

E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

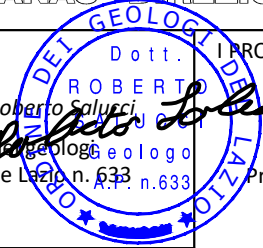
FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Roberto Salucci
 Ordine Geologi della Regione Lazio n. 633

Ing. Ambrogio Signorelli
 Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111



COORDINATORE PER LA SICUREZZA
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Arch. Santo Salvatore Vermiglio
 Ordine Architetti
 Provincia di Reggio Calabria n. 1270

Ing. Moreno Panfili
 Ordine Ingegneri
 Provincia di Perugia n. A2657

Ing. Matteo Bordugo
 Ordine Ingegneri
 Provincia di Pordenone al n. 790A

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Pisani

VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO

Arch. Pianif. Marco Colazza

Ing. Giuseppe Resta
 Ordine Ingegneri
 Provincia di Roma n. 20629

PROGETTAZIONE ATI:
 (Mandataria)

GP INGENGERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

(Mandante)


 cooprogetti

(Mandante)



(Mandante)


 Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
 SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):

Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI
 ORDINE INGEGNERI
 ROMA
 N° 14035

STUDI ED INDAGINI
Geologia
Rilievi geomeccanici

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV.PROG ANNO

DPFI508 D 23

NOME FILE

T01GE01GEORE02_A

REVISIONE

SCALA

CODICE
 ELAB.

T 0 1 G E 0 1 G E O R E 0 2

A

-

D

C

B

A

Emissione

Agosto '23

Vazzoler

Salucci

Guiducci

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1. RILIEVI GEOMECCANICI	2
1.1 STAZIONE GEOMECCANICA SG1	13
1.2 STAZIONE GEOMECCANICA SG2	17
1.3 STAZIONE GEOMECCANICA SG3	21
1.4 STAZIONE GEOMECCANICA SG4	25
1.5 STAZIONE GEOMECCANICA SG5	29
1.6 STAZIONE GEOMECCANICA SG6	33
1.7 STAZIONE GEOMECCANICA SG7	37
1.8 STAZIONE GEOMECCANICA SG8	41
1.9 STAZIONE GEOMECCANICA SG9	45
1.10 STAZIONE GEOMECCANICA SG10	49
1.11 STAZIONE GEOMECCANICA SG11	53
1.12 STAZIONE GEOMECCANICA SG12	57
1.13 STAZIONE GEOMECCANICA SG13	61

1. RILIEVI GEOMECCANICI

Nell'ambito della redazione del progetto esecutivo del tratto San Zeno Arezzo della SGC E 78 Grosseto Fano sono state eseguite tredici stazioni di rilevamento geomeccanico su altrettanti affioramenti litoidi della formazione arenacea miocenica ritenuti sufficientemente rappresentativi e sui quali valutare l'indice BMR (Bieniawski, 1973) necessario per la classificazione degli ammassi rocciosi.

L'ubicazione precisa delle stazioni (denominate da SG1 a SG13) è riportata nelle planimetrie geologiche.

Nelle tabelle che seguono si riassumono i risultati delle stazioni eseguite:

STAZIONI GEOMECCANICHE					
Stazione (n)	RMR Base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	Litologia
SG1	54.3	47.3	III- Mediocre	49.3	Arenarie mioceniche
SG2	53,9	46,9	III- Mediocre	53.9	Arenarie mioceniche
SG3	50.4	43.4	III- Mediocre	45.4	Arenarie mioceniche
SG4	43.1	36.1	IV- Scadente	38.1	Arenarie mioceniche
SG5	50,9	43,9	III- Mediocre	45,9	Arenarie mioceniche
SG6	50,1	43,1	III-Mediocre	45,1	Arenarie mioceniche
SG7	52,7	45,7	III-Mediocre	47,7	Arenarie mioceniche
SG8	56,0	49,0	III-Mediocre	51,0	Arenarie mioceniche
SG9	48,2	41,2	III-Mediocre	43,1	Arenarie mioceniche
SG10	49,5	42,5	III-Mediocre	44,5	Arenarie mioceniche
SG11	52,0	45,0	III-Mediocre	47,0	Arenarie mioceniche
SG12	50,0	43,0	III-Mediocre	45,0	Arenarie mioceniche
SG13	48,5	41,5	III-Mediocre	43,5	Arenarie mioceniche

Nei paragrafi che seguono vengono descritte le metodologie di rilevamento e di elaborazione utilizzate ed i risultati delle cinque stazioni eseguite.

Secondo questo sistema, la classificazione dell'ammasso roccioso utilizza i seguenti parametri:

Resistenza della roccia alla compressione monoassiale;

-RQD (Rock quality designation);

-Spaziatura delle discontinuità;

-Condizioni delle discontinuità;

-Condizioni idrogeologiche;

-Orientamento delle discontinuità;

A ciascun punto sopra indicato equivale un valore numerico; valori più alti indicano migliori condizioni della roccia e quindi una maggiore stabilità del versante analizzato.

PROGETTAZIONE ATI:

Alla presente nota sono allegate tutte le schede che riportano i valori finali della qualità dell'ammasso roccioso, per la stazione geomeccanica effettuata, e la disposizione degli elementi strutturali, identificati nella fase di rilevamento svolto in campagna, all'interno del reticolo di Schmidt.

Metodo di rilievo ed analisi

Il rilevamento di superficie è stato svolto al fine di individuare i caratteri principali e gli elementi geologici più importanti, quali aspetti stratigrafici e tettonici.

E' stato inoltre definito l'assetto strutturale dell'area, la geometria e la cinematica delle strutture presenti, con particolare riguardo agli elementi tettonici principali e l'evoluzione e la successione delle fasi deformative. Segue l'esposizione dei dati mesostrutturali, anche sotto forma di diagrammi. Sono stati raccolti una serie di dati relativi al grado di alterazione dell'ammasso, alle linee di discontinuità, alle loro caratteristiche medie di comportamento meccanico e di resistenza, alla loro disposizione nello spazio e alla loro frequenza e persistenza.

Nel corso del rilevamento strutturale sono state svolte osservazioni ed analisi puntuali, in corrispondenza di una stazione strutturale, con esecuzione di misure di giacitura di elementi strutturali piani o ad andamento rettilineo (planar and linear structural elements, structures, features, foliations and lineations).

Le misure relative all'orientazione delle strutture a scala maggiore sono state riportate in apposite schede prestampate nelle quali sono state riportate le misure di giacitura degli elementi strutturali planari o lineari singolari, considerati come non pervasivi o realmente tali per ciascuno dei quali può essere sufficiente anche un sola misura, e di elementi pervasivi della cui orientazione si vuol conoscere la frequenza relativa.

Per le analisi di frequenza di questi ultimi è stato necessario disporre di un congruo numero di misure di giacitura; dalle analisi è stato possibile risalire alla ricostruzione di singole strutture, di particolari associazioni di strutture e di elementi strutturali.

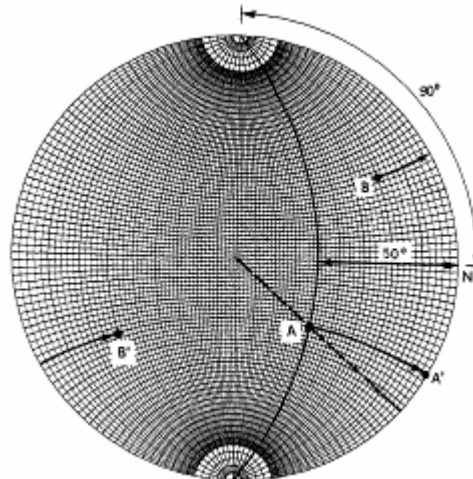
Una volta eseguita la raccolta degli elementi presso ogni singola stazione strutturale è stato utilizzato il reticolo di Schmidt per rendere più chiara la rappresentazione della giacitura di piani e rette in proiezione stereografica. Su di esso sono riportate le ciclografiche di piani che hanno la stessa direzione e diverse inclinazioni e immersione.

Sul reticolo sono riportate anche le proiezioni della giacitura di un piano verticale, con direzione perpendicolare a quella delle suddette ciclografiche, e le proiezioni di semicerchi minori paralleli a quest'ultimo. La proiezione del piano verticale è rappresentata da un diametro perpendicolare a quello definito asse del reticolo. La distanza tra i semicerchi minori non è costante; essa varia in maniera tale che questi intersechino le ciclografiche di punti posti ad intervalli angolari uguali.

Ciò vale anche per gli intervalli in cui le intersezioni con le ciclografiche suddividono le proiezioni dei semicerchi minori. In generale, intervalli angolari uguali non corrispondono a segmenti di ciclografica uguali. Fa eccezione la ciclografica del piano orizzontale (cioè il cerchio di proiezione) sulla quale ad archi di uguale lunghezza corrispondono intervalli angolari uguali.

Per confrontare le differenze nella frequenza di giaciture è stata usata la proiezione equivalente (equal area projection), dalla quale si ottiene una corrispondenza biunivoca tra punti e linee (semicerchi massimi e cerchi minori) della semisfera delle giaciture ed i punti di una porzione del piano orizzontale delimitata ancora da un cerchio di raggio r , uguale a quello della semisfera delle giaciture (e che, anche in questo caso, corrisponde alla proiezione di tale bordo).

Come detto il reticolo adoperato è il cosiddetto reticolo equivalente, o di Schmidt; Nel reticolo equivalente sono rappresentate le proiezioni di semicerchi massimi e di semicerchi minori, le quali però non sono più archi di cerchi.



Reticolo di Schmidt

L'interesse per la sola giacitura di determinate strutture primarie o secondarie può nascere dal fatto che esse sono pervasive, si ripetono, cioè, con una certa frequenza nel corpo roccioso considerato. Delle strutture pervasive può essere specificata tanto l'orientazione che la posizione relativa rispetto ad un sistema di riferimento; di quelle non pervasive basta solo specificare la giacitura rispetto allo stesso sistema. Una singola posizione del piano di simmetria può talora essere considerata come struttura singolare, non pervasiva, a condizione che possa essere identificata e distinta dalle altre posizioni, come nel caso di una faccia del cristallo parallela ad un piano di simmetria.

L'anisotropia di un corpo roccioso omogeneo dipende dall'esistenza e dall'orientazione relativa di strutture pervasive primarie e secondarie. Esistono strutture pervasive la cui giacitura è assimilabile a quella di piani o rette, che vengono dette rispettivamente strutture planari e lineari. Le superfici di strato di un corpo sedimentario non deformato o le frequenti fratture isorientate normali agli strati (diaciasi), sono strutture planari. Le intersezioni tra le fratture su descritte e le superfici di strato, danno luogo a una o più strutture lineari.

Se si misura la giacitura di un certo numero di superfici di strato si osserva in realtà che essa presenta una certa variabilità; lo studio analitico di tale dispersione ha permesso di rappresentare in proiezione equivalente un numero di misure sufficientemente elevato per mettere in evidenza un addensamento di poli.

Misurando in una regione sufficientemente ampia la giacitura di strutture che localmente appaiono planari (o rettilinee) si osserva che essa varia con una certa continuità; infatti in questo caso la rappresentazione delle giaciture in proiezione equivalente mostra una discreta dispersione.

