



**Comune di San Benedetto del Tronto**  
P R O V I N C I A D I A S C O L I P I C E N O

**PIANO REGOLATORE  
DI SPIAGGIA  
VARIANTE GENERALE**

**PRS**

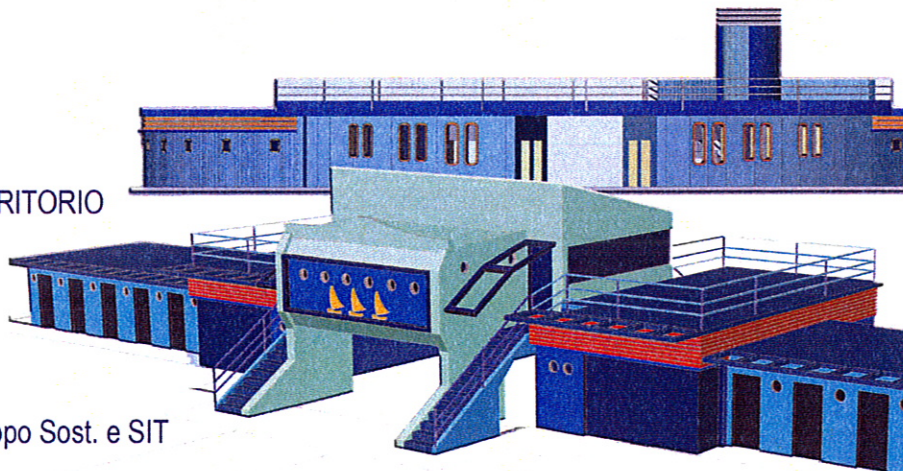
PROGETTAZIONE  
SETTORE SVILUPPO DEL TERRITORIO  
E DELL'ECONOMIA LOCALE

Dirigente  
dott. ing. Germano Polidori

Servizio Pianif. Progr. Urb. Sviluppo Sost. e SIT  
dott. ing. Marco Cicchi  
per. edile Giovanni Ciarrocchi  
geom. Massimo Forlini  
geom. Gionni Tiburtini

Consulenza  
dott. arch. Luigina Zazio

Sindaco                      Segretario generale



**RELAZIONE GEOLOGICA**

## **Premessa**

---

Il presente lavoro, commissionato dal Comune di San Benedetto del Tronto e riguardante le indagini relative al patrimonio geologico, geomorfologico e idrogeologico del comprensorio, necessario per la variante generale al P.R.G. vigente, si articola nelle seguenti fasi:

1. Ricerca bibliografica ed analisi dati;
2. Rilevamento geologico;
3. Rilevamento geomorfologico;
4. Rilevamento clivometrico;
5. Rilevamento idrogeologico;
6. Pericolosità geologiche.

Gi elaborati (carte tematiche) sono stati realizzati in scala 1:5000, utilizzando come base il rilievo aereofotogrammetrico.

Il metodo d'indagine si è basato sui dati ottenuti dal rilievo di campagna e su studi effettuati in precedenza.

## **1 – Inquadramento geografico**

---

Il territorio comunale di San Benedetto del Tronto, esteso su una superficie di circa 17 Km<sup>2</sup>, è limitato a sud del F. Tronto, ad ovest dai comuni di Montepandone, Acquaviva e Grottammare, a nord ancora dal comune di Grottammare ed a est dal litorale Adriatico, fa parte del foglio 133 della carta d'Italia I.N.E..

Gran parte dell'abitato si è sviluppato lungo la fascia costiera, costituita da una cimosa sabbiosa che si raccorda, alle spalle, con una fascia collinare, degradante dolcemente verso il mare, con altezze medie generalmente inferiori ai duecento metri.

La fascia collinare, costituita da terreni prevalentemente sabbioso-arenacei con inclusioni ghiaiose, riferibili geologicamente al plio-pleistocenico, è disseminata da una serie di corsi d'acqua disposti perpendicolarmente alla linea di costa.

La fascia collinare è caratterizzata da un paesaggio dolce, modellato su una estesa struttura monoclinale che, costituita da termini terrigeni, immerge di pochi gradi verso NE ed è localmente interrotta da motivi plicativi minori.

La fascia costiera è antistante ad antiche falesie ormai inattive.

## **2 – Geologia**

---

### ***2.1- Caratteri generali - Tettonica***

Queste poche note, a giustificazione e chiarificazione dei processi strutturali e sedimentari che hanno interessato le Marche e più specificatamente l'area oggetto del nostro studio.

Nell'era terziaria (Miocene), con l'emersione della catena appenninica, si è creato, fra l'emergente catena (appenninica) e l'attuale costa adriatica, un ampio bacino (avanfossa marchigiana) che si estende ininterrotto dalla Val Padana al Golfo di Taranto.

I movimenti orogenetici che hanno portato al sollevamento degli attuali rilievi marchigiani hanno influenzato, logicamente, i processi sedimentari verificatisi nel bacino stesso.

Comunque, rispetto alla geosinclinale appenninica, la posizione esterna occupata dalla regione ha fatto sì che essa venisse coinvolta solo marginalmente dai grandi fenomeni di traslazione che hanno portato

all'accavallamento di più falde, come si è verificato su parte dell'Umbria e della Toscana.

I movimenti orogenetici, invece, hanno dato luogo nelle Marche ad un sistema di pieghe parallele ed allungate, con asse parallelo alla costa adriatica.

Schematizzando al massimo i processi orogenetici che hanno interessato la regione possiamo dire che all'inizio del Lias un'intensa attività tettonica distensiva, provocando l'emersione della piattaforma carbonatica, crea il bacino Umbro-Marchigiano.

I fenomeni regressivi, verificatisi nel Cretacico, danno poi luogo nel bacino ad una sedimentazione prettamente argillosa.

Nel terziario, con la completa chiusura del bacino Ligure-piemontese, emersa già la catena alpina, inizia, a spese del margine africano, la formazione della catena appenninica.

Nel Miocene inferiore prende forma il bacino Umbro che costituisce la più antica avanfossa, a sedimentazione torbiditica, del dominio Umbro-Marchigiano.

Dal punto di vista strutturale, partendo da ovest verso est, ci troviamo di fronte a questa successione: bacino umbro, dorsale umbro-

marchigiana, bacino marchigiano interno, dorsale marchigiana, bacino  
marchigiano esterno

## ***2.2- Geomorfologia***

Dal punto di vista generale, l'evoluzione del rilievo marchigiano ha avuto inizio con le prime emersioni, avvenute nel Miocene superiore, per effetto della tettonica compressiva.

All'inizio del sollevamento si sono formate le prime dorsali allungate, separate da mari poco profondi, nei quali continuava la deposizione dei materiali terrigeni ed evaporitici.

La tettonica compressiva ha prodotto nell'area importanti fenomeni di raccorciamento, pieghe e sovrascorrimenti.

In conseguenza di queste deformazioni si venivano a formare rilievi che poi venivano progressivamente degradati dai processi erosivi.

Tutto questo ha dato luogo ad un paesaggio dalle forme più dolci e dai dislivelli meno accentuati, i cui resti si possono riconoscere sulla sommità dei rilievi calcarei che contrastano nettamente con i ripidi pendii sottostanti.

La frammentazione e la dislocazione, a quote diverse, dell'antico paesaggio sono una conseguenza della tettonica distensiva e del

sollevamento, a questo associato, che a raggiunto valori oltre i 1000 metri ed ha generato un approfondimento delle valli fluviali.

Il fenomeno del sollevamento, connesso con le oscillazioni eustatiche quaternarie, ha dato origine, lungo il litorale adriatico, a lunghi tratti di costa a falesia non di rado interessati da fenomeni gravitativi.

Nel nostro comprensorio, in particolare, basta osservare la carta delle pendenze per comprendere la peculiarità dei principali lineamenti morfologici del territorio.

Dalla carta delle acclività si evidenzia, ad esempio, l'allineamento dei terrazzi nel versante sinistro dell'Albula.

Questi terrazzi corrispondono ad aree poco acclivi, sopraelevate rispetto al fondovalle e raccordate ad esso con scarpate a forte pendenza.

Le scarpate, sottostanti le aree terrazzate, sono soggette a ruscellamento concentrato e la rottura di pendenza induce, a volte e localmente, fenomeni erosivi intensi.

Le aree ad elevata pendenza (oltre il 45%), localizzate nelle parti più alte dei versanti, sono quelle in cui si riscontra la presenza di conglomerati ed arenarie.



Sono ad elevata acclività, inoltre, le sponde dei piccoli corsi d'acqua nei bacini dell'Albula e del Ragnola che si possono presentare o come alte scarpate interessate da calanchi o come incisioni poco accentuate, indice questo di un'attività erosiva piuttosto blanda.

Le superfici, a pendenza compresa tra il 20 ed il 45%, sono le più diffuse ed a queste si alternano aree a pendenza compresa tra il 10 ed il 20%.

Superfici a pendenza ridotta (<10%) sono, oltre a quelle della fascia costiera e della piana alluvionale del F.Tronto, alcune aree terrazzate del bacino dell'Albula e del Fosso degli Zingari.

In definitiva nel nostro comprensorio potremmo distinguere 3 zone a caratteristiche geomorfologiche omogenee:

- terrazzi delle formazioni conglomeratiche ed arenacee;
- versanti a pendenza variabile delle formazioni sabbiose, argillose e limose;
- aree di pianura a litologia mista sabbioso-ciottolosa e limosa.

La sommità dei rilievi, caratterizzati quasi sempre dalla presenza di conglomerati ed arenarie, presenta scarpate ripide ai bordi.

Queste scarpate, in genere verticali, si ricollegano con una netta rottura di pendenza ai versanti sottostanti.

La dove le scarpate sono ripide e prive di copertura vegetale l'evoluzione del pendio procede mediante piccoli crolli, a volte facilitati da variazioni litologiche e da fratturazioni.

Per effetto di questo, la deposizione ai piedi dei rilievi del materiale franato e sovrascorso lungo il pendio, dando luogo ad un accumulo che con il tempo si è ricompattato riacquistando un nuovo equilibrio.

Come risultato di queste frane, definibili di crollo, la verticalità delle pareti da cui è avvenuto il distacco stesso.

Le formazioni sabbiose ed argillose che costituiscono la maggior parte dei nostri versanti collinari, piuttosto sciolte, incise profondamente dalla rete idrografica, sono soggette a fenomeni di smottamenti superficiali che ne determinano la morfologia mammellonare.

In alcuni casi (valle del Forno) , l'evoluzione dei fenomeni erosivi ha determinato la formazione di calanchi.

Tutta quest'ampia area, inoltre, soprattutto là dove alla tradizionale coltura del seminativo arborato è stato sostituito il vigneto specializzato è facile preda dell'acqua di ruscellamento.

