

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

ORSARA - BOVINO AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA - BOVINO

GN01 – GALLERIA NATURALE ORSARA

ELABORATI GENERALI

Relazione scavo meccanizzato

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 25/07/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. G. Cassani

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. SCALA:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
1	00	ZIZ	RH	GN01	010	010	3	-	-
A	C08.00 - Emissione	M. Mason	18/01/2022	A. Sirchia	18/01/2022	M. Gatti	18/01/2022	Ing. G. Cassani	
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	M. Mason	19/05/2022	A. Sirchia	19/05/2022	M. Gatti	19/05/2022		
C	A valle del contraddittorio	M. Mason	25/07/2022	A. Sirchia	25/07/2022	M. Gatti	25/07/2022		
									25/07/2022

File: IF2O00EZZRHGN0100003C.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 2 di 55

Indice

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO.....	6
2.1	SUCCESSIONI GEOLOGICO DELL'AREA DI TRACCIATO	6
2.2	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LUNGO IL TRACCIATO	7
2.3	BREVE QUADRO GEOMORFOLOGICO	12
2.4	ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	14
2.5	SINTESI DEI DATI GEOTECNICI	15
3	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA MACCHINA.....	19
3.1	TIPOLOGIA DELLA TBM E MODALITÀ OPERATIVE	19
3.2	MODULAZIONE DEL DIAMETRO DI SCAVO	20
3.3	ASPETTI TECNOLOGICI DELLO SCUDO.....	21
3.4	GESTIONE DEGLI EXTRA SCAVO	22
3.5	SISTEMA DI SPINTA	25
3.6	MISURE ATTE AD EVITARE SOSTE PROLUNGATE NELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA FORMAZIONE DEL MONTE SIDONE.....	26
3.7	CONTINUOS MINING.....	26
3.8	MODALITÀ DI AVANZAMENTO E RIEMPIMENTO A TERGO DEI CONCI	27
3.9	CONDIZIONAMENTO TERRENI ED UTENSILI	28
3.10	DOTAZIONI SPECIALI.....	29
3.11	DOTAZIONI PER GLI AVANZAMENTI IN AMBIENTI GRISUTOSI	29
3.12	QUADRO DI RIEPILOGO.....	30
4	ASPETTI SPECIFICI DELLA TECNICA DI SCAVO MECCANIZZATO	31
4.1	MODALITÀ DI AVANZAMENTO.....	31
4.2	PARAMETRI OPERATIVI DI SCAVO.....	32
5	SISTEMI DI CONTROLLO E DI INDAGINE DELL'AVANZAMENTO, MODALITÀ DI ACQUISIZIONE DEI DATI E DELLA LORO CONDIVISIONE	36
6	ANALISI DEGLI SCENARI DI RISCHIO	37
6.1	POSSIBILE PRESENZA DI GAS.....	37
6.2	PRESENZA CORPI DI FRANA ED INTERFERENZA CON OPERE PREESISTENTI.....	38
6.3	INSTABILITÀ DEL FRONTE E DEL CAVO DELLA GALLERIA.....	38

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 3 di 55

6.4	FENOMENI DI SQUEEZING E SWELLING.....	38
6.5	VENUTE D’ACQUA IN GALLERIA ED INTERFERENZE POZZI E SORGENTI.....	39
6.6	CARICO IDRAULICO ELEVATO	39
7	PROCEDURE IN CASO DI VENUTE D’ACQUA ELEVATE	40
7.1	VALUTAZIONE DELLE PORTATE IN FASE DI SCAVO.....	40
7.2	MODALITÀ OPERATIVE E PROCEDURE DI CONTROLLO	42
7.2.1	AVANZAMENTO STANDARD	42
7.2.2	SONDAGGI IN AVANZAMENTO	43
8	PROCEDURA PER IL CONTROLLO DEI LIVELLI PIEZOMETRICI SUI RIVESTIMENTI DEFINITIVI	44
9	ALLEGATO 1 - “CONTINUOS MINING – PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E VANTAGGI OPERATIVI”	48
10	ALLEGATO 2 – GESTIONE TBM E SOVRASCAVI IN GALLERIA.....	55

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF20</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">5 di 55</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	5 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	5 di 55													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato																		

potenziamento. Si colloca in territorio campano ed il comune attraversato per la provincia di Avellino è Montaguto, e principalmente in territorio pugliese e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Foggia: Orsara di Puglia e Bovino.

La tratta Bovino-Orsara si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L = 11,8 km. Il collegamento provvisorio, a doppio binario, è progettato con una velocità di 90 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L = 1,08 km.

Ricade all'interno del progetto in oggetto la demolizione del corrispondente tratto di Linea Storica.

I primi 2km di tracciato sono all'aperto prima in rilevato fino alla pk 30+950 poi in trincea fino all'imbocco della galleria. In questo ambito sono previsti prima la deviazione della SS90, per la quale si realizza un nuovo sottovia stradale che sotto-attraversa la ferrovia alla pk 30+639, successivamente il piazzale tecnologico e di sicurezza alla pk 30+872 ed infine i marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m.

Nella prima parte del tracciato l'interasse dei binari è di 4m poi gli assi divergono fino all'imbocco della galleria Orsara lato Bari per la quale è previsto l'imbocco a canne separate (pk 31+044).

Nella galleria di Orsara, dopo l'imbocco, le canne separate continuano a divergere fino a raggiungere la distanza l=50 m (per esigenze geomorfologiche); dalla pk 36+600 circa si avvicinano e si portano alla distanza di 40 m, per l'intera galleria sono presenti by-pass trasversali a passo 500 m per l'esodo dei passeggeri.

La galleria sviluppa complessivamente 9871 m circa, nel tratto finale la doppia canna confluisce in un camerone di lunghezza L=320 m che consente ai binari di riavvicinarsi e di portarsi all'interasse di 4m.

L'imbocco della galleria lato Napoli è alla pk 40+915.41 e si presenta con una canna singola a doppio binario.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 6 di 55

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

2.1 SUCCESSIONI GEOLOGICO DELL'AREA DI TRACCIATO

Il tracciato dell'opera in oggetto si colloca nei settori centrali dell'Appennino meridionale, nella zona di transizione tra i domini di "catena" e quelli di "avanfossa". Dal punto di vista stratigrafico, i settori di catena sono caratterizzati da spesse successioni marine meso-cenozoiche, variamente giustapposte tra loro a causa dell'importante tettonica compressiva. I settori di avanfossa sono contraddistinti da importanti successioni marine e transizionali plio-pleistoceniche solo parzialmente interessate dai fronti di sovrascorrimento più recenti ed esterni.

In particolare, all'interno della successione sedimentaria del dominio di "catena" troviamo:

- **Calcareniti, argille e marne di Monte Sidone - SID** (Cretacico superiore - Burdigaliano superiore), fitta alternanza di sottili strati di argilliti policrome, scagliose o sottilmente laminate, a cui si intercalano calcilutiti, calcareniti e calciruditi giallastre con liste di selce di colore scuro in strati con spessore variabile da pochi centimetri ad alcuni decimetri.
- **Flysch di Faeto – FAE** (Burdigaliano superiore? - Messiniano inferiore.) Calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio e biancastro, in strati da sottili a medi, con frequenti intercalazioni di argille limose e argille marnose grigie e grigio-verdastre; a luoghi si rinvengono passaggi di arenarie, microconglomerati e calciruditi bioclastiche di colore grigio, in strati da medi a spessi; localmente sono presenti orizzonti di breccie calcaree e porzioni a struttura caotica. Nel progetto in esame sono state riconosciute tre facies principali:
 - Facies argilloso-marnoso-calcareo (**FAE-am**): caratterizzata da argille grigie e sottili strati calcarenitici e marnosi. L'ammasso, per la sua elevate componente pelitica (70-80%), si presenta sempre molto deformato in pieghe con stretto raggio. Talora sono presenti deformazioni sin-sedimentarie (slumping);
 - Facies marnoso-argilloso-calcareo (**FAE-ma**): costituita da marne e calcari con frequenti intervalli argillosi. Rapporto pelitico lapideo 50%;
 - Facies calcarea-argillosa (**FAE-C**): sono presenti prevalentemente calcari ben stratificati a cui si intercalano sottili strati di argille. La formazione contiene anche banchi di calciruditi e conglomerati calcarei.
- **Marne argillose del Toppo Capuana – TPC** (Tortoniano superiore – Messiniano inferiore) Argille limose, argille marnose e marne di colore grigio e grigio-azzurro, in strati da medi a molto spessi, generalmente a laminazione piano-parallela, con locali passaggi di sabbie e sabbie limose grigie e giallastre; a luoghi si rinvengono intercalazioni di arenarie, siltiti e calcilutiti di colore grigio e giallastro, in strati da sottili a medi.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 7 di 55

Mentre nel settore di avanfossa troviamo:

- **Argille e sabbie del Vallone Meridiano – BVNb** (Pliocene medio) Argille, argille limose e argille marnose di colore grigio e grigio scuro, in strati da medi a molto spessi, talora a laminazione piano-parallela, con frequenti intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie e giallastre; a luoghi si rinvencono lenti ciottolose a elementi ben arrotondati e livelli di arenarie di colore grigio e giallastro, in strati da medi a spessi
- **Argille Subappennine - ASP** (Pliocene Superiore – Pleistocene Inferiore) Argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, in strati da sottili a molto spessi, generalmente poco evidenti e a laminazione piano-parallela, con sottili intercalazioni di argille marnose, sabbie e sabbie limose grigie; nella parte alta della successione si rinviene una porzione costituita da sabbie limose e limi sabbiosi di colore giallastro e grigio verdastro, in strati da sottili a spessi, progressivamente passanti a conglomerati poligenici grossolanamente stratificati e ben selezionati.

Come copertura di tutte le unità geologiche più antiche, soprattutto in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base dei rilievi più acclivi ed estesi sono presenti:

- **Coltri eluvio-colluviali (b2)**, depositi continentali di versante e alterazione del substrato, costituiti da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e bruno-rossastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

2.2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LUNGO IL TRACCIATO

Il transetto geologico esaminato ha una direzione di sviluppo principale mediamente orientata NE-SO, per uno sviluppo longitudinale di circa 10 km. Esso attraversa le falde più esterne dell'orogene appenninico che interessano soprattutto le formazioni dell'Unità Tettonica della Daunia ed i sovrastanti depositi discordanti di wedge top, che arrivano fino al Pliocene medio. Nella porzione più orientale queste sono in contatto per thrust sull'Unità della Fossa Bradanica, caratterizzata dai depositi argillosi marini di scarpata superiore. All'interno dell'Unità Tettonica della Daunia, si riconoscono diverse falde, poco disturbate dalle successive fasi estensionali post-orogeniche, che quindi preservano ancora intatte le evidenze delle ultime fasi compressive dell'orogenesi appenninica. Ciò che ne deriva è una struttura caratterizzata da una serie di unità delimitate da thrust che determinano la frequente ripetizione delle successioni mioceniche. In particolare, si riconoscono 6 unità strutturali che si ripetono in modo quasi ritmico. Esse sono descritte qui di seguito, procedendo da nord-est verso sud-ovest, quindi muovendosi verso le unità più interne dell'orogene, secondo la progressiva chilometrica della tratta in oggetto, referita alla galleria del binario dispari.

La prima unità che si incontra tra i chilometri 29+000 e 32+500 ca rappresenta la porzione più interna della fossa Bradanica caratterizzata in quest'area dalla formazione delle **Argille Subappenniniche (ASP)**, come riportato nella porzione di profilo della figura seguente.

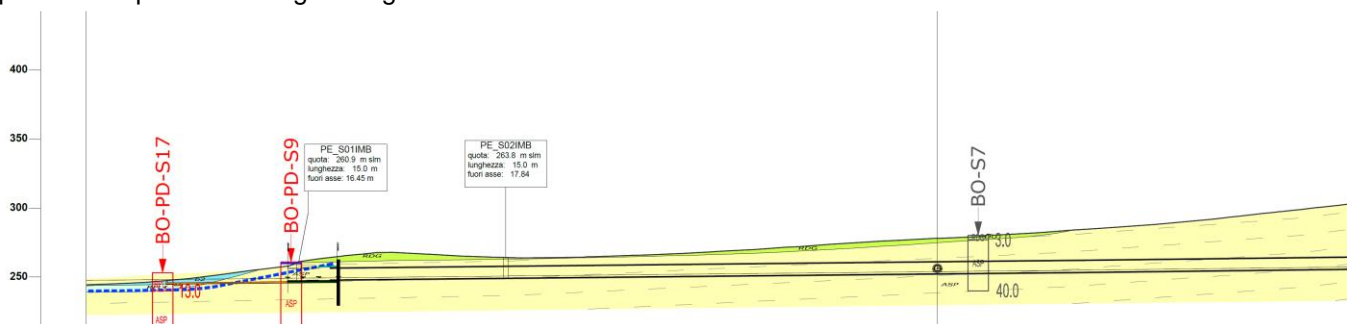


Figura 2-1. Stralcio della sezione geologica rappresentative dell'assetto geologico tra i km 30 e 31.

Quest'ultima è costituita da una successione regressiva di depositi marini di scarpata superiore e piattaforma, che rappresentano il riempimento della fossa Bradanica. Essa è formata alla base da argille limose e limi argillosi che possono presentare alcune intercalazioni di argille marnose o sabbiose. Più in alto si rinviene una porzione costituita

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato		COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 8 di 55

da sabbie limose e limi sabbiosi di colore giallastro e grigio-verdastro, in strati da sottili a spessi, che passano progressivamente a depositi grossolani costituiti da ghiaie e conglomerati poligenici. Questi possono trovarsi reinciati in prossimità dei principali alvei dove si rinvenivano depositi fluviali, di conoide alluvionale recente e depositi colluviali, costituiti essenzialmente da sabbie limose intercalate da livelli di ghiaie sub arrotondate, a tratti clasto-sostenute, spesso potenti anche decine di metri.

Tra le progressive 32+350 e 32+550 si rinviene il thrust che mette in contatto le falde più esterne dell'Unità Tettonica della Daunia sull'Unità della Fossa Bradanica (Figura 2-2). In particolare, il contatto avviene tra i depositi di wedge top del Sintema di Bovino, rappresentato qui dalla successione argilloso-limosa con intercalazioni sabbiose ed arenacee delle **Argille e sabbie del Vallone Meridiano (BVNb)**, che sovrascorrono sulle Argille Subappenniniche (ASP). Data la natura prevalentemente argillosa dei terreni sia al tetto sia al letto del thrust, spesso anche interessati da fenomeni gravitativi, tale sovrascorrimento non dà particolari riscontri in campo se non per la presenza di alcune deboli evidenze del cambio nella giacitura dei depositi e della presenza di più evidenti intercalazioni sabbioso-arenacee nella formazione pliocenica al tetto.

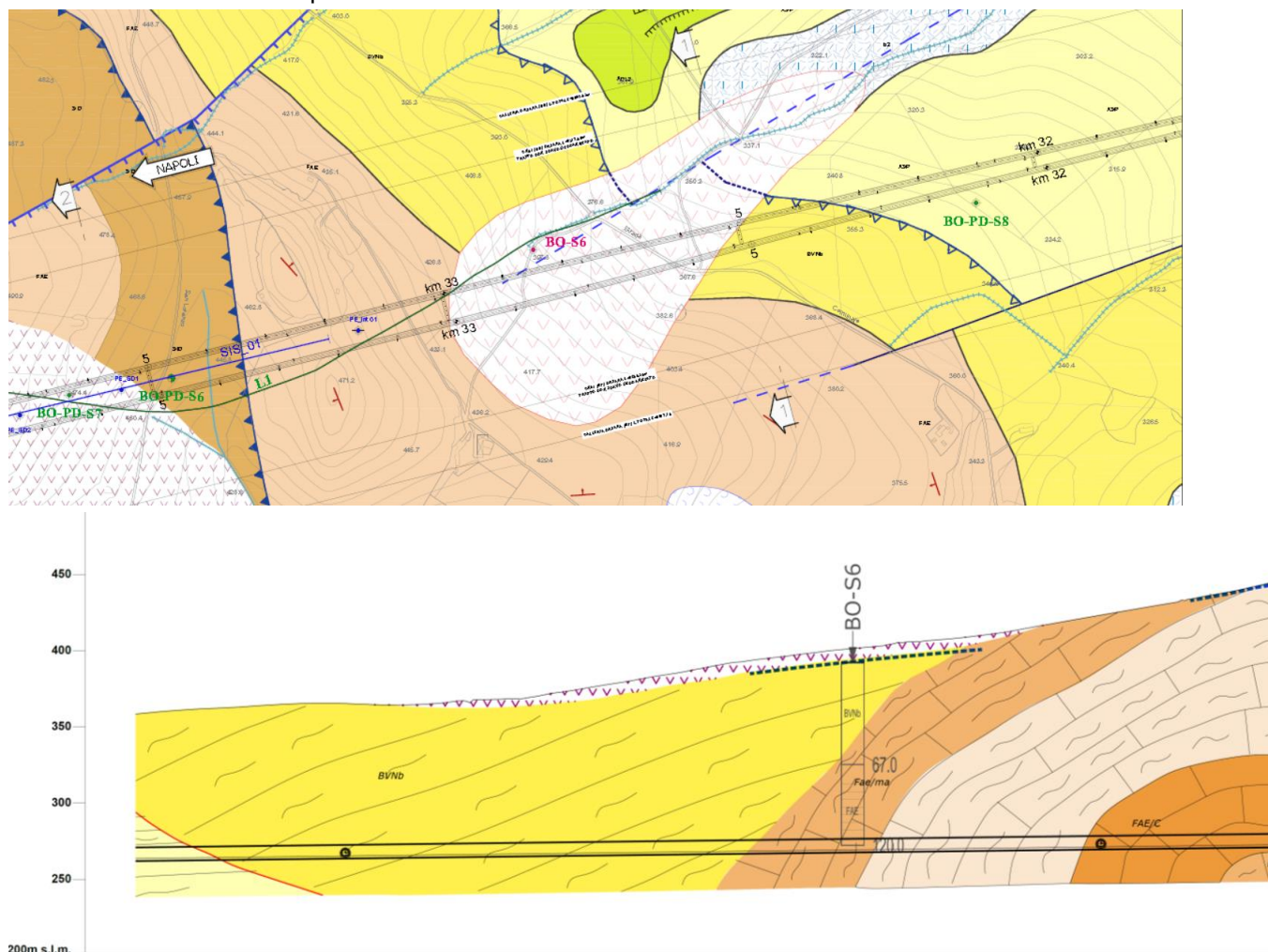


Figura 2-2. Stralcio della carta (sopra) e della sezione (sotto) geologica rappresentative dell'assetto geologico tra i km 32 e 33.

All'interno dell'unità strutturale compresa tra le progressive 32+300 e 32+930, appartenente all'Unità Tettonica della Daunia, le Argille e sabbie del Vallone Meridiano ricoprono, con contatto discordante, i depositi torbiditici della formazione del **Flysch di Faeto (FAE)**, come documentato dal sondaggio BO-S6. Questi risultano piegati in una

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> ORSARA - BOVINO AV	<u>Soci</u> WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO			
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING GCF TUNNELCONSULT	PINI ELETTRI-FER				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 9 di 55

struttura ad anticlinale aperta debolmente asimmetrica, vergente verso est, che probabilmente rappresenta l'anticlinale di rampa del thrust sopra descritto. La formazione del Flysch di Faeto qui è rappresentata dalle facies marnoso-argillose (FAE-ma) nella parte alta, da quella argilloso-marnosa (FAE-am) nella parte intermedia e solo subordinatamente dalla facies calcareo-marnosa (FAE-C), in profondità. La componente argillosa è massima nella facies marnosa (FAE-am) a discapito della componente calcarea e in parte di quella marnosa; lo spessore arriva a 140 m. Lungo il tracciato della galleria si incontra il nucleo di quest'anticlinale rappresentato dalla facies calcareo-marnosa (FAE-C) documentata dal sondaggio PE-Int01 per uno spessore di circa 40 m. In prossimità della quota galleria questo riporta una successione data dalla prevalenza di calcareniti e calcari marnosi, con rari livelli di breccie clastosostenute, intercalati da livelli di argille marnose verdastre scagliose. La parte più profonda del sondaggio ha riscontrato marne molto palstiche e deformabili, per uno spessore di circa 8 m, interpretata come la facies marnoso-argillosa (FAE-ma).

Muovendosi verso SO, tra i chilometri 33+300 e 33+600 affiora un'altra falda in contatto per thrust sulla precedente. Questa è costituita dalla sezione più continua e sviluppata rinvenuta lungo il transetto della successione bacinale-torbiditica compresa tra il Cretaceo ed il Pliocene dell'Unità Tettonica della Daunia. Essa si presenta piegata assumendo con una struttura caratterizzata dai resti di un'anticlinale di cui resta solo il fianco interno verso ovest, con strati che immergono verso questa direzione con inclinazioni fino a 60°. A questo segue una sinclinale aperta. Tale struttura espone in termini più antichi ad est, rappresentati dalle argille scagliose policrome, a tratti molto deformate, talvolta selciferi, della **formazione di Monte Sidone (SID)**, ben campionate dai sondaggi PE-SID01, PESID02 e PESID03.