Va evidenziato che la forma della struttura non è rilevabile in maniera univoca dalla distribuzione dei poli. Quest'ultima sarebbe stata identica per un bacino di uguale forma e sarebbe stata ancora la stessa se, invece che in una sola struttura, le misure fossero state effettuate su di un numero indeterminato di strutture simili (cupole e bacini di uguale forma anche se di dimensioni diverse). La simmetria assiale è però fuori discussione, così come è evidente che la forma della struttura è piuttosto dolce, perché non sono rappresentate forti inclinazioni, e che la sua sommità (o il suo fondo) è piuttosto piatto e relativamente esteso, dato il gran numero di giaciture prossime all'orizzonte. Questa considerazione suggerisce un criterio che si può seguire per ottenere informazioni sull'orientazione di strutture penetrative non planari (o rettilinee), specie quando esse sono di forma complicata e non sempre visibili o accessibili nella loro integrità.

L'addensamento o la rarefazione di poli che rappresentano la giacitura di un singolo elemento strutturale (localmente) piano o rettilineo in un unico corpo roccioso può dare già un'idea dell'esistenza di giaciture preferenziali. Se le differenze sono meno marcate, o, se si vuole determinare la giacitura «media» attribuibile ad un raggruppamento di poli, conviene passare ad una rappresentazione della densità relativa dei poli che cadono nell'unità di superficie della

PROGETTAZIONE ATI:

semisfera delle giaciture e, quindi, all'impiego della proiezione equivalente di queste. L'analisi si può eseguire analiticamente, ma non esiste, ad esempio, una maniera univoca per definire cosa si debba intendere per giacitura media di un gruppo di giaciture.

L'analisi grafica della distribuzione delle orientazioni ha condotto alla costruzione di diagrammi di densità, sovrapponibili alla proiezione equivalente, su cui sono tracciate curve di isofrequenza ad intervalli che vengono scelti arbitrariamente tenendo conto, di volta in volta, della maggiore o minore dispersione dei poli. Le curve vengono tracciate, per interpolazione, dopo aver assegnato ad un numero sufficientemente elevato di punti della superficie compresa nel cerchio di proiezione, un valore della densità di poli nel loro intorno, espressa per ciascun punto dalla percentuale di poli che sono contenuti in un intorno circolare di area uguale ad una certa frazione di quella della emisfera delle giaciture. Gli intorni circolari sulla semisfera delle giaciture non sono più tali sulla proiezione equivalente e risultano tanto più deformati quanto più ci si avvicina al cerchio di proiezione.

La proiezione equivalente si utilizza anche per rappresentare sinotticamente (con simboli diversi) i poli relativi a differenti strutture planari e lineari di uno stesso corpo roccioso. Proiezioni di singoli elementi strutturali planari o rettilinei, o di più elementi strutturali dei due tipi, attraverso la simmetria delle loro distribuzioni possono rivelare la simmetria di un corpo roccioso deformato.

1.1.1.1.1.1 Classificazione degli ammassi

Le classificazioni di Beniawsky e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo "conservativa") consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano.

La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

- A1 = resistenza a compressione uniassiale;
- A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);
- A3 = spaziatura delle discontinuità;
- A4 = condizioni delle discontinuità;
- A5 = condizioni idrauliche;
- A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky) e con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985 lo Slope Mass Rating (SMR).

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$RMR \text{ di base} = RMR_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$
 $RMR \text{ corretto} = RMR_c = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$

Valore di A1

A1 si può ricavare sia da prove di laboratorio (Point Load Test), sia da prove di campagna mediante sclerometro o da prove speditive (Standard ISRM), definendo la resistenza a compressione uniassiale S_u .

La prova Point Load Test

La prova Point Load ha il vantaggio di essere portatile; da essa si deriva l'indice di carico puntuale I_s che viene correlato alla resistenza alla compressione uniassiale S_u mediante la relazione:

$$S_u = K I_s$$

K è un coefficiente moltiplicativo per il quale l'ISRM consiglia il valore 24, ma nella pratica si è evidenziato come tale valore non è univoco ma largamente variabile. Palmström suggerisce di variare K in funzione di I_s secondo lo schema seguente:

IS (MPA)	K
< 3,5	14
3,5 – 6,0	16
6,0 – 1,0	20
> 6,0	25

Le prove sclerometriche

Il martello di Schmidt, noto come sclerometro, è ampiamente utilizzato come prova non distruttiva e volta a misurare la “durezza di rimbalzo” della roccia. Dalla prova si ricava l’indice di rimbalzo R che è possibile correlare alla resistenza alla compressione uniassiale mediante la relazione di Irfan e Dearman (1978):

$$Su = 0,775 R + 21,3$$

Standard ISRM

In una fase preliminare delle indagini, mancando prove di campagna o di laboratorio, il valore di Su può essere stimata osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo.

Dalla risposta della roccia si possono ricavare i seguenti valori:

LA ROCCIA SI INCIDE CON L’UNGHIA O SI SBRICIOLA CON LE MANI	0,25 – 1 MPA
SI SBRICIOLA SOTTO I COLPI DELLA PUNTA, LASTRE SOTTILI SI ROMPONO CON FACILITÀ CON LE MANI	1 – 5 MPA
LA PUNTA LASCIA DEBOLI BUCHI, LASTRE SOTTILI SI ROMPONO CON LE PRESSIONI DELLE MANI	5 – 25 MPA
LA ROCCIA SI FRATTURA CON UN COLPO	25 – 50 MPA
SI FRATTURA DOPO DUE-TRE COLPI	50 – 100 MPA
SI FRATTURA SOLO DOPO MOLTI COLPI	100 – 200 MPA
SI SCHEGGIA SOLAMENTE	> 200 MPA

Definita la resistenza a compressione Su è possibile ricavare il valore del primo parametro A1.

Se si utilizzano prove Point Load o prove sclerometriche risulta più agevole, rispetto alle tabelle e ai grafici proposte da Beniaowsky, ricavare il valore di A1 trasformando i grafici in forma di equazioni:

$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$
$A1=4/49,25 \times S + 1,368$	$A1=4/49,25 \times S + 1,368$

Qualora si utilizzi lo Standard ISRM si usa la tabella proposta da Bieniawsky nell'ultima versione del sistema (1989):

SU (MPa)	> 200	100 - 200	50 – 100	25 - 50	5 – 25	1 - 5	< 1
COEFFICIENTE A1	15	12	7	4	2	1	0

Valore di A2

Se si effettuano sondaggi è possibile ricavare il valore di RQD, da cui si ottiene il coefficiente A2, dal recupero di percentuale di carotaggio riferito alla somma degli spezzoni di carota con lunghezza maggiore o uguale a 100 mm:

$$RQD = \frac{\sum L_c}{L_t} \times 100$$

dove:

-Lc = somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm

- Lt = lunghezza totale del tratto in cui si è misurata Lc.

In mancanza di carote di sondaggio, RQD si ricava dal numero di famiglie di discontinuità caratterizzanti l'ammasso roccioso e dalla misura della loro spaziatura.

Dalla relazione di Palmström (1982) si ha:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

dove Jv è il numero di fratture per metro cubo di roccia.

In forma alternativa RQD si può ricavare dalla formula di Priest e Hudson (1981):

$$RQD = 100 e^{(0,1 n)} (0,1 n + 1)$$

con n numero medio di giunti per metro.

Calcolato RQD con uno di questi metodi, si ricava il coefficiente A2 mediante le equazioni, che derivano sempre dai grafici di Bieniawsky:

VALORE DI RQD %	EQUAZIONE
<= 26,5	A2 = 3/26,6 x RQD + 3
26,5 ÷ 39	A2 = 2/12,4 x RQD + 1,71
39 ÷ 76,6	A2 = 7/37,6 x RQD + 0,739
> 76,6	A2 = 5/23,4 x RQD + 1,367

Valore di A3

Una volta calcolata la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente A3, mediante le seguenti relazioni:

SPAZIATURA (M)	EQUAZIONE
$\leq 0,2$	$A3 = 15s + 5$
$0,2 \div 0,4$	$A3 = 10s + 6$
$0,4 \div 0,66$	$A3 = 7,752s + 5,9$
$0,66 \div 0,94$	$A3 = 7,067s + 7,35$
$0,94 \div 1,6$	$A3 = 6,07s + 8,288$
$1,6 \div 2,0$	$A3 = 5s + 10$
$> 2,0$	$A3 = 20$

Valore di A4

Determinare dalle tavole di classificazione di Beniawsky il valore numerico relativo alla condizione delle discontinuità, invece, risulta molto soggettivo.

Perciò per valutare correttamente A4 conviene procedere sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti, e al materiale di riempimento:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

I valori da assegnare sono:

V1 – Persistenza del giunto

PERSISTENZA (M)	V1
< 1	6
$1 \div 3$	4
$3 \div 10$	2
$10 \div 20$	1
> 20	0

V2 – Apertura del giunto

APERTURA (MM)	V2
COMPLETAMENTE CHIUSO	6
$< 0,1$	5
$0,1 \div 1$	4
$1 \div 5$	1
> 5	0

V3 – Rugosità del giunto

RUGOSITA'	V3
MOLTO RUGOSA	6
RUGOSA	5
LEGGERMENTE RUGOSA	3
LISCIA	1
LEVIGATA	0

PROGETTAZIONE ATI:

V4 – Alterazione delle pareti

ALTERAZIONE	V4
NON ALTERATE	6
LEGGERMENTE ALTERATE	5
MEDIAMENTE ALTERATE	3
MOLTO ALTERATE	1
DECOMPOSTE	0

V5 – Riempimento delle discontinuità

RIEMPIMENTO (MM)	RIEMPIMENTO	V5
-	ASSENTE	6
< 5	COMPATTO	4
> 5	COMPATTO	2
< 5	SOFFICE	2
> 5	SOFFICE	0

Valore di A5

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad un fronte di 10 m. Dalle tabelle fornite da Beniawsky si ottiene:

VENUTE D'ACQUA SU 10 M DI LUNGHEZZA	NESSUNA	< 10 L/MIN	10-25 L/MIN	25-125 L/MIN	> 125 L/MIN
CONDIZIONE	ASCIUTTA	UMIDA	BAGNATA	DEBOLI VENUTE	FORTI VENUTE
COEFFICIENTE A5	15	10	7	4	0

Valore di A6

Per l'orientamento delle discontinuità si applica un coefficiente di correzione A6, a seconda che si tratti di gallerie o fondazioni.

APPLICAZIONE	MOLTO FAVOREVOLE	FAVOREVOLE	MEDIOCRE	SFAVOREVOLE	MOLTO SFAVOREVOLE
GALLERIE	0	-2	-5	-10	-12
FONDAZIONI	0	-2	-7	-15	-25

Per quanto riguarda i versanti il coefficiente A6 proposto da Beniawsky risulta troppo "conservativo" e pertanto nel calcolo di RMR si utilizza la metodologia proposta da Romana.

Valore di RMR (Rock Mass Rating) e parametri caratteristici dell'ammasso

Attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore RMRc calcolato si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

RMR _c	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<= 20
CLASSE	I	II	III	IV	V
DESCRIZIONE	MOLTO BUONO	BUONO	MEDIOCRE	SCADENTE	MOLTO SCADENTE

Dal valore di RMRb si possono derivare i parametri caratteristici dell'ammasso che secondo Beniauskas assumono il valore:

-coesione di picco c_p (kPa) = 5 RMRb angolo di attrito di picco $D_p = 0,5 RMRb + 5$

-modulo di deformazione E (GPa) = 2 RMRb – 100

I valori della coesione residua e dell'angolo di attrito residuo si ricavano introducendo nelle formule sopra indicate un valore di RMRb modificato secondo la:

$RMRb = RMRb(\text{originario}) - [0,2 \times RMRb(\text{originario})]$ (Priest, 1983)

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

E (GPa) = 10(RMRb – 10 / 40)

Il valore di GSI (Geological Strength Index) viene ricavato dalla:

$GSI = RMR - 5$

dove RMR viene calcolato tenendo conto dei punteggi assegnati ai primi quattro parametri e assumendo condizioni idrauliche asciutte ($A_5 = 15$). Tale relazione è da ritenersi valida per RMR > 23.