Per quel che riguarda la fascia litorale, formata da sabbie e ghiaie di spiaggia, ci troviamo di fronte ad una morfologia praticamente pianeggiante.

Altrettanto dicasi per l'area a sud dell'abitato di Porto d'Ascoli dove la morfologia piatta è dovuta alla presenza di un vasto terrazzo non coperto da depositi alluvionali

Questi ultimi, invece, si ritrovano abbondanti nell'area deltizia del fiume Tronto e si ricollegano ai depositi alluvionali presenti lungo la fascia costiera.

### **2.3 – Stratigrafia**

La successione stratigrafica generale, partendo dall'alto verso il basso, è costituita da corpi clastici grossolani e sabbie e ghiaie di tetto, marne argillose, con intercalazioni sedimentate nei giunti di stratificazione, argille azzurre plio-pleistoceniche compatte e ben stratificate.

Più in particolare le formazioni che sono state indicate nella carta geologica, in base ai caratteri litologici distintivi, sono le seguenti:

1. Conglomerati di tetto;
2. ghiaie e sabbie con intercalazioni di strati arenacei;
3. sabbie fini e sabbie limose;
4. argille e limi argillosi;
5. sabbie e ciottoli della fascia costiera.

La giacitura per quel che riguarda le formazioni non coesive è orizzontale, a differenza delle formazioni argillose la cui immersione è di pochi gradi verso NE.

## ***2.4 – Descrizione delle formazioni litologiche***

### *Formazione 1 – Conglomerati di tetto*

Conglomerati e ciottoli e ghiaie con matrice arenacea cementati, a volte, in maniera tale da assumere il carattere di una vera e propria puddinga.

I ciottoli sono arrotondati ed hanno un alto indice di sfericità.

Stratificazione assente o in grossi banchi.

### *Formazione 2 – Ghiaie e sabbie con intercalazioni di strati arenacei*

Ghiaie e sabbie con intercalazioni di strati di arenarie più o meno cementati.

### *Formazione 3 – Sabbie fini e sabbie limose*

Sabbie medie e fini, sabbie limose, sabbie argillose con frequenti lenti di ghiaie e ciottoli minuti.

I sedimenti sono piuttosto sciolti.

### *Formazione 4 – Argille e limi argillosi*

Argille e limi argillosi più o meno consolidati, in straterelli sottili.  
Verso la parte alta della formazione alternanza di argille e sabbie, poco cementate, che separano il passaggio alla formazione superiore.

Formazione 5 – Sabbie e ciottoli della fascia costiera

Sabbie medie e grosse, con livelli di ghiaie e ciottoli arrotondati.

Quasi sempre intercalati nelle ghiaie, strati di limo sabbioso.

Tutta la formazione è sede di falde freatiche.

### **3 – Sismicità**

---

L'area Umbro-marchigiana è stata interessata, sia nel passato che recentemente, da una diffusa e frequente attività sismica.

La distribuzione e le caratteristiche di questa sismicità sono ben conosciute sulla base delle ricerche condotte all'inizio del secolo dal Baratta (1901) e dai dati del catalogo dei terremoti, elaborato dal Progetto Finalizzato Geodinamica.

Questi dati sono stati rivisti in base agli studi di sismicità storica condotti dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata e dalla Regione Umbria.

La massima intensità sismica, rilevata nell'area Umbro-marchigiana, è pari al X grado della scala Mercalli con una magnitudo di circa 7.

L'attività sismica è concentrata prevalentemente nella crosta terrestre, a profondità inferiori a 15 Km.

Il 95% degli eventi sismici, con magnitudo maggiore di 3, avvenuti tra il 1983 e il 1990, si sono verificati al di sopra di questa profondità, all'interno di uno strato definibile sismogenetico.

I terremoti non avvengono con la stessa frequenza ed intensità su tutta l'area, ma sono concentrati in alcune fasce ben definite dal punto di vista geologico e fisiografico.

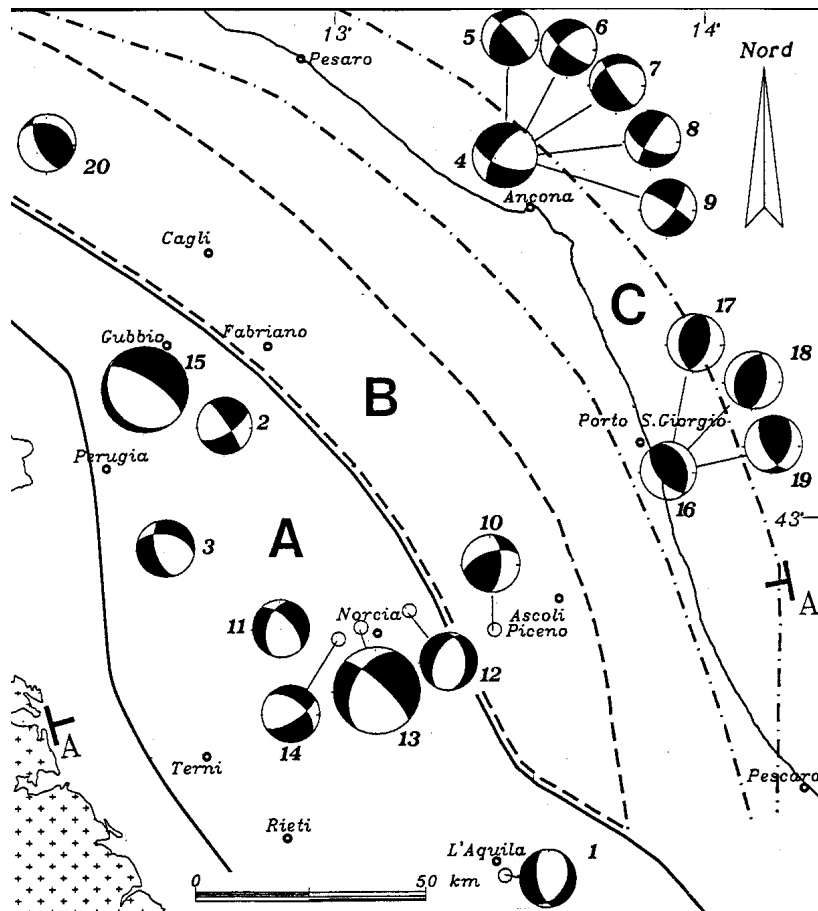


Fig. 1 – Zonazione sismotettonica



Nell'area del pre-appennino umbro l'attività sismica interessa l'alta Val Tiberina, caratterizzata da una sismicità intensa e particolarmente elevata tra il 1000 e il 1500; meno sismica è l'area dei Monti Martani dove i terremoti sono stati piuttosto frequenti ma con intensità modeste.

Nell'area della catena appenninica si individuano che da Gubbio e Cagli raggiungono le zone di Norcia e Cascia.

Ci troviamo in zone dove i terremoti, oltre ad essere frequenti, hanno raggiunto, in tempi storici, intensità superiori al X grado della scala Mercalli.

Nell'area pede-appenninica, invece si individua la presenza di una fascia, ad attività sismica piuttosto blanda, compresa tra Offida ed Ascoli Piceno.

I sismologi tutti sono concordi nel far risalire le cause della genesi dei terremoti della regione, all'evoluzione tettonica che la stessa sta subendo a partire dal Miocene superiore.

#### NORME SISMICHE

L'area in oggetto ricade nel territorio del comune S. Benedetto del Tronto . In base alla Delibera Regionale n.1046 del 29-07-2003, contenente gli indirizzi generali per la prima applicazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20-03-2003, il territorio comunale di

S. Benedetto del Tronto risulta classificato sismicamente nella terza categoria (zona 3) con grado di sismicità  $S = 6$ .

#### NORME SISMICHE AGGIORNATE

A seguito delle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con D.M. 14-01-2008 , pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n.29 del 04-02-2008 ed entrate in vigore dal 06-03-2008 , si evidenziano di seguito i parametri sismici richiesti dalla nuova normativa per le opere edificatorie ricadenti nel territorio di San Benedetto del Tronto.

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche , i parametri che devono essere indicati sono:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Tali valori, desunti dalla tabella fornita dal Consiglio Superiore *dei* Lavori Pubblici, sono validi per un tempo di vita media delle opere in oggetto pari a 30 anni.

$a_g = 0.049$

$$Fo = 2,451$$

$$Tc = 0,274$$

#### **4 - Idrogeologia**

---

##### ***4.1 – Acque superficiali***

Il comprensorio di San Benedetto del Tronto, delimitato idrograficamente a nord dal Torrente Albula ed a sud dal Fiume Tronto, è attraversato da una serie di torrenti, con andamento W-E, a regime stagionale, che risentono notevolmente delle condizioni climatiche, tanto che gli incrementi di portata sono strettamente influenzati dal regime delle precipitazioni.

Il reticolo idrografico superficiale, inoltre, è completato da una miriade di incisioni, più o meno rettilinee, alimentate unicamente dalle acque di precipitazione.

Questi elementi del reticolo idrografico, in definitiva, impostati su formazioni prevalentemente argillose, costituiscono dei veri e propri dreni per le acque vadose dei versanti.

Va comunque osservato che solo in corrispondenza di precipitazioni intense il reticolo diviene attivo, contribuendo ad alimentare il deflusso

superficiale; al di fuori di questi eventi, che si ripetono poche volte nell'arco dell'anno il contributo dei versanti allo scorrimento superficiale è praticamente nullo.

Per la stima dei quantitativi di acqua meteorica, disponibile per il deflusso superficiale, conosciamo i principali parametri idrologici (pluvio-termometrici) della regione marchigiana.

Dai dati, desunti dagli annali idrologici del M.LL.PP., si evince che il regime della fascia costiera è caratterizzato da un massimo e minimo assoluti e da un massimo e minimo relativi.

Il massimo assoluto cade nei mesi di settembre ed ottobre e presenta valori variabili da 101 mm (Torrette) a 79 mm (Grottammare).

Il minimo assoluto si ha sempre in luglio con valori variabili da 37 mm (Porto S.Elpidio) a 27 mm (Ancona).

Nella stagione primaverile si ha un minimo relativo in aprile ed un massimo relativo a maggio.

Nella zona appenninica i massimi si hanno nella stagione autunnale (novembre-dicembre) ed in minimi cadono sempre in luglio.

Invece, per quel che riguarda le portate dei corsi d'acqua nulla possiamo dire in mancanza di dati attendibili.