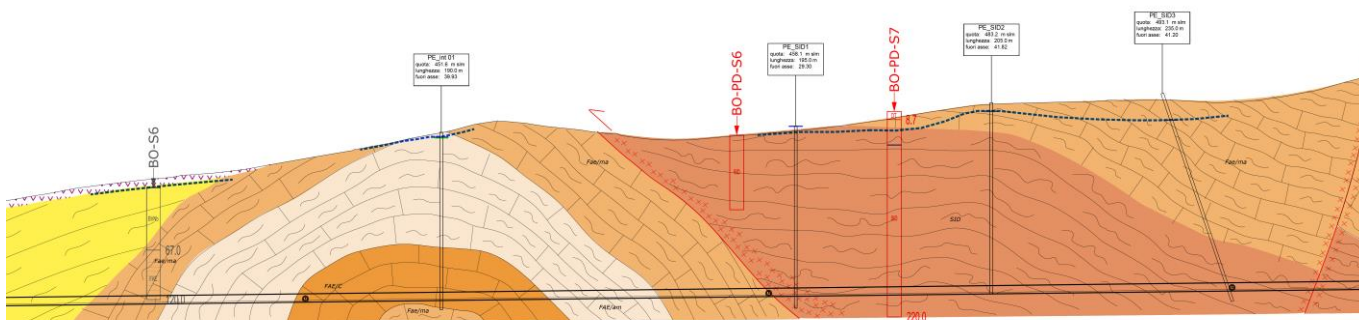


Figura 2-3. Stralcio della sezione geologica rappresentativa dell'assetto geologico tra i km 32.6 e 34.4 ca.

Su questi poggiano i depositi della facies marnoso-argillosa del **Flysch del Faeto**, che si incontrerebbero in galleria in prossimità del km 34+250 circa. In questo punto il Flysch del Faeto supera i 500m di spessore dando luogo ad uno dei rilievi più alti in quota dell'area (M. Fedele). Per l'assetto tettonico e le giaciture ben evidenti in superficie, in galleria questi depositi si incontrerebbero per circa 750m, fino al km 35+000 circa. Come evidenziato dal sondaggio BO-S11 qui si rinviene, alla base, la facies argilloso-marnosa (FAE-am) per uno spessore di circa 70m, che poi passa, stratigraficamente verso l'alto, alla sovrastante formazione delle **Marne argillose del Toppo Capuana**, costituita da marne ben stratificate con intercalazioni argillose e di arenarie e siltiti come evidenziato anche dal sondaggio PE INT 2. Il contatto si incontrerebbe, in galleria, tra le pk 35 e 35+100.

In superficie invece esso risulta spesso ricoperto dai sovrastanti depositi pliocenici in contatto discordante (Fig. 4-26). Questi ultimi risultano coinvolti nelle ultime fasi di deformazione compressiva dell'orogenesi, in quanto risultano sovrascorsi dalla formazione del Flysch di Faeto lungo un thrust che, dunque, manifesta attività anche nel Pliocene.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	12 di 55

delle Arenarie e Conglomerati di castello di Schiavo (BVNa) che si rinviene in affioramento ma che non dovrebbe interessare il cavo galleria.

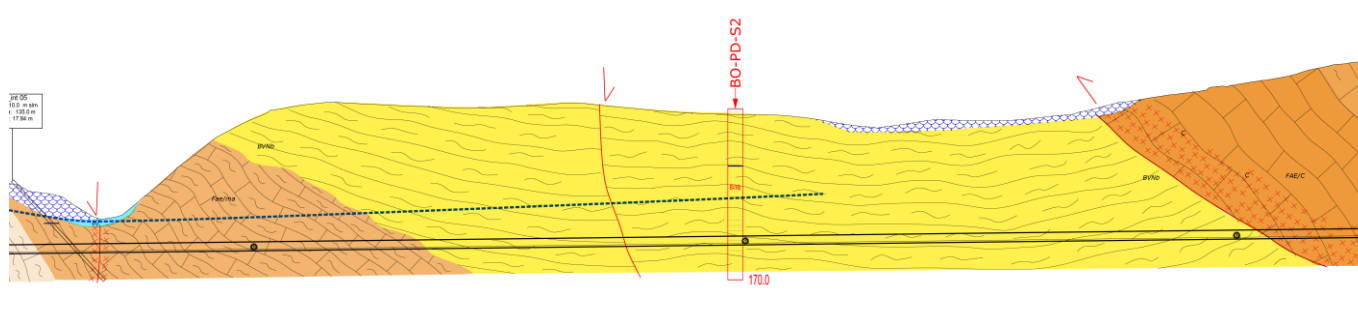


Figura 2-7. Stralcio della sezione geologica rappresentative dell'assetto geologico tra i km 39 e 40.

Più ad ovest si rinviene l'ultima falda che interessa il transetto, nuovamente in contatto per thrust sulle argille e sabbie plioceniche (Fig. 4-31). Quest'ultima è rappresentata da una successione maggiormente calcareo-marnosa che rappresenta una facies peculiare del **Flysch del Faeto**. Essa affiora in più punti lungo la Strada Statale 90 e lungo la strada che conduce all'abitato di Orsara. Si presenta sempre molto deformata, interessata da diverse pieghe sia alla mesoscala che alla macroscala, che determinano un apparente ispessimento della successione. La successione si presenta generalmente molto inclinata con strati talvolta sub-verticali e a tratti invertiti. In corrispondenza del pk 40+900 circa il tracciato ritorna in superficie attraversando la valle del fiume Cervaro. Sul versante nel settore dell'imbocco della galleria si rinvengono le coltri colluviali ghiaioso sabbiose per uno spessore di circa 5m che passano in profondità sino a 16,50 ad argille bruno marroni, molto alterate che ricoprono il substrato del Faeto

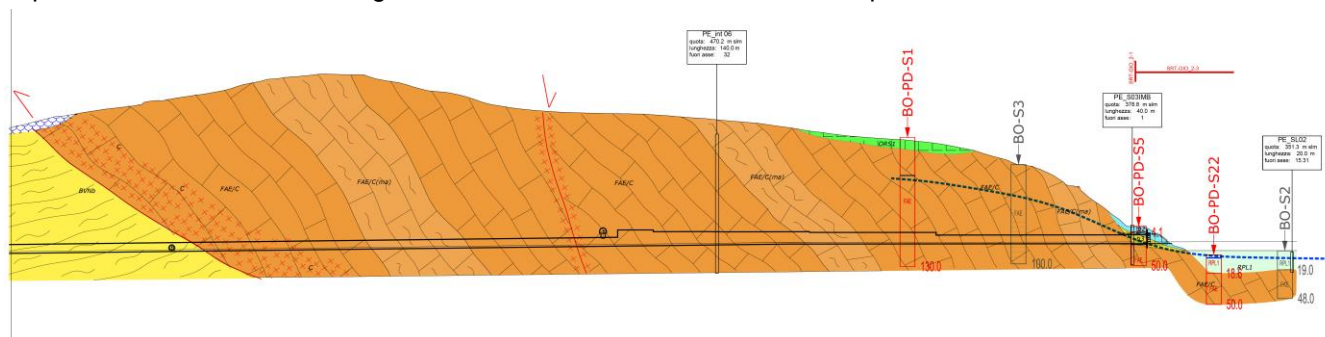


Figura 2-8. Stralcio della carta (sopra) e della sezione (sotto) geologica redatta nell'ambito del presente studio rappresentative dell'assetto geologico tra i km 40 e 41.

Quanto descritto evidenzia una sezione caratterizzata soprattutto dalla presenza di diversi thrust e macropieghe che denotano il carattere compressivo di questi settori più esterni della catena.

2.3 BREVE QUADRO GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dal tracciato della galleria "Orsara" è caratterizzata da un paesaggio a forte controllo lito-strutturale. La presenza di successioni litologiche a forte contrasto di erodibilità (alternanza di rocce "dure" e "tenere") deformate secondo un sistema di pieghe est-vergenti, ha determinato un paesaggio caratterizzato dalla presenza di una serie di valli e dorsali montuose allungate in direzione nordovest-sudest. Le dorsali presentano la caratteristica morfologia a "cuesta ed hogback" e sono generalmente impostate sulle porzioni carbonatiche della formazione del Flysch del Faeto. Le valli, invece, coincidono con gli affioramenti delle successioni ad elevata componente argillosa (formazioni del Flysch Rosso, Monte Sidone, porzioni argilloso-marnose del Faeto). A questo generale andamento susseguente della rete idrografica, fa eccezione la valle del F. Cervaro che, con un classico esempi di discordanza

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 14 di 55

2.4 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Tabella 2-1 – Permeabilità formazioni

Sigla	Tipo di permeabilità	Permeabilità MED [m/s]
ASP	porosità/fessurazione	2.15-07
SID	porosità/fessurazione	3.61-08
FAE/C	porosità/fessurazione	1.48E-07
FAE/ma	porosità/fessurazione	4.39E-07
FAE/am	porosità/fessurazione	1.08E-07
BVNa	porosità/fessurazione	2.8E-05
BVnb	porosità/fessurazione	1.22E-07
TPC	porosità/fessurazione	7.89E-08
b2/b3	porosità	3.16E-06
Fasce tettonizzate	Porosità/fessurazione	5,40E-07 m/sec

I dati ottenuti dal monitoraggio piezometrico hanno consentito di indicare sui profili geologici, in corrispondenza dei sondaggi eseguiti, i livelli piezometrici massimi rilevati. Sulla base dei dati derivati dal monitoraggio è stato possibile fare una stima dei carichi idraulici massimi, che risultano variabili da pochi metri fino a circa 270 m nel settore centrale del FAE, tra le progressive PK 34+261 alla PK 35+068.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato							COMMESSA IF20

2.5 SINTESI DEI DATI GEOTECNICI

Le tabelle seguenti riportano i valori dei parametri di resistenze e di deformabilità delle principali unità geomeccaniche attraversate dalla galleria, nel tratto scavato con sistema meccanizzato.

ASP					
Parametri	u.m	Copertura (m)			
		10	30	50	85
γ	kN/m ³	20	20	20	20
c'	kPa	30	30	50	70
ϕ'	°	22	22	22	22
Cu	kPa	150	250	300	400
E'	MPa	100	100	200	600
Eu	MPa	115	115	230	690

Tabella 2-2 – ASP -Riepilogo parametri geotecnici

FAEam							
Parametro	u.m	Coperture [m]					
		50	100	140	180		
γ	kN/m ³	24	24	24	24		
UCS	MPa	6	6	6	6		
mi	-	8	8	8	8		
D	-	0	0	0			
Ei	MPa	5000	5000	5000	5000		
		6000	6000	6000	6000		
GSI	45	σ_{cm}	MPa	0.84	0.84	0.84	0.84
		c'	kPa	145	210	260	300
		ϕ'	°	35	30	27	25
		Erm	MPa	1100	1100	1100	1100
	50	σ_{cm}	MPa	0.94	0.94	0.94	0.94
		c'	kPa	160	230	280	320
		ϕ'	°	36	31	29	27
		Erm	MPa	1800	1800	1800	1800

Tabella 2-2 – FAEam - Riepilogo parametri geotecnici/geomeccanici.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato							
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	17 di 55		

FASCE CATACLASTICHE											
Litofacies	Copertura [m]	γ [kN/m ³]	UCS (MPa)	m_i [-]	D [-]	E_i [MPa]	GSI [-]	σ_{cm} [MPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_{rm} [MPa]
FAEma	30	25	13	8	0	10 000	35	1.44	110	38	1100
	180								345	28	
	250								420	26	
FAEc	150	27	25	8	0	20000	30	2.44	370	32	1600

Tabella 2-5 – Riepilogo parametri geotecnici/geomeccanici per fasce cataclastiche.

TPC				
Parametro		u.m	Coperture [m]	
			250	
γ		kN/m ³	23	
UCS		MPa	15	
m_i		-	10	
D		-	0	
E_i		MPa	6000	
GSI	40	σ_{cm}	MPa	2.1
		c'	kPa	500
		ϕ'	°	31
		E_{rm}	MPa	1000

Tabella 2-6 – TPC - Riepilogo parametri geotecnici

SID			
Parametri	u.m	Copertura (m)	
		190	230
γ	kN/m ³	20	20
c'	kPa	50	50
ϕ'	°	22	25
C_u	kPa	600	600
E'	MPa	300	300
E_u	MPa	345	345

Tabella 2-7 – SID - Riepilogo parametri geotecnici.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 21 di 55

3.3 ASPETTI TECNOLOGICI DELLO SCUDO

Si è delineata la necessità tecnica di **massimizzare l'andamento conico** dello scudo, soluzione per mezzo della quale si mitigano gli effetti delle convergenze dell'ammasso - a scavo aperto - in termini di pressioni scaricate sugli scudi. La proposta prevede:

- un salto scudo di testa – scudo intermedio di **50 mm** radiali (100 mm di riduzione diametrale estradosso scudi);
- un salto scudo intermedio – scudo di coda di **50 mm** radiali (100 mm di riduzione diametrale estradosso scudi).

Si è inoltre ricercato di minimizzare la lunghezza dello scudo, riducendo così i rischi legati al bloccaggio della TBM ad opera delle pressioni del terreno. Pur prevedendo l'installazione del **sistema di articolazione attiva** in sovrapposizione al sistema di spinta principale, si è ipotizzata per lo scudo una lunghezza complessiva di 11.50 m, così suddivisa:

- scudo di testa (inclusa la testa): 5.50 m;
- scudo intermedio: 2.50 m;
- scudo di coda: 3.50 m,

Gli scudi di testa e intermedio saranno progettati per poter efficacemente sostenere un regime medio di pressione radiale al contorno nell'ordine dei 15 bar. Lo scudo di coda, per le intrinseche limitazioni prima menzionate, sarà progettato per operare sino a pressioni medie radiali di 10 bar. Lo scudo sarà altresì equipaggiato con **dispositivi di controllo delle pressioni di ammasso** agenti sullo stesso (3 celle di pressione per ciascuno dei tre settori costituenti lo scudo). Sempre in termini di equipaggiamento strumentale, saranno installati **3 dispositivi tipo fontimetro** sugli scudi (numero 3 per ciascun settore) finalizzati al controllo dimensionale dello spessore dell'intercapedine ammasso-scudo. Gli scudi saranno inoltre dotati di un **sistema di lubrificazione** all'estradosso scudi con iniezione di bentonite, realizzato con **tre anelli di iniettori**, uno per scudo, ciascuno composto da **12 iniettori**. In particolare, il sistema sarà debitamente progettato per iniettare / intasare l'intercapedine anulare scudo / roccia con bentonite sino alla pressione massima di **5 bar**.

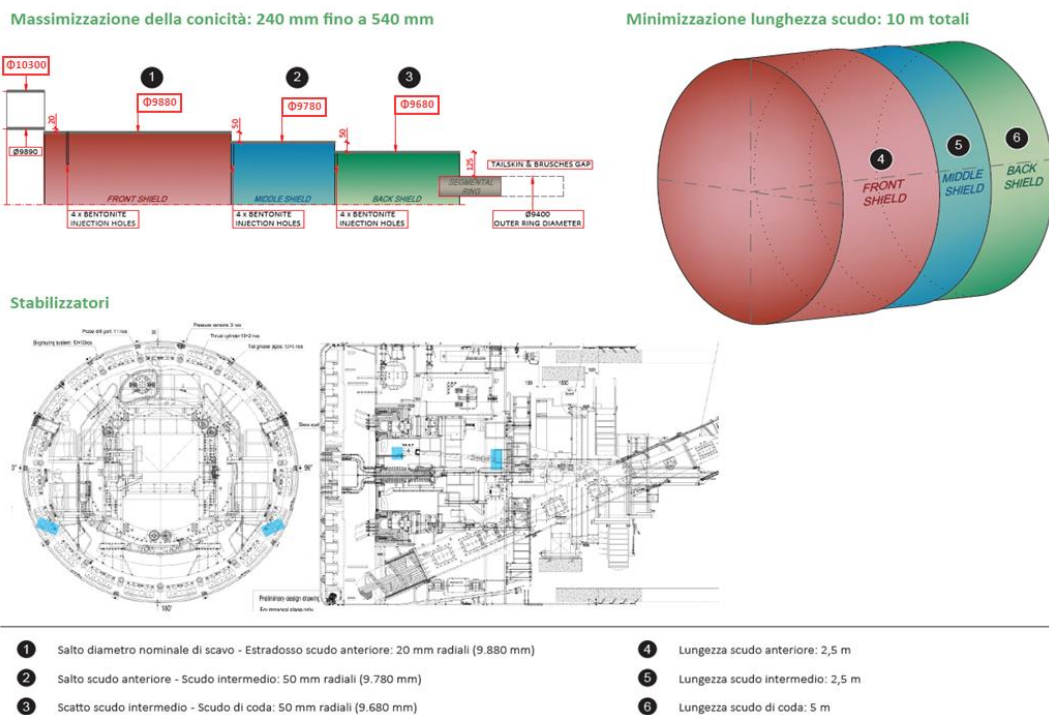


Figura 3-2. Ipotesi scudo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 26 di 55

3.6 MISURE ATTE AD EVITARE SOSTE PROLUNGATE NELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA FORMAZIONE DEL MONTE SIDONE

Stante la delicatezza dell'attraversamento mediante TBM del settore interessato dal Monte Sidone, si è prevista una serie di soluzioni tecniche/tecnologiche e logistiche finalizzate a garantire, con elevati margini di sicurezza, le prerogative di continuità e regolarità dell'avanzamento dello scavo meccanizzato e l'abbattimento sostanziale di tutti i fermi macchina non strettamente necessari.

- **Continuous Mining:** è proposta una soluzione all'avanguardia per quanto concerne le dotazioni e gli equipaggiamenti della macchina quale la modalità di funzionamento "continuous mining" che consente di effettuare l'installazione dell'anello di rivestimento in conci prefabbricati contestualmente all'avanzamento.
- **Allestimento gas:** è previsto un allestimento macchina in grado di operare in ambienti grisoutosi.
- **Sliding Continuous Conveyor (SCC) ed estensione servizi:** la soluzione consta nell'installazione di un nastro unico scorrevole di 1000 m di sviluppo con funzione ponte fra il nastro macchina ed il nastro tunnel ordinario, in grado di avanzare autonomamente seguendo la TBM.
- **Minimizzazione degli interventi di manutenzione sulla testa di scavo:** la testa di taglio TBM sarà a questo scopo oggetto di un design funzionale specifico per massimizzare la vita utile dei componenti, ridurre usure, coppia e consumi in generale, dotandosi delle seguenti disposizioni:
 - Posizioni di taglio aumentate sulla testa fresante
 - Protezione antiusura integrale su superficie frontale e periferia
 - Protezione antiusura sul bordo dello scudo di testa
 - Iniezione di acqua ad alta pressione 300 bar (10 l / s) al fronte ed in camera di scavo
- **Minimizzazione degli interventi di manutenzione sulla coclea di estrazione,** con previsione di:
 - placche antiusura su tutta la lunghezza della vite e speciali blocchi antiusura sul bordo della vite
 - piastre antiusura saldate sulla superficie interna della cassa della vite per tutta la lunghezza della vite
 - finestre di ispezione imbullonate per sostituire piastre/blocchi usurati della vite
 - punti di iniezione schiuma per lubrificare la vite e ridurre l'usura
- **Minimizzazione degli interventi di manutenzione alle guarnizioni di coda e al sistema di iniezione miscela bicomponente,** TBM sarà in particolare equipaggiata con:
 - un numero maggiore (10 invece di 8) di linee di iniezione nello scudo di coda, con ulteriori 10 linee installate come ricambio;
 - un particolare disegno delle linee di iniezione nello scudo per facilitare gli interventi di manutenzione; le linee saranno costituite da tubazioni completamente accessibili lungo lo scudo al fine di facilitarne la raggiungibilità;
 - un sistema per lavaggio automatico ad alta pressione che si attiverà su ogni linea al termine di ogni corsa di scavo della TBM, onde evitare l'ostruzione delle linee.

3.7 CONTINUOUS MINING

La TBM è dotata del sistema "continuous mining" che consente, attraverso procedure automatizzate, di procedere al montaggio dell'anello di rivestimento in conci prefabbricati contestualmente all'avanzamento. In **Allegato 1** si riporta una breve presentazione che riporta i principi di funzionamento ed i principali vantaggi operativi.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF20</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">29 di 55</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	29 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	29 di 55													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato																		

3.10 DOTAZIONI SPECIALI

Allo scopo di gestire efficacemente passaggi potenzialmente critici lungo il tracciato, la macchina dovrà essere dotata in particolare dei seguenti dispositivi:

- sistema di perforazione per la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo in avanzamento rispetto al fronte;
- sistema di perforazione per la realizzazione di un ombrello di iniezioni di consolidamento al contorno del cavo ed al fronte, nonché di aste drenanti, in avanzamento rispetto al fronte di scavo;
- celle di pressione sullo scudo per rilevazione stato tensionale indotto da rilasci tensionali dell'ammasso;
- sistema di controllo dimensionale del vuoto anulare tra estradosso dello scudo e profilo di scavo, di tipo automatizzato;
- possibilità di iniettare agenti lubrificanti dall'interno dello scudo all'interfaccia tra questo ed il terreno.

3.11 DOTAZIONI PER GLI AVANZAMENTI IN AMBIENTI GRISUTOSI

La TBM sarà attrezzata per operare in ambiente grisutoso secondo le **specifiche della NIR 44**. L'attività di avanzamento e scavo dovrà essere compartimentata per settori, così da evitare diffusione di gas nell'ambiente di lavoro. Si dovrà, in presenza di gas, operare lo scavo a camera piena, e prevedere dotazioni di "confinamento" del percorso di smarino del materiale estratto (Coclea e nastro trasportatore), fino a settori di galleria protetti. Dovranno essere anche attivati sistemi di monitoraggio e controllo della concentrazione di gas in atmosfera.

Per il dettaglio delle attrezzature da prevedersi e delle procedure da impiegare si rimanda ai documenti sulla sicurezza ed agli specifici allegati al PSC prodotti dalla società specialistica Collins.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 30 di 55

3.12 QUADRO DI RIEPILOGO

Nella seguente tabella si riporta la sintesi dei parametri tecnici della TBM.

