



PREPARACION DE GALERIAS EN ROCA Y CARBON
TOMO III - ANEXOS
FICHAS TECNICAS DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL

COMISION DEL P.E.N.
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

JUNIO 1983

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50164

TITULO	PREPARACION DE GALERIAS EN ROCA Y CARBON TOMO III - ANEXOS FICHAS TECNICAS DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL
CLIENTE	COMISION DEL P.E.N. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
FECHA	JUNIO 1983

Referencia : P8-21-001

Departamento : Minería de ENADIMSA, con la colaboración
de AITEMIN

INDICE DEL ANEXO

	<u>Pág</u>
Introducción	1
ROC - MINER.....	3
SUPER ROC MINER.....	8
BOOM - MINER	13
RH - 1/3.....	18
RH - 22	23
RH - 1/4.....	28
WEBSTER 2000 CL.....	33
VS - 3/2.....	38
VS - 4	43
MK - 2A	48
MK - 2B	52
MK - III	60
TB - 600	66
TB-2000.....	71
LH - 1300	76
ROADHEADER 2400.....	81
SL- 120	87
ET - 160	93
EVA - 160	98
EVR - 200	103
F6-HKF	108
F8-1	113
E-195	118
E-200	123
TITAN E - 134	128
TITAN E - 169	133
STM-160	138
VS-1	143
AM-50	148
AM-75	154
AM-100	160

AI TEMIN

Pág.

WAV 300	116
WAV 209	171
WAV 200	176
WAV 178	181
WAV 170	186
FL-5R1-90/110.....	191
FL-6R-110	196
FL-5R-90	201
FF-5P-110	206
FF-5R-90	212

INTRODUCCION

En este anexo, se presenta la ficha técnica y la fotografía de -- cada una de las máquinas de ataque puntual que hemos estudiado.

Cada ficha técnica comprende los siguientes apartados : campo de aplicación de las máquinas, características generales de las má-- quinas, brazo y cabeza de rozado, mecanismo de translación, dispo-- sitivo de carga y transporte del material arrancado, equipo eléc-- trico y equipo hidráulico.

Las máquinas que se describen en estas fichas son las siguientes :

<u>Fabricante</u>	<u>Modelo</u>
A.E.C.	ROC-MINER
A.E.C.	SUPER ROC-MINER
ANDERSON STRATHCLYDE	BOOM-MINER
ANDERSON STRATHCLYDE	RH - 1/3
ANDERSON STRATHCLYDE	RH - 22
ANDERSON STRATHCLYDE	RH - 1/4
ATLAS COPCO	WEBSTER 2000 CL
DEMAG	VS - 3/2
DEMAG	VS - 4
DOSCO	MK - 2A
DOSCO	MK - 2B
DOSCO	MK - III
DOSCO	TB - 600
DOSCO	TB - 2000
DOSCO	LH - 1300
DOSCO	ROADHEADER 2400
DOSCO	SL - 120
EICKHOFF	ET - 160
EICKHOFF	EVA - 160
EICKHOFF	EVR - 200
HUNGRIA	F6 - HKF

<u>Fabricante</u>	<u>Modelo</u>
HUNGRIA	F8 - 1
PAURAT	E - 195
PAURAT	E - 200
PAURAT - THYSSEN	TITAN E - 134
PAURAT - THYSSEN	TITAN E - 169
SALZGITTER	STM - 160
SIEMAG - TRANSPLAN	VS - 1
VOEST ALPINE	AM - 50
VOEST ALPINE	AM - 75
VOEST ALPINE	AM - 100
WESTFALIA - LUNEN	WAV 300
WESTFALIA - LUNEN	WAV 209
WESTFALIA - LUNEN	WAV 200
WESTFALIA - LUNEN	WAV 178
WESTFALIA - LUNEN	WAV 170
WESTFALIA - LUNEN	FL-5R1-90/110
WESTFALIA - LUNEN	FL-6R-110
WESTFALIA - LUNEN	FL-5R-90
WESTFALIA - LUNEN	FF-5P-110
WESTFALIA - LUNEN	FF-5R-90

MAQUINA : ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	3,9	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	20	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	20	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	70	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	6,2	m
2.2 Anchura.....	2	m
2.3 Altura.....	1,5	m
2.4 Peso.....	20 - 23,5	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1979	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	31 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : ROC - MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	41, 75 y 112	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AIRE - AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	PLANETARIO	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,38 y 0,26	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	36	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	2 x 21	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,4 y 2	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,6	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,21	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5,2 - 16	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	18 ó 19	toneladas

MAQUINA : ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS, 2 x 7,5 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 7,5 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	2,2 - 5,3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	308	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,9	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	101/150/187	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE Y AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	440/460 y 500/575 V	
	380-500-950-1100	V

MAQUINA : ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 4	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	645	litros

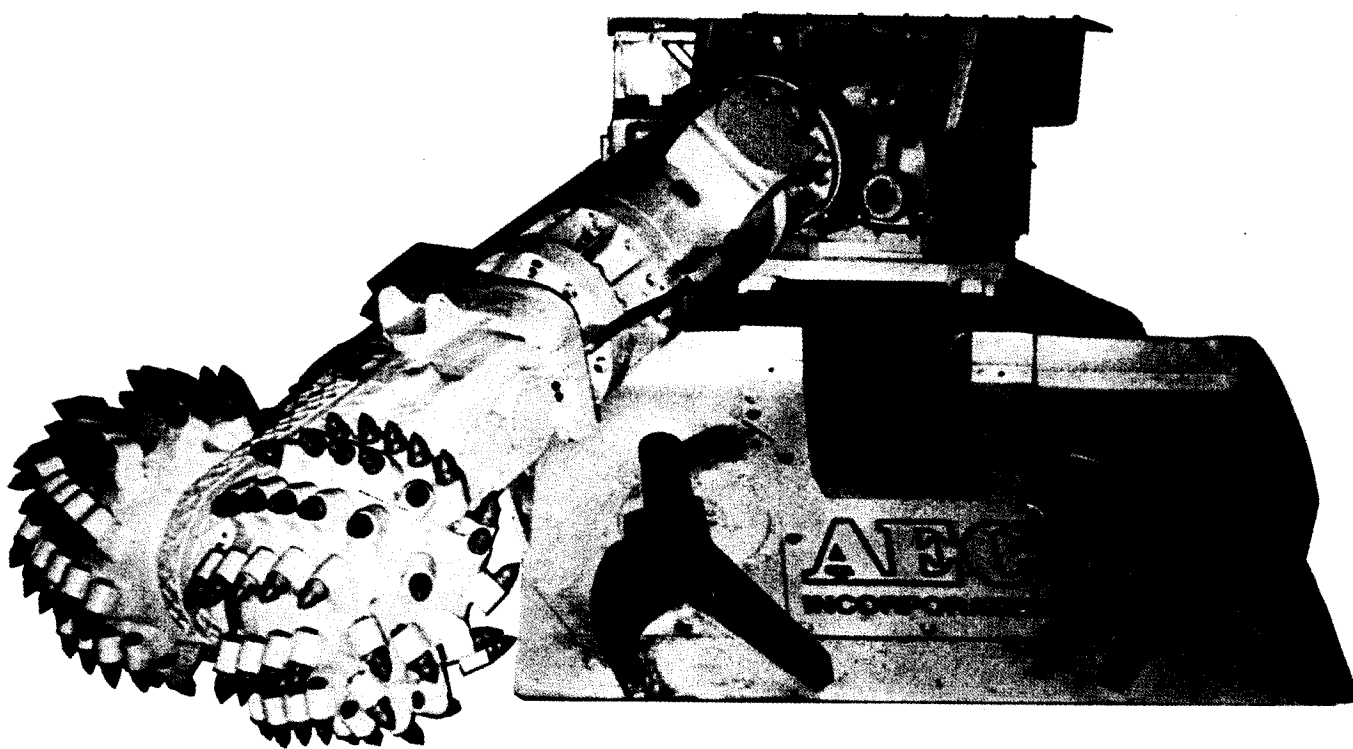
ANEXO

7.3 Aceite mineral, Emulsión agua/aceite, Líquido no inflamable
 HSC.

AITEMIN

MAQUINA : ROC-MINER
FABRICANTE : A.E.C. (USA)

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MECAMINAS S.A.



MAQUINA : SUPER ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,2	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	18	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	25	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	8	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	126	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	11 - 11,5	m
2.2 Anchura.....	2,2	m
2.3 Altura.....	1,4	m
2.4 Peso.....	40	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1977	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	27 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : SUPER ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	123	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 40	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	60 y 18	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL O RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,102, 0,203	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 2,72	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,78 ó 1,63	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,15	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5 - 30	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	34,6	toneladas

MAQUINA : SUPER ROC-MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : A.E.C. (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	2,35 - 3 - (4) m	
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	500	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,76	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,8	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1 - 1,8	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,35	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	246/321	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	440/460 y 550/575 V	

MAQUINA : SUPER ROC-MINER REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : A.E.C (USA) ESPAÑA : MECAMINAS S.A.

7.- EQUIPO HIDRAULICO

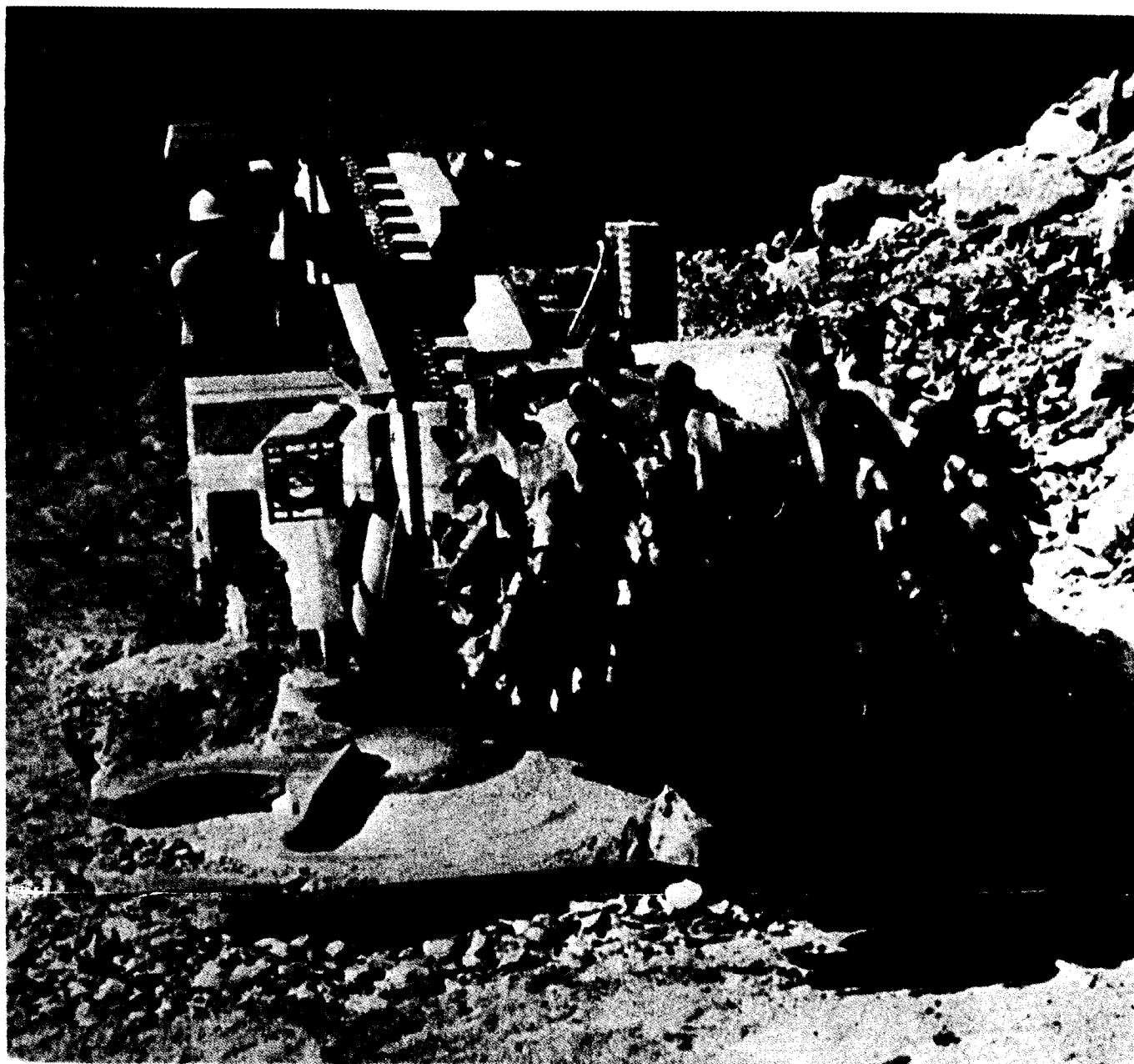
7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 4
7.2 Presión de trabajo.....	14 MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1040 litros

ANEXO

7.3 Aceite mineral, Líquido no inflamable HSC.

MAQUINA : SUPER ROC-MINER
FABRICANTE : A.E.C. (USA)

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : BOOM - MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	60	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	1 GATO HIDRAULICO	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso		m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	35 y 57	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	2x12,9 ó 2x31,5	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,3 y --	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,51	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,11	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,13	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	7,8 - 1	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	13,2	toneladas

MAQUINA : BOOM - MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS		
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....		HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....			m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....			m
5.6 Capacidad de carga.....			m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga			m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....		1,8	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....			grados
5.10 Altura de descarga del transportador.			m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....			m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....		2	
6.2 Potencia total instalada.....		120	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		440 - 1000	V

MAQUINA : BOOM - MINER REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

7.- EQUIPO HIDRAULICO

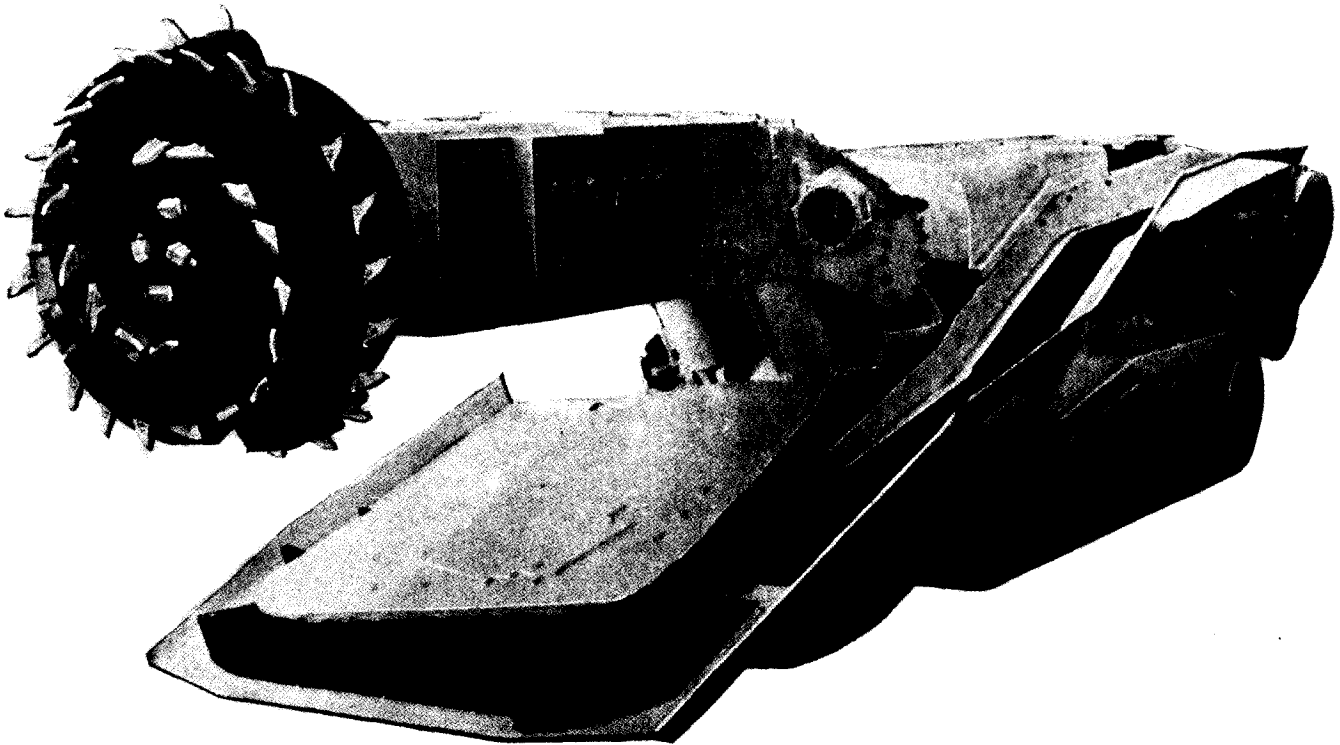
7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	545	litros

ANEXO

- 2.5 Un gato hidráulico vertical en la parte trasera.
- 7.3 Aceite mineral, Emulsión aceite/agua (60/40).

MAQUINA : BOOM - MINER
FABRICANTE : ANDERSON -
STRATHCLYDE

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA



MAQUINA : RH - 1/3 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3,45	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	— y 0,15	m
5.6 Capacidad de carga.....	458	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga		m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,91	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	180	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500/550-1000/1100 V	

MAQUINA : RH - 1/3 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
STRATHCLYDE

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....		MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....		litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 2.8 Siete en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB.
- 7.3 Aceite mineral, Emulsión agua/glicol (60/40).

MAQUINA : RH - 1/3

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : ANDERSON -
STRATHCLYDE

ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA



MAQUINA : RH - 22 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA.
 STRATHCLYDE

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,1	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	7	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,8	m
2.2 Anchura.....	3,5	m
2.3 Altura.....	2	m
2.4 Peso.....	30	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975 - 1976	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : RH - 22 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	90 y 112	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AIRE	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,1	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	200,65,65,50	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	30 y 50 36 y 60	rpm rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,46 y —	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,29	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,23	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	8,6	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	30	toneladas

MAQUINA : RH - 22 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZA DOBLE	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS, 2 x 17 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS, 15 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	2,8-3,5-4,5	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	350	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,66	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,15	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	180/224	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500/550-1000/1100	v

MAQUINA : RH - 22 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 4	
7.2 Presión de trabajo.....		MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1100	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y cuatro gatos hidráulicos horizontales laterales de anclaje en las pa redes.
- 2.8 Doce en hulleras inglesas, adquiridas por el NCB
- 7.3 Aquacent ligero ó pesado, Aceite mineral P.W.L.C.

MAQUINA : RH - 22

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : ANDERSON -
STRATHCLYDE

ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA



MAQUINA : RH - 1/4	REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : ANDERSON -	ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
STRATHCLYDE	

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,9	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	6,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9,8	m
2.2 Anchura.....	2,7	m
2.3 Altura.....	2,4	m
2.4 Peso.....	66	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : RH - 1/4 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	112	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AIRE	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,4	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	— y 4	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.		m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,25	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	10,3	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	35	toneladas

MAQUINA : RH - 1/4 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS
5.4 Anchura de la pala.....	3,5-4,5 m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	m
5.6 Capacidad de carga.....	500 m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,15 m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,23 m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2
6.2 Potencia total instalada.....	224 KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE
6.4 Tensiones de trabajo.....	440 - 1100 V

MAQUINA : RH - 1/4 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ANDERSON - ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA
 STRATHCLYDE

7.- EQUIPO HIDRAULICO

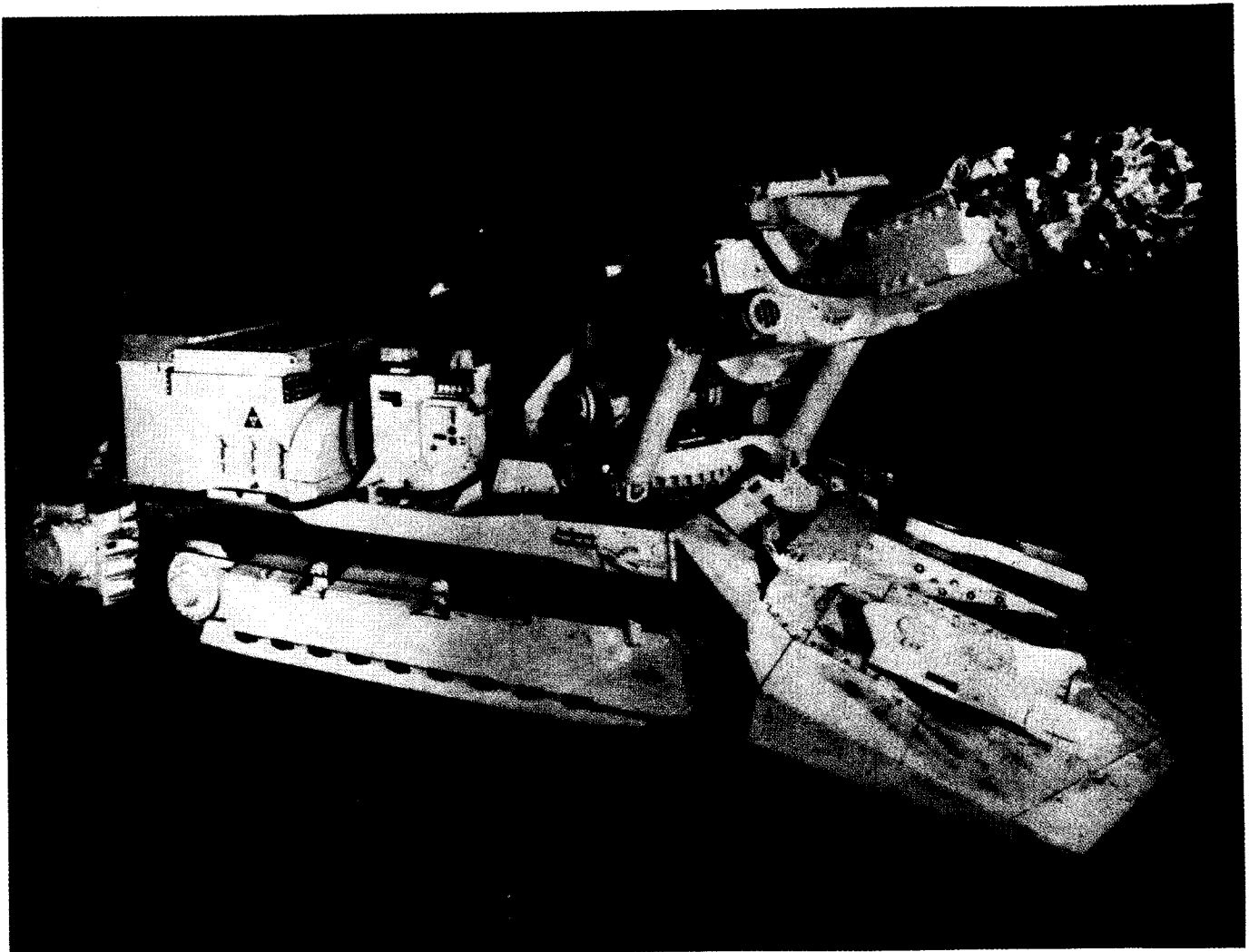
7.1 Número y tipo de bombas.....	
7.2 Presión de trabajo.....	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	litros

ANEXO

2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera
 2.8 Dos en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB.

