

COMUNE DI CASALNUOVO DI NAPOLI

PIANO REGOLATORE GENERALE

ELABORATO GRAFICO DI INTEGRAZIONE
AL P.R.G. ADOTTATO CON DELIBERA
N. 1 DEL 16/03/1993.

IL SEGRETARIO GENERALE
(Dott. Vittorio Ferrante)

COMUNE DI CASALNUOVO DI NAPOLI
COMMISSARIO AD ACTA PER IL PRG
Dott. Ing. P. Patrizia Cerbone

STUDIO GEOLOGICO

PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA IN PROSPETTIVA GEOLOGICA

RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

Progettisti geologi :

Dott. Geol. Lorenzo Bonetti
Prof. Geol. Ernesto Cravero

Prof. Dott. ERNESTO CRAVERO

Consulente geologo
Ordine Nazionale dei Geologi

RELAZIONE GEOLOGICA

- Elaborazione Dicembre 1995

ELABORATO N°

13



APPROVATO

con D.P.G.P. n° 546 del 5.08.98
Napoli li, 12/01/98

Il Dirigente del Settore

[Signature]
Dott. Giustino PARISI



REGIONE CAMPANIA
SETTORE URBANISTICO
Servizio Cartografia - Provvedimenti
Affari Generali
SEGRETERIA DELLA
LEGGE REGIONALE 20-3-1982
D. L. 11-1-1982 N. 3

CONFORME con INTESA

In riferimento al Decreto
n° 21421 del 31/11/94
IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO
[Signature]

INDICE

<i>Geologia del territorio comunale</i>	<i>pag. 4</i>
- <i>La costituzione del sottosuolo</i>	<i>pag. 7</i>
- <i>Commento alla carta geolitologica</i>	<i>pag. 14</i>
<i>Geomorfologia</i>	<i>pag. 17</i>
- <i>Le paleosuperfici</i>	<i>pag. 19</i>
- <i>Commento alla carta geomorfologica</i>	<i>pag. 22</i>
<i>Idrogeologia</i>	<i>pag. 24</i>
- <i>Commento alla carta idrogeologica</i>	<i>pag. 33</i>
<i>Stabilità del suolo</i>	<i>pag. 37</i>
- <i>Commento alla carta della stabilità</i>	<i>pag. 42</i>
<i>Zonazione sismica</i>	<i>pag. 43</i>
- <i>Commento alla carta della zonazione</i>	<i>pag. 50</i>
<i>Il rischio geologico</i>	<i>pag. 55</i>
- <i>Rischio geolitologico</i>	<i>pag. 55</i>
- <i>Rischio idrogeologico</i>	<i>pag. 62</i>
- <i>Rischio sismico</i>	<i>pag. 65</i>
- <i>Rischio vulcanico</i>	<i>pag. 66</i>
- <i>Commento alla carta di sintesi</i>	<i>pag. 67</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>pag. 69</i>



Il territorio comunale di *Casalnuovo di Napoli* misura 775 Ha circa . Ha una forma pressochè quadrilatera con un'appendice che si protende verso *S-SE* nella frazione urbanizzata di *Casarea* .

Confina a nord con il Comune di *Acerra*, a est con *Pomigliano d'Arco* e *S.Anastasia*, a sud con *Volla* e *Pollena Trocchia*, a ovest con *Casoria* e *Afragola* .

Si sviluppa per poco più di 4 km lungo la direttrice N-S e per poco più di 2,5 km lungo quella E-W ; il maggior sviluppo lineare si misura lungo l'asse NE-SW con oltre 4,5 km .

E' suddiviso in numerose frazioni che hanno subito un'evoluzione urbanistica differenziata nel tempo: *Casalnuovo Borgo* , *Botteghelle*, *Licignano*, *Talona*, *Tavernanova*, *Casarea* costituiscono i nuclei storici di urbanizzazione ; le contrade *La Pigna*, *Arcora*, *Fontana*, sono in via di urbanizzazione ; *Capomazzo*, *Siviglia*, *S.Giuliano*, *Tufarelli*, *Volla contrada*, *Salice*, *Feneria* sono a prevalente regime agricolo .

Facendo riferimento al nucleo centrale del territorio costituito dal quadrivio di *La Pigna*, *Casalnuovo Borgo* si sviluppa a *NNW* , le frazioni di *Licignano*, *Talona* e *Capomazzo* a *Nord* , *Tavernanova* a *Sud*, *Casarea* a *SSE* , *Salice* e *Feneria* a *SW* .



Il Comune di Casalnuovo è compreso nella fascia più esterna dell'area metropolitana di Napoli . Ne dista circa *12 Km* mentre è distante circa *9 Km* dalla linea di costa più prossima, circa *11 Km* dal M. Vesuvio, *18 Km* da Caserta, *20 Km* dall'area flegrea .

Trova collocazione nelle tavolette 1:25.000 dell' I.G.M. *F° 184 I SE* (Pomigliano d'Arco) e *F° 184 I NE* (Acerra) della Carta Topografica d'Italia .

L'altitudine media è di *26 metri* s.l.m. ; la massima elevazione si registra in contrada Botteghelle con circa *42 m* e la maggiore depressione in contrada Salice dove si raggiungono *13.5 m* s.l.m. .



GEOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE

L'area comunale di Casalnuovo si colloca, nel contesto geologico della provincia napoletana, in una posizione molto significativa, confermata dai rilievi geognostici effettuati, ricadendo in una fascia ristretta che segna il confine fra l'area vesuviana *p.d.* e l'area flegrea *p.d.*, due domini vulcanici distinti e separati che hanno subito una diversa evoluzione nel tempo .

Geologicamente i terreni che la conformano sono molto giovani per essersi formati almeno fino alle profondità significative ai fini urbanistici, non oltre 30-35.000 anni fa in un'area già occupata da strutture e depositi vulcanici che a loro volta avevano riempito una vasta insenatura marina, l'antico golfo campano .

Le formazioni piroclastiche che costituiscono il territorio casalnuovese sono state originate dall'attività esplosiva sia dei vulcani Flegrei che dal Somma-Vesuvio ; prevalentemente dai primi e solo subordinatamente dai secondi che però prevalgono nella porzione più superficiale della successione stratigrafica, la più recente in ordine di tempo

Granulometricamente i depositi coprono tutte le classi dimensionali : *cineriti*, *sabbie*, *lapilli*, *pomici* più o meno addensati a secondo delle modalità di sedimentazione o dell'intensità degli effetti termodiagenetici ma possono essere classificati nel complesso come terreni incoerenti .



Ad essi si accompagnano nella parte più bassa della successione sedimentaria piroclastiti di varia granulometria, disomogenee, che si presentano con aspetto e consistenza di tipo *litoide* per aver subito una fase di diagenizzazione postdeposizionale . Sono i cosiddetti *tufi* che affiorano estesamente nell'area campana e che ancora più estesamente la conformano nel sottosuolo .

Vi si distingue una facies più giovane definita *tufo giallo napoletano* e una più antica definita *tufo grigio campano* . E' quest'ultimo che si rinviene nel sottosuolo casalnuovese, anche se non è escluso che alcuni lembi rastremati di facies tufoide vacuolare presenti in zona possano avere un'origine diversa .

Per quel che riguarda le piroclastiti sciolte del *segmento superiore* la loro emissione non è stata sempre continua ma intervallata da periodi di inattività dei centri eruttivi . Ciò è deducibile dalla naturale disposizione dei letti piroclastici che a luoghi conservano un andamento stratiforme .

Quando l'intervallo fra due fasi di emissione è stato piuttosto lungo, si sono potute verificare le condizioni adatte alla trasformazione della parte più superficiale del piroclastico in un vero e proprio *humus* , terreno agrario di tipo prevalentemente argilloso, dovuta alla prolungata esposizione della superficie deposizionale agli agenti atmosferici, con conseguente alterazione .

Questa condizione è importante sotto un duplice aspetto :

- sotto il profilo *geologico* costituisce un elemento sicuro di riferimento per correlare i vari orizzonti piroclastici fra loro anche in punti diversi ;
- sotto il profilo *geotecnico* può condizionare qualitativamente la caratterizzazione geomeccanica dei terreni per la scarsa resistenza alla compressione che quei terreni accusano .



Oltre il *suolo agrario* dell'attuale piano di campagna, sono stati individuati in stratigrafia almeno 4 orizzonti *humificati (paleosuoli)* di cui solo *tre* sono ben distribuiti su tutta l'area casalnuovese .

Solo nella zona di *Feneria* si è registrata una situazione diversa, per le ragioni che saranno esposte, con un maggior numero di livelli costituiti da superfici pedogenizzate individuati .

Nel *segmento inferiore*, alla base degli orizzonti piroclastici sciolti, si rinviene dunque quasi sempre una *formazione tufacea litoide* di età più antica . Fa eccezione la porzione meridionale del territorio comunale dove maggiormente si fa sentire la variazione laterale degli orizzonti stratigrafici man mano che si passa dal dominio flegreo a quello più francamente somma-vesuviano .

L'effetto è una progressiva rastremazione del tufo flegreo che nell'area di *Tavernanova* può accusare spessori esigui, variabili dai 5 ai 10 metri e più o meno ridotto in blocchi isolati, per poi scomparire del tutto nella parte più meridionale del territorio comunale .

Già nella zona di *Casarea*, infatti, s'incontrano orizzonti stratigrafici di prevalente emissione somma-vesuviana con bancate laviche giacenti a pochi metri di profondità a partire dal piano campagna, le quali costituiscono un *bedrock litoide* la cui uniformità e omogeneità dovrà essere suffragata da nuove indagini puntuali .

Tettonicamente l'area, come detto, si è impostata molto di recente ; le grandi dislocazioni che hanno favorito la risalita del magma sia nel comparto flegreo che in quello vesuviano sono certamente di età *pleistocenica* , probabilmente del Pleistocene superiore (*circa 0,25 MAF*) .



Una di queste dislocazioni ha interessato molto di recente la regione in direzione *antiappenninica (NE-SW)* lungo la direttrice *Foce Sebeto-Volla-Tavernanova-Talona-Acerra* per proseguire poi verso l'interno delle strutture dell'Appennino campano , determinando lo smembramento della *paleopianura campana* e isolando di fatto una zona più ribassata che sarebbe stata in seguito interessata dal vulcanismo somma-vesuviano . Ha inizio così la separazione e distinzione fra due nuovi diversi domini vulcanici : quello *flegreo* antecedente, più antico e quello *somma-vesuviano* più recente che di fatto ha vicariato il primo nell'evoluzione magmatica della provincia napoletana .

Lungo la depressione che ha funzionato come cicatrice fra i due domini si è recentemente formata prima una stretta *insenatura marina* e in seguito, in età protostorica e in seguito ai forti apporti di materiale sedimentario ad opera delle acque correnti e dilavanti, una *valle sabaerea* , la *valle del Sebeto*, recentemente ricolmate e interrata .

LA COSTITUZIONE DEL SOTTOSUOLO

L'analisi dei dati ricavati dai sondaggi e dalle perforazioni del terreno è stata determinante per ricostruire l'assetto litostratigrafico e la storia geologica del territorio casalnuovese . La ricognizione di superficie, infatti, si è rivelata poco significativa in quanto l'intero areale è ricoperta pressochè uniformemente da una coltre di sedimenti piroclastici incoerenti prodottisi con le eruzioni storiche del Vesuvio e attualmente in via di trasformazione in humus (*pedogenesi*) .



La mancanza di profonde incisioni naturali e di aree o strutture più o meno sollevate le une rispetto alle altre tali da poter costituire rilievi e poggi naturali, ha impedito anche la potenziale osservazione in via indiretta del sottosuolo attraverso fratture e pareti di faglia; l'unico elemento diagnostico è stato determinato proprio dalle indagini di perforo.

Oltre ai dati disponibili attraverso i nuovi sondaggi , cinque in tutto appositamente allestiti per procedere all'analisi integrativa del P.R.G. , ci si è basati anche sulla rilettura di oltre un centinaio di sondaggi precedenti fra cui quelli della *campagna 1985 del P.R.G.*, del *Piano insediamenti produttivi (P.I.P.)* , del *Consorzio Comparto 3 per l'Edilizia Popolare*, oltre a tanti altri provenienti o da piani di lottizzazione o da progetti per singoli insediamenti abitativi .

In totale sono stati esaminati 44 sondaggi meccanici a rotazione, 39 penetrometrie dinamiche, 17 penetrometrie statiche; a questi si sono aggiunti dati pregressi riguardanti 2 indagini sismiche down hole e 18 indagini sismiche a rifrazione .

Dalla loro lettura è scaturito un quadro abbastanza rappresentativo del sottosuolo casalnuovese che può essere differenziato in **quattro areali** diversi per successione litostratigrafica :

- 1) *area A* con substrato litoide (*bedrock*) tufaceo a profondità significativa ;
- 2) *area B* con sedimenti poco addensati di paleoalveo ; assenza di substrato litoide a profondità significativa ;
- 3) *area C* con sedimenti di ambiente di transizione scarsamente addensati (torbe e limnosuoli) senza substrato litoide a profondità significativa ;
- 4) *area D* con substrato litoide lavico a profondità significativa .



1) AREA A - Presenza di substrato litoide a profondità significativa

Costituisce la parte più estesa del territorio casalnuovese e conseguentemente la più rappresentativa .

Si estende da *Tavernanova*, a partire dalla direttrice che corre lungo la S.S. n° 7 bis di Terra di Lavoro (*via Nazionale delle Puglie*) verso Nord fino a comprendere il 70% circa dell'intero territorio comunale .

La successione dei terreni in stratigrafia è data da una *parte superiore* costituita da piroclastiti più o meno addensate, incoerenti, per uno spessore variabile dal 8 ai 16 metri; *al disotto* una formazione piroclastica in facies tufacea (tufo litoide) di tipo ignimbrico più o meno consistente, probabilmente organizzato in diversi orizzonti .

Più in dettaglio avremo, procedendo dal piano di campagna verso il basso :

1) - *Prodotti da ricaduta del Somma-Vesuvio ; ceneri, lapilli, pomici e cineriti incoerenti e spesso humificate . Si individua in questa successione un livello variabile in spessore da zona a zona di una cinerite tufoide addensata, compatta corrispondente all'eruzione pliniana del 79 d.C. del M. Somma - Età Storica*
Spessore medio dello strato : 2 metri circa

2) - *Prodotti eruttivi da ricaduta del III Periodo flegreo consistenti in pomici, lapilli, cineriti pozzolaniche spesso humificate - Età Recente (3-4.000 anni Storico)*
Spessore medio dello strato : 1,5 metri circa .

3) - *Prodotti eruttivi da ricaduta del II Periodo flegreo costituiti da cineriti semiconsolidate con lapillo e pomisi, pozzolane s.s. - Età Recente (10-12.000 anni)*
Spessore medio dello strato : 7,5 metri circa .

4) - *Prodotti eruttivi del I Periodo flegreo costituiti da piroclastiti in facies tufacea più o meno litoide, talora alternate a sabbia e lapillo ; tufi più o meno vacuolari di colore giallognolo alla sommità e grigio in profondità in facies ignimbrica - Età Olocene-Recente (30-36.000 anni)*
Spessore medio : indefinito , variabile da alcuni metri a qualche decina di metri da zona a zona .