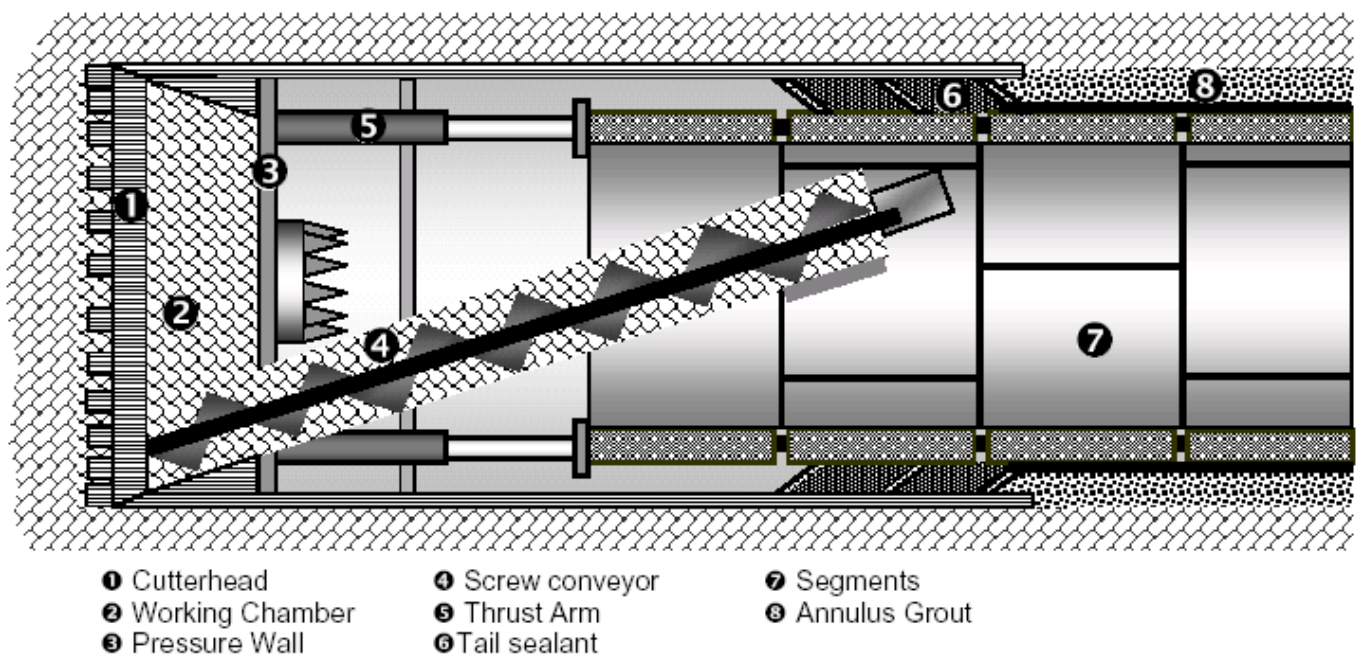
Diametro scavo nominale	9.920 mm
Extra-scavo radiale	190 mm (130+60)
Diametro scavo massimo	10.300 mm
Conicità scudo	100 mm (50 + 50)
Lunghezza scudo	11.50 m (5.5+2.5+3.5)
Pressione supportata scudo centrale	15 bar
Pressione supportata scudo coda	10 bar
Dispositivi di lubrificazione scudo	Presenti
Pressione al fronte (camera di scavo)	5 bar
Pressione al contorno scudo	5 bar (bentonite)
Spinta nominale	150-160 MN
Spinta di sblocco (ripartenza)	210 MN
Presenza articolazione	Si
Spinta articolazione intermedia	110 MN
Anello di rivestimento	7+0 (L=1.80 m)
Classe calcestruzzo	C50/60 (Progr. 50+120 e 57+955)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato		COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 32 di 55

4.2 PARAMETRI OPERATIVI DI SCAVO

La TBM adottata per lo scavo della galleria Orsara è una macchina del tipo EPB (Earth Pressure Balance), dove il sostegno del fronte avviene per mezzo dello stesso terreno scavato (opportunamente condizionato), che è mantenuto in pressione all'interno della camera di scavo attraverso i martinetti di spinta dello scudo, che trasferiscono la pressione al diaframma di separazione tra scudo e camera di scavo, e quindi al terreno scavato. Il materiale scavato viene rimosso dalla camera di scavo attraverso una coclea (screw conveyor), che permette la riduzione progressiva della pressione. La macchina è costituita da una testa rotante (ruota con razze porta utensili), scudo protettivo, sistema di spinta con martinetti longitudinali che contrastano sul rivestimento in conci prefabbricati.

Una parete stagna (bulkhead o pressure wall) separa la galleria dalla parte anteriore dello scudo dove agisce la testa di scavo, creando la cosiddetta "camera di scavo". Si tratta in sostanza di provocare un "accumulo" di materiale nella camera di scavo controllandone l'evacuazione, e misurare la "pressione di terra" che ne consegue, assicurando che il suo valore venga mantenuto conforme alle necessità derivanti dai calcoli di stabilità. Il materiale di risulta viene estratto dalla camera di scavo mediante una vite senza fine o coclea, che rappresenta anche il mezzo di regolazione e controllo della quantità di materiale estratto.



1 = testa di taglio, 2 = camera di scavo, 3 = diaframma di separazione tra scudo e camera di scavo, 4 = coclea di smarino, 5 = martinetti di spinta, 6 = sigillante di coda, 7 = rivestimento in conci prefabbricati, 8 = iniezioni di intasamento a tergo dei conci del rivestimento.

Figura 4-2 – Schema di uno scudo chiuso a contropressione di terra (Earth Pressure Balance Machines: EPBMs)

Le terre e rocce scavate vengono, nella fase di scavo, condizionate con degli additivi che rendono omogeneo il materiale al fine di migliorare la sua pastosità e omogeneità per gestire la pressione all'interno della camera e per utilizzare correttamente la coclea durante l'evacuazione.

Rimandando alla Relazione di Calcolo per tutti i dettagli relativi alla definizione delle pressioni di avanzamento nei diversi tratti di galleria si osserva che le analisi effettuate indicano la necessità di avanzare in modalità "closed" per formazioni riportate nella seguente tabella.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 33 di 55

Tabella 11 – Avanzamento in modalità chiusa - Valori della contropressione al fronte

Formazione	P _{min} [bar]	P _{max} [bar]
Flysch di Faeto in faglia	1	5
Argille Subappennine (ASP)	1	3
Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) (coperture fino a 100m)	2	5
Formazione di Monte Sidone (SID), Formazione di Toppa Capuana (TPC) Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) (coperture oltre 100 m)	4	5

L'avanzamento della macchina avviene per mezzo di appositi martinetti di spinta, spingendo sui conci prefabbricati che costituiscono il rivestimento della galleria posizionati immediatamente a tergo dello scudo, ne consentono il movimento. La spinta imposta dai martinetti deve garantire il bilanciamento dei seguenti contributi:

- Forza dovuta all'attrito macchina-terreno;
- Forza corrispondente alla pressione applicata al fronte;
- Forza necessaria allo scavo (cutter per la disgregazione dell'ammasso);
- Forza dovuta alla presenza delle spazzole e del cutting edge;
- Peso della TBM e del back-up da trascinare.

Anche per queste valutazioni si rimanda al dettaglio delle analisi condotte nella relazione di calcolo; nella seguente tabella si riporta la stima delle spinte massime nei principali settori della galleria, in funzione delle formazioni geologiche attraversate.

Figura 9 – Stima delle spinte in esercizio della macchina in fase di spinta

AN.	R	L*σ _m	W _{sk}	A _{exc}	P _f	W _{sup}	W _{sh}	ΣW	CONCIO TIPO
	[m]	[kPa*m]	[kN]	[m ²]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	
ASP4	4.96	3000	20,899	77	300	23,186	405	58,490	1
BVNb3	5.02	5633	37,736	79	500	39,585	410	91,731	2
SID2	5.15	7610	51,453	83	500	41,661	421	107,535	2
TPC1	5.02	0	3,850	79	500	39,585	410	57,845	1
FAEma7	5.02	0	3,850	79	500	39,585	410	57,845	1
FAEma10	5.02	0	3,850	79	500	39,585	410	57,845	1
FAEc2	4.96	500	9,304	77	0	0	405	23,709	1
FAEc3	4.96	0	3,850	77	0	0	405	18,255	1

In sintesi, la spinta massima prevista per le due tipologie di concio previste in progetto (concio Tipo 1, realizzato con cls di classe C35/45 e Concio tipo 2 con cls C50/60) risulta dalla seguente tabella.

Tabella 10 – Stima delle spinte in esercizio della macchina in fase di spinta

Tipologia Conci	Spinta TBM (MN)
Tipo 1	60
Tipo 2	110

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato		COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 34 di 55

Come riportato al capitolo 3.3, la macchina è in realtà dispone di spinte massime decisamente superiori, al fine di gestire situazioni eccezionali che dovessero riscontarsi lungo il tracciato e soprattutto per gestire situazione di ripartenza che dovessero verificarsi in contesti spingenti, che possano generare sovrappressioni sugli scudi. Alcuni scenari sono stati considerati nella relazione di calcolo.

Contestualmente all'avanzamento dovrà essere operato anche l'intasamento dell'intercapedine conci/parete di scavo, mediante iniezione di miscela di backfilling da effettuarsi con pressioni adeguate, sempre leggermente superiori rispetto alla pressione mantenuta in camera di scavo (circa 0,5÷1,0 bar), così da evitare il rifluimento di materiale condizionato e schiuma verso la coda dello scudo.

Il dettaglio delle modalità di avanzamento è riportato nei "Profili Geomeccanici" di progetto. Una sintesi è anche riportata nella seguente tabella, che riporta le tipologie di interventi previsti nei diversi contesti di scavo, indicando anche la tipologia dei conci prefabbricati prevista.

Tabella 4-4 – Tabella generale degli interventi

FORMAZIONE	Cop. [m]	Binario dispri			AVANZAMENTO			TBM		CONCI
		Inizio [m]	Fine [m]	L [m]	OPEN	CLOSE	P [bar]	C-C 60mm	Φ MAGG	Classe CLS
ASP	5-50	31073	31553	480			1-2			C35/45
		31553	31925	372			1-2			C35/45
	50-85	31925	32465	540			2-3			C35/45
	85	32465	32481	16			3			C35/45
BVNb	85	32481	32514	33			4			C35/45
	85-110	32514	32731	217			4-5			C35/45
		32731	32786	55			5			C35/45
FAEma	110-120	32786	32869	83			0-1			C35/45
FAEam	120-140	32869	33006	137			0-1			C35/45
FAEc	140-180	33006	33276	270			0-1			C35/45
FAEam	160-175	33276	33395	119			1-2			C35/45
FAEma	170-175	33395	33523	129			0-1			C35/45
SID	175-180	33523	33570	47			5			C50/60
	180-205	33570	34008	438			5			C50/60
	205-210	34008	34034	26			5			C50/60
	210-275	34034	34252	218			5			C50/60
FAEma	270-400	34252	34909	657			0-1			C35/45
FAEam	255-290	34909	35068	159			1-2			C35/45
TPC	220-260	35068	35760	693			4-5			C35/45
FAEma	250	35760	35837	77			5			C35/45
	140-250	35837	36258	421			0-1			C35/45
		36258	36271	13			0-1			C35/45
FAEam	80-140	36271	36443	173			0-1			C35/45

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 37 di 55

6 ANALISI DEGLI SCENARI DI RISCHIO

Nel presente capitolo si individuano i principali elementi legati alla gestione delle maggiori criticità riscontrabili nel corso dello scavo della galleria Orsara, ai quali sono correlate possibili azioni di mitigazione o riduzione del rischio; si sono presi a riferimento gli scenari già individuati nella "Relazione geomeccanica" delle tratte in sotterraneo. Nel dettaglio:

Analisi di rischio legate alle caratteristiche dell'ammasso roccioso

1. Presenza di gas
2. Presenza di corpi di frana in superficie
3. Fenomeni di subsidenza
4. Instabilità del fronte e/o del cavo per la presenza di
 - o Zone tettonizzate
 - o Basse coperture
 - o Transizione litologica
5. Fenomeni di squeezing
6. Fenomeni di swelling

Analisi di rischio legate alla presenza di acqua

7. Venute d'acqua concentrate in fase di scavo
8. Carico idraulico elevato
9. Interferenza con sorgenti e pozzi

6.1 POSSIBILE PRESENZA DI GAS

Come indicato in relazione geologica, la galleria Orsara presenta il rischio che nel corso degli scavi si sviluppino manifestazioni gassose (la galleria, così come desumibile anche dai documenti di PD, è infatti collocata in classe di rischio gas 1B secondo la classificazione introdotta dalla Nota Interregionale NIR 28: "gallerie/tratti per le quali l'analisi geologica strutturale porta a ipotizzare come possibili gli afflussi di grisù ma con portate prevedibilmente modeste o con modalità che si ritiene non portino a condizioni di rischio. L'indice di classifica viene assegnato anche in assenza di elementi di riscontro desunti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi specialistici mirati alla ricerca del gas) comunque effettuate in fase di progetto e dalla porzione d'opera già realizzata").

Come detto la TBM sarà equipaggiata per operare in ambienti grisoutosi. Il monitoraggio del gas consentirà anche di regolare le modalità di esecuzione del riempimento a tergo del rivestimento in conci, ovvero valutare la possibilità di adottare o meno sistemi drenanti che impieghino pea-gravel; questa soluzione tecnologica è infatti da scartare qualora si accerti nel settore in esame la presenza di gas.

Particolare attenzione dovrà essere posta anche all'eventualità che il gas si presenti disciolto in acqua, andando a monitorarne l'eventuale presenza nei pozzetti di scarico delle acque drenate, per i quali sono stati individuati sistemi a tenuta.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 39 di 55

6.5 VENUTE D'ACQUA IN GALLERIA ED INTERFERENZE POZZI E SORGENTI

Lo scavo con una TBM con fronte in pressione permette di mitigare la pressione dell'acqua sul fronte di scavo, impedendo l'innescare di importanti moti di filtrazione verso la galleria durante l'avanzamento. Inoltre, l'installazione immediata all'interno dello scudo del rivestimento definitivo costituito da anelli in conci prefabbricati dotati di guarnizioni idrauliche a tenuta garantisce nel lungo termine una ridotta interferenza con la falda acquifera. Al successivo capitolo 7, saranno comunque riportate delle procedure per la gestione di eventuali venute d'acqua in galleria.

Lo studio dell'interferenza dello scavo della galleria di linea con le sorgenti ubicate nell'intorno del cavo è stato valutato nella Relazione idrogeologica di progetto tramite l'analisi DHI (Drawdown Hazard Index) considerando diversi fattori geometrici e geologici, come ad esempio la distanza fra sorgente e galleria, la quota della sorgente, la presenza di faglie o fratture che possano mettere in connessione diretta la sorgente con la galleria, la tipologia del sistema di circolazione idrica che alimenta la sorgente. Il metodo fornisce un fattore DHI correlato ad una scala di rischio relativo crescente da 1 a 4. Nel capitolo 7 verranno anche definite soglie di attenzione per la problematica.

6.6 CARICO IDRAULICO ELEVATO

Lungo lo sviluppo della galleria sono previste condizioni di carico idraulico che, combinate alle caratteristiche dell'ammasso interagente con la galleria ed ai relativi carichi litostatici, determinano tassi di lavoro dei rivestimenti definitivi non compatibili con i limiti prestazionali degli stessi, sia allo stato limite di esercizio che allo stato limite ultimo. Per tale ragione in alcune tratte si sono resi necessari dispositivi di drenaggio nella condizione standard realizzativa. L'installazione delle aste drenanti è specificatamente predisposta allo scopo di deprimere il carico idraulico per ragioni di limitazione dei carichi sui rivestimenti.

Sono previste 2 tipologie di interventi di drenaggio. La prima tipologia, la DR1, verrà impiegata nel FAE, mediamente con permeabilità maggiore rispetto alle alte unità da drenare, e nella formazione del Toppo capuana: prevede il riempimento del gap anulare con pea gravel o miscela bicomponente drenante, ad esclusione della parte bassa (110°) intasata con classica miscela bicomponente. La parte alta, ad alta permeabilità, funziona quindi come un dreno continuo lungo la galleria e l'acqua drenata viene convogliata nel sistema di smaltimento acqua d'ammasso all'interno della galleria per mezzo di 1+1 aste drenanti installate ad interasse 12.4m e di lunghezza (90cm) tale da arrivare nello strato di riempimento (pea gravel o bicomponente drenante). Nelle altre formazioni, con permeabilità più bassa, l'intervento di drenaggio DR2 previsto in progetto consiste nell'installazione di due tubi finestrati in PVC di diametro nominale 77 mm, rivestiti con calza in geotessuto, di lunghezza pari a 3m in modo da estendersi per circa 2 m oltre il profilo di estradosso del rivestimento e intercettare la circolazione idrica presente nell'ammasso al contorno dello scavo; l'interasse è pari a 14.60 m nelle formazioni argillose e 3.00 m in faglia.

Analogamente si evidenzia che elevati battenti idrostatici possono anche condizionare l'avanzamento della TBM, qualora pressioni idrostatiche troppo elevate generino spinte presso il fronte della TBM non gestibili dal sistema di avanzamento della macchina o problemi di instabilità del fronte di scavo, tenuto conto che la pressione massima agente in camera di scavo è pari a 5-6bar. In questo caso occorrerà prevedere l'esecuzione di drenaggi in avanzamento, lanciati dalla testa della TBM, al fine di abbattere preventivamente le pressioni agenti. Si prevede la realizzazione di 3 drenaggi lanciati in avanzamento per una lunghezza di 50 m, così da operare una depressione nel nucleo-fronte. Situazioni di questo tipo sono riscontrabili in alcuni settori di faglia, come indicato in dettaglio nel profilo geomeccanico di previsione.

Nei profili Geomeccanici di progetto si riportano, in apposite finche, l'entità dei principali rischi discussi nel presente capitolo e si riportano le specifiche, in termini di pressioni al fronte di scavo e spinte della TBM, al fine di gestirli.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 40 di 55

7 PROCEDURE IN CASO DI VENUTE D'ACQUA ELEVATE

7.1 VALUTAZIONE DELLE PORTATE IN FASE DI SCAVO

Con riferimento a quanto più in dettaglio descritto nella “Relazione idrogeologica”, documento IF2000EZZRGGE0102001A, si è effettuata una previsione delle possibili portate in fase di scavo (fase transitoria) impiegando la formulazione proposta da Jacob & Lohman (1952), che stabilisce che:

$$q_t = \frac{4\pi k L h_0}{2,3 \ln(2,25 k L t / S r^2)}$$

dove q_0 è la portata drenata (m³/s), k è la conducibilità idraulica (m/s), L è la lunghezza della tratta di tunnel presa in considerazione, h_0 è il carico idraulico in condizioni imperturbate (m), r è il raggio del tunnel (m), t è il tempo trascorso dall'inizio del drenaggio e SS è il coefficiente di immagazzinamento legato alla risposta elastica del mezzo acquifero.

Le portate attese, che sono state stimate secondo l'ipotesi che lo scavo avvenga con drenaggio libero, sono ripilotate nella tabella 7-2.

Il coefficiente di immagazzinamento considerato per i calcoli è stato assunto 1E-06 1/m. I valori di conducibilità idraulica, k , utilizzati nelle valutazioni, sono i valori medi derivate dalle prove di permeabilità eseguite limitatamente ai sondaggi che intercettano la galleria e riportati nella Tabella 7-1.

Nel caso delle fasce tettonizzate, si è fatto riferimento a valori derivati da studi in analoghi contesti geologico-stratigrafico e si è assunto il valore di 5.4E-07 m/sec; il medesimo valore è stato utilizzato anche per le zone di contatto a differente litologia.

Tabella 7-1 – Permeabilità considerate nel calcolo di previsione

Sigla	Tipo di permeabilità	Permeabilità MED [m/s]
ASP	porosità/fessurazione	2.15-07
SID	porosità/fessurazione	3.61-08
FAE/C	porosità/fessurazione	1.48E-07
FAE/ma	porosità/fessurazione	4.39E-07
FAE/am	porosità/fessurazione	1.08E-07
BVNa	porosità/fessurazione	2.8E-05
BVNB	porosità/fessurazione	1.22E-07
TPC	porosità/fessurazione	7.89E-08
b2/b3	porosità	3.16E-06
Fasce tettonizzate	Porosità/fessurazione	5,40E-07 m/sec

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato		COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 41 di 55

Tabella 7-1- Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Orsara.