STUDIO GEOLOGICO

Dott. Geol. Corrado Parmegiani, via Calatafimi 170, San Benedetto del Tronto

#### ***4.2 - Acque sotterranee***

Nell'allegata carta idrogeologica, stilata in maniera tale da rappresentare con i colori unità litologiche aventi la stessa permeabilità, si vede bene che l'acquifero degno di nota, è presente nella fascia litorale costituita da sabbie e ghiaie.

In quest'area, numerosi i pozzi utilizzati per uso civile ed industriale soprattutto quando, in assenza dell'acquedotto proveniente dai Sibillini, la penuria idrica si faceva sentire in tutta la sua drammaticità.

Tenendo conto che lungo la fascia costiera esiste il fenomeno del galleggiamento dell'acqua di falda su quella marina (relativamente più densa) che invade l'acquifero, i pozzi del litorale, nonostante le perdite di carico dovute all'impiego di particolari filtri antisabbia, riescono ad emungere circa 200/250 l/min. senza interferire su quella superficie teorica di separazione (interfaccia) tra l'acqua dolce e l'acqua salata.

Di gran lunga più ricchi, invece, i pozzi costruiti in prossimità della foce del Tronto dove la sedimentazione alluvionale, costituita da potenti e permeabilissimi strati ghiaiosi, permettono emungimenti di 800/1000 l/min.

C'è da tener presente, comunque, che tutti questi acquiferi superficiali, privi di protezione, sono notevolmente inquinati.

Spostandoci verso ovest, la situazione dal punto di vista acquifero, cambia completamente.

La presenza di terreni sabbioso-limoso-argillosi rende il complesso scarsamente permeabile e la mobilità delle acque si può considerare trascurabile.

Solo a ridosso dei cocuzzoli, in cui affiorano le ghiaie e le sabbie di tetto, si ritrovano degli acquiferi le cui portate, comunque, a causa di un bacino imbrifero limitato, sono piuttosto scarse.

In definitiva possiamo dire che lungo la fascia collinare le acque di infiltrazione sono sufficienti, nel migliore dei casi, ad alimentare falde localizzate ed epidermiche.

### ***4.3 – Acque profonde***

Una serie di esplorazioni geofisiche e meccaniche, effettuate lungo la fascia costiera e le colline circostanti hanno evidenziato la presenza di falde artesiane, scorrenti nei depositi argilloso-sabbiosi di facies marina.

Ci troviamo di fronte ad una serie di falde, scorrenti in livelletti sabbiosi e più raramente ghiaiosi, intercalati nella formazione argillosa.

L'alimentazione di queste falde, indubbiamente, è da ricollegarsi al diversamento delle falde contigue che hanno sede in rocce di diversa natura e che collegano il serbatoio in oggetto ad un consistente bacino idrogeologico.

E' da sottolineare che in siffatti serbatoi, che sono praticamente da considerarsi come un complesso acquifero unico, esiste in realtà una certa separazione , lungo la verticale, tra i principali intervalli permeabili; questo perché la loro permeabilità verticale è normalmente minore di quella orizzontale.

Ne consegue che, poiché gli intervalli più profondi sono alimentati più a monte, molto spesso i livelli statici aumentano con l'aumentare della profondità.



## 5 – Emergenze Geologiche e Geomorfologiche

---

### 5.1 – Pericolosità e rischi

In questo paragrafo tratteremo e della pericolosità geomorfologica, intesa come probabilità che un certo fenomeno di instabilità si verifichi in un determinato intervallo di tempo e in una certa area, e del rischio che una determinata situazione socio economica ad opera di un certo evento di instabilità; inteso quest'ultimo come una forma di rilievo, non in equilibrio con l'ambiente naturale, che tende a raggiungere l'equilibrio modificandosi.

Dal punto di vista applicativo verranno prese in considerazione quelle forme, non in equilibrio, che si evolvono in maniera particolarmente perturbante per l'ambiente antropico: per esempio una frana.

Comunque, nel nostro comprensorio, i processi franosi riscontrati e piuttosto episodici sono della seguente natura:

- frane che per la presenza di fessurazioni del suolo e deformazioni della superficie del terreno sono in atto o sono riattivate da eventi meteorici di particolare entità;

- pendici in cui i singoli processi franosi, per lo più di limitata estensione, non sono più nettamente individuabili ed il susseguirsi di piccole nicchie di distacco e limitati accumuli di terreno danno luogo ad una morfologia irregolare.

Inoltre sono stati osservati fenomeni erosivi legati a particolari situazioni come:

- solchi di erosione lungo le strade;
- solchi di erosione lungo zone di impluvio artificialmente rettificate o colmate.

Nel nostro comprensorio, in realtà, più che di processi franosi veri e propri dobbiamo parlare di processi di erosione diffusa.

Ci troviamo molto spesso di fronte ad una serie di smottamenti, verificatisi al piede di pendici e scarpate o di piccole frane superficiali in aree argillose o limoso-sabbiose, di scoscendimenti per modifiche naturali o antropiche delle condizioni di equilibrio o in aree a litologia mista (sabbie con alternanza di argille).

I problemi maggiori sono localizzati lungo i versanti dei bacini imbriferi dove assistiamo a fenomeni erosivi interessanti, soprattutto, le parti alte dei bacini stessi.

Rilevanti ad esempio le superfici di erosione nel bacino del fosso di S. Lucia.

Nel bacino del Ragnola, aree di erosione diffusa si trovano sia in destra che in sinistra orografica.

Inoltre tutti i pendii, di natura limoso-sabbiosa, soggetti ad un attivo scorrimento idrico superficiale, sono interessati da un forte ruscellamento reso spesso più intenso, là dove c'è una vocazionalità agricola, dalla mancanza di opere di sistemazione idraulico-agraria.

A tutto questo dobbiamo aggiungere i fenomeni erosivi diffusi nelle aree calanchive ( Valle del Forno).

Tra le aree interessate da movimenti franosi, in un passato geologico piuttosto recente, dobbiamo inoltre includere tutte quelle colline i cui versanti di SE, maggiormente esposti alle azioni erosive, hanno acquisito una particolare morfologia a causa di una serie di frane di crollo verificatesi lungo il versante stesso.

Attualmente la sommità di questi colli, pressochè tabulare, si raccorda al sottostante pendio attraverso pareti sub-verticali, risultanti dal materiale franato ed accumulato al piede della scarpata.

Questo materiale franato in maniera caotica, di natura sabbioso-ghiaiosa si raccorda al sottostante pendio attraverso pareti sub-verticali, risultanti dal materiale franato ed accumulato al piede della scarpata.

Questo materiale, franato in maniera caotica, di natura sabbioso-ghiaiosa con il tempo, comunque, ha subito un certo processo di riconsolidazione.

Altrettanto può dirsi per l'area al di sopra della ex fornace Cerboni dove gli sbancamenti effettuati, per l'apertura del fronte di cava, ha fatto sì, una volta rotto l'equilibrio, che il terreno sovrastante si mettesse in movimento.

In questo caso abbiamo assistito ad un vero e proprio fenomeno di smottamento che è cessato, a distanza di anni, dismessa la cava, per la nuova condizione di equilibrio raggiunta dal terreno sovrastante.

Comunque, anche in questi casi, ci troviamo di fronte a fenomeni franosi, piuttosto superficiali, che non destano grande preoccupazione.

Preoccupazione maggiore, invece, dovrebbe costituire, come in realtà ha costituito durante l'evento alluvionale del 1976, la scarsa regimentazione dei corsi d'acqua.

Le precarie condizioni morfologiche di alcuni alvei creano, durante i periodi di forte precipitazione, dovute ad una maggiore azione erosiva lungo le sponde, il rischio dell'allagamento delle aree urbanizzate.

Sono gli alvei in fase di scavo e quelli in fase di deposito che necessitano di una improcastinabile sistemazione idraulica.

L'innalzamento del letto di un alveo, a causa del deposito del materiale, riducendone la sezione, ne facilita pure l'esondazione.

Dopo questa panoramica sulle emergenze geologiche e geomorfologiche e quindi per meglio dire sulle pericolosità riscontrabili sulla fascia collinare sovrastante l'abitato di S.Benedetto del Tronto, sarà bene spendere ancora due parole sul rischio incombente sul vecchio incasato del "paese alto".

L'intero abitato, quasi nella sua totalità, è fondata su un colle, di natura sabbiosa, nel cui intorno si sviluppano una serie di cunicoli e gallerie correnti a quote diverse dall'attuale piano campagna.

Un primo rilevamento dell'area, eseguito nel 1966 a seguito del crollo di un edificio, evidenzio la presenza di una serie di gallerie, ubicate a quote diverse ed alcune, addirittura, a poche decine di centimetri di profondità dal piano campagna.

Questo dato è più che sufficiente a farci capire come l'intera area sia ad alto rischio di crollo.

L'attuale Amministrazione, comunque, di recente ha incaricato un'equipe di tecnici per un'indagine approfondita sull'intero "paese alto", per quantificare il rischio presente e, cosa ancor più importante, per consigliare le opere più idonee per un intervento di bonifica risolutivo.

**Indice – PARTE 1**

---

<b>Premessa.....pag.</b>	
<b>1</b>	
<b>Capitolo 1</b>	
<i>Inquadramento geografico</i>	<b>2</b>
<b>Capitolo 2</b>	
<i>Geologia</i>	
2.1-Caratteri generali-Tettonica	<b>3</b>
2.2-Geomorfologia	<b>5</b>
2.3-Stratigrafia	<b>10</b>
2.4-Descrizione delle formazioni litologiche	<b>11</b>
<b>Capitolo 3</b>	
<i>Sismicità</i>	<b>13</b>

## **Capitolo 4**

### *Idrogeologia*

<b>4.1-Acque superficiali</b>	<b>17</b>
<b>4.2-Acque sotterranee</b>	<b>19</b>
<b>4.3-Acque profonde</b>	<b>21</b>

## **Capitolo 5**

### *Emergenze geologiche e geomorfologiche*

<b>5.1-Pericolosità e rischi</b>	<b>22</b>
----------------------------------	-----------



**PARTE 2 – ADEGUAMENTO SISMICO**

**1 – PREMESSA**

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione di San Benedetto del Tronto in data 24.9.97, per la consulenza geologica relativa alla Variante Generale al P.R.G., il sottoscritto Corrado Parmegiani ha eseguito una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, nel Comune di San Benedetto del Tronto, previste nella seconda fase (indagini di progetto) delle prestazioni professionali, per l'adeguamento sismico del nostro territorio.

L'indagine, onde poter comparare e soprattutto correlare la propagazione delle onde P ed S H, è stata effettuata lungo un allineamento comprensivo delle formazioni più caratteristiche del nostro comprensorio ovvero: terreni di copertura, limi sabbioso – argillosi, sabbie con clasti del litorale e argille di base.