Man mano che si procede verso la zona di Tavernanova e *oltre* , i livelli delle piroclastiti incoerenti, soprattutto quelli degli orizzonti 1) e 2) tendono a sfumare reciprocamente e a rastremarsi dando luogo a numerose interdigitazioni, prevalendo sempre più nettamente quelli del *livello 1* nella zona più meridionale .

2) AREA B - Assenza di substrato litoide a profondità significativa - Sedimenti di paleoalveo poco addensati

Corrisponde alla zona di *Tavernanova pro parte* , *Rione Fico* , *Casamanna* , *Colonica* , *Volla contrada* .

La caratteristica di quest'area è l'assenza di un substrato litoide a profondità significativa, cioè almeno entro i primi 20 metri di successione stratigrafica .

Il segmento *più superficiale* corrisponde al *1° orizzonte stratigrafico*, prodotti dell'attività eruttiva del Vesuvio come è dimostrato dalla presenza diffusa del livello di cinerite compatta del 79 d.C. (*tasso*) che si rinviene però ad una profondità più superficiale (1,25 metri circa) rispetto alla media del territorio comunale (1,5 metri) .

Al *disotto* di questo, prodotti piroclastici incoerenti, più o meno rimaneggiati e risedimentati, in parte classati, provenienti prevalentemente dall'attività eruttiva del Somma, ma anche da quella dei Vulcani flegrei come viene indicato dalla presenza dell'orizzonte a lapillo pomiceo del III° periodo flegreo .

La mancanza di substrato litoide può essere messo in relazione con la presenza di una faglia recente a sviluppo regionale la cui evidenza è stata obliterata da depositi successivi che avrebbe provocato la delimitazione fisica fra i terreni del dominio flegreo e quelli dell'attività somma-vesuviana .



La linea di dislocazione, tra l'altro, ha rappresentato un richiamo drenante per le acque correnti e di dilavamento superficiali che convogliavano nell'area depressa materiali, quasi tutti piroclastici, erosi altrove . Le stesse acque avrebbero provveduto ad erodere più o meno fortemente le paleosuperfici del tufo vacuolare litoide che, messo in posto, conformò la paleopianura campana .

I sondaggi provenienti da questa zona hanno mostrato una situazione molto interessante nel sottosuolo quale :

- *forti variazioni* della profondità di giacitura del tufo *ai margini* dell'area interessata con salti anche di 3-4 metri di differenza su distanze molto brevi (pochi metri ; indice, questo, di forte erosione selettiva di un corpo roccioso con pareti acclivi) (*Tavernanova*) ;
- *presenza di lembi* di banchi tufacei *isolati* all'interno della zona che possono significare *corpi relitti* di blocchi fagliati e dislocati (*Salice*) .

Da tutte queste considerazioni, i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'*area B* possono essere considerati come una successione di piroclastiti prevalentemente vesuviane, più o meno rimaneggiate e risedimentate in un ambiente di paleoalveo .

Questa la successione-tipo :

- *terreno agrario , piroclastiti incoerenti humificate*
- *Tasso , cinerite compatta del 79 d.C.*
- *palosuolo*
- *pozzolane humificate*
- *paleosuolo*
- *sabbia con lapillo*
- *paleosuolo pozzolanico*
- *pozzolana*
- *sabbia fine con pomici*
- *sabbia scura compatta*



- *sabbia variamente addensata*

Potenza indefinibile . Età : Pleistocene-Recente

3) AREA C - Assenza di substrato litoide a profondità significativa - Sedimenti di ambiente di transizione - Torbe e limnosuoli

Corrisponde alla parte topograficamente più depressa del territorio comunale, *contrade Salice e Feneria* che quotano mediamente 15 metri s.l.m. e che raramente si spingono oltre i 20 metri, raggiungendo la più bassa elevazione in 13.5 metri s.l.m. .

I dati provenienti dai sondaggi ci forniscono un quadro molto diverso della costituzione del sottosuolo rispetto agli altri comparti .

Vi si ritrovano terreni ascrivibili non solo a deposizioni di ambiente subaereo ma anche di ambiente subacqueo sia continentale di tipo acquitrino o palude (limnosuoli, torbe) sia di stretta insenatura marina (argille, limi) .

Quest'area rappresenta il naturale raccordo fra il paleoalveo del Sebeto dell' *area B*, di cui doveva costituire la zona di foce, e il mare .

Tra i sondaggi effettuati in questa zona ricordiamo quelli eseguiti per il *P.I.P.* comunale .

La successione-tipo, peraltro variabile eteropicamente da punto a punto in funzione delle caratteristiche deposizionali tipiche del paleoambiente ricostruito che vede lenti di sedimenti incoerenti di varia granulometria che s'interdigitano sia in senso orizzontale che verticale, può essere così schematicamente proposta :

- *limi, argille, sabbie più o meno humificati alternati a ripetuti livelli di torbe e paleosuoli ; limi grigi putridi con processi di riduzione in atto ; cineriti, livelli pozzolanici più o meno consistenti , xenoliti tufacei, lapilli, pomici, sabbie anche addensate, selezionate e rimaneggiate .*

Potenza indefinibile . Età : Quaternario - Storico .



4) AREA D Presenza di un substrato litoide lavico a profondità significativa

Corrisponde alla zona di *Casarea*, la propaggine più meridionale del territorio comunale. Quest'area, come le due precedenti, la *B* e la *C*, si differenzia anch'essa dalla costituzione tipo del comprensorio casalnuovese.

I dati provenienti dai sondaggi ci indicano la presenza a profondità significativa ai fini urbanistici di un *substrato lavico* variamente spesso che s'intercetta ad una profondità variabile fra gli 8 e i 12 metri.

La presenza di questa colata lavica probabilmente è da mettersi in relazione all'attività effusiva del Somma anche se non potrebbero essere escluse altre ipotesi.

L'orizzonte lavico va progressivamente assottigliandosi verso Nord (*contrada Volla - Colonica*) fino a presentarsi come semplice scoria lavica; la sua giacitura che lo vede sottoposto al grosso episodio pomiceo potente circa 1 metro che corrisponde alla fase deposizionale della parte basale del III° periodo flegreo, fa ritenere che l'età di questa colata possa essere coeva ai prodotti del II° periodo flegreo.

La successione-tipo prevede:

- *piroclastiti incoerenti più o meno humificate dell'attività del M. Vesuvio*
- *cinerite compatta (Tasso del 79 d.C.)*
- *sabbie, lapilli e pomici sia del III° periodo flegreo che del M. Somma, alternati*
- *pozzolane e cineriti più o meno alterate e humificate, lapillo e lapillo pomiceo del II° periodo flegreo e del M. Somma*
Spessore: 8 - 12 metri. Età: Protostorico - Attuale
- *lava tefritica bollosa e scoriacea verso l'alto; attività del M. Somma*
Spessore: variabile da alcuni metri a pochi decimetri. Età: Protostorico



COMMENTO ALLA CARTA GEOLITOLOGICA - TAVOLA N° 15

La maggiore quantità dei dati a disposizione ha permesso di apportare alcune modifiche, anche sostanziali, alla precedente edizione del 1985 .

Come già spiegato nel paragrafo che precede *'La costituzione del sottosuolo'* , quattro sono le aree in cui può considerarsi suddiviso il territorio casalnuovese in termini di successione litostratigrafica :

- *area A con substrato litoide tufaceo a profondità significativa*
- *area B terreni di paleoalveo poco addensati con assenza di bedrock a profondità significativa*
- *area C terreni di ambiente misto scarsamente addensati, torbe, limnosuoli con assenza di bedrock a profondità significativa*
- *area D con substrato litico lavico a profondità significativa*

Nell'ambito dell' *area A* abbiamo ritenuto utile suddividere due sottoaree di cui

- una (*r3* , *tratto obliquo a dx largo*) presenta la successione-tipo come descritta alle pagg
- un'altra (*s1* , *quadrettato obliquo largo*) in cui, oltre ai terreni della successione-tipo come sopra identificata, presenta nella parte più superficiale un sottili livelli di limo cineritico più o meno rimaneggiato che testimoniano recenti fasi di temporanei impaludamenti o anche la presenza di un paleoalveo di erosione nell'immediato sottosuolo .

Successione stratigrafica dei terreni

La ***legenda*** che mostra la successione dei terreni è stata costruita sistemando quelli complessivamente più recenti in alto, via via quelli più antichi verso il basso.

E' bene precisare che questa differenziazione è puramente indicativa e di comodo : l'intera successione delle piroclastiti presenti in zona abbraccia un intervallo di tempo così esiguo sotto il profilo geologico (ultimi 30-40.000 anni) e la distribuzione dei litotipi è così consimile che ha poco senso differenziare rigorosamente ; si ricorda che la maggior parte delle successioni sono eteropiche fra loro ed è difficile determinare le relazioni di antecedenza reciproca .

Abbiamo così differenziato :

- s 2 - terre piroclastiche più o meno rimaneggiate con intercalazioni di episodi limnici e palustri di età recente ; sabbie vulcaniche. Quaternario-Storico*
Questi terreni si presentano scarsamente addensati e cedevoli per la copiosa presenza di limi, torbe e argille in falda idrica (zona Feneria)
- s 1 - limi, limnosuoli ; piroclastiti del Somma-Vesuvio ; presenza di cinerite compatta (tasso) corrispondente all'eruzione vesuviana del 79 d.C. entro i primi 2 metri ; piroclastiti e tufi dell'attività flegrea ; formazione tufacea intercettabile fra gli 8 e i 16 metri di profondità . Quaternario (Olocene)-Storico .*
Terreni poco addensati tranne il livello di cinerite compatta (tasso) e il bedrock tufaceo (zona La Pigna pro parte - Capomazzo)
- r 3 - piroclastiti del Somma-Vesuvio con presenza di cinerite compatta (tasso) entro i primi 2 metri ; piroclastiti del III° e II° periodo flegreo ; inferiormente tufo grigio campano del I° periodo flegreo intercettabile fra gli 8 e i 16 metri di profondità . Quaternario (Olocene)-Recente*
Terreni poco addensati tranne il livello di cinerite compatta (tasso) e il bedrock tufaceo (zona Casalnuovo Borgo, Licignano, Talona, Siviglia, San Giuliano, Fontana, La Pigna pro parte, Botteghelle, Arcora, Tufarelli, Tavernanova pro parte)
- r 2 - ceneri e piroclastiti del Vesuvio e del III° e II° periodo flegreo con intercalazioni di lave e scorie laviche anche a breve profondità . Quaternario-Recente*
Terreni poco addensati nel segmento superiore ; di consistenza litica in corrispondenza dell'orizzonte lavico (zona Casarea)
- r 1 - piroclastiti (sabbie, lapilli, ceneri, pomici) e terre rimaneggiate di paleoalvei . Quaternario-Recente*
Terreni poco addensati e poco consistenti (zona Tavernanova pro parte, Salice pro parte, Fico, Casamanna, Colonica, contrada Volla)



Faglia sepolta a sviluppo regionale

E' stata evidenziata una striscia scura che simboleggia la presenza in profondità di una faglia a sviluppo regionale che avrebbe determinato la separazione fra il dominio flegreo e quello somma-vesuviano con il ribassamento dell'area vesuviana e conseguente produzione di nuovo vulcanismo da parte di quest'ultima .

La faglia è recentissima sotto il profilo geologico, posteriore alla messa in posto del tufo grigio campano (*I° periodo flegreo*) che interrompe bruscamente all'altezza di Tavernanova , probabilmente coeva del II° periodo flegreo (10-12.000 anni) . La larghezza della fascia è indicativa non potendosi determinarne l'efficacia .

Tracce di sezione . Sezioni geologiche

Nella carta sono evidenziati tre segni grafici che corrispondono alle tracce delle *sezioni geologiche* ricostruite nell'area casalnuovese , la *prima* con andamento SW-NE (*Botteghelle-Siviglia*), la *seconda* con andamento SSE-NNW (*Casarea-Corso Umberto*) , la *terza* infine con andamento SSW-NNE (*Feneria-Fontana*) .

Per comodità le sezioni geologiche sono state rappresentate su foglio separato, sovrapponibile alla Carta geolitologica, ma fanno parte integrante di quest'ultima tanto che sono state identificate come **Tavola 15 bis** alla quale si rimanda per la visione .

Qui la successione litostratigrafica è stata semplificata per comodità e in alcuni casi è frutto di libera interpretazione mancando dati puntuali sufficientemente diffusi per una rigorosa ricostruzione deposizionale .



GEOMORFOLOGIA

L'intero territorio comunale ha una conformazione pressochè pianeggiante e presenta, ad uno sguardo superficiale, poco o nulla di appariscente sotto il profilo geomorfologico. Questa situazione è causata dalla posizione di basso strutturale che la zona occupa nel contesto della geologia campana . Vi sono però situazioni locali che la rendono particolarmente interessante soprattutto sotto il profilo di un'analisi paleomorfologica.

Nelle *linee generali* il territorio può essere suddiviso in quattro fasce :

- Una porzione *centro-occidentale* che si trova al limite del complesso morfostrutturale del *dominio flegreo* del quale ne costituisce un margine . Qui si registrano le maggiori culminazioni medie con circa 42 metri di altitudine sul livello del mare in contrada *Botteghelle* che, rispetto all'intero territorio comunale, costituisce un alto morfologico ; da questa zona la superficie topografica degrada dolcemente verso Nord (*Capomazzo*) , più accentuatamente verso Sud (*Salice, Feneria*) , si mantiene pressochè in quota verso Est.

- Una porzione *settentrionale* che costituisce un basso morfologico (*Capomazzo, Siviglia*) degradante dolcemente verso i Regi Lagni, storicamente soggetta a impaludamenti ed esondazioni della falda . Questo fenomeno si è notevolmente attenuato nel corso degli ultimi 10 anni per il repentino abbassamento della falda freatica come esamineremo in dettaglio nel seguente capitolo dedicato all'idrogeologia .

- Una fascia *centro-meridionale* che corrisponde alle zone di *Tavernanova pro parte, Salice, Feneria* che rappresenta un basso strutturale di cui si è ampiamente parlato nel capitolo che precede (Geologia) . Qui si raggiungono le elevazioni più basse del



territorio comunale con quote di poco superiori ai 13 metri ; la prossimità del livello della falda freatica al piano di campagna rende possibili impaludamenti per esondazione in corrispondenza di precipitazioni meteoriche sostenute .

- Una porzione *meridionale* (*Casarea*) che rappresenta una zona di raccordo della valle del Sebeto alle pendici del Monte Somma ; l'altitudine media si va rapidamente elevando raggiungendo la massima quota in assoluto del territorio comunale con circa 44 metri s.l.m. .

All'interno di queste fasce si possono individuare situazioni più o meno particolari di significato paleomorfologico . Una di queste degna di nota è l'area compresa tra Tavernanova e Licignano denominata *La Pigna*, interessata da recenti insediamenti di edilizia residenziale . Probabilmente in periodo protostorico questa zona ha rappresentato un'area di drenaggio, probabilmente del PaleoSebeto o di un ramo di esso, ora fossilizzata dai successivi apporti dell'attività del Somma-Vesuvio .