Scavo	Litotipo	Da	A	Lunghezza	Raggio tunnel	Carico idraulico	Cond. Idraulica	Coeff immag	Portate drenate		
		(m)	(m)	a (m)	r ₀ (m)	s (m)	k (m/s)	S 1/m	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
Drenaggio libero	ASP	31073	31287	214	4,96	4	2,15E-07	1,0E-06	0,00	0,24	0,2
Drenaggio libero	ASP	31287	31376	89	4,96	5	2,15E-07	1,0E-06	0,00	0,12	0,1
Drenaggio libero	ASP	31376	31553	177	4,96	8	2,15E-07	1,0E-06	0,00	0,39	0,4
Drenaggio libero	ASP	31553	31790	237	4,96	14	2,15E-07	1,0E-06	0,00	0,92	0,9
Drenaggio libero	ASP	31790	31914	124	4,96	23,5	2,15E-07	1,0E-06	0,01	0,81	0,8
Drenaggio libero	ASP	31914	32054	140	4,96	35	2,15E-07	1,0E-06	0,01	1,36	1,4
Drenaggio libero	ASP	32054	32465	411	4,96	56,5	2,15E-07	1,0E-06	0,02	6,44	6,4
Drenaggio libero	ASP+BVNb	32465	32514	49	4,96	75,5	5,40E-07	1,0E-06	0,05	2,34	2,3
Drenaggio libero	BVNB	32514	32787	273	4,96	88,5	2,76E-07	1,0E-06	0,03	8,41	8,4
Drenaggio libero	FAE/ma	32787	32869	82	4,96	100	2,78E-07	1,0E-06	0,03	2,86	2,9
Drenaggio libero	FAE/am	32869	33007	138	4,96	115	2,78E-07	1,0E-06	0,04	5,55	5,5
Drenaggio libero	FAE/ma	33007	33275	268	4,96	150	2,78E-07	1,0E-06	0,05	14,08	14,1
Drenaggio libero	FAE/am	33275	33396	121	4,96	150	2,78E-07	1,0E-06	0,05	6,34	6,3
Drenaggio libero	FAE/ma	33396	33523	128	4,96	165	2,78E-07	1,0E-06	0,06	7,37	7,4
Drenaggio libero	FAE/ma-SID	33523	33570	46	4,96	170	5,40E-07	1,0E-06	0,11	5,03	5,0
Drenaggio libero	SID	33570	34009	439	4,96	177,5	3,61E-08	1,0E-06	0,01	4,45	4,4
Drenaggio libero	SID	34009	34034	26	4,96	182	5,40E-07	1,0E-06	0,12	2,97	3,0
Drenaggio libero	SID	34034	34246	211	4,96	212,5	3,61E-08	1,0E-06	0,01	2,56	2,6
Drenaggio libero	FAE/ma-SID	34246	34261	15	4,96	212,5	3,61E-08	1,0E-06	0,01	0,18	0,2
Drenaggio libero	FAE/ma	34261	34907	647	4,96	262,5	2,78E-07	1,0E-06	0,09	59,39	59,4
Drenaggio libero	FAE/am	34907	35068	161	4,96	267	2,78E-07	1,0E-06	0,09	15,00	15,0
Drenaggio libero	TPC	35068	35752	684	4,96	232	7,89E-08	1,0E-06	0,03	18,04	18,0
Drenaggio libero	TPC/FAE/ma	35752	35838	85	4,96	219,5	5,40E-07	1,0E-06	0,14	11,96	12,0
Drenaggio libero	FAE/ma	35838	36258	421	4,96	166	2,78E-07	1,0E-06	0,06	24,42	24,4
Drenaggio libero	FAE/ma-/FAE/am	36258	36281	23	4,96	115	2,78E-07	1,0E-06	0,04	0,92	0,9
Drenaggio libero	FAE/am	36281	36439	158	4,96	90	2,78E-07	1,0E-06	0,03	4,97	5,0
Drenaggio libero	FAE/ma-/FAE/am	36439	36447	8	4,96	67	2,78E-07	1,0E-06	0,02	0,18	0,2
Drenaggio libero	FAE/ma	36447	36855	408	4,96	64	2,78E-07	1,0E-06	0,02	9,14	9,1
Drenaggio libero	FAE/ma/BVNa	36855	36886	31	4,96	64	3,00E-07	1,0E-06	0,02	0,73	0,7
Drenaggio libero	BVNa	36886	36971	85	4,96	67	3,00E-07	1,0E-06	0,03	2,14	2,1
Drenaggio libero	BVNa/BVNB	36971	37023	52	4,96	82	3,00E-07	1,0E-06	0,03	1,61	1,6
Drenaggio libero	BVNB	37023	37602	579	4,96	109,5	2,76E-07	1,0E-06	0,04	22,03	22,0
Drenaggio libero	FAE/ma	37602	37710	108	4,96	129	5,40E-07	1,0E-06	0,08	8,85	8,8
Drenaggio libero	FAE/ma	37710	37822	112	4,96	127	2,78E-07	1,0E-06	0,04	4,99	5,0
Drenaggio libero	FAE/am	37822	37908	85	4,96	124,5	2,78E-07	1,0E-06	0,04	3,72	3,7
Drenaggio libero	FAE/ma-/FAE/am	37908	37923	16	4,96	124	2,78E-07	1,0E-06	0,04	0,68	0,7
Drenaggio libero	FAE/ma	37923	37947	24	4,96	124	5,40E-07	1,0E-06	0,08	1,89	1,9
Drenaggio libero	FAE/ma	37947	38252	305	4,96	111	2,78E-07	1,0E-06	0,04	11,84	11,8
Drenaggio libero	FAE/am	38252	38339	87	4,96	96	2,78E-07	1,0E-06	0,03	2,91	2,9
Drenaggio libero	FAE/ma	38339	38436	97	4,96	89	2,78E-07	1,0E-06	0,03	3,02	3,0
Drenaggio libero	FAE/am	38436	38482	46	4,96	77	2,78E-07	1,0E-06	0,03	1,23	1,2
Drenaggio libero	FAE/ma	38482	38569	87	4,96	65,5	2,78E-07	1,0E-06	0,02	2,00	2,0
Drenaggio libero	FAE/ma-/FAE/am	38569	38577	9	4,96	57	2,78E-07	1,0E-06	0,02	0,17	0,2
Drenaggio libero	FAE/am	38577	38740	162	4,96	42,5	2,78E-07	1,0E-06	0,01	2,41	2,4
Drenaggio libero	FAE/ma	38740	38770	30	4,96	24	2,78E-07	1,0E-06	0,01	0,25	0,3
Drenaggio libero	FAE/ma	38770	38790	20	4,96	21	5,40E-07	1,0E-06	0,01	0,26	0,3
Drenaggio libero	FAE/ma	38790	39125	336	4,96	66	2,78E-07	1,0E-06	0,02	7,75	7,8
Drenaggio libero	BVNB	39125	39361	236	4,96	31	2,76E-07	1,0E-06	0,01	2,54	2,5
Drenaggio libero	BVNB	39361	39386	25	4,96	35	5,40E-07	1,0E-06	0,02	0,55	0,6
Drenaggio libero	BVNB	39386	39953	567	4,96	51	2,76E-07	1,0E-06	0,02	10,05	10,1
Drenaggio libero	FAE/C	39953	40063	110	4,96	70	5,40E-07	1,0E-06	0,04	4,93	4,9
Drenaggio libero	FAE/C(ma)	40063	40335	272	4,96	69	2,78E-07	1,0E-06	0,02	6,56	6,6
Drenaggio libero	FAE/C	40335	40360	24	4,96	68	3,36E-07	1,0E-06	0,03	0,69	0,7
Drenaggio libero	FAE/C	40360	40913	553	4,96	35,5	2,78E-07	1,0E-06	0,01	6,87	6,9

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 44 di 55
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato						

8 PROCEDURA PER IL CONTROLLO DEI LIVELLI PIEZOMETRICI SUI RIVESTIMENTI DEFINITIVI

In progetto si prevede la gestione dei carichi idraulici di lungo termine, limitatamente alle tratte in cui questi non risultano compatibili con le caratteristiche statiche del rivestimento definitivo, attraverso la realizzazione di un "sistema di drenaggio", in grado di limitare le pressioni agenti entro i valori limite di capacità strutturale dell'anello, definiti in funzione delle caratteristiche tecniche degli stessi.

Al riguardo, come indicato in dettaglio in progetto, sono state previste due sezioni tipo di drenaggio, DR 1 e DR2, la cui applicazione è prevista lungo il tracciato della galleria, in funzione dei contesti geologici, come riportato nella seguente figura e, più in dettaglio nell'elaborato IF2000EZZDZGN010X001B:

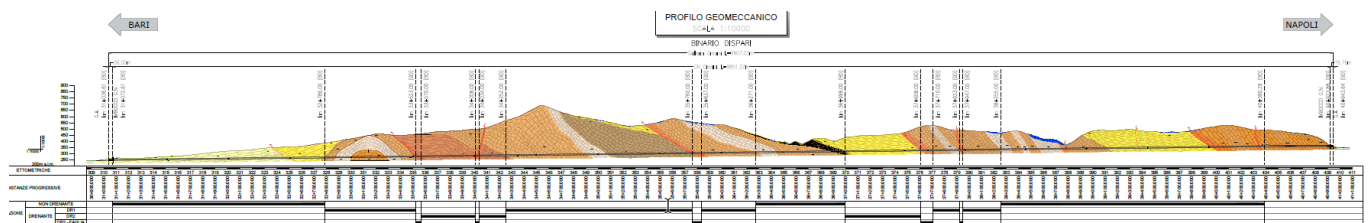


Figura 8.1. Layout tratte di applicazione sezioni impermeabili / drenanti

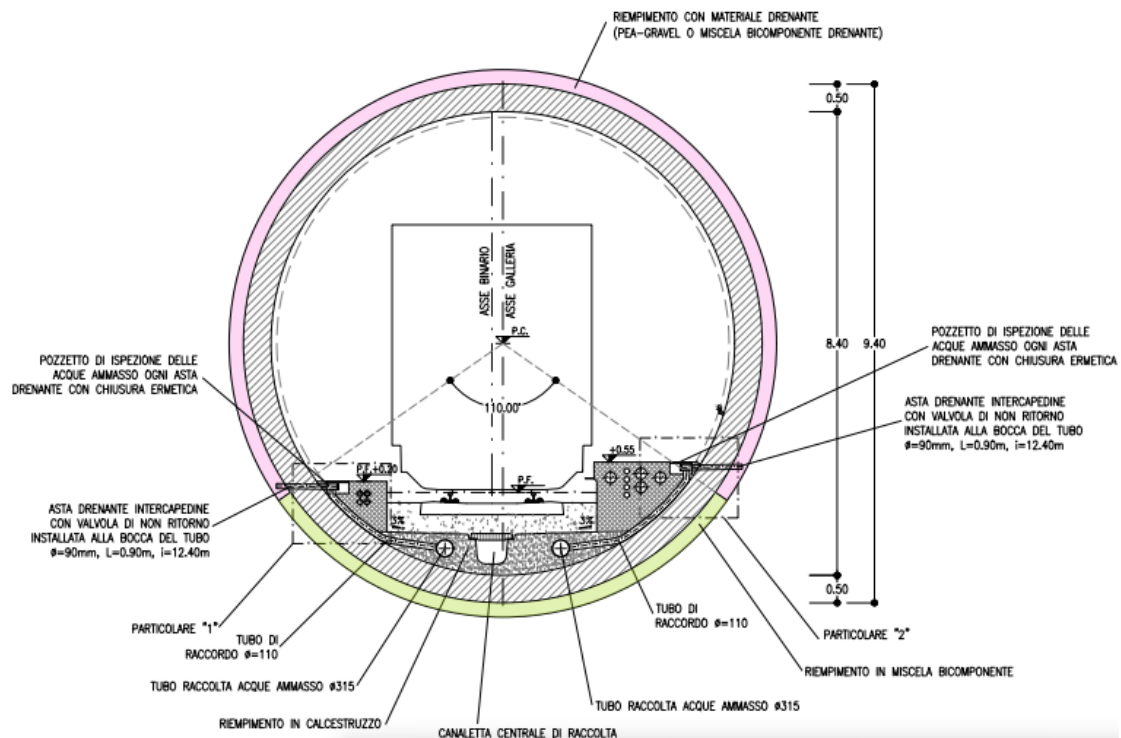


Figura 8.2. Sistema di drenaggio acque d'ammasso - DR1

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato		COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 45 di 55

Obiettivo di queste due sezioni di drenaggio, rappresentate nelle figure 8-2 e 8-3, è determinare un abbattimento dei carichi piezometrici a tergo dei conci al fine di ridurre le pressioni idrostatiche ai seguenti valori massimi:

- Pressione idrostatica limite: 10 bar
- Pressione idrostatica limite nel settore del Sidone: 9 bar

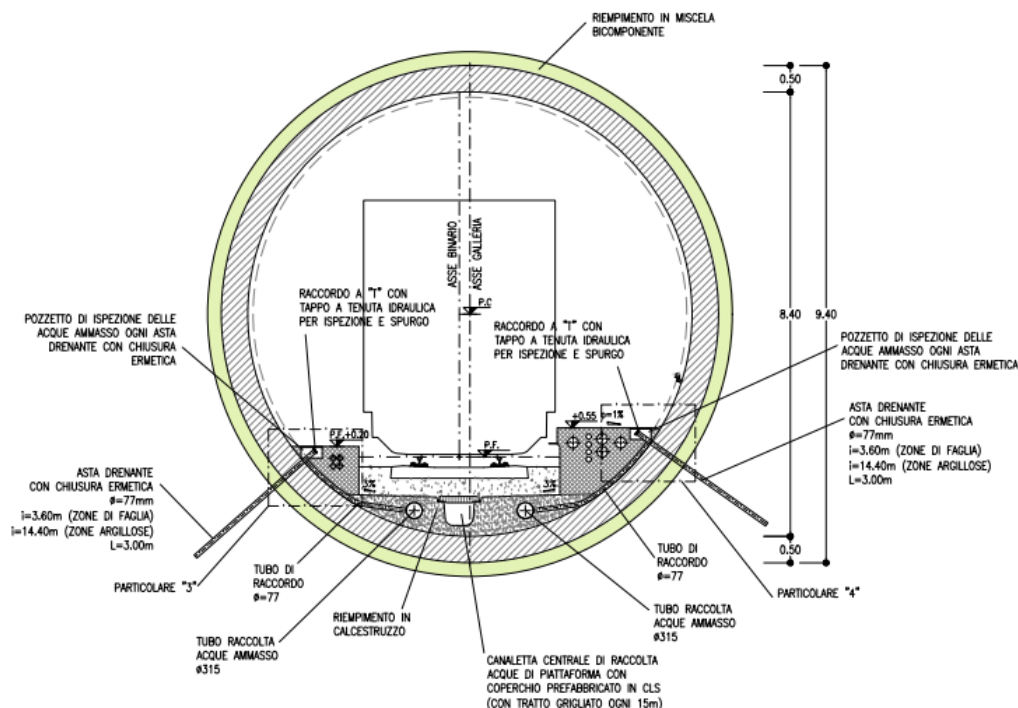


Figura 8.3. Sistema di drenaggio acque d'ammasso - DR2

Il progetto prevede per il controllo dei carichi residui sui rivestimenti, a seguito dell'azione di drenaggio, stazioni di monitoraggio prevedenti l'esecuzione di una perforazione del diametro minimo di 100-110 mm, per installare un tubo da 90 mm attrezzato con un manometro per la misura delle pressioni. La lunghezza del tubo, di minimo 80-90 cm, consente di attraversare il conico di rivestimento e l'eventuale miscela di riempimento a tergo, così da essere a contatto con l'ammasso. Qualora il riempimento fosse eseguito con pea-gravel non iniettato (soluzione di galleria drenante, con sezione DR1) la perforazione ed il tubo devono raggiungere lo strato di pea-gravel.

In funzione dei dati di monitoraggio piezometrico raccolti, sarà possibile riscontrare l'efficacia delle azioni di progetto, oppure la necessità di operare una eventuale intensificazione degli interventi di drenaggio da prevedere. Occorre infatti osservare come le analisi numeriche condotte sono affette da molteplici condizioni non facilmente modellabili (ad esempio la variabilità della permeabilità dell'ammasso, la presenza in sottterraneo di linee di flusso preferenziali, condizioni idrogeologiche locali, ...), così che possono fornire una previsione qualitativa, e solo in parte quantitativa, degli abbassamenti piezometrici attesi. Anche i carichi piezometrici, assunti come dati di input per le analisi condotte, possono presentare delle variabilità che si ritiene opportuno controllare durante ed a seguito della realizzazione delle opere.

È quindi importante una fase di osservazione diretta, secondo l'approccio del "metodo osservazionale", che consenta una taratura delle modellazioni e la possibilità di adottare azioni correttive al fine di raggiungere gli scopi prefissati. Questa osservazione risulta importante entro i primi mesi dall'installazione degli anelli di rivestimento, ma occorre venga protratta negli anni, durante il periodo di esercizio dell'opera, in quanto, in funzione delle caratteristiche di

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 46 di 55

permeabilità degli ammassi coinvolti, può essere necessario un periodo più lungo per il riequilibrio degli eventuali disturbi sull'assetto idrogeologico e piezometrico occorsi in fase di scavo.

Si prevede pertanto la seguente frequenza di lettura:

- N. 1 lettura alla settimana per i primi 90 giorni dall'installazione;
- N. 1 lettura al mese fino a stabilizzazione dei valori, e comunque con un minimo di 2 anni, così da poter valutare le possibili escursioni stagionali.

In funzione dei dati raccolti nel corso di questo periodo di osservazione, da condursi a seguito dei lavori, ulteriori letture saranno condotte per verificare l'escursione nel tempo delle pressioni idrostatiche a tergo dei conci, indicativamente con questa frequenza:

- N. 1 lettura ogni 3 mesi per ulteriori 2 anni;
- N. 1 lettura ogni 6-12 mesi, in funzione dei dati fino a questo punto raccolti (ovvero per un periodo di 4 anni dall'installazione).

Gli ulteriori 2 anni di monitoraggio consentiranno di verificare, a seguito del periodo di riequilibrio del livello piezometrico, l'eventuale influenza della stagionalità, considerando due ulteriori cicli stagionali. Successivamente il monitoraggio piezometrico svolgerà una funzione di controllo nel tempo dell'efficienza del sistema di drenaggio, verificando che non si assista a degli anomali innalzamenti dei valori di pressione.

Nel complesso, i dati raccolti dal sistema di controllo piezometrico dovranno essere valutati tenendo conto anche della ulteriore strumentazione ubicata in galleria, in particolare modo delle stazioni speciali che sono dedicate alla verifica dello stato tensionale dei rivestimenti in opera mediante barrette estensimetriche annegate all'interno dei conci prefabbricati e delle celle di carico posizionate in due giunti fra conci adiacenti dello stesso anello. Occorrerà infatti stabilire una possibile relazione tra pressioni idrostatiche riscontrate a tergo dei rivestimenti e sollecitazioni nei materiali. Questa correlazione consentirà anche di escludere eventuali valori anomali o richiedere la necessità di ulteriore strumentazione di controllo (ad esempio se a fronte di elevati livelli piezometrici si dovessero riscontrare valori tensionali nei conci ridotte o viceversa).

Le letture dovranno essere eseguite con sistema automatico e remotizzate insieme ai dati raccolti da altra strumentazione di monitoraggio, così da poterne disporre in modo agevole e automatico.

Con riferimento ai dati di monitoraggio piezometrico raccolti, si possono prevedere i seguenti scenari, che portano ad individuare azioni correttive alle scelte progettuali condotte:

- Si fissa un valore di "soglia di attenzione" delle pressioni idrostatiche nell'ordine del 70% dei valori di progetto, ovvero 7 bar (6.5 bar nel settore del Sidone); fino a tale valore si osserva una adeguata risposta all'azione di drenaggio condotta, così che nessuna azione correttiva deve essere adottata, se non procedere nel monitoraggio secondo le frequenze sopra indicate. Al superamento della soglia di attenzione si condurrà anche un esame visivo dei conci e si considereranno le misure piezometriche nel settore in esame. Verranno anche condotte alcune letture aggiuntive per il controllo del dato misurato.
- Si fissa un valore di "soglia di allarme" delle pressioni idrostatiche nell'ordine del 90% dei valori di progetto, ovvero 9 bar (8 bar nel settore del Sidone); all'approssimarsi di tale valore si ritiene necessario incrementare la frequenza di lettura, dimezzando le frequenze sopra richiamate. In particolare, nei primi due anni eseguire letture quindicinali e nei successivi due anni una lettura al mese. Questo nell'ottica di escludere anomalie di lettura e consentire di tracciare un modo più regolare la curva con l'andamento delle letture piezometriche nel tempo.
- Per valori di pressioni idrostatiche superiori ai limiti di progetto, occorre, a seguito di una valutazione complessiva dei dati (livelli piezometrici e stati tensionali), predisporre:
 - ✓ una integrazione del sistema di drenaggio se il superamento della soglia di allarme si attesta nei primi anni dalla messa in opera dei dreni,

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF20</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">47 di 55</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	47 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	47 di 55													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato																		

- ✓ oppure un'azione manutentiva di pulizia e spurgo dei dreni, nell'ipotesi che, a seguito di un primo periodo di livelli piezometrici costantemente al di sotto delle soglie, si assiste ad un progressivo innalzamento dei valori, ad indicare una perdita di efficienza del sistema di drenaggio previsto (ad esempio per otturazione dei dreni a causa di materiale fine trascinato).

Nella prima ipotesi, occorre prevedere principalmente l'integrazione delle aste drenanti, riducendone il passo; in funzione dei dati monitorati, l'integrazione dell'azione di drenaggio potrà essere condotta impiegando dreni di lunghezza di 6.0-9.0 ml, rispetto alla lunghezza attualmente prevista pari a 3.00 m. I dreni aggiunti dovranno essere collettati ad un tubo di raccolta acqua posizionato sul paramento, coperto da un cls magro di protezione, e collettato ad uno dei pozzetti già previsti nel settore oggetto di intervento. La tipologia di intervento verrà decisa a seguito di eventuali ulteriori analisi numeriche.

Qualora le letture piezometriche suggeriscano una perdita di efficienza dell'intervento di drenaggio, a seguito di un primo periodo dove le letture testimoniavano livelli piezometrici in linea con il progetto, occorrerà prevedere interventi di manutenzione dei dreni, operando il lavaggio a pressione da boccaforo, attraverso il pozzetto predisposto allo scopo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 49 di 55

	Webuild S.p.A. Via dei Missaglia, 97 20142 MILAN (ITALY) Tel. +39 02 444 22111			
Global Supply Chain - Plant & Equipment Underground & Tunnelling	DOCUMENT CODING 2021 – 0 – 001	REV. A	PAGE Pag. 2 a 8	

Per Continuous Mining (CM) si intende una modalità di funzionamento della TBM che prevede di avviare il montaggio dei conci in durante la corsa di avanzamento della macchina, contrariamente a quanto accade nelle macchine con ciclo tradizionale, in cui le fasi di scavo e di installazione conci avvengono in fasi successive.

Utilizzare tale tecnologia su una macchina di scavo consente in generale:

- 1) una diminuzione del tempo ciclo,
- 2) una conseguente maggiore produttività.
- 3) una riduzione dei fermi
- 4) un minore sensibilità della produttività al variare dell'geologia e della penetrazione

In una TBM dotata di sistema Continuous Mining la installazione dei segmenti comincia appena la TBM ha scavato circa la metà della corsa di scavo, quando si libera uno spazio nello scudo di coda sufficiente alla posa del primo concio del nuovo anello.

