

P R E M E S S A

Su incarico dell'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI PALAZZOLO DELLO STELLA è stato effettuato, nel periodo gennaio-marzo 1997, un aggiornamento dello studio geologico-tecnico dell'intero territorio comunale per l'estensione della nuova Variante al P. R. G. C., affidata al dott. arch. Varnero Vanelli di Palmanova.

Per tale aggiornamento sono state esaminate le risultanze degli studi condotti in precedenza e in particolare:

- ***Studio geologico-tecnico del territorio comunale*** - Comune di Palazzolo dello Stella - aprile 1990 (redatto, dal dott. geol. Maurizio Pivetta)

- ***Piano di sistemazione del bacino idrografico Corno-Stella*** - Consorzio per la bonifica e lo sviluppo agricolo della Bassa Friulana - Udine 15.01.1969 (redatto dagli ingegneri Giovanni Picotti, Raffaele Cola, Attilio Cudignello, Roberto Foramitti).

- ***Piano di sistemazione idraulica del bacino del Corno-Stella*** - Direzione regionale dei Lavori Pubblici - Servizio dell'Idraulica - Trieste febbraio 1990 (redatto dalla SERTECO s.r.l. di Udine).

- ***Studio per la valutazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Palazzolo dello Stella*** - Comune di Palazzolo dello Stella - febbraio 1994 (redatto dal dott. geol. Mario Cuttini e dal geom. Graziano Zia).

- ***Relazione geologico-tecnica per la Variante al P.R.G.C. riguardante l'area artigianale e industriale D2*** - Comune di Palazzolo dello Stella - giugno 1995 (redatto dal dott. geol. Mario Cuttini).

- ***Relazione geologico-tecnica per la variante al P.R.G.C. di Palazzolo dello Stella riguardante gli ormeggi lungo il Fiume Stella*** - Comune di Palazzolo dello Stella - febbraio 1997 (redatto dal dott. geol. Mario Cuttini).

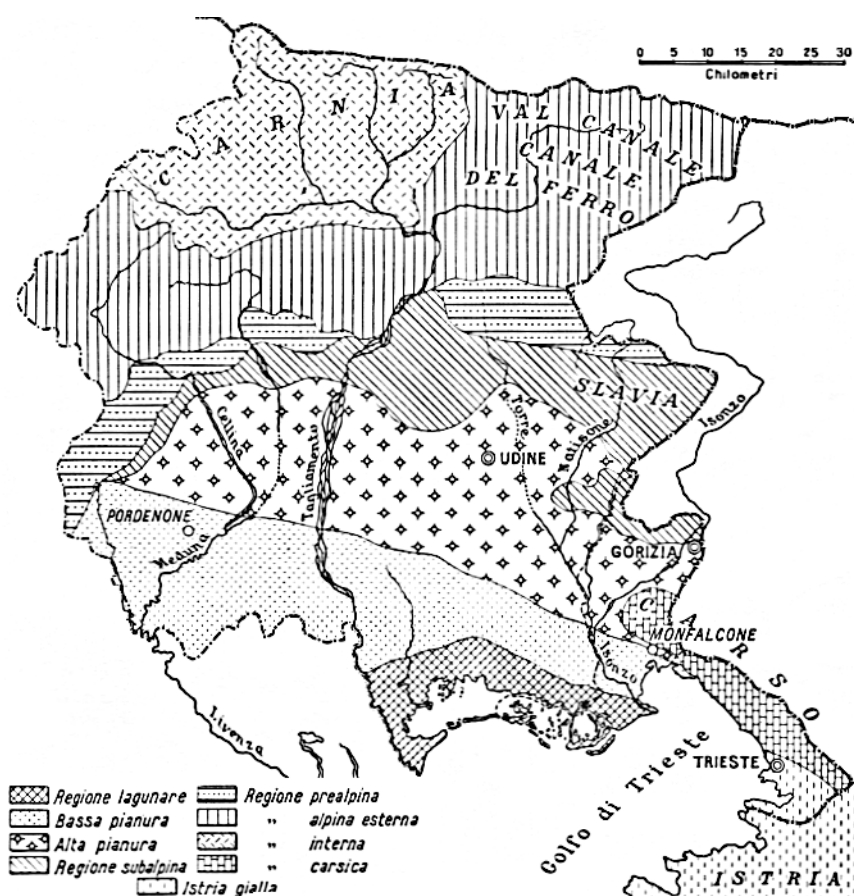
In considerazione della messe di dati geognostici a disposizione si è ritenuto superfluo eseguire ulteriori prospezioni pertanto le indagini si sono limitate a ricognizioni delle aree critiche, specie in rapporto al rischio idraulico.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Palazzolo dello Stella ha una superficie di 37.44 kmq, è compreso tra 45° 44' 06" e 45° 49' 55" di latitudine Nord, tra 13° 01' 20" e 13° 07' 34" di longitudine Est e la sua altitudine varia tra 6.00 e -1.50 m sul l.m.m.

