



**- STUDIO GEOLOGICO -**  
**Dott. GIOVANNI MONTANARI**  
Via P. Calamandrei, 9 - 61032 FANO (PU)  
Tel e Fax 0721-862303 Cell. 333-8931323  
e-mail [geolmont@libero.it](mailto:geolmont@libero.it)  
Cod.Fisc. MNT GNN 54S28 D488R - Part. Iva 00706490414

**COMUNE DI FANO**  
**PROVINCIA DI PESARO-URBINO**

**EREDI ADANTI SOLAZZI ED ALTRI**

**CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI DI SOTTOFONDO  
DELLA NUOVA SEDE STRADALE E AREA PARCHEGGI  
ALL'INTERNO DEL COMPARTO UNITARIO ST2-P11 A  
FANO.**

**Fano, li Luglio 2016**

**Geol. Dr. Giovanni Montanari**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE  
Giovanni MONTANARI  
Geologo Specialista  
N. 120  
ALBO SEZIONE A

## **1. – PREMESSA**

Gli eredi Adanti Solazzi ed Altri intendono procedere alla realizzazione del nuovo Comparto Unitario ST2-P11 nel comune di Fano, la cui posizione è indicata sulla corografia riportata in tavola n.1 allegata. Tale intervento prevede la realizzazione, sulla parte NE, di un tratto di sede stradale e di un'area adibita a parcheggi autovetture. In relazione a ciò è stato richiesto al sottoscritto di eseguire la caratterizzazione dei terreni più superficiali ivi presenti al fine di poter fornire indicazioni ai progettisti per la progettazione di tale opera. Si è pertanto programmata una indagine stratigrafica in corrispondenza del centro dell'area che verrà adibita a sede stradale e parcheggio. Considerando che i carichi indotti dai mezzi andranno a dissiparsi entro una brevissima profondità si è ritenuto opportuno realizzare uno scavo per mezzo di escavatore idraulico.

## **2. – LITOLOGIA DEL SITO**

La litologia della zona circostante il nuovo comparto è caratterizzata dalla presenza di un'unica formazione geologica, le alluvioni del Pleistocene Superiore, le quali danno origine alla vasta zona pianeggiante che con direzione sud-ovest nord-est accompagna il Fiume Metauro, nella sua bassa valle, fino al mare e sulle quali è situata quasi l'intera città di Fano, come mostrato dalla carta geologica riportata in tavola n. 2 allegata.

Queste alluvioni sono costituite prevalentemente da sabbie, ghiaie e limi depositati dal fiume Metauro e dal Torrente Arzilla durante il periodo

quaternario in momenti d'abbondantissimo trasporto di materiali solidi, movimentati parte in sospensione e parte per rotolamento sul fondo. Tali materiali, variamente intercalati fra loro, sono stati depositati in giacitura pianeggiante lungo i rispettivi alvei fluviali sotto forma di terrazzi disposti a varie altezze e corrispondenti a periodi diversi di deposizione.

I terreni costituenti il Comparto Unitario ST2-P11 oggetto di studio si trovano a Fano a lato di Via Paleotta in prossimità del Torrente Arzilla e sono situati geologicamente sulla parte terminale della coltre di alluvioni quaternarie del terzo ordine di terrazzi che si estende diffusamente, in prossimità della costa, per parecchi chilometri, dall'attuale corso del Fiume Metauro fino al Torrente Arzilla. A nord-ovest dei terreni considerati, a quota più bassa, sono presenti le alluvioni del quarto ordine di terrazzi che accompagnano il corso del Torrente Arzilla. In particolare è presente un'ansa provocata da un'antica meandrificazione del corso del torrente successivamente da questo abbandonata. Alluvioni del quarto ordine sono presenti pure a nord dei terreni oggetto di studio. Ad ovest, oltre il corso del torrente, si trova la formazione delle argille marnose azzurre lievemente sabbiose che dà origine ai primi rilievi collinari. Tale formazione è presente anche al di sotto della coltre alluvionale e funge da bedrock sul quale tutta la coltre alluvionale, costituita da più ordini di terrazzi, appoggia. Lo spessore delle alluvioni in corrispondenza del sito studiato è consistente e raggiunge alcune decine di metri. Non sono presenti cavità naturali, né cavità artificiali, né ovviamente cavità di origine carsica nella zona.