L'indagine geognostica e' stata effettuata nei giorni 5, 6 e 7 del mese di maggio 2005, mentre quelle geofisiche hanno avuto luogo nel giorno 16 e 17 maggio 2005.

La campagna di indagine è stata svolta secondo il seguente programma:

- esecuzione di n°1 sondaggio meccanico realizzato a distruzione di nucleo spinto ad una profondità di 20.00 m dal p.c.
- esecuzione di n° 2 sondaggi meccanici realizzati a carotaggio continuo (cc) spinti ad una profondità di 20.00 m dal p.c., per una lunghezza complessiva di 40.00 m

- installazione di n° 3 Tubo in PVC del diametro di 80 mm per prove sismiche in foro, per una profondità complessiva di 60.00 m:

<b>Sondaggio</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Perforazione</b>	<b>Rivestimento Ø 127 mm</b>	<b>Tubo in PVC</b>
S 1	20.00	Dn	20.00	20.00
S 2	20.00	Cc	20.00	20.00
S 3	20.00	Cc	20.00	20.00

Tab.1 – Sondaggi meccanici a distruzione di nucleo (dn)

e carotaggio continuo (cc).

- esecuzione di n° 61 misure sismiche in foro con onde P ed SH:

<b>Sondaggio</b>	<b>Misure sismiche (n°)</b>
S 1	19
S 2	21
S 3	21

Tab.3 – Elenco misure sismiche in foro.

Le carote di terreno prelevate durante l'esecuzione dei sondaggi sono state riposte in apposite cassette catalogatrici a scomparti.

## 2 – SONDAGGI GEOGNOSTICI

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda a rotazione CMV MK 600 F carrocingolata avente le seguenti caratteristiche:

<b>SOTTOCARRO</b>	<b>UNDERCARRIAGE</b>	type	BERCO		
Lunghezza	Length	mm	2640	(8'-7")	
Larghezza	Width	mm	1800	(5'-10")	
Pattini	Track shoes	mm	300	(11")	
Rulli	Long-life rollers	nos.	6		
Stabilizzatori	Independent outriggers	nos.	4		
<b>MOTORE DIESEL</b>	<b>DIESEL ENGINE</b>	type	Deutz F4L 912		
Potenza	Rated power	Bhp	75		
Insonorizzazione	Soundproofing	dB	70		
Serbatoio carburante	Fuel tank capacity	lt	90	(gal. 23)	
Serbatoio olio idraulico	Hydraulic oil tank capacity	lt	290	(gal. 76)	
<b>MAST</b>	<b>MAST</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lunghezza	Length	mm	5300 (17')	3800 (12')	2100 (7')
Corsa tavola rotary	Rotary head stroke	mm	3500 (11')	2200 (7')	1150 (4')
Spinta sull'utensile	Crowd force	kg	1500	(lb. 3307)	
Forza di estrazione	Extraction force	kg	2500	(lb. 5512)	
Traslazione verticale	Mast vertical stroke	mm	700	(2'-3")	
<b>MORSE</b>	<b>CLAMPS</b>				
Morsa di bloccaggio dia.	Blocking clamp dia. min./max.	mm	60/220	(2'-9")	
Morsa svitatrice dia.	Joint breaker clamp dia.	mm	60/220	(2'-9")	
<b>ARGANO</b>	<b>HYDRAULIC WINCH</b>	kg	1000	(lb. 2204)	
Capacità tamburo	Drum capacity	m	65	(213')	
<b>TAVOLA ROTARY</b>	<b>ROTARY HEAD</b>				
Coppia	Torque min. - max.	kgm	100 - 600	(lb.ft 723 - 4340)	
Velocità Min. - Max.	Speed max. - min.	rpm	342 - 32		
Passaggio testa di adduzione	Air/water swivel flushing passage	inch	2"		
Slidramatic	Rotary side shift stroke	mm	450	(18")	
<b>PESO TOTALE</b>	<b>TOTAL WEIGHT</b>	kg	9000	(lb. 19845)	
<b>APPLICAZIONI</b>	<b>APPLICATIONS</b>				
Top hammer (drifter)	Top hammer (drifter)	type	Krupp HB 20A		
Colpi al minuto	Impact rate	min-1	2800		
<b>Jet Grouting</b>	<b>Jet Grouting</b>				
Profondità max.	Single stroke depth max.	m	11	(36')	
Diametro aste	Rod diameters	mm	60-76	(2'-3")	
Timer	Timer	type	Digital		
<b>ACCESSORI</b>	<b>ACCESSORIES</b>				
Lubrificatore di linea	Lubricating Liner	lt	17	(gal 5)	
Pompa acqua	Screw type water pump	lt/min - bar	120 - 20	(gal 31 - 290 psi)	
Pompa schiumogeni	Triplex foam pump	lt/min - bar	30-30	(gal 15 - 435 psi)	
Pompa scarotatrice	Core ejection pump	lt/min - bar	15-150	(gal 4 - 2175 psi)	



Fig.1 – Sonda perforatrice tipo “CMV MK 600 F”

La perforazione è stata eseguita a distruzione di nucleo utilizzando triconi ed a “carotaggio continuo” utilizzando carotieri semplici del diametro di 101 mm e rivestimenti del diametro di 127 mm.

### **Sondaggio 1**

La stratigrafia rinvenuta, procedendo dall’alto verso il basso è la seguente:

0.00 – 0.50	terreno di riporto di natura sabbiosa;
0.50 – 11.00	sabbie sciolte con clasti di piccolo diametro di natura calcarea – la formazione è sede di una notevole falda freatica;
11.00 – oltre	formazione argillosa compatta e stratificata.

### **Sondaggio 2**

Procedendo dall'alto verso il basso la successione stratigrafica è la seguente:

0.00 – 1.50	terreno di riporto di natura sabbioso – limosa con presenza di clasti;
1.50 – 15.00	limo sabbioso argilloso dotato di una certa plasticità;
15.00 – oltre	argille compatte e stratificate.

### **Sondaggio 3**

Dall'alto verso il basso:

0.00 – 1.50	humus sabbioso con clasti;
1.50 – 4.30	sabbia limosa;
4.30 – 16.00	limo sabbioso argilloso lievemente plastico;
16.00 – oltre	argille di base compatte e stratificate.



Cassetta catalogatrice.

### **3 – PROSPEZIONI SISMICHE – METODO DOWN - HOLE**

#### **3.1. CENNI TEORICI**

Il metodo down-hole rappresenta una delle più accurate misure non distruttive per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dinamiche dei terreni, in particolare per una corretta valutazione della risposta di un terreno soggetto a carichi dinamici (ad es. terremoti).

Tale metodologia si basa sui principi della sismica a rifrazione di superficie ma, rispetto a quest'ultima, permette, tra l'altro, di rilevare orizzonti a minor velocità sottostanti ad un livello a velocità più elevata, superando così i limiti della sismica a rifrazione, conosciuto nella bibliografia come “orizzonte muto”, in altre parole, uno strato a minore velocità di propagazione delle onde sottostante ad uno con velocità di propagazione più alta, é invisibile.

Si registrano generalmente due tipi di onde di corpo, quelle di compressione (P) e quelle di taglio (SH).

L'esecuzione di una prospezione sismica down-hole richiede la perforazione di un sondaggio generalmente strumentato con un tubo (in PVC

o altro materiale) con diametro non superiore ai 130 mm e cementato alle pareti del foro al fine di garantire un migliore contatto con i terreni circostanti (Fig. 2).

L'apparato di ricezione (geofono tridimensionale) é calato a profondità note nel foro e, mediante un packer di cui è dotato, fatto aderire alle pareti del tubo. Successivamente sono registrati i sismogrammi relativi ai tempi di percorso tra il punto di energizzazione (shot-point) in superficie e quello a cui è posto il geofono.

Tali tempi in fase di processing, sono inseriti in un diagramma spazio-tempo dove la pendenza delle rette determinate dalla successione dei punti di primo arrivo, rappresenta la velocità dei litotipi investigati.

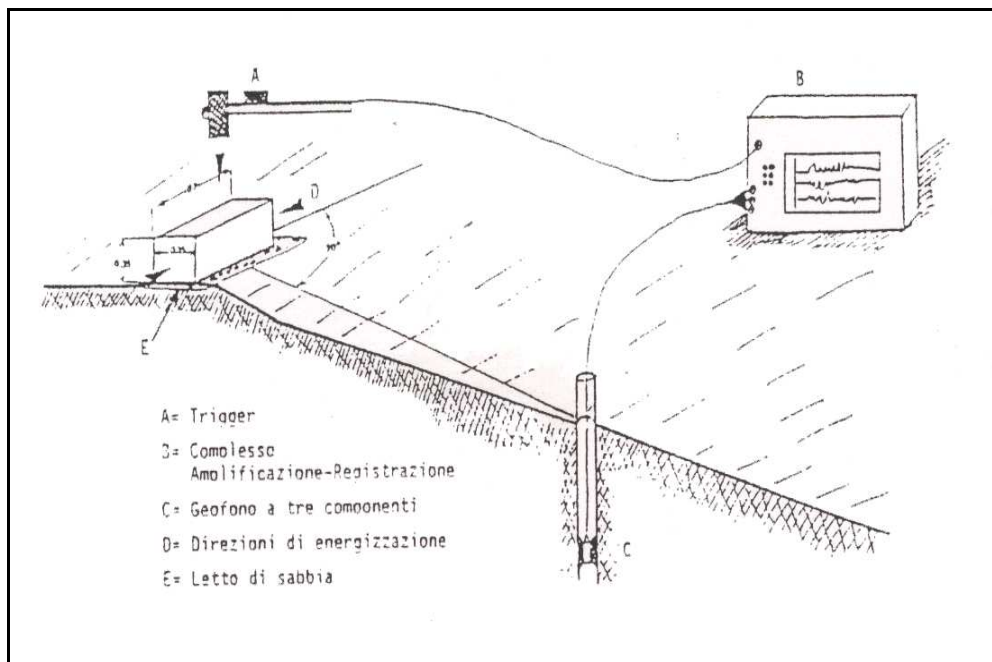


Fig. 2 - Schema di prospezione down-hole.

## 3.2. MODULI ELASTICI DINAMICI

### 3.2.1. RAPPORTO $V_p / V_s$

Questo parametro può fornire utili informazioni sullo stato di consolidazione e sulla presenza di gas nei porous media.

Alcuni Autori (Gardner & Harris, 1968) affermano che rapporti maggiori di 2 si riscontrano in presenza di sabbie saturate non consolidate; alti rapporti risultano altresì per terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione.

Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte o sedimenti gas saturati. In rocce saturate tale rapporto risulta dipendente dalla litologia, dalla quantità e geometria dei pori e dalle microfratture e potrebbe, nota la litologia, fornire indicazioni su questi ultimi due parametri.



