ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE 2004

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TEMA N° 2

SCAVO DI GALLERIA

Il lavoro da eseguire è una galleria di piccola sezione destinata al convogliamento di acqua dal punto A al punto B (v. Figura 1), per scopi irrigui ed industriali.
La sezione utile è circolare, con diametro 2 m; la sezione di scavo deve consentire la messa in opera di un rivestimento in calcestruzzo cori spessore di almeno 25 cm.
Morfologia e tipi di terreni da attraversare sono indicati nella sezione verticale di Figura 1; da N a S si incontrano, lungo l'asse:

I detrito di roccia e terra;
II roccia marnosa sfatta, capace però di autosostenersi, su una piccola sezione, per breve tempo dopo lo scavo;
III calcare marnoso saldo, richiedente occasionali opere di sostegno (bullonature non sistematiche).

Si ipotizza di avviare lo scavo dai due imbocchi, per ridurre il tempo di esecuzione.
I procedimenti che si intende seguire sono:

- nel materiale I, finché la copertura sul cielo della galleria si mantiene inferiore ad 8 m circa di spessore, procedimento *cut and cover* (galleria artificiale), ossia scavo con escavatore di una trincea con scarpate stabili (Figura 2a), messa in opera del rivestimento in elementi prefabbricati di calcestruzzo e ricopertura con lo sterro;

- nello stesso materiale I, dove la copertura supera 8 m di spessore, scavo manuale (martelli demolitori pneumatici ove necessario), con preventiva messa in opera di centine metalliche e marciavanti sia in corona sia in parete (Figura 2b); seguirà, a lavoro ultimato, il getto del rivestimento definitivo;

- nel materiale II, scavo manuale con martelli demolitori pneumatici, immediata sistemazione di centine metalliche e di guarnitura in tavole di legno (in corona soltanto); qui pure il getto del rivestimento definitivo sarà eseguito a lavoro ultimato (Figura 2c);

- nel materiale III, scavo con volate di mine, installazione ove necessario di chiodature per controllare instabilità locali, e getto del rivestimento definitivo, come per gli altri casi, a scavo ultimato (Figura 2d).

L'impresa dispone di un certo numero di macchine, tra le quali il candidato dovrà individuare, ed indicare, quelle che ritiene opportuno impiegare nelle diverse fasi, prima citate, del lavoro di scavo:

- retroescavatore diesel-idraulico con benna da 3 m^3
- retroescavatore diesel-idraulico con benna da 1 m^3
- Dozer da 200 CV
-DozerdalOOCV
- 2 pale caricatrici diesel gommate con benna da 4 m^3
- 3 autopale pneumatiche gommate con benna da 120 1 e cassa da 750 1, con lunghezza massima del tubo flessibile di alimentazione 75 m
- 3 scraper a fune, con argano pneumatico, capacità della benna 300 1, raggio di trasporto 80 m (argano a due tamburi)
- 1 scraper a fune con argano elettrico, capacità delle benna 300 1, raggio di trasporto 100 m (argano a due tamburi)
- 4 pompe per prosciugamento di cantiere, elettriche, da 20 kW
- 2 pompe per prosciugamento di cantiere, pneumatiche, da 10 kW
- 1 generatore elettrico diesel da 100 kVA
- 4 ventilatori elettrici assiali soffianti per aerazione di cantieri sotterranei
- 1 boomer H 102 (Jumbo su pneumatici)
- 4 martelli perforatori leggeri ad aria compressa
- 8 martelli demolitori per impiego manuale
- 4 avvitatrici dinamometriche pneumatiche per bullonatura
- 2 dumper da 14 m^3
- 2 motocompressori diesel

(Ovviamente non tutto questo materiale sarà utilizzato in quel cantiere).