Slope massiv Rating (SMR, Romana 1985)

Romana propone di aggiungere al valore di RMR (di base), alcuni fattori di aggiustamento sulla base dell'orientamento relativo fra discontinuità e fronte del versante e aggiungere un ulteriore fattore che tiene conto del metodo di scavo:

$SMR = RMRb + (F1 \times F2 \times F3) + F4$

Il primo fattore di aggiustamento è il prodotto di tre fattori:

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti. F2 è riferito all'inclinazione del giunto nell'ipotesi di rottura planare.

F3 mantiene le relazioni proposte da Beniauskas per l'inclinazione fra fronte e giunti.

F4 rappresenta un fattore di correzione legato al metodo di scavo ed è stato fissato empiricamente.

Le condizioni di stabilità verificate sono relative rotture planari e per ribaltamento (toppling); il metodo è stato esteso anche alle rotture a cuneo di recente da Anbalagan et al..

Sulla base della tabella che segue si attribuiscono i valori ai fattori:

CASO		MOLTO FAVOREVOLE	FAVOREVOLE	MEDIOCRE	SFAVOREVOLE	MOLTO SFAVOREV.
PLANARE TOPPLING CUNEO	$\alpha\theta - \alpha F$ $\alpha\theta - \alpha F - 180^\circ$ $\alpha I - \alpha F$	$> 30^\circ$	$30^\circ - 20^\circ$	$20^\circ - 10^\circ$	$10^\circ - 5^\circ$	$< 5^\circ$
	F1	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
PLANARE CUNEO	βJ βI	$< 20^\circ$	$20^\circ - 30^\circ$	$30^\circ - 35^\circ$	$35^\circ - 45^\circ$	$> 45^\circ$
	F2	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
TOPPLING	F2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PLANARE CUNEO	$\beta J - \beta F$ $\beta I - \beta F$	$> 10^\circ$	$10^\circ - 0^\circ$	0°	$0^\circ - (-10^\circ)$	$< -10^\circ$
TOPPLING	$\beta J - \beta F$	$< 110^\circ$	$110^\circ - 120^\circ$	$> 120^\circ$	-	-
	F3	0	-6	-25	-50	-60

dove:

αJ = immersione del giunto

αI = immersione della retta di intersezione di due piani per la rottura a cuneo

αF = immersione del fronte del versante

βJ = inclinazione del giunto

βI = inclinazione della retta di intersezione di due piani per la rottura a cuneo

βF = inclinazione del fronte Il fattore F4 vale invece:

METODO DI SCAVO	F4
SCARPATA NATURALE	15
ABBATTIMENTO CON PRETAGLIO	10
ABBATTIMENTO CONTROLLATO	8
ABBATTIMENTO NORMALE	0
ABBATTIMENTO NON CONTROLLATO	-8

Calcolato il valore di SMR, si possono avere indicazioni generali, fornite da Romana, sul grado di stabilità della scarpata, sul tipo di cinematismo di rottura che si può instaurare e su quanto possano pesare eventuali interventi di stabilizzazione:

PROGETTAZIONE ATI:

SMR	100 – 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
CLASSE	I	II	III	IV	V
DESCRIZIONE	MOLTO BUONA	BUONA	MEDIOCRE	SCADENTE	MOLTO SCADENTE
STABILITA'	SICURAMENTE STABILE	STABILE	PARZIALMENTE STABILE	INSTABILE	SICURAMENTE INSTABILE
MODO DI ROTTURA	ASSENTE	POSSIBILI BLOCCHI	LUNGO PIANI O PER CUNEI	LUNGO PIANI O SU GRANDI CUNEI	SU GRANDI PIANI O ROTOTRASLAZIONALI
STABILIZZAZIONE	NESSUNA	OCCASIONALE	SISTEMATICA	ESTESA	RIPROFILARE LA SCARPATA

PROGETTAZIONE ATI:

1.1 STAZIONE GEOMECCANICA SG1

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 5 m e di altezza pari a 2 m (orientato circa 210°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG1	54,3	47,3	Terza	49,3	50.0	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG1

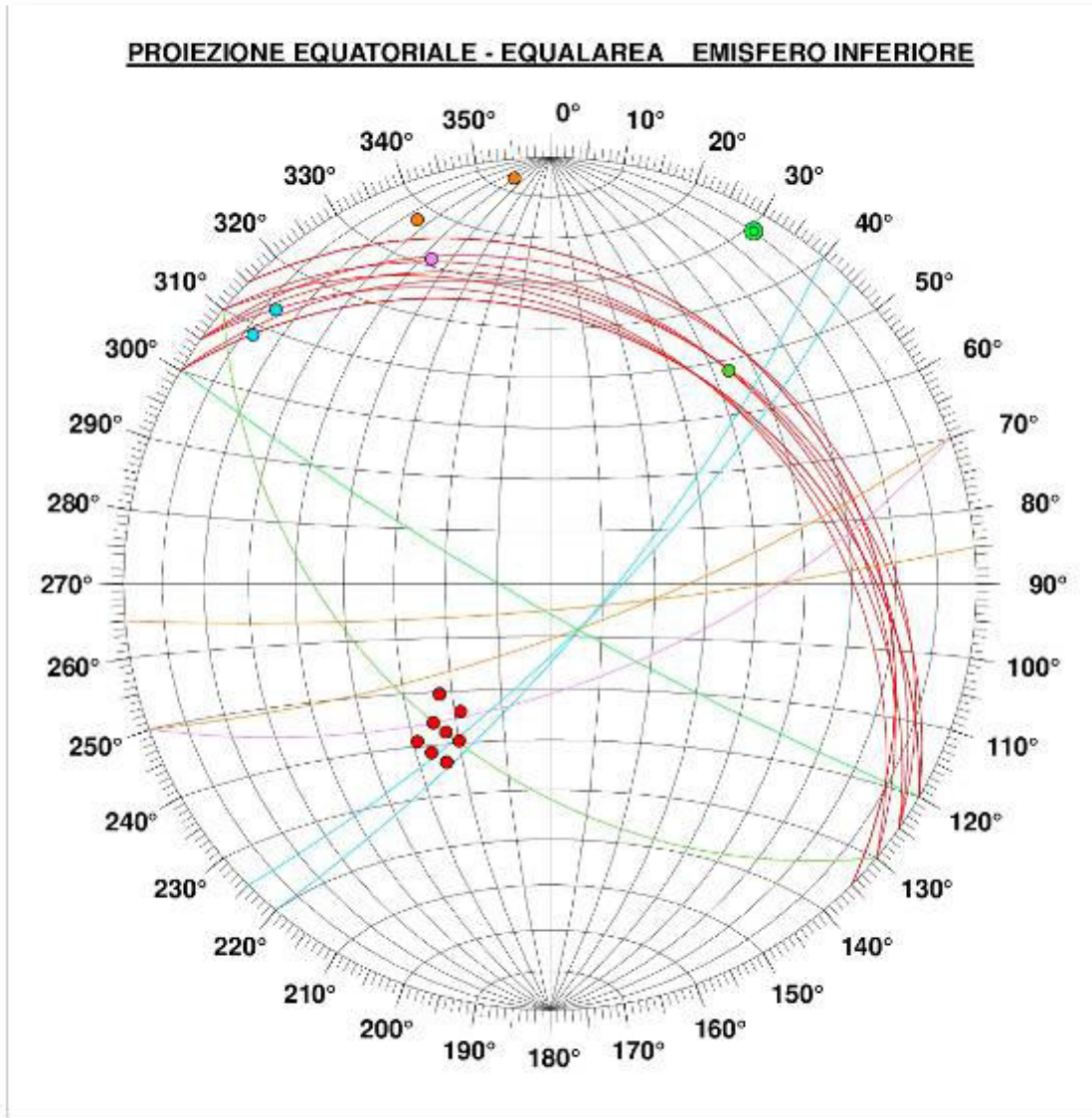
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG1					
FAMIGLIA	1	2	3	4	5
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	36°	132°	168°	220°	160°
INCLINAZIONE	36°	80°	82°	55°	70°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG1 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG1	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	● 5	● VERSANTE
Tipo:	Sirato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	
Immersione:	36 °	132 °	168 °	220 °	160 °	Immersione : 210 °
Inclinazione:	36 °	80 °	82 °	55 °	70 °	Inclinazione : 85 °

Software SCEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=20
- -Numero di fratture per metro di roccia =30
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
36,8	19.9

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	3	5	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
4,3	5,2	5,7	24	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
54,3	47.3	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
8,6	49.3	271.5	32.1	217.2	26,7

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

- F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti
- F2 è riferito all'inclinazione del giunto
- F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti
- F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
50,0	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematicismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.2 STAZIONE GEOMECCANICA SG2

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 5 m e di altezza pari a 3 m (orientato circa 285°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG2	53,9	46,9	Terza	53,9	49.6	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG2

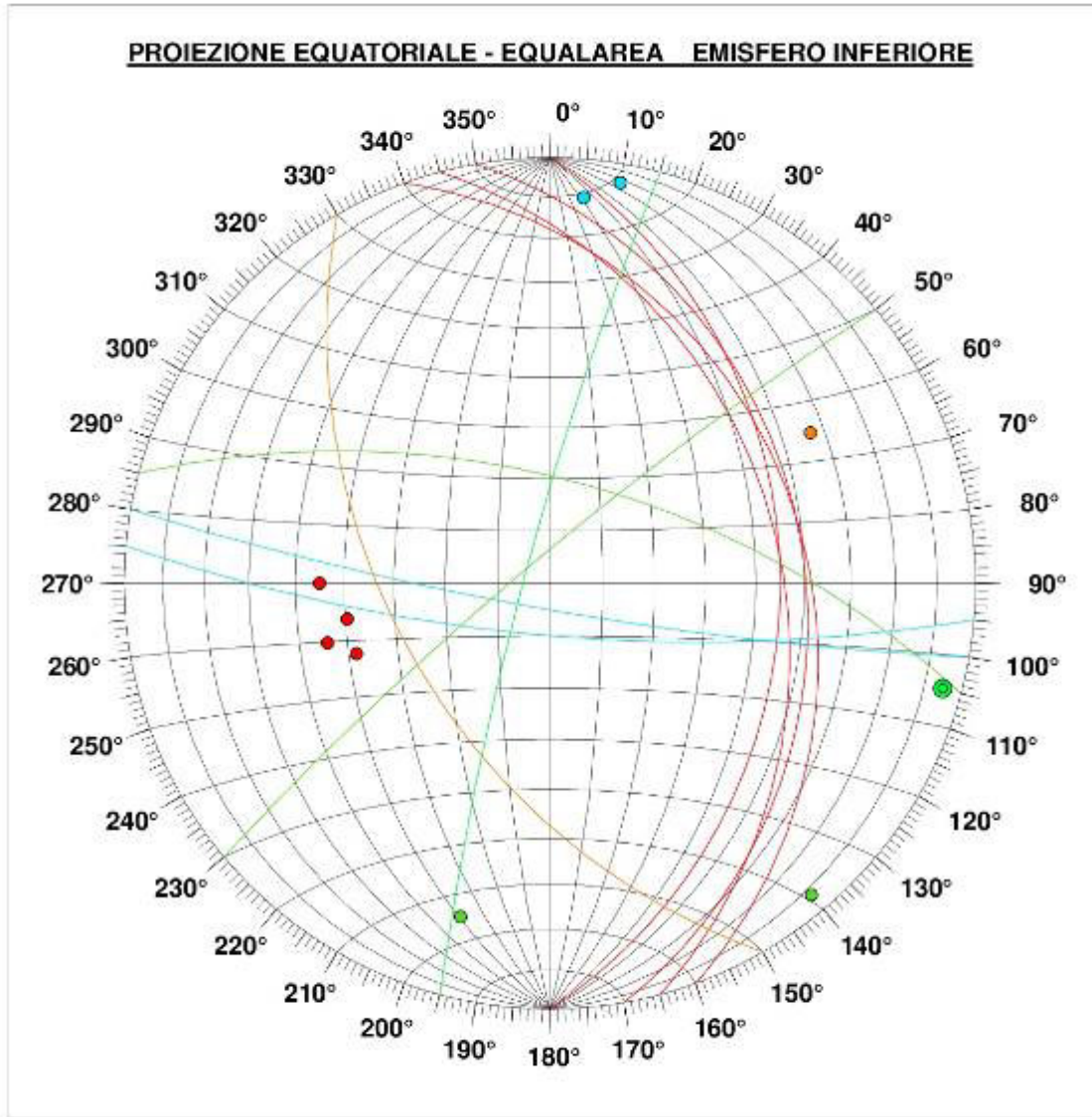
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG2					
FAMIGLIA	1	2	3	4	
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	
IMMERSIONE	79°	188°	240°	168°	
INCLINAZIONE	42°	82°	60°	78°	