### *3.2.2. COEFFICIENTE DI POISSON DINAMICO*

Tra i moduli elastici dinamici tale parametro è l'unico che non necessita della conoscenza della densità per la sua determinazione. E' definito dalla seguente equazione:

$$\sigma = \frac{1}{2} * \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{(V_p/V_s)^2 - 1}$$

Sebbene in teoria sia considerato stress indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei porous- media esso risulta stress dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare secondo GREGORY (1976) a valori negativi.

I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.5.

### *3.2.3. MODULO DI TAGLIO DINAMICO*

E' definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

dove  $\gamma$  = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua. Il campo di variabilità nei porous media è molto esteso.

### *3.2.4. MODULO DI YOUNG DINAMICO*

E' definito dalla seguente equazione:

$$E = (9 \gamma V_s^2 R^2) / (3R^2 + 1)$$

*S t u d i o   G e o l o g i c o  
d i   C o r r a d o   P a r m e g i a n i*

dove:

$\gamma$  = densità

$$R^2 = K / (\gamma V_s^2)$$

$$K = \gamma(V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Tale modulo dipende dalla porosità, dalla pressione litostatica e dagli altri moduli elastici.

Aumenta in misura considerevole quando al campione "dry" a bassa porosità vengono aggiunte piccole quantità di acqua, diminuisce quando un campione ad alta porosità viene sottoposto allo stesso trattamento.

I minimi valori del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi sotto pressione saturati in acqua ed a bassa porosità.

Il campo di variabilità è considerevole.

### 3.3. STRUMENTAZIONE ED ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione si è utilizzato un sismografo GEOMETRICS EG&G 2401 e i dati sono stati acquisiti con due geofoni tridimensionali da pozzo; l'energizzazione degli eventi sismici veniva misurata contemporaneamente dai due sensori.

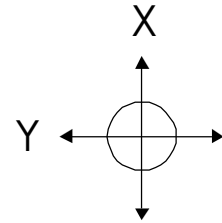
L'acquisizione è stata svolta procedendo dal basso, verso alto risalendo di una distanza pari ad un metro.

Nelle registrazioni le prime tre tracce indicano il geofono situato più in alto, mentre le rimanenti tracce indicano il geofono posto in basso.

I canali 1 e 4 si riferiscono ai geofoni con piano di vibrazione verticale; i canali 2 e 5 (direzione lungo l'asse Y) indicano i geofoni con piano di vibrazione lungo la direttrice sondaggio – punto di scoppio e i canali 3 e 6 (direzione lungo l'asse X) indicano invece i geofoni con piano di vibrazione perpendicolare a questi ultimi (vedi schema seguente).



Punto di energizzazione



Foro di Sondaggio

L'interpretazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia per le onde di compressione sia per le onde di taglio.

I tempi così calcolati si riferiscono a tempi “obliqui” in quanto l'energizzazione non è allineata con i geofoni.

Per ottenere i tempi in verticale viene effettuata una correzione che tiene conto sia della geometria del sistema, sia della correzione all'areato.

L'interpretazione delle prove geofisiche in foro con le velocità sismiche ricavate per ciascun sismostrato (sia per le onde P sia per le SH) è riportata nelle TAVV. 2a-2b, mentre i valori dei moduli elastici ed i tempi di arrivo, sono riportati in appendice.

#### **4 – RISULTATI E CONCLUSIONI**

Su incarico del Comune di San Benedetto del Tronto è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche comprendente n° 3 sondaggi meccanici, adeguatamente attrezzati con tubazioni in PVC da 80 mm, per l'esecuzione di prospezioni sismiche in foro tipo “down-hole” con onde P ed SH.

Nelle TAVV. 2a, 2b e 2c si riepilogano i risultati ottenuti dalle prove Down-Hole. In appendice si allegano i sismogrammi, i tempi di arrivo obliqui e verticali, unitamente ai tabulati dei moduli elastici dinamici derivati.

Le considerazioni che seguono scaturiscono dall'esame dei sismogrammi e dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini geofisiche, in accordo con le tarature fornite dalla campagna geognostica:

##### ***DOWN HOLE DH1***

Le sismostratigrafie riscontrate nel Down-Hole DH1, mostrano l'individuazione di 4 livelli così costituiti:

- Il più superficiale, (0-2.5 m dal p.c.) sismicamente definito areato, presenta velocità di propagazione delle onde sismiche, con valori rispettivamente di 460 m/sec per le onde P e di 155 m/sec per le SH. Questo intervallo è costituito essenzialmente da terreno di riporto e sabbie sciolte con clasti.

- Il secondo ed il terzo sismostrato localizzati alle profondità di 2.5-5.5 m e 5.5-11.5 m dal p.c., mostrano velocità delle onde di compressione di 850 e 1160 m/sec, mentre la velocità delle onde di taglio si attestano sui 205-240 m/sec. La litologia corrispondente risulta essere costituita da sabbie sciolte con clasti.

- Il quarto sismostrato (da 11.5 a 18 m dal p.c.) presenta velocità di 1770 m/sec per le onde P e 250 m/sec per le onde SH. I litotipi che caratterizzano tale orizzonte sono rappresentati da argille costituenti il substrato.

### ***DOWN HOLE DH2***

La sismostratigrafia riscontrata nel Down-Hole DH2 mostra, anch'essa, la presenza di 4 sismostrati così costituiti:

- Il più superficiale, (0-1.5 m dal p.c.), presenta velocità di propagazione delle onde sismiche di 280 m/sec per le onde P e di 115 m/sec per le SH. Questo intervallo è costituito essenzialmente da terreno vegetale di natura sabbiosa.

- Il secondo sismostrato, individuato alla profondità tra 1.5 e 4.5 m dal p.c., mostra velocità delle onde di compressione di 435 m/sec, mentre per le onde di taglio la velocità calcolata è di 175 m/sec. La litologia corrispondente risulta essere costituita da limo sabbioso argilloso lievemente plastico.

- Il terzo sismostrato (intervallo compreso tra 4.5 e 14.5 m dal p.c.) presenta velocità di 1320 m/sec per le onde P e 250 m/sec per le onde SH. Le litologie riscontrate dalla perforazione risultano essere le medesime del sismostrato precedente, ma di compattezza superiore.

- Il quarto orizzonte infine, (da 14.5-fino a fondo foro), mostra velocità di 1825 m/sec e di 330 m/sec rispettivamente per le onde di compressione e di taglio. L'attribuzione litologica risulta essere costituita da argille.

### ***DOWN HOLE DH3***

La sismostratigrafia riscontrata nel Down-Hole DH3 mostra, la presenza di 5 sismostrati così costituiti:

- Il più superficiale, (0-1.5 m dal p.c.), presenta velocità di propagazione degli impulsi sismici di 300 m/sec per le onde P e di 175 m/sec per le SH. Questo intervallo è costituito essenzialmente da terreno vegetale di natura sabbiosa.

- Il secondo sismostrato, individuato alla profondità tra 1.5 e 4.5 m dal p.c., evidenzia velocità delle onde di compressione di 565 m/sec, mentre per le onde di taglio la velocità individuata è di 200 m/sec. La litologia corrispondente risulta essere costituita da sabbia limosa.

- Il terzo ed il quarto sismostrato compresi negli intervalli 4.5-10.5 e 10.5-16.5 m dal p.c. presentano velocità di 1450 e 1990 m/sec per le onde P



e 225-290 m/sec per le onde SH. Tali intervalli risultano essere costituiti da limo sabbioso argilloso lievemente plastico.

- Il quinto ed ultimo sismostrato infine, (da 16.5-fino a fondo foro), mostra velocità di 2250 m/sec per le onde P e di 510 m/sec per le onde SH. L'attribuzione litologica risulta essere costituita da argille.

I moduli elastici, riportati in appendice, sono tipici di terreni con mediocri (DH1, DH2 e 1°, 2°, 3° e 4° sismostrato del DH3) e discrete (5° sismostrato del DH3) caratteristiche fisico-meccaniche.

**INDICE:**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>pag. 1</b>
<b>2. SONDAGGI GEOGNOSTICI</b>	<b>pag. 4</b>
<b>3. PROSPEZIONI SISMICHE – metodo Down – Hole</b>	<b>pag. 7</b>
3.1. cenni storici	pag. 7
3.2. moduli elastici dinamici	pag. 9
3.2.1. rapporto $V_p / V_s$	pag. 9
3.2.2. coefficiente di Poisson dinamico	pag. 10
3.2.3. modulo di taglio dinamico	pag. 11
3.2.4. modulo di Young dinamico	pag. 11
3.3. strumentazione ed acquisizione	pag. 13
<b>4. RISULTATI E CONCLUSIONI</b>	<b>pag. 15</b>