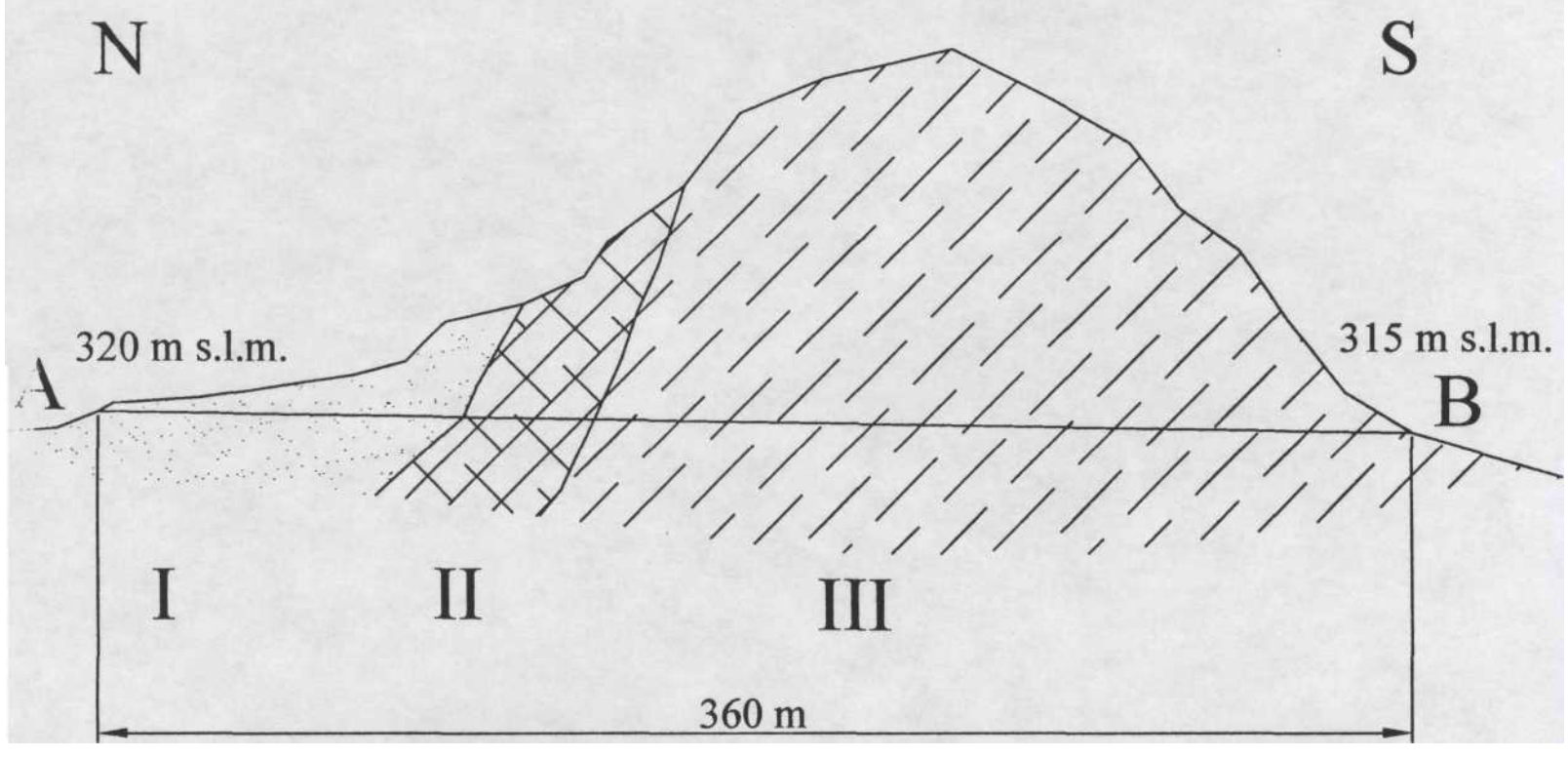
QUESITI:

(1) Descrivere le operazioni da eseguire nel ciclo di scavo secondo le quattro procedure elencate ed indicare, per ogni operazione, quali macchine vengono impiegate giustificando le scelte adottate, proponendo eventuali modifiche migliorative ai procedimenti proposti o all'equipaggiamento;

(2) Stabilire uno schema di volata adatto al caso per ciascuno degli imbocchi e rappresentarlo con schizzi quotati (per la parte del lavoro in cui si ricorre all'esplosivo);

(3) Definire in prima approssimazione un cronoprogramma dell'operazione.