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG2 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG2	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4		
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura		● VERSANTE
Immersione:	79 °	188 °	240 °	168 °		Immersione : 285 °
Inclinazione:	42 °	82 °	60 °	78 °		Inclinazione : 85 °

Software SGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=18
- -Numero di fratture per metro di roccia =10
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,15 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = < 1m
- -Apertura del giunto = 0,1 – 1 mm
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento soffice < 5 mm
- -Roccia umida
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
35.2	73.6

V1	V2	V3	V4	V5
4	4	3	5	2

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
4,2	14,4	7,2	18	10	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMR corretto	Classe	Descrizione
53.9	46.9	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
7.7	53.9	269.3	31.9	215.4	26.5

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

- F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti
- F2 è riferito all'inclinazione del giunto
- F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti
- F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
49.6	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.3 STAZIONE GEOMECCANICA SG3

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 6 m e di altezza pari a 2 m (orientato circa 210°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG3	50.4	43.4	Terza	45.4	46.1	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG3

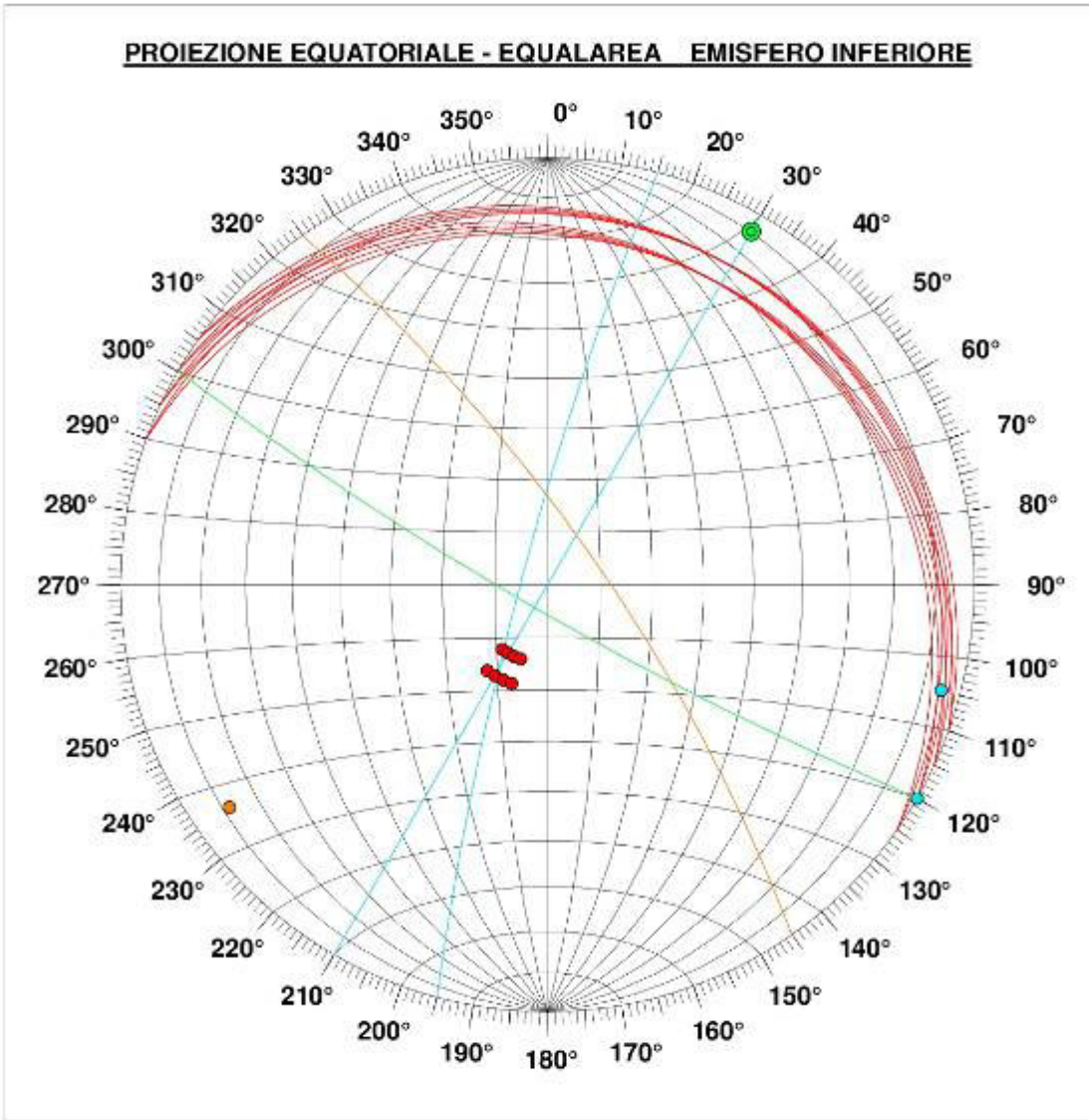
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG3				
FAMIGLIA	1	2	3	4
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	
IMMERSIONE	28°	292°	55°	
INCLINAZIONE	18°	88°	80°	

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG3 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG3	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3		
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura		
Immersione:	28 °	292 °	55 °	● VERSANTE	
Inclinazione:	18 °	88 °	80 °	Immersione : 210 °	
				Inclinazione : 85 °	

Software: SUGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=10
- -Numero di fratture per metro di roccia =40
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto liscio
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
29.0	9.2

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	1	5	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3,6	4.0	5,7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
50.4	43.4	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
0.78	45.4	251.9	30.2	201.6	25

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
46.1	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.4 STAZIONE GEOMECCANICA SG4

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 4 m e di altezza pari a 1,5 m (orientato circa 90°-60°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG4	43.1	36.1	Quarta	38.1	38.8	Quarta

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG4

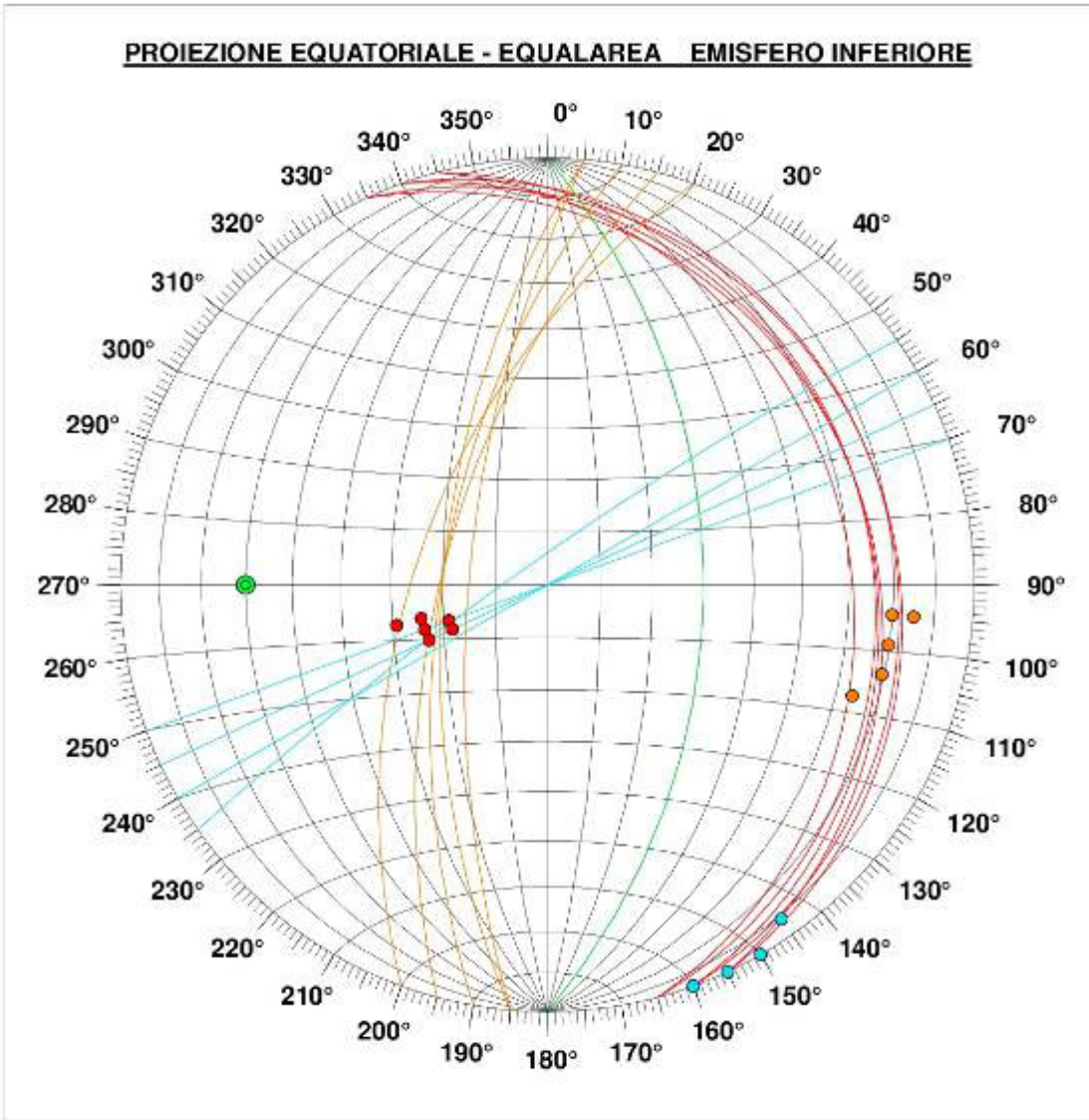
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG4					
FAMIGLIA	1	2	3	4	5
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura		
IMMERSIONE	70°	332°	281°		
INCLINAZIONE	24°	89°	70°		