Anche la zona più meridionale di *Tavernanova* ha ospitato nel recente passato un paleoalveo molto attivo riempito da sabbie e da altri depositi risedimentati .

La zona di *Feneria*, come precedentemente detto, ha rappresentato un'area di transizione quasi certamente occupata dal mare per periodi alternati più o meno brevi .

E' ancora da evidenziare che in corrispondenza delle due aree lievemente ribassate di *Capomazzo* a Nord e di *Salice-Feneria* a Sud, la curva di livello dei 25 metri sembra corrispondere a un orlo di terrazzo più o meno estesamente rimodellato dai ripetuti interventi antropici .



La configurazione morfologica del territorio casalnuovese con il suo andamento subpianeggiante di fatto non condiziona la destinazione d'uso del territorio tranne che per le aree più ribassate che potrebbero presentare problemi a nuovi insediamenti, soprattutto quella corrispondente alla zona di *Feneria* come più estesamente sarà illustrato nei capitoli successivi e per ragioni che esulano da precisi motivi morfologici . Infatti, considerata la generale *planarità* d'insieme, **non** si ravvisano particolari problemi connessi alla stabilità del pendio naturale .

Molta attenzione, invece, dovrà essere rivolta all'**individuazione di cavità sotterranee** di cui è ricco l'intero territorio soprattutto nella aree d'insediamento storico, di più antica urbanizzazione . Questo tema sarà oggetto di particolare discussione nel capitolo inerente la **stabilità** del territorio cui si rimanda per completezza .

E' appena il caso di sottolineare che molta attenzione e responsabile prudenza devono essere esercitate soprattutto in quelle aree dove sono state effettuate cavazioni di materiale pozzolanico o sbancamenti più o meno estesi per i motivi più vari soprattutto se in seguito sottoposte a colmata o a riporto non consolidato .

LE PALEOSUPERFICI

L'analisi dei numerosi sondaggi provenienti dall'area di studio ha permesso di avere un quadro sufficientemente approssimato delle paleosuperfici che hanno modellato il territorio casalnuovese negli ultimi 30.000 anni . Questi dati rivestono un significato utile ai fini urbanistici perchè possono condizionare la scelta della tipologia di fondazione nelle opere di fabbrica, come vedremo in seguito .

I dati più significativi cui possiamo fare riferimento sono due :

- *la presenza di strutture sepolte a profondità discrete, comunque prossime alla superficie*



- la presenza di antiche superfici di erosione nell'ambito della successione stratigrafica.

Per quel che concerne le *prime* si è sufficientemente parlato nel capitolo riguardante la *Geologia* ; esse si riferiscono essenzialmente alla presenza di un basamento rigido tufaceo o lavico a brevi profondità o alla presenza di paleosuperfici di drenaggio (*paleoalvei*) che hanno funzionato come deposito di materiale dilavato dopo l'erosione selettiva dei banchi litoidi .

Quanto alle *seconde* , la loro presenza è riscontrabile direttamente attraverso l'analisi delle carote estratte dal sottosuolo e indirettamente attraverso i dati di resistenza alla compressione opposta alle sonde penetrometriche .

Pur tenendo conto di dati disomogenei provenienti dalle varie parti del territorio casalnuovese è stato possibile accertare la presenza di *quattro* superfici di erosione o *paleosuoli* nei primi venti metri di successione stratigrafica e comunque fino al raggiungimento del substrato tufaceo . Di questi

- il *primo* si rinviene ad una profondità media di 1,75 - 2 metri a partire dall'attuale piano di campagna ma molto variabile da zona a zona, subito al disotto del *tasso*, lo strato di cinerite compatta che corrisponde alla terribile eruzione parossistica del 79 d.C. .

In pratica questo paleosuolo rappresenta la superficie topografica di circa 2000 anni fa allorché la deflagrazione del Somma dopo un lungo periodo di inattività sconvolse l'intera area campana distruggendo Pompei, Ercolano e altri insediamenti abitativi .

- il *secondo* si rinviene ad una profondità media di 3 - 3,50 metri , si trova sottoposto alle pomice di apertura del III° periodo flegreo e quindi segna la cessazione della lunga attività del II° periodo flegreo durata qualche migliaio di anni . Età: 4000 anni circa .



- il **terzo** si rinviene ad una profondità media compresa fra 6 e 6,50 metri circa e corrisponde ad un lungo periodo di inattività all'interno del II° periodo flegreo .

Età : 8.000 anni circa

- il **quarto** si rinviene ad una profondità variabile fra gli 8 e i 16 metri e corrisponde alla superficie di erosione dei banchi tufacei messi in posto durante il I° periodo flegreo di cui costituisce la parte alterata , più o meno disgregata e humificata (il cosiddetto *cappellaccio*) . Età : 30.000 anni circa

Questi sono i principali livelli di paleosuoli che hanno costituito antiche superfici topografiche stabili in periodi in cui l'attività eruttiva dei vulcani flegrei ha segnato una lunga stasi . Lo spessore di questi paleosuoli può essere anche indicativo della lunghezza del periodo di stasi : maggiore è lo strato di *humus* formatosi, più tempo è trascorso per l'azione della pedogenesi . Si va dai 30-40 cm del primo livello humificato al metro circa del secondo e ai 50-70 cm del terzo.

A luoghi è possibile incontrare altri livelli più o meno humificati che non hanno avuto il tempo o la possibilità di evolvere a veri paleosuoli ; questi livelli non sono però uniformi e individuabili su tutto il territorio per cui non è possibile fare correlazioni e usarli come livelli di riferimento : sono solo indicatori di periodi di stasi di produzione di materiale piroclastico più o meno significativi a secondo dell'intensità e diffusione del processo di humificazione .



COMMENTO ALLA CARTA GEOMORFOLOGICA - TAV. 16

Le evidenze messe in luce dalla carta geomorfologica allegata possono essere sintetizzate come segue :

- presenza di una zona di *alto morfologico* in corrispondenza di contrada *Botteghelle* dove si raggiungono le più alte altitudini medie con quote di oltre 40 metri s.l.m. ;
- presenza di due zone di *basso morfologico* dove si registrano le minori elevazioni medie del territorio comunale (meno di 25 metri s.l.m.) di cui una a Nord (*Capomazzo*) che si raccorda alla conca dei Regi Lagni e una a Sud (*Salice-Feneria*) che si raccorda alla valle del Sebeto. Questa seconda corrisponde anche ad una zona di *basso strutturale* e vi si registrano le minori elevazioni in senso assoluto con 13,5 metri s.l.m. ;
- in corrispondenza della isoipsa di 25 metri sia nella zona di *Capomazzo*, ma soprattutto in quella di *Feneria*, è possibile individuare a tratti lembi di un *orlo di terrazzo* che corrisponde ad una fase subattuale di ritirata delle acque, quasi del tutto demolito dall'intensa attività antropica ;
- presenza di *bacini di cava* di inerte pozzolanico (sabbie, cineriti) anche occasionali, ormai abbandonati e parzialmente ricolmati da materiali di risulta e di discarica ; aree soggette a sbancamenti e movimenti di terra, parzialmente recuperate all'attività agricola;
- principali *spartiacque* per il deflusso delle acque dilavanti superficiali



- *versanti di tributo* delle acque dilavanti superficiali verso Nord (*Capomazzo-Regi Lagni*) e verso Sud (*Feneria-Volla- Sebeto-Mare*) ;

- *canali di drenaggio o di bonifica attivi e disattivati o inefficaci* .

E' da mettere in debito risalto la presenza di *cavità ipogee* in corrispondenza delle quali possono sorgere seri problemi di stabilità . Le cubature cave nel sottosuolo possono essere alquanto varie e sono da imputarsi sia a estrazione di *pietra tufacea* a fini edificatori sia a estrazione, per gli stessi motivi, degli orizzonti di *lapillo pomiceo* prossimi alla superficie o anche ad erosione degli stessi operata da acque di infiltrazione.

Questa condizione riveste una tale importanza per lo sviluppo edificatorio casalnuovese che sarà oggetto di analisi e discussione in apposito capitolo dedicato alla *Stabilità del suolo* nelle pagine seguenti .



IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio casalnuovese, condizionano in modo significativo la circolazione idrica delle acque, sia in superficie che nel sottosuolo.

I terreni che ne formano l'ossatura, sono costituiti da acquiferi permeabili per porosità primaria, anche se con coefficienti di permeabilità K localmente diversi a causa della variabilità dei litotipi sia in senso verticale che orizzontale.

La permeabilità dei terreni sciolti, infatti, è molto varia soprattutto in funzione della granulometria e dello stato di costipazione : è massima nelle formazioni di scorie, sabbie e pomici a grossi elementi ; presentano invece una permeabilità di gran lunga minore le formazioni a grana minuta ed assortita dove è abbondante la presenza di frazione cinerea. La permeabilità generale può inoltre essere ridotta dalla presenza di intercalazioni di paleosuoli ricchi di humus che si presentano talora anche notevolmente argillificati .

Ne deriva, pertanto, una struttura idrogeologica complessa nella quale la circolazione idrica sotterranea avviene per falde sovrapposte.

Prima di dare un quadro generale sulla circolazione idrica sia *superficiale* che *sotterranea*, ci sembra opportuno dare un'informativa sulle caratteristiche climatologiche del territorio casalnuovese le quali rivestono notevole importanza negli equilibri di evapotraspirazione e di ricarica dell'acquifero .



- CARATTERISTICHE CLIMATOLOGICHE DEL TERRITORIO.

Per una conoscenza ottimale del territorio, risulta importante esaminare anche i fattori climatici, quali: *la temperatura , l'umidità, i venti predominanti.*

In base ai dati forniti dal servizio idrogeologico del Ministero LL.PP e riferiti a varie stazioni termopluviometriche presenti nel raggio di 10 Km circa, possiamo così di seguito caratterizzare il clima del territorio oggetto di studio :

- Temperatura

Esaminando la tabella e la tavola n° 1, si rileva che le temperature medie-massime mensili si aggirano tra i 14,5 °C in gennaio ed i 34,5 °C in agosto, mentre le minime oscillano tra 7,1 °C in gennaio e 20,4 °C in luglio.

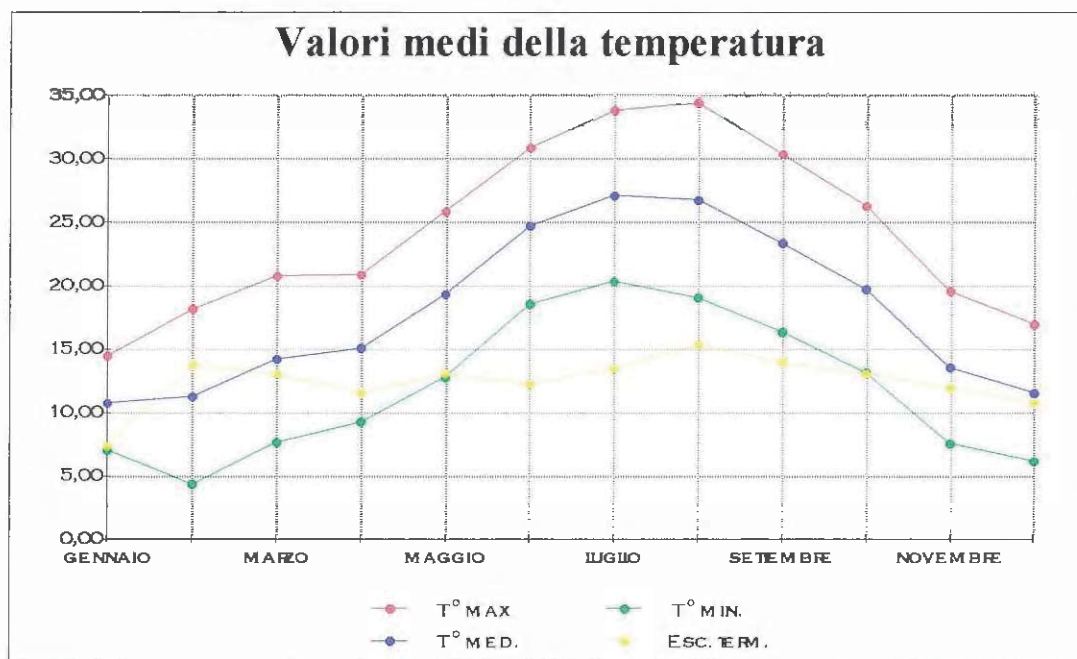
Pertanto le temperature medie, massime e minime si mantengono su valori abbastanza elevati nel corso di tutto l'anno, senza mai raggiungere, comunque, valori critici.

Tab. 1 Valori medi della temperatura.

Mesi	T° max	T° min.	T° med.	Esc. term.
gennaio	14,50	7,10	10,80	7,40
febbraio	18,20	4,40	11,30	13,80
marzo	20,80	7,70	14,25	13,10
aprile	20,90	9,30	15,10	11,60
maggio	25,90	12,80	19,35	13,10
giugno	30,90	18,60	24,75	12,30
luglio	33,90	20,40	27,15	13,50
agosto	34,50	19,10	26,80	15,40
settembre	30,40	16,40	23,40	14,00
ottobre	26,30	13,20	19,75	13,10
novembre	19,60	7,60	13,60	12,00
dicembre	17,00	6,20	11,60	10,80



TABELLA 1



- Precipitazioni.

Gli afflussi sono stati calcolati utilizzando i dati pluviometrici pubblicati dal servizio idrogeologico del Ministero LL.PP., riferiti al periodo 1921-1970 e relativi a otto stazioni.

Gli afflussi medi meteorici risultano pari a 825 mm annui, mentre l'evapotraspirazione è pari al 60 % circa.

Dalla Tab. 2 si rileva che, le precipitazioni medie mensili fanno registrare i massimi valori negli ultimi mesi dell'anno, novembre e dicembre, rispettivamente con mm. 148 e mm 132; mentre i valori minimi si hanno in giugno e luglio con mm 7 e mm 5.

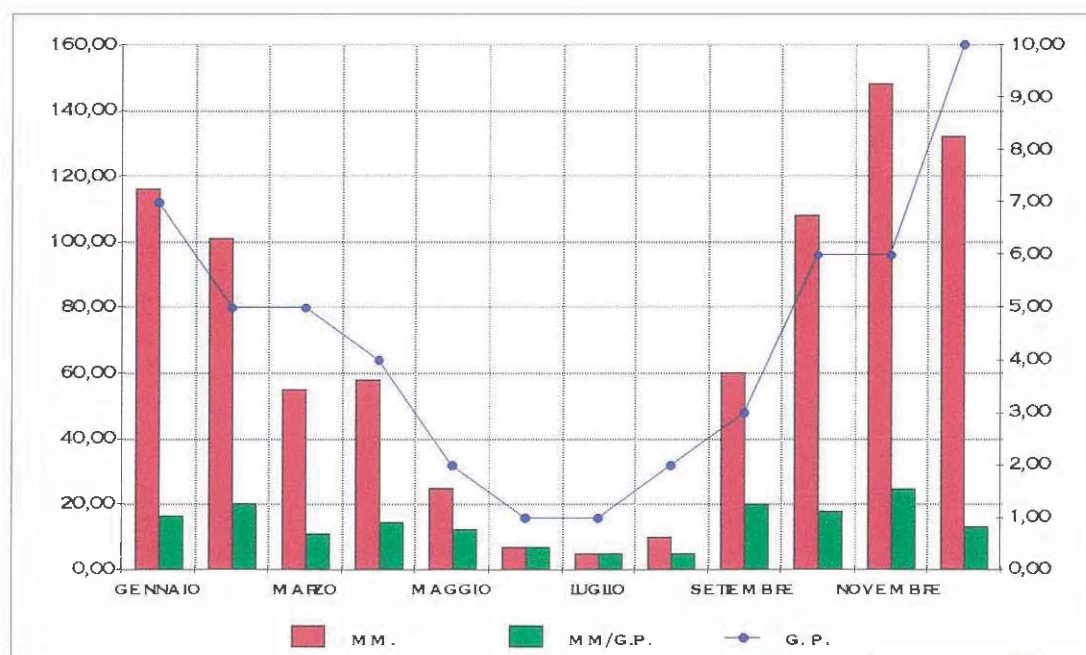


La densità media delle precipitazioni raggiunge i valori minimi a luglio ed agosto con 5,0 mm/gp; il più alto a novembre con 24,67 mm/gg.p.