### **3. – UBICAZIONE SCAVO E CLASSIFICAZIONE TERRE**

Il tratto di nuova sede stradale in progetto e adiacente parcheggio si trovano sui terreni costituenti la coltre alluvionale. I carotaggi eseguiti in passato e gli scavi eseguiti per lo studio delle “Terre e rocce da scavo” hanno confermato la presenza di una coltre di terreno vegetale abbastanza scura con presenza di abbondante materiale organico e successivamente di limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi. Più in profondità sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa ma queste non verranno interessate dai carichi indotti dalla nuova sede stradale.

Per indagare compiutamente l’area in oggetto è stato eseguito uno scavo in corrispondenza del centro dell’area adibita a parcheggio e sede stradale la cui ubicazione è riportata in tavola n. 3 allegata. Questo nuovo scavo (foto n 1) ha fornito la seguente stratigrafia che conferma quanto indagato in precedenza.

#### **SCAVO C**

Da m. 0,00 a m. 0,60 è presente terreno vegetale scuro con abbondante materiale organico e tracce di radici, residui delle coltivazioni agricole eseguite sull’area in passato, da m. 0,60 fino a m. 1,50 di profondità sono presenti limi argillosi debolmente sabbiosi giallastri. Alla profondità di m. 0,60 , quota alla quale andrà presumibilmente appoggiato il pacchetto stradale, è stato prelevato un campione di terreno il quale è stato opportunamente protetto e immediatamente trasportato al Laboratorio Geomeccanico Orazi di Pesaro per la sua

classificazione. I risultati di tali analisi sono riportati in allegato al presente studio.

Considerato che il pacchetto stradale solitamente presenta uno spessore di circa 55-60 cm. si avrà che il nuovo pacchetto stradale asporterà completamente la coltre di terreno vegetale ed andrà ad appoggiarsi sui limi argillosi debolmente sabbiosi sottostanti. Comunque, anche se più spessa, la coltre vegetale andrà asportata.

Le analisi granulometriche mediante setacciatura e la successiva determinazione di alcuni dei Limiti di Atterberg eseguite in laboratorio sul campione prelevato a m. 0,60 dal piano campagna ha consentito di classificare tali terreni esattamente come **“limi argillosi debolmente sabbiosi”** classificabili come **A7-6** della recente nuova classificazione UNI 11531-1.

In base a quanto indagato si evince quindi che questi terreni non sono adatti, così come si trovano, a sopportare adeguatamente i carichi indotti da una sede stradale. La loro caratterizzazione indica tuttavia che questi sono perfettamente idonei ad essere sottoposti ad un processo di miglioramento in sito: la “Stabilizzazione a Calce”. Questa semplice operazione, che può essere effettuata su questi materiali, ne modificherà profondamente le caratteristiche di base e strutturali rendendoli successivamente perfettamente idonei a sopportare il pacchetto stradale

Si fa presente che questa operazione, ampiamente studiata, diffusissima ed economicamente vantaggiosa, attualmente largamente adottata sia

da ANAS che da Autostrade S.p.a., permette di utilizzare lo stesso materiale ora presente in posto per l'appoggio della sovrastruttura stradale in quanto tale terreno, dopo il trattamento a calce, acquisterà caratteristiche geomeccaniche completamente diverse e molto migliori, soprattutto sarà praticamente insensibile alle variazioni di umidità. L'operazione di stabilizzazione a calce, riassunta qui in modo sommario, consiste nello stendere omogeneamente, al di sopra del terreno scoticato dalla coltre vegetale, una percentuale di calce viva che può andare dal 2% al 4 % sul peso del volume trattato, quindi si provvede alla accurata miscelazione di questa con il terreno attraverso una particolare fresa detta Pulvimixer, alla umidificazione se necessaria e, dopo un limitato tempo di reazione (2-3 ore), alla rullatura finale. Fra le varie reazioni chimiche che si producono sul materiale trattato quella principale è lo scambio ionico tra la superficie delle particelle di argilla e quelli derivanti dalla dissociazione della calce. Ciò produce la formazione di composti stabili dotati di forti proprietà leganti che aumentano vistosamente le caratteristiche meccaniche del materiale e soprattutto ne riducono notevolmente la sensibilità nei confronti dell'acqua e quindi la plasticità.