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG4 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG4	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3		
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura		
Immersione:	70 °	332 °	281 °	● VERSANTE	
Inclinazione:	24 °	89 °	70 °	Immersione : 90 °	
				Inclinazione : 60 °	

Software: SUGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=35
- -Numero di fratture per metro di roccia =40
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 3-10 m
- -Apertura del giunto = 1-5 mm
- -Giunto rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento soffice <5mm
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
48.4	9.2

V1	V2	V3	V4	V5
2	1	5	3	2

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
5.3	4,0	5.7	13	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
43.1	36.1	Quarta	Scadente

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
6.7	38.1	215.4	26.5	172.3	22.2

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

- F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti
- F2 è riferito all'inclinazione del giunto
- F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti
- F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
38.8	Quarta	Scadente

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Instabile	Lungo Piani o su grandi cunei	Estesa

1.5 STAZIONE GEOMECCANICA SG5

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 8 m e di altezza pari a 4 m (orientato circa 130°-80°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG5	50.9	43.9	Terza	45.9	46.3	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG5

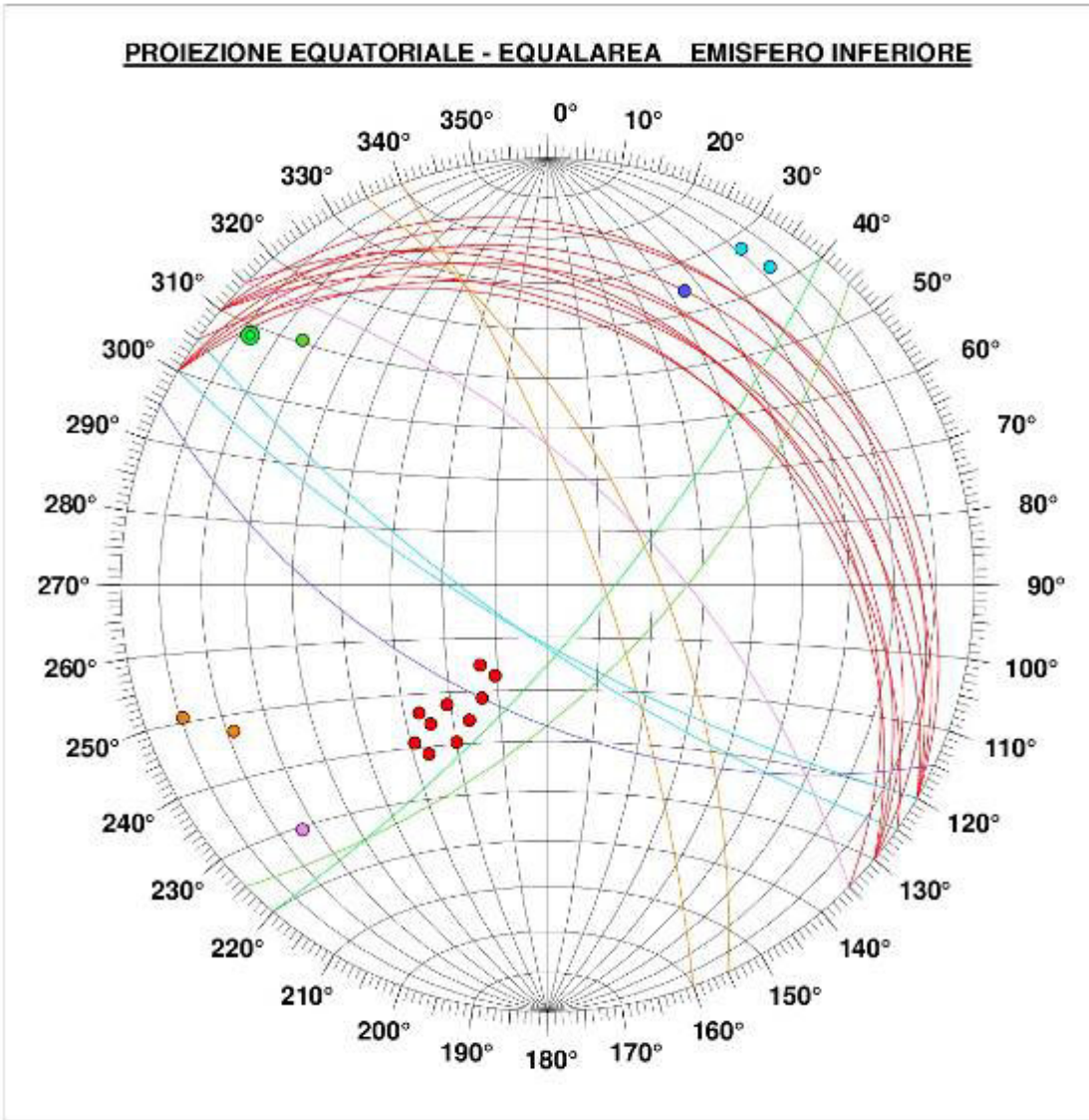
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG5						
FAMIGLIA	1	2	3	4	4	4
TIPOLOGIA	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	36°	212°	68°	135°	45°	205°
INCLINAZIONE	31°	80°	75°	70°	70°	65°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG5 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG5	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	● 5	● 6	● VERSANTE
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	Immersione : 130 °
Immersione:	36 °	212 °	68 °	135 °	45 °	205 °	Inclinazione : 80 °
Inclinazione:	31 °	80 °	75 °	70 °	70 °	65 °	

Software: SUGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=10
- -Numero di fratture per metro di roccia =35
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto liscio
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
29.0	13.6

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	1	5	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.6	4.5	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
50.9	43.9	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
1.8	45.9	254.4	30.4	203.6	25.4

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
46.6	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.6 STAZIONE GEOMECCANICA SG6

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 1,5 m e di altezza pari a 1 m (orientato circa 214°-10°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG6	50.1	43.1	Terza	45.1	45.8	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG6

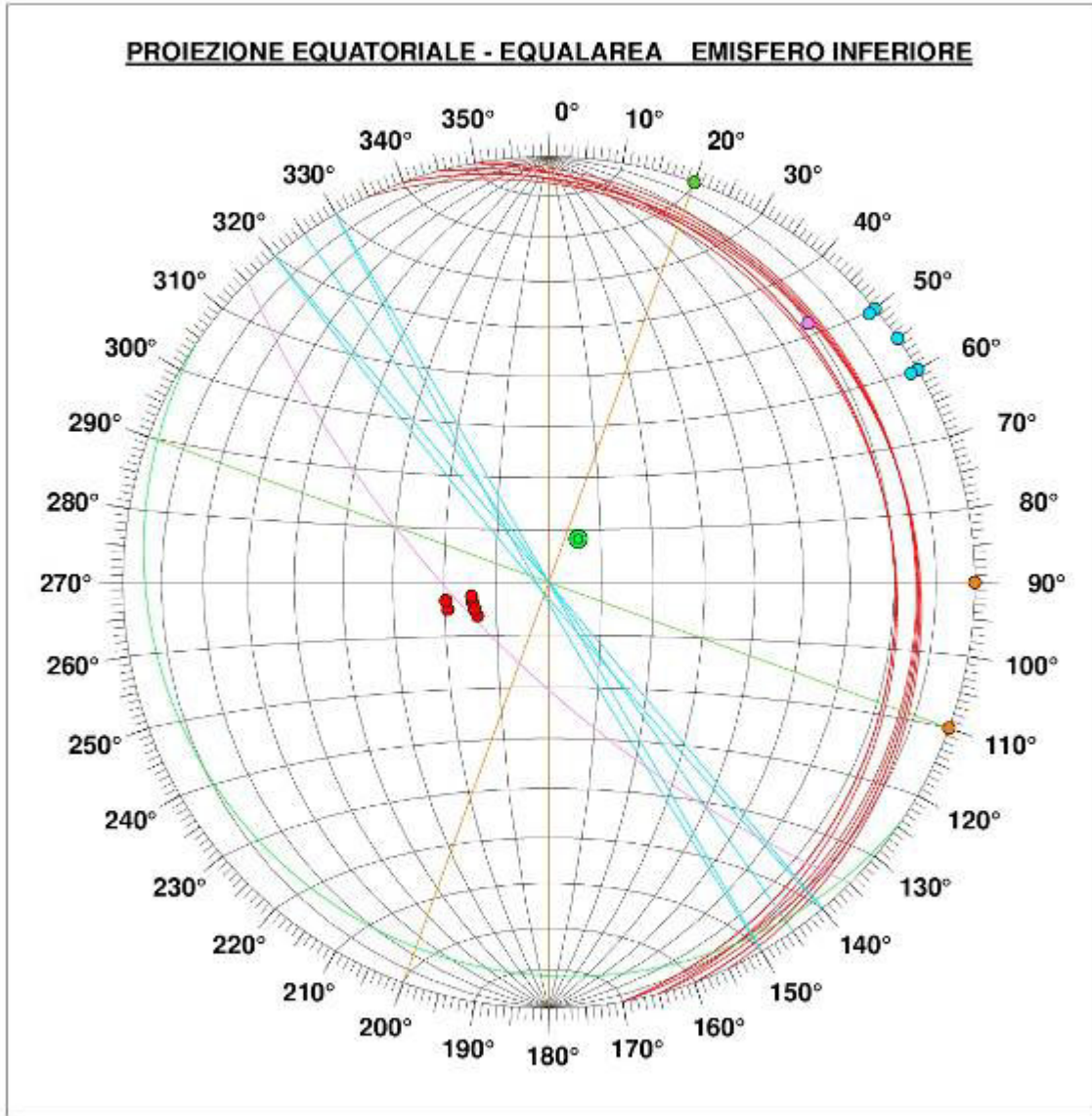
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG6					
FAMIGLIA	1	2	3	4	5
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	74°	235°	280°	200°	225°
INCLINAZIONE	17°	89°	90°	90°	75°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG6 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG6	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	● 5	● VERSANTE
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Scistosità	
Immersione:	74 °	235 °	280 °	200 °	225 °	Immersione : 214 °
Inclinazione:	17 °	89 °	90 °	90 °	75 °	Inclinazione : 10 °

Software SGEO

PROGETTAZIONE ATI:

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=14
- -Numero di fratture per metro di roccia =50
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto liscio
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
32.15	4.04

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	1	5	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.9	3.4	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
50.1	43.1	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
0.2	45.1	250.5	30.05	200.4	25.04

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
45.8	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.7 STAZIONE GEOMECCANICA SG7

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 6 m e di altezza pari a 3 m (orientato circa 20°-80°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG7	52.7	45.7	Terza	47.7	48.5	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG7

Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

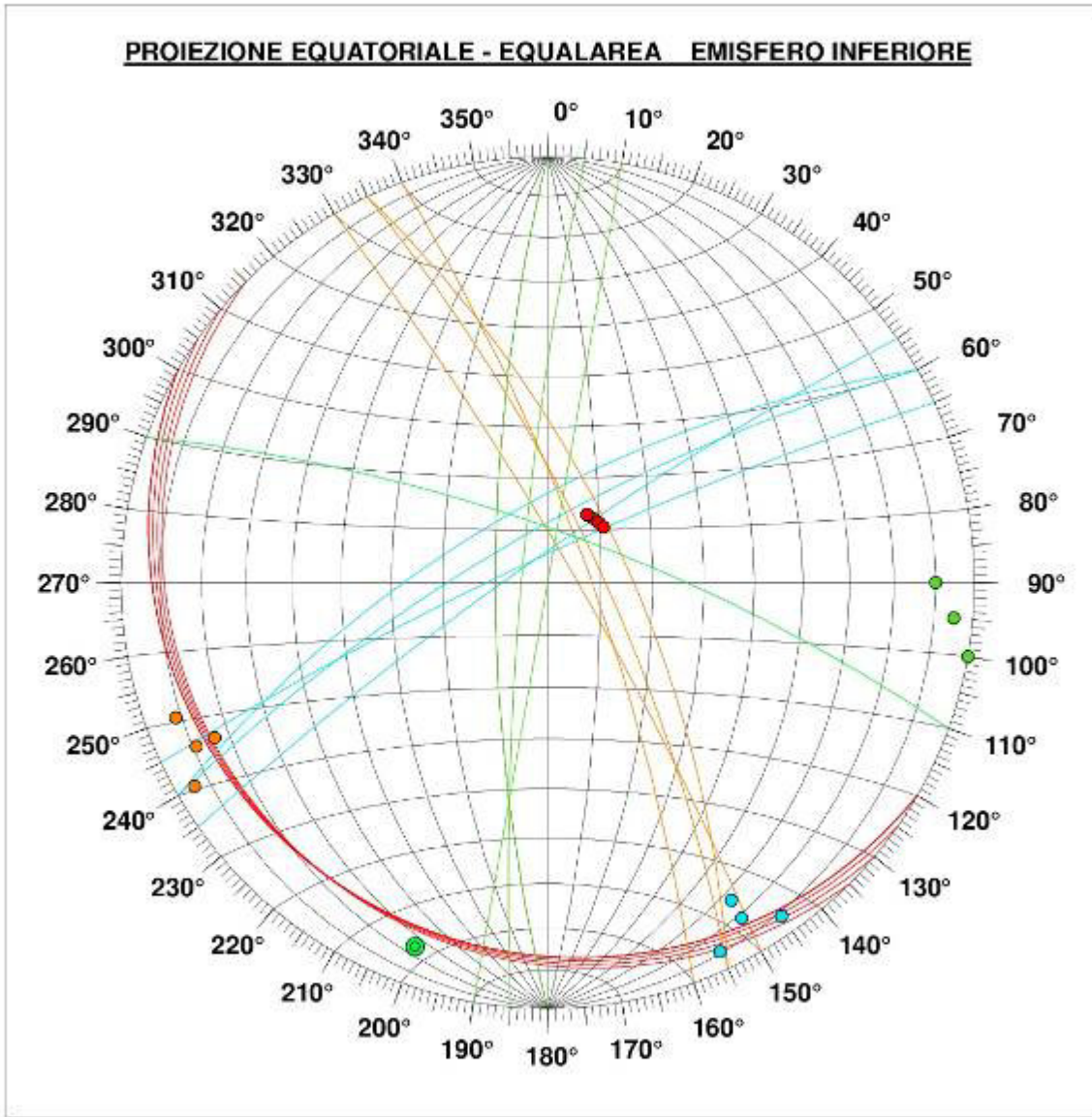
STAZIONE SG7				
FAMIGLIA	1	2	3	4
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	215°	330°	65°	275°
INCLINAZIONE	15°	81°	80°	85°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG7 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

PROGETTAZIONE ATI:

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG7	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	● VERSANTE
Immersione:	215 °	330 °	65 °	275 °	Immersione : 20 °
Inclinazione:	15 °	81 °	80 °	85 °	Inclinazione : 80 °

Software SGEO

PROGETTAZIONE ATI:

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=15
- -Numero di fratture per metro di roccia =40
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
32.92	9.16

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	5	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.9	4.0	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
52.8	45.7	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
5.5	47.8	263.7	31.4	211,0	26.1

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
48.5	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.8 STAZIONE GEOMECCANICA SG8

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 5 m e di altezza pari a 5 m (orientato circa 210°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG8	56.0	49.0	Terza	51.0	51.75	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG8

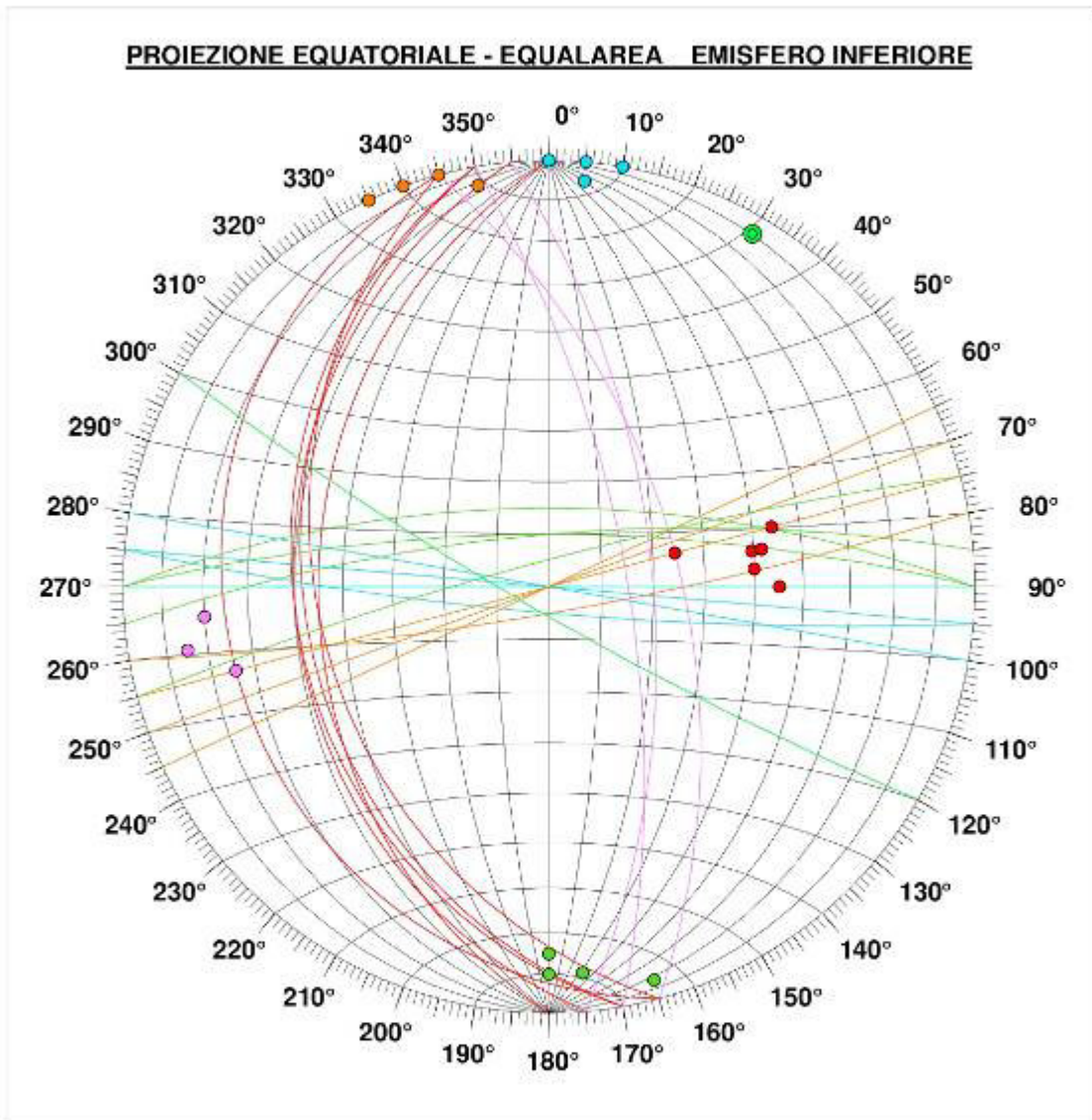
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG8					
FAMIGLIA	1	2	3	4	5
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	261°	185°	162°	355°	80°
INCLINAZIONE	40°	89°	89°	80°	70°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG8 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG8	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	● 5	● VERSANTE
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	
Immersione:	261 °	185 °	162 °	355 °	80 °	Immersione : 210 °
Inclinazione:	40 °	89 °	89 °	80 °	70 °	Inclinazione : 85 °

Software SGEO

PROGETTAZIONE ATI:

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=30
- -Numero di fratture per metro di roccia =30
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-5 mm
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti leggermente alterate
- -Riempimento soffice <5mm
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
0	19.91

V1	V2	V3	V4	V5
4	1	3	5	2

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
15.0	5.2	5.7	15	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
56.0	49.0	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
12.0	51.0	280.0	33.0	224.0	27.4

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
51.75	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.9 STAZIONE GEOMECCANICA SG9

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 3 m e di altezza pari a 2 m (orientato circa 260°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG9	48.2	41.2	Terza	43.2	43.9	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG9

Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

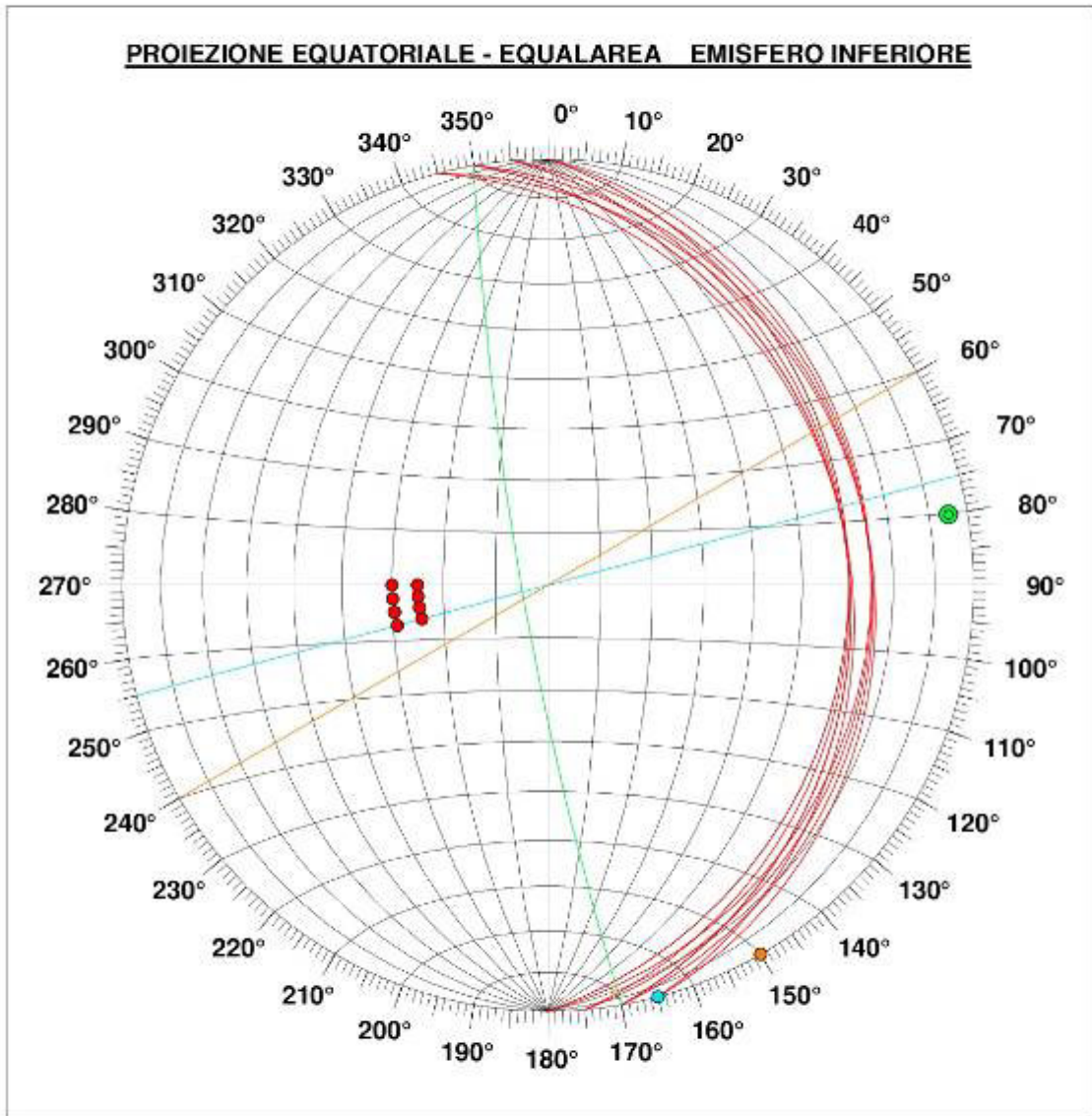
STAZIONE SG9			
FAMIGLIA	1	2	3
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	82°	345°	330°
INCLINAZIONE	28°	90°	90°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG9 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