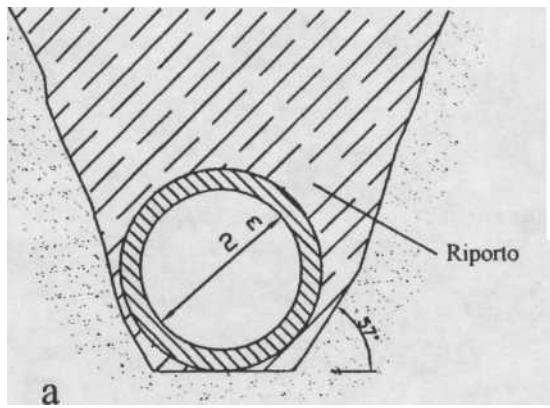
Sezione verticale longitudinale

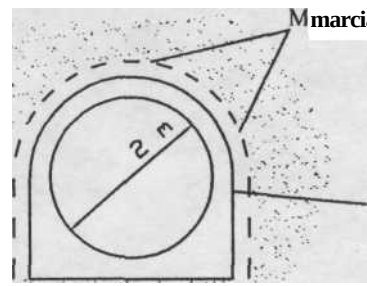


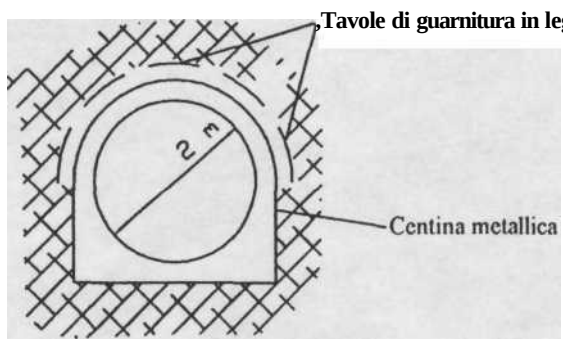
Scala 1:2000

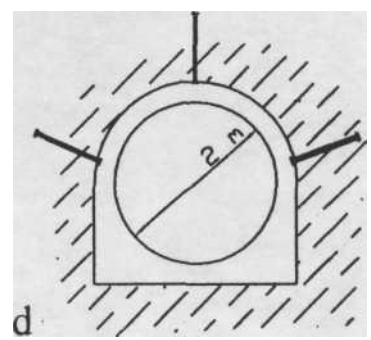
20 m

Sezioni trasversali



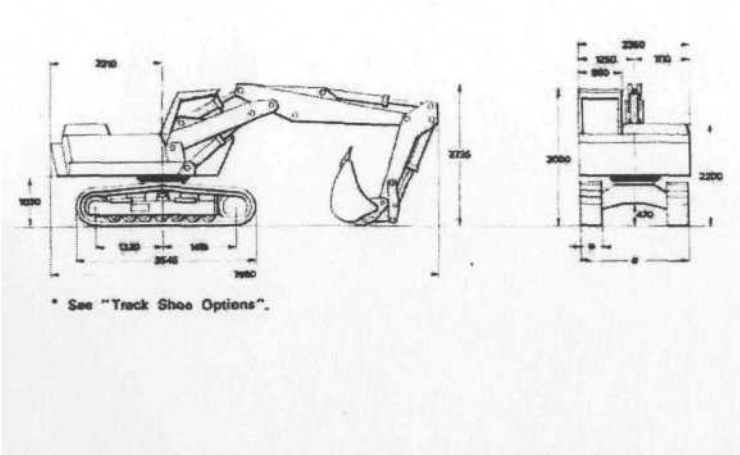






Scala 1:100

Figura 2



ModeL	S1SB	S15BLC	S15BHD	SL11	S11HD	SL9	SR9
Engine							
Make	Fiat	Fiat	Fiat	Fiat OM	Fiat OM	Fiat OM	Fiat OM
Model	8205	8205	8205	CP3-1	CP3-1	CO3 1 V2	CO3 I V2
Nel Power DIN HP	160	160	160	107	107	79	84
kW	118	118	118	80	80	58	62
Net Power SAE HP	152	152	152	103	103	75	80
kW	114	114	114	77	77	56	59
Governed speed r/min	2,000	2,000	2,000	2,100	2,100	2,100	2,100
Cyiinders No.	6	6	6	6	6	4	4
Displacemem l	9.8	9.8	9.8	7.4	7.4	5.4	5.4
Turbocharged	No	No	No	No	No	No	No
Hydraulic pumps							
Flow - max l/min	2x174	2x174	2x174	2x150	2x150	2x123	2x123
Flow - min l/min	2x 86	2x 86	2x 86	2x 60	2x 60	2x 43	2x 48
Pressure - max bar	275	275	275	255	255	255	255
Tooth radia! force kg	13,680*	13,680*	13,680*	10,260°	10,260»	8,100°	8,100°
Slewing speed r/min	7.1	7.1	7.1	7.6	7.6	7.1	7.1
Backhoe bucket capacity (max) m^3	1.60	1.60	1.60	1.13	1.13	0.94	0.94
Operating weight t	26.1	26,4	26.6	17.8	18.8	15.4	13.8/15.2