Essendo come detto il materiale presente del gruppo **A7-6** si presta benissimo a tale tipo di trattamento ed alla fine del processo potrà certamente essere usato come sottofondo stradale. Tale trattamento dovrà prevedere preliminari semplici prove di laboratorio, da prescrivere alla ditta realizzatrice, per la individuazione del contenuto in calce ottimale per il terreno specifico. Al

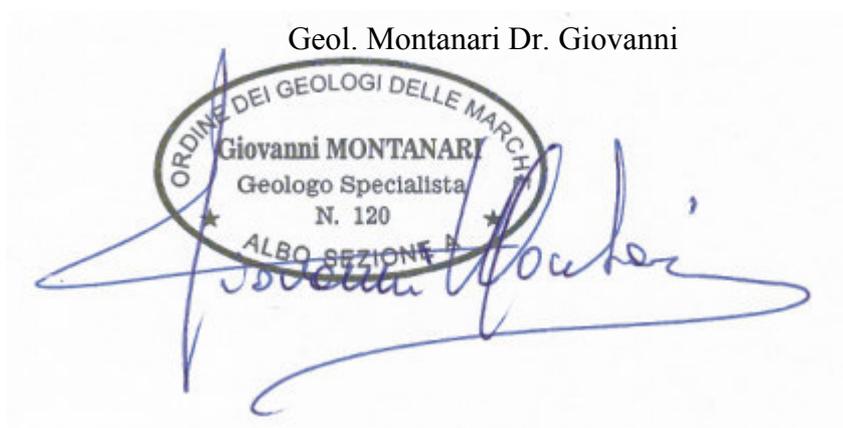
termine dell'operazione andrà inoltre certificato, mediante prova di carico su piastra, il raggiungimento dei valori adatti alla funzione di sottofondo stradale.

#### 4 – CONCLUSIONI

A conclusione del presente studio si conferma quindi che i **“limi argillosi debolmente sabbiosi”** presenti al di sotto della coltre vegetale così come si trovano ora non sono adatti a sopportare adeguatamente un pacchetto stradale ma gli stessi, una volta sottoposti al processo di stabilizzazione a calce, saranno perfettamente in grado di adempiere a tale funzione in quanto aumenteranno notevolmente le proprie caratteristiche meccaniche e sarà ridotta notevolmente la loro plasticità. Tale semplice operazione sarà anche economicamente vantaggiosa in quanto eviterà di dover asportare una parte di tali materiali sostituendoli con materiale di cava.

Fano, Luglio 2016

Geol. Montanari Dr. Giovanni



**ALLEGATI**

COROGRAFIA



SCALA 1:25.000

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE  
FOGLIO N.110 DELLA CARTA D'ITALIA  
TAVOLETTA IV° S.O.