La scelta di iniziare la installazione dei segmenti solo una volta superata la metà della corsa di scavo deriva dalla necessità di non allungare la corsa dei cilindri di spinta, quindi la loro lunghezza e quella degli scudi.

Per posare il primo segmento i cilindri di spinta corrispondenti devono essere ritratti temporaneamente per consentire l'inserimento del concio e poi nuovamente estesi a pressare il concio appena montato.

Durante questo transitorio la spinta sui cilindri che rimangono in pressione sui restanti conci viene redistribuita in modo da mantenere inalterata la posizione del centro di spinta della TBM.

Questa operazione viene ripetuta per tutti i segmenti installati durante la seconda metà della corsa di scavo.

La redistribuzione delle pressioni sui cilindri per mantenere il centro di spinta in posizione costante durante l'avanzamento ed la contemporanea posa dei conci viene gestita in automatico dal software del PLC della macchina ed è facilitata da un circuito idraulico specifico capace di reagire con la necessaria rapidità nella redistribuzione delle pressioni.

Nelle moderne TBM, dotate di spinte elevatissime rispetto a quelle utilizzate in condizioni di funzionamento normale, le variazioni di spinta conseguenti l'attivazione del sistema di CM sono contenute e non creano condizioni di critiche sulle singole scarpe dei cilindri.

Come meglio chiarito nel seguito il numero di conci che possono essere montati durante la fase di scavo dipende da due fattori, la velocità di avanzamento della TBM ed il tempo di posa di ciascun concio.

Più la TBM avanza piano (o perché scava con elevata pressione al fronte ovvero in rocce molto dure) maggiore è il tempo richiesto per completare la seconda metà della corsa di scavo e quindi maggiore è il tempo a disposizione per il montaggio conci.

Più è rapido il montaggio conci e, a parità di tempo a disposizione, più conci possono essere montati mentre la TBM completa la seconda metà della corsa di scavo.

Di seguito si chiarisce meglio come interviene il PLC della TBM a redistribuire le pressioni con il sistema CM durante il montaggio dell'anello in fase di scavo.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato	COMMESSA IF20	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 003	REV. C	FOGLIO 53 di 55

	Webuild S.p.A. Via dei Missaglia, 97 20142 MILAN (ITALY) Tel. +39 02 444 22111			
Global Supply Chain - Plant & Equipment Underground & Tunnelling		DOCUMENT CODING 2021 – 0 – 001	REV. A	PAGE Pag. 6 a 8

Vantaggi Operativi

La tabella qui sotto riassume, al variare della velocità di avanzamento, le differenze di tempo di ciclo e produttività della TBM con e senza il sistema di CM attivato

TBM OPERATION			Standard Single Shield Cycle				Continuous Mining Cycle				Delta Advance Rate
OPERATION MODE	Advance Speed	Boring Stroke	Boring time	Lining erection time	Advance Cycle Time	Advance Rate Standard	Boring time	Lining Erection Critical path	Advance Cycle Time	Advance Rate Continuous Mining	
	mm/min	mm	min	min	min	m/h	min	min	min	m/h	%
	17	1800	106	35	141	0,77	106	0	106	1,02	25%
	20	1800	90	35	125	0,86	90	0	90	1,20	28%
	23	1800	78	35	113	0,95	78	0	78	1,38	31%
	27,5	1800	65	35	100	1,08	65	2	68	1,59	33%
	30	1800	60	35	95	1,14	60	5	65	1,66	32%
	32	1800	56	35	91	1,18	56	7	63	1,71	31%
	34	1800	53	35	88	1,23	53	9	61	1,76	30%
	37,5	1800	48	35	83	1,30	48	11	59	1,83	29%
	40	1800	45	35	80	1,35	45	13	58	1,88	28%
	42	1800	43	35	78	1,39	43	14	56	1,91	28%
	45	1800	40	35	75	1,44	40	15	55	1,96	27%
	48	1800	38	35	73	1,49	38	16	54	2,01	26%
	50	1800	36	35	71	1,52	36	17	53	2,04	25%
	52,5	1800	34	35	69	1,56	34	18	52	2,07	25%
	55	1800	33	35	68	1,59	33	19	51	2,10	24%
	58	1800	31	35	66	1,64	31	19	51	2,14	23%
	60	1800	30	35	65	1,66	30	20	50	2,16	23%

Queste differenze sono visualizzate nel grafico più sotto, che riporta, sempre al variare della velocità di avanzamento il tempo di ciclo, e quindi la produttività, con e senza il sistema di CM attivato.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF20</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">55 di 55</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	55 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF20	00	E ZZ RH	GN0100 003	C	55 di 55													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione scavo meccanizzato																		

10 ALLEGATO 2 – GESTIONE TBM E SOVRASCAVI IN GALLERIA



Webuild S.p.A.
Centro Direzionale Milanofiori
Strada 6 - Palazzo L
20089 Rozzano (MI)

Tel. +39 02 444 22 456
e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com
Tel. +39 02 444 22 234
e-mail: l.tafari@webuildgroup.com
Tel. +39 02 444 22 231
e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com

Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries

DOCUMENT CODING

TS | WB | TM | EN | 001

REV. PAGE


A 1 of 9

GALLERIA ORSARA

ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI

AZIONAMENTO SOVRASCAVO E CONTROLLO GUIDA

A	30-05-22	Issue	LT	LM	RG
REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAFTED	CHECKED	APPROVED

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com												
Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries		<table border="1"> <tr> <td colspan="4">DOCUMENT CODING</td> <td>REV.</td> <td>PAGE</td> </tr> <tr> <td>TS</td> <td>WB</td> <td>TM</td> <td>EN</td> <td>A</td> <td>2 of 9</td> </tr> </table>	DOCUMENT CODING				REV.	PAGE	TS	WB	TM	EN	A	2 of 9
DOCUMENT CODING				REV.	PAGE									
TS	WB	TM	EN	A	2 of 9									

1- INTRODUZIONE

Gli approfondimenti di indagine eseguiti in sede di PE e la loro interpretazione, ha confermato la presenza di una tratta della lunghezza di circa 730 m (da progressiva 33+520 circa a progressiva 34+250 circa), in cui la galleria attraversa la formazione del Monte Sidone con condizioni geo meccaniche particolarmente scadenti che, combinate con una copertura dell'ordine dei 190-200 m, genera un elevato rischio di "squeezing".

Lungo questa tratta si confermano quindi le previsioni di convergenze elevate e di pressioni del terreno sugli scudi anche particolarmente elevate.

Per fare fronte a questo comportamento del terreno le due TBM che scaveranno questa galleria sono state progettate con una capacità di spinta eccezionale, così come gli scudi della macchina sono stati dimensionati per resistere alle massime pressioni previste del terreno, fino a 10-15 bar.

Inoltre, allo scopo di mantenere spinte e pressioni entro i limiti massimi di dimensionamento, le stesse TBM hanno scudi con una conicità elevata ed una capacità di Overcutting variabile fino ad un limite massimo di 130 mm sul raggio.

Onde consentire in ogni situazione e nelle diverse configurazioni un accurato controllo delle guida ed il completo riempimento della camera di back-filling tra conchi e scavo, è stata prevista la possibilità di adattare il sovrascavo alla effettiva convergenza attraverso una serie di dispositivi e procedure specifiche.

Nel seguito di questa nota tecnica vengono descritte le configurazioni e le modalità operative previste nelle diverse tratte di questa galleria con particolare riguardo a sovrascavi, guida e iniezioni di riempimento. Obiettivo del documento è mostrare come la tecnologia della TBM consente di gestire, con estrema flessibilità, i sovrascavo, così da raccordarsi al reale comportamento del cavo in fase di avanzamento della TBM.

2- CONFIGURAZIONE STANDARD DELLA TBM, CONICITA' E SOVRASCAVI

Al di fuori della tratta di attraversamento della formazione del Monte Sidone, le altre formazioni interessate dal tracciato della galleria hanno caratteristiche variabili ma mai estreme e sono previste convergenze ridotte, gestibili con la conicità dello scudo e con l'impiego, localmente, di un sovrascavo di 60 mm sul raggio mediante azionamento dei copy-cutters idraulici.

Per lo scavo di queste tratte è stato conseguentemente previsto che la macchina avanzi nella configurazione standard (**Figura Allegato 1**).


In questa configurazione la testa della TBM ha un sovrascavo limitato a 20 mm sul raggio rispetto allo scudo anteriore, quello minimo sufficiente a compensare l'usura dei cutters periferici.

La conicità complessiva dello scudo di coda, rispetto allo scudo anteriore, è di 100 mm sul raggio, ottenuta mediante due "salti" di 50 mm, il primo tra scudo anteriore e scudo intermedio ed il secondo tra scudo intermedio e scudo di coda.

3- CONTROLLO GUIDA E INIEZIONI DI BACK-FILLIG IN CONFIGURAZIONE STANDARD

Il gioco tra scavo e scudo anteriore in questa configurazione standard è molto limitato e, anche in assenza di convergenza, la testa fresante sottoscava rispetto allo scudo di anteriore 20 mm, il minimo necessario per tenere conto dell'usura degli utensili.

Questo consente di guidare la macchina senza alcuna criticità come anche impedisce al grouting di back-filling di filtrare verso la testa.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING TS WB TM EN 001	REV. A	PAGE 3 of 9

Sempre per contenere le iniezioni di back-filling sono previsti, inoltre, due anelli di tenuta di guarnizioni multi-lamellari, uno disposto come di consueto all'estremità posteriore dello scudo di coda ed uno in corrispondenza al primo salto di diametro tra scudo anteriore e scudo intermedio. Questa soluzione è stata già applicata con successo in altri progetti, tra cui la Metro di Atene. Infine, sei stabilizzatori (**Figura Allegato 6**), di cui 4 "fin stabilizers", posizionati nella metà inferiore dello scudo, e 2 "round stabilizers", nella metà superiore dello scudo, impediscono il rollio degli scudi. La loro azione è tuttavia utile non tanto in questa configurazione, ma piuttosto nelle configurazioni con maggior overcutting e convergenza relativamente bassa, come descritto nel seguito.

4- EVENTUALE OVERCUTTING IN CONFIGURAZIONE STANDARD

Anche durante lo scavo delle formazioni per le quali non si prevedono convergenze importanti, sia il gap tra scudi e scavo, sia l'eventuale pressione del terreno sugli scudi saranno monitorati con continuità.

A questo scopo sono installati su ciascuno scudo (anteriore, intermedio e coda) tre sensori di pressione e altrettanti di convergenza (del tipo fontimetri).

Il segnale di questi sensori, opportunamente elaborato anche graficamente, sarà inviato in tempo reale al PLC della TBM che lo visualizzerà sullo schermo dell'operatore, segnalando condizioni di allerta ed allarme in modo che possano essere prese tempestivamente le misure di adattamento del diametro di scavo e spinta alla effettiva convergenza.

Nel caso si verifichi un'eccessiva convergenza del terreno rispetto allo scudo, con valori di trigger preventivamente posti a 2,5 cm di gap residuo sullo scudo intermedio e/o 2,5 cm sullo scudo di coda, sarà attivato l'overcutting in steps progressivi, in funzione dell'andamento delle convergenze.

I diversi gradi di overcutting si ottengono attraverso lo spessoramento dei supporti dei cutters periferici combinato con l'installazione di cutters addizionali e con l'utilizzo di cutters con tagliente di diametro maggiorato.

Ciascun step di overcutting è previsto di 20 mm fino ad un massimo di 60 mm, oltre ai 20 mm di sovrascavo nominale tra testa TBM e testa scudo.

Modulando l'overcutting progressivamente, si mitiga il rischio che ci si trovi con le condizioni di massimo overcutting e con convergenze pari a zero o di entità trascurabile, tali da generare problemi di guida o necessità di elevati riempimenti di back-filling a tergo dei conci.

Tuttavia, qualora, per qualsiasi motivo, si verificasse la combinazione di un elevato sovrascavo e di una convergenza ridotta, la guida verticale della TBM verrebbe garantita dall'azionamento dell'articolazione attiva (**Figure Allegati 2, 3 e 4**), che consente, modificando l'assetto verticale dello scudo anteriore, di mantenere inalterato il sottoscavo della testa rispetto agli scudi.

Gli anelli multi-lamellari di tenuta avranno inoltre dimensione sufficiente ad accomodare le possibili variazioni del gap anulare.


5- MODIFICA CONFIGURAZIONE PRIMA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA FORMAZIONE DEL MONTE SIDONE

Raggiunta circa la progressiva 33+480 circa, quindi una quarantina di metri prima dell'ingresso previsto nella formazione del Monte Sidone, si eseguiranno dei fori di prospezione sistematici in avanzamento e delle prove di "cross holes" utilizzando gli stessi fori di prospezione.

Questo per individuare con precisione il contatto tra le due formazioni e fermare l'avanzamento della TBM 15-20 metri prima dell'inizio del contatto.

In questa posizione la macchina verrà riconfigurata ed in particolare:

- Il main-drive verrà sollevato, rispetto allo scudo anteriore, di 130 mm.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING TS WB TM EN 001	REV. A	PAGE 4 of 9

Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries

- Il diametro di scavo della testa sarà aumentato di 130 cm sul raggio attraverso la installazione di utensili di taglio aggiuntivi e il prolungamento degli scrapers di carico.
- Si adotterà una configurazione degli utensili di taglio a prevalenza di rippers, utensili questi più adatti alle formazioni argillose.
- Si sostituiranno i lamierini di tenuta con dei multiplates
- Si verificherà il settaggio della pressione del circuito dei cilindri di spinta per garantire la spinta massima di dimensionamento.

Terminata questa riconfigurazione, la TBM sarà nelle condizioni rappresentate nella **Figura Allegato 5**.

6- AVANZAMENTO NELLA TRATTA DEL MONTE SIDONE

La TBM nella nuova configurazione avanzerà fino al contatto con la formazione Monte Sidone. In questi 15-20 metri la TBM verrà avanzata con attenzione, impiegando gli stabilizzatori previsti (si veda capitolo 11) per evitare fenomeni di rollio ed aumentando progressivamente il riempimento della camera e la pressione al fronte, con procedura analoga a quella utilizzata in avvio dello scavo, avendo cura di mantenere sempre piena la camera tra concii e scavo.

In questa tratta di avvicinamento si ridurrà il tempo di gel della miscela di back-filling (di veda capitolo 10) e si aumenterà anche progressivamente la pressione di iniezione per mantenerla sempre di poco superiore alla pressione in camera.

Inoltre, si avanzerà senza attivazione del continuous mining onde sfruttare lo stand by della TBM durante il montaggio anello per verifiche dei parametri di scavo, convergenza, guida e iniezione e per settare conseguentemente i parametri operativi della TBM per la corsa successiva.


Una volta che la macchina entrerà nella formazione del Monte Sidone si prevede che la convergenza raggiunga da subito i massimi valori previsti, considerato che il modello geologico di previsione indica un passaggio formazionale per contatto tettonico, che contrappone ammassi a caratteristiche diverse.

Inoltre, i sondaggi aggiuntivi eseguiti in questa tratta e la loro interpretazione mostrano come questa formazione sia caratterizzata da parametri sostanzialmente omogenei lungo l'attraversamento; anche i ricoprimenti risultano sostanzialmente uniformi, questo porta ad escludere che si verifichino grosse variazioni della convergenza, che si prevede quindi possa rimanere pressoché costante.

Comunque, come analisi di sensitività, anche ipotizzando localmente la presenza di parametri migliori per questa formazione, la convergenza non potrà scendere sotto un valore minimo di circa 15-20 cm. Lungo questa tratta quindi:

- La guida verticale non verrà influenzata in quanto il sottoscavo della testa rispetto allo scudo anteriore sarà quello minimo standard di 20 mm, mentre la guida e stabilità orizzontale, come anche l'antirollio sarà garantita dagli stabilizzatori.
- Le dimensioni radiali della camera di iniezione rimarranno ridotte, stante la convergenza attesa, e non si verificherà il rischio che la miscela di iniezione rifluisca verso la testa.
- Questo anche in quanto la TBM opererà sempre in modalità EPB in pressione e la iniezione della miscela bicomponente sarà mantenuta leggermente superiore alla pressione al fronte (meno di mezzo bar), in modo da assicurare il completo riempimento della camera evitando allo stesso tempo il rifluire della miscela sulla testa, come avviene normalmente nei funzionamenti mediante TBM del tipo EPB con camere di scavo in pressione.

Inoltre, come ulteriore misura di regolazione e controllo delle convergenze, riducendo o aumentando la pressione di confinamento al fronte e lungo lo scudo (in quest'ultimo caso mediante gli iniettori di

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING	REV.	PAGE
Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries		TS WB TM EN 001	A	5 of 9

fluidi bentonitici) sarà possibile modificare l'entità della convergenza e di conseguenza il gap della camera di iniezione di back-filling.

7- UTILIZZO DEL SISTEMA DI COPY CUTTER

Il copycutter verrà azionato solo localmente per fare fronte alle tratte con maggiore convergenza, previste in entrata ed in uscita dalla formazione del Monte Sidone, ove sono previsti i contatti tettonici tra formazioni, oppure localmente, qualora si riscontrassero condizioni locali ancora più scadenti. Il copycutter, essendo ad azionamento idraulico progressivo, non crea sottoscavo. Inoltre, essendo azionato proprio e solo per contrastare le maggiori convergenze, non può essere ipotizzato il suo utilizzo in tratte che non convergono. La sua influenza sulla guida della TBM e sulle iniezioni a tergo dello scudo è conseguentemente nulla.

8- DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI INIEZIONE

Attraverso la gestione progressiva del sovrascavo in funzione della effettiva convergenza del terreno è impossibile che si verifichi la combinazione di massimo overcutting e convergenza zero come anche non è prevedibile che, nelle tratte più critiche dove si prevede l'impiego dei massimi sovrascavi, le convergenze siano nulle. In ogni caso l'impianto di iniezione è stato dimensionato con una capacità sufficiente ad assicurare il riempimento della camera anche nel caso che, per qualsiasi motivo, oggi non prevedibile o anche ipotizzabile, l'intero gap teorico massimo (quindi con i 130 mm di overcutting) fosse attivo in una tratta a convergenza zero. In particolare:


- | | |
|--|---------------------------|
| - Diametro di scavo con massimo overcutting; | 10.180 mm |
| - Diametro di estradosso rivestimento: | 9.400 mm |
| - Volume da riempire con avanzamento di 60 mm/min: | 43,16 m ³ /ora |
| - Capacità impianto di iniezione: | 56 m ³ /ora |

9- SENSORI DI CONVERGENZA E DI PRESSIONE

Nella gestione progressiva dell'overcutting, della spinta e della pressione al fronte giocano un ruolo importante i misuratori di pressione e convergenza installati sugli scudi. Per questo motivo abbiamo previsto tre sensori di pressione, e altrettanti di convergenza, per ciascuno scudo, anteriore, intermedio e coda. Il segnale di questi sensori, opportunamente elaborato anche graficamente, sarà inviato in tempo reale al PLC della TBM che lo visualizzerà sullo schermo dell'operatore, segnalando condizioni di allerta ed allarme in modo che possano essere prese tempestivamente le misure di adattamento del diametro di scavo alla effettiva convergenza. Nel tratto del Monte Sidone consentirà di attivare o meno l'ulteriore sovrascavo mediante copycutters.

10- ADEGUAMENTO MISCELA DI INIEZIONE

Per quanto sopra descritto, sia nella configurazione standard che in quella a diametro di scavo maggiorato per l'attraversamento del Monte Sidone, non si verificheranno mai le condizioni di massimo sovrascavo e zero convergenza.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING TS WB TM EN 001	REV. A	PAGE 6 of 9

Tuttavia, le dimensioni della camera di iniezione tra conci e scavo varieranno lungo il tracciato come anche la presenza o meno di acqua.

In questo contesto la miscela di iniezione sarà adeguata lungo la galleria sia all'effettivo gap anulare della camera di iniezione che della presenza o meno di acqua.

L'adeguamento delle miscele avverrà i seguenti interventi:

- Variando i tempi di gel tra 6 e 12 secondi in funzione dello spessore della camera.
- Variando la viscosità Marsh della miscela

In generale infatti:

- Variando la percentuale di silicato e la tipologia si possono regolare i tempi di gel tra 6 e 12 secondi.
- La viscosità Mash della miscela si può variare tra 33-36 secondi a 40-42 secondi, aumentando il dosaggio di cemento e/o bentonite o inserendo un additivo antidilavante nella miscela.

Onde stabilire preventivamente le miscele più adatte alle diverse situazioni, verrà eseguita una campagna di prove di laboratorio per mettere a punto le diverse miscele.

La campagna di prove prevedrà anche di utilizzare gli stessi iniettori dello scudo della TBM per replicare le condizioni reali di lavoro.

11- GUIDA DELLA TBM

In ogni configurazione di sovrascavo la testa della TBM non sotto-scaverà rispetto allo scudo oltre al minimo necessario (20 mm) per compensare il consumo dei taglienti periferici.

Questo grazie a due dispositivi utilizzati in alternativa o in combinazione:

- L'articolazione attiva, che consente allo scudo anteriore di formare un angolo rispetto allo scudo intermedio e di coda.
- La possibilità di sollevare il main drive, disassando così la testa dallo scudo anteriore per una misura massima di 130 mm (è possibile anche disassare la testa per misure intermedie ma nella galleria di Orsara non è prevista la necessità di queste configurazioni intermedie, essendo il comportamento dell'ammasso sostanzialmente uniforme lungo la tratta in questione).


Il rollio e la rotazione degli scudi sono invece contrastati dagli stabilizzatori, che avranno una corsa eccedente il massimo sovrascavo anche in assenza di convergenze (**Figura Allegato 6**).