MAQUINA : RH - 1/4
FABRICANTE : ANDERSON -
STRATHCLYDE

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : IBERICA DE TECNOLOGIA



MAQUINA : WEBSTER 2000 CL REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ATLAS COPCO ESPAÑA : ATLAS COPCO

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	1,6	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	4,6	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	3,3	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	6,3	m
2.2 Anchura.....	1,5	m
2.3 Altura.....	1,7	m
2.4 Peso.....	10	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WEBSTER 2000 CL REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ATLAS COPCO ESPAÑA : ATLAS COPCO

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....		Kw
3.2 Refrigeración del motor.....		
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	HIDRAULICAMENTE	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	360	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso		m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	67	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,44 y 2	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,2	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,22	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,16	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	40	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : WEBSTER 2000 CL REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : ATLAS COPCO : ESPAÑA : ATLAS COPCO

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala) ..	CUCHARA	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	NO HAY	
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,7 y —	m
5.6 Capacidad de carga.....	NO HAY	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	NO HAY	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	NO HAY	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	NO HAY	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	NO HAY	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	NO HAY	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	1	
6.2 Potencia total instalada.....	45	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	550	V

MAQUINA : WEBSTER 2000 CL REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : ATLAS COPCO ESPAÑA : ATLAS COPCO

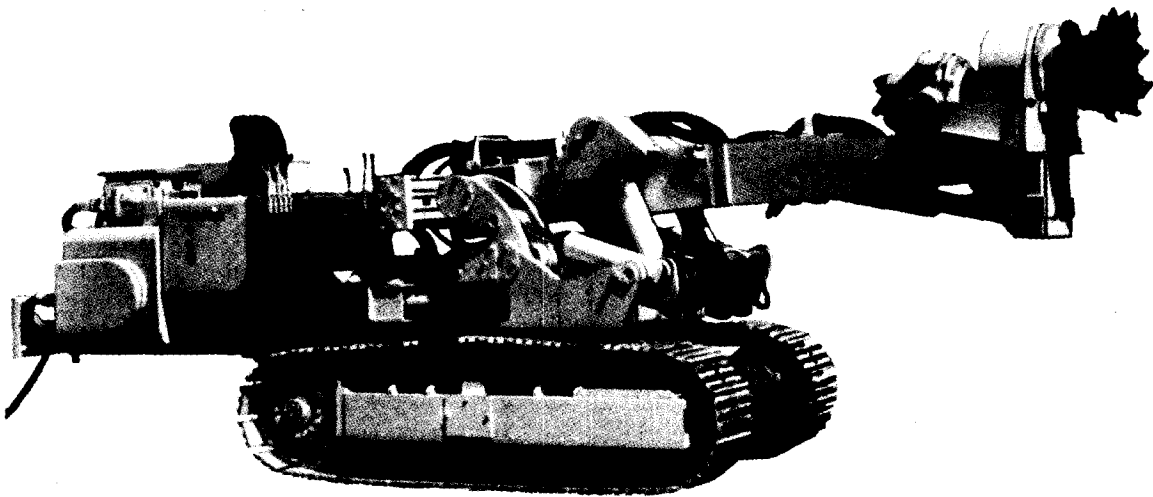
7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 3	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	545	litros

ANEXO

7.3 Aceite mineral, Fluído resistente al fuego

MAQUINA : WEBSTER 2000 CL REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : ATLAS COPCO ESPAÑA : ATLAS COPCO



MAQUINA : VS - 3/2
 FABRICANTE : DEMAG

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA : DEMAG

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	5,4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,9	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,8	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	16	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	5	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	12	m
2.2 Anchura.....	5	m
2.3 Altura.....	2,1	m
2.4 Peso.....	75	tonelada.
2.5 Número y situación de los gatos de esta- bilización.....		
2.6 Dimensiones de sus principales componen- tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : VS - 3/2 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA : DEMAG

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	200	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,25	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....		
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....		m
4.4 Separación de los centros de las orugas.		m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..		MPa
4.7 Velocidad de translación.....		m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	40/ORUGA	toneladas

MAQUINA : VS - 3/2 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA : DEMAG

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

- 5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala).. CADENA CON RACLETAS
- 5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....
- 5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....
- 5.4 Anchura de la pala..... m
- 5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería..... m
- 5.6 Capacidad de carga..... m³/h
- 5.7 Anchura del transportador de descarga m
- 5.8 Velocidad de las cadenas del transportador..... m/s
- 5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador..... grados
- 5.10 Altura de descarga del transportador. m
- 5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado..... m²

6.- EQUIPO ELECTRICO

- 6.1 Número de motores eléctricos.....
- 6.2 Potencia total instalada..... KW
- 6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....
- 6.4 Tensiones de trabajo..... 500 - 1000 V

MAQUINA : VS - 3/2 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA : DEMAG

7.- EQUIPO HIDRAULICO

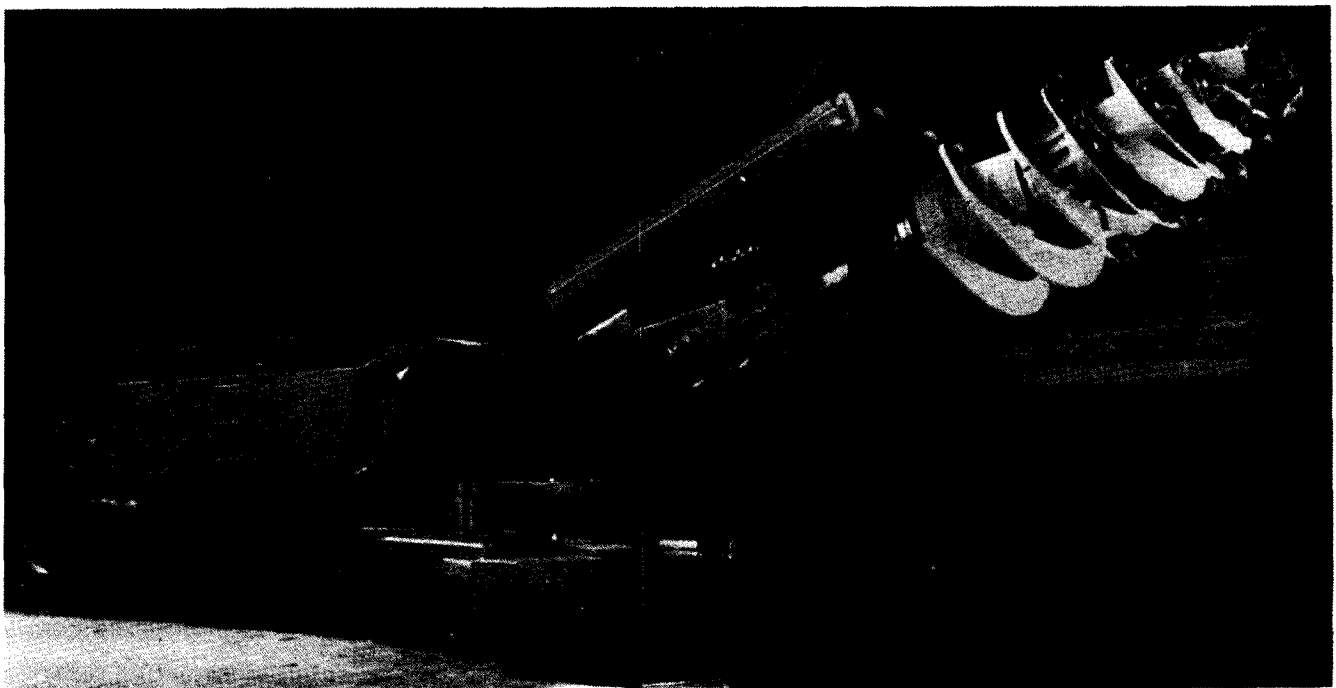
7.1 Número y tipo de bombas.....		
7.2 Presión de trabajo.....	20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	HFC	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....		litros

AITEMIN

Hoja n.º 42.-

MAQUINA : VS - 3/2
FABRICANTE : DEMAG

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : DEMAG



MAQUINA : VS - 4 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA : DEMAG

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	18	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	18	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	6	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9	m
2.2 Anchura.....	2,9	m
2.3 Altura.....	1,9	m
2.4 Peso.....	95	tonelada
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : VS - 4 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA :DEMAG

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	200	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....		
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....		
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,25	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	47	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....		
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....		m
4.4 Separación de los centros de las orugas.		m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,1	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	8,5	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	46	toneladas

MAQUINA : VS - 4
 FABRICANTE : DEMAG

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA : DEMAG

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS, 2 x 30 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 30 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....		m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga		m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	300	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

MAQUINA : VS - 4 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DEMAG ESPAÑA : DEMAG

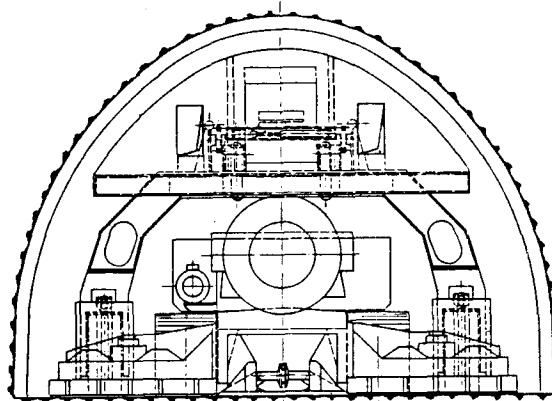
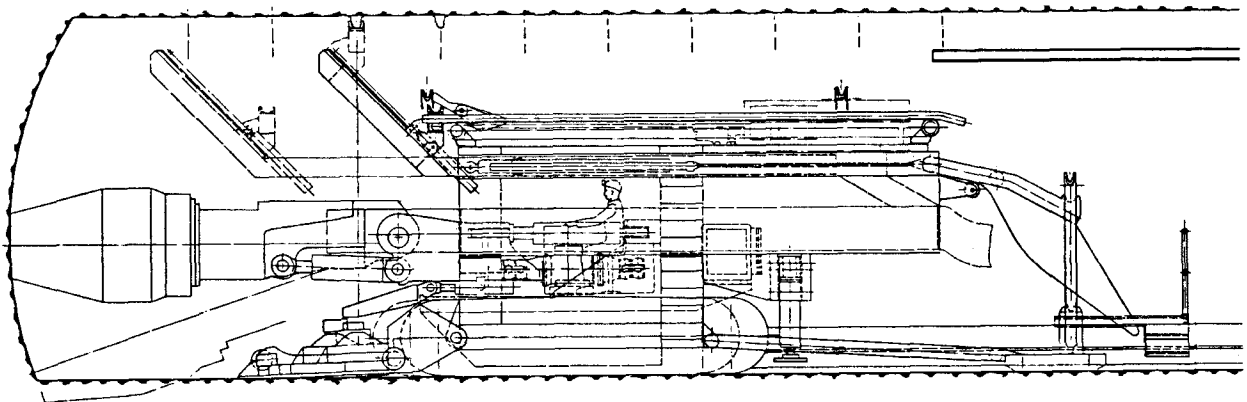
7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	2	
7.2 Presión de trabajo.....	20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	HFC	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....		litros

AITEMIN

MAQUINA : VS - 4
FABRICANTE : DEMAG

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : DEMAG



MAQUINA : MK - 2A REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	9	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,1	m
2.2 Anchura.....	2,9	m
2.3 Altura.....	1,6	m
2.4 Peso.....	23,4	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....	VER TABLA	
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1970	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	VER ANEXO	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : MK - 2A REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	37 - 67	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	3,07	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	+ 53	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	60 y 62	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,38	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	162,46,46 y 45	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	61	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	18	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICO	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,35 y 2,44	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,34	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,17	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	7,3	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	16	toneladas

MAQUINA : MK - 2A REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS, 27,6 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS, 27,6 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	2,9	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	204	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,27	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,52	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 90	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	150	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1100	V

MAQUINA : MK - 2A REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 3	
7.2 Presión de trabajo.....	1,4	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	590	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y dos gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 2.8 Quinientas sesenta y una están trabajando en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB, una trabajando en las hulleras alemanas y 4 en Utrillas (Teruel).
- 7.3 Aquacent ligero o pesado ó Aceite mineral P.W.L.C.

MAQUINA : MK - 2A REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO ESPAÑA : SETEC

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
MAQUINA DOSCO MK-2A

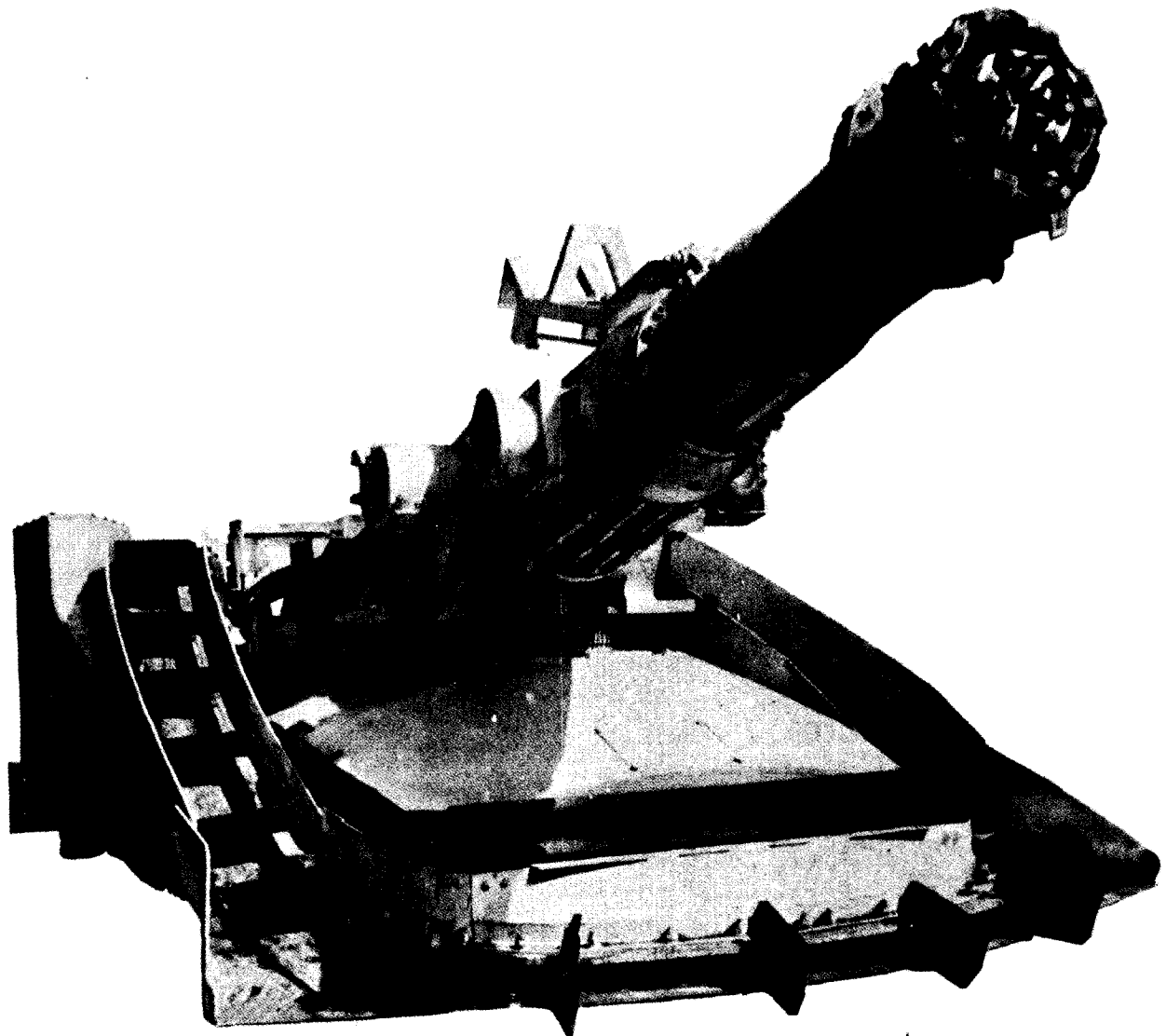
<u>COMPONENTES</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Conjunto de brazo con reductor y motor	2,44 x 0,535 de Ø	1,78
Cabeza de rozado (sin picas)	4,06 x 4,05 de Ø	0,25
Tolva de cinta transportadora	3,85 x 0,31	0,81
Soporte de brazo y torreta	1,945 x 1,27 x 1,42	4,93
Transportador de banda articulado	2,91 x 1,345 x 0,47	0,86
Panel de controles -- electricos	0,78 x 0,75 x 0,7	0,41
Bastidor principal -- con conjunto de orugas	4,1 x 1,37 x 0,43	5,69 (cada mitad)
Depósito del aceite hidráulico (vacío)	2,085 x 1,005 x 0,735	0,76
Reductor de la cinta - transportadora, con motor y soporte	1,4 x 0,85 x 0,99	1,1
Unidad motriz con motor eléctrico, bomba y placa de base	1,32 x 0,61 x 0,43	0,71

AITEMIN

Hoja n.º 53.-

MAQUINA : MK - 2A
FABRICANTE : DOSCO (U.K)

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : MK - 2B REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,3	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9,7	m
2.2 Anchura.....	2,7	m
2.3 Altura.....	1,9	m
2.4 Peso.....	37,2	tonelada
2.5 Número y situación de los gatos de esta- bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen- tes.....		VER TABLA
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : MK - 2B REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	82	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	2,65	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 45	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	50,-	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,1	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	260,59,45 y 76055	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,46 y 3,45	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,9	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,11	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	0 - 11,1	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	26	toneladas

MAQUINA : MK - 2 B REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,21 y 0,07	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,61	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,3	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,15	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	200	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : MK - 2B REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	5	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	681	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y cuatro gatos hidráulicos horizontales en los laterales de anclaje en las paredes.
- 2.8 Cuatro están trabajando en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB.
- 7.3 Aquacent ligero o pesado ó Aceite mineral P.W.L.C.

MAQUINA : MK - 2B REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
 MAQUINA DOSCO MK-2B.