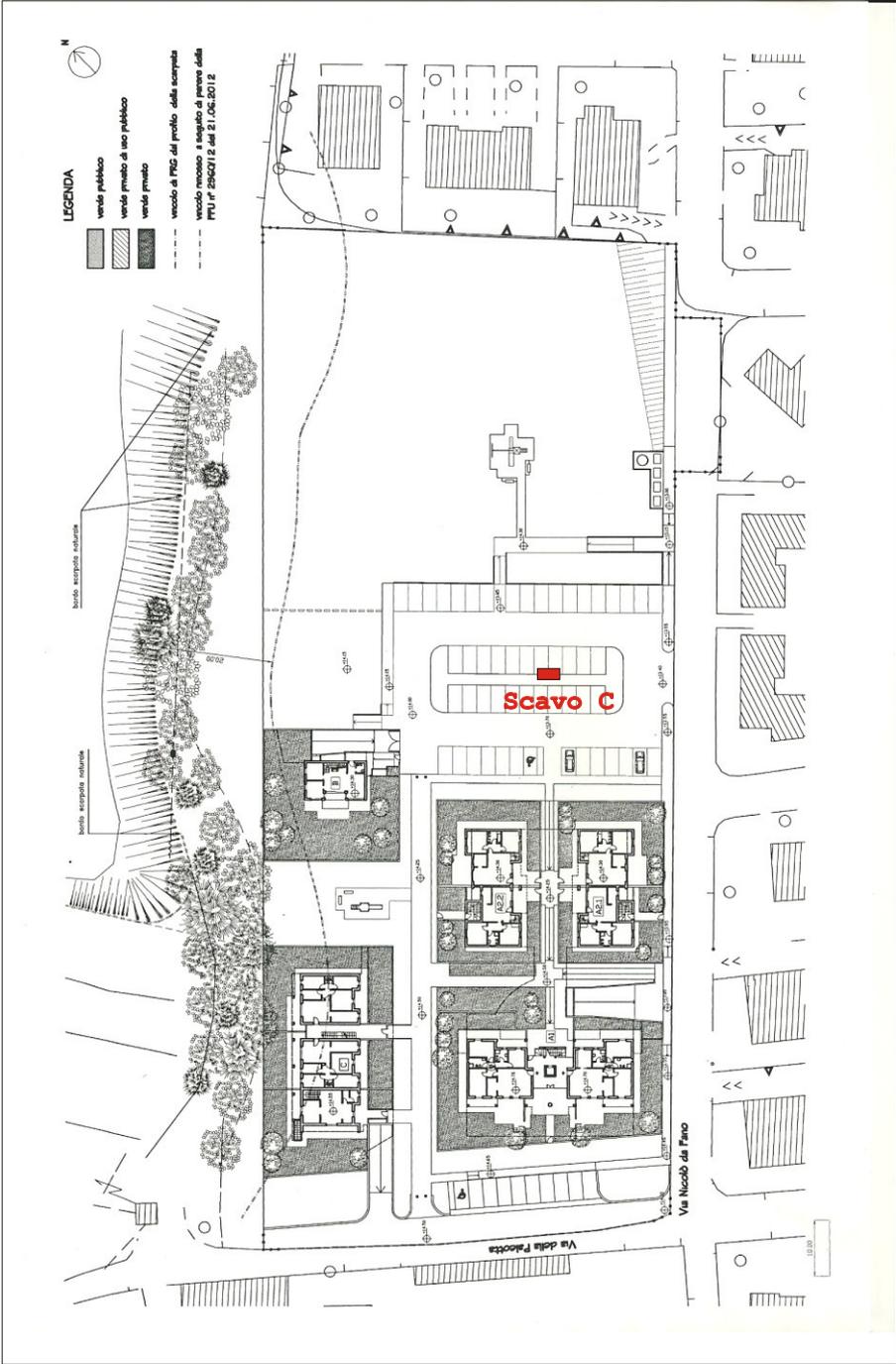
LEGENDA



Ubicazione Comparto ST2-P11 di proprietà eredi Adanti, Solazzi ed Altri



UBICAZIONE INDAGINE



Scala 1:1333

LEGENDA

■ Scavo di indagine e prelievo campione di terreno



Foto 1  
Scavo C

COMMITTENTE DOTT. GEOL. GIOVANNI MONTANARI  
CANTIERE COMPARTO UNITARIO ST2-P11 - FANO (PU)