Rientra nelle Tavolette dell'I.G.M.I. Latisana (F 40 III NO), Palazzolo dello Stella (F 40 III NE), Cesarolo (F° 40 III SO), Lignano Sabbia d'Oro (F° 40 III SE) e negli Elementi della Carta Tecnica della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia Campomolle (087134), Chiarmacis (087131), Pocenia (087144), Modeano (087133), Palazzolo dello Stella (087132), Roggia Velicogna (087143), Crosere (108014), Precenicco (108011), Piancada (108024), Titiano (108012), Cascinali Marianis (108023), Tenuta Marzotto (108022), La Favorita (108051), Casone Guzzon (108064).

E' interamente compreso nella Bassa Pianura Friulana e si estende approssimativamente tra l'autostrada Venezia-Trieste a Nord e la laguna di Marano a Sud, mentre i confini orientale e occidentale sono in gran parte segnati rispettivamente dai corsi del Turgnano e dello Stella.



Le sottoregioni naturali, secondo O. Marinelli

GEOLOGIA GENERALE

L'assetto morfologico del territorio è pianeggiante, leggermente degradante verso Sud (0.1÷0.2 %), a tratti interrotto dai solchi di terrazzamento fluviali che costituiscono le bassure di risorgiva, unico elemento di rottura in un paesaggio nel complesso monotono. Altro elemento morfologico, talora appena percettibile sono, nella parte più settentrionale, le dorsali che costituiscono il complesso alluvionale sabbioso-argilloso, nel quale si insinuano fasce sabbioso-ghiaiose leggermente depresse.

A Sud di Palazzolo la piana è intersecata da una fitta rete di canali di drenaggio che fanno capo a impianti idrovori e contornata da massicce arginature.

Il principale corso d'acqua è il fiume Stella che si sviluppa a valle della linea delle risorgive lungo la quale viene a giorno la falda freatica dell'Alta Pianura Friulana, ostacolata nel suo deflusso da una repentina diminuzione di permeabilità dei sedimenti.

Esso scorre con andamento meandriforme in un solco di terrazzamento (bassura di risorgenza) che raggiunge la sua larghezza massima, di circa quattro chilometri, fra Ariis e Rivignano e un'altezza media di 4÷5 m.

Sulla destra, da un'infossatura appena percettibile, si sviluppa una scarpata che corre per Muscletto, Romans, Rivignano, Teor fino a Palazzolo per estinguersi poco a Sud di Precenicco. Sulla sinistra, l'altra scarpata si delinea nei pressi di Sivigliano e prosegue poi per Flambruzzo, Ariis, Chiarmacis, Rivarotta, Palazzolo estinguendosi presso Piancada.

La Bassa Pianura Friulana è stata costruita in prevalenza dalle acque di fusione del ghiacciaio tilaventino che abbandonarono, per il progressivo affievolirsi dell'energia di trasporto, materiali a granulometria eminentemente fine.

Per il succedersi di fasi più o meno intense di deposizione il materasso alluvionale ha tuttavia una costituzione alquanto complessa come attestano le colonne stratigrafiche allegate, relative a terebrazioni effettuate in zona, tratte dal "Catasto Regionale dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli-Venezia Giulia" - Trieste 1990.

I terreni superficiale sono raggruppabili in sette unità, distinte nella carta pedologica che segue, tratta da quella di A. Comel et Alii - 1982 e redatta a cura del Centro Regionale per la Sperimentazione Agraria, in base alla loro genesi e composizione granulometrica.

Il substrato roccioso, costituito da depositi terrigeni terziari, ha un andamento irregolare ed è a profondità elevatissime.

Sotto il profilo tettonico si rileva che le prospezioni sismiche (Amato et al. 1976; Pieri e Groppi - 1981) hanno individuato alcune linee sepolte con direzione NW-SE tra cui faglie inverse dinariche, con accavallamento verso SW, accompagnato da trascorrenza destrorsa (faglie Udine-Buttrio, di Terenzano, di Palmanova) e blande pieghe.

Nel modello allegato, tratto dalla pubblicazione di G. B. Carulli et Alii "Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-orientale" - Padova 1982, sono riportate, oltre alle linee sopra indicate, le aree in sollevamento e abbassamento per fenomeni compressivi tuttora intensi.

All'attività in ambito neotettonico (Pliocene-Attuale) delle suddette

dislocazioni è dovuta la sismicità del luogo; infatti si prevedono, considerato un periodo di ritorno di cento anni, terremoti del VI grado della scala M.C.S. con accelerazioni al suolo dell'ordine di 0.04 g.