*** Bucket radius 1540 mrn.**

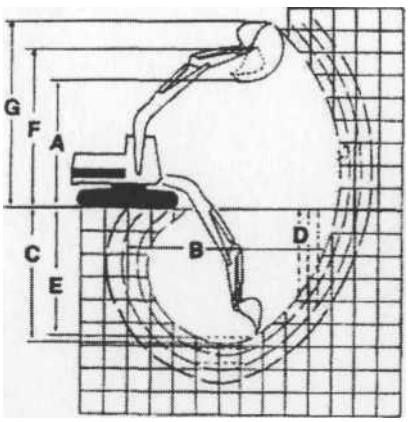
» Bucket tadius1225 mm.

• Operating weight with four stabilizers.

Excavators

Range Dimensions

- 235C Trench Arrangement
- 245B Series II



One-Plece Boom DIgging Envelope

- Standard shoes and undercarriage
- Smalì profile bucket

KEY:

A Maximum ÌMding height of buckt: with Utth

B Maximum reath al ground levisi

C Maximum dìgRing «ìepth

D Maximum vetiical wail

E Maximum dcpth of cui fot 2.44 m (8*) leve) bottam Utriight clean up)

F Maximum btteket hsnge pin h*ight

G Maximum height. lo bucket teeth at highe*i are

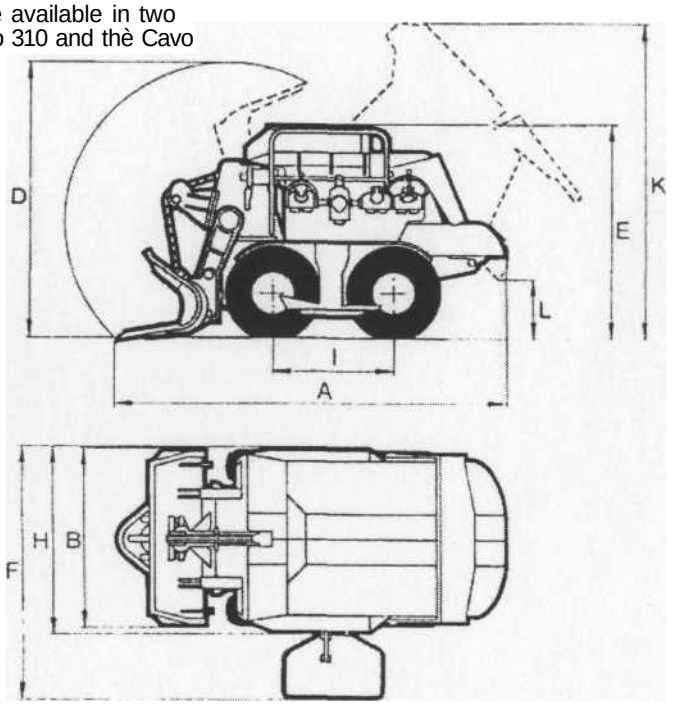
	245B Series II						245B* Series II Deep Trenching Arrangement		245B* Series II Heavy Lift Trenching Arrangement	
Stick	2590 mm	8'6"	3200 mm	10'6"	4420 mm	14$"	4400 mm	14'6"	4400 mm	14'$"
	m	fi	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
A	7.60	24'11"	7.48	247"	7.87	25'10"	9.63	317"	7.90	2511"
B	12.41	409"	12.83	42'1"	13.94	459"	15.93	52'3"	14.14	46'5"
C	7.79	257"	8.40	277"	9.60	31'6"	10.76	354"	9.63	317"
D	5.07	16'8"	5.36	177"	6.46	21'2"	7.99	26'3"	6.36	2011*
E	7.63	250"	8.24	271"	9.48	31"1"	10.65	34'11"	9.50	3T2"
F	9.82	323	9.73	31 11"	10.09	33 I"	11.86	3811"	10.12	333"
G	11.52	3710"	11.35	37'3"	11.71	38'5"	13.59	447"	11.69	3T4"

'Equ.pped wilh standard carbody.

