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio
- d) distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione
- e) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 1.

In assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi dell'art.4, comma 1 (del DPR 236), la medesima ha un'estensione di 200 m. di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693" Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art.21 comma 6 del D. Lgs. 152/99 e successive modificazioni" disciplina le strutture e le attività all'interno delle zone di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

In particolare i nuovi tratti di fognatura che verranno realizzati all'interno della zona di rispetto devono:

- *costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa e recapitare esternamente all'area medesima*
- *essere realizzati evitando, ove è possibile la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali sifoni e opere di sollevamento*

In tali aree non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti ed è opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.

Per la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5,00 m. dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione.

In tali zone non è inoltre consentita:

- *la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo*
- *l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno di non utilizzare sostanza antiparassitarie che presentino una ridotta mobilità nei suoli.*

Art. 7 – Norme sismiche

- 1 -** *Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale è stato individuato lo scenario di pericolosità **Z4a**: aree caratterizzate da amplificazione sismica locale dovuta alla litologia e alla geometria.*
- 2 -** *Per tutte le nuove costruzioni che vengano utilizzate con affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, elencate nel decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003 vengono applicate le disposizioni del D.M. 14 gennaio 2008.*

3 - *Per il territorio di Corana ricadente in zona 4 a bassa sismicità sono previsti gli approfondimenti successivi al I° livello, e cioè il II° livello obbligatoriamente solo nelle aree interessate dalla costruzione di edifici strategici e rilevanti così come stabilito dalla D.G.R. 14964/2003. L'elenco di tali costruzioni è individuato dal d.d.u.o. della Regione Lombardia n. 19904/2003 nell'Allegato A di seguito riportato:*

*1. **Edifici ed Opere Strategiche:** categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*

EDIFICI

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (*)*
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciali (*)*
- c. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione comunale (*)*
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montana (*)*
- e. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.)*
- f. Centri funzionali di protezione civile*
- g. Edifici ed opere individuate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza*

- h. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza ed accettazione*
- i. Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (**)*
- j. Centrali operative 118*

2. Edifici ed opere rilevanti: *categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.*

EDIFICI

- a. Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori*
- b. Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere*
- c. Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato I, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n.3685 del 21 ottobre 2003*
- d. Strutture sanitarie e/o socio assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)*
- e. Edifici e strutture aperti al pubblico destinate all'erogazione di servizi, adibiti al commercio (***) suscettibili di grande affollamento*

() Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

*(**) Limitatamente agli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

*(***) Il centro commerciale viene definito(d.lg. n. 144/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi*

commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente: In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.)

OPERE INFRASTRUTTURALI

- a. Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade “strategiche” provinciali e comunali non comprese tra la “grande viabilità” di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate “strategiche” nei piani di emergenza provinciali e comunali*
- b. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)*
- c. Porti, Aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza*
- d. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica*
- e. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, il trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)*
- f. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali*

- g. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)*
- h. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi*
- i. Opere di ritenuta di competenza regionale*

4 - *Considerando che l'intero territorio comunale di Corana è costituito da depositi alluvionali in prevalenza limosi argillosi o limoso sabbiosi con discrete caratteristiche geotecniche, che la falda si attesta ad una profondità variabile da 4,00 a 6,00 m. dal piano campagna, per le tipologie costruttive individuate dal d.d.u.o. n.19904/2003 da realizzare all'interno del territorio comunale sono da adottarsi obbligatoriamente i seguenti approfondimenti di indagine.*

Prima della fase progettuale, una volta identificata l'area su cui verrà realizzato l'edificio strategico o rilevante, dovranno essere verificate le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici del volume significativo di fondazione considerando la successione stratigrafica sino al bedrock sismico o almeno sino ad una profondità di circa 30 m. dal p.c..

Nel caso in cui venissero individuate variazioni sia verticali che areali della successione stratigrafica dovrà essere verificato in sito il fattore di amplificazione F_a .

La normativa regionale prevede che nel caso in cui il fattore di amplificazione calcolato sia inferiore o uguale a quello di soglia comunale venga applicato lo spettro di risposta previsto dalla normativa e l'area rientri nella classe di pericolosità H1.