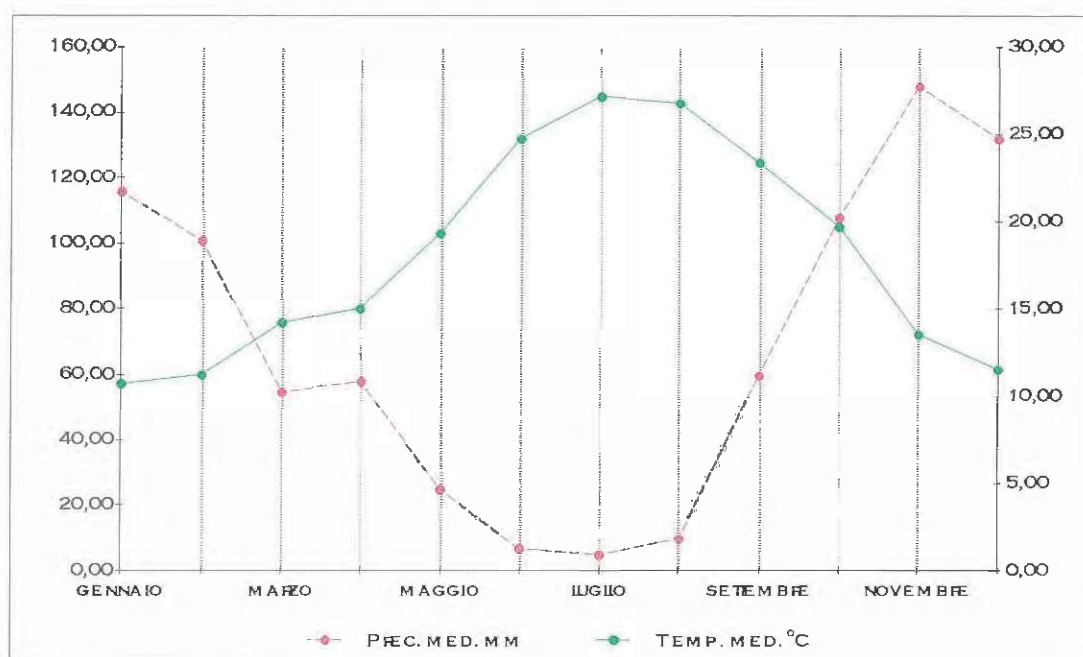
Tab. 2 Valori medi delle precipitazioni.

Mesi	mm	mm/gg.p	gg. piovosi
gennaio	116,00	16,57	7,00
febbraio	101,00	20,20	5,00
marzo	55,00	11,00	5,00
aprile	58,00	14,50	4,00
maggio	25,00	12,50	2,00
giugno	7,00	7,00	1,00
luglio	5,00	5,00	1,00
agosto	10,00	5,00	2,00
settembre	60,00	20,00	3,00
ottobre	108,00	18,00	6,00
novembre	148,00	24,67	6,00
dicembre	132,00	13,20	10,00

Tav. 2 Valori medi delle precipitazioni.



Tav. 3 Climogramma



Pertanto, dall'esame dei due parametri, temperatura ed umidità, ed in base anche al fattore pluviometrico di Lang:

$$F = P/t \text{ con } 40 < F < 160$$

(dove **P** è la piovosità media annua e **t** la temperatura media annua) il clima può essere classificato come: *temperato caldo*.

- Venti

Per quanto concerne i venti, è da sottolineare che la zona, per la sua disposizione rispetto ai rilievi circostanti, non è soggetta a venti predominanti.

Gli unici presenti per larga parte dell'anno, sono quelli caratteristici delle aree prossime alla costa, vale a dire a regime di brezza e quindi estremamente variabili per intensità e direzione nell'arco della giornata, in quanto generati dal salto termico mare-terra.



Idrografia superficiale

Il territorio di Casalnuovo si sviluppa su un'ampia area pianeggiante allungata in direzione NE-SW che, come detto, segna il passaggio fra i rilievi del dominio flegreo ad Ovest ed il Somma-Vesuvio ad Est.

Quest'area pianeggiante è stata nel passato solcata da corsi d'acqua che traevano origine sia dalle pendici dei rilievi limitrofi che dalle valli appenniniche, seguendo parzialmente l'attuale corso dei Regi Lagni.

L'area di naturale confluenza delle acque era costituita da una insenatura marina che si addentrava fra le propaggini dei rilievi del Somma Vesuvio e dei Campi Flegrei.

Questa insenatura è stata progressivamente colmata nel corso dei millenni dai detriti trasportati dall'antico corso d'acqua (il Paleosebeto), derivati in larga parte dagli stessi terreni piroclastici che il fiume attraversava.

L'area ricolmata di questa antica insenatura va oggi a costituire la parte più depressa del territorio Casalnuovese: quello della Feneria a sudovest che si continua oltre i limiti amministrativi di Casalnuovo, nei territori di Volla e Napoli.

In epoca storica questa situazione è mutata a causa dello sbarramento originato dalle colate laviche e dalle eiezioni vesuviane che hanno modificato il corso del Paleosebeto, smembrandolo e sbarrandolo a Nord, dove ha dato origine alla piana sovralluvionale di Acerra, in seguito regimata e bonificata dalle canalizzazioni dei Regi Lagni.

Più a Sud una serie di scaturigini dava origine a due corsi d'acqua minori: il Sebeto ed il Fiume Reale i quali esondavano per larga parte della stagione invernale a causa della prossimità della falda freatica e davano origine a estesi impaludamenti .



La natura limno-palustre della zona della Feneria, è stata messa in evidenza qualche anno fa, nel corso delle indagini effettuate per il *P.I.P. Casalnuovese*, da uno degli estensori di questa relazione e anche recentemente nel corso dei sondaggi per l'approntamento delle prove sismiche in foro (DH), dove sono stati riscontrati per decine di metri numerosi livelli di torba (almeno sei) inglobanti resti di vegetazione palustre alternati a limi, argille e sabbie rimaneggiate e fluite.

Attualmente il corso del Sebeto risulta profondamente modificato e canalizzato nel tratto terminale . Una traccia dell'antico alveo si riconosce oggi nel "*Fosso di Volla*", ridotto insieme al Fiume Reale, a canale di scolo dei liquami fognari provenienti dai vicini centri abitati di Casarea e Tavernanova.

Il *livello piezometrico della falda* è in quest'area molto elevato, giungendo in taluni punti più depressi a circa 2 metri dal p. di c. e non di rado, durante i periodi di intense precipitazioni, esso si innalza fino ad esondare sulla superficie topografica.

Ne consegue che le zone più depresse della conca di Volla-Feneria vengono allagate dal contemporaneo arrivo delle acque di falda e di quelle di corrivazione provenienti dalle aree circostanti poste a quote più elevate.

Il fenomeno è stato attivo in passato come può intuitivamente suggerire il nome di "*Volla*" da mettere in relazione proprio al concetto di "*bolla*" o risorgiva.

Negli ultimi anni il fenomeno delle esondazioni è divenuto di fatto meno frequente sia per l'intervento degli operatori agricoli della zona che hanno effettuato in più parti riporti di terreno che hanno raggiunto anche lo spessore di 2 metri elevando di fatto la quota di campagna, sia perchè l'acquifero è sovrasfruttato da numerosi pozzi dai quali si emungono portate che nei periodi di punta possono superare i 4.000 l/sec. .



Al sovrasfruttamento delle risorse idriche sotterranee ha fatto riscontro una diminuzione della potenzialità delle sorgenti . Infatti le portate di oltre $1,4 \text{ m}^3 / \text{sec}$ segnalate nel 1926 dagli Annali del Ministero dei lavori pubblici, si sono ridotte a qualche centinaio di l/sec nel 1977; inoltre, la sorgente "Bolla" che era la più importante con $0,65 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (1926) è andata definitivamente in secca il 21 gennaio 1978.

Una seconda zona a prevalente richiamo delle acque di corrivazione superficiale, si riscontra nella porzione settentrionale del territorio e corrisponde alla contrada Capomazzo.

A partire da uno spartiacque ideale costituito dalla linea di cresta Casarea-Botteghelle, le acque di deflusso superficiale sembrano seguire una via di scolmamento in direzione dei Regi Lagni attraverso la soglia di Licignano-Talona.

Idrografia sotterranea

Mentre il deflusso delle acque di ruscellamento superficiale viene facilmente controllato dalla morfologia esterna, non altrettanto può dirsi per le acque sotterranee.

Premesso che per le ragioni precedentemente enunciate è possibile rinvenire più falde sovrapposte e in taluni casi limitate falde idriche sospese, c'è da chiarire che due sono i corpi idrici di reale interesse: uno *profondo*, in media $50 \div 60 \text{ m}$ dal piano di campagna, in pressione, con deflussi generalizzati da NE a SW secondo la direzione del paleodrenaggio.

Un altro *superficiale*, con livello piezometrico oscillante fra i 17 ed i 12 metri s.l.m. che chiameremo *freatico* perchè direttamente raggiungibile da pozzi terebrati manualmente.



La direzione di questo corpo idrico suoperficiale è tendenzialmente da SE a NW con acquifero di rifornimento posizionato presumibilmente nelle pendici del Somma-Vesuvio, ma la presenza di un corpo tufaceo a più basso coefficiente di permeabilità che all'altezza di Tavernanova si eleva nel sottosuolo fino a profondità prossime al piano campagna, lo costringe a dividersi in due rami uno dei quali si dirige verso NE verso la depressione dei regi Lagni ; un altro viene richiamato in direzione SW dove presumibilmente si congiunge con altre correnti di flusso provenienti dai corpi litologici del dominio flegreo per confluire nell'asse di drenaggio principale costituito dal Fosso di Volla e del Sebeto.

Il banco tufaceo, con uno spessore di alcune decine di metri, costituisce, quindi, l'elemento geologico caratterizzante il sottosuolo del territorio Casalnuovese.

Esso, infatti, per estensione e potenza, può essere considerato una vera e propria formazione di base sulla quale poggiano terreni piroclastici sciolti o pseudocoerenti eiettati dai vulcani flegrei e subordinatamente dal Somma-Vesvio.

Questi, come già detto, sono costituiti essenzialmente da pozzolane, pomici e sabbie, che sono alquanto permeabili per porosità primaria, mentre il tufo, sovente caratterizzato nella parte superiore da fratture prodottesi dopo la deposizione in seguito al raffreddamento, è caratterizzato da porosità secondaria: questa condizione contribuisce alla formazione di una falda superficiale.

La *seconda falda* si rinviene ad una profondità di 50÷60 metri al disotto, quindi, della formazione tufacea. Della sua presenza se ne ricava notizia dalla letteratura : apprendiamo così che le due falde fra loro interconnesse, tendono a livellarsi attraverso i flussi di *drenanza* e attraverso soluzioni di continuità dovute alle tipiche modalità di accumulo dei depositi piroclastici soprattutto quelli fluitati e risedimentati .



COMMENTO ALLA CARTA IDROGEOLOGICA - TAV. 17

Nella stesura della carta che sintetizza le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale, sono riportati i dati più salienti sia dell'idrografia superficiale che sotterranea.

L'intero territorio può essere suddiviso ai fini idrogeologici in tre zone:

- una prima costituita da terreni altamente permeabili per porosità;
- una seconda costituita da terreni permeabili per porosità con possibilità di temporanei impaludamenti in occasione di eventi meteorologici di particolare entità;
- una terza costituita da terreni con possibilità di esondazione della falda freatica (Feneria) .

Nella carta vengono rappresentate le *isofreatiche* ricavate sulla base dei dati ottenuti durante la campagna di rilevamento dicembre 1995 .

Per comodità e per rendere più comprensibile l'entità del depauperamento della falda idrica rispetto alla campagna 1986 e la variazione geometrica della stessa, si è preferito riprodurvi a tratteggio anche il vecchio andamento delle isofreatiche come risultava dalla Carta idrogeologica Tav. 12 dell'edizione 1986 .

Vengono inoltre riportati i canali di deflusso anche disattivati e la *direzione principale delle linee di deflusso idrico* sotterraneo che sembra risentire inequivocabilmente dell'azione di controllo operata dalla dislocazione tettonica a carattere regionale presente in zona .



E' opportuno precisare che le misure effettuate durante la campagna appena conclusa possono ritenersi solo indicative, in quanto la superficie piezometrica della falda è soggetta ad oscillazioni anche sostenute a seconda delle stagioni, innalzandosi in occasione di prolungate precipitazioni, deprimendosi in seguito a prolungati periodi di siccità.

Per la ricostruzione delle isofreatiche sono state misurate le profondità della superficie piezometrica della falda a partire la piano di campagna. Nella scelta dei punti di stazione si è cercato di coprire nel modo più uniforme possibile il territorio, anche se l'intensa urbanizzazione delle aree un tempo agricole, ha ridotto drasticamente il numero dei pozzi accessibili.

Le quote del piano di campagna in corrispondenza dei punti di misurazione, sono state determinate sul terreno appoggiandosi a quelle riportate sulla carta del territorio comunale 1: 2.000.

Le isofreatiche, punti ad eguale altezza piezometrica, hanno equidistanza di 1 metro e sono riferite al livello medio marino.

Nella definizione delle modalità di circolazione delle acque sotterranee, delle direzioni di flusso, e quindi della morfologia del corpo idrico, hanno concorso oltre che l'analisi dei punti d'acqua, anche le caratteristiche litostratigrafiche del territorio.

Sono stati analizzati 24 pozzi; per il tracciamento delle isofreatiche è stato utilizzato il metodo della triangolazione.

E' interessante notare come la geometria della falda, pur evidenziando una serie di caratteri di fondo simili a quelli della prospezione 1986 (direzioni preferenziali di deflusso della falda), abbia subito nel corso degli ultimi 10 anni notevoli cambiamenti.



Sovrapponendo infatti la carta idrogeologica attuale a quella redatta nel 1986, si evidenzia un abbassamento generalizzato della superficie piezometrica valutabile mediamente in 2,5 - 3 metri con punte di 4 metri nella parte settentrionale del territorio comunale .

Qui il fenomeno del depauperamento della falda si è evidenziato subito dopo la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione e di bonifica dei Regi Lagni, con un abbassamento pressochè immediato e generalizzato .