PROGETTAZIONE ATI:

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG9	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3			● VERSANTE
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura			Immersione : 260 °
Immersione:	82 °	345 °	330 °			Inclinazione : 85 °
Inclinazione:	28 °	90 °	90 °			

Software SGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=15
- -Numero di fratture per metro di roccia =50
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 3-10 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
32,9	4.04

V1	V2	V3	V4	V5
2	6	3	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.9	3.4	5.7	20	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
48.2	43.2	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
9.0	43.2	240.8	29.0	192.7	24.2

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
43.9	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.10 STAZIONE GEOMECCANICA SG10

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 5 m e di altezza pari a 4 m (orientato circa 185°-85°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG10	49.5	42.5	Terza	44.5	45.2	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG10

Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

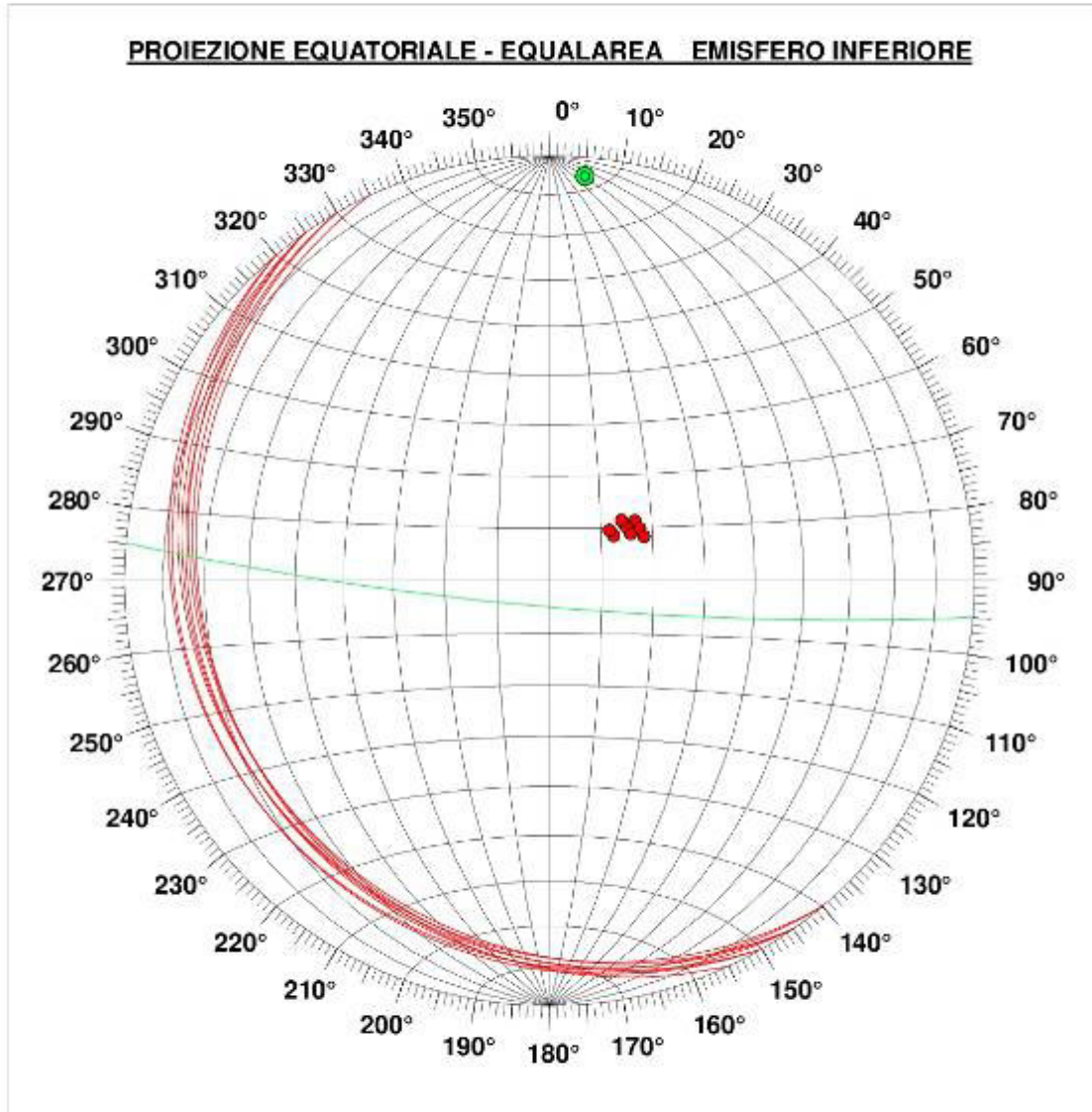
STAZIONE SG10	
FAMIGLIA	1
TIPOLOGIA	Strato
IMMERSIONE	236°
INCLINAZIONE	18°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG10 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

PROGETTAZIONE ATI:

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG10	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1						● VERSANTE
Tipo:	Strato						Immersione : 185 °
Immersione:	236 °						Inclinazione : 85 °
Inclinazione:	18 °						

Software SOEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=5
- -Numero di fratture per metro di roccia =50
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
25,2	4.04

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	3	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.3	3.4	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
49.5	42.5	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
9.7	44.5	247.3	29.7	197.9	24.8

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
45.2	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.11 STAZIONE GEOMECCANICA SG11

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 10 m e di altezza pari a 3 m (orientato circa 135°-60°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG11	52.0	45.0	Terza	47.0	47.7	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG11

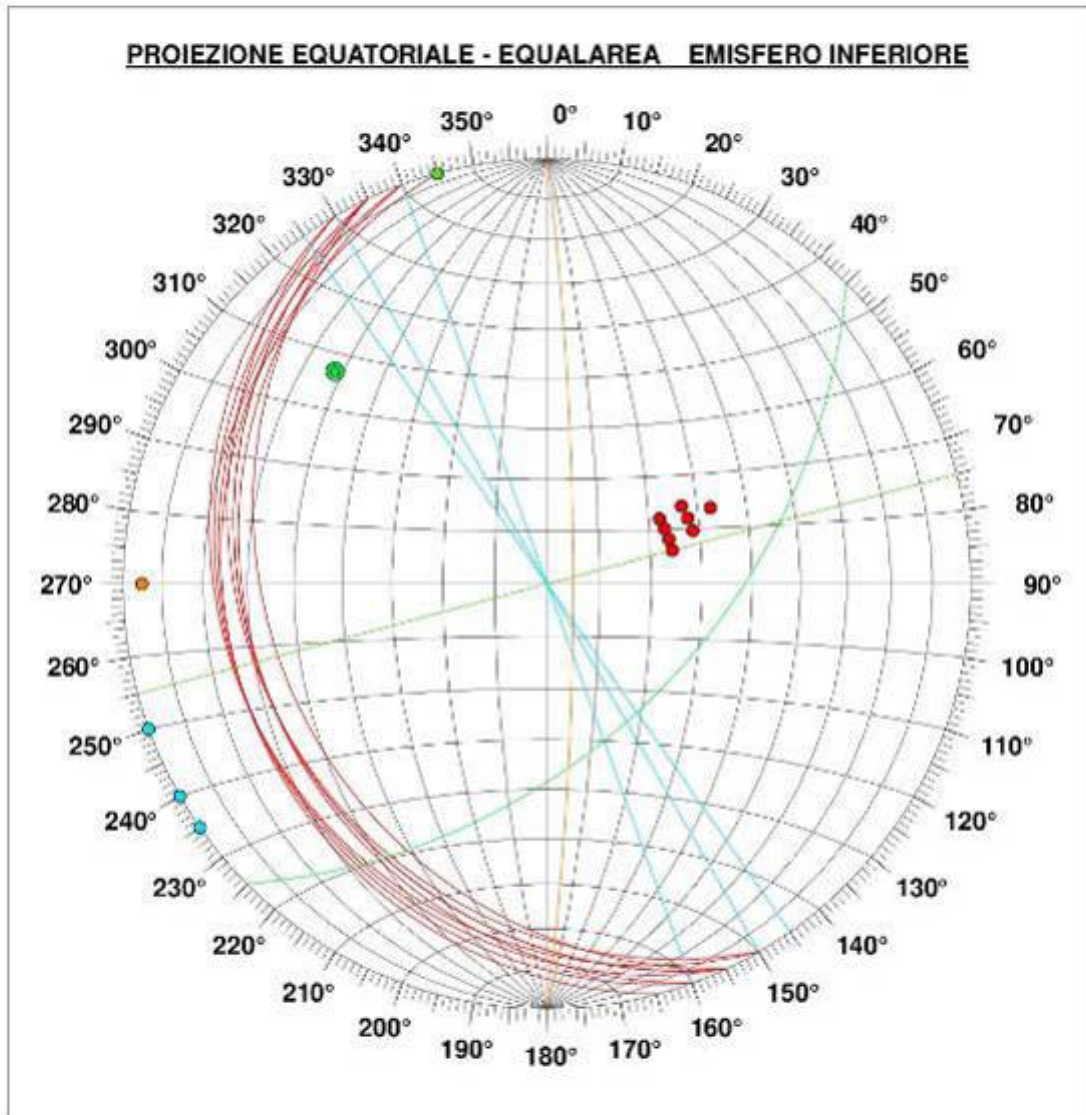
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG11				
FAMIGLIA	1	2	3	4
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	246°	62°	90°	165°
INCLINAZIONE	28°	90°	85°	90°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG11 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG11	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4		
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	● VERSANTE	
Immersione:	246 °	62 °	90 °	165 °	Immersione : 135 °	
Inclinazione:	28 °	90 °	85 °	90 °	Inclinazione : 60 °	

Software SGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=15
- -Numero di fratture per metro di roccia =30
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
32,9	19.9

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	3	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.9	5.2	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
52.0	45.0	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
3.9	47.0	259.8	31.0	207.8	25.8

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
47.7	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.12 STAZIONE GEOMECCANICA SG12

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 5 m e di altezza pari a 2 m (orientato circa 220°-80°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG12	50.0	43.0	Terza	45.0	45.7	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG12