Come in tutta la bassa pianura non si riscontra una vera e propria falda freatica bensì degli adunamenti acquiferi superficiali strettamente legati a variazioni nella granulometria del terreno e alle precipitazioni meteoriche locali. Si distinguono invece sei falde artesiane sovrapposte (Cfr. "Gli acquiferi del sottosuolo della provincia di Udine" di S. Stefanini e F. Cucchi - Roma 1977) di cui la prima si ramifica in tre livelli compresi tra -30 e -80 m sul l.m.m. e l'ultima è a -240 m sul l.m.m. Tutte le falde sono contenute in sabbie e ghiaie, subordinatamente in sole sabbie.

IDROLOGIA E VERIFICHE IDRAULICHE

Le quote di piena dello Stella e conseguentemente l'estensione delle aree esondabili, sono state ricavate in particolare dal recente *Studio per la valutazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Palazzolo dello Stella* redatto dal sottoscritto in collaborazione con il geom. Graziano Zia.

Per gli elementi geometrici dei corsi d'acqua sono stati utilizzati progetti e livellazioni eseguiti per conto del Consorzio di Bonifica Bassa Friulana o direttamente dai suoi tecnici oltre che verifiche eseguite espressamente per il presente elaborato.

ASPETTI IDRAULICI DEL TERRITORIO COMUNALE

Il Comune di Palazzolo dello Stella è interessato da due corsi d'acqua: i fiumi Turgnano e Stella che, come già rilevato, segnano in parte i confini orientale e occidentale e sfociano nella Laguna di Marano.

Numerose sono le rogge che prendono origine lungo la linea delle risorgive, a ridosso del rilevato autostradale, tra cui la maggiore è la Roggia Velicogna.

A sud della statale Trieste-Venezia la campagna è solcata dalla fitta rete di canali del consorzio di Bonifica Bassa Friulana che si integrano e in parte ricalcano gli antichi colatori naturali.

La porzione settentrionale del bacino è a scolo naturale, controllato da chiaviche sul fiume Stella, mentre quella meridionale, a valle dello scolo Piancadello, è *sotto macchina* ed è suddivisa in due bacini: le bonifiche *Fraida* e *Volpares*.

La Bonifica Fraida, facente capo all'omonimo impianto idrovoro, ha una superficie di 1430 ha ed è delimitato a nord dal canale Piancadello, a est dal fiume Turgnano, a sud dall'arginatura lagunare, a ovest dal fiume Stella.

Il coefficiente udometrico del bacino è pari a 6.5 l/sxha.

La Bonifica Volpares ha una superficie di 245 ha di cui 122 a scolo meccanico facenti capo all'impianto di sollevamento Volpares e si estende tra la linea ferroviaria Venezia-Trieste a Nord, lo scolo Piancadello a Sud il Turgnano a Est e il principale Canale di raccolta a Ovest.

Entrambi gli impianti idrovori sono stati ristrutturati in tempi relativamente recenti e sono da considerarsi efficienti e correttamente dimensionati.

Il comprensorio di bonifica, che riguarda terreni essenzialmente destinati all'uso agricolo, è quindi da ritenersi idraulicamente sicuro, anche per la ristrutturazione delle arginature eseguita dal citato Consorzio dopo le mareggiate del 1966.

Esiste comunque un'area in sofferenza idraulica, individuata nella tav. 4c, per l'insufficienza di un tratto del canale che vettoria le acque verso l'impianto idrovoro della Fraida.

Entrambi i centri abitati di Palazzolo e Piancada sono dotati di rete di fognatura. Le acque meteoriche e le acque reflue depurate vengono esitate nel fiume Stella attraverso impianti idrovori indicati nelle tavole allegate come *idrovora comunale*. Non esistono dunque, qualora non si effettuino manovre erra-

te, possibilità d'ingresso di acque dallo Stella alla rete di canalizzazioni interne.

Va osservato che sia Palazzolo, sia Piancada hanno subito in passato diversi allagamenti da parte dello Stella (negli anni 1965 e 1966 l'abitato di Palazzolo è stato invaso quattro volte dalle acque) e con la catastrofica piena del 4 novembre 1966 le acque hanno raggiunto quota 13.70 m sul l.m.m. (convenzionale). A seguito di tale evento sono state realizzate, su progetto dell'ing. Roberto Foramitti, delle arginature con la sommità a quota 14.50 m sul l.m.m. e da allora non si sono verificate esondazioni.

Il Turgnano, breve corso di risorgiva, è stato recentemente oggetto di sistemazione idraulica per cui è da ritenersi idoneo a vettoriare la portata di piena di competenza.