Ciò ha costretto la gran parte degli agricoltori della zona ad abbandonare l'utilizzo dei vecchi pozzi in muratura che attingevano nella freatica che risultava abbastanza produttiva perchè situata in terreni ad elevata permeabilità e trasmissività come i lapilli pumicei e le sabbie, per procedere alla terebrazione di nuovi pozzi trivellati profondi almeno 50-60 metri.

E' a questa profondità infatti, al disotto del banco tufaceo, che si rinviene un secondo corpo idrico, probabilmente in pressione ed in comunicazione con la falda più superficiale per drenanza, circolante in una potente serie di di lapilli pumicei e sabbioni vulcanici .

Durante alcune prove di emungimento effettuate su pozzi che attingevano nella falda profonda (90 m.), sono state raggiunte agevolmente portate di 50 l/sec. con un abbassamento dinamico che non superava i 2,5-3,0 m. .

E' da notare inoltre la variazione della direzione del flusso di falda nella zona di Talona - Siviglia- S. Giuliano, che nel 1986 si presentava orientata verso NW, vale a dire verso l'alveo dei Regi Lagni, mentre oggi sembra piuttosto dirigersi verso E-NE probabilmente per l'azione di richiamo esercitata dall'emungimento di grossi pozzi presenti in zona .

Da segnalare, infine, alcune misure anomale riscontrate nel corso delle analisi di alcuni pozzi posti in prossimità dell'alveo del Fosso di Volla.



Per quanto concerne il segmento superficiale, c'è ancora da segnalare la presenza di tracce di paleodrenaggi e di tre opere di regimazione idrica: il *Canale del Carmignano*, il *Lagno dello Spirito Santo* ed alcuni tratti dell'antico *Acquedotto della "Bolla"* che aveva come centro di recapito e smistamento delle acque potabili, un edificio ancora esistente e noto come *"Casa dell'acqua"*.

Il *canale del Carmignano*, vecchio acquedotto ormai in disuso dal 1970, attraversa in superficie e a cielo aperto il margine NE dell'abitato di Licignano, continua quindi il suo corso in alveo sotterraneo e dopo aver attraversato l'intera area detta "La Pigna" attraverso le contrade Botteghele ed Arcora, si dirige verso la contrada Salice e la città di Napoli alla quale forniva acqua soprattutto nei quartieri orientali.

Il *Lagno dello Spirito Santo* scende dalle pendici del Monte Somma in agro di S.Anastasia, attraversa il territorio di Pomigliano D'Arco, e costeggiando il margine orientale di Talona piega bruscamente verso Nord, per andare a riversarsi nell'alveo dei Regi Lagni in territorio comunale di Acerra.

Questo canale, che svolge l'importante compito di drenare le acque di dilavamento e meteoriche provenienti dal quadrante di SE, è stato trasformato in fogna a cielo aperto, come accaduto per il Fosso di Volla, riversando in esso le acque putride provenienti da alcuni importanti centri limitrofi quali S. Anastasia e Pomigliano D'Arco.



STABILITA' DEL SUOLO

Parte del territorio Casalnuovese, come quello di numerosi altri comuni posti nella fascia Nord della cinta urbana di Napoli, per una serie di coincidenze favorevoli legate allo sviluppo antropico, nonché alle caratteristiche geologico-strutturali, (presenza del banco tufaceo a profondità esigue e di una falda freatica poco superficiale), è stato utilizzato, principalmente nel corso del XIX secolo e sino alla seconda decade del XX, per l'estrazione dal sottosuolo di materiali da costruzione (tufo, lapilli pumicei, pozzolane). Per tale motivo, una vasta fascia delle aree casalnuovesi di più antico insediamento (parte alta del Corso Umberto I° , Via Virnicchi, zona alta di Via Roma, Via Arcora, nonché la fascia Est di Tavernanova Borgo) sono interessate da una fitta rete di cunicoli e gallerie.

Non essendo mai stato effettuato un censimento ed un rilevamento sistematico delle cavità, possono essere effettuate solo delle stime indirette circa il loro numero e la loro precisa ubicazione nell'ambito del territorio comunale.

Una stima approssimativa ci porta a valutare in $0,8 \div 1 \text{ Km}^2$ le aree con un'elevata possibilità di rinvenimento di cavità, mentre il loro numero è valutabile intorno al centinaio.

A parte la "pozzolana", quasi sempre prelevata in cave a cielo aperto (Masseria del Monte - Zona ponte FF.SS. di Via Pigna) *tufo* e *lapillo*, furono quasi esclusivamente prelevati in sotterraneo e preferibilmente nei luoghi stessi della loro utilizzazione.



I lapilli pumicei, erano coltivati scavando pozzi circolari che pur attraversando materiali sciolti, raramente venivano rivestiti; raggiunto il banco da utilizzare, posto mediamente ad una profondità di 5 m dal piano di campagna, veniva scavata una serie di cunicoli orizzontali disposti a raggiera, della larghezza di poco superiore al metro.

Terminata l'estrazione, dall'alto si riempiva il pozzo verticale con materiale di risulta e terreno vegetale sino al piano di campagna, occludendo ma non riempiendo i cunicoli orizzontali.

E' pertanto evidente che della maggior parte di questa miriade di vuoti si è persa ogni traccia e non di rado essi sono causa di improvvisi sprofondamenti lungo le reti viarie, in corrispondenza di edifici o di lavori manutentivi della rete di servizi che si sviluppa in sotterraneo.

La coltivazione del *tufo* invece, era condizionata dalla presenza di una coltre di materiali sciolti potente in media 9-10 m. e pertanto veniva raggiunto in due modi distinti:

- *il primo metodo* consisteva nello scavare dei pozzi verticali (non sempre rivestiti) a partire dal piano di campagna e lasciato uno spessore di tufo in volta, si iniziava la vera e propria coltivazione, che avveniva con gallerie singole o multiple, variamente sviluppate;

- *il secondo metodo* (in particolare quando si desiderava utilizzare in seguito i vuoti come cantine o depositi) consisteva nella realizzazione di una serie di rampe di discesa (generalmente in numero di tre, ortogonali tra di loro e con pendenze del 15% circa) che permettevano un più agevole raggiungimento del banco tufaceo e la sua successiva coltivazione.

E' da sottolineare che il secondo metodo è stato quello prevalentemente utilizzato in territorio di Casalnuovo.



Per quanto concerne le gallerie di estrazione, esse presentano generalmente una sezione ellittica, anche se in qualche caso ne sono state osservate alcune a sezione trapezoidale, con pareti laterali di poco discoste dalla verticale.

La larghezza delle gallerie si aggira generalmente intorno ai 9 metri, mentre l'altezza varia da un minimo di 4 ad un massimo di 6÷7 metri nelle aree morfologicamente più elevate.

Alla profondità di 18-19 metri dal piano di campagna, il lavoro di coltivazione in verticale doveva necessariamente arrestarsi in quanto veniva raggiunto il livello freatico, che all'epoca presentava un'altezza di 8-9 m. superiore a quella riscontrabile nei nostri giorni e pertanto lo scavo veniva sviluppato in orizzontale con gallerie lunghe sino a 40-50 metri variamente collegate tra di loro da cunicoli secondari e in comunicazione con la superficie sovrastante a mezzo di condotti verticali comunemente noti nella cultura locale con l'appellativo di *"occhi di monte"*.

Questi erano posti ad intervalli di 8-10 m. l'uno dall'altro e svolgevano una duplice funzione :

- *una prima* era quella di assicurare una sufficiente aerazione dei cunicoli;
- *una seconda* era quella di sollevare con apposti argani manuali i blocchi di tufo in superficie dove venivano successivamente sbazzati e tagliati in forme regolari.

Talvolta gli occhi di monte, che presentano generalmente forma quadrangolare con lati di lunghezza di poco superiore al metro, terminata l'estrazione, venivano chiusi ad una certa altezza con travi di legno, riempiendo la porzione libera sino alla superficie con materiale di risulta.



Un sottosuolo così estesamente ed intensivamente scavato, caratterizzato dalla presenza di una miriade di cavità e di occhi di monte, rappresenta un pericolo potenziale che molto spesso si traduce in dissesti, sprofondamenti, crolli e voragini.

Tali forme di dissesto sono per lo più legate ad infiltrazioni e perdite delle reti idriche e fognarie, che imbibiscono le piroclastiti sciolte, confluiscono verso le vie di minore resistenza idraulica, rappresentate dagli "occhi di monte" e danno origine a processi erosivi che ampliano progressivamente il foro, cui fa seguito generalmente il collasso delle volte delle cavità sottostanti e la formazione di ampie voragini ad imbuto che giungono sino alla superficie.

Nel dopoguerra, il sottosuolo cavo di Casalnuovo, prevalentemente utilizzato per la conservazione di derrate alimentari, fu abbandonato, e nei successivi decenni ne fu in molti casi dato l'avvio ad un uso improprio, utilizzando le cavità come discariche di materiali di risulta, o come negli ultimi anni, con i detriti provenienti dalla demolizione dei vecchi fabbricati posti a ridosso delle stesse.

Tutto ciò ha fatto sì che almeno il 50 % delle cavità risulta oggi obliterato ed ormai inaccessibile rendendo il più delle volte impossibile qualsiasi sopralluogo o intervento di manutenzione.

Queste cavità, pur rivestendo un particolare significato storico ed urbanistico, da molto tempo ormai, per le condizioni in cui versano, rappresentano solo fonte continua di pericolo.

In tutto il centro storico ed in particolare nei parchi residenziali di recente costruzione, si sono verificati nel corso degli ultimi anni una serie di dissesti di notevole entità (*Parco Grimaldi al Corso Umberto, Via Strettola, Parco Arcora, Parco Gallo alla Via*



Virnicchi, Via Napoli, ecc.) per lo più generati dalla rottura di condotte idriche in pressione o a perdite della rete fognaria.

Da quanto precedentemente esposto, *emerge la necessità e l'urgenza* di affrontare e risolvere il grave problema delle *cavità sotterranee*, procedendo ad un puntuale censimento e al rilievo delle stesse, ricorrendo laddove sia necessario ed ancora possibile, ad interventi di consolidamento statico, operazioni che pur essendo impegnative, si rendono comunque indispensabili per la salvaguardia della pubblica incolumità e per il recupero di un patrimonio che, opportunamente recuperato, potrebbe ancora essere di grande utilità per la collettività.

Ma alle razionali ipotesi di prevenzione si è sostituita una frettolosa ed "ingenua" quanto disastrosa opera di riempimento indiscriminato delle cavità per eliminare i pericoli derivanti dalla presenza dei vuoti nel sottosuolo..

E' appena il caso di ricordare che risulta pressochè impossibile procedere ad un totale riempimento dei cavi , soprattutto quando tale operazione viene condotta sversando dall'alto degli "occhi di monte" materiali di risulta che inevitabilmente lasciano ampie intercapedini all'interno delle cavità senza alcuna garanzia di un aumento della tenuta statica delle stesse .

Per tale motivo ci sembra opportuno sconsigliare tale intervento che, oltre agli inconvenienti descritti, impedirebbe anche qualsiasi periodica manutenzione o ispezione che, a nostro parere, rappresenta il modo più corretto e sicuro per verificare le condizioni statiche della cavità e la presenza di acque di pericolo derivanti da perdite di sottoservizi.



COMMENTO ALLA CARTA DELLA STABILITA' - TAV. 18

Questa carta si completa con la lettura della *Carta geomorfologica Tav. 16* alla quale si rimanda per informazioni integrative .

La redazione di questa carta si è resa necessaria per visualizzare agevolmente in un quadro d'insieme le aree *potenzialmente a rischio* ai fini della stabilità del suolo .

Considerata la morfologia piuttosto semplice del territorio comunale che si presenta pressochè pianeggiante, senza incisioni naturali degne di rilievo , di pendii anche appena acclivi, di strutture naturali che possano causare direttamente situazioni di pericolo, si è messo in evidenza l' *unico vero pericolo di instabilità* che trova origine solo nell'ambito delle cause antropiche .

Il pericolo potenziale di cui si è ampiamente parlato nelle pagine che precedono, è quello della presenza accertata o presunta o potenziale di *cavità* scavate dall'uomo per varie ragioni e per molteplici interessi negli anni addietro ed ora quasi del tutto dimenticate .

Nella carta vengono evidenziate *due zone* a potenziale pericolo di instabilità da crollo di cui :

- *la prima* interessa aree di sfruttamento storico di materiale tufaceo con presenza accertata di cavità diffuse (*tratto scuro*) ;
- *la seconda* interessa aree con *potenziale* presenza di cavità soprattutto nell'orizzonte pomiceo o anche in quello tufaceo ;

A queste abbiamo voluto aggiungere per comodità una terza area che interessa piuttosto una potenziale instabilità indotta da sollecitazioni sismiche in aree a rischio di liquefazione del terreno come sarà spiegato nel capitolo *Zonazione sismica* :



ZONAZIONE SISMICA

Con il carotaggio sismico in foro (*down hole*) la cui tecnica di prospezione è stata illustrata nell' *Elaborato 14* cui si rimanda per maggiore informazione, è stato reso possibile il calcolo del rapporto V_p/V_s fra la velocità delle onde longitudinali o di compressione P e quelle delle onde trasversali o di taglio S alle diverse profondità di indagine.

La conoscenza di questi rapporti ha permesso il calcolo ed una corretta definizione dei moduli elastici dinamici nell'ambito dei diversi orizzonti sismici. I valori ottenuti sono riportati nell' *Elaborato 14 - Indagini geognostiche* al quale si rinvia. Sulla base di quei dati è stato possibile determinare una zonazione sismica del territorio che è stata riportata in cartografia nella *Tavola 19*.

La *zonazione sismica* è una procedura introdotta nelle indagini di pianificazione territoriale con il proposito di contenere entro limiti accettabili gli effetti di terremoti futuri in aree di estensione più o meno limitata.

Il fine è quello di individuare zone o *microzone* con valori caratteristici di rischio sismico nell'ambito di un'area ben più vasta caratterizzata da valori indicativi di massima intensità sismica. In pratica, suddividere il territorio in aree omogenee sotto il profilo del rischio sismico.

Nel caso particolare, avendo il legislatore definito per legge il coefficiente di intensità sismica c nell'ambito dell'intero territorio comunale, si deve verificare se esista nel contesto geologico qualche variabile che suggerisca una più realistica suddivisione in zone caratterizzate da un diverso valore del coefficiente sismico di base. Questo, come è



noto, è rappresentativo dell' *accelerazione tangenziale* che può prodursi durante un evento sismico su un edificio, accelerazione rispetto alla quale si vuole che la struttura risponda elasticamente .

Nel campo dell' ingegneria sismica la *zonazione sismica* è importante perchè permette la determinazione di parametri sismotecnici come il *coefficiente dell'accelerazione sismica locale amplificata K_t* trasferibile nei calcoli di progetto per concepire un'adeguata struttura antisismica come prevede la legislazione vigente .