<u>DENOMINACION</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Pala de carga (sin reductora y motores)	2,145 x 1,5 x 0,74	2,24
Bastidor de orugas	3,45 x 0,67 x 0,62	3,735
Panel de control	1,2 x 0,87 x 1,05	0,57
Soporte del brazo	2,9 x 1,4 x 0,97	4,665
Bomba hidráulica	1,9 x 0,7 x 0,9	1,335
Tanque de aceite	1,24 x 1,04 x 0,87	0,66
Caja reductora	0,96 x 0,68 x 0,57	0,4

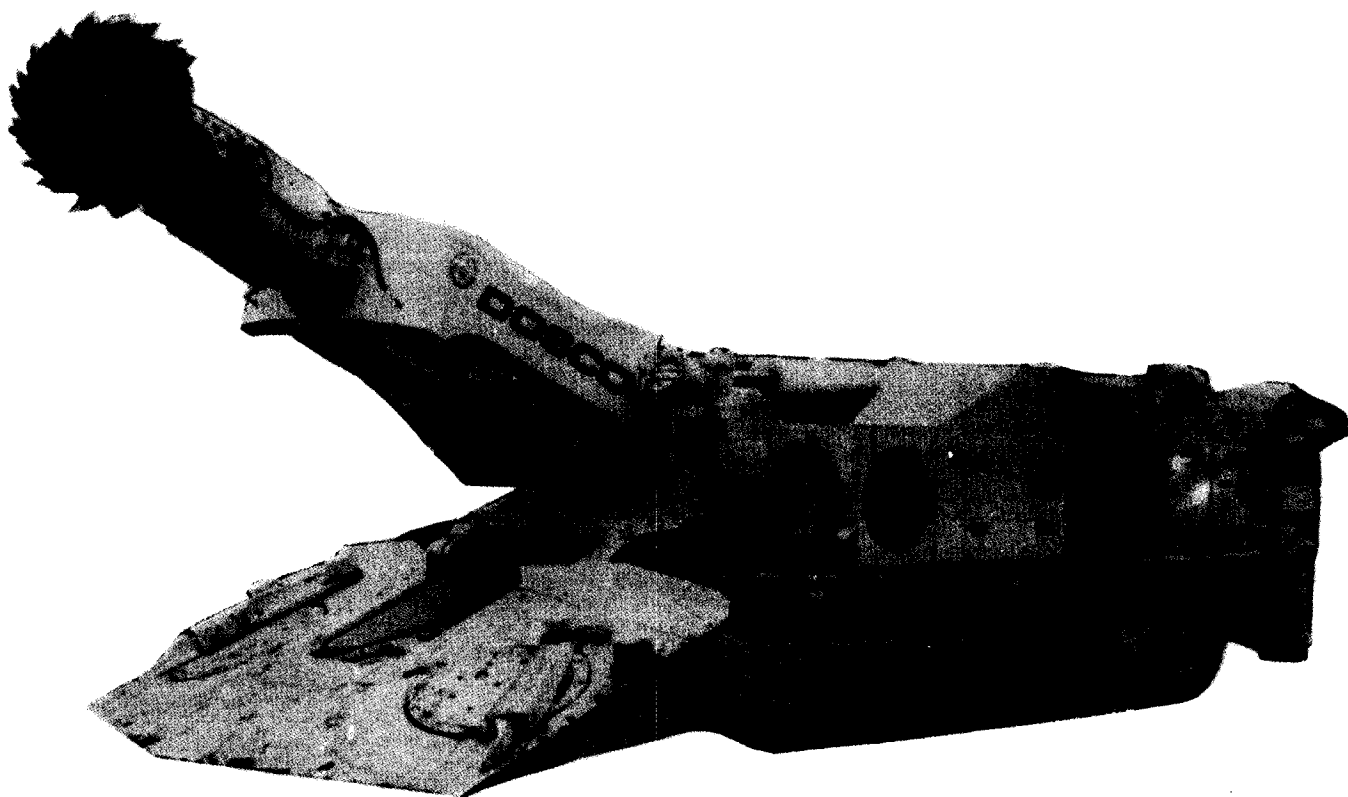
AITEMIN

MAQUINA : MK - 2B

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : DOSCO (U.K)

ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : MK - III REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,4	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	12,5	m
2.2 Anchura.....	4	m
2.3 Altura.....	2,5	m
2.4 Peso.....	70	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		VER TABLA
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : MK - III REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	142,5	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,5	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	406,162,162,162	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	25 y 50	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,84 y 5,7	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.		m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,12	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	1,5 - 9,48	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	41	toneladas

MAQUINA : MK - III REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS, 2 x 30 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 22,5 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	4	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	1140	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,66	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	300	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000 - 1100	V

MAQUINA : MK - III REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	3	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1220	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 2.8 Doce en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB.
- 7.3 Aquacent ligero o pesado.

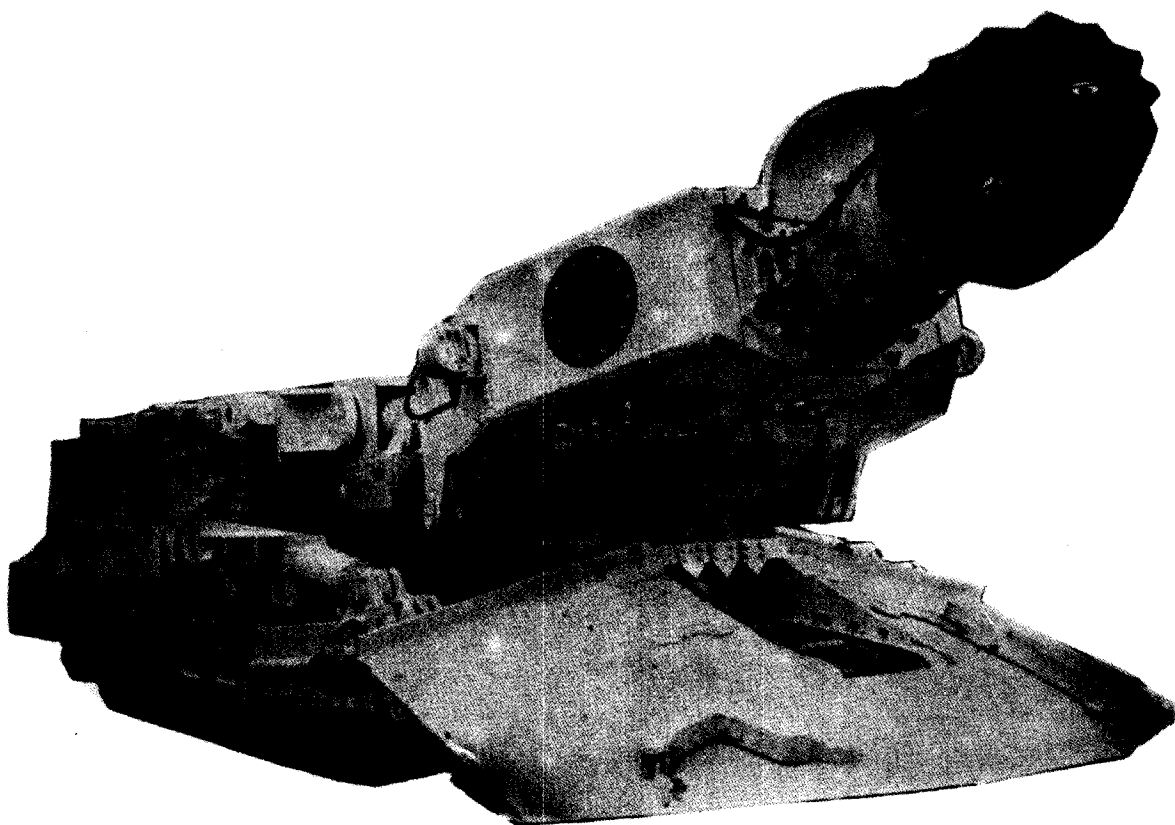
AITEMIN

MAQUINA : MK - III

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : DOSCO (U.K)

ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : TB - 600 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	10,6	m
2.2 Anchura.....	3,2	m
2.3 Altura.....	2,9	m
2.4 Peso.....	81,3	tonelada:
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1973	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	VER ANEXO	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : TB - 600 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	2 x 190 Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA
3.3 Tipo de reductor.....	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO
3.5 Longitud del brazo.....	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	2 RADIALES
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	18 y 60 rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	4 x 9,25 KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,7 y 2,2 m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,34 m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14 MPa
4.7 Velocidad de translación.....	1,3 y 3,4 m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	74 toneladas

MAQUINA : TB - 600 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS, 2 x 33 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 22 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	4	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,22 y 0,06	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,66	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 75	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,45 - 2,2	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2
6.2 Potencia total instalada.....	395/625 ó 473/750KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000 - 1100 V

MAQUINA : TB - 600 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	6	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....		litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales situados en la parte trasera.
- 2.8 Uno trabajando en las hulleras inglesas, adquirida por el NCB.
- 7.3 Aquacent ligero o pesado, Aceite mineral.

AITEMIN

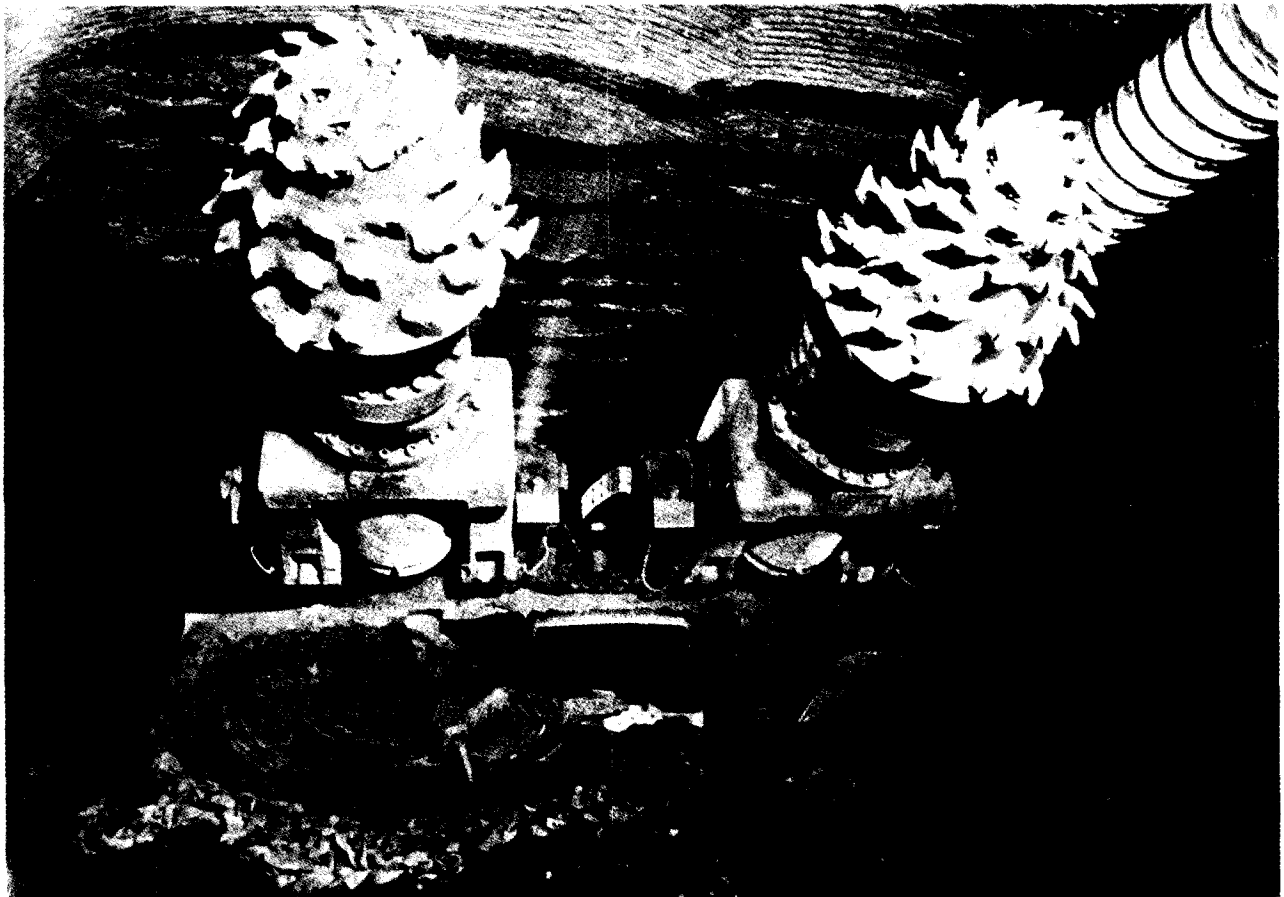
Hoja n.º 70.-

MAQUINA : TB - 600

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : DOSCO (U.K)

ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : TB - 2000 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	2,9	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	12,7	m
2.2 Anchura.....	3,6	m
2.3 Altura.....	1,2	m
2.4 Peso.....	61	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : TB 2000 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	2 x 150	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	2 RADIALES	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso		m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,61 y 3,15 m	
4.4 Separación de los centros de las orugas.	3,15 m	
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2 m	
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14 MPa	
4.7 Velocidad de translación.....	3,6 - 12	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	41	toneladas

MAQUINA : TB 2000 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....		m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,76	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,98	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	0,53 - 1,7	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	3	
6.2 Potencia total instalada.....		KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : TB 2000 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	2 x 3	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....		
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1365	litros

ANEXO

2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.

AITEMIN

Hoja n.º 75.-

MAQUINA : TB - 2000
FABRICANTE : DOSCO (U.K)

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : LH - 1300 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,5	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9,5	m
2.2 Anchura.....	2,5	m
2.3 Altura.....	1,3	m
2.4 Peso.....	35	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : LH - 1300 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	120	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso		m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	260,124,124,130	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	18,17,33 y 50	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	— y 2,9	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,12	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..		MPa
4.7 Velocidad de translación.....		m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	13	toneladas

MAQUINA : LH - 1300 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	696	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,07	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	0,3 - 1,86	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,15	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	239	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : LH - 1300 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	2	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....		
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	900	litros

ANEXO

2.5 Un gato hidráulico vertical en la parte trasera

AITEMIN

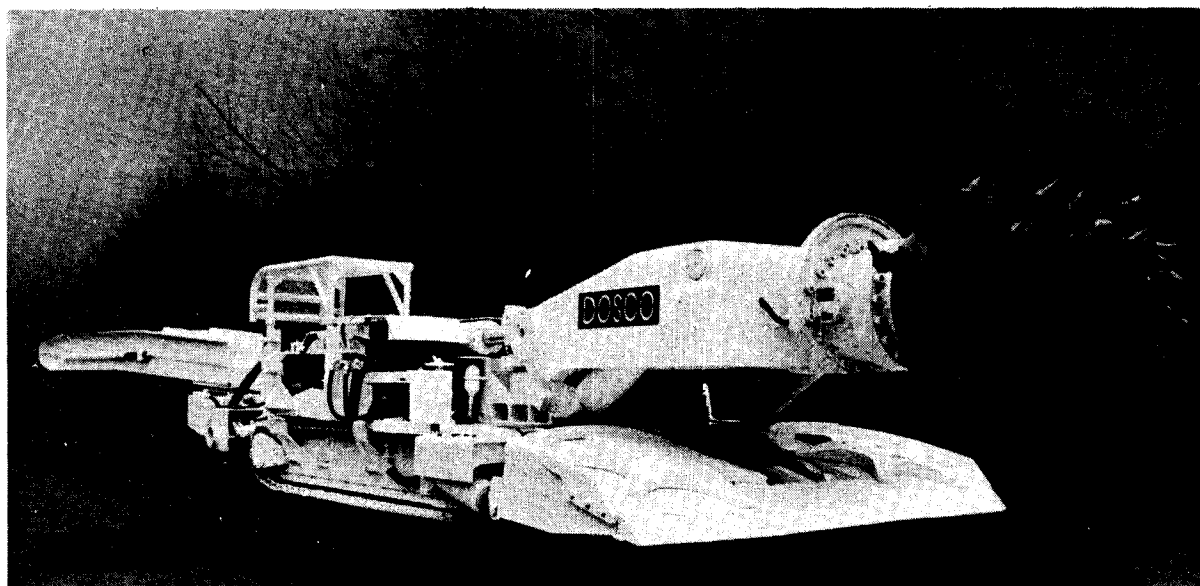
Hoja n.º 80.-

MAQUINA : LH - 1300

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : DOSCO (U.K)

ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....		m
1.2 Anchura máxima de arranque.....		m
1.3 Altura mínima de arranque.....	5,7	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,9	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....		grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....		grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	103	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,4	m
2.2 Anchura.....	2,4	m
2.3 Altura.....	1,6	m
2.4 Peso.....	23,4	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....	VER TABLA	
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1974	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	37,49,60 y 67	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5	Longitud del brazo.....	3,07	m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....	± 53	grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....	60, 62	grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,89	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	160,33,44,35	KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....	2 x 18	KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,35 y 2,44	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	1,14	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,13	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	0 - 7,2	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS, 2 x 27,6 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS, 2 x 27,6 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	2,4	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	184	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga		m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,51	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,09	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	159/93	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 3	
7.2 Presión de trabajo.....	10,5 - 14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	590	litros

ANEXO

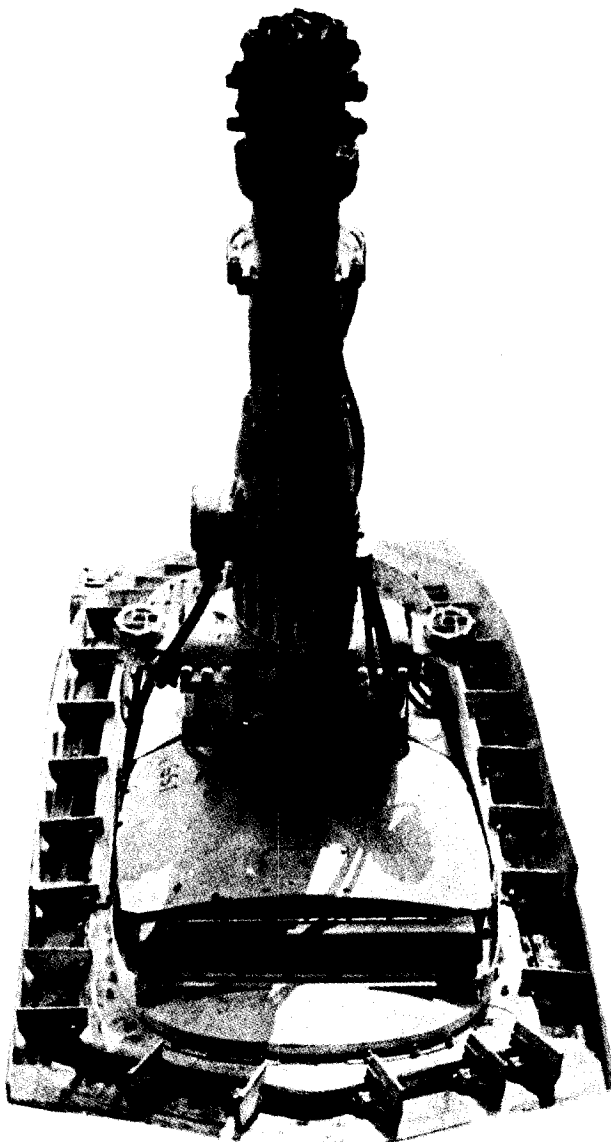
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y cuatro gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 7.3 Aguacent ligero o pesado, Aceite mineral P.W.L.C.

MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

TABLA .- PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
MAQUINA DOSCO ROADHEADER 2400.

<u>DENOMINACION</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Conjunto de rozado con reductor y motor	2,44 x 0,536 de Ø	1,78
Cabeza de corte (sin picas)	0,406 x 0,406 de Ø	0,25
Tolva de cinta transportadora	4,166 x 0,31	0,81
Soporte del brazo y plataforma de giro	1,945 x 1,27 x 1,42	4,93
Transportador de banda	2,4 x 1,345 x 0,47	0,86
Panel de controles eléctricos.	0,78 x 0,75 x 0,7	0,41
Bastidor principal con conjunto de orugas	4,415 x 1,2 x 0,43	5,69
Depósito del aceite hidráulico (vacío)	2,085 x 0,813 x 0,735	0,76
Reductor de la cinta -- transportadora, con motor y soporte	1,4 x 0,85 x 0,99	1,11
Unidad motriz con motor eléctrico, bomba y placa de base	1,32 x 0,61 x 0,43	0,71

MAQUINA : ROADHEADER 2400 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : SL - 120 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	4,3	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9,2	m
2.2 Anchura.....	1,5	m
2.3 Altura.....	1,7	m
2.4 Peso.....	33	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		VER TABLA
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1971	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : SL - 120 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	82	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	3,03	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....		
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....		
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	t 29	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	47 y 24	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,095	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	—,53,50,71	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,4 x 2,76	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.		m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,13	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5,8 y 13,8	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	26	toneladas

MAQUINA : SL - 120 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	2	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,8	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,2	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	164	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : SL - 120 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 4	
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....		
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	455	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y cuatro gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 2.8 Uno en las hulleras inglesas, adquiridas por el NCB.

MAQUINA : SL - 120 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : DOSCO (U.K) ESPAÑA : SETEC

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
 MAQUINA DOSCO SL 120.