IL SISTEMA CORNO - STELLA

Il fiume Stella appartiene a un sistema idraulico che comprende il torrente Corno essendo ad esso collegato, attraverso il Taglio, fin dall'antichità. I problemi specifici del Corno si ripercuotono dunque sullo Stella aumentando i fenomeni di esondazione di quest'ultimo, il cui alveo è già insufficiente a garantire un tranquillo deflusso delle proprie portate di piena.

Il **Corno** si origina dalla confluenza di due piccoli rii nei pressi di Buia, fra la seconda e la terza cerchia collinare dell'anfiteatro morenico tilaventino, è caratterizzato da un regime prettamente torrentizio con deflussi relativamente modesti e rapide piene causate da piogge anche di breve durata ma intense. Sbocca nell'Alta pianura presso Arcano e l'attraversa interamente per giungere nella zona delle risorgive a oriente di Codroipo dove viene rifornito di acqua perenne fino alla confluenza nel Taglio.

A tale proposito si ricorda che sono in corso, all'altezza dell'abitato di San Mauro nei pressi di San Daniele, i lavori di costruzione di una galleria in grado di convogliare nel fiume Tagliamento una portata di 80 mc/s laminata dalla piena del torrente Corno pertanto, essendo questa dell'ordine di 110 mc/s, solamente 30 mc/s defluiranno verso lo Stella.

In effetti già allo stato attuale non vi affluiscono portate superiori ai 30 mc/s non essendo il Taglio calibrato per vettoriarne di maggiori. L'eccedenza viene normalmente laminata attraverso esondazioni in vaste aree poste a Sud di S. Mauro.

Lo **Stella** prende origine nella zona delle risorgive tra Codroipo e Bertiole e ha numerosi affluenti che garantiscono un cospicuo e continuo flusso d'acqua. Il suo caratteristico andamento sinuoso, accentuato soprattutto nella parte terminale, denuncia un alto potere erosivo delle sponde che mantiene in continua evoluzione la situazione plano-altimetrica dell'alveo.

Prima di raggiungere l'abitato di Palazzolo riceve le acque dei fiumi Torsa e Pocenia nonché del canale Cragno.

Circa il contributo di quest'ultimo si rileva che ben presto si ridurrà sensibilmente per il completamento del canale Spinedo e dell'omonimo impianto idrovoro, attraverso i quali l'alto e medio bacino, per oltre 1000 ha, scaricheranno nel Tagliamento.

Da Palazzolo alla laguna, lo Stella riceve ancora le acque dello scolo Piancadello in riva sinistra e del canale Acquabona in sponda destra.

INDAGINI PLUVIOMETRICHE ED ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI

Allo studio idraulico dello Stella sono state premesse le necessarie indagini pluviometriche che si riferiscono alla Stazione di Ariis (Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia), estese a un periodo di osservazione (non continuo) di cinquantadue anni, tra il 1923 e il 1975. Per tali indagini si è attinto alla raccolta dei dati pluviometrici del Triveneto edita dalla Regione Veneto - Centro Sperimentale Valanghe di Arabba.

I dati raccolti interessano piogge della durata di un'ora, tre ore, sei ore, dodici ore e ventiquattro ore.

Le predette osservazioni, per tempi di ritorno variabili fra 10 e 100 anni, sono state elaborate statisticamente secondo il metodo probabilistico di Gumbel e i risultati ottenuti trattati, al fine di determinare i coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica, con il metodo dei minimi quadrati.

Va rilevato che per la stazione di Ariis le registrazioni delle precipitazioni del 1965 sono da ritenersi anomale (corrispondono infatti ad un tempo di ritorno pari o superiore ai 1000 anni) e per tale ragione le elaborazioni compiute prescindono da questo evento.

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA DEL FIUME STELLA

Non esistendo stazioni di misura diretta, le portate di piena del fiume Stella sono state calcolate, sulla base degli apporti meteorici, con il metodo del tempo di corrivazione facendo uso della nota formula di Giandotti:

$$tc = (4 \times \text{SQR}(A) + 1.5 \times L) / (0.8 \times \text{SQR}(Z))$$

dove:

A = superficie del bacino in Km² sotteso dalla sezione in esame;

L = lunghezza dell'asta del corso d'acqua in Km sino alla sezione in esame;

Z = altezza media del bacino sotteso dalla sezione, rispetto alla altezza della sezione stessa.

Calcolato il tempo di corrivazione, la portata è stimabile attraverso la formula:

$$q = (l \times h_{\text{ragg.}} \times A \times y) / (0.8 \times tc)$$

dove:

l = coefficiente funzione della superficie del bacino;

h_{ragg.} = altezza ragguagliata alla superficie del bacino della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione;

h = altezza in mm della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione;

y = coefficiente di deflusso del bacino;

tc = tempo di corrivazione

Alla confluenza del Canale Cragno (abitato di Palazzolo) si assumono i seguenti parametri:

A = 150.89 Km²

L = 25.60 Km

Z medio = 16.56 m sul l.m.m.