COMMESSA 073/16

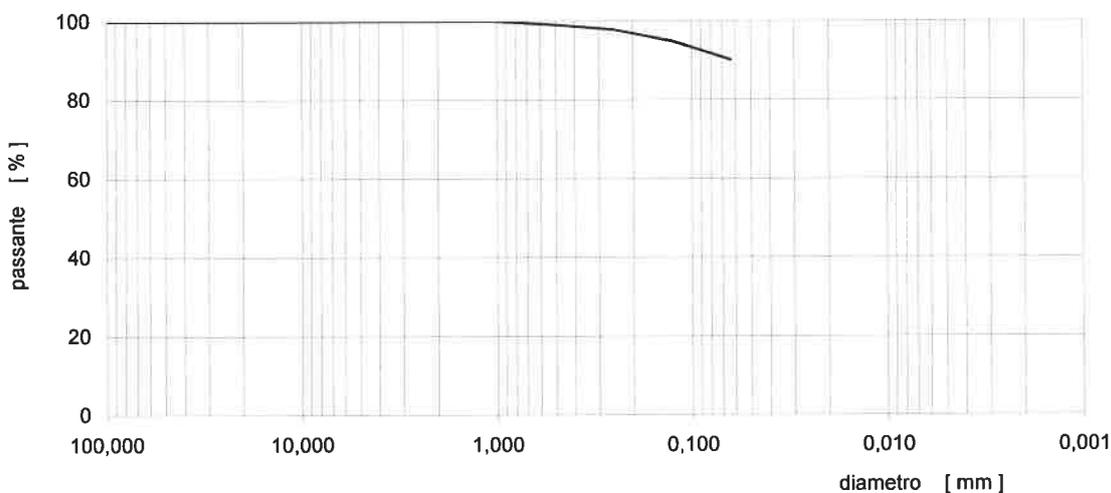
CAMPIONE LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO - SCAVO C profondità 0,6m  
data ricevimento 19/07/16

**ANALISI GRANULOMETRICA**

UNI EN 933-1

diametro mm	trattenuto		passante %
	parziale %	cumulativo %	
100,000	0,0	0,0	100,0
63,000	0,0	0,0	100,0
40,000	0,0	0,0	100,0
31,500	0,0	0,0	100,0
20,000	0,0	0,0	100,0
16,000	0,0	0,0	100,0
14,000	0,0	0,0	100,0
12,500	0,0	0,0	100,0
10,000	0,0	0,0	100,0
8,000	0,0	0,0	100,0
6,300	0,0	0,0	100,0
4,000	0,0	0,0	100,0
2,000	0,0	0,0	100,0
1,000	0,0	0,0	100,0
0,500	0,9	0,9	99,1
0,250	1,2	2,1	97,9
0,125	3,0	5,1	94,9
0,063	4,8	9,9	90,1

OSSERVAZIONI:



rapporto di prova <b>07316001</b>	il Direttore Dr. Ugo Sergio Orazi 	lo Sperimentatore Geom. Simone Serfilippi 
data di emissione <b>25/07/16</b>		

<b>LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI SAS</b> Via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino) Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Articolo 59 del DPR 380/2001 - Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	<b>SOCIO ALIG</b>

**COMMITTENTE** DOTT. GEOL. GIOVANNI MONTANARI  
**CANTIERE** COMPARTO UNITARIO ST2-P11 - FANO (PU)

**COMMESSA** 073/16

**CAMPIONE** LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO - SCAVO C profondità 0,6m  
**data ricevimento** 19/07/16

### LIMITI DI CONSISTENZA

UNI CEN ISO/TS 17892-12

limite di liquidità	%	40,7
limite di plasticità	%	25,5
indice di plasticità	%	15,2

OSSERVAZIONI:



rapporto di prova 07316002	il Direttore Dr. Ugo Sergio Orazi	lo Sperimentatore Geom. Simone Serfilippi
data di emissione 25/07/16		

<b>LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI SAS</b> Via Cairo, snc - 61024 Mombarroccio (Pesaro e Urbino) Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Articolo 59 del DPR 380/2001 - Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	<b>SOCIO ALIG</b>

**COMMITTENTE** DOTT. GEOL. GIOVANNI MONTANARI  
**CANTIERE** COMPARTO UNITARIO ST2-P11 - FANO (PU)

**COMMESSA** 073/16

**CAMPIONE** LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO - SCAVO C profondità 0,6m  
**data ricevimento** 19/07/16

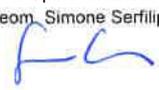
**CLASSIFICAZIONE UNI 11531-1**

passante 2 mm	%	100,0
passante 0,4 mm	%	98,8
passante 0,063 mm	%	90,1
limite di liquidità	%	40,7
indice di plasticità	%	15,2

CLASSIFICAZIONE	-	A7-6
-----------------	---	------

OSSERVAZIONI:



<b>rapporto di prova</b> 07316003	<b>il Direttore</b> Dr. Ugo Sergio Orazi 	<b>lo Sperimentatore</b> Geom. Simone Serfilippi 
<b>data di emissione</b> 25/07/16		