Model	245B Series II		245B Series II (Deep Trencher Arrangement)		245B Series II (Heavy Lift Trencher)	
Flywheel Power	268 kW	360 HP	268 kW	360 HP	268 kW	360 HP
Operating Weight*	65 150 kg	143,500 lb	73 860 kg	162,680 lb	74 020 kg	163,030 lb
Bucket Capacity Range (heaped)	1.9-3.3 m³	2.5-4.25 yd³	1.9-2.3 m³	2.5-3.0 yd³	1.9-3.3 m³	2.5-4.25 yd³
Engine Model	3406		3406		3406	
Rated Engine RPM	2100		2100		2100	
No of Cylinders	6		6		6	
Bore	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"
Stroke	165 mm	6.5"	165 mm	6.5"	165 mm	6.5"
Displacement	14.6 L	893 in³	14.6 L	893 in³	14.6 L	893 in³
Max. Implement Hydraulic Pump Output at Rated RPM	2 x 439 L/min	2 x 116 gpm	2 x 439 L/min	2 x 116 gpm	2 x 439 L/min	2 x 116 gpm
Relief Valve Settings:						
Implement Circuits	31 030 kPa	4500 psi	32 000 kPa	4650 psi	32 000 kPa	4650 psi
Heavy Lift (optional on 245)	34 500 kPa	5000 psi	35 200 kPa	5100 psi	35 200 kPa	5100 psi
Travel Circuits	31 030 kPa	4500 psi	32 000 kPa	4650 psi	32 000 kPa	4650 psi
Swing Circuits: Accelerate	31 030 kPa	4500 psi	32 380 kPa	4700 psi	32 380 kPa	4700 psi
Decelerate	21 380 kPa	3100 psi	21 380 kPa	3100 psi	21 380 kPa	3100 psi
Pilot Circuits	2310 kPa	335 psi	2310 kPa	335 psi	2310 kPa	335 psi
Maximum Drawbar Pull	430 kN	95,800 lb	440 kN	98,110 lb	440 kN	98,060 lb
Maximum Travel Speed at Rated RPM	3.17 km/h	1.97 mph	3.17 km/h	1.97 mph	3.17 km/h	1.97 mph
Width of Standard Track Shoe	760 mm	30"	914 mm	36"	914 mm	36"
Overall Track Length Std.	5.613 m	18'5"	5.613 m	18'5"	5.613 m	18'5"
LC			6.00 m	19'9"	6.00 m	19'9"
Ground Contact Area with Std. U/C	7.4 m²	11,415 in²	8.8 m²	13,698 in²	8.8 m²	13,698 in²
Ground Contact Area with Ext. U/C			9.5 m²	14,803 in²	9.5 m²	14,803 in²
Track Gauge	2.84 m	9'4"	2.84 m	9'4"	3.30 m	10'10"
Extended	3.24 m	10'8"	3.24 m	10'8"	3.76 m	12'4"
Fuel Tank Refill Capacity	682 L	180 U.S. gal	682 L	180 U.S. gal	682 L	180 U.S. gal

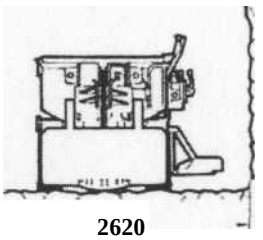
Wheel borne load-and-carry dumpers
Cavo 310 and 511

The load-and-carry dumper is combination loader and transport vehicle. It runs on tyre wheels and is intended lo be used mainly in mines. Atlas Copco dumpers are available in two models — thè Cavo 310 and thè Cavo 511/511L.



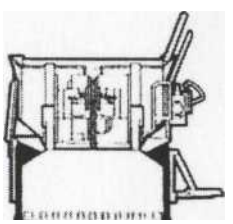
Min. tunnel dimensions as per Swedish norms