Z sez. = 1.40 m sul l.m.m.

Il tempo di corrivazione risulta di 27 ore.

Sono state quindi calcolate le portate di piena relativamente ai tempi di ritorno di 20, 50, e 100 anni.

TR anni	h mm	q mc/s
20	205 15	150

50 100	235 257	173 188
<p style="text-align: center;">Alla confluenza del canale Acqua Bona (località Titiano), ultimo affluente prima dello sbocco in mare, si assumono i seguenti parametri:</p>		
A	= 202.29 Km ²	

L = 33.00 Km

Z medio = 13.52 m sul l.m.m.

Z sez. = 1.20 m sul l.m.m.

Il tempo di corrivazione risulta di 39 ore e le portate di piena relative ai tempi di ritorno di 20, 50, e 100 anni sono:

TR anni	h mm	q mc/s
20	232	156
50	268	180
100	254	197
<p>La portata con tempo di ritorno di 100 anni, per il cui calcolo non si è tenuto ovviamente conto delle riduzioni di portata per gli interventi sul fiume Corno e sul canale Cragno, è praticamente identica a quella indicata negli studi precedenti.</p>		

VERIFICHE IDRAULICHE

Per gli scopi di questo studio si è ritenuto di adottare tempi di ritorno di 50 e 100 anni come base per le dovute verifiche idrauliche pertanto le portate di piena di origine meteorica del fiume Stella vengono assunte pari a 173 e 188 mc/s alla confluenza del canale Cragno, 180 e 197 mc/s alla confluenza del canale Acqua Bona.

A tali portate va aggiunto il contributo delle risorgive che può essere stimato, attraverso le osservazioni compiute dall'Ufficio Idrografico dal 1925 al 1975, tra i 20 e i 30 mc/s nel primo caso, tra i 30 e i 50 mc/s nell'altro.

Alle portate nelle diverse sezioni corrispondono i livelli del pelo libero riportati nelle tabelle che seguono, riferiti al medio mare posto convenzionalmente a quota +10.00.

Le verifiche idrauliche sono state condotte considerando il moto permanente e attribuendo all'alveo un coefficiente di scabrezza secondo Strikler pari a 30 e considerando il mare a quota 10 e 11 m, essendo nota l'influenza delle maree fino all'abitato di Palazzolo. Va comunque osservato che non esistono correlazioni precise tra gli eventi meteorici che originano le piene, i contributi delle risorgive e le condizioni del mare.

QUOTA DEL PELO LIBERO PER PORTATE DI 200 mc/s - TR = 50 anni

sezione n.	mare 10.00	mare 11.00
169	13.47	13.58
170	13.19	13.32
171	12.94	13.09
172	12.94	13.09
173	12.92	13.07
174	12.73	12.90
175	12.54	12.73
176	12.44	12.64
177	12.17	12.40
178	11.88	12.15
QUOTE DEL PELO LIBERO PER PORTATE DI 220 mc/s - TR = 100 anni		
sezione n.	mare 10.00	mare 11.00
169	13.76	13.84
170	13.48	13.58
171	13.23	13.34
172	13.23	13.34
173	13.21	13.32
174	13.14	13.14
175	12.82	12.96
176	12.72	12.93
177	12.43	12.60
178	12.13	12.33
QUOTE DEL PELO LIBERO PER PORTATE DI 250 mc/s		
sezione n.	mare 10.00	mare 11.00
178	12.51	12.60
179	12.19	12.30
180	11.91	12.04

DIFESE SPONDALE

Salvo nel tratto compreso tra il rilevato ferroviario e le prime case di Piancada, il corso dello Stella è accompagnato da un'arginatura che si eleva a quote sufficienti per contenere le piene centenarie, ovviamente qualora i manufatti di regolazione (idrovore e chiaviche) siano mantenuti efficienti e correttamente comandati. Nel tratto non arginato si verificano ingressi d'acqua dal fiume con conseguente allagamento della vasta area campata nella tavola allegata.
Fattori erosivi a carico delle sponde possono influire sulla stabilità degli argini in <i>friodo</i> e ciò comporta la necessità di adeguati controlli per assicurarne la stabilità in occasione delle piene.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le prospezioni geognostiche effettuate nel territorio comunale risultano più che sufficienti per i fini del presente lavoro e abbastanza ben distribuite, specie nelle zone urbanizzate, pertanto non si sono ritenute necessarie, come già osservato, ulteriori prospezioni.