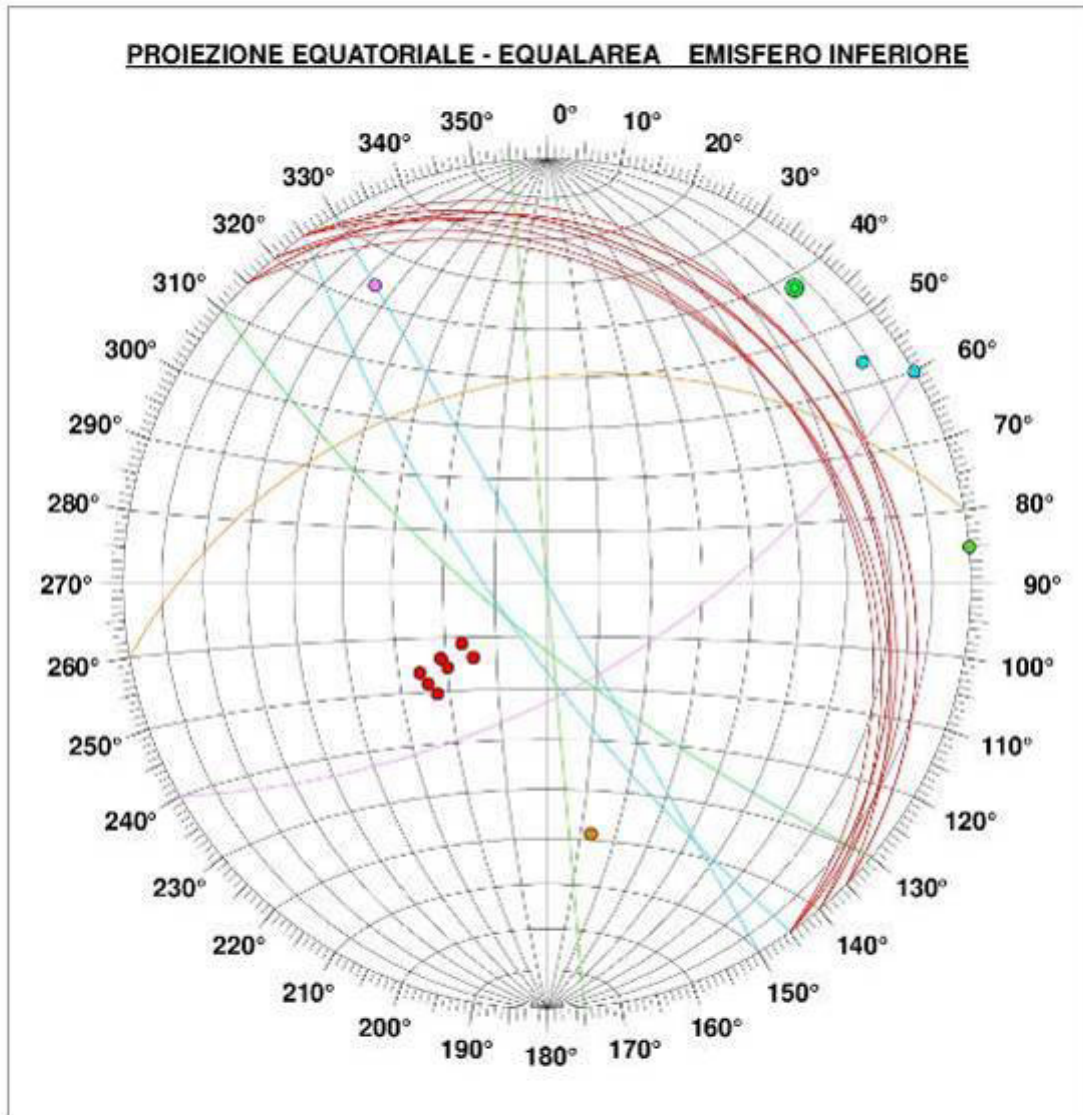
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

STAZIONE SG12					
FAMIGLIA	1	2	3	4	5
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura
IMMERSIONI	51°	238°	350°	265°	150°
INCLINAZIONI	25°	85°	50°	90°	70°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG12 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG12	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3	● 4	● 5	
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura	Frattura	Frattura	● VERSANTE
Immersione:	51 °	238 °	350 °	265 °	150 °	Immersione : 220 °
Inclinazione:	25 °	85 °	50 °	90 °	70 °	Inclinazione : 80 °

Software SGEO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=12
- -Numero di fratture per metro di roccia =50
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 1-3 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
30,6	4.0

V1	V2	V3	V4	V5
4	6	3	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.7	3.4	5.7	22	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
50.0	43.0	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
10.0	45.0	249.8	30.0	199.8	25.0

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
45.7	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica

1.13 STAZIONE GEOMECCANICA SG13

Di seguito si riportano i risultati della classificazione dell'ammasso così come emersa dalla stazione di rilevamento geomeccanico eseguita su un affioramento di arenarie mioceniche di lunghezza pari a circa 10 m e di altezza pari a 2 m (orientato circa 215°-70°).

Stazione (n)	RMR base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	SMR	CLASSE SMR
SG13	48.5	41.5	Terza	43.5	44.2	Terza

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno della stazione strutturale effettuata.



Stazione geomeccanica SG13

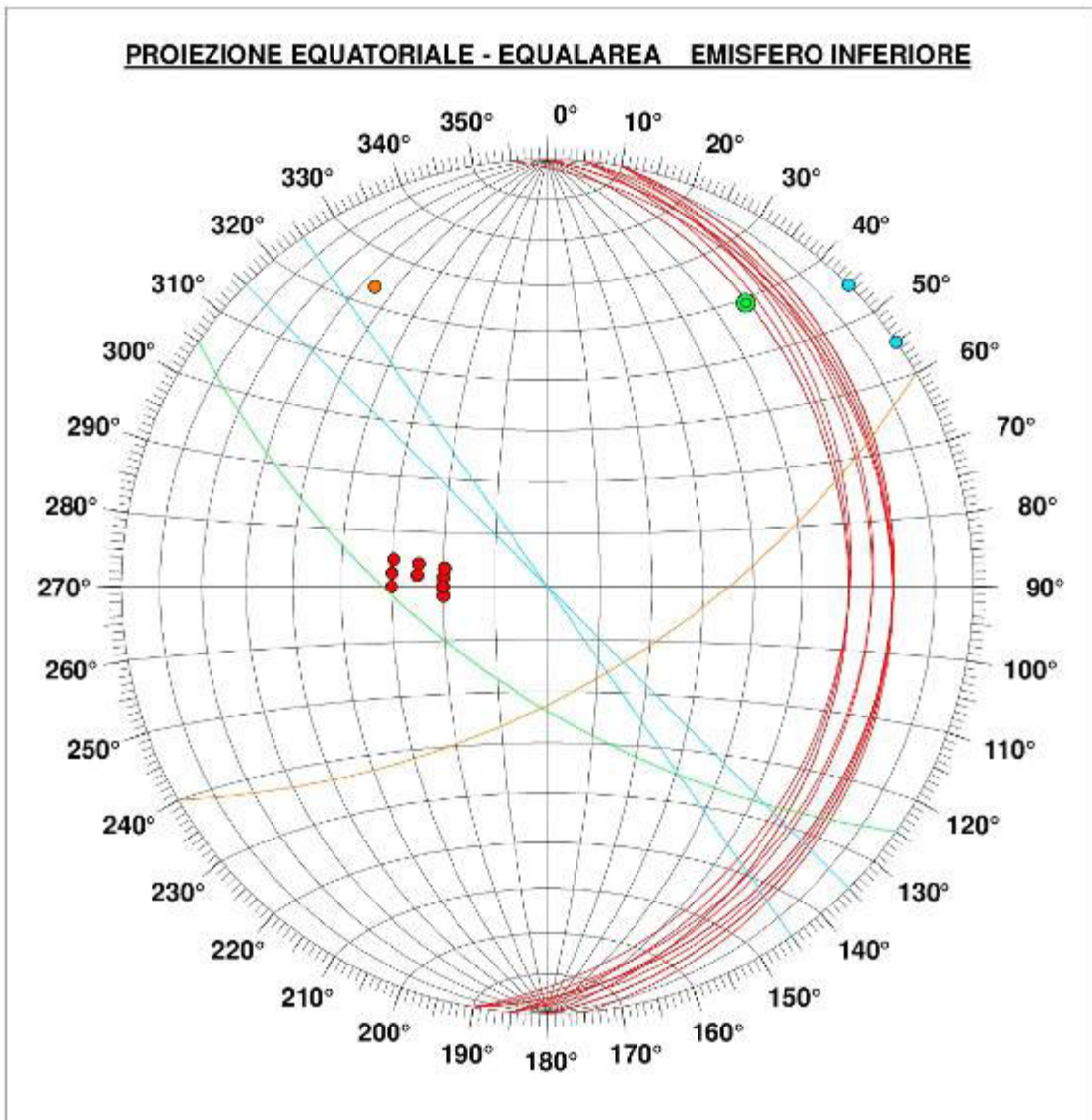
Qui di seguito sono elencate, le singole famiglie di fratture presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza

SG13			
FAMIGLIA	1	2	3
TIPOLOGIA	Strato	Frattura	Frattura
IMMERSIONE	95°	230°	150°
INCLINAZIONE	24°	90°	70°

Al fine di chiarire in maniera più idonea l'assetto strutturale dell'ammasso è stato ricostruito per la stazione SG13 il reticolo di Schmidt che si allega alla presente

RETICOLO DI SCHMIDT

Committente: ANAS Spa	
Riferimento: SG78 Grosseto Fano - Tratta Arezzo - Palazzo del Pero	
Località: Comune di Arezzo	
Progressiva:	Quota:
Stazione: SG13	Data: dicembre 2022



Famiglia:	● 1	● 2	● 3		
Tipo:	Strato	Frattura	Frattura		● VERSANTE
Immersione:	95 °	230 °	150 °		Immersione : 215 °
Inclinazione:	24 °	90 °	70 °		Inclinazione : 70 °

Software SCOO

Utilizzando i sotto elencati valori di input rilevati in campagna è stato valutato il Rock Mass Rating (RMR) dell'affioramento:

- -Indice di rimbalzo (R)=20
- -Numero di fratture per metro di roccia =50
- -Spaziatura delle discontinuità (s)=0,05 m
- -Persistenza (continuità) del giunto = 3-10 m
- -Apertura del giunto = giunto chiuso
- -Giunto leggermente rugoso
- -Pareti mediamente alterate
- -Riempimento assente
- -Roccia asciutta
- Orientamento delle discontinuità applicato alla fondazione :Mediocre

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
36,8	4.0

V1	V2	V3	V4	V5
2	6	3	3	6

Dove:

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
4.3	3.4	5.7	20	15	-7

Dove:

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Sulla base dei dati sopra descritti è stata definita la classificazione dell'ammasso roccioso e la conseguente caratterizzazione geomeccanica:

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
48.5	41.5	Terza	Mediocre

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
9.2	43.5	242.5	29.3	194.0	24.4

Partendo dai sopraelencati valori di RMR e stato valutato il valore di Slope Mass Rating (SMR) tenendo conto dei sottoelencati parametri di input:

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre
- Metodo di scavo: Abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso in funzione dell'orientamento del versante esaminato

SMR	CLASSE	DESCRIZIONE
44.2	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo Piani o per cunei	Sistematica