Finora sono stati proposti *diversi metodi* di microzonazione sismica : i due approcci che hanno avuto la maggiore diffusione su scala internazionale sono quello di **Medvedev** e quello detto dei **microtremoni** . Tuttavia non esiste ancora una tecnica univoca in grado di individuare e quantificare per mezzo di parametri ingegneristicamente significativi il rischio sismico in *ogni punto* di un'area e in qualsiasi situazione geologica . L'argomento è tuttora oggetto di ricerca e di critica .

La valutazione di *zonazione sismica* che è stata elaborata per il territorio comunale di Casalnuovo è basata sulla tecnica di *Medvedev* riproposta da *Broili et alii* e tiene conto delle norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche (*D.M. 24.1.1986*) .

Il metodo di *Medvedev*, o dell' *impedenza sismica* (o rigidità sismica) applicato largamente nei paesi est-europei e con diverse riproposizioni anche in Italia dopo il sisma del Friuli del 1976 e quello dell'Irpinia del 1980, fornisce l'indicazione di un *aumento* dei danni da terremoto al *peggiorare* delle caratteristiche litomeccaniche dei terreni . Si tratta di una formula semiempirica desunta dalle osservazioni sulla correlazione fra distribuzione del danno da terremoto e caratteristiche litologiche superficiali dei terreni (almeno 10-15 metri a partire dal piano campagna) .



Secondo *Medvedev*, uno dei più importanti parametri del terreno da correlare con l'intensità è l'*impedenza* (o rigidità) *sismica* intesa come il prodotto fra la *densità* di un terreno e la *velocità* dell'onda sismica che l'attraversa.

In base a tali considerazioni *Medvedev* propose il calcolo di un fattore *N* (*incremento sismico*), cioè di un incremento locale dell'intensità sismica prevedibile nell'area considerata, attraverso la relazione :

$$N = 1,67 (\log V_{p_0} - \log V_{p_x}) + e^{-0,04 h^2} \quad *(1)$$

dove

$V_{p_0} = R_0$ = rigidità di una roccia di riferimento (nel caso in esame la lava)

V_{p_x} = rigidità dello spessore di terreno considerato nel punto stazione

h = profondità della falda freatica dal piano di campagna.

Il *fattore idrologico* sarebbe influente solo quando la falda idrica è presente entro i primi 10 metri di profondità a partire dal piano campagna.

Tuttavia recenti vedute tenderebbero ad attribuire al fattore idrologico scarsa influenza per quanto riguarda un aggravio delle azioni sismiche sia perchè la presenza di acqua è uno dei parametri che già condiziona il valore sperimentale delle velocità utilizzate per il calcolo dell'impedenza, sia perchè è stato osservato che, in occasione di alcuni eventi sismici (Bucarest 1977), le aree con falde superficiali non hanno manifestato più danno ai manufatti delle aree con falda profonda o assente.

Il *Medvedev* propose *sette categorie* sismologiche fondamentali del suolo dai meno rischiosi (*graniti*) ai più rischiosi (*terreni sciolti*) ordinati in maniera *decescente* rispetto



alla compattezza e all'impedenza sismica e in modo *crescente* rispetto all'incremento sismico .

La riproposizione del metodo Medvedev fatto da *Broili* consiste in una *nuova classificazione* delle categorie sismologiche portate da sette a undici ; categorie che vanno da un litotipo compatto, massiccio dotato delle migliori caratteristiche geomeccaniche (calcare massiccio, lava) che viene scelto convenzionalmente come terreno di riferimento per il calcolo degli incrementi sismici, fino ai peggiori , i terreni incoerenti, che sono meccanicamente scadenti .

Definito quindi il terreno di riferimento e calcolato il valore della rigidità sismica per *ogni livello sismico* , è possibile determinare in base alla formula di Medvedev il valore dell'incremento sismico di *ogni livello sismico* e, successivamente, il valore dell' *incremento sismico locale N* correttivo dell'intensità macrosismica di base, inteso come *media* degli incrementi sismici degli *n* strati .

In base alla legislazione vigente (*D.M. 24.1.1986 Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica*) nella valutazione degli effetti sismici sulle strutture, sia con analisi statica che dinamica, viene fatto riferimento al già citato *coefficiente di intensità sismica di base c* che è funzione del *grado di sismicità S* attribuito alla zona tramite la relazione :

$$c = (S-2) / 100$$

a Casalnuovo di Napoli, zona di 3^a categoria sismica $S = 6$ e $c = 0,04 g$.

Nell' *analisi statica* il coefficiente *c* è legato alla valutazione dell'azione sismica di progetto *F* dalla relazione :



$$F = M \times W$$

dove W rappresenta il *peso della struttura* e M è il *coefficiente sismico* dato da :

$$M = c \cdot R \cdot E \cdot B \cdot y$$

dove c è il citato coefficiente sismico di base, R il coefficiente di risposta della struttura, E il coefficiente di fondazione, B il coefficiente della struttura e y il coefficiente di distribuzione delle azioni sismiche sulla struttura .

Nell' *analisi dinamica* , c è legato alla valutazione degli effetti sismici tramite la relazione

$$a / g = c \cdot R$$

dove a è l'accelerazione spettrale del sisma, g è l'accelerazione di gravità , c ed R sono definiti come sopra .

In tutti i casi il coefficiente c va corretto in rapporto alle condizioni del sito, secondo un fattore correttivo dell'amplificazione locale K per ottenere il valore del *coefficiente di intensità sismica di base corretto o modulato Kt* tramite la relazione :

$$Kt = c \cdot K$$

che va inserito al posto del c di base nella fase di calcolo ingegneristico, in tutti gli algoritmi in cui questo compare .

Il fattore K è funzione dell'incremento sismico locale N tramite la relazione

$$K = 1 + \log N$$



Per quanto concerne il rapporto tra la rigidità sismica ed il valore del coefficiente di fondazione E che entra nell'analisi statica degli effetti sismici, è da specificare che i fattori di incremento di quel parametro usati nella prassi in modo discontinuo, (1 - 1.1 - 1.2 - 1.3) vengono adottati in genere in modo soggettivo dal progettista, talora senza alcun supporto sperimentale, a secondo dei tipi di terreno .

Possiamo suggerire (attraverso Carrara e Rapolla 1987) una *relazione empirica* tra i valori della rigidità e quello di E adottando per questo parametro un fattore amplificativo di incremento compreso fra 1 e 1.3 secondo la seguente tabella :

per valori di Z inferiori a 0.1	$E = 1.3$
per valori di Z compresi fra 0.4 e 0.1	$E = 1.2$
per valori di Z compresi fra 1.5 e 0.4	$E = 1.1$
per valori di Z superiori a 1.5	$E = 1.0$

Noto inoltre il valore di Kt , è possibile risalire al valore dell'angolo di attrito del terreno in condizioni dinamiche, cioè sotto una sollecitazione ciclica di origine sismica, tramite la relazione :

$$Fq = - \arctg Kt \sqrt{2}$$

dove Fq è l'angolo di attrito in condizioni dinamiche e F l'angolo di attrito in condizioni statiche desunto dalle prove di laboratorio .

Determinazione dei parametri elastici



Le determinazioni si basano sul principio che un corpo sollecitato elasticamente, reagisce alla sollecitazione deformandosi in maniera e con intensità che sono dipendenti dall'entità delle sollecitazioni oltre che dalle caratteristiche meccaniche del corpo .

La propagazione delle onde di tipo ondulatorio si verifica principalmente con onde longitudinali o di compressione **P** e di onde trasversali o di taglio **S** . La velocità di propagazione dei due moti ondulatori è caratterizzata da due parametri elastici, definiti *costanti di Lamè*, che sono rappresentati dal **modulo di incompressibilità K** espresso come rapporto tra la pressione esercitata su un corpo e le conseguenti variazioni di volume e dal **modulo di rigidità M** espresso come rapporto tra lo sforzo tangenziale esercitato su un corpo e conseguente deformazione rappresentata dall'angolo di scorrimento .

Altri parametri elastici fondamentali sono costituiti dal **modulo di Young σ** espresso come relazione fra sforzo normale esercitato e variazione di lunghezza e dal **coefficiente di Poisson ν** che rappresenta la variazione relativa di larghezza di un corpo e conseguente variazione di lunghezza del medesimo .

Tutti i parametri cinematici che caratterizzano gli strati o gli orizzonti del sottosuolo possono essere ottenuti direttamente dalla determinazione delle velocità delle onde sismiche sia di compressione **P** che di taglio **S** .

I valori delle velocità di propagazione **V_p** e **V_s** relativi ai singoli strati, unitamente ai rispettivi valori della densità relativa sulla base dei quali vengono definiti tutti i parametri già descritti, sono riportati nell' *Elaborato 14 Indagini geognostiche* .



COMMENTO ALLA CARTA DELLA ZONAZIONE SISMICA

TAVOLA N° 19

La prospezione sismica in foro con la tecnica *down - hole* eseguita sul territorio del comune di Casalnuovo per l'adeguamento sismico del P.R.G. ha evidenziato la presenza nel sottosuolo di terreni caratterizzati da *velocita' sismiche medio basse* tranne che in localita' *Casarea* ove sono stati ottenuti valori massimi delle velocita' sismiche dell'ordine di circa 3000 m/sec. Questi valori sono correlabili con litotipi di natura piroclastica sia *incoerenti* (ceneri, sabbie, pozzolane e lapilli) come quelli riscontrabili nelle parte superiore della successione stratigrafica, che *litoidi* (tufo grigio campano e sue facies) che si rinvengono più in profondita'.

Per i termini *incoerenti* giacenti sul substrato tufaceo litoide sono stati ottenuti valori medi delle V_p compresi in un range di 602 - 950 m/sec e valori medi delle V_s compresi nell'intervallo 186 - 335 m/sec.

Per i termini ascrivibili all' *ignimbrite campana* (tufo grigio) si sono ottenuti valori medi delle V_p compresi tra 1300 - 1366 m/sec e di 600 - 626 m/sec per le V_s .

L'esame comparato dei valori delle velocita' intervallari con quello dei dati stratigrafici mostra la presenza frequente , nei dati sismici , di inversioni di velocita' dovute nel caso dei terreni di copertura dell'ignimbrite campana alle frequente variazioni di granulometria ed anche di litologia in corrispondenza dei punti di misura.



Le inversioni che invece si ritrovano anche nell'ambito tufaceo sono causate dallo spinto grado di autometamorfismo con fenomeni di zeolitizzazione che originano differenti gradi di litificazione all'interno del deposito da flusso piroclastico che costituisce la facies ignimbratica del tufo grigio campano ; tale variazione e' evidente, in campo regionale, procedendo dalle zone marginali della Piana campana verso il suo centro.

Per quanto concerne la risposta sismica locale, essa e' stata calcolata in corrispondenza dei diversi siti ove sono state eseguite le misure *down - hole* l'incremento sismico (**N**) - applicando l'algoritmo del Medvedev - e quindi il valore del **Kt** (*accelerazione sismica locale amplificata*) definito anche come coefficiente sismico di base " corretto ".

Nel calcolo dell'incremento sismico sono state tenute in considerazione le seguenti condizioni a contorno:

a) - e' stato assunto come basamento rigido di riferimento (Formazione lapidea di base) l'orizzonte lavico rinvenuto dalle trivellazioni in localita' Casarea cui e' stata attribuita una impedenza sismica trasversale pari a 5 .

b) - nel calcolo sono state utilizzate, come prevede la tecnica del Medvedev, i valori delle onde *S* desunte dalle prove in foro e non quello delle onde *P* desunto da misure di superficie e come generalmente ed erroneamente viene fatto.

c) - e' stato considerato solo l'influenza del fattore litologico eccetto che nelle aree morfologicamente depresse (*Feneria* a sud , *Capomazzo-Licignano* a nord) ove nel calcolo di **N** , per le particolari condizioni litologiche e idrologiche del sito, e' stato



preso in considerazione anche il fattore idrologico. In tutti i casi il fattore morfologico non ha avuto rilevanza in quanto si tratta di zone non acclivi con pendenze insignificanti.

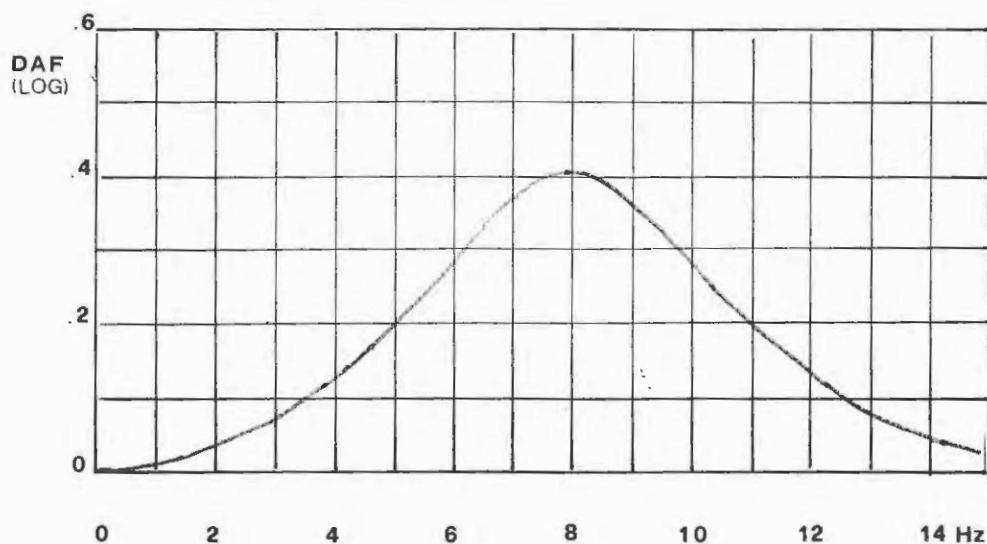
d) - nel calcolo di N non si e' tenuto conto dei *primi 4 metri* di terreno costituito in genere da materiali alterati, sismicamente scadenti, che comunque verrebbero asportati nel corso delle opere di edificazione .

e) - sono stati presi in considerazione dati storici relativi ad altre prospezioni sismiche per integrare e completare i dati sperimentali di campagna .