Nella cartografia allegata è riportata la posizione dei pozzi riportati dal citato Catasto Regionale; prospezioni sismiche, penetrometrie statiche e dinamiche desunti da precedenti studi geologici a fini urbanistici (M. Pivetta); penetrometrie dinamiche continue eseguite dal sottoscritto per diversi interventi pubblici e privati.

Penetrometrie dinamiche continue - Sono state eseguite mediante attrezzatura automatica SUNDA DL030 con massa battente di 30 kg e corsa di 20 cm, aste di Ø 2 cm del peso di 2.4 kg/m, punta conica Ø 3.56 cm e apertura di 60°.

I diagrammi allegati indicano il numero di colpi N necessario a produrre l'affondamento del cono per tratte successive di 10 cm e s'interpretano utilizzando la vasta letteratura sullo S.P.T. essendo verificata la relazione:

$$0.85 \text{ NSPT } 30 \text{ cm} < \text{NDL } 030 \text{ } 10\text{cm} < 1.18 \text{ NSPT } 30 \text{ cm}$$

Le prove sono state arrestate quando il numero di colpi o l'attrito laterale, riscontrato ruotando con una chiave di 20 cm le aste, era tanto elevato da far perdere loro significato pratico.

Dai dati penetrometrici si risale ai parametri caratteristici dello stato di addensamento dei terreni incoerenti e di consistenza di quelli coesivi, ovvero alla **Rd** (resistenza di rottura dinamica alla punta) tramite la nota formula degli Olandesi:

$$\mathbf{Rd} = \mathbf{Chi} \times (\mathbf{M}^2 \times \mathbf{h}) / (\mathbf{A} \times \mathbf{e} \times (\mathbf{M} + \mathbf{nP}))$$

essendo: \mathbf{Chi} (coefficiente caratteristico del penetrometro DL 030 funzione della profondità)

\mathbf{M} (peso del maglio) = 30 kg

\mathbf{h} (altezza di caduta del maglio) = 20 cm

\mathbf{A} (sezione della punta) = 10 cm²

\mathbf{e} (con N per 10 cm di approfondimento) = 10/N

\mathbf{P} (peso delle aste) = 2.40 kg/m

\mathbf{n} (numero di aste infisse)

ASTE DI PROVA
(m)

COEFFICIENTE DI PROFONDITÀ
(Chi)

1	0.642
2	0.623
3	0.607
4	0.594
5	0.583
6	0.573
7	0.565
8	0.557
9	0.551
10	0.545
11	0.540
12	0.535
13	0.531
14	0.527
15	0.523
16	0.519
17	0.515
18	0.511
Normalmente si assume un valore massimo di N pari a 60 e un carico ammissibile $R_d/20$.	

Penetrometrie statiche - Sono state eseguite mediante attrezzatura PAGANI TG 30/100 KN con tiro di estrazione di 12.000 kg e spinta in infissione di 10.000 kg, utilizzando una punta meccanica tipo Begemann con manicotto per la misura dell'attrito laterale locale e aste di spinta \varnothing 3.6 cm della lunghezza di un metro con astine interne in acciaio temperato.

Queste prove si basano sulla misura della resistenza alla punta R_p e su quella laterale R_l opposte dal terreno attraversato e forniscono, attraverso il rapporto R_p/R_l una classificazione litologica per categorie di litotipi dipendenti dal valore di R_p del rapporto R_p/R_l (Cfr. diagramma seguente).

Oltre alla definizione stratigrafica si estrapolano inoltre le caratteristiche geotecniche del materiale ovvero il peso di volume, la coesione, l'angolo di attrito, la densità relativa, la pressione litostatica efficace, ecc.

Prospezioni sismiche a rifrazione - Sono state eseguite mediante attrezzatura monocanale DOLANG, adottando il sistema delle letture coniugate e stendimenti di varia lunghezza. I dati di campagna sono stati riportati in diagrammi che esprimono il rapporto tra le distanze dei punti di energizzazione del suolo dagli estremi A-B degli stendimenti e i rispettivi tempi di arrivo delle onde longitudinali, dirette o rifratte; quindi, consentono di determinare le velocità di propagazione, gli spessori e le proprietà elastiche dei diversi strati di terreno individuati.

GEOLOGIA TECNICA

CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI DI MORFOLOGIA - Riporta le sette unità litologiche individuate nel territorio comunale, di cui si fornisce una sintetica descrizione, distinguendo il litotipo dominante con lettera maiuscola e quelli in subordine con lettera minuscola.