Se il fattore di amplificazione calcolato risulterà maggiore di quello di soglia comunale riportato nella tabella 1 si dovrà procedere al 3° livello di approfondimento secondo l'Allegato 5 della D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374 oppure utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo (tabella 2) superiore:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;*
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;*
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D*

	Categorie di sottosuolo			
	B	C	D	E
Intervallo 0,1-0,5 s	1,4	1,9	2,2	2
Intervallo 0,5-1,5 s	1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella 1 – Valori di soglia per il Comune di Corana (PV)

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} >$ di 50 nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ KPa nei terreni a grana fina)</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina)</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s e 360 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ KPa nei terreni a grana fina)</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m., posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s).</i>

Tabella 2 – Categorie di sottosuolo

- 5 -** *Tali approfondimenti non sono previsti per le aree non edificabili per motivi geologici o soggette a vincolo ambientale sino a che sia vigente il vincolo di inedificabilità.*
- 6 -** *Per gli edifici esistenti elencati nell'art.3 comma 2 vengono applicate le norme del D.M. 14 gennaio 2008.*
- 7 -** *Per la progettazione di edifici in zone sismiche sono comunque valide le norme nazionali o regionali qualora più restrittive di quelle sopraccitate.*

Corana, Gennaio 2010

Dott. Geol. P. Bellinzona

Bibliografia

ARIATI L., MARCHETTI R., FERRARI R. – Alterazione delle acque sotterranee: situazioni locali. Atti del Convegno sul tema: “Acque sotterranee nell’Oltrepo Pavese: contributi alla valorizzazione delle risorse idriche”.

BARONI D., COTTA RAMUSINO S., PELOSO G.F. (1988) – La falda freatica nella pianura oltrepadana pavese e in quella alessandrina: considerazioni sulla vulnerabilità potenziale. Atti Ticinesi di Scienze della Terra – Ist. Geol. Univ. Pavia Vol.31

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., MARCHETTI G., (1971) – Note illustrative della Carta Geologica d’Italia: F.59 PAVIA, Servizio Geologico d’Italia, Roma.

BELLINZONA G., RIGANTI V., VALENTINI P., BALDI M., (1988) – Indagine idrogeologica ed idrogeochimica finalizzata alla ricerca delle cause di inquinamento delle acque di falda da atrazina e molinate in una zona campione della Lomellina compresa tra il T. Agogna ed il T. Terdoppio – Comprensorio di Mortara (PV).

BONI A. (1957) – I terremoti dell’Appennino Tortonese-Vogherese e la geologia della regione. Geol. Pura ed applicata , 10/3-4, Milano.

BONI A. (1980) – Geologia e sismicità del “territorio” pavese. In Seminari su: Eventi naturali ed antropici. Università di Pavia.

BRAGA G., BELLINZONA G., BERNARDELLI L., CASNEDI R., CASTOLDI E., CERRO A., COTTA RAMUSINO S., GIANOTTI R., MARCHETTI G., PELOSO G.F. (1976) – Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di pianura padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria – Quaderni dell’Istituto di Ricerca sulle Acque, 28 (2)

BRAGA GP., RAGNI V., SCHIAVINATO G. (1969) – Note illustrative della C.G.I. alla scala 1:100.000 Foglio 58 MORTARA. Servizio Geologico d’Italia, Roma.

COTTA RAMUSINO S. (1982) – Caratteri idrogeologici della prima falda acquifera nella zona di pianura dell’Oltrepò pavese. –Atti Ist. Geol. Univ. Pavia Vol.30

ERSAL (2001) – I suoli dell’Oltrepo Pavese - Regione Lombardia

E.GENNARI, M.SMARGIASSO (1987) Pianificazione territoriale e strumenti urbanistici: cartografia tematica per una zonazione geologica e sismica preliminare-
Atti VI Congresso Nazionale Ordine dei Geologi

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004) Catalogo parametrico dei terremoti italiani, versione 2004 INGV, Bologna.

PELLEGRINI L. e VERCESI P.L. (1995) – Considerazioni morfotettoniche sulla zona a sud del Po tra Voghera (PV) e Sarmato (PC). Atti Tic. S. Terra, 38.

PERGALANI F., COMPAGNONI M., PETRINI V. (2005) – Analisi e valutazione degli effetti sismici in sito in determinati comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla D.G.R. n.14964 del 7 novembre 2003. Dipartimento di Ingegneria Strutturale Politecnico di Milano

REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (2002) – Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia- a cura di C.Carcano e A. Piccin S.EL.CA. F.

REGIONE LOMBARDIA - CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto di ricerca sul Rischio Sismico (Giugno 1996) – Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) – Carta Geologica d'Italia F.°58 MORTARA (II° Ed.). Roma.

SERVIZIO SISMICO NAZIONALE – Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani - . Censimento 1991.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA- DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA (2006) Corso di Microzonazione sismica

G. VESSIA, P.CORTESE; C. CHERUBINI (2005) Studi sulla suscettibilità alla liquefazione delle sabbie della costa ionica della Basilicata – Giornale di Geologia Applicata 2, 245-248.

- Allegati:
- **Stratigrafia sondaggi**
- **Tabelle e diagrammi prove penetrometriche**
- **Scheda di censimento dei pozzi**