Essendo la TBM operata in pressione lungo tutte le tratte critiche, la stessa pressione fornirà un sostegno anteriore alla TBM, che aiuterà a stabilizzare la macchina facilitandone la guida.

Questo comportamento è stato verificato in diversi progetti ed anche recentemente nelle gallerie del progetto COCIV dove l'assenza di articolazione attiva nelle macchine ha reso particolarmente delicata la loro guida in situazioni di overcutting elevato.

12- CONTINUOUS MINING

Il sistema di continuous mining non è influenzato dall'entità del sovrascavo ma solo dalle pressioni nei diversi cilindri si spinta principale.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING TS WB TM EN 001	REV. A	PAGE 7 of 9

Il sistema prevede che, quando viene installato un determinato segmento (ed i corrispondenti cilindri di spinta sono quindi retratti) il PLC della TBM ridistribuisca la pressione sui restanti cilindri, aumentandola in alcuni e diminuendola in altri, onde mantenere invariata la posizione del centro di spinta.

Lo stesso PLC verifica che queste variazioni non comportino pressioni nei cilindri di spinta che generino spinte sulle scarpe di appoggio superiori a quelle per cui sono dimensionati i conci del rivestimento prefabbricato.

In quelle locali tratte ove fosse richiesta la massima spinta su tutti i cilindri il sistema di continuous mining non sarà attivato e la macchina avanzerà in modalità normale.

13- LUBRIFICAZIONE SCUDI CON BENTONITE

Ciascuno scudo (anteriore, intermedio e coda) è dotato di 16 ugelli per la iniezione di bentonite disposti ad anello lungo una circonferenza dello scudo.

Questi ugelli, nelle tratte a forte convergenza, spruzzano un film di bentonite sul mantello dello scudo per pochi secondi ogni 15 mm di corsa (o come diversamente settato) con un dosaggio volumetrico controllato e limitato per non interessare la iniezione di back-fill.

Il film di bentonite mantiene lubrificati gli scudi e riduce l'attrito con il terreno spingente.

Il circuito del sistema di iniezione ha una capacità superiore ai 5 bar massimi di lavoro della TBM in modalità EPB.

14- INTERVENTI DI MODIFICA OVERCUTTING

Le piccole modifiche all'overcutting della TBM che si rendessero necessarie lungo le tratte scavate dalla TBM in configurazione standard saranno eseguite preventivamente al verificarsi di condizioni critiche grazie alle misurazioni in tempo reale di convergenza e pressione del terreno sugli scudi fornite dai sensori installati sui tre scudi.

Tali interventi, che avvengono attraverso lo spessoramento di alcuni taglienti periferici e l'eventuale installazione di taglienti aggiuntivi, richiedono un tempo di fermo limitato, variabile tra le 2 e le 4 ore e quindi eseguiti in ombra alla manutenzione giornaliera.


L'intervento di cambio configurazione per portare l'overcutting al massimo valore previsto di 130 mm sarà invece eseguito, insieme alle altre riconfigurazioni previste, prima che la TBM raggiunga il contatto con la formazione del Monte Sidone e il tempo di stand-by per questa sola operazione è stimato in 48-72 ore circa.

Pur eseguendo questo intervento in una situazione geologica favorevole, durante l'intervento si terrà monitorato il comportamento del terreno e, grazie al sistema di articolazione attiva, gli scudi intermedio e di coda saranno mossi di qualche cm ad intervalli di tempo stabiliti.

Lungo l'attraversamento della tratta del Monte Sidone non sono previsti fermi per modifica dell'overcutting, essendo previsto il ritorno alla configurazione standard solamente una volta che la TBM avrà superato questa tratta entrando nella successiva formazione del Monte Faeto di migliori caratteristiche geologiche.

15- CONCLUSIONI

Per la gran parte del tracciato della Galleria Orsara non sono previste convergenze particolari del terreno e la TBM potrà avanzare attivando l'overcutting in misura modesta, solo localmente, e mantenendo in assetto la macchina grazie alla articolazione attiva.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com		
		DOCUMENT CODING TS WB TM EN 001	REV. A	PAGE 8 of 9

Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries

Lungo l'attraversamento della tratta del Monte Sidone le caratteristiche della formazioni sono previste omogenee, con convergenze sostanzialmente costanti e pari alle massime previste in Progetto Esecutivo.


Anche ipotizzando che localmente le caratteristiche della formazione del Monte Sidone siano (ragionevolmente) migliori, le convergenze del terreno saranno comunque non inferiori a 15-20 cm e quindi non determineranno condizioni critiche per il riempimento della camera di iniezione ovvero il rollio degli scudi.

Le caratteristiche della miscela di iniezione saranno comunque adattate lungo il tracciato alle dimensioni della camera ed alla presenza di acqua. Questo sulla base di una campagna di prove di laboratorio eseguite preventivamente all'inizio scavo. Inoltre il sistema di iniezione, portata e pressioni, è stato dimensionato per consentire, nel tempo di avanzamento della TBM, il riempimento del gap a tergo dei conci anche in presenza dei massimi volumi (ovvero con massimo sovrascavo ed assenza di convergenza).

La TBM è stata progettata per poter essere guidata in ogni combinazione di overcutting e convergenza grazie:

- alla presenza di un'articolazione attiva
- alla possibilità di sollevare il main drive disassando la testa dallo scudo
- ai 6 stabilizzatori che impediscono il rollio dello scudo e la sua rotazione

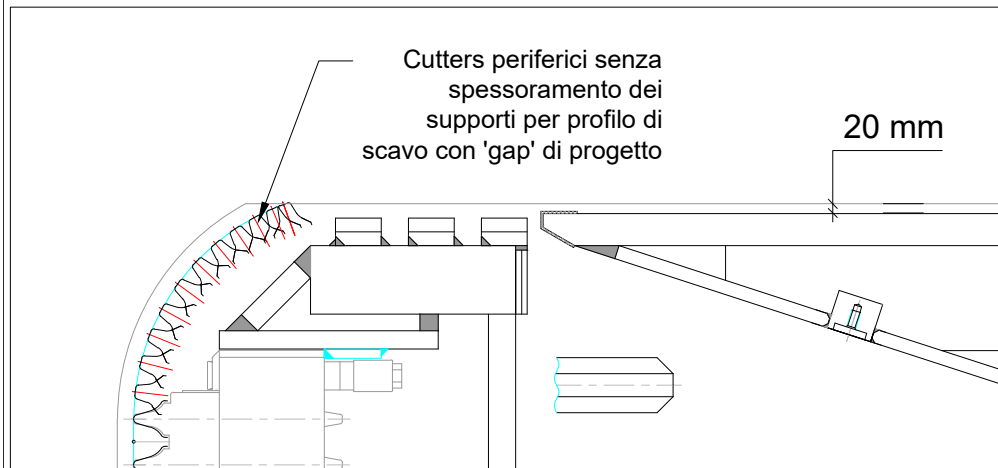
Il sistema di continuous mining non è influenzato dall'entità dell'overcutting e della convergenza e non modifica le geometrie relative tra conci e scarpe di spinta. Il PLC della TBM manterrà automaticamente le pressioni in ogni cilindro di spinta inferiori a quelle massime che determinano le spinte ammissibili sui conci.

	Webuild S.p.A. Centro Direzionale Milanofiori Strada 6 - Palazzo L 20089 Rozzano (MI)	Tel. +39 02 444 22 456 e-mail: m.lazzarino@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 234 e-mail: l.tafari@webuildgroup.com Tel. +39 02 444 22 231 e-mail: o.bonfanti@webuildgroup.com												
Plant & Equipment – TBM & Auxiliaries		<table border="1"> <tr> <td colspan="4">DOCUMENT CODING</td> <td>REV.</td> <td>PAGE</td> </tr> <tr> <td>TS</td> <td>WB</td> <td>TM</td> <td>EN</td> <td>A</td> <td>9 of 9</td> </tr> </table>	DOCUMENT CODING				REV.	PAGE	TS	WB	TM	EN	A	9 of 9
DOCUMENT CODING				REV.	PAGE									
TS	WB	TM	EN	A	9 of 9									

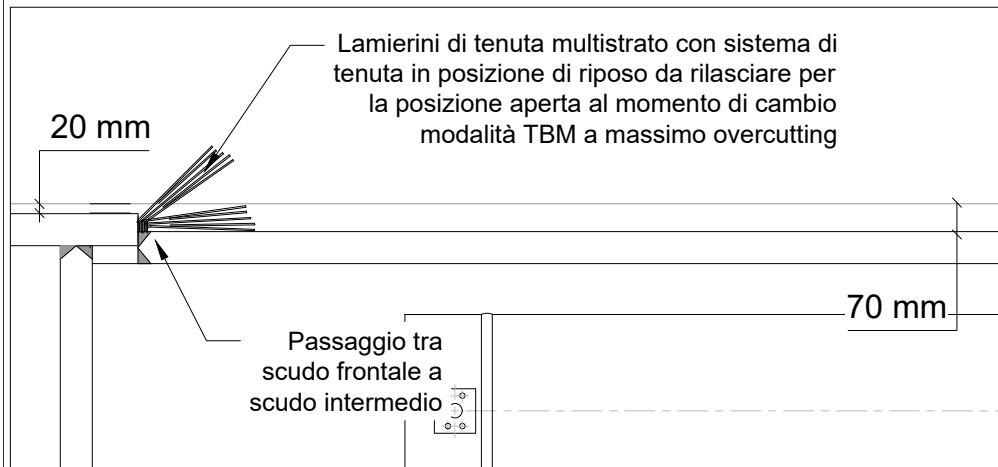
1- ALLEGATI

- 1- Allegato 1 – Configurazione TBM standard, diametro di scavo 9920 mm
- 2- Allegato 2 – Configurazione TBM con articolazione attiva
- 3- Allegato 3 – Configurazione TBM con articolazione attiva
- 4- Allegato 4 – Configurazione TBM con articolazione attiva
- 5- Allegato 5 – Configurazione TBM per attraversamento Sidone (+130 mm radiali)
- 6- Allegato 6 – Posizione stabilizzatori

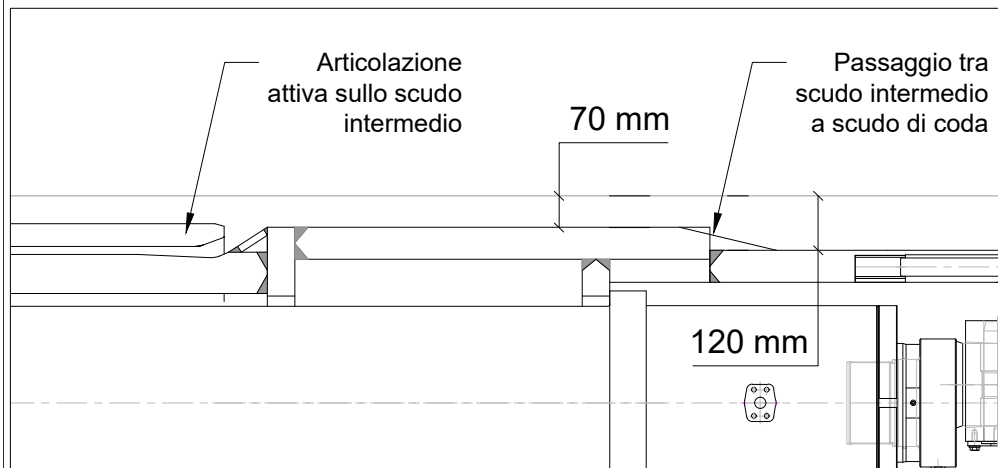
DETTAGLIO A



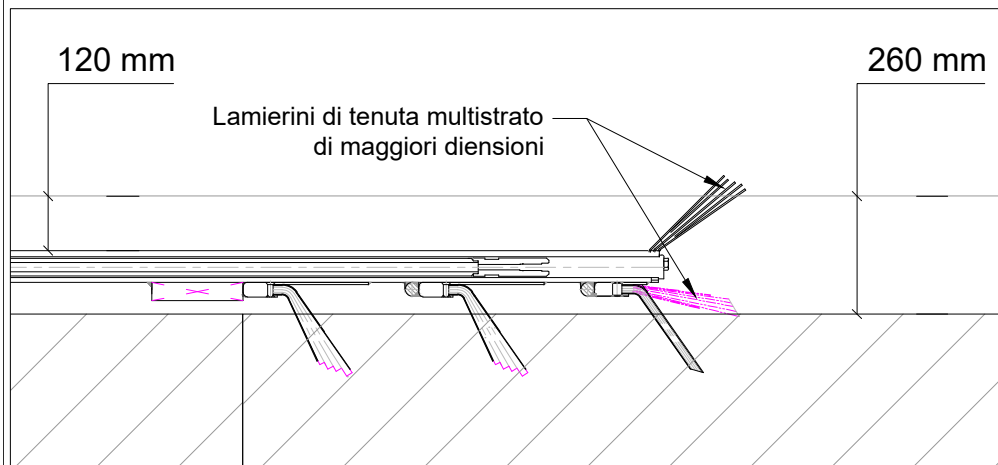
DETTAGLIO B



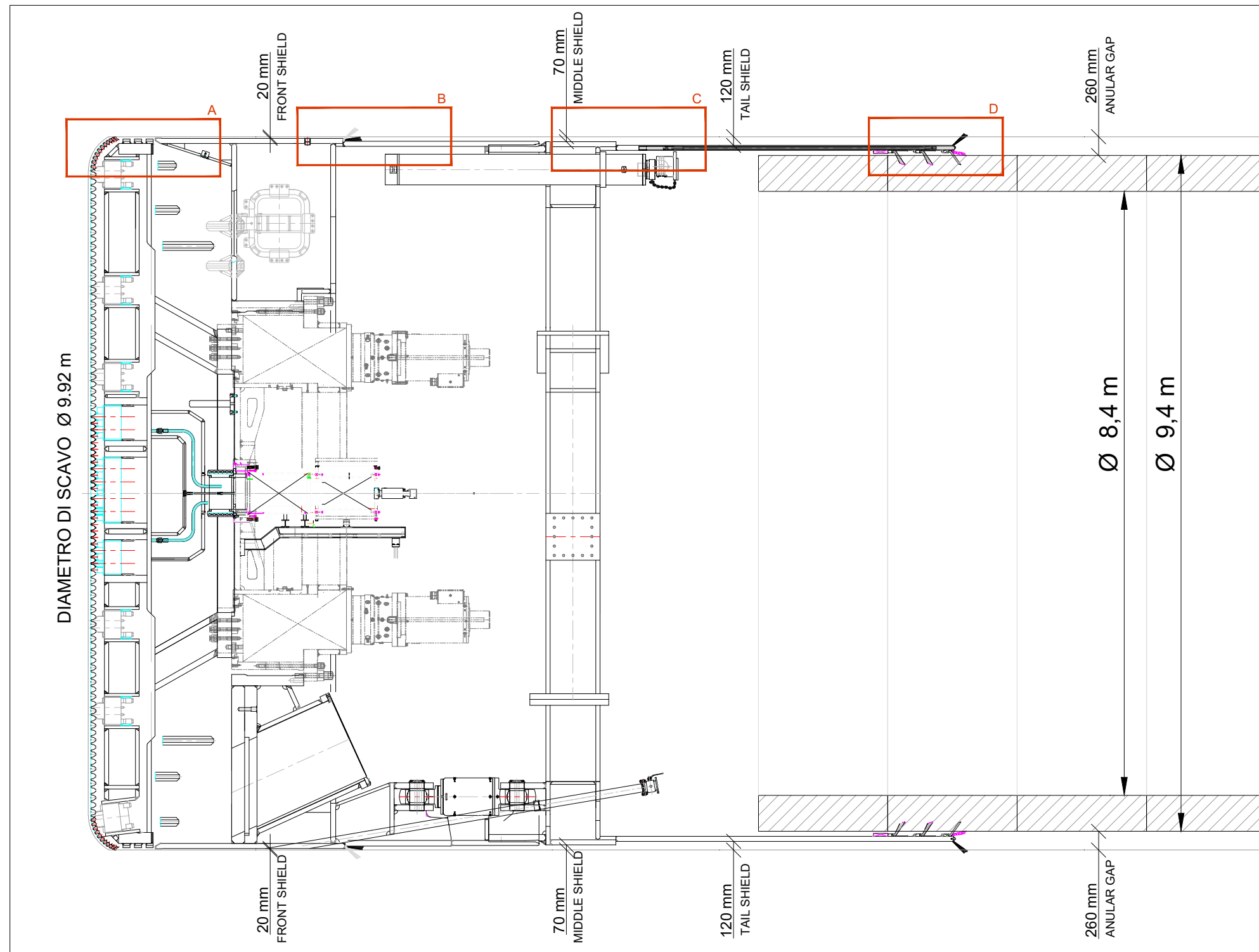
DETTAGLIO C



DETTAGLIO D



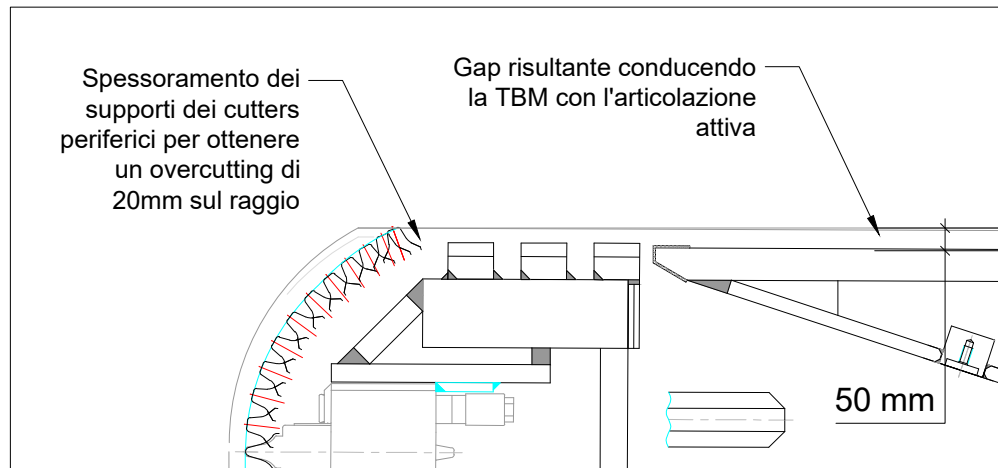
CONFIGURAZIONE BASE DELLA TBM SENZA SOVRASCAVO, CON FORTE CONICITA' DEGLI SCUDI ED EQUIPAGGIATA PER AFFRONTARE TERRENI FORTEMENTE STRINGENTI



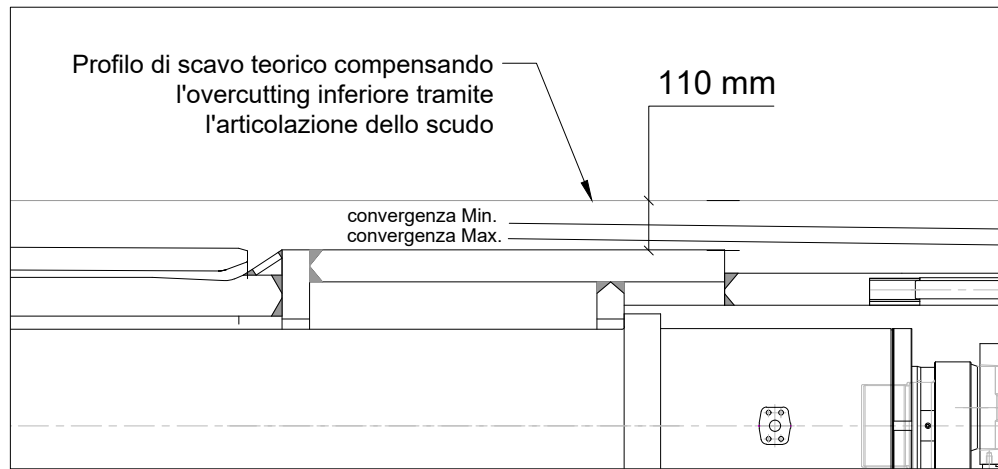
SOSTITUISCE / REPLACES		ST-DIT		DATA / DATE	SOSTITUITO DA / REPLACED BY		ST-DIT		DATA / DATE
DISEGNATO / DRAWN		CONTROLLATO / CHECKED		APPROVATO / APPROVED		SCALA / SCALE		FOGLIO / SHEET	
17/06/2022		17/06/2022				no scale		1 di / of 1	
D. G.		R. G.							
		GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 1 - configurazione scavo senza overcutting							
		SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg							
N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIRITTO DI RIPRODURLO O DI RENDERLO COMUNIQUE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE. N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS									