Cavo 310



2620

Cavo 511



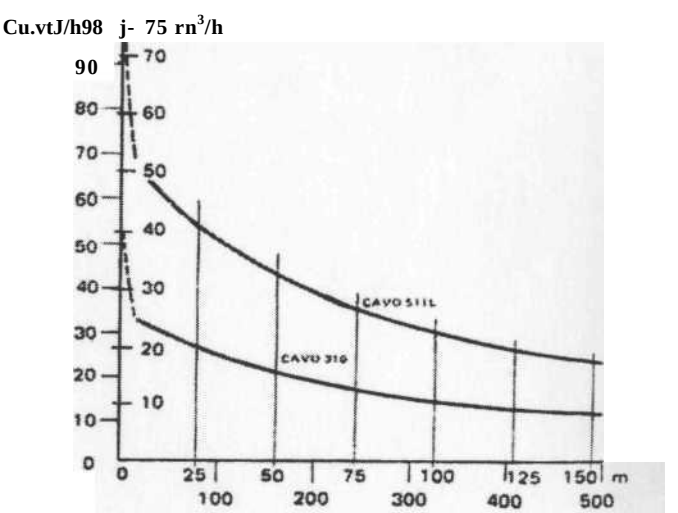
3085

Dimensions in mm

Type	A	8	O	E	F
Cavo 310	2920	1270	2120	1630	1930
Cavo 511L	3600	1500	2700	2185	2400
Type	H	t	K	L	
Cavo 310	1440	910	2420	450	
Cavo 511L	1730	1200	2650	400	

Technical data

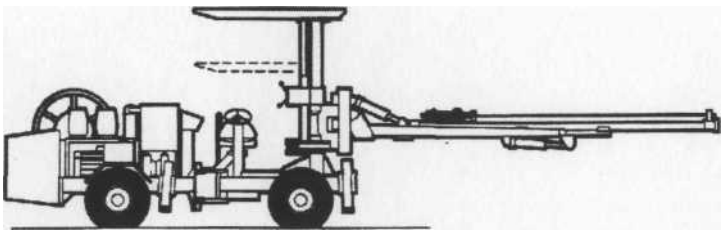
	Cavo 310	Cavo 5111
Weight	3150 kg	6700 kg
Body capacity	1 m^3	2.1 m^3
Bucket capacity	0.13 m^3	0.5 m^3
Net loading capacity	0.7 m^3/min	1.3 rn-Vmin
Breakìng force of bucket tip	8880 N	23300 N
Travel speed	1—1.4 m/s	1 m/s
Traction motor rating al 6 bar	2 x 6.4 KW	2x10kW
Bucket motor rating at 6 bar	7.2 kW	2xi8.5kW
Air consumption, average	133 l/s	250 l/s
Air pressure requirement	4—7 bar	5-7 bar
Hose nipple	40 mm	50 mm
Ground clearance loaded appr.	115 mm	207 mm
Ground clearance unloaded approx.	130 mm	230 mm
Remote-control (optional)	REM 31	REM 51



The diagram shows thè Cavo autoloader capacity as a function of Iransport distance. The curves indicate average values and both higher and lower values may be obtained depending on thè loading and haulage conditions.

Boomer tunnelling rigs

Atlas Copco Boomers are rubber tyred drill rigs powered by a diesel erigine. The Boomers are highly produttive and versatile, and adapt easily to different requirements.



Boomer H 102

Boomer H 102-25 is a twin-boom, rubber tyred drill rig carrying BUT 2 booms and COP 1025 or COP 89D rock drifls. Ideai for small cross sections.

Orili rig Data		**Boomer H 102-25**	**Boomer H** 115-32	**Boomer H130-38**	**Boomer H 135-38**	**Boomer H 175-38**	**Boomer H178-38**
Cross weight	kgs	7300	14000	23000	25500	30000	32000
Total length	m	9.40	10.10	13.10	13.10	12.00	12.20
Total width	m	1.60	1.83	2.28	2.50	2.50	3.05
Total height	m	1.80	2.25	2.50	2.50	3.00	3.30
Max coverage*							
— height	m	3.70	4.25	5.40	7.50	8.00	10.00
— width	m	4.00	6.25	7.90	12.40	11.40	11.60
Rock drill	number	2	2	2	2	3	3
	type	COP 1025	COP 1032	COP 1038	COP 1038	COP 1038	COP 1038
Boom	type	BUT 2	BUT 6	BUT 30	BUT 35	BUT 35	BUT 35
Feed	series	BMH 21	BMH 111	BMH 612	BMH 612	BMH 612	BMH 612
Travelling speed	km/h	9.0	10.0	18.0	18.0	16.0	16.0
Sweep radius outer	m	4.50	5.00	6.80	7.10	9.20	9.20
Climbing ability		1:4	1:4	1:4	1:4	1:4	1:4
Other suitable rockdrills		COP 89	COP 115			COP 126 COP 420R COP 875R	COP 126 COP 420R **COP** 875R
Articulated carrier		**Yes**	**Yes**	Yes	Yes	No	No
Working platlorm					Optional	Optional	**Optional**
Extending set for increased vertical ireach		-	Optional	Optional	Optional	Optional	

*** Rig on wheels, paralisi holcs and max width al floor level**