**ALLEGATI:**

**PLANIMETRIA**

**SEZIONE**

**STRATIGRAFIE**

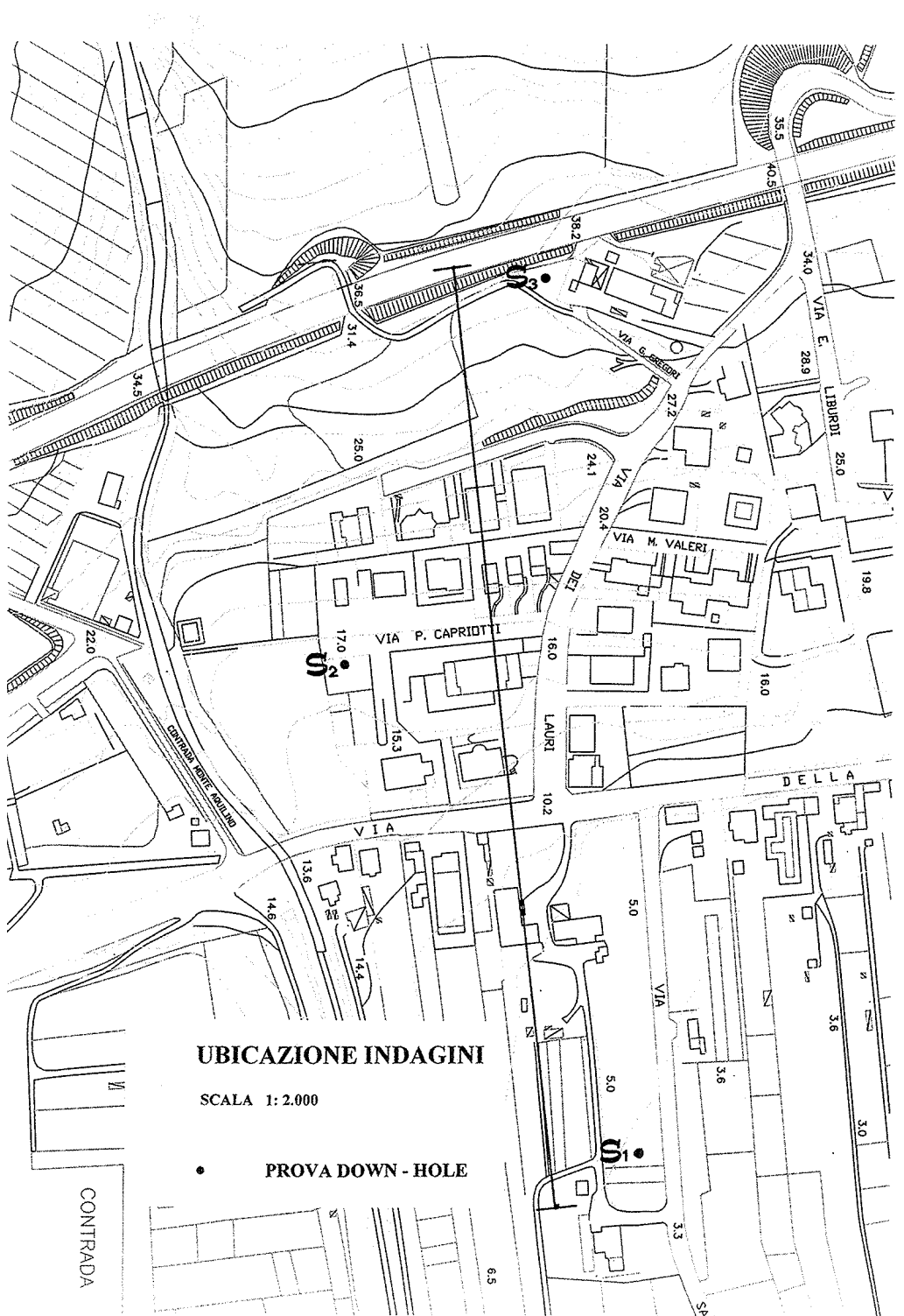
**TAVOLE:**

TAVV. 1a-1c	Dromocrone
TAVV. 2a-2c	Interpretazione Down-Holes

**APPENDICE**

Sismogrammi  
Tabelle Moduli Elastici Dinamici  
Tempi di arrivo eventi sismici

## PLANIMETRIA

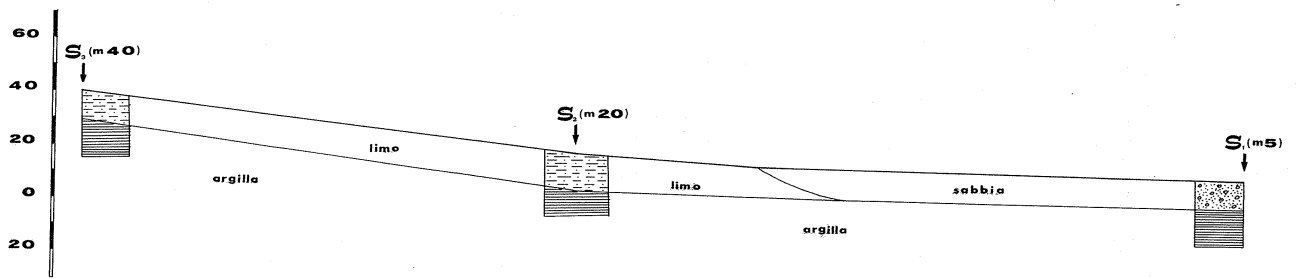


SEZIONE

# SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

SCALA 1:1.000

S SONDAGGIO



## STRATIGRAFIE

STUDIO GEOLOGICO di Corrado Parmegiani GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE via Calatafimi, 170 San Benedetto del Tronto Tel. 0735 583265	COMMITTENTE: COMUNE LOCALITA' S. BENEDETTO DEL TR. DATA 05/05/2005 SONDAGGIO N.1
---	---

profondità dal p. c.	stratigrafia	descrizione litologica	contenuto d'acqua	camp. indisturbati	camp. disturbati	sistema di perforazione	diametro foro	carotaggio	osservazioni
1 mt		riporto	si						
2 mt		Sabbie sciolte con clasti							
3 mt									
4 mt									
5 mt									
6 mt									
7 mt									
8 mt									
9 mt									
10 mt									
11 mt									
12 mt		argille							
13 mt									
14 mt									
15 mt									
16 mt									
17 mt									
18 mt									
19 mt									
20 mt									



STUDIO GEOLOGICO  
di  
Corrado Parmegiani  
GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE  
via Calatafimi, 170 San Benedetto del Tronto  
Tel. 0735 583265

COMMITTENTE: COMUNE  
LOCALITA' S. BENEDETTO DEL TR.  
DATA 05 / 05 / 2005  
SONDAGGIO N. 2

profondità dal p. c.	stratigrafia	descrizione litologica	contenuto d'acqua	camp. indisturbati	camp. disturbati	sistema di perforazione	diametro foro	carotaggio	osservazioni
1 mt		humus sabbioso giallastro con clasti							
2 mt									
3 mt									
4 mt									
5 mt									
6 mt									
7 mt									
8 mt		limo sabbioso argilloso lievemente plastico							
9 mt									
10 mt									
11 mt									
12 mt									
13 mt									
14 mt									
15 mt									
16 mt									
17 mt		argille							
18 mt									
19 mt									
20 mt									

STUDIO GEOLOGICO  
di  
Corrado Parmegiani  
GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE  
via Calatafimi, 170 San Benedetto del Tronto  
Tel. 0735 583265

COMMITTENTE: COMUNE  
LOCALITA' S. BENEDETTO DEL TR.  
DATA '06 / 05 / 2005  
SONDAGGIO N. 3

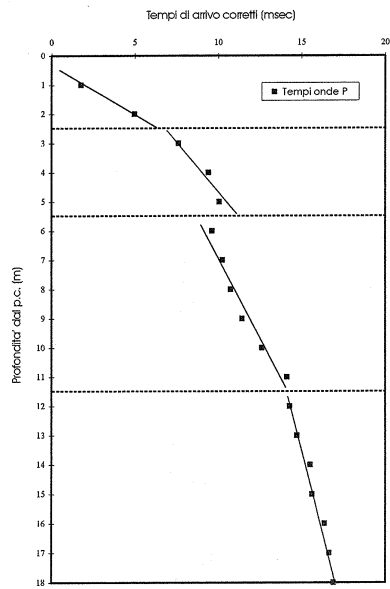
profondità dal p. c.	stratigrafia	descrizione litologica	contenuto d'acqua	camp. indisturbati	camp. disturbati	sistema di perforazione	diametro foro	carotaggio	osservazioni
1 mt		humus sabbioso giallastro con clasti							
2 mt		sabbia limosa							
3 mt		sabbia limosa							
4 mt		sabbia limosa							
5 mt		sabbia limosa							
6 mt		sabbia limosa							
7 mt		sabbia limosa							
8 mt		sabbia limosa							
9 mt		sabbia limosa							
10 mt		sabbia limosa							
11 mt		sabbia limosa							
12 mt		sabbia limosa							
13 mt		sabbia limosa							
14 mt		sabbia limosa							
15 mt		sabbia limosa							
16 mt		sabbia limosa							
17 mt		sabbia limosa							
18 mt		argille							
19 mt		argille							
20 mt		argille							

## TAVOLE

DROMOCRONE DOWN - HOLE DH1

LAVORO:  
Indagini geognostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
**1a**



Log Stratigrafico

Riparto

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

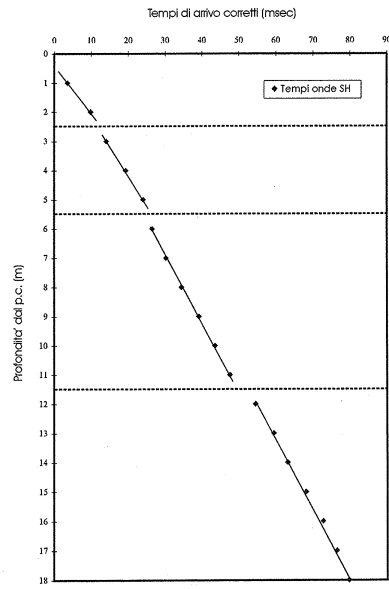


---



---

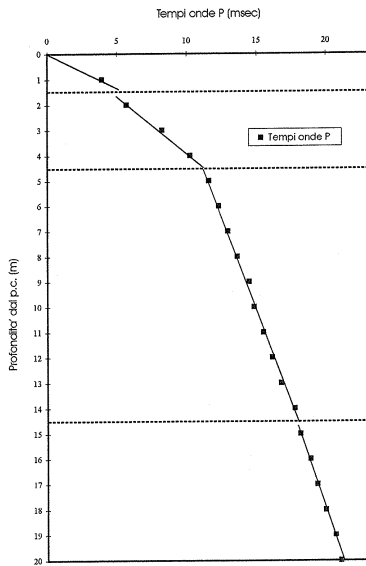
Argille



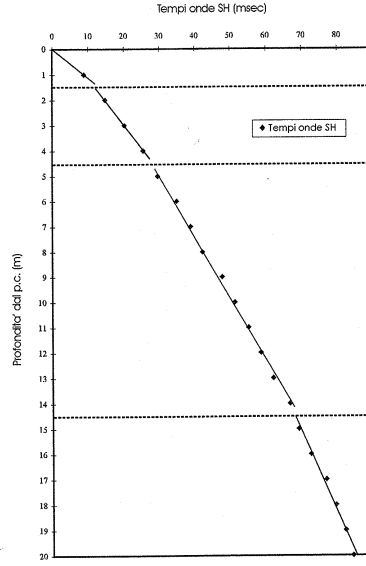
DROMOCRONE DOWN - HOLE DH2

LAVORO:  
 indagini geognostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
 eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
**1b**



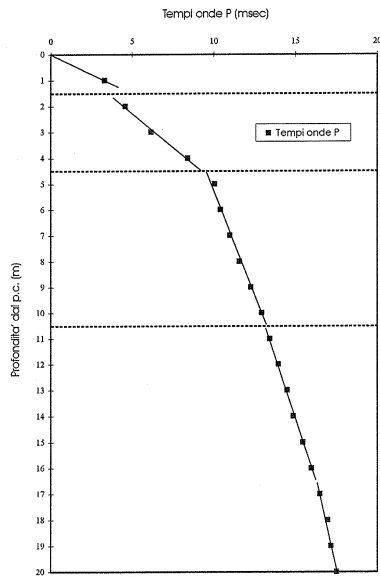
Log Stratigrafico



DROMOCRONE DOWN - HOLE DH3

LAVORO:  
 Indagini geognostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
 eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
 1C