<u>DENOMINACION</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Soporte del brazo	1,41 x 1,4 x 0,6	1,5
Panel de control	3,4 x 0,55 x 0,88	0,75
Tanque de aceite (vacío)	2,73 x 0,51 x 0,78	0,7
Pala de carga	2 x 2,17 x 0,75	1,6
Bastidor de orugas	2,83 x 0,61 x 0,69	2,8
Cabeza de corte	1,34 x 0,55 de Ø	1,6
Reductor	0,68 x 0,57 x 0,96	0,46
Bomba hidráulica	1,9 x 0,78 x 0,55	1,1

AITEMIN

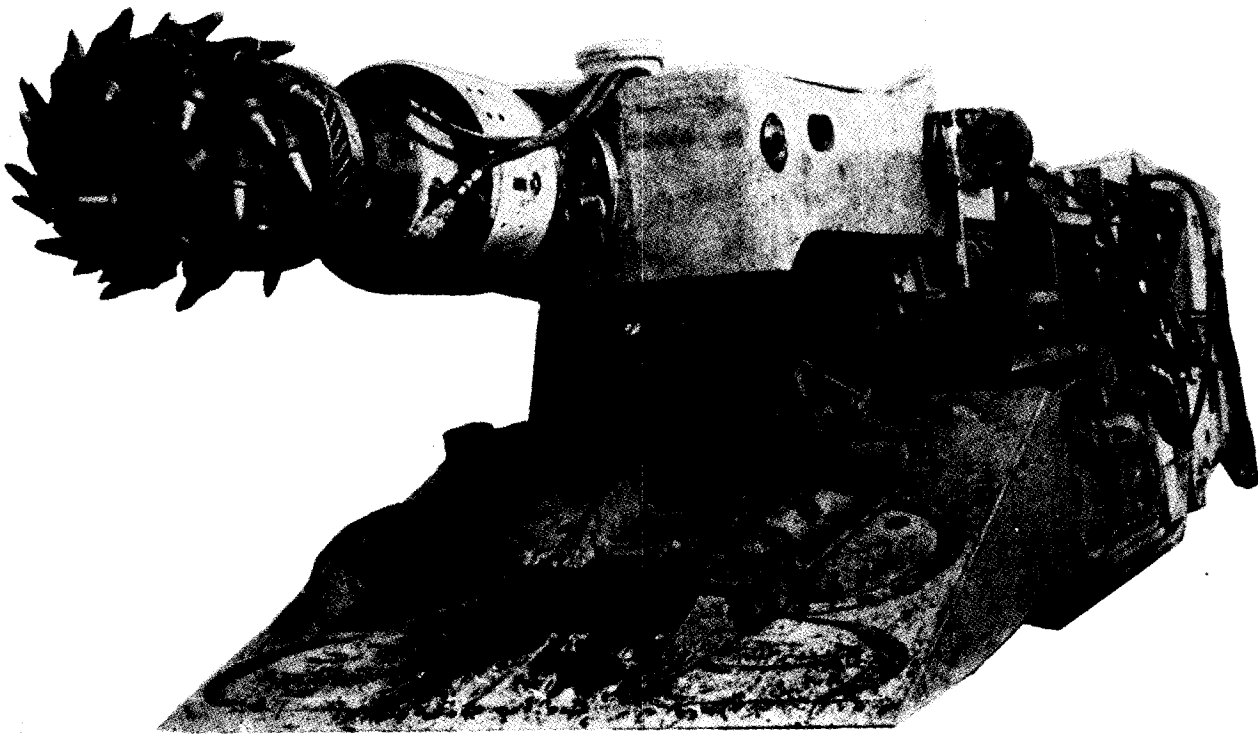
Hoja n.º 92.-

MAQUINA : SL - 120

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : DOSCO (U.K)

ESPAÑA : SETEC



MAQUINA : ET - 160

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : EICHOFF

ESPAÑA : SINDUCOR

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	7,1	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,2	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	15 - 20	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	15 - 20	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	15	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	80	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	13,4 - 13,7	m
2.2 Anchura.....	3,1	m
2.3 Altura.....	1,8	m
2.4 Peso.....	65	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....	VER ANEXO	
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1980	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	VER ANEXO	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : ET - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : SINDUCOR

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	160 - 250	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	PLANETARIO	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5	Longitud del brazo.....	4,6	m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....	± 38	grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....	52 y 30	grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL O RADIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,25	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....	45, 54 y 61	rpm
		32, 39 y 46	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....		KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,6 y 3,5	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	2,5	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	0,18	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	2,3 - 8,5	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....	66	toneladas

MAQUINA : ET - 160

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : EICKHOFF

ESPAÑA : SINDUCOR

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 18,5 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3,65 - 5,65	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,35 y 0,2	m
5.6 Capacidad de carga.....	215	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,63	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,92	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	35	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,7 y 2,76	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,27	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	360/450	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	380-500-1000	V

MAQUINA : ET - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : EICKOFF ESPAÑA : SINDUCOR

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	7	
7.2 Presión de trabajo.....	22	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	575	litros

ANEXO

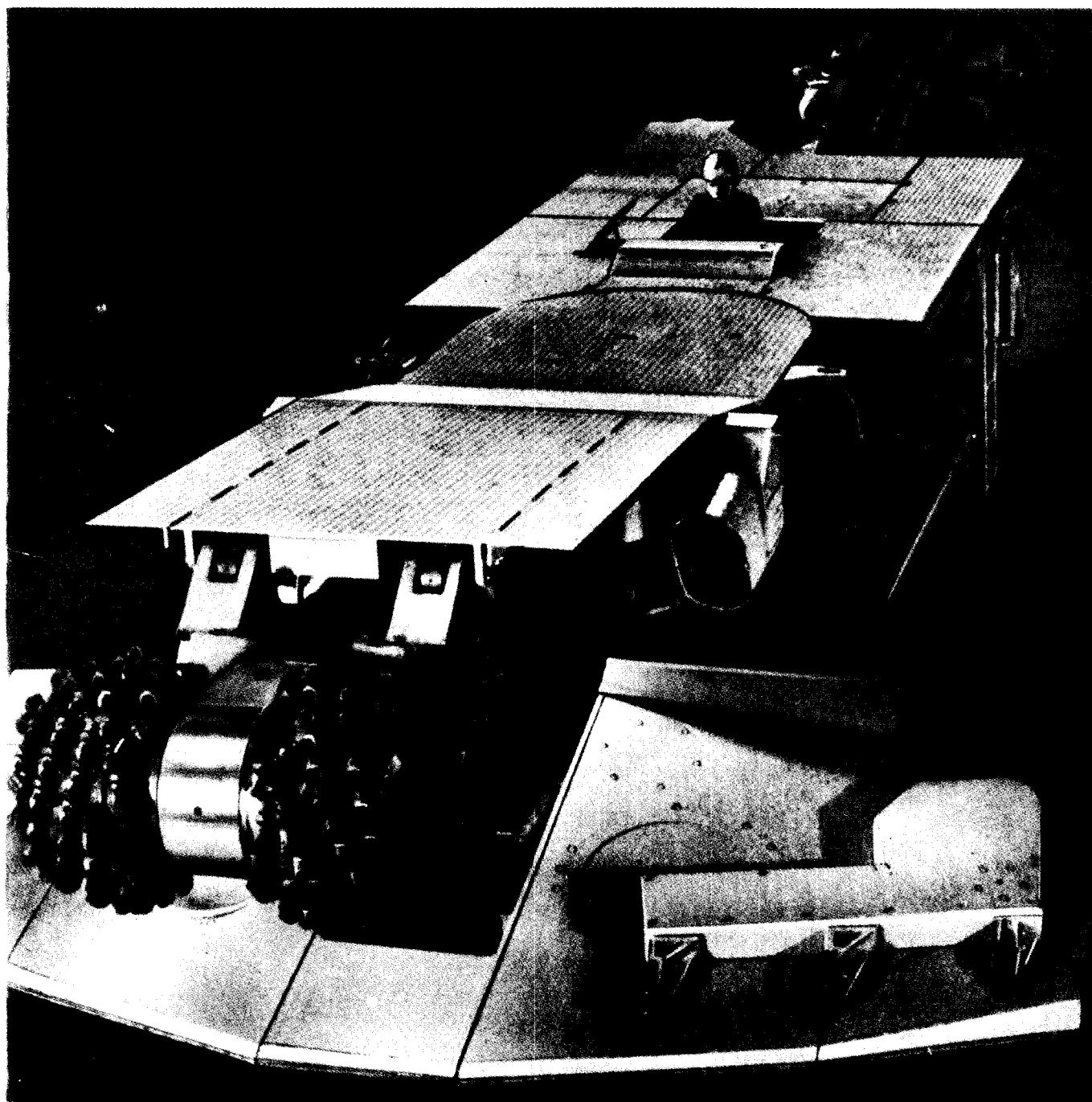
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 2.6 Orugas; 6,5 ó 4,5 toneladas, 4,2 x 0,75 x 0,68 m Armazón de sustentación, 3 x 1,15 x 0,85 m
- 2.8 Uno en una mina alemana de carbón y otra en una mina alemana de potasa.
- 7.3 Aceite mineral o Fluído poco inflamable.

AITEMIN

Hoja n.º 97.-

MAQUINA : ET - 160
FABRICANTE : EICHOFF

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : SINDUCOR



MAQUINA : EVA - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : IMPORMAK

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....		m
1.2 Anchura máxima de arranque.....		m
1.3 Altura mínima de arranque.....	6,4	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,2	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....		grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....		grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	80	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	11,2	m
2.2 Anchura.....	4,4	m
2.3 Altura.....	1,8	m
2.4 Peso.....	50	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : EVA - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : IMPORMAK

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	160	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....		
3.3 Tipo de reductor.....		
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso		m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 3,9m	
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,76	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..		MPa
4.7 Velocidad de translación.....	2,6 - 6,5	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : EVA - 160

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : EICKHOFF

ESPAÑA : IMPORMAK

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 22 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 22 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	3,8 - 4,4	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,63	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,9	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,8	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

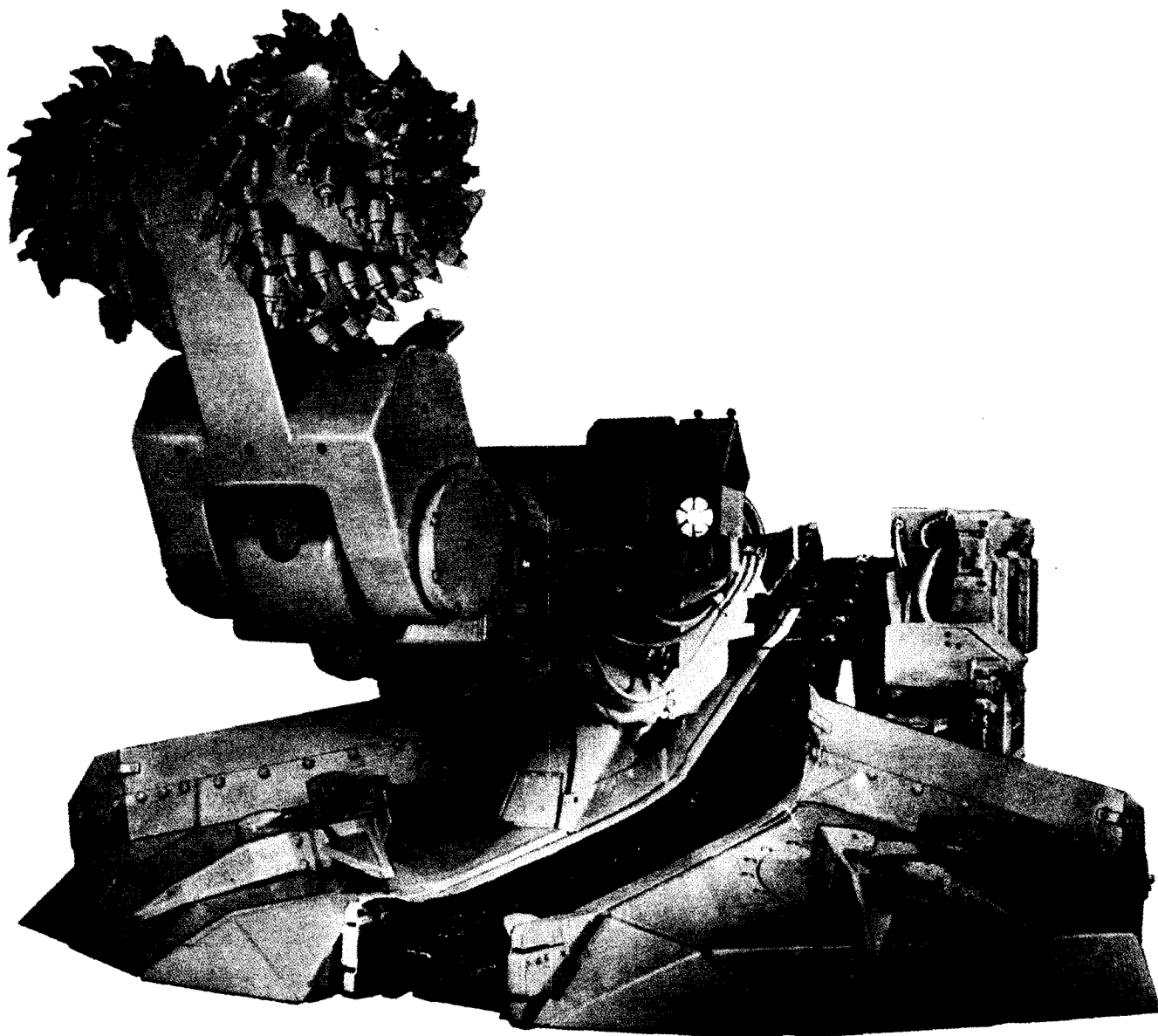
6.1 Número de motores eléctricos.....		
6.2 Potencia total instalada.....	311	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

AITEMIN

Hoja n.º 102.-

MAQUINA : EVA - 160
FABRICANTE : EICKHOFF

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : IMPORMAK



MAQUINA : EVR - 200
 FABRICANTE : EICKHOFF

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA : IMPORMAK

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....		m
1.2 Anchura máxima de arranque.....		m
1.3 Altura mínima de arranque.....	9,3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	7,3	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	15	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	15	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	16	m
2.2 Anchura.....	4,6	m
2.3 Altura.....	2,8	m
2.4 Peso.....	75	tonelada
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : EVR - 200 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : IMPORMAK

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	120,160 y 200	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....		
3.3	Tipo de reductor.....		
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5	Longitud del brazo.....		m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,3	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....		KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,6 y 4,5	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	2,4	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...		m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..		MPa
4.7	Velocidad de translación.....	1,6 - 3,9	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : EVR - 200 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : IMPORMAK

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3,5	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,68	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,6 - 1,3	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	0,7 - 2	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....		
6.2 Potencia total instalada.....	301/341/381	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

MAQUINA : EVR - 200 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : EICKHOFF ESPAÑA : IMPORMAK

7.- EQUIPO HIDRAULICO

- 7.1 Número y tipo de bombas.....
- 7.2 Presión de trabajo..... MPa
- 7.3 Líquido hidráulico utilizado.....
- 7.4 Capacidad del depósito de aceite.... litros

ANEXO

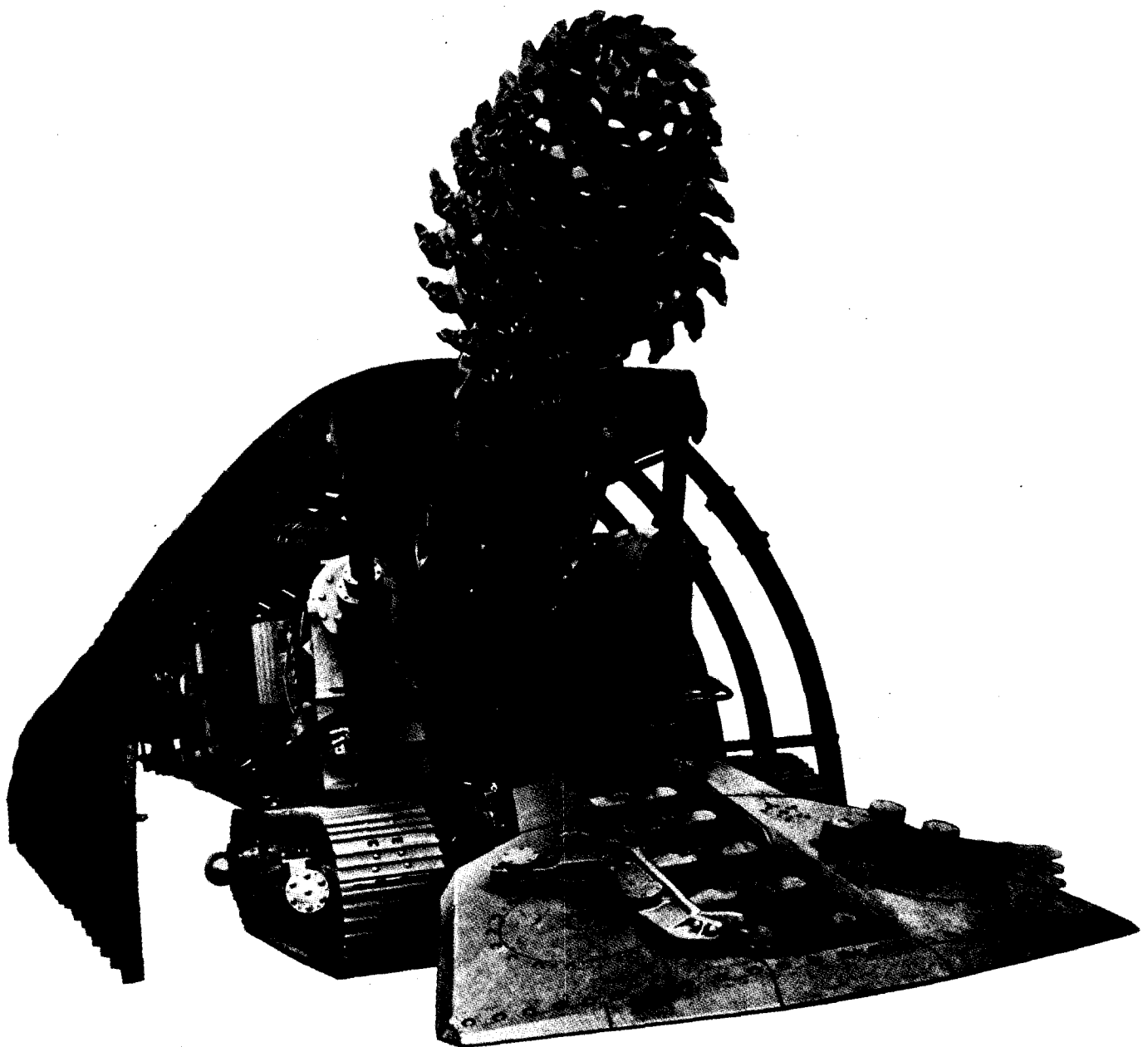
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y 4 gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.

AITEMIN

Hoja n.º 107.-

MAQUINA : EVR - 200
FABRICANTE : EICKHOFF

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : IMPORMAK



MAQUINA : F6-HKF REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : HUNGRIA ESPAÑA : MINASA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	1,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	4,5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,7	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	3,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	15	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	15	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	15	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la roca que puede ser arrancada.....	50	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,5	m
2.2 Anchura.....	1,3	m
2.3 Altura.....	1,7	m
2.4 Peso.....	11	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de estabilización.....	NO TIENE	
2.6 Dimensiones de sus principales componentes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1981	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	1	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : F6-HKF REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : HUNGRIA ESPAÑA : MINASA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	30	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AIRE	
3.3	Tipo de reductor.....	RUEDAS DENTADAS	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5	Longitud del brazo.....	0,46 - 0,53 m	
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	HIDRAULICAMENTE	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	HIDRAULICAMENTE	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....	40	grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....	53 y 29	grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,5	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	--, 42, 42, 19	KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....	2 x 5,4	KW
4.2	Tipo de motores.....	2	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,27 y 2	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	0,1	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	14	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,1	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	5	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : F6-HKF
 FABRICANTE : HUNGRIA

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA : MINASA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 5,4 kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 5,4	
5.4 Anchura de la pala.....	1,4-2-3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,15 y 0,1	m
5.6 Capacidad de carga.....	30 - 60	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,1	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,3	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,11	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	7	
6.2 Potencia total instalada.....	65,8	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	380-500	V

MAQUINA : F6-HKF REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : HUNGRIA ESPAÑA : MINASA

7.- EQUIPO HIDRAULICO

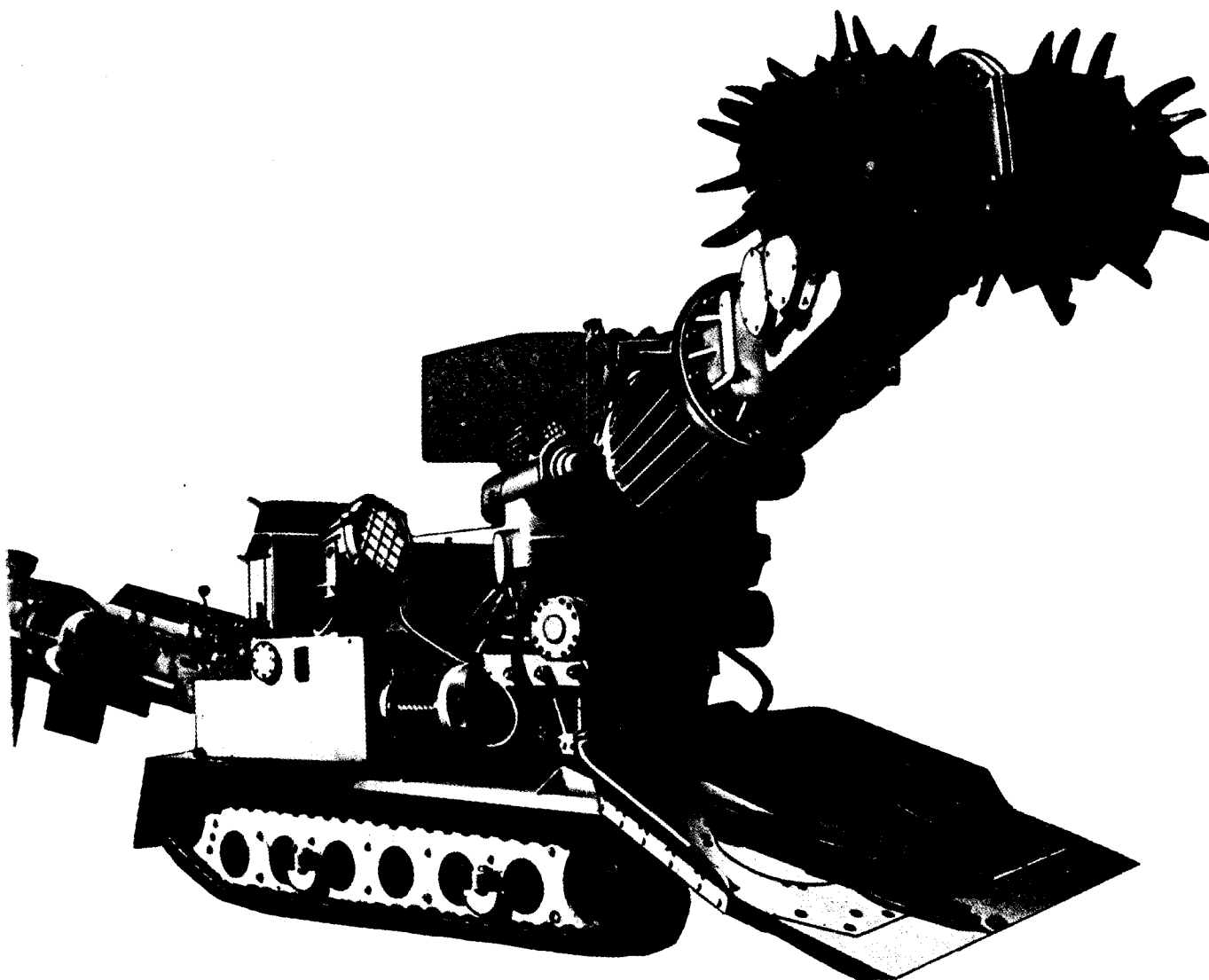
7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....	15	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	120	litros

ANEXO

7.3 Aceite hidráulico. H20 y H30 y Líquido incombustible. BREOX-
HYDROLUBLE NF 46 PC 2181.

MAQUINA : F6-HKF
FABRICANTE : HUNGRIA

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MINASA



MAQUINA : F8-1

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : HUNGRIA

ESPAÑA : MINASA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,7	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	3,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	15	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	15	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	15	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,5	m
2.2 Anchura.....	2	m
2.3 Altura.....	1,7	m
2.4 Peso.....	20	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta- bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen- tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1978	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	5	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : F8-1

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : HUNGRIA

ESPAÑA : MINASA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	70	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AIRE	
3.3 Tipo de reductor.....	RUEDAS DENTADAS	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	0,46 - 0,53 m	
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	HIDRAULICAMENTE	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....		
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	40	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	± 45	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....		
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,45	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	--, 42, 42, 26	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	2 x 10	KW
4.2 Tipo de motores.....		
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,36 y 2,3	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,12	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,11	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	4	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	14	toneladas

MAQUINA : F8-1

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : HUNGRIA

ESPAÑA : MINASA

**5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.**

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 10 KW	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 10 KW	
5.4 Anchura de la pala.....	1,46 -2-3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	± 0,15	m
5.6 Capacidad de carga.....	30 - 90	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,1	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	15	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,135	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	7	
6.2 Potencia total instalada.....	132,2	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	380-500	V

MAQUINA : F8-1
FABRICANTE : HUNGRIA

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MINASA

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....	15	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	200	litros

ANEXO

2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera y otros dos en la parte trasera.