DRAFT

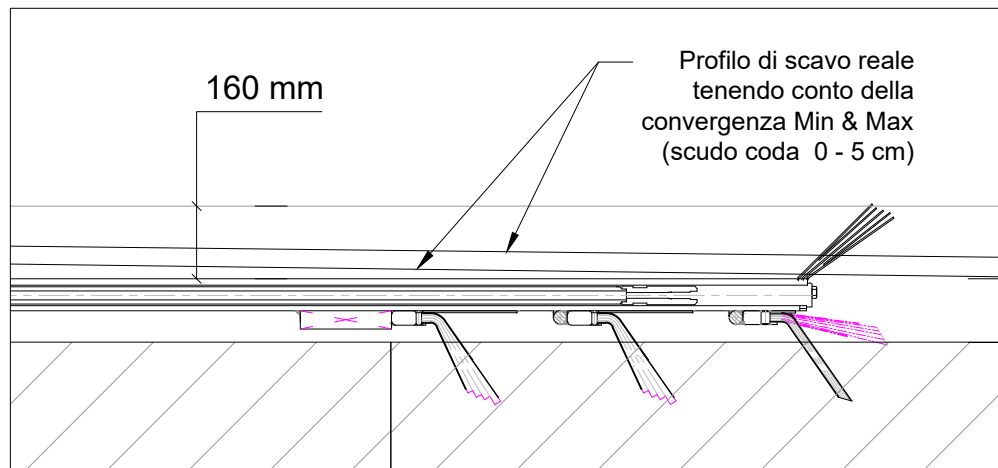
DETTAGLIO A



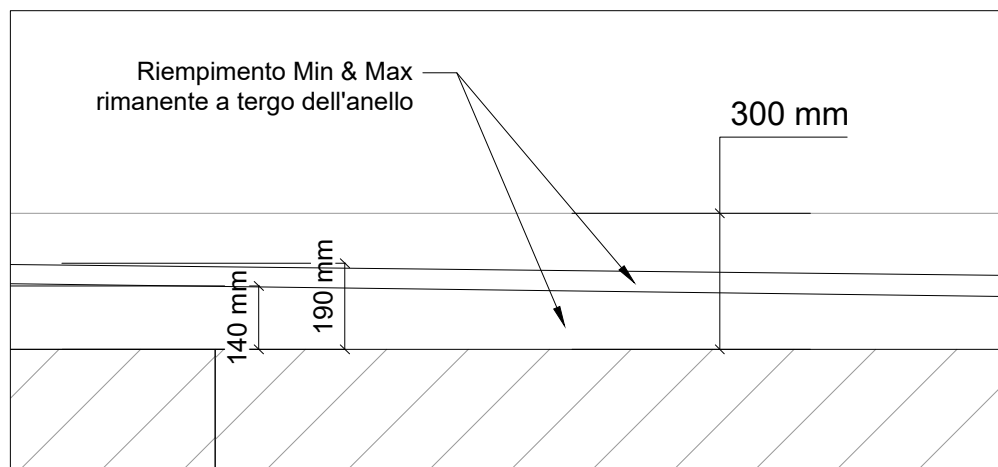
DETTAGLIO B



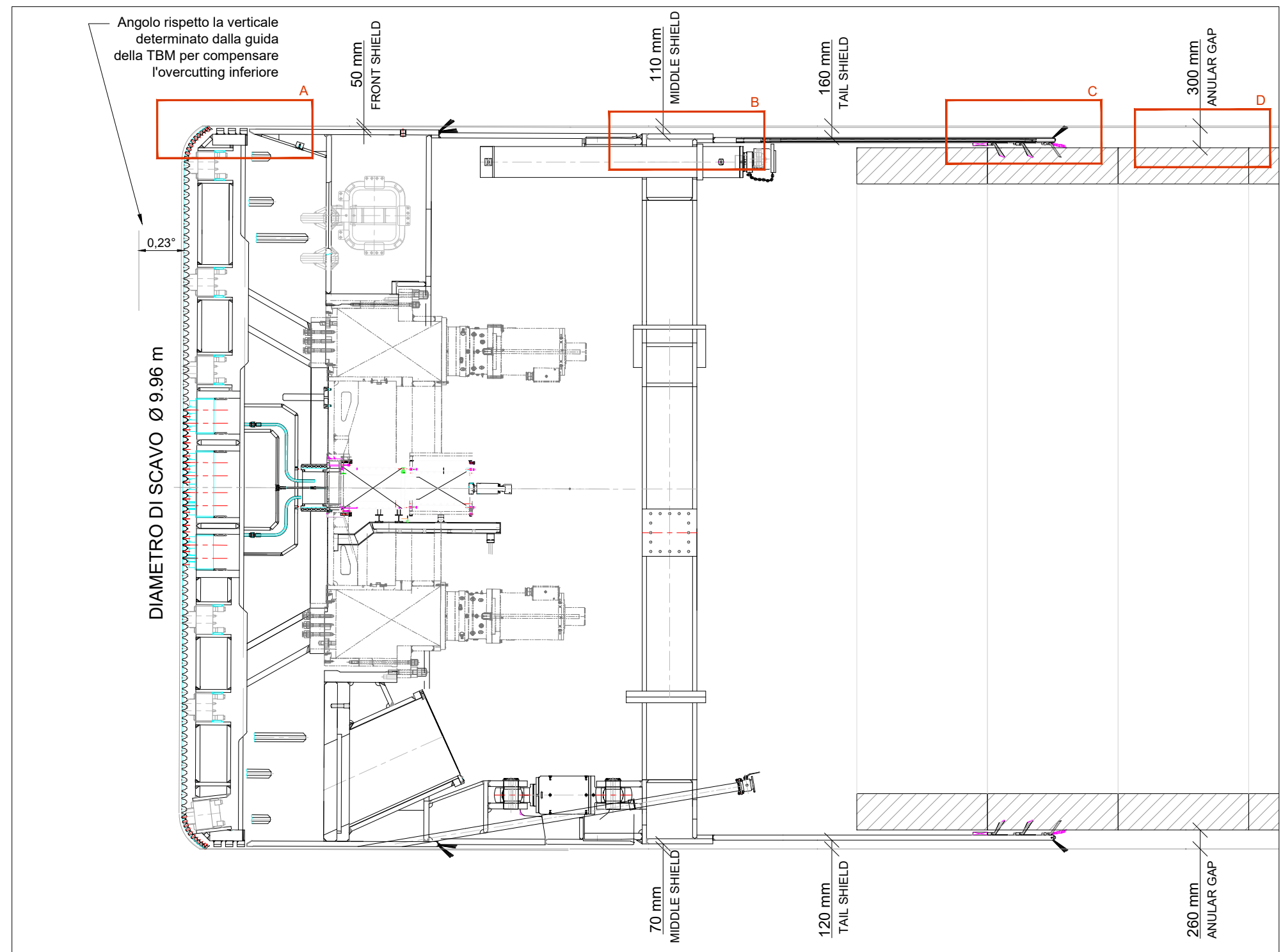
DETTAGLIO C



DETTAGLIO D



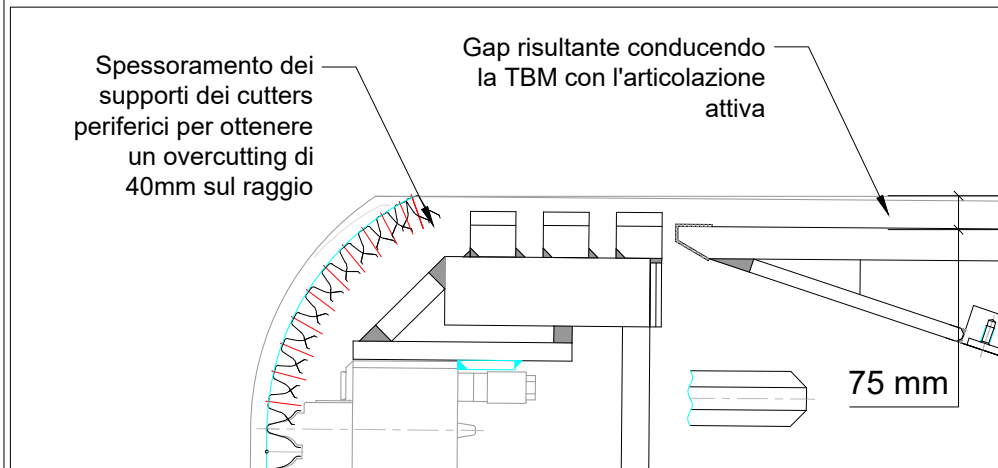
CONFIGURAZIONE DELLA TBM CON SOVRASCAVO DI 20mm SUL RAGGIO E COMPENSAZIONE VERSO L'ALTO TRAMITE ARTICOLAZIONE ATTIVA DELLO SCUDO INTERMEDIO



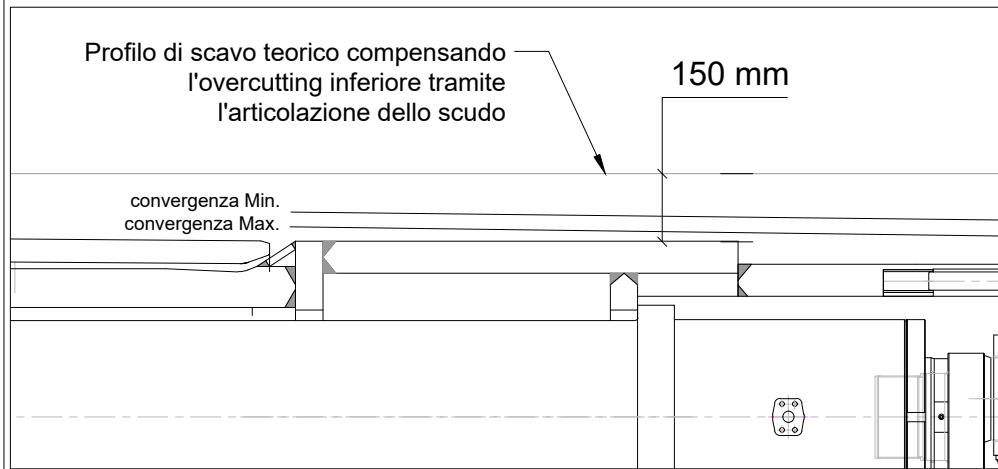
SOSTITUISCE REPLACES	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN	SOSTITUITO DA REPLACED BY	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN
DISEGNATO / DRAWN	17/06/2022	CONTROLLATO / CHECKED	17/06/2022	APPROVATO / APPROVED	SCALA / SCALE
FIRMA / SIGN	D. G.	FIRMA / SIGN	R. G.	FIRMA / SIGN	no scale
		<p>GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 2 - sovrascavo 20mm sul raggio</p>			FOGLIO / SHEET 1 di/ of 1
SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg					
N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDERLO COMUNIQUE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE. N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS					

DRAFT

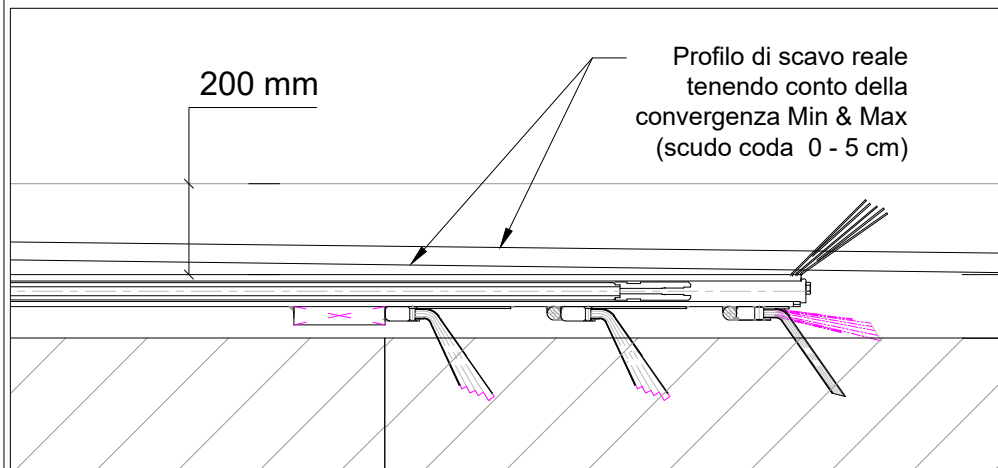
DETTAGLIO A



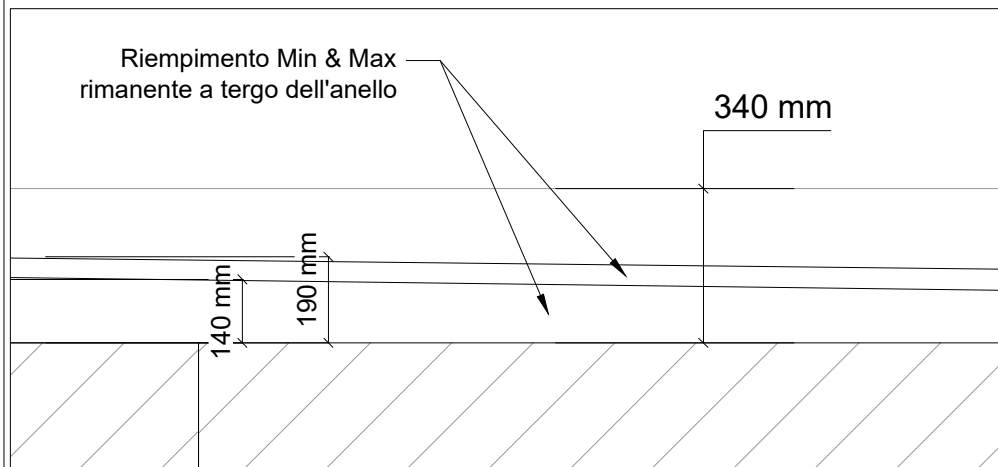
DETTAGLIO B



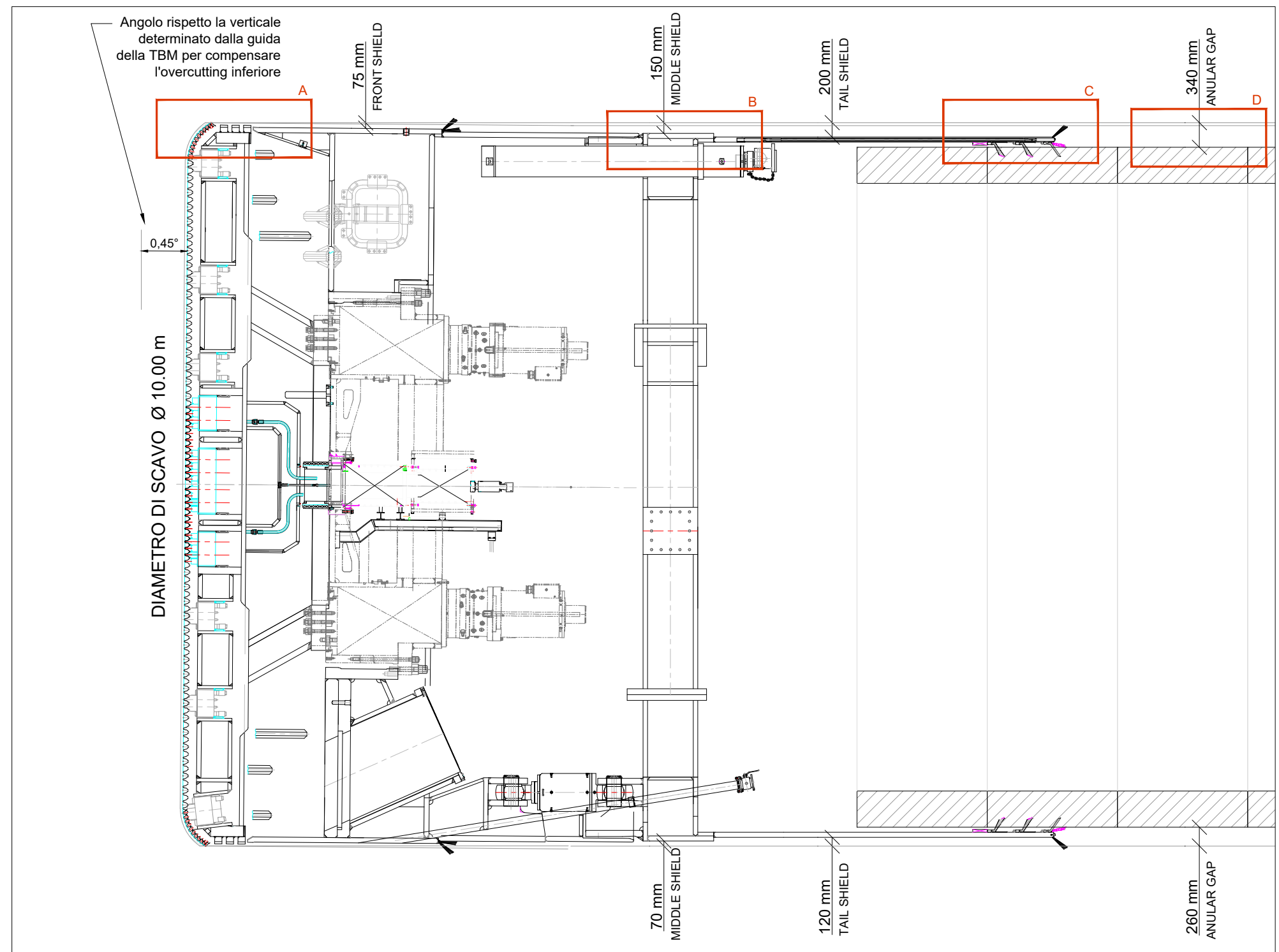
DETTAGLIO C



DETTAGLIO D



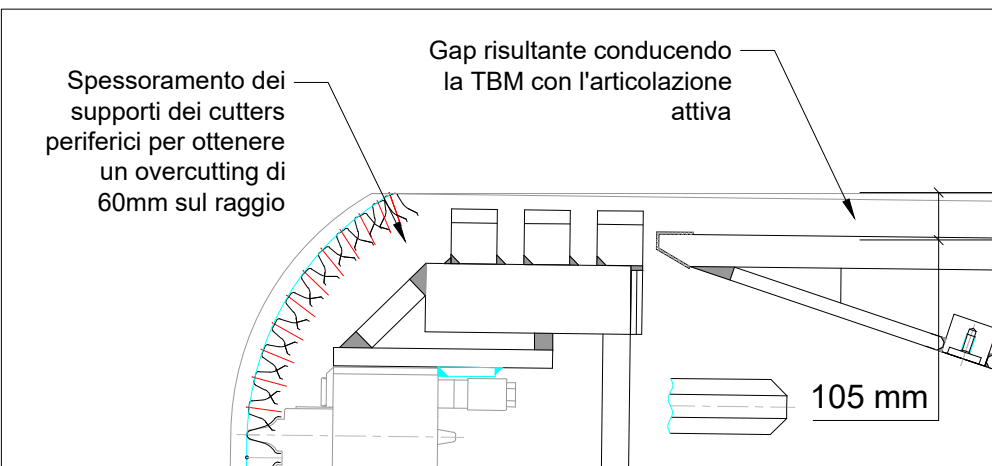
CONFIGURAZIONE DELLA TBM CON SOVRASCAVO DI 40mm SUL RAGGIO E COMPENSAZIONE VERSO L'ALTO TRAMITE ARTICOLAZIONE ATTIVA DELLO SCUDO INTERMEDIO



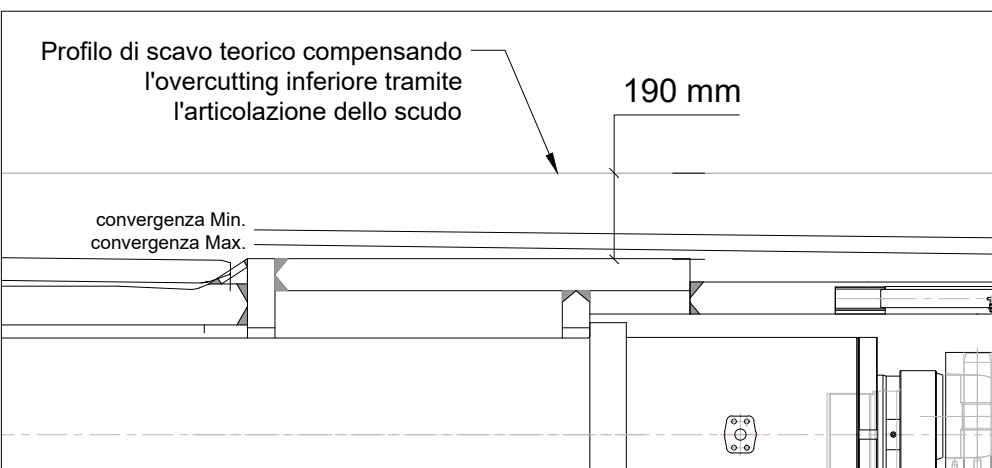
SOSTITUISCE REPLACES		ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN	SOSTITUITO DA REPLACED BY	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN
DISEGNATO / DRAWN	CONTROLLATO / CHECKED	APPROVATO / APPROVED	SCALA / SCALE	FOGLIO / SHEET		
17/06/2022	17/06/2022		no scale	1 di/ of 1		
D. G.			R. G.			
				GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 3 - sovrascavo 40mm sul raggio		
				SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg		
N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDEROLO COMUNQUE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS						