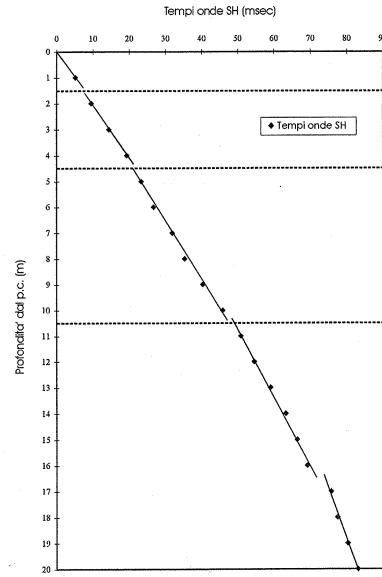
Log Stratigrafico

Humus sabbioso  
 giallastro con ciastri

Sabbia limosa

Limo sabbioso argilloso  
 lievemente plastico

Argille

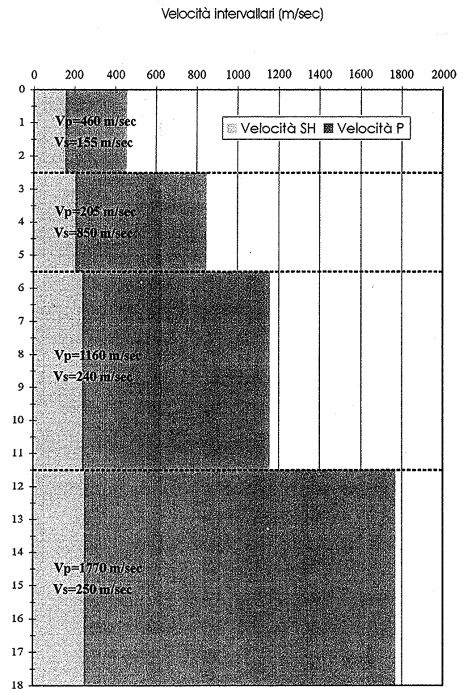
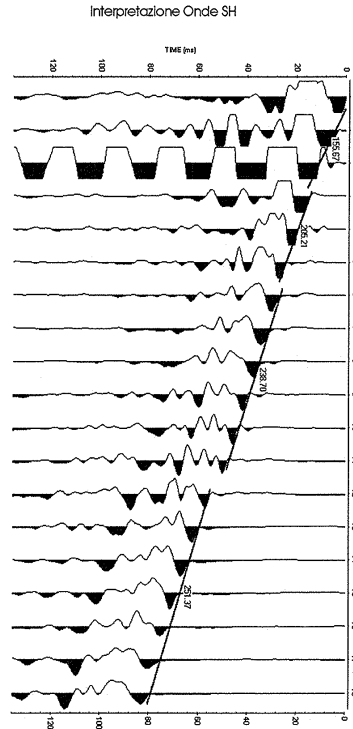
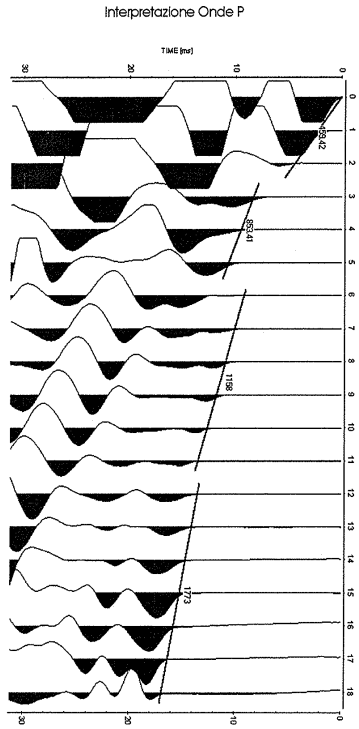


APPENDICE

INTERPRETAZIONE DOWN - HOLE DH1

LAVORO:  
Indagini geognostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
**2a**



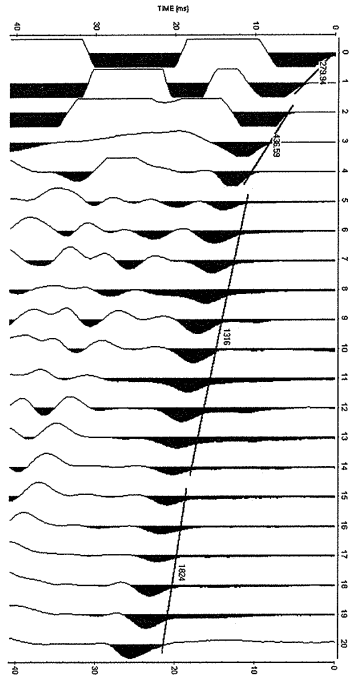


INTERPRETAZIONE DOWN - HOLE DH2

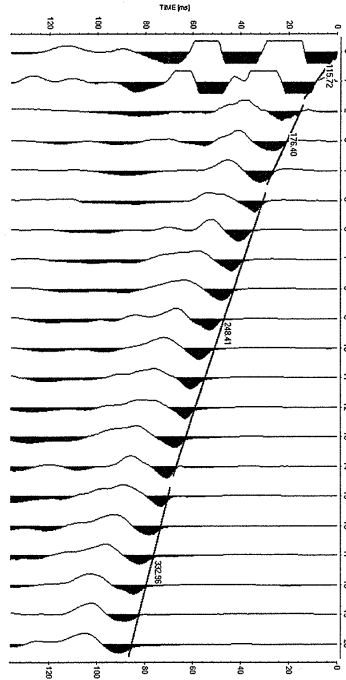
LAVORO:  
Indagini geognostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
**2b**

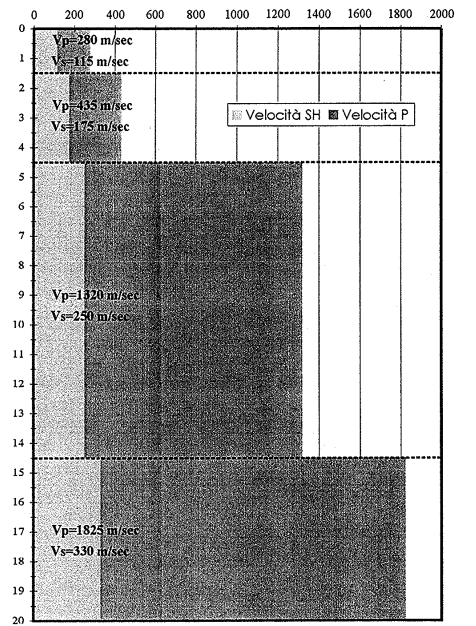
Interpretazione Onde P



Interpretazione Onde SH



Velocità intervallari (m/sec)

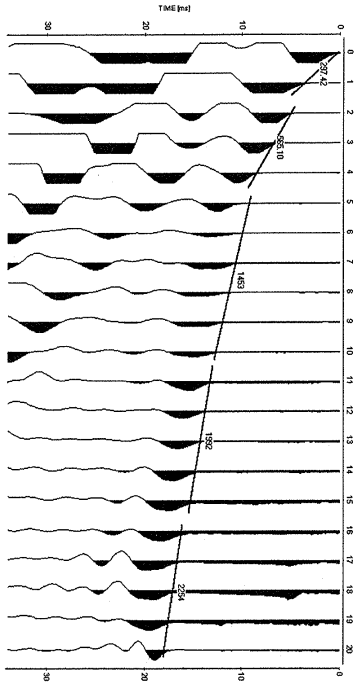


INTERPRETAZIONE DOWN - HOLE DH3

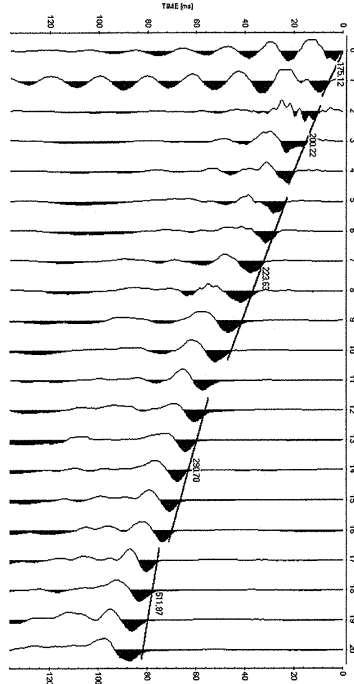
LAVORO:  
Indagini geonostiche e geofisiche in foro (Down-Hole)  
eseguite nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Tavola n°:  
**2c**

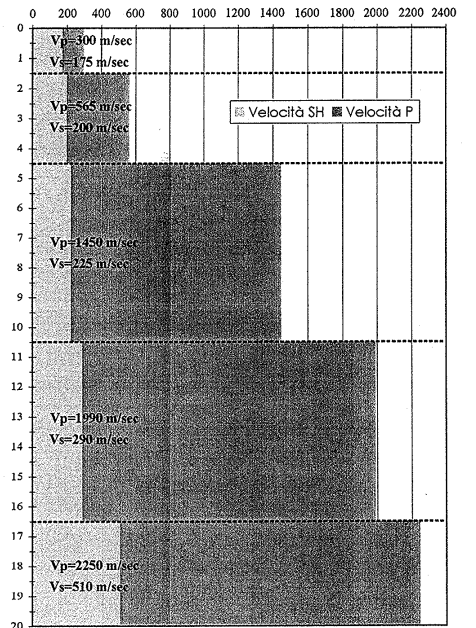
Interpretazione Onde P



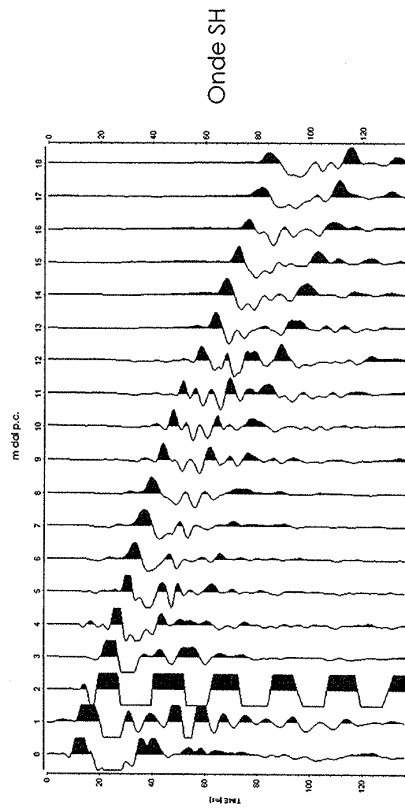
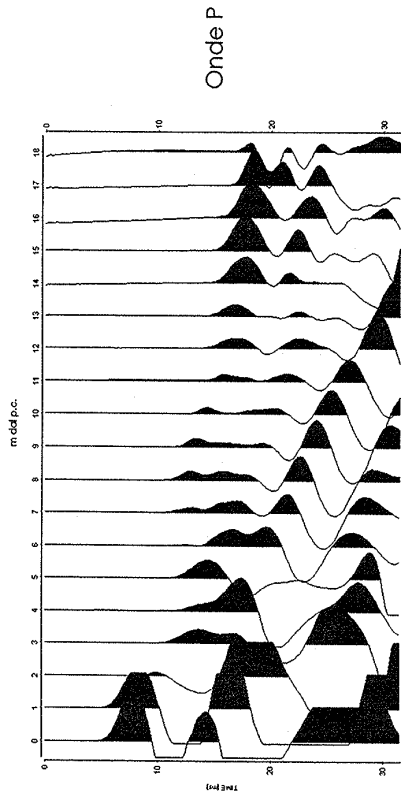
Interpretazione Onde SH