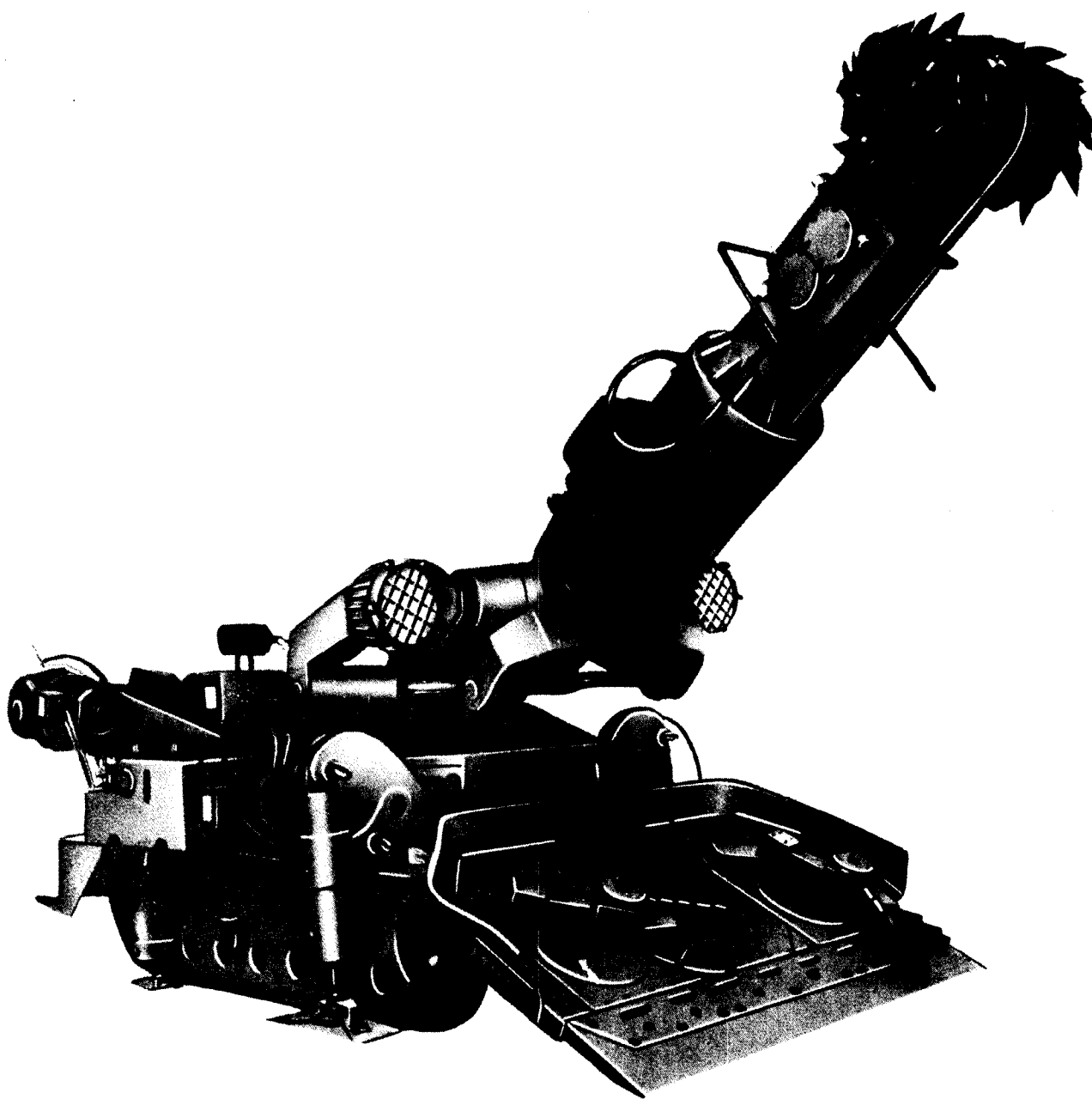
7.3 Aceite hidráulico H20 x H30 y Líquido incombustible BREOX - HYDROLUBLE NF 46 PC 2181 BP.

AITEMIN

Hoja n.º 117.-

MAQUINA : F8-1
FABRICANTE : HUNGRIA

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MINASA



MAQUINA : E - 195
 FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA :

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,2	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,2	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	16	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....		MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	11,7	m
2.2 Anchura.....	2,4	m
2.3 Altura.....	1,9	m
2.4 Peso.....	43	tonelada.
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : E - 195 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : PAURAT ESPAÑA :

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	170	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	3,85	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 32	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	40 y 16	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,15	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	160,190,75 y 95KN	
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	50	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y --	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,9	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,15	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	9,3-18,6	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	16	toneladas

MAQUINA : E - 195
 FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA :

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS, 2 x 15 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	2,8	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,28 y 0,28	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,61	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,5	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1 - 1,69	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,24	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	263	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000	V

MAQUINA : E - 195
FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA :

7.- EQUIPO HIDRAULICO

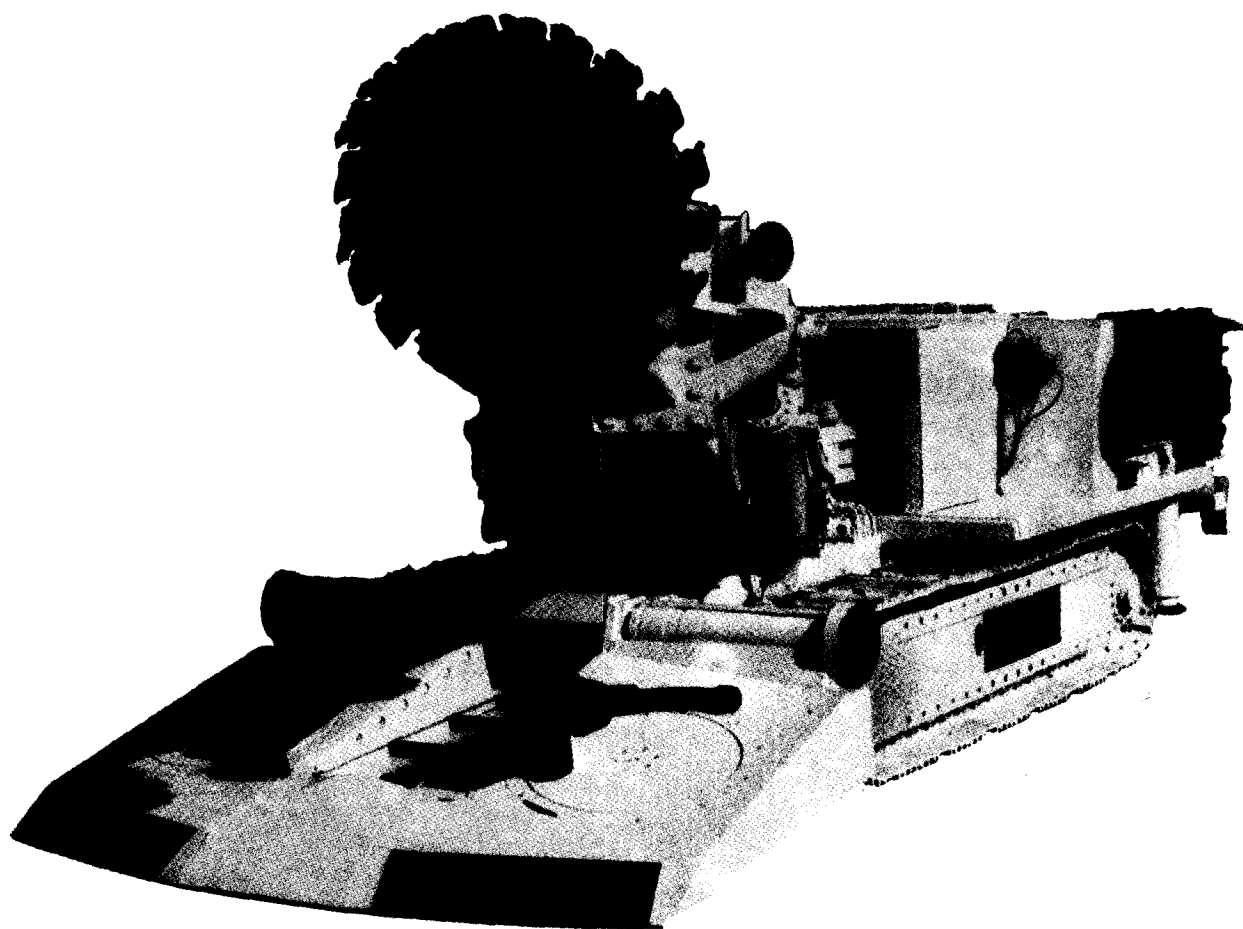
- 7.1 Número y tipo de bombas.....
- 7.2 Presión de trabajo..... MPa
- 7.3 Líquido hidráulico utilizado..... VER ANEXO
- 7.4 Capacidad del depósito de aceite.... litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera, dos gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 7.3 H.F.C. (agua/glicol), H.F.B. (agua/aceite) y H.F.C. (agua/glicol), Aceite mineral.

MAQUINA : E - 195
FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA :



MAQUINA : E - 200 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT ESPAÑA :

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	5,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	7,6	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	6	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	16	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	8	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la roca que puede ser arrancada.....	140	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	13,5	m
2.2 Anchura.....	3,6	m
2.3 Altura.....	2,7	m
2.4 Peso.....	110	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....	max 6 x 1,6 x 1 m, 7t	
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1981	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	2 en ALEMANIA FEDERAL	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : E - 200
 FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA :

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	150 y 300	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5	Longitud del brazo.....	5,59	m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....	± 3,85	grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....	36 y 24	grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL O AXIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,25	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	VER ANEXO	KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....	18 y 36 16 y 32	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....		KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,8 y 3,83	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	2,8	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,18	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	4,6	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....	60	toneladas

MAQUINA : E - 200
 FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
 ESPAÑA :

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	2	TRANSP. CURVADOS
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....		ELECTRICOS, 2 x 18 Kw
5.4 Anchura de la pala.....	4,8 - 6	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	— y 0,25	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,65	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,3 y 0,65	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1 - 1,35 - 1,75	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,65	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	462	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000	V

MAQUINA : E - 200
FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA :

7.- EQUIPO HIDRAULICO

- 7.1 Número y tipo de bombas.....
- 7.2 Presión de trabajo..... MPa
- 7.3 Líquido hidráulico utilizado..... VER ANEXO
- 7.4 Capacidad del depósito de aceite.... litros

ANEXO

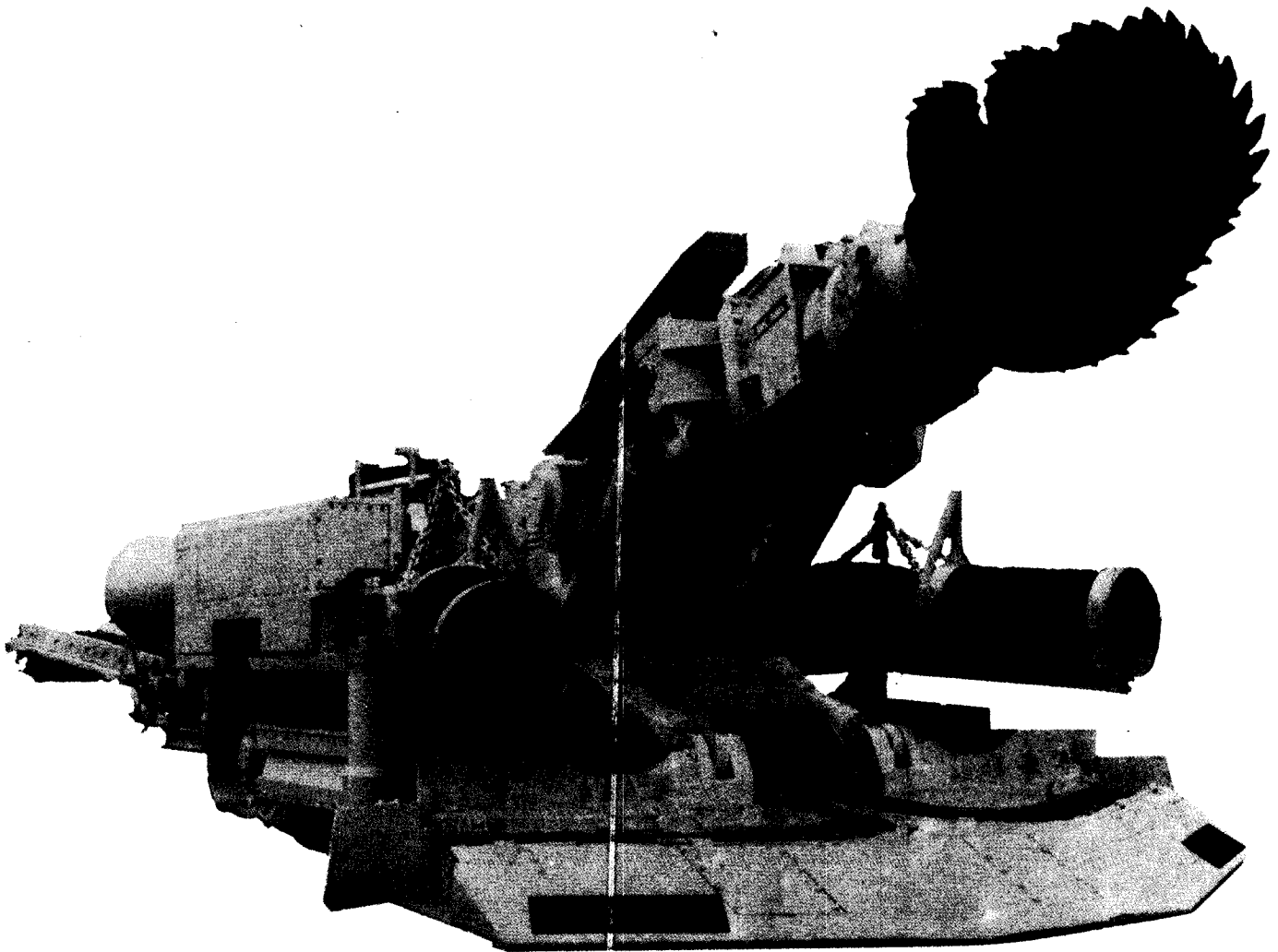
2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera y dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.

3.13 Axiales 600, 200, 200 y 200 KN
Radiales 190, 180, 180 y 160 KN

7.3 Aceite mineral, H.F.B. (agua/aceite), HFC (agua/glicol)

MAQUINA : E - 200
FABRICANTE : PAURAT

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA :



MAQUINA : TITAN E - 134 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	14	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	14	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	9	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	12,3	m
2.2 Anchura.....	4,1	m
2.3 Altura.....	2,2	m
2.4 Peso.....	65	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : TITAN E - 134 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSENE ESPAÑA :

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	115 ó 230	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	5,31	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 3,85	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	30 y 19	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,27	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	250 (penetra.)	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	21 y 41	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,6 y 3,5 m	
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,45	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5,4	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	25	toneladas

MAQUINA : TITAN E - 134 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	2 TRANS. CURVADOS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 30 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	4,15-5,6-6,6	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,25 y 0,25	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga		m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,63	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,43	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	353	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

MAQUINA : TITAN E - 134 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSENESPAÑA :

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	
7.2 Presión de trabajo.....	14 MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.:.....	VER ANEXO
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	150 litros

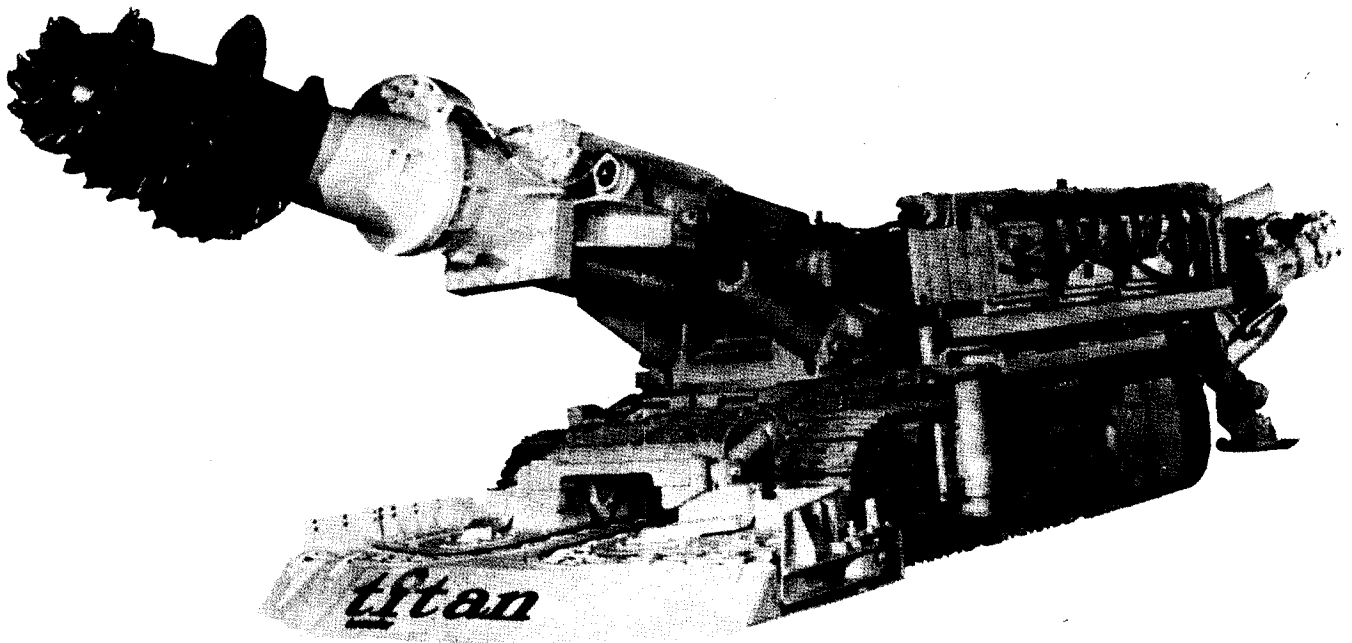
ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera, dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y dos gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 2.8 Tres máquinas hasta 1980, vendidas en Gran Bretaña, Francia, Australia y Alemania Federal.
- 7.3 H.F.B. (agua/aceite), H.F.C. (agua/glicol)

AITEMIN

Hoja n.º 132.-

MAQUINA : TITAN E - 134 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :



MAQUINA : TITAN E - 169 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,4	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,6	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,4	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	18	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	18	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	10,7	m
2.2 Anchura.....	2,4	m
2.3 Altura.....	1,9	m
2.4 Peso.....	46	tonelada
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1978	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : TITAN E - 169 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	80	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	4,49	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 32	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	38 y 19	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,19	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	180 (penet.)	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	41	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 3	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,9	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,12	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	9,3	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	18	toneladas