TERRENO	>25%	< 25%
GHIAIA	G	g
SABBIA	S	s
LIMI E ARGILLE	M	m
LIMI E ARGILLE ORGANICHE	O	o
TORBET	t	

Il complesso dei sedimenti superficiali é difficilmente inquadrabile in un unico periodo di deposizione, per l'alluvionamento postglaciale operato sia dal Tagliamento che dallo Stella. Per questo si assiste ad una estrema eterogeneità litotipica e di giacitura degli strati di materiale alluvionale.

Si aggiunga che, nella formazione dell'attuale piano alluvionale, alla normale sedimentazione fluviale si é aggiunta quella marina, generata da variazioni di livello sia del mare che del suolo.

In questa carta vengono evidenziate anche le cave, le discariche e alcune antiche fortificazioni militari, unici elementi morfologici significativi oltre alle arginature, già ben evidenziate con adeguata simbologia nella base topografica.

Sabbie con limo e argilla (SM) - si estendono al margine nord-occidentale del territorio e sono abbastanza omogenei, sia in senso areale, che in profondità. Si tratta di sedimenti del F. Tagliamento, le cui correnti di piena hanno divagato nel territorio anche in epoca relativamente recente.

Ghiaie e sabbie limos e (GSm - SGm) - sono limitate ad un piccolo lembo emergente dai terreni sopra descritti e costituiscono l'appendice di un ramo di piena delle correnti tilaventine che, poco a nord del territorio in esame, hanno lasciato più evidenti testimonianze in molteplici fasce di ghiaie comprese nelle argille.

Limi e argille con sabbia o sabbiosi (MS - Ms) - sono in continuità con i precedenti e derivano da antichi depositi argillosi del Diluviale, variamente rimaneggiati e arricchiti in sabbia dalle correnti tilaventine.

Limi e argille (M) - a diretto contatto con le bassure di risorgiva, si estendono in due vaste plaghe che da Palazzolo si spingono fino in prossimità di Casali

Bianchini, in sponda destra e presso l'abitato di Piancada, in sponda sinistra dello Stella.

Limi e argille torbosi e sabbie torbose (Mt - St) - si estendono lungo il bordo Sud-orientale del territorio e rientrano nella fascia perilagunare di bonifica.

Sabbie e limi (Sm) - sono tipiche di antiche zone acquitrinose, depresse, con ristagno d'acqua pertanto inglobano localmente anche resti vegetali. In corrispondenza dell'abitato di Rivarotta una plaga sabbiosa occupa l'intero spazio compreso in un'ansa fluviale dello Stella. In alcuni casi il materiale organico conferisce una tinta bruno-nerastra al deposito ma per lo più si distingue, per il tono grigiastro, più chiaro, conseguente alla commistione superficiale con i termini sabbioso limosi.

Bassure di risorgiva (Br) - comprendono il solco di erosione del F. Stella, in cui i terreni variano da luogo a luogo. In linea generale si rileva che la ghiaiosità diminuisce procedendo verso il mare, sostituita da alluvioni prevalentemente sottili sabbioso-argillose e torbose.

CARTA LITOSTRATIGRAFICA CON UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE - definisce la composizione granulometrica del sottosuolo per profondità variabili da 2 a 10 m, distinguendo, anche in questo caso, il litotipo dominante con lettera maiuscola e quelli in subordine con lettera minuscola. Essa è stata redatta in base alle stratigrafie dei pozzi per acqua, alle prospezioni geognostiche e alle prove geotecniche di cui riporta l'ubicazione.

CARTA IDROGEOLOGICA, DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DEL RISCHIO IDRAULICO - indica i versi di deflusso e le caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua (salti di fondo, paratoie e chiaviche, porte vinciane, idrovore, impianti di depurazione, collettori intubati), le sezioni dello Stella considerate nel calcolo delle portate, le aree esondabili con piene cinquantennali e a scolo carente, lo stato delle arginature.

Per la presenza costante di acque sotterranee a modesta profondità, legata a variazioni della granulometria del terreno e alle precipitazioni meteoriche, si è ritenuto di definire le aree dove queste vengono intercettate a meno di 2.00 m, tra 2 e 5 m e oltre i 5.00 m dal piano campagna.

CARTA DI ZONAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E DEL RISCHIO IDRAULICO - Rappresenta l'elaborazione e la sintesi dei dati raccolti. Viene riportata la zonizzazione del territorio in funzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei litotipi presenti basata sulla Guida Tecnica della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia: *Criteri e metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli*. Il riferimento a questa guida non è tanto in rapporto alla sismicità di Palazzolo dello Stella, pur discreta, ma all'esigenza di una classificazione omogenea dei terreni sull'intero territorio regionale.

Sono state individuate complessivamente tre zone omogenee, di-

stinte con Z3, Z4-5 e Z5-6, decrescenti in base alle proprietà fisico-meccaniche e di risposta dinamica.