DRAFT

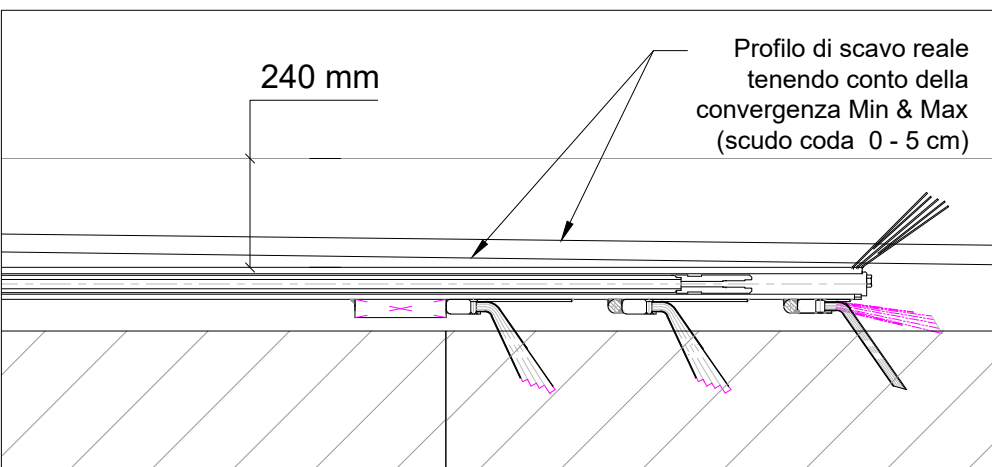
DETTAGLIO A



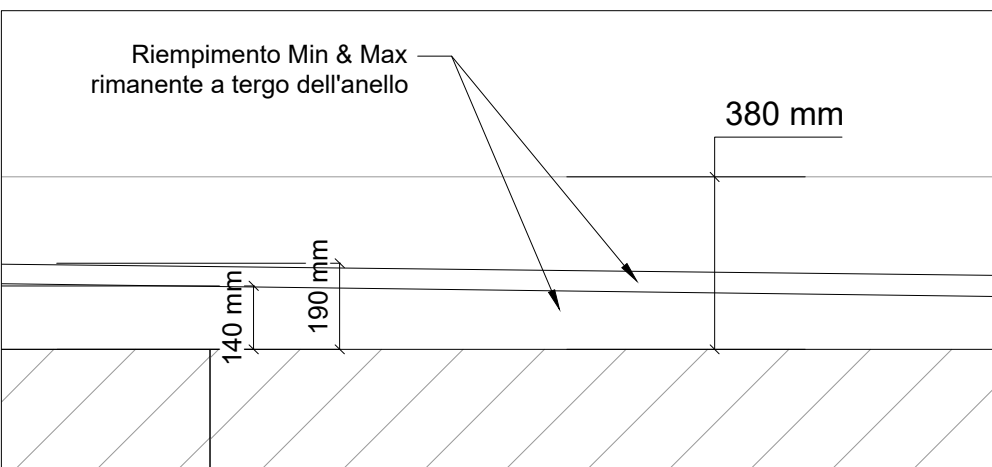
DETTAGLIO B



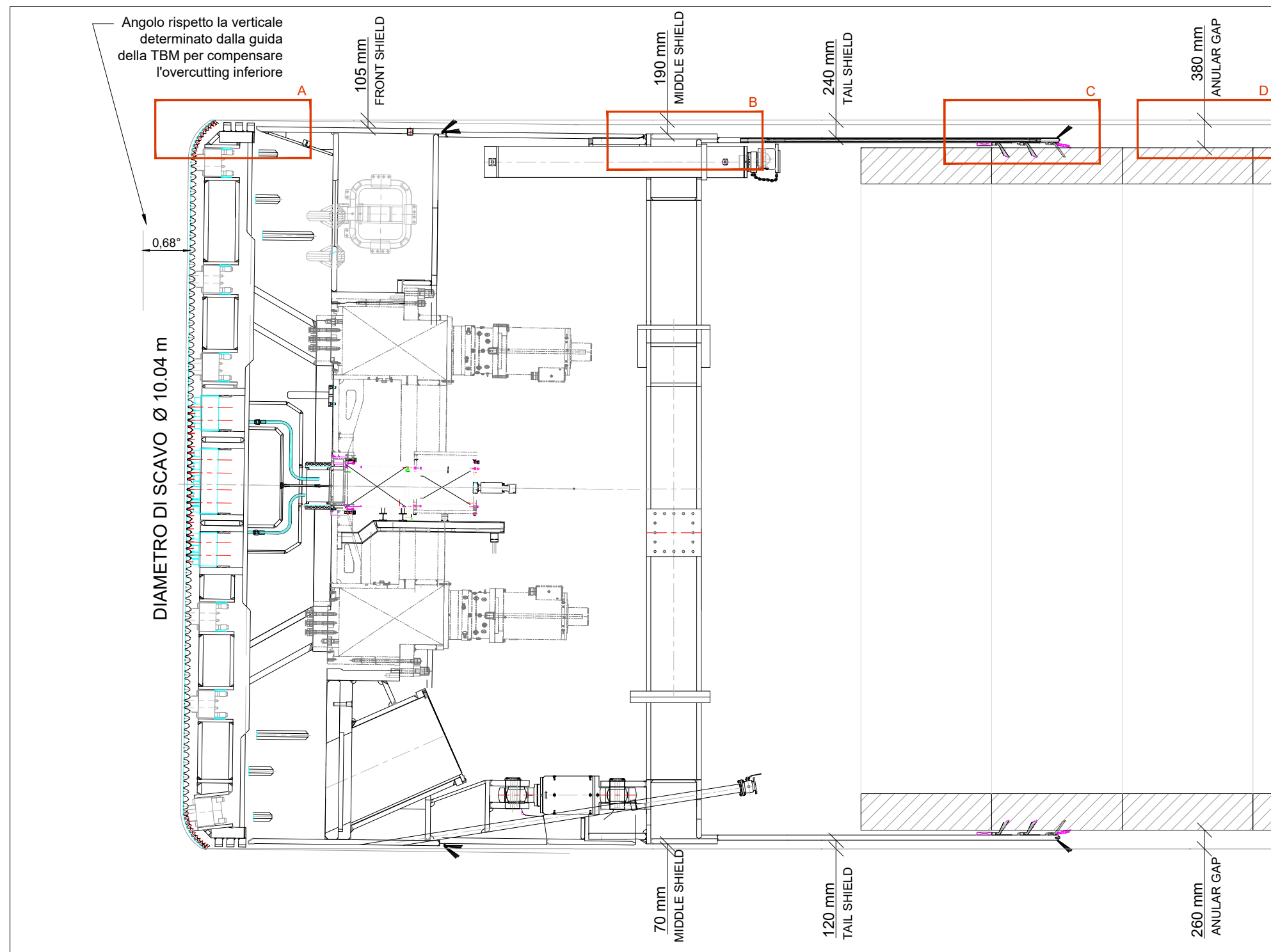
DETTAGLIO C



DETTAGLIO D



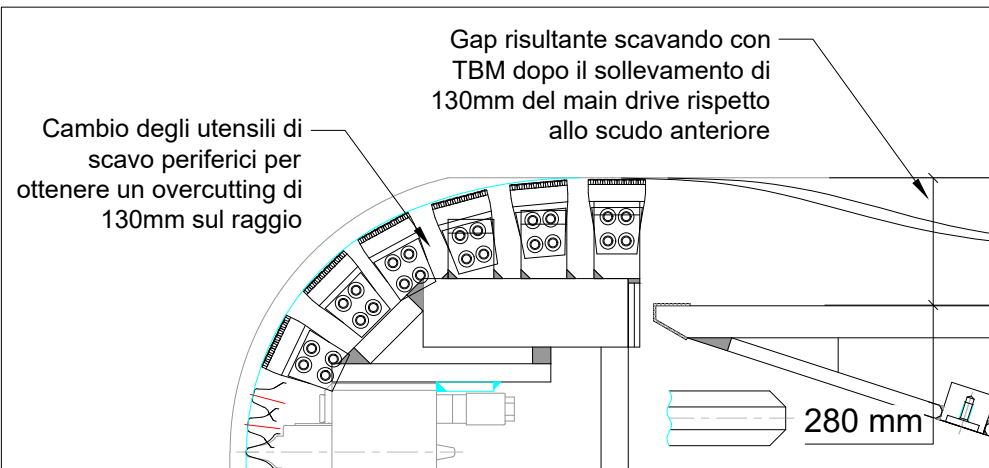
CONFIGURAZIONE DELLA TBM CON SOVRASCAVO DI 60mm SUL RAGGIO E COMPENSAZIONE VERSO L'ALTO TRAMITE ARTICOLAZIONE ATTIVA DELLO SCUDO INTERMEDIO



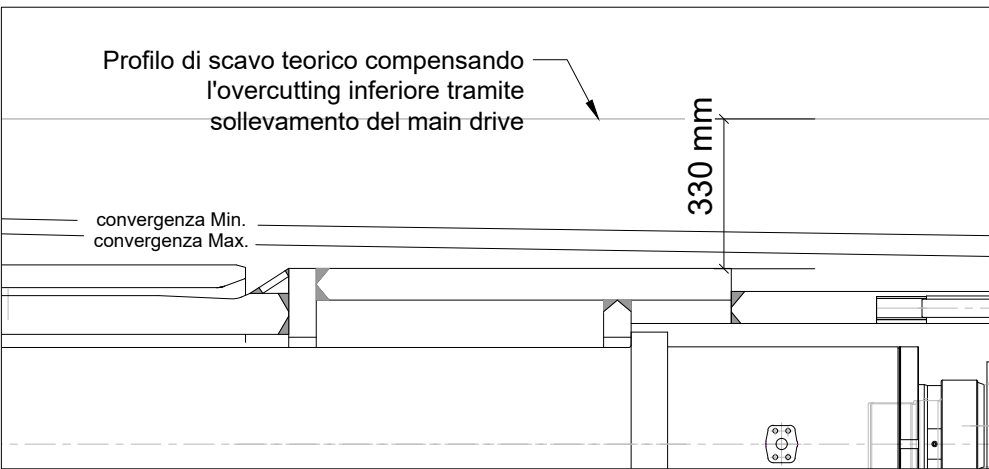
DRAFT

SOSTITUISCE REPLACES		ST-DIT		DATA / DATE		SOSTITUITO DA REPLACED BY		ST-DIT		DATA / DATE	
				FIRMA / SIGN				FIRMA / SIGN			
DISEGNATO / DRAWN		CONTROLLATO / CHECKED		APPROVATO / APPROVED		SCALA / SCALE					
17/06/2022		17/06/2022		-		no scale					
FIRMA / SIGN		D. G.		R. G.		-					
		GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 4 - sovrascavo 60mm sul raggio									
		SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg									
N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURRE O DI RENDERSLO COMUNQUE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE. N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS										FOGLIO / SHEET 1 di / of 1	

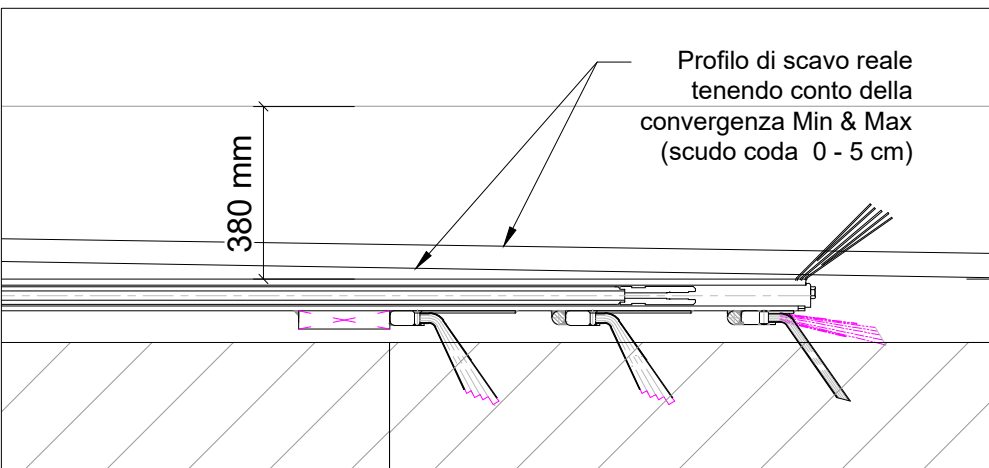
DETTAGLIO A



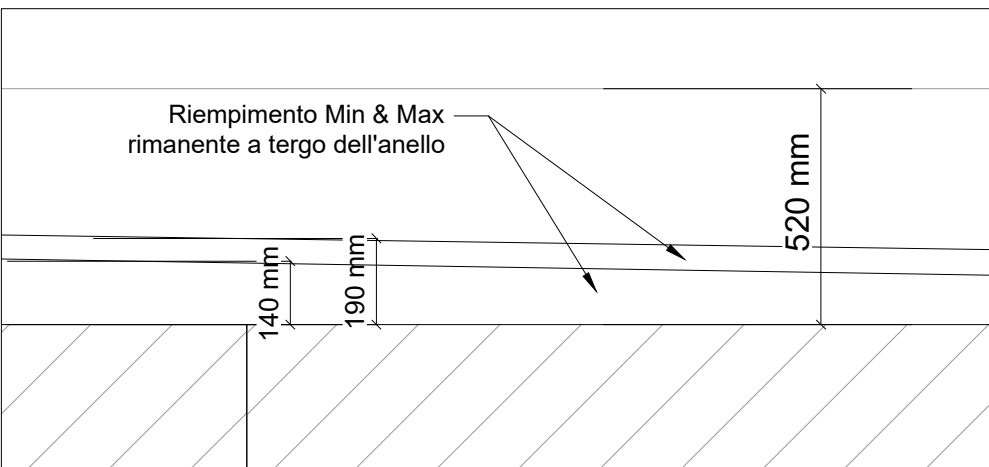
DETTAGLIO B



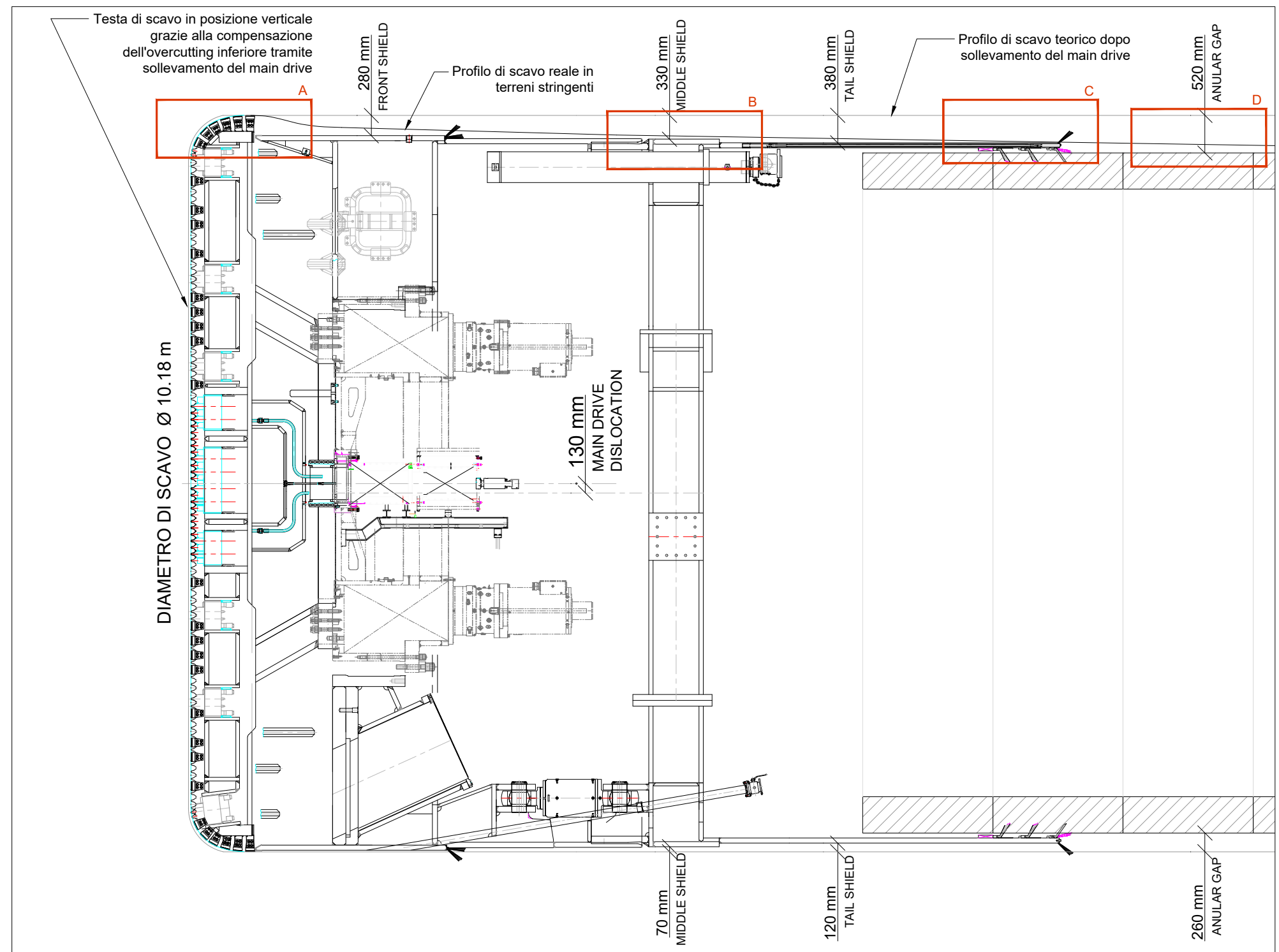
DETTAGLIO C



DETTAGLIO D



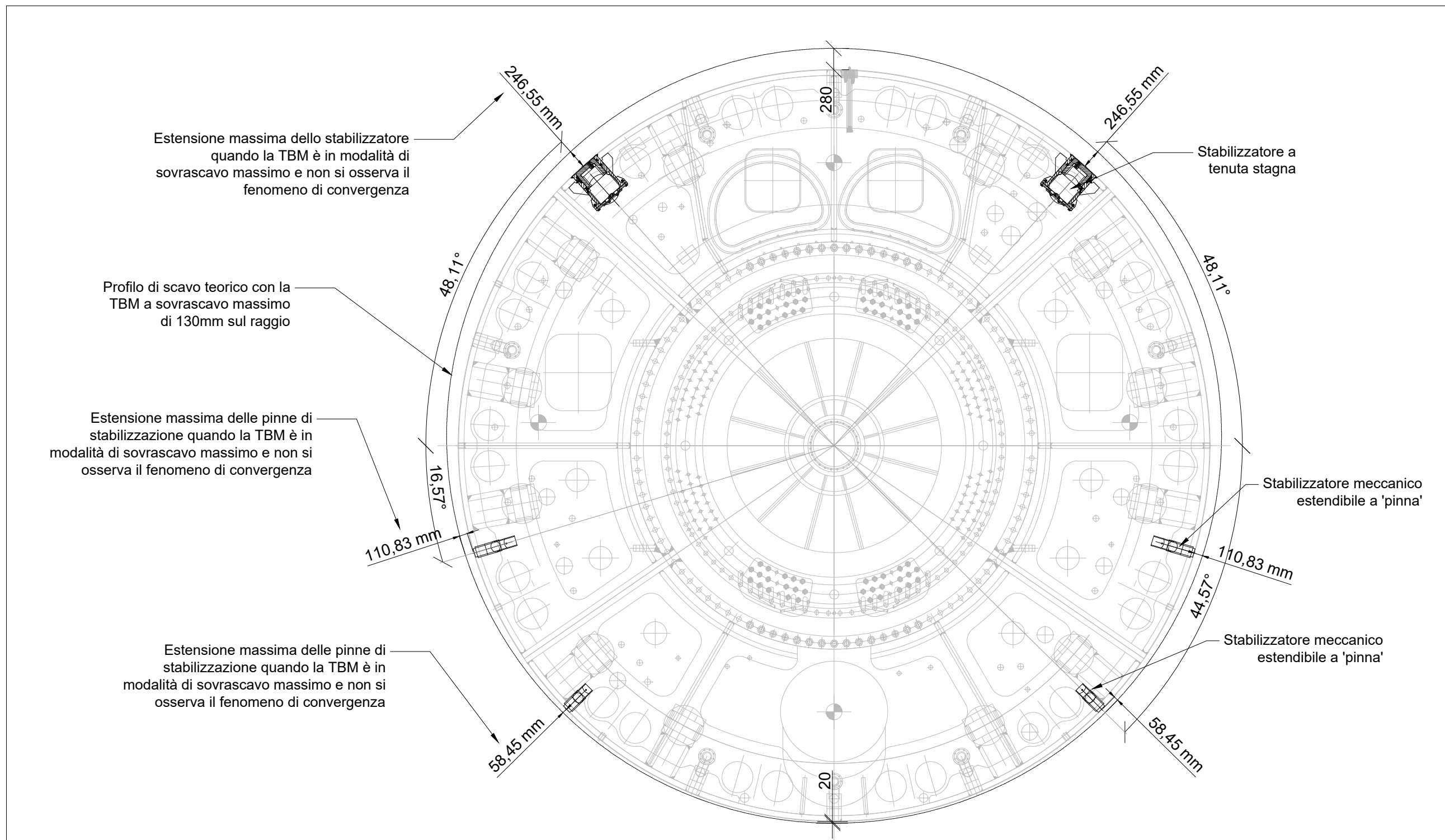
CONFIGURAZIONE DELLA TBM CON SOVRASCAVO DI 130mm SUL RAGGIO E COMPENSAZIONE VERSO L'ALTO TRAMITE SOLLEVAMENTO DEL MAIN DRIVE RISPETTO LO SCUDO ANTERIORE



DRAFT

SOSTITUISCE REPLACES	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN	SOSTITUITO DA REPLACED BY	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN
DISEGNATO / DRAWN	17/06/2022	CONTROLLATO / CHECKED	17/06/2022	APPROVATO / APPROVED	SCALA / SCALE
FIRMA / SIGN	D. G.	FIRMA / SIGN	R. G.	FIRMA / SIGN	no scale
<p>GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 5 - sovrascavo 130mm sul raggio</p>					FOGLIO / SHEET 1 di / of 1
SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg					
<small>N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDEROLO COMUNQUE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS</small>					

CONFIGURAZIONE DELLA TBM CON SOVRASCAVO DI 130mm SUL RAGGIO E SOLLEVAMENTO DEL MAIN DRIVE NEL CASO NON SI MANIFESTI CONVERGENZA DELL'AMMASSO



SOSTITUISCE REPLACES		ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN	SOSTITUITO DA REPLACED BY	ST-DIT	DATA / DATE FIRMA / SIGN
DATA / DATE	17/06/2022	CONTROLLATO / CHECKED	17/06/2022	APPROVATO / APPROVED	SCALA / SCALE	no scale
FIRMA / SIGN	D. G.	FIRMA / SIGN	R. G.	FIRMA / SIGN		
		GALLERIA HIRPINIA ATTRAVERSAMENTO TERRENI FORTEMENTE CONVERGENTI ALLEGATO 6 - sovrascavo 130mm e convergenza nulla				
SO.22.00.HIRP.WB.01.DRW.SCH.001.00.dwg					FOGLIO / SHEET 1 di / of 1	
N.B. - A TERMINE DI LEGGE CI RISERVAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDERLO COMUNE NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE. N.B. - IT MUST NOT BE USED REPRODUCED TRANSMITTED OR DISCLOSED WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF SELI OVERSEAS						

DRAFT