MAQUINA : TITAN E - 169 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICO, 1 x 22 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	2,8 - 3 - 3,2	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,38 y 0,22	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,54	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transpor tador.....	0,65	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,9	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4,3	
6.2 Potencia total instalada.....	165	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los moto res.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

MAQUINA : TITAN E - 169 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 4	
7.2 Presión de trabajo.....	25	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	H.F.B.	(agua/aceite)
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	360	litros

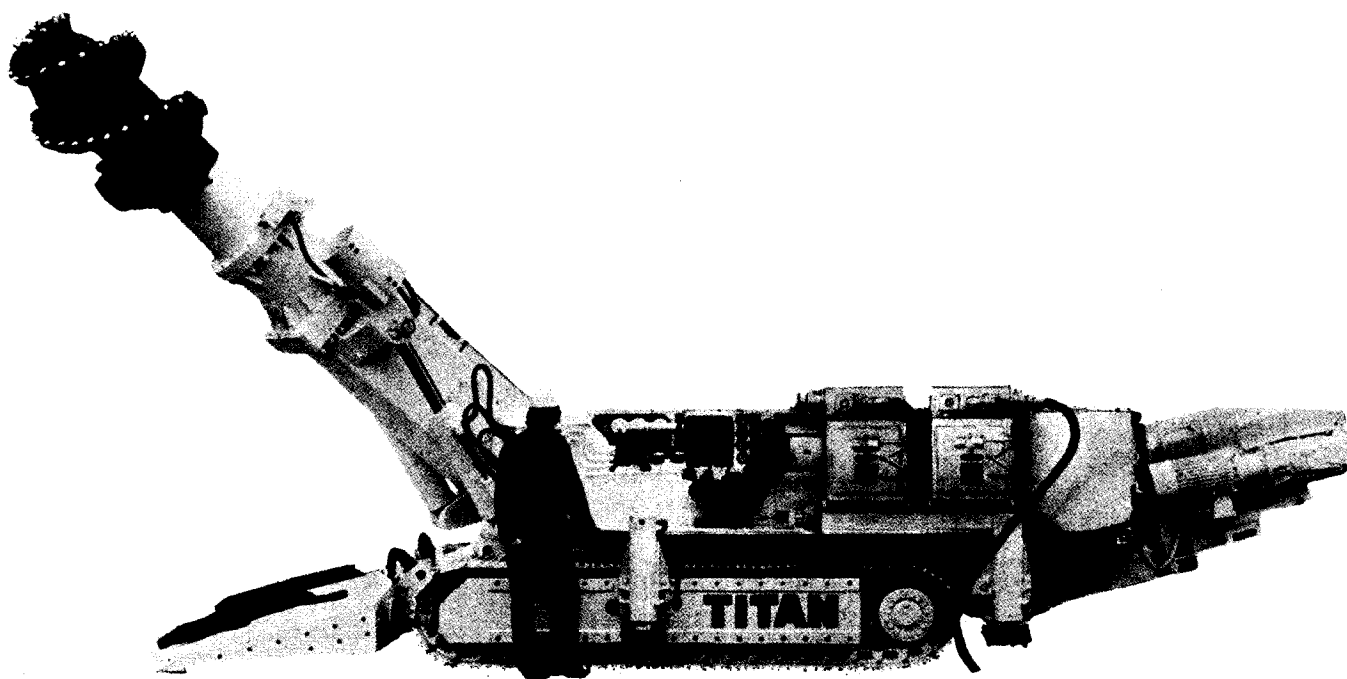
ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera, dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y dos horizontales de anclaje en las paredes.
- 2.8 Nueve vendidas hasta 1980, de las cuales siete han sido vendidas en Alemania Federal.

AITEMIN

Hoja n.º 137.-

MAQUINA : TITAN E - 169 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : PAURAT-THYSSEN ESPAÑA :



MAQUINA : STM - 160

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : SALZGITTER

ESPAÑA : MECAMINAS

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,6	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,2	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,4	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,2	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	18	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	20	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	10	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	10,9	m
2.2 Anchura.....	2,6	m
2.3 Altura.....	1,4	m
2.4 Peso.....	45	tonelada.
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1980	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : STM - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SALZGITTER ESPAÑA : MECAMINAS

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	132 y 160	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	NO	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	3,9	
3.5 Longitud del brazo.....	ORUGAS	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....		
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	+ 40	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	60,—	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,15 , 0,3	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 2,7	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,1	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,22	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,16	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	6 - 12	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	50	toneladas

MAQUINA : STM - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SALZGITTER ESPAÑA : MECAMINAS

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICOS	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS, 2 x 11 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	2,6 - 5,8	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,42 y 0,3	m
5.6 Capacidad de carga.....	300	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,76	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,9	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	0,9 - 2,2	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,37	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	257/229	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000 V	

MAQUINA : STM - 160 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SALZGITTER ESPAÑA : MECAMINAS

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....		
7.2 Presión de trabajo.....	14	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1200	litros

ANEXO

- 2.5 Un gato hidráulico vertical en la parte trasera.
- 7.3 Aceite mineral, Líquido no inflamable HSC.

AITEMIN

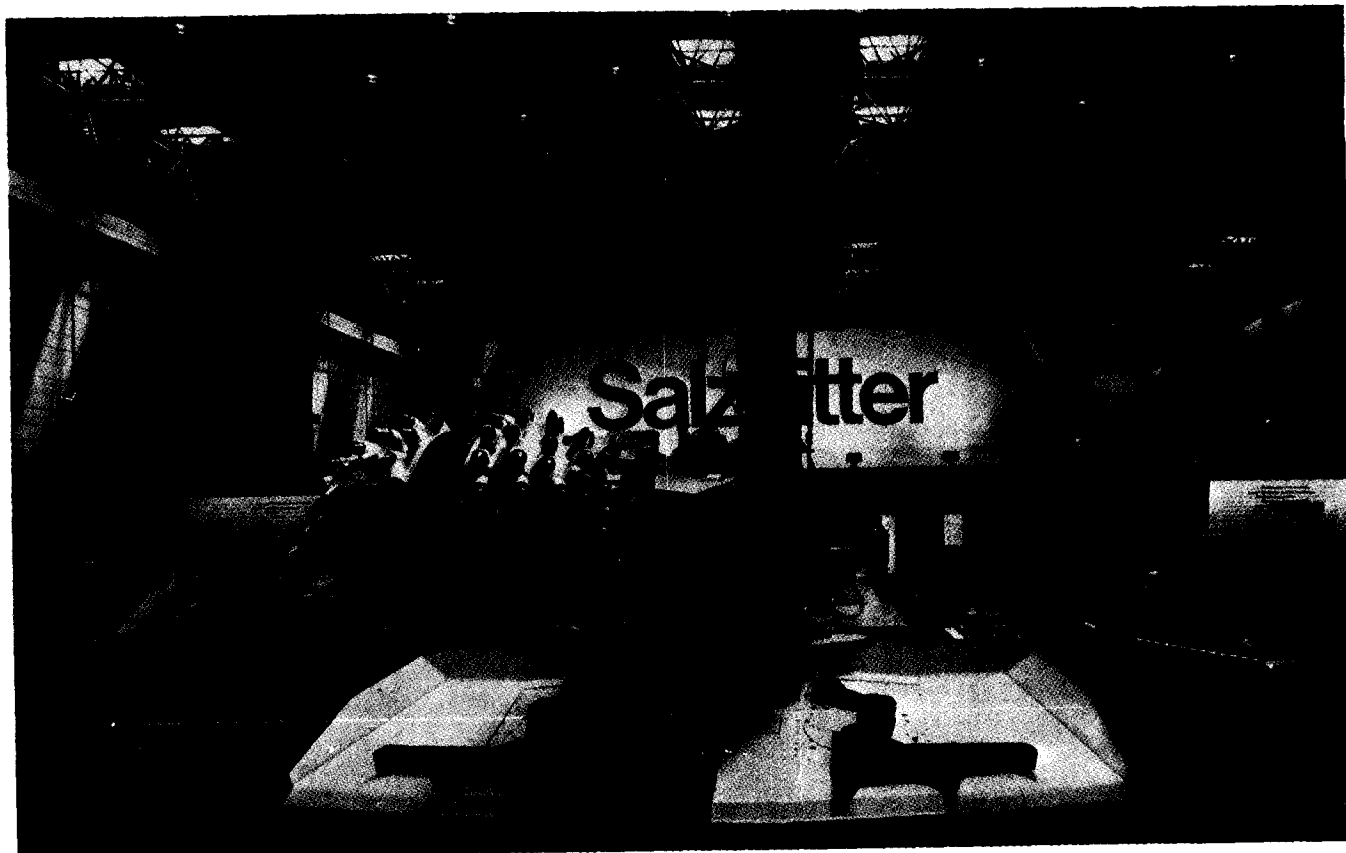
Hoja n.º 142.-

MAQUINA : STM - 160

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : SALZGITER

ESPAÑA : MECAMINAS



MAQUINA : VS-1 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SIEMAG-TRANSPLAN ESPAÑA : MINASA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	2,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	60	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	15	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	25	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	40	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	8,95	m
2.2 Anchura.....	3,8	m
2.3 Altura.....	1,22-2,75	m
2.4 Peso.....	12	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	7 en total	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1965	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	5 en Inglaterra y Esco cia.	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : VS-1 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SIEMAG-TRANS- ESPAÑA : MINASA
 PLAN.

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	48	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AIRE	
3.3 Tipo de reductor.....	PLANETARIO	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5 Longitud del brazo.....	2,8	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 45	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	45 y 15	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	RADIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,15	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	240,25,25,25	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	VER ANEXO	KW
4.2 Tipo de motores.....	VER ANEXO	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	NO APLICABLE	m
4.4 Separación de los centros de las orugas..	NO APLICABLE	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	VER ANEXO	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	VER ANEXO	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	NO APLICABLE	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	0,4	toneladas

MAQUINA : VS-1 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SIEMAG-TRANS- ESPAÑA : MINASA
 PLAN

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICO, 1 x 15 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICO, 1 x 15 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	3	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	NIVEL DEL SUELO	m
5.6 Capacidad de carga.....	150	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,436	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,9	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	20	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,24	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	93,2	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500/550	V

MAQUINA : VS-1 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : SIEMAG- ESPAÑA : MINASA
 TRANSPLAN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1 x 2	
7.2 Presión de trabajo.....	12,7	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	250	litros

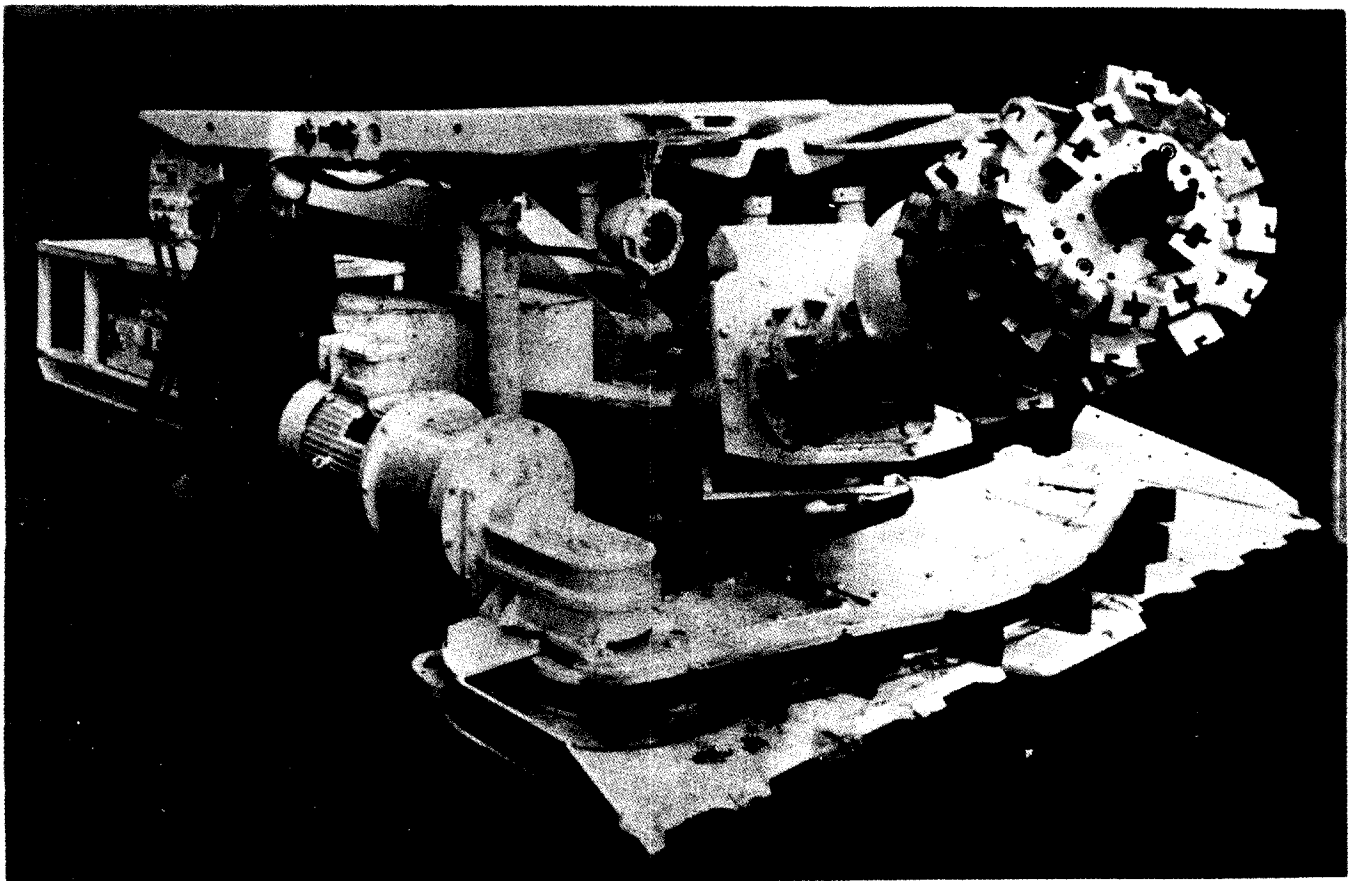
ANEXO

4.1, 4.2, 4.5 y 4.6. Esta máquina desliza en el suelo y avanza me
 diante unos cilindros hidráulicos.

7.3 Emulsión aceite-agua (60/40), Fluído resistente al fuego.

MAQUINA : VS-1
FABRICANTE : SIEMAG-
TRANSPLAN

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MINASA



MAQUINA : AM - 50 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST - ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	4,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	3,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	18	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	5-6	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	60-70	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,5	m
2.2 Anchura.....	1,9	m
2.3 Altura.....	1,6	m
2.4 Peso.....	24	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen <u>t</u> tes.....	VER TABLA	
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1971	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	VER ANEXO	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : AM - 50 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : VOEST - ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	100 - 110	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	2,7	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS H.	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	1 GATO H.	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 36	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	50 y 30	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,1	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	89 y 73	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	2 x 11	KW
4.2 Tipo de motores.....	ELECTRICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,37 y 2,5	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,58	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,12	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,14	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	6	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	51	toneladas

MAQUINA : AM - 50 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST - ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 11 Kw
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 11 Kw
5.4 Anchura de la pala.....	2,2 - 5,3 m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,35 y 0,2 m
5.6 Capacidad de carga.....	150 m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,44 m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,9 m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45 grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,27 m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,16 m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	6
6.2 Potencia total instalada.....	155/170 KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA
6.4 Tensiones de trabajo.....	380/500 y 440/550 V

MAQUINA : AM - 50 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....	20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	260	litros

ANEXO

- 2.5 Un gato hidráulico situado en la parte trasera.
- 2.8 Nueve en España, ocho en Potasas de Navarra y quinientas veinte en el extranjero.
- 7.3 Aceite hidráulico o Aceite mineral.

MAQUINA : AM-50 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST- ESPAÑA : SINDUCOR
 ALPINE

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
 MAQUINA AM - 50.

<u>DENOMINACION</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Brazo de corte	2,7 x 0,15 x 1,2	2,5
Motor	1,2 x 0,5 x 0,5	0,88
Reductor	1,3 x 0,6 x 0,4	
Dispositivo de giro	1,655 x 1,5 x 0,95	
Puente	1,3 x 1,15 x 0,15	1,05
Caja de rodamiento - axial	1,655 x 1,2 x 0,8	2,34
Dispositivo de carga	2 x 1,6 x 0,6	3
Transportador		
Monocadena con unidad motriz	5,8 x 1,4 x 0,65	2,23
Parte posterior	1,7 x 0,58 x 0,65	
Parte anterior	4,1 x 0,58 x 0,5	
Bastidor y mecanismo de translación dere-- cho o izquierdo, con reductor motor y cade na	3,9 x 1 x 0,85	3,73
Parte lateral del bas tidor, derecha o iz-- quierda.	1,9 x 0,87 x 0,55	1,9
Puente del bastidor	1,4 x 1 x 0,7	6,6
Depósito de aceite -- con motor	1,7 x 0,6 x 0,55	0,48
Distribuidor eléctric o antigrisú	1,6 x 1 x 0,6	0,55
Distribuidor eléctric o no antigrisú	1,6 x 1 x 0,6	0,5

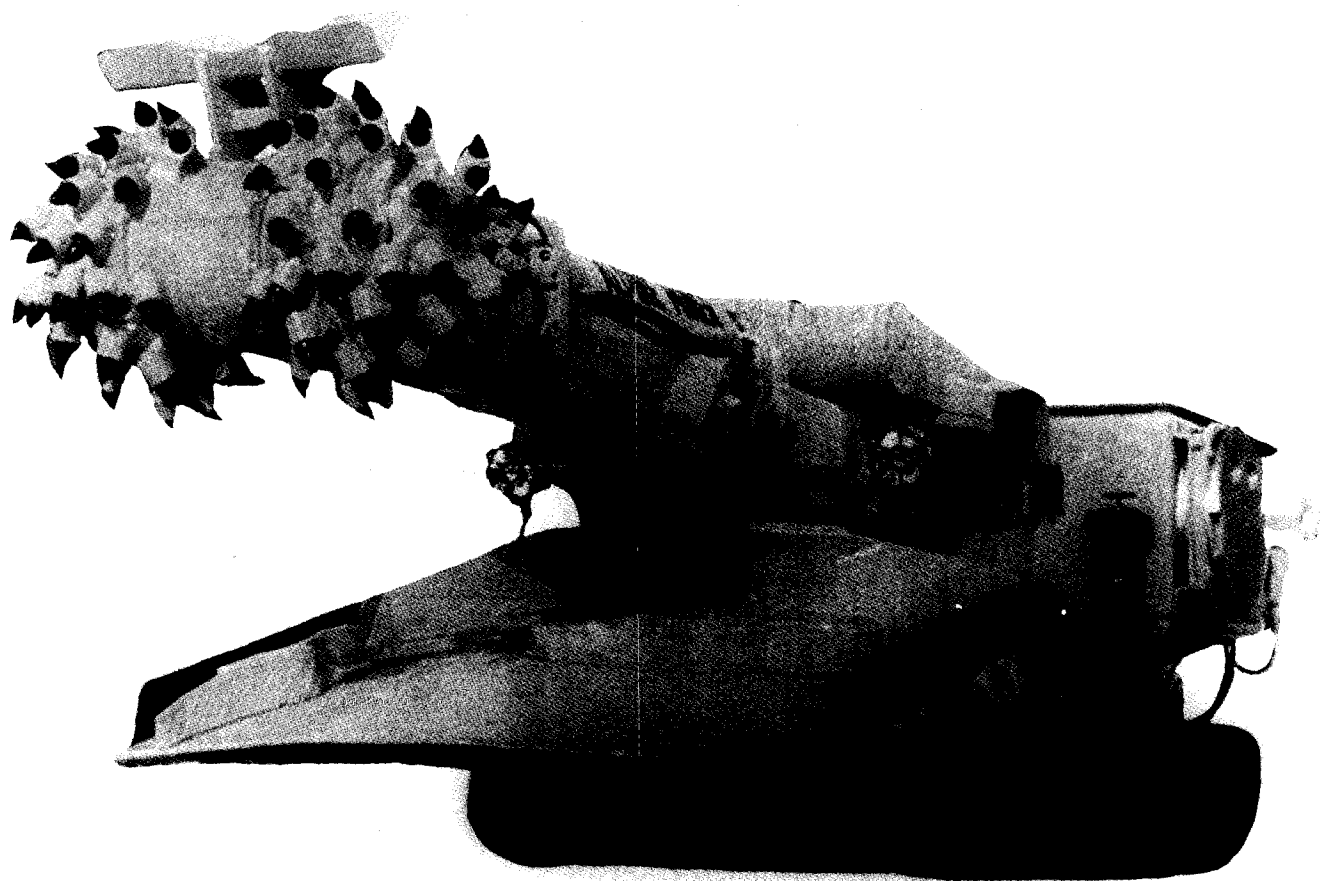
AITEMIN

MAQUINA : AM - 50

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : VOEST-ALPINE

ESPAÑA : SINDUCOR



MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST - ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,8	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,4	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	20-30	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	20-30	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	6-9	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9	m
2.2 Anchura.....	2,8	m
2.3 Altura.....	1,6	m
2.4 Peso.....	43	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		VER TABLA
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1980	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	160	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	3,2	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,3-0,8	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,6-3,46	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,6	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,24-0,42	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,11	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	4,4-13,2	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	70	toneladas

MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST - ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 2 x 30 Kw
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 30 Kw
5.4 Anchura de la pala.....	3,5 m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,5 x 0,3 m
5.6 Capacidad de carga.....	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,5 m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1 m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45 grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,47-1,63 m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,36 m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4
6.2 Potencia total instalada.....	295 KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000 V

MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	1	
7.2 Presión de trabajo.....	18 - 26	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....		litros

ANEXO

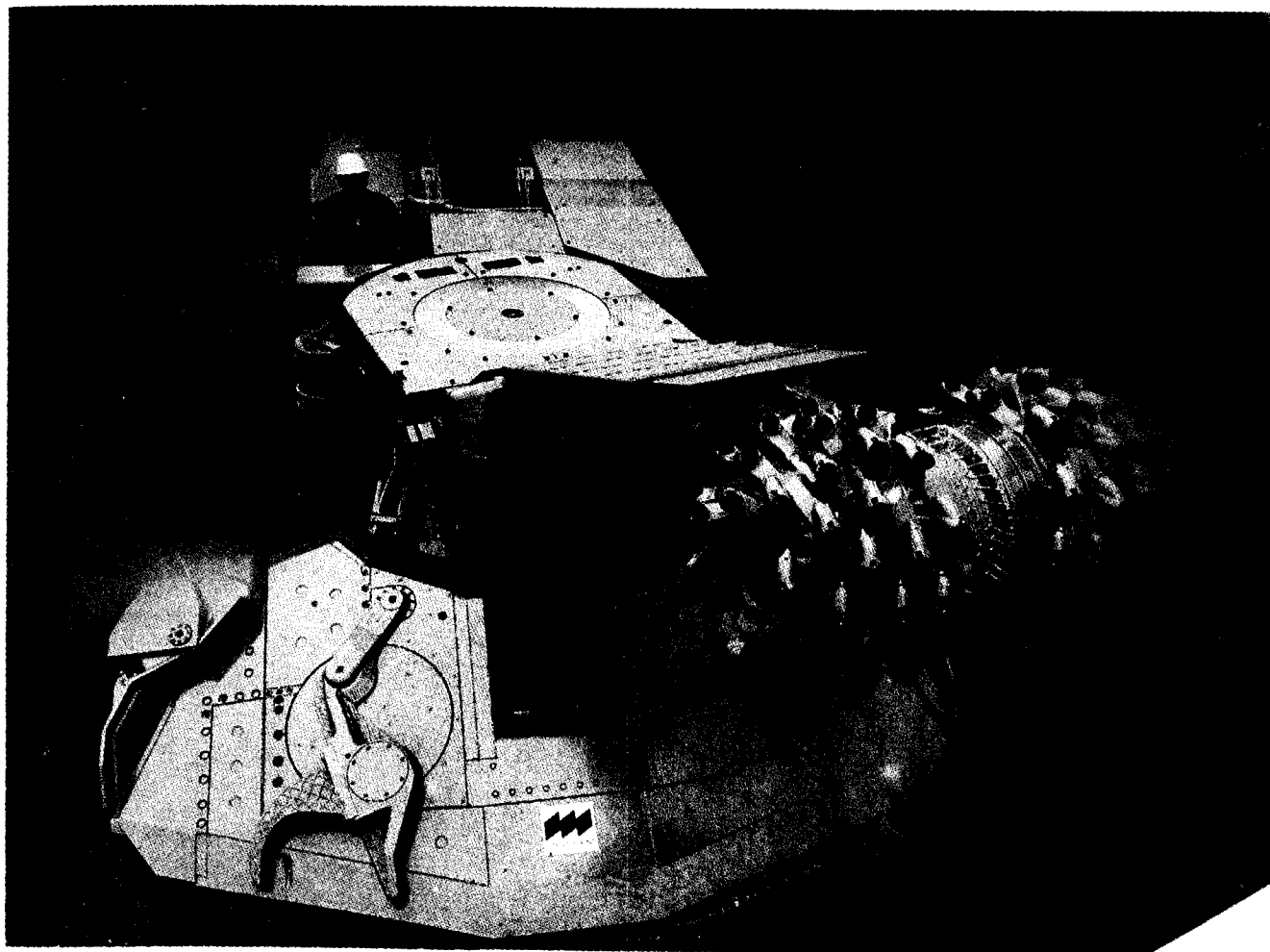
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 2.8 Dos máquinas están trabajando en unas minas alemanas de carbón.
- 7.3 Aceite mineral ó Aceite hidráulico.

MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SETEC

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
 MAQUINA AM-75.

<u>COMPONENTES</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Reductor de la cabeza	1,58 x 1,180 x 0,64	2,124
Cabeza de roza (con - sistema interior de - pulverización).	Ø 1 x 0,69	2 x 1,247
Plataforma de giro -- del brazo de rozado, sin cilindros	1,54 x 0,8 x 2	5
Dispositivo de carga, parte portante (fundi- ción)	1,35 x 0,44 x 2,8	1,445
Chasis roscador parte delantera	1,25 x 0,6 x 2,67	1,85
Transportador de do-- ble cadena, parte tra- sera.	0,6 x 0,73 x 3,7	1,54
Mecanismo de oruga con cadena	0,78 x 1,04 x 4,15	2 x 4,335
Chasis sin consola	4,425 x 1,3 x 0,94	4,5
Distribuidor eléctrico de la máquina	1,86 x 0,74 x 0,77	1,15
Equipo hidráulico com- pleto	0,93 x 1 x 3,6	2,2
Puesto del conductor	1,6 x 0,93 x 1,07	0,342

MAQUINA : AM - 75 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR



MAQUINA : AM - 100 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	5,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	7,3	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,5	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	20	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	20	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....	7	grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	120	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	11,9	m
2.2 Anchura.....	3	m
2.3 Altura.....	1,7	m
2.4 Peso.....	70	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		VER TABLA
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1976	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		VER ANEXO

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : AM - 100 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	225	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	EPICICLOIDAL	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....	3,425	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	ORUGAS	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	HIDRAULICAMENTE	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 30	grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	53,	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,2	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	45, 52 y 59	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....		KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,7 y 3,9	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	3	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,4	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,16	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	3,2 - 23	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	114	toneladas

MAQUINA : AM - 100 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PINZAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	HIDRAULICO	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICO	
5.4 Anchura de la pala.....	3,7 - 4,6 - 5,5	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,67 y 0,18	m
5.6 Capacidad de carga.....		m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	1,02	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	1,2	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	± 45	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,49	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	0,42	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	425	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA	
6.4 Tensiones de trabajo.....	1000	V

MAQUINA : AM - 100 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SINDUCOR

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	8	
7.2 Presión de trabajo.....	18 - 20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....		
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	1200	litros

ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 2.8 Cinco en España, (cuatro en Explosivos Río Tinto y una en Ausi ni) veinticuatro en el extranjero.
- 7.3 Aceite mineral ó Fluido hidráulico poco inflamable.

MAQUINA : AM - 100 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : VOEST-ALPINE ESPAÑA : SETEC

TABLA - PESOS Y DIMENSIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA
 MAQUINA AM-100

<u>COMPONENTES</u>	<u>DIMENSIONES (m)</u>	<u>PESO (Tm)</u>
Brazo de rozado completo	3,425 x 1,72 x 1,15	6,33
Bastidor del transportador anterior, completo	5,475 x 1,5 x 0,775	9,267
Bastidor del transportador posterior, completo	4,84 x 1,02 x 0,78	2,795
Rampa de carga 3,5 m	2,8 x 1,3 x 0,95	3,575
Parte lateral del bastidor	4,56 x 1,32 x 0,95	8,916
Soporte del brazo de rozado completo	2,57 x 1,77 x 1,04	3,3
Plataforma de giro	2,36 x 2,3 x 0,675	9,651
Tanque hidráulico	1,5 x 0,97 x 1,45	1,6
Reductor del distribuidor		
Motor eléctrico para accionamiento de equipo hidráulico	1,6 x 0,87 x 0,75	2,36
Distribuidor de la máquina	2,139 x 0,789 x 0,828	1,05

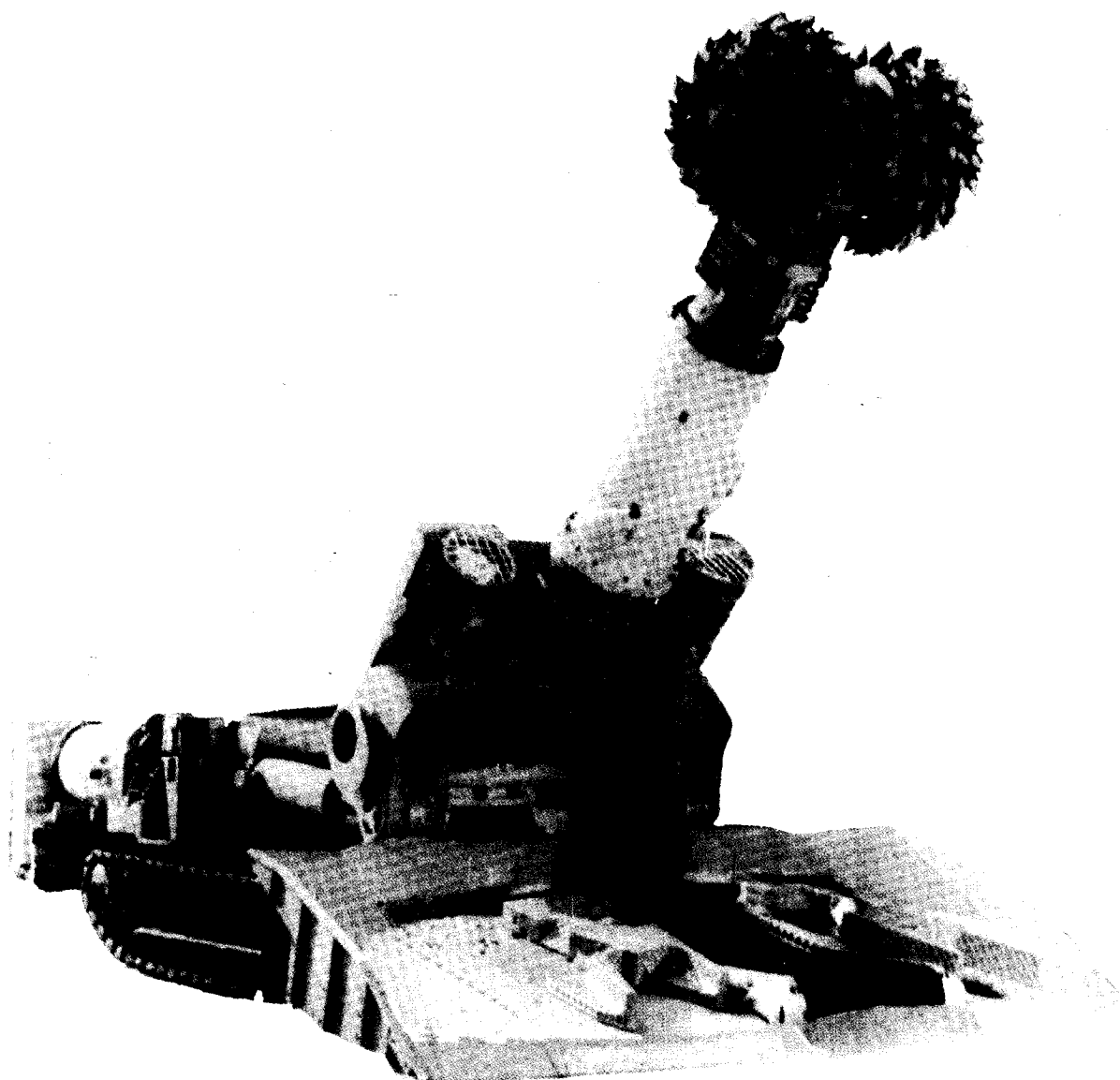
AITEMIN

MAQUINA : AM-100

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : VOEST-ALPINE

ESPAÑA : SINDUCOR



MAQUINA : WAV 300 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,3	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	22	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	22	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	110	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	11,8	m
2.2 Anchura.....	5,7	m
2.3 Altura.....	1,96	m
2.4 Peso.....	74	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WAV 300

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

**5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.**

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	CADENA CON RACLETAS	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	ELECTRICOS 22 Kw	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	HIDRAULICOS, 2 x 28 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	4	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,3 y 0,22	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,2	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	434,5	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....		V

MAQUINA : WAV 300 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

- 7.1 Número y tipo de bombas.....
- 7.2 Presión de trabajo..... 20 MPa
- 7.3 Líquido hidráulico utilizado..... ISO VG 46, HFC 36
- 7.4 Capacidad del depósito de aceite.... 600 litros

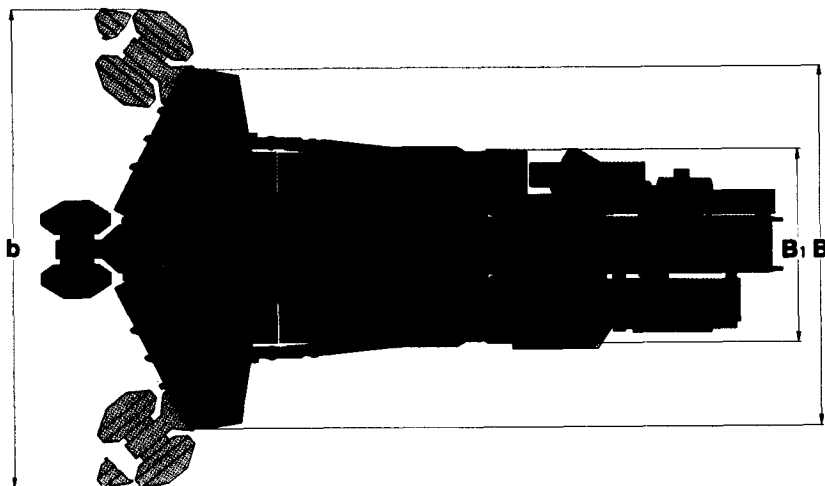
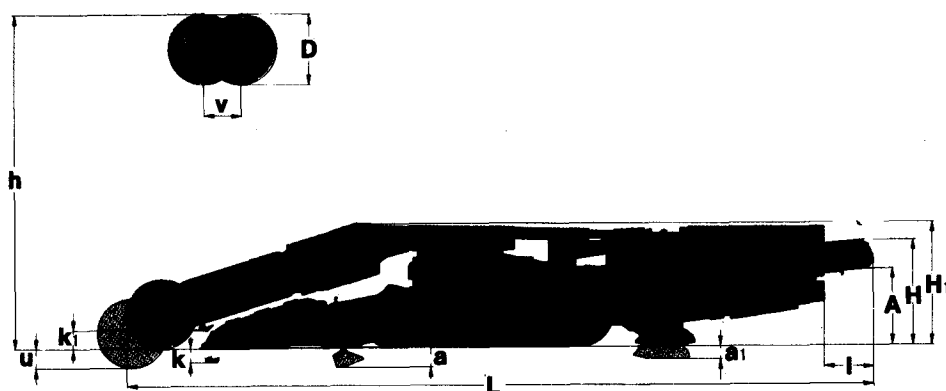
ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera, dos
 gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 3.6 Orugas o desplazamiento horizontal del carretón.

MAQUINA : WAV - 300

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : WAV 209 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	1,2	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,6	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	8,9	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,6	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	10	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	8	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	21,5	m
2.2 Anchura.....	5,3	m
2.3 Altura.....	4,1	m
2.4 Peso.....	140	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WAV 209 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	200	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5	Longitud del brazo.....		m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	1,3	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....	50	KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,7 x 4,5	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	3	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,15	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	6,6 - 25	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....	30/ORUGA	toneladas

MAQUINA : WAV 209 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..		PENDULO
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....		ELECTRICOS, 2 x 22 Kw
5.4 Anchura de la pala.....		m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	3,4	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	5	
6.2 Potencia total instalada.....	356	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		AGUA Y AIRE
6.4 Tensiones de trabajo.....	500-1000	V

AITEMIN

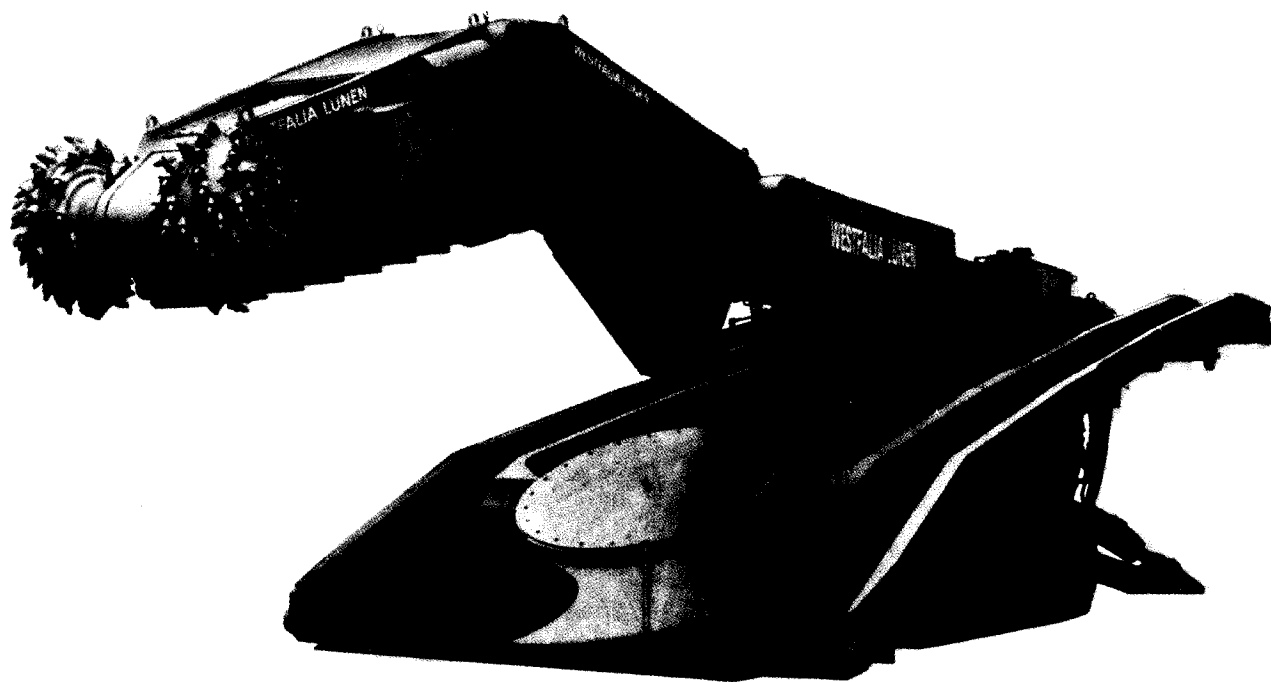
Hoja n.º 175.-

MAQUINA : WAV - 209

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-
LUNEN

ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : WAV 200 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	5,1	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,7	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,3	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	15	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	10	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	10,5	m
2.2 Anchura.....	5,3	m
2.3 Altura.....	2,6	m
2.4 Peso.....	74	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	4 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WAV 200

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-
LUNEN

ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	200 Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA
3.3 Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO
3.5 Longitud del brazo.....	m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....	± 15 grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....	grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,3 m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....	KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....	rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 3 m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2 m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2 m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,22 MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5,6-16,6 m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....	20,5/ORUGAtoneladas

MAQUINA : WAV 200 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LÜNEN

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PENDULO	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS	
5.4 Anchura de la pala.....	3,5-5,5-7	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,38 y —	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,9 - 2,15	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	4	
6.2 Potencia total instalada.....	300	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000	V

MAQUINA : WAV 200 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LÜ- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 NEN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....		
7.2 Presión de trabajo.....	20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	HL 36, HFC 36	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	800	litros

ANEXO

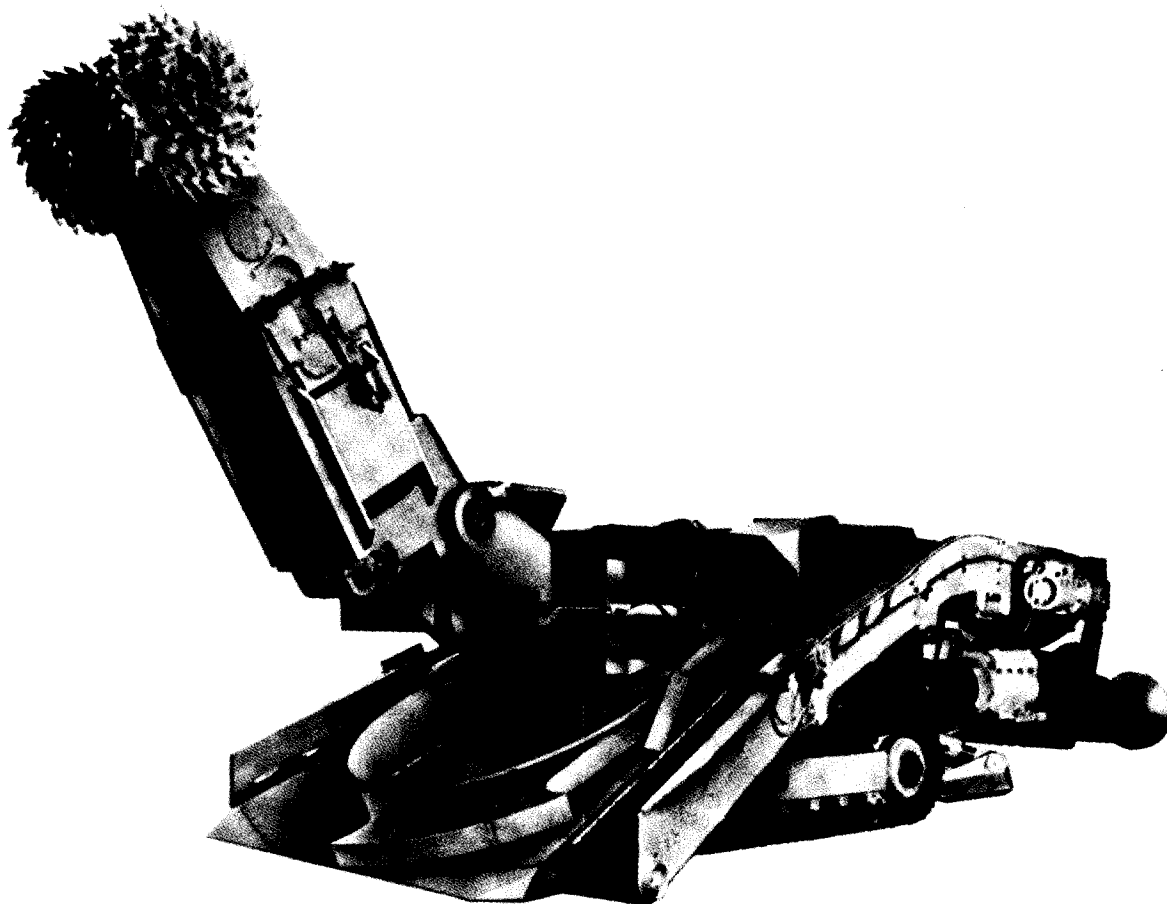
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera, dos gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes.
- 3.6 Orugas o desplazamiento horizontal del carretón.