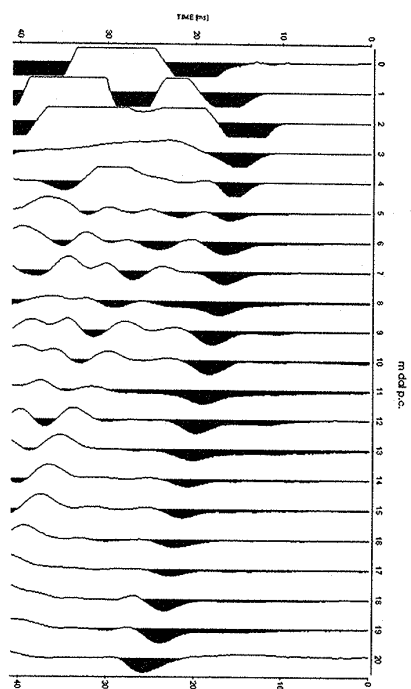
Velocità intervallari (m/sec)



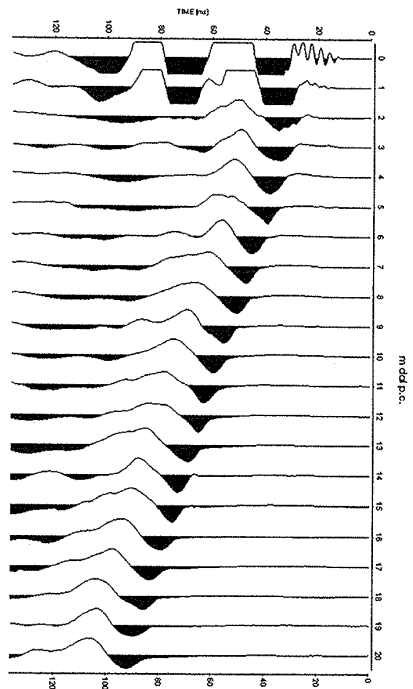
SISMOGRAMMI DH1



# SISMOGRAMMI DH2

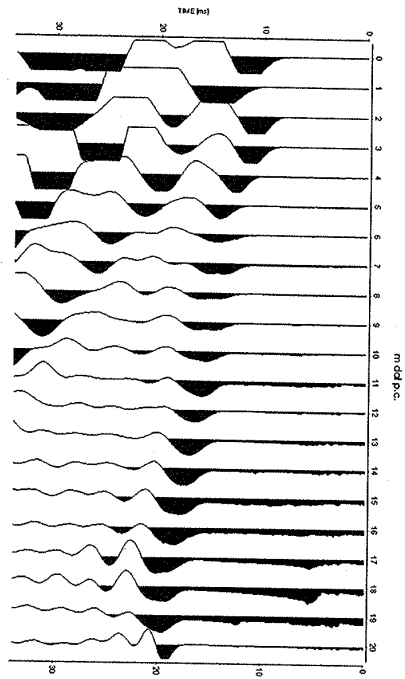


Onde P

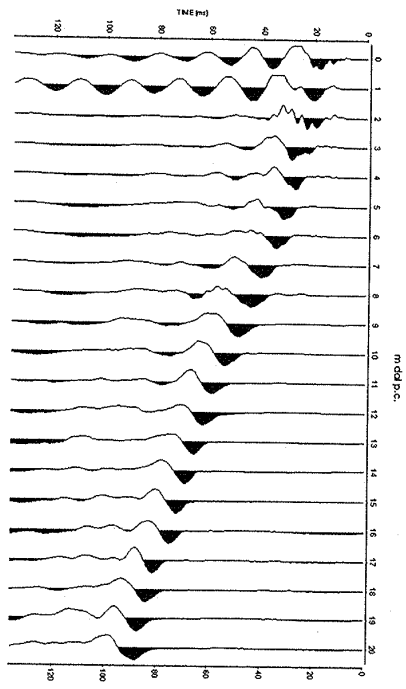


Onde SH

SISMOGRAMMI DH3



Onde P



Onde SH

**Down-Hole DH1**

*** MODULI ELASTICI DINAMICI***							
Int.	$\gamma$	Vp	Vs	Vp/Vs	$E_0$	G	$\sigma$
0-2.5 m	1800	460	155	2.97	1.242E+08	4.325E+07	0.4360
2.5-5.5 m	1900	880	205	4.15	2.346E+08	7.985E+07	0.4691
5.5-11.5 m	1900	1160	240	4.83	3.234E+08	1.094E+08	0.4776
11.5-18 m	2000	1770	250	7.08	3.725E+08	1.250E+08	0.4898

\*\*\*  $\gamma$  Kg/m<sup>3</sup> - Velocità m/sec - Moduli Nm<sup>2</sup> \*\*\*

**Down-Hole DH2**

*** MODULI ELASTICI DINAMICI***							
Int.	$\gamma$	Vp	Vs	Vp/Vs	$E_0$	G	$\sigma$
0-1.5 m	1800	280	115	2.43	6.658E+07	2.381E+07	0.3985
1.5-4.5 m	1900	435	175	2.49	1.633E+08	5.819E+07	0.4035
4.5-14.5 m	1900	1320	280	5.28	3.518E+08	1.188E+08	0.4814
14.5-20 m	2000	1825	330	5.53	6.460E+08	2.178E+08	0.4831

\*\*\*  $\gamma$  Kg/m<sup>3</sup> - Velocità m/sec - Moduli Nm<sup>2</sup> \*\*\*

**Down-Hole DH3**

*** MODULI ELASTICI DINAMICI***							
Int.	$\gamma$	Vp	Vs	Vp/Vs	$E_0$	G	$\sigma$
0-1.5 m	1800	300	175	1.71	1.369E+08	5.513E+07	0.2421
1.5-4.5 m	1900	565	200	2.83	2.171E+08	7.600E+07	0.4284
4.5-10.5 m	1900	1450	225	6.44	2.862E+08	9.619E+07	0.4877
10.5-16.5 m	1900	1990	290	6.86	4.759E+08	1.598E+08	0.4892
16.5-20 m	2000	2250	510	4.41	1.532E+09	5.202E+08	0.4729

\*\*\*  $\gamma$  Kg/m<sup>3</sup> - Velocità m/sec - Moduli Nm<sup>2</sup> \*\*\*

Tempi di arrivo eventi sismici

Località: San Benedetto del Tronto (AP)

DOWN-HOLE DH1 distanza shot - bocca foro: 3,0 m

m dal p.c.	ONDE P		ONDE SH	
	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)
0	5.0	0.0	9.4	0.0
1	5.6	1.8	11.3	3.6
2	8.0	5.0	17.8	9.9
3	10.8	7.6	20.0	14.2
4	12.3	9.8	24.2	19.4
5	11.7	10.1	28.1	24.1
6	11.3	10.1	29.7	26.6
7	11.2	10.3	33.0	30.3
8	11.5	10.7	36.8	34.5
9	12.1	11.4	41.4	39.2
10	13.2	12.6	45.6	43.6
11	14.6	14.1	49.4	47.7
12	14.7	14.3	56.2	54.5
13	15.1	14.7	61.1	59.5
14	15.9	15.5	64.6	63.2
15	15.9	15.6	69.5	68.1
16	16.7	16.4	74.0	72.7
17	16.9	16.6	77.5	76.4
18	17.1	16.9	80.8	79.7

Località: San Benedetto del Tronto (AP)

DOWN-HOLE DH2 distanza shot - bocca foro: 3,0 m

m dal p.c.	ONDE P		ONDE SH	
	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)
0	15.0	0.0	30.7	0.0
1	12.5	3.9	28.1	8.9
2	10.3	5.7	26.8	14.9
3	11.7	8.3	28.8	20.3
4	12.8	10.3	32.0	25.6
5	13.5	11.6	34.6	29.6
6	13.8	12.3	39.1	35.0
7	14.1	13.0	42.3	38.9
8	14.6	13.6	45.2	42.4
9	15.3	14.5	50.4	47.8
10	15.5	14.8	53.6	51.4
11	16.1	15.5	57.2	55.2
12	16.6	16.1	60.4	58.6
13	17.2	16.8	63.7	62.0
14	18.2	17.7	68.2	66.7
15	18.5	18.1	70.4	69.1
16	19.2	18.9	73.7	72.4
17	19.7	19.4	77.9	76.7
18	20.2	20.0	80.5	79.4
19	20.9	20.7	83.0	82.0
20	21.3	21.0	85.0	84.0

Località: San Benedetto del Tronto (AP)

DOWN-HOLE DH3

distanza shot - bocca foro: 3,0 m

m dal p.c.	ONDE P		ONDE SH	
	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)	tempi obliqui (msec)	tempi verticali (msec)
0	8.2	0.0	14.6	0.0
1	10.4	3.3	16.4	5.2
2	8.3	4.6	17.2	9.6
3	8.7	6.2	20.5	14.5
4	10.5	8.4	24.3	19.4
5	11.7	10.1	27.2	23.3
6	11.6	10.4	29.9	26.8
7	12.0	11.0	34.8	31.9
8	12.4	11.6	37.7	35.3
9	12.9	12.3	42.6	40.4
10	13.5	12.9	48.0	45.9
11	13.9	13.4	52.8	50.9
12	14.4	14.0	56.3	54.6
13	14.9	14.5	60.6	59.1
14	15.2	14.9	64.7	63.2
15	15.8	15.5	67.6	66.3
16	16.3	16.0	70.3	69.1
17	16.7	16.5	76.8	75.6
18	17.2	17.0	78.4	77.3
19	17.4	17.2	81.1	80.1
20	17.7	17.5	83.8	82.9