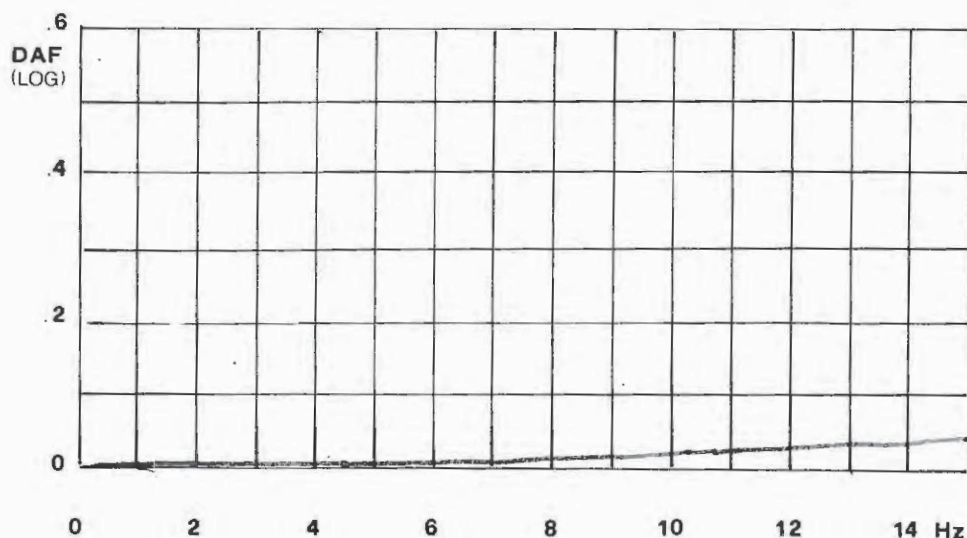
I valori di N e K_t in corrispondenza delle aree sismicamente omogenee ricostruite risultano essere i seguenti:

<i>Località</i>	<i>N</i>	<i>K_t</i>
Casarea	0.53	0.03
Tavernanova-La Pigna	1.36	0.045
Feneria	2.69	0.06
Licignano	1.52	0.047
Casalnuovo Borgo	1.33	0.045
La Pigna-Comparto 3	0.98	0.04
Tavernanova-Casamanna	1.72	0.05





caso 1 - Viene rappresentata la risposta sismica di una successione di piroclastiti sciolte, con spessore di 10 m, poggianti su un basamento costituito dalla formazione dell'Ignimbrite Campana. Il grafico mostra una chiara amplificazione (un picco del D.A.F. di 2.5 centrato ad una frequenza di 8 Hz).



caso 2 - Viene rappresentata la risposta sismica di una successione in cui la facies tufacea ignimbritica è affiorante. Si può notare una amplificazione del tutto trascurabile. Quanto osservato indica che le formazioni tufacee possono essere considerate come basamento rigido, nonostante la presenza talora, nelle parti superiori, di facies degradate di piccolo spessore.



compreso fra 0.98 e 1.36 e il coefficiente sismico locale corretto K_t coincide in pratica con il c di base che è 0.04 .

Per quanto riguarda la località *Casarea*, si fa presente che, a partire a -4 metri dal piano campagna, ci si trova nella situazione che prevede : *pozzolana* (o piroclastico equivalente) nel segmento superiore ; *lava* in quello inferiore che funge da substrato ad alta rigidità sismica .

In questo caso l'applicazione del *DAF* prevede (vedi *caso 2* della stessa pagina) un'amplificazione del tutto trascurabile .

Lo stesso dato si evince attraverso il *metodo Medvedev* attraverso i parametri N e K_t che presentano rispettivamente i valori :

$$N = 0,53 \quad - \quad K_t = 0.03$$

Questo valore sta a significare che non si verifica in questo sito alcuna amplificazione sismica .



IL RISCHIO GEOLOGICO

Nello stendere la mappa del rischio geologico che potrebbe interessare il territorio casalnuovese, abbiamo analizzato tutti i dati di cui eravamo a conoscenza anche quelli che non interessavano direttamente l'area di studio .

Abbiamo così individuato i possibili fattori di rischio che potrebbero causare cosiddetti eventi *anormali* o *eccezionali* raggruppandoli per semplicità in :

- *rischio geolitologico*
- *rischio idrogeologico*
- *rischio sismico*
- *rischio vulcanologico*

RISCHIO GEOLITOLOGICO

Interessa *natura, costituzione, giacitura e assetto* dei litotipi che compongono il sottosuolo casalnuovese ; i principali parametri di cui occorre tener conto sono rappresentati da *stato di addensamento del terreno, granulometria, capacità di imbibizione, consistenza litoide, stato di alterazione, caratteri fisici propri, resistenza alla rottura ecc. .*

Semplificando, i fattori di rischio più significativi di cui è opportuno tener conto interessano :

- *la capacità portante propria del suolo*
- *la presenza di cavità nel corpo litologico che abbatta la capacità portante del suolo sovrapposto .*



Capacità portante del suolo

Della costituzione dei litotipi che conformano il territorio comunale ne abbiamo già parlato sufficientemente nel capitolo riguardante la *Geologia* ; i termini quantitativamente e qualitativamente più rappresentativi sono costituiti da *suolo agrario* e *paleosuoli*, *piroclastiti incoerenti* (pozzolane s.l.) *più o meno alterate* , *cinerite compatta* (tasso), *pomici*, *sabbie più o meno addensate*, *tufo litoide*, *lava* . A questi vanno aggiunti *limi*, *argille*, *torbe* che ritroviamo più diffusamente nella zona di Feneria .

Analizziamo rapidamente le caratteristiche di ciascuno di essi :

Suolo agrario : quando è presente, costituisce l'attuale superficie di campagna ; si presenta soffice, aereato, più o meno alterato e trasformato in humus e minerali argillosi . Lo spessore varia da zona a zona : da 20-30 cm a oltre un metro . A luoghi può essere sostituito da materiali di riporto, di colmata e di discarica ; va completamente asportato in caso di interventi edificatori .

Paleosuoli : sono presenti a più livelli nell'immediato sottosuolo, fino a 10-15 metri di profondità, in numero di tre-quattro , localmente anche più . Rappresentano vecchie superfici topografiche fossilizzate da apporti o ricaduta di piroclastiti . Lo spessore è variabile da zona a zona e da livello a livello : da 20-30 cm a oltre un metro . Per la scarsa consistenza, lo scarso addensamento, per la presenza di materiali facilmente costipabili condizionano la capacità portante del segmento stratigrafico superiore ; a luoghi possono presentarsi allo stato di *torba*, litotipo inconsistente fortemente comprimibile . Per quanto possibile ne è consigliato l'asporto .

Caratteri geotecnici di riferimento	
Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.16
Coesione (kg/cmq) c'	0.13
Angolo di attrito interno φ°	19
Resistenza media alla punta (kg/cmq)	10-15

Torbe : rappresentano un particolare tipo di suolo molto evoluto dove la componente vegetale supera anche di molto la componente minerale argillosa . Si formano in ambienti particolari ricchi di acqua o con acqua esondabile o di acquitrino . Sono estremamente

comprimibili e accusano scadenti caratteristiche litotecniche . Presenti su più livelli nella zona di *Feneria* è possibile ritrovarle anche in aree di basso morfologico o in corrispondenza di paleosuperfici depresse (*Capomazzo, Siviglia, San Giuliano ecc.*) .

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.1
Coesione (kg/cm ²) c'	
Angolo di attrito interno φ°	
Resistenza media alla punta (kg/cm ²)	10

Piroclastiti incoerenti (pozzolane s.l.) : sono costituite essenzialmente da cenere e sabbia ma possono contenere anche piccoli lapilli lapidei e pomici . Prodotti da ricaduta di materiale eruttato e sedimentato in posto o anche dilavato, trasportato per tragitti generalmente brevi e risedimentato . Rari gli strati a grana uniforme : il materiale che si rinviene in giacitura è di tipo misto e disomogeneo per cui è possibile passare in brevi spazi, o anche con maggiore gradualità, dal materiale fine a quello grossolano . Si presentano più o meno addensate o alterate ; sono molto apprezzate come costituenti di malte aeree perchè suscettibili di reagire con la calce della malta ma possono venire utilizzate anche per le malte idrauliche . Disposte su più livelli, rappresentano prodotti di emissione del III° e soprattutto del II° periodo flegreo . Spessore variabile da qualche decimetro a qualche metro . Sono scarsamente resistenti all'erosione e alla compressione.

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.45-1.65
Coesione (kg/cm ²) c'	0.1-0.3
Angolo di attrito interno φ°	24-33
Resistenza media alla punta (kg/cm ²)	30-80

Cinerite compatta (Tasso, terramaschio, testata) : costituisce un livello di riferimento molto importante perchè ad esso si sono affidate, soprattutto per il passato, numerose fondazioni . Si tratta di un livello prevalentemente cineritico ma con una discreta componente sabbiosa fine, che si presenta molto addensato probabilmente per un effetto di autocementazione termogenetica . Lo spessore medio è variabile da zona a zona e va da un minimo di 15-20 cm a un massimo di 50-60 cm ; si rinviene diffusamente nell'immediato sottosuolo di tutto il territorio comunale ad una profondità media di circa 1,5 metri ma variabile da zona a zona ; laddove manca o è stato eroso o è stato asportato artificialmente .

Comunemente si ritiene che questo livello corrisponda alla messa in posto del flusso piroclastico originatosi in seguito alla eruzione pliniana del 79 d.C. che segnò l'inizio

dell'attività del Vesuvio ; non è escluso però che possa avere altra origine e che possa essere assimilato al *tasso* del III° periodo flegreo che viene anche definito *tufo grigio flegreo* ; occorrerebbero numerose e capillari analisi per chiarire il problema .

La consistenza del *terramaschio* casalnuovese può essere definita di tipo *tufoide* anche se non propriamente litoide perchè tende a sbriciolarsi fra le mani . Molto resistente alla compressione , è scarsamente resistente all'erosione e in presenza di acqua corrente tende a disgregarsi .

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.4-1.8
Angolo di attrito interno φ°	30-33
Resistenza media alla punta (kg/cm ²)	120-210
Resistenza alla punta (kg/cm ²) livelli alterati	50-80
Carico di rottura (kg/cm ²)	3-12

Pomici : Si presentano organizzate in livelli e livelletti o anche in maniera diffusa e discontinua in tutta la successione piroclastica . Particolare importanza assume un banco dello spessore medio di circa 1 metro, variabile da zona a zona, che si rinviene fra i 3 e i 5 metri di profondità che corrisponde alla fase iniziale delle emissioni del III° periodo flegreo . Generalmente poco addensate, possono presentare discreti valori di resistenza alla punta allorché si sottopone a sforzo un singolo clasto . Nel passato sono state oggetto di estrazione per ricavarne materiale inerte a fini edilizi o come abrasivo per pulire i marmi attraverso cunicoli sotterranei ; la presenza diffusa di questa rete di minigallerie in prossimità delle aree di estrazione pone seri problemi alla stabilità delle opere di fabbrica che sopra vi insistono compromettendo la capacità portante del terreno di fondazione . Sono scarsamente resistenti all'erosione .

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	0.4-1.5
Coesione (kg/cm ²) c'	0.00
Angolo di attrito interno φ°	30-34
Resistenza media alla punta (kg/cm ²)	35-85
Carico di rottura (Kg/cm ²) su elementi singoli	2.3-2.4

Sabbie più o meno addensate : Si presentano intercalate a più riprese in tutta la successione delle piroclastiti, anche all'interno delle facies tufacee . Aumentano in spessore e frequenza a sud di Tavernanova man mano che ci si avvicina all'area del dominio somma-vesuviano . In corrispondenza dei paleoalvei assumono grande significato per essere abbondanti e molto costipate negli strati inferiori . Sono le cosiddette *arene di fuoco* che provengono dall'erosione delle pendici e delle formazioni

del Somma . Va distinta dalla sabbia vulcanica più propriamente vesuviana che viene definita *arena di lava* per essersi depositata dalle colate di fango che hanno accompagnato le eruzioni vesuviane e che, per essere miste a cenere e più o meno humificate, presentano caratteri più scadenti . Le sabbie addensate si rinvencono a partire da 10-12 metri di profondità anche in località Feneria . Sono abbastanza resistenti alla compressione ma scarsamente resistenti all'erosione e in presenza di acqua tendono a liquefare .

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.4-1.8
Coesione (kg/cm ²) c'	0,00
Angolo di attrito interno φ°	32-37
Resistenza alla punta (kg/cm ²) sec. addensamento	30-150
come sopra , addensate o con lapillo	100-180

Tufo litoide : Giace estesamente nell'immediato sottosuolo del territorio casalnuovese almeno fino all'altezza di Tavernanova . Poi è presente in maniera piuttosto frammentaria per scomparire del tutto oltre la zona di Colonica -Feneria e Casarea . Si conoscono due facies entrambe di aspetto vacuolare : una *gialla*, superiore, dello spessore di pochi metri (uno, due o poco più) , un'altra *grigia*, potente da pochi metri fino a qualche decina di metri almeno fino alle profondità prospettate e conosciute . All'interno del tufo grigio è possibile incontrare *fiamme* e *livelli*, generalmente a scarsa consistenza, di sabbie e piccole pomici, probabilmente falde non diagenizzate nell'ambito dell'ammasso tufaceo . Tra il tufo giallo e il tufo grigio si rinviene talora un consistente livello di piroclastiti sciolte e sbriciolate anche dell'ordine di qualche decimetro . Alla sommità del tufo giallo è presente un *cappellaccio* di alterazione spesso mediamente mezzo metro, ma talora anche più di un metro, che doveva rappresentare la vecchia superficie topografica lungamente esposta agli agenti atmosferici .

La formazione tufacea è generalmente presente a partire dagli 8 metri o entro i 16 metri di profondità ma può essere anche intercettato a profondità minore degli 8 metri o maggiore dei 16 metri a secondo delle zone . Geneticamente si fa risalire all'attività del I° periodo flegreo (*ignimbrite campana*) la cui messa in posto risale a circa 30-36.000 anni fa .

Per la consistenza litoide che presenta il tufo può essere considerato un buon livello di appoggio per le opere di edificazione . E' però del tutto necessario superare il cappellaccio di alterazione superficiale e sincerarsi che l'appoggio della fondazione non insista sui livelli e sulle fiamme incoerenti all'interno del tufo .

Caratteri geotecnici di riferimento

Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ	1.7-1.8
Resistenza alla punta (kg/cm ²) cappellaccio	120-270
Resistenza alla punta (kg/cm ²) tufo	>300-480
Carico di rottura (kg/cm ²) parte superficiale	13-20



Lava : E' presente nell'immediato sottosuolo, nella parte più meridionale del territorio comunale, in località *Casarea* . Interecettibile alla profondità media di circa 10 metri, variabile da zona a zona, è potente alcuni metri ma va rapidamente rastremandosi verso nord (*contrada Volla-Colonica*) fino a scomparire del tutto . Talora presente nella parte alta una scoria lavica bollosa e frantumata ; a luoghi la scoria lavica (*ferrugine*) sostituisce completamente il banco di lava . Di natura *tefritica*, è sottoposta allo spesso banco pomiceo che segna l'inizio dell'attività del III° periodo flegreo per cui la sua messa in posta è stata perlomeno coeva al II° periodo flegreo (8-10.000 anni) .

Le lave, chiamate localmente anche *pietrarse*, costituiscono un buon basamento di appoggio per fondazioni grazie all'alto grado di resistenza alla compressione e all'elevato peso specifico .