Alla **Classe Z3** corrispondono terreni della facies litologica C8 (Cfr. Appendice), da buoni a discreti, sabbioso-ghiaiosi, con percentuali variabili ma sempre subordinate di limo e argilla. Sono presenti nella fascia centrale del territorio comunale, lungo la direttrice Rivarotta-Piancada, contraddistinta da una vasta gamma di componenti litologici superficiali (bassure di risorgenza). Localmente possono risultare scadenti per l'aumento della frazione fine, per la presenza di orizzonti torbosi, per l'innalzamento delle acque sotterranee fino in prossimità del piano campagna.

Alla **Classe Z4-5** corrispondono terreni delle facies litologiche C9 e C10, da discreti a scadenti. Sono presenti sul bordo occidentale del territorio comunale, dove i termini superficiali sono stati rimaneggiati dalle correnti tilaventine con deposizione di estese lenti limoso-sabbiose sugli antichi banchi argillosi.

Alla **Classe Z5-6** corrispondono terreni delle facies litologiche C10 e C11, da scadenti a pessimi. Sono presenti nei settori occidentale e orientale del territorio comunale e la loro variabilità dipende oltre che dalla composizione granulometrica, dal grado di consistenza e dalla plasticità delle argille e dalla percentuale di limo e argilla nelle sabbie. Sullo scadimento dei materiali influiscono in modo determinante il contenuto in acqua e la presenza di orizzonti torbosi.

Nella stessa carta sono state campite anche le aree soggette ad allagamento con indicate le quote idrometriche per piene cinquantennali e le proposte di arginatura per evitare questo inconveniente nonché quelle a scolo carente, per le quali sarebbe necessaria una ricalibratura del canale che vettoria le acque all'idrovora Fraida. La delimitazione delle aree a scolo carente deriva dalle quote topografiche, da notizie fornite dai tecnici del Consorzio Bassa Friulanae e da testimonianze degli abitanti del luogo.

CONSIDERAZIONI DI ORDINE GEOTECNICO E SUL RISCHIO IDRAULICO

Nelle zone di **Classe Z3**, a prevalente composizione sabbioso-ghiaiosa, le proprietà fisico-meccaniche del terreno, in particolare il modulo di deformazione relativamente elevato, consentono l'adozione di fondazioni dirette (nastriformi o a pianta raccolta). Nella parte rimanente del territorio, ovvero nelle zone di **Classe Z4-5** e di **Classe Z5-6**, è il caso di prevedere fondazioni indirette (pali infissi di legno o in c.a. e c.a.c.), sono comunque necessarie verifiche puntuali delle caratteristiche del sottosuolo con adeguate indagini geognostiche e prove geotecniche.

In rapporto al rischio idraulico si rileva che, salvo con piene eccezionali dello Stella quali si sono verificate nel 1966, per le quali il periodo di ritorno è di gran lunga superiore ai cento anni, solo le aree campite nella cartografia allegata sono soggette a esondazione (sono state considerate le piene cinquantennali ma va osservato che la differenza di quota del pelo libero tra queste e le piene centennali è di soli 20÷25 cm, come si evince dalle tabelle di pag. 17). Tali aree non dovranno essere edificate se non a seguito del previsto completamento dell'arginatura tra il rilevato ferroviario e l'abitato di Piancada tuttavia è possibile concretizzare la lottizzazione, da tempo programmata, tra la Provinciale di Piancada e la recente variante alla stessa con sottopasso della Ferrovia Venezia-Trieste, soprelevando l'intera area fino alla quota convenzionale di 13.50 m sul l.m.m. (Cfr. tavole che seguono).

E' sconsigliabile in ogni caso la realizzazione di fabbricati con vani interrati o seminterrati, che comunque non dovranno assolutamente essere serviti a *gravità* dalla rete di fognatura in considerazione delle condizioni di funzionamento della stessa. Nella lottizzazione summenzionata e nelle aree a scolo carente, a Sud dello Scolo Piancadello, sono decisamente da escludere.

Sono stati evidenziati i tratti arginali in erosione lungo i quali è necessario intervenire con opere di irrobustimento in quanto una rotta determinerebbe vasti allagamenti della campagna e di nuclei abitati a Sud di Piancada. Per tali interventi sarebbe il caso di riesaminare la geometria delle strutture esistenti, derivante dall'osservanza dei soli principi dell'idraulica, per migliorarne l'inserimento ambientale e paesaggistico. Non si ritiene superfluo a questo proposito ricordare che l'ambito fluviale dello Stella è stato oggetto di un approfondito studio a cura della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia per l'istituzione di un *parco naturale*.

A conclusione si rileva che le previsioni dello strumento urbanistico in oggetto, redatto dall'architetto Varnero Vanelli, sono compatibili con le prescrizioni sopra espresse.