Caratteri geotecnici di riferimento	
Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ (ferrugine)	1.8
Peso dell'unità di volume (gr/cmc) γ (lava)	2.7-2.9
Carico di rottura (kg/cm ²) ferrugine	48-50
Carico di rottura (kg/cm ²) lava	800-900
Resistenza media alla punta (kg/cm ²)	rifiuto

Nel fare un riepilogo sulle *caratteristiche litotecniche* dei principali costituenti del sottosuolo casalnuovese ricordiamo che:

l'*orizzonte lavico* costituisce un ottimo livello di riferimento ai fini delle opere di edificazione ;

il *tufo litoide* costituisce un buon livello di riferimento soprattutto perchè è largamente presente nell'ambito del territorio comunale;

il livello di *tasso-terramaschio* (cinerite compatta) ancorchè comodo per trovarsi a piccole profondità è da prendere con una certa cautela perchè il suo spessore è estremamente variabile o anche perchè si può presentare più o meno alterato e questa condizione abbassa notevolmente le caratteristiche di portanza . In più il litotipo è estremamente sensibile alle fluttuazioni della falda freatica potendo perdere la



caratteristica di compattezza e la coesione sotto sollecitazione idrica . Ogni intervento di affidamento di fondazioni a questo orizzonte deve essere attentamente vagliato dopo rigorose indagini puntuali ;

i livelli di *pozzolana* per quanto variamente addensati, sono piuttosto inaffidabili per la tendenza alla costipabilità soprattutto se più o meno alterati o humificati ; in più risultano facilmente erodibili da parte delle acque dilavanti e di infiltrazione ;

i livelli di *sabbia* anche addensati sono anch'essi poco affidabili per la coesione pressochè nulla che li rendono facilmente erodibili da parte delle acque dilavanti e di infiltrazione ; del tutto sconsigliati se annegati in persistente falda idrica che potrebbe favorire fenomeni di liquefazione in caso di forti sollecitazioni sismiche ;

i livelli di *pomici* non sono affidabili per il disomogeneo stato di addensamento dei clasti e la scarsa resistenza alla rottura ;

le *torbe* e i *paleosuoli* non possono essere presi in considerazione per l'estrema cedevolezza dei loro orizzonti soffici e inconsistenti .

Presenza di cavità ipogee

La pratica diffusa di estrarre materiale lapideo o incoerente in sotterraneo attraverso cunicoli e gallerie nel secolo scorso e per tutto il secondo decennio di questo secolo ha reso particolarmente vulnerabile il sottosuolo casalnuovese introducendo un nuovo fattore di rischio geologico : *il rischio cavità* , rischio che si presenta tanto più subdolo in quanto si è perduta la memoria storica della presenza e dell'esatta ubicazione delle cavità stesse .

Il loro abbandono prolungato nel tempo e la mancanza di ogni sorta di manutenzione originano non di rado cedimenti che sono causa di improvvisi sprofondamenti lungo le



reti viarie soprattutto in occasione di lavori di manutenzione della rete dei sottoservizi o in corrispondenza di edifici che non sono sostenuti adeguatamente da terreni idonei a sostenere i carichi di esercizio .

I litotipi suscettibili di ospitare cavità non conosciute sono il *tufo campano* e le *pomici* . Solo eccezionalmente potrebbero incontrarsi cunicoli di escavazione in corrispondenza delle *pozzolane* perchè queste in zona sono state generalmente cavate a cielo aperto .

Le zone dove è possibile incontrare tale inconveniente sono quelle di più antico insediamento : *Corso Umberto I°* (parte alta), *via Virnicchi*, *via Roma* (parte alta), *via Arcora* , porzione orientale di *Tavernanova* e aree limitrofe ; il fattore di rischio va però ragionevolmente esteso a una porzione ben più ampia di territorio (vedi anche Tav. 18) .

Poichè risulta abbastanza problematico poter individuare a priori la presenza di cavità nascoste nel sottosuolo e in mancanza di dati storici a disposizione è buona norma, nelle zone a rischio, procedere a un infittimento delle indagini puntuali che però non potranno mai scongiurare il pericolo della presenza di piccole cavità che possono sfuggire anche ad un fitto monitoraggio di prospezioni . Per diminuire i fattori di rischio si potrebbe far ricorso alle nuove tecnologie, ancora in fase di sperimentazione, che si basano sull'analisi microgravimetrica e sulla prospezione radar del sottosuolo .

RISCHIO IDROGEOLOGICO

La valutazione del rischio idrogeologico nell'area casalnuovese interessa principalmente tre aspetti :

- *fluttuazione del livello della falda freatica con possibilità di esondazione laddove questa è prossima alla superficie*



- interazione della stessa freatica con l'acquifero in caso di sollecitazioni sismiche
- erodibilità dei terreni piroclastici .

Fluttuazione della freatica

Dall'analisi comparativa delle *isofreatiche* (linee che uniscono punti aventi la stessa altezza del livello piezometrico) rilevate nella campagna dicembre 1995 con quelle della primavera 1986 emerge un dato saliente : un abbassamento medio del livello piezometrico della freatica di 2,5- 3 metri in dieci anni che in alcune zone (*San Giuliano*) raggiunge i 4 metri .

Sul fenomeno occorre fare alcune considerazioni : 1) viene escluso che l'abbassamento sia dovuto ad uno sfasamento stagionale nel rilevamento del corpo idrico (in primavera le riserve idriche in falda solitamente sono maggiori) perchè questo avrebbe potuto comportare una fluttuazione al più dell'ordine di pochi decimetri ; 2) l'abbassamento della piezometrica è molto più sensibile nel settore nord del territorio comunale, quello che tributa verso i Regi Lagni ; 3) l'abbassamento della freatica è del tutto contenuto , a luoghi pressochè inesistente nel settore sud che tributa verso la valle del Sebeto .

Fatte queste considerazioni , vengono individuate due porzioni di territorio, uno *centrosettentrionale* ed uno *meridionale* dove la fluttuazione della falda può comportare aspetti diversi di rischio idrogeologico .

Nell'area *centrosettentrionale* , da *Tavernanova* verso nord e soprattutto nelle zone di *Capomazzo*, *Licignano*, *Siviglia*, *San Giuliano*, *Talona* il ritiro della falda verso il basso può determinare un lento costipamento del terreno incoerente che prima ospitava la falda nei vuoti, soprattutto di quelli più comprimibili (torbe,paleosuoli) provocando nuovi possibili cedimenti alle strutture edificate .



Nell'area *meridionale*, soprattutto in contrada *Salice* e *Feneria* sono invece possibili fenomeni di *esondazione* della falda freatica in concomitanza di grossi eventi meteo fisici con tutti i rischi connessi, facilmente prevedibili.

Interazione freatica-acquifero in caso di sollecitazioni sismiche

Come è noto l'incremento locale dell'intensità sismica viene condizionato anche dalla profondità della falda dal piano di campagna; il fattore idrologico però diviene influente solo entro i primi 10 metri a partire dal p.c.

Nell'area casalnuovese le zone interessate a questa possibile interazione *sulla base degli attuali rilievi* sono quella di *Feneria* e *Salice* dove la particolare conformazione del sottosuolo potrebbe dare origine a fenomeni di liquefazione del terreno e ancora le zone di *Capomazzo*, *Siviglia*, *San Giuliano*. Qui, però, è possibile che un nuovo innalzamento della falda freatica possa condizionare più negativamente la previsione di incremento sismico soprattutto se questa dovesse raggiungere i livelli più scadenti sotto il profilo litomeccanico; si rendono quindi necessarie in queste aree accurati rilievi geognostici puntuali in caso di edificazione.

Erodibilità dei terreni piroclastici

E', questo, un fattore di rischio idrogeologico che molto spesso viene trascurato e a torto. I terreni piroclastici, quali sono tutti quelli che conformano il sottosuolo casalnuovese, sono *facilmente erodibili*, in alcuni casi *estremamente erodibili* sotto l'azione delle acque correnti, delle acque dilavanti e anche delle acque di infiltrazione. Non sfuggono a questa azione neanche i terreni più addensati come il terramaschio e nemmeno il tufo litoide che può subire un'azione erosiva un pò più lenta degli altri contermini ma sempre sostenuta nel tempo.

Unica eccezione la lava. Pozzolane, sabbie, cineriti, lapilli, pomici ecc. vengono rapidamente erosi con le conseguenze che sono facilmente prevedibili.



Si consiglia pertanto nel progettare qualsiasi opera di edificazione, dai fabbricati alle infrastrutture, ai servizi e sottoservizi *anche e soprattutto durante l'ordinaria manutenzione*, di assicurarsi che tutte le opere di deflusso e di drenaggio delle acque reflue e di dilavamento, degli acquedotti, dei pozzi, delle cisterne e di quant'altro possa prevedere una circolazione idrica o far temere una perdita idrica, *siano a tenuta*.

Il pericolo indotto sarebbe una inevitabile perdita della capacità portante dei terreni con tutte le conseguenze prevedibili.

RISCHIO SISMICO

Il rischio sismico è connesso alla interazione terreno-struttura in caso di terremoto.

I fattori da prendere in considerazione sono quelli che amplificano la risposta litomeccanica dei terreni a secondo dell'assetto geologico locale.

Dalla lettura della *Carta della zonazione sismica Tav. 19* si evince che la zona che corrisponde alle contrade di *Salice* e di *Feneria* sono le più esposte al rischio sismico con valori previsti di incremento sismico locale $N = 2.69$ e un coefficiente di intensità sismica corretto $K_t = 0,06$; per la particolare configurazione geologica del sottosuolo sono possibili anche fenomeni di liquefazione del terreno.

Altre aree a maggiore rischio sismico sono quelle di *Tavernanova-Casamanna* e di *Capomazzo-Licignano* (vedi Tavola 19).

Per tutte le aree dove esiste un *bedrock litoide di riferimento* tufaceo o lavico che sia ci si pone l'interrogativo: come reagisce il materasso piroclastico incoerente che sovrasta i più rigidi orizzonti di riferimento sotto sollecitazione sismica? dall'analisi del F.A.D. (*fattore di amplificazione dinamico*) proposto nel capitolo *Zonazione sismica* si è evinto che per la situazione-tipo del territorio casalnuovese si ottiene un picco di apilificazione in



corrispondenza di una frequenza di 8 Hz che comunque si colloca fra quelle di medio valore .

Si lascia ovviamente ai tecnici la responsabilità di valutare caso per caso , su ogni singolo progetto, i possibili effetti dell'interazione terreno-struttura pur ritenendo che, per quanto possibile, è preferibile affidare le strutture fondali al più rigido bedrock litoide di riferimento (tufo pieno o lava) .

RISCHIO VULCANICO

La diffusa presenza nell'ambito del territorio comunale di piroclastiti da ricaduta provenienti dall'area vesuviana fa ritenere a ragione che esista un concreto rischio connesso alla ripresa dell'attività eruttiva del Vesuvio .

Del resto nel piano di prevenzione del rischio vulcanico predisposto nel 1995 dalla Protezione Civile, l'area di Casalnuovo è classificata come *zona interessata agli effetti secondari* .

Tra gli scenari possibili di questi *effetti secondari* sono da prendere in particolare considerazione :

- la possibilità di un *evento sismico* che potrebbe raggiungere l'intensità di 4.5 gradi di magnitudo (scala Richter) pari a un terremoto classificabile nell'ambito del settimo grado della scala Mercalli ;
- la possibilità di *ricaduta di ceneri* il cui volume di deposizione può essere più o meno rilevante a secondo della durata e intensità della fase parossistica e delle generali condizioni meteofisiche, in particolare direzione e intensità dei venti .

Per quanto riguarda questo secondo punto è opportuno precisare che sulla base delle indicazioni stratigrafiche che costituiscono memoria storica della ricaduta di piroclastiti, è possibile che in una fase di evento parossistico acuto si accumuli in un tempo



relativamente breve uno strato di ceneri e lapilli di circa 10-20 cm che andrebbe a gravare sulle strutture edificate con un peso medio ipotizzabile in circa 300 kg per metro quadro ($\gamma = 1.5 \text{ gr/cmc}$).

Le considerazioni esposte sono di carattere puramente indicativo non potendosi prevedere ragionevolmente tipologia, intensità e durata di una eventuale ripresa dell'attività eruttiva del Vesuvio.

COMMENTO ALLA CARTA TECNICA DI SINTESI IN PROSPETTIVA GEOLOGICA - TAVOLA 20
--

Vengono definite 5 *zone geologiche* più o meno omogenee individuate sulla base degli studi e delle analisi effettuati sul territorio comunale.

Per comodità del lettore vengono riportati i limiti delle zone sismicamente omogenee e, a sfondo più scuro, le aree potenzialmente interessate da fenomeni di dissesto per presenza di cavità nel sottosuolo.

Le zone vengono così suddivise:

- Zona **ZG1**: piroclastiti più o meno addensate; bedrock tufaceo intercettabile entro i primi 10-12 metri; falda generalmente presente oltre i 10 metri di profondità
- Zona **ZG2**: piroclastiti più o meno addensate; bedrock tufaceo intercettabile oltre i 12 metri, generalmente entro i primi 16 metri; falda generalmente presente entro i primi 10 metri di profondità



- Zona **ZG3** : piroclastiti più o meno addensate ; bedrock lavico presente mediamente entro i primi 10-12 metri ; falda generalmente presente oltre i 10 metri di profondità
- Zona **ZG4** : piroclastiti poco addensate ; assenza di bedrock litoide a profondità significative ; falda generalmente presente oltre i 10 metri di profondità
- Zona **ZG5** : piroclastiti scarsamente addensate ; sedimenti rimaneggiati, limnosuoli, torbe, assenza di bedrock litoide ; falda prossima al piano campagna ; area esondabile e/o con possibili fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici; sconsigliati gli interventi edificatori

I dati riportati sono indicativi, di carattere territoriale ; si rendono quindi necessari rilievi e indagini puntuali per ogni tipo di intervento programmato .

Completano la Tavola 20 gli elaborati Tavv. 17 *Carta idrogeologica*, 18 *Carta della stabilità* e 19 *Carta della zonazione sismica* ai quali si rimanda per una completa lettura di questo elaborato .



CONCLUSIONI

Questa relazione scaturisce dal nuovo studio geologico intrapreso per aggiornare i risultati conseguiti nella precedente campagna 1985 e per consentire l'integrazione dello strumento urbanistico generale come richiesto dal competente C.T.R. provinciale .

Va chiarito che le indicazioni fornite sono da intendersi di carattere programmatico ai fini urbanistici . La grande variabilità dell'assetto geologico del sottosuolo e la eterogeneità dei litotipi impone comunque il ricorso a indagini puntuali dirette per ogni tipo di intervento edificatorio .

Nel concludere il nostro lavoro ci soffermiamo sulla esigenza di prevedere un piano di studio e di intervento per tenere sotto controllo il problema della stabilità del suolo minato nelle aree più urbanizzate da troppa cavità ipogee, della maggior parte delle quali se ne è persa memoria storica .

Sottolineiamo il grave problema del depauperamento della falda idrica ; in via breve, sulla base dei rilievi effettuati a dieci anni di distanza è stato possibile ipotizzare la perdita di riserve idriche disponibili nell'immediato sottosuolo in circa un milione e mezzo di metri cubi l'anno . E' opportuno altresì precisare che l'abbassamento del livello piezometrico della falda o anche la sua fluttuazione incontrollata possono determinare scompensi nell'assetto naturale del piroclastico incoerente che ricopre estesamente per parecchi metri il territorio comunale e potrebbe comportare diverse valutazioni dei coefficienti sismici di riferimento nelle aree interessate al fenomeno variativo .



E' opportuno infine ricordare che il Comune di Casalnuovo è inserito dal Piano di interventi della Protezione Civile nella zona interessata agli effetti secondari in caso di ripresa dell'attività eruttiva del Vesuvio e che questi effetti dovrebbero prevedere attività sismica indotta e ricaduta di ceneri e piroclasti .

Per concludere, ringraziamo l'Amministrazione Comunale e il Commissario ad Acta per la fiducia che hanno voluto accordarci .

Casalnuovo di Napoli, gennaio 1996

Dott. Geol. Lorenzo Bonetti

Prof. Geol. Ernesto Cravero