AITEMIN

No. 180.-

MAQUINA : WAV - 200
FABRICANTE : WESTFALIA-
LUNEN

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : WAV 178 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	4,5	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	7,1	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	5,3	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	7,9	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	22	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	22	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	13	m
2.2 Anchura.....	4,2	m
2.3 Altura.....	3,3	m
2.4 Peso.....	73,5	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975 - 1979	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	3 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WAV 178 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LU- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 NEN

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	200	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	SI	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,75	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	40	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 4	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2,5	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,22	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	5,6-16,6	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : WAV 178 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	PENDULO
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICOS 2 x 15 Kw
5.4 Anchura de la pala.....	4,2 m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	0,38 y 0,26 m
5.6 Capacidad de carga.....	200 m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6 m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7 m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	2,83 m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....	m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	5
6.2 Potencia total instalada.....	345 KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE
6.4 Tensiones de trabajo.....	500 - 1000 V

MAQUINA : WAV 178 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....		
7.2 Presión de trabajo.....	20	MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	VER ANEXO	
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	800	litros

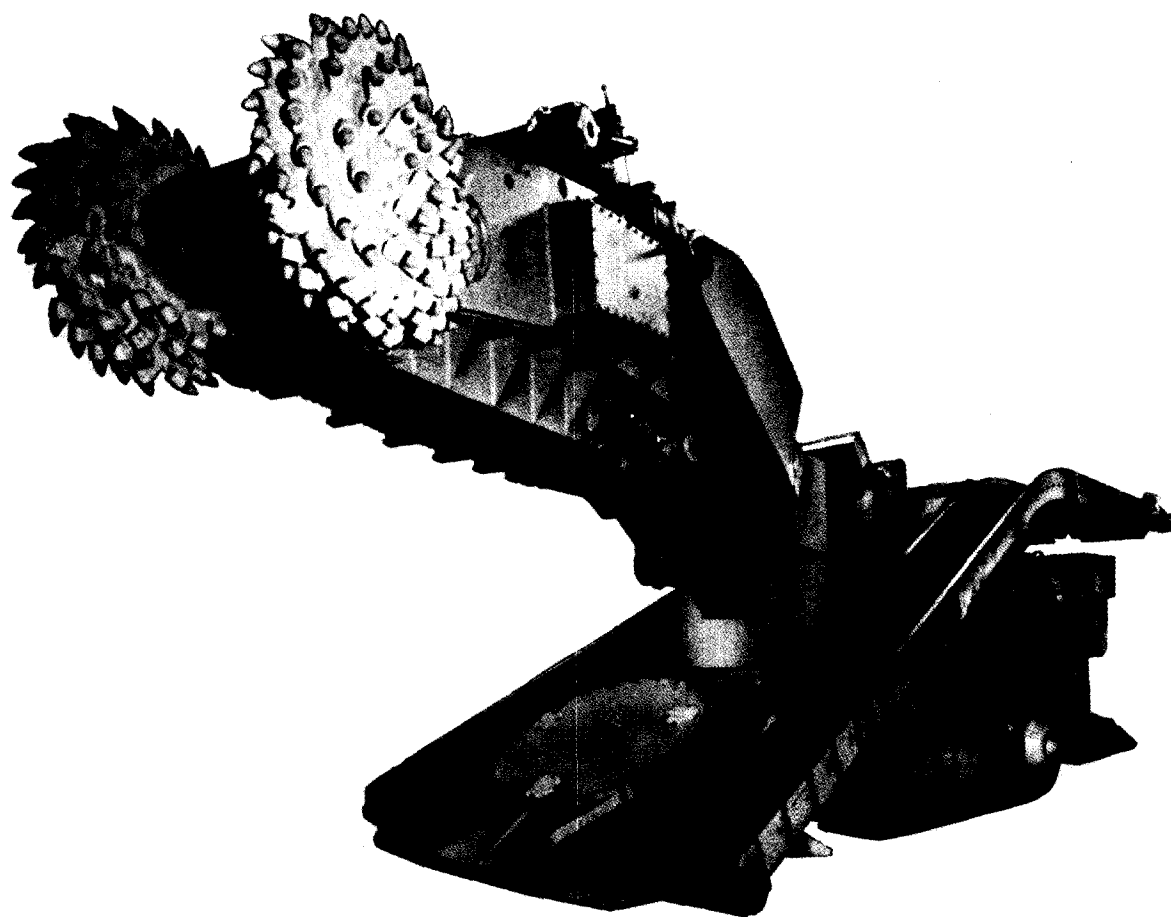
ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera, dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera y dos gatos hidráulicos horizontales en los laterales de anclaje en las paredes.
- 3.6 Orugas o desplazamiento horizontal del carretón.
- 7.3 Aceite hidráulico, ISO VG 46, HL 46

MAQUINA : WAV - 178

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : WAV 170 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,8	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,2	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5,4	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	22	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	22	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	100	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	12,1	m
2.2 Anchura.....	3,8	m
2.3 Altura.....	3	m
2.4 Peso.....	53	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen <u>tes</u> tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975 - 1978	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	20 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : WAV 170 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNENESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

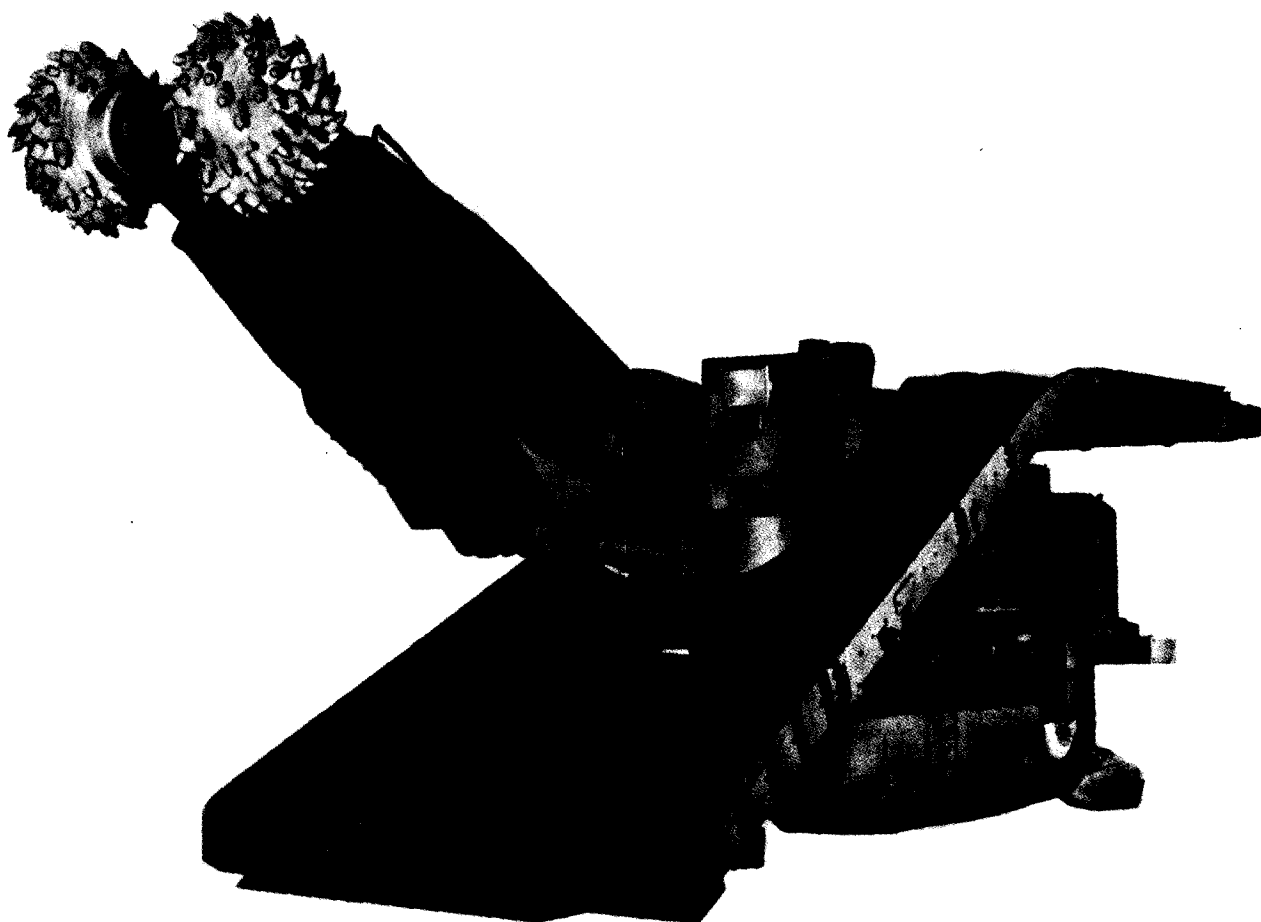
3.1	Potencia del motor.....	170	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5	Longitud del brazo.....		m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,13	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....	40	KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 4	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	2,5	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	0,2	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,16	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	7,5-26,6	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....	14,5/ORUGA	toneladas

MAQUINA : WAV 170
FABRICANTE : WESTFALIA -
LUNEN

REPRESENTANTE EN
ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : FL-5R1-90/110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	1,6	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,1	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	33	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....		grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	70	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	10,5	m
2.2 Anchura.....	2,3	m
2.3 Altura.....	1,6	m
2.4 Peso.....	25	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....	VER ANEXO	
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : FL-5R1-90/110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	90 y 110	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..	NO	
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,2	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	40	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,5 y 2,5	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	2	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,35	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,1	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	10 - 30	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : FL-5R1-90/110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE :WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	POR LA CABEZA DE ROZADO	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICO , 15 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	NO HAY	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,01 - 2,55	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	3	
6.2 Potencia total instalada.....	175/195	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	380/500/1000	V

MAQUINA : FL-5R1-90/110 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
LÜNEN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

7.1 Número y tipo de bombas.....	
7.2 Presión de trabajo.....	28 MPa
7.3 Líquido hidráulico utilizado.....	ISO VG 46, HL 46
7.4 Capacidad del depósito de aceite....	410 litros

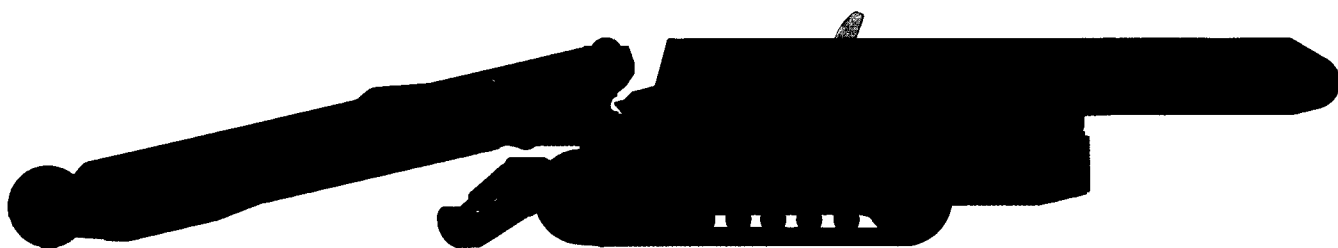
ANEXO

- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte trasera.
- 3.6 Orugas o desplazamiento horizontal del carretón.

AITEMIN

Hoja n.º 195.-

MAQUINA : FL-5R1-90/110 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : FL-6R-110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3,2	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	6,8	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	3,7	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	7,2	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	43	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....		grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	70	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	13,8	m
2.2 Anchura.....	2,6	m
2.3 Altura.....	2,9	m
2.4 Peso.....	38	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1978 - 1979	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	2 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : FL-6R-110

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-
LÜNEN

ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	POR LA CABEZA DE ROZADO	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICO	
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....		m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	12	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,74 - 5,35	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....		
6.2 Potencia total instalada.....	202	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	330/500/1000	V

MAQUINA : FL-6R-110 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

7.- EQUIPO HIDRAULICO

- 7.1 Número y tipo de bombas.....
- 7.2 Presión de trabajo..... MPa
- 7.3 Líquido hidráulico utilizado..... ISO VG 46, HL 46
- 7.4 Capacidad del depósito de aceite.... 625 litros

ANEXO

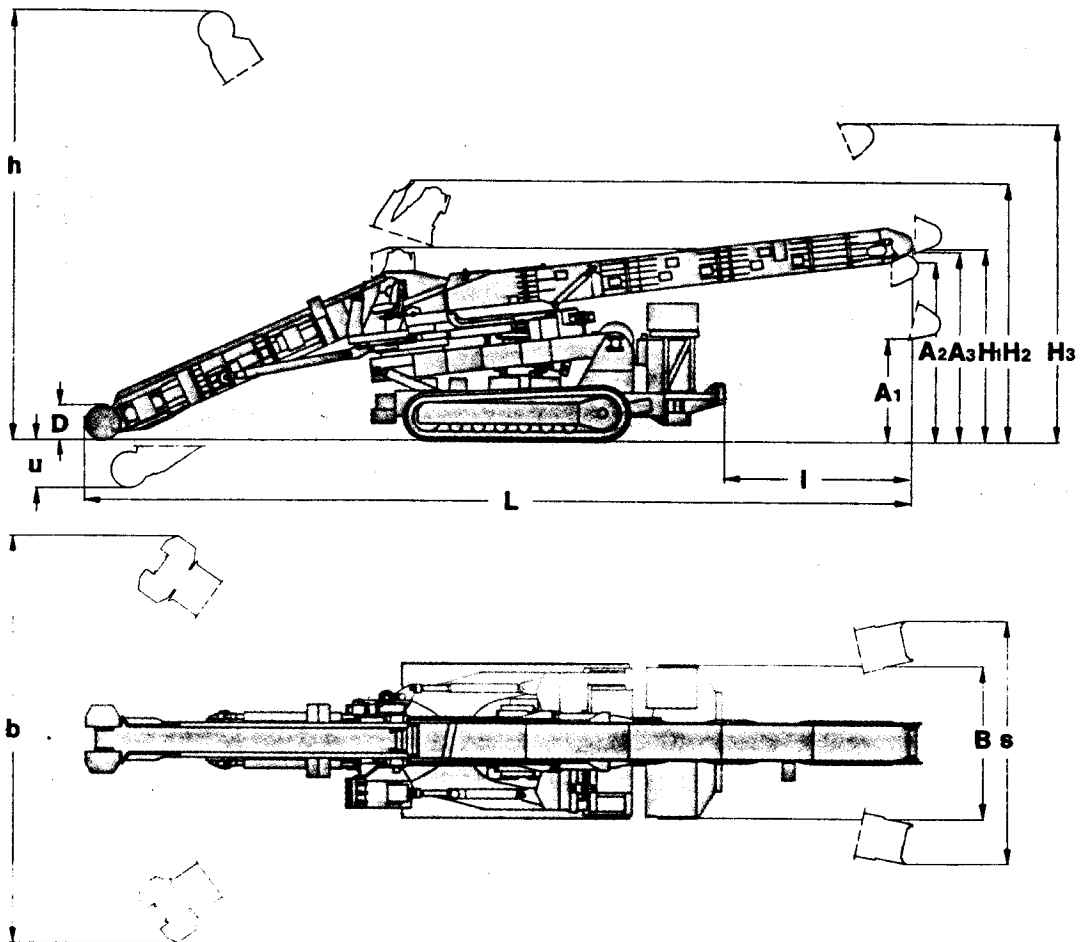
- 3.6 Orugas o desplazamiento horizontal del carretón.
- 2.5 Dos gatos hidráulicos verticales en la parte delantera.

MAQUINA : FL-6R-110

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA -
LUNEN

ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : FL-5R-90 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,6	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	4,8	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	37	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	70	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	9,8	m
2.2 Anchura.....	2,3	m
2.3 Altura.....	2,2	m
2.4 Peso.....	24,5	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1975 - 1979	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	10 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : FL-5R-90 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1	Potencia del motor.....	90 y 110	Kw
3.2	Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3	Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4	Indicar si el brazo es articulado o no..		
3.5	Longitud del brazo.....		m
3.6	Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7	Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8	Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9	Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10	Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11	Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12	Profundidad de corte por debajo del piso	0,265	m
3.13	Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14	Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1	Potencia de los motores.....	50	KW
4.2	Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3	Anchura y longitud de las orugas.....	0,4 y 2,5	m
4.4	Separación de los centros de las orugas.	2	m
4.5	Altura libre en la base de la máquina...	0,35	m
4.6	Presión de las orugas sobre el terreno..	0,1	MPa
4.7	Velocidad de translación.....	10-30	m/min.
4.8	Fuerza de tracción de las orugas.....	8,5/ORUGA	toneladas

MAQUINA : FL-5R-90 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	POR LA CABEZA DE ROZADO	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICO, 15 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	NO HAY	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....	19	grados
5.10 Altura de descarga del transportador.	1,57 - 3,15	m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

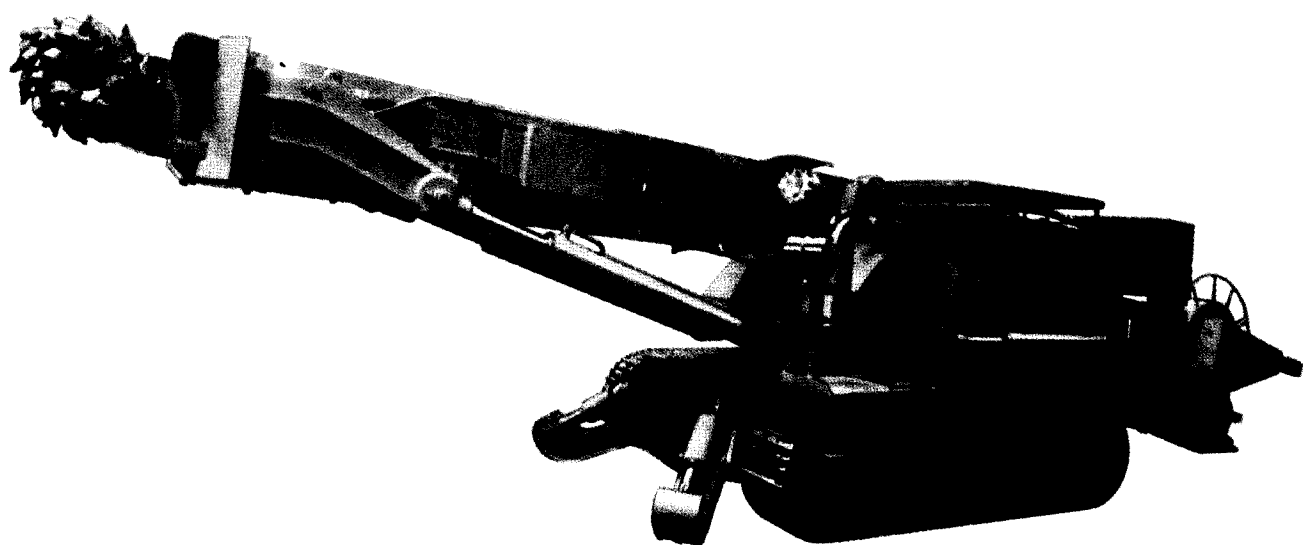
6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....		
6.2 Potencia total instalada.....	182	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	380/500/1000	V

MAQUINA : FL-5R-90

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : FF-5P-110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	3	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	4	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....		grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....		grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	40	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....		m
2.2 Anchura.....	2,77	m
2.3 Altura.....	1,85	m
2.4 Peso.....	14	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....		
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....		

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : FF-5P-110 REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
LUNEN

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	110	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..		
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,14	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	VER ANEXO	KW
4.2 Tipo de motores.....		
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	NO HAY	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	NO HAY	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,35	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..		MPa
4.7 Velocidad de translación.....		m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : FF- 5P-110 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA- ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..		POR LA CABEZA DE ROZADO
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....		
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....		
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	NO HAY	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	1	
6.2 Potencia total instalada.....	111	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....	AGUA Y AIRE	
6.4 Tensiones de trabajo.....	380/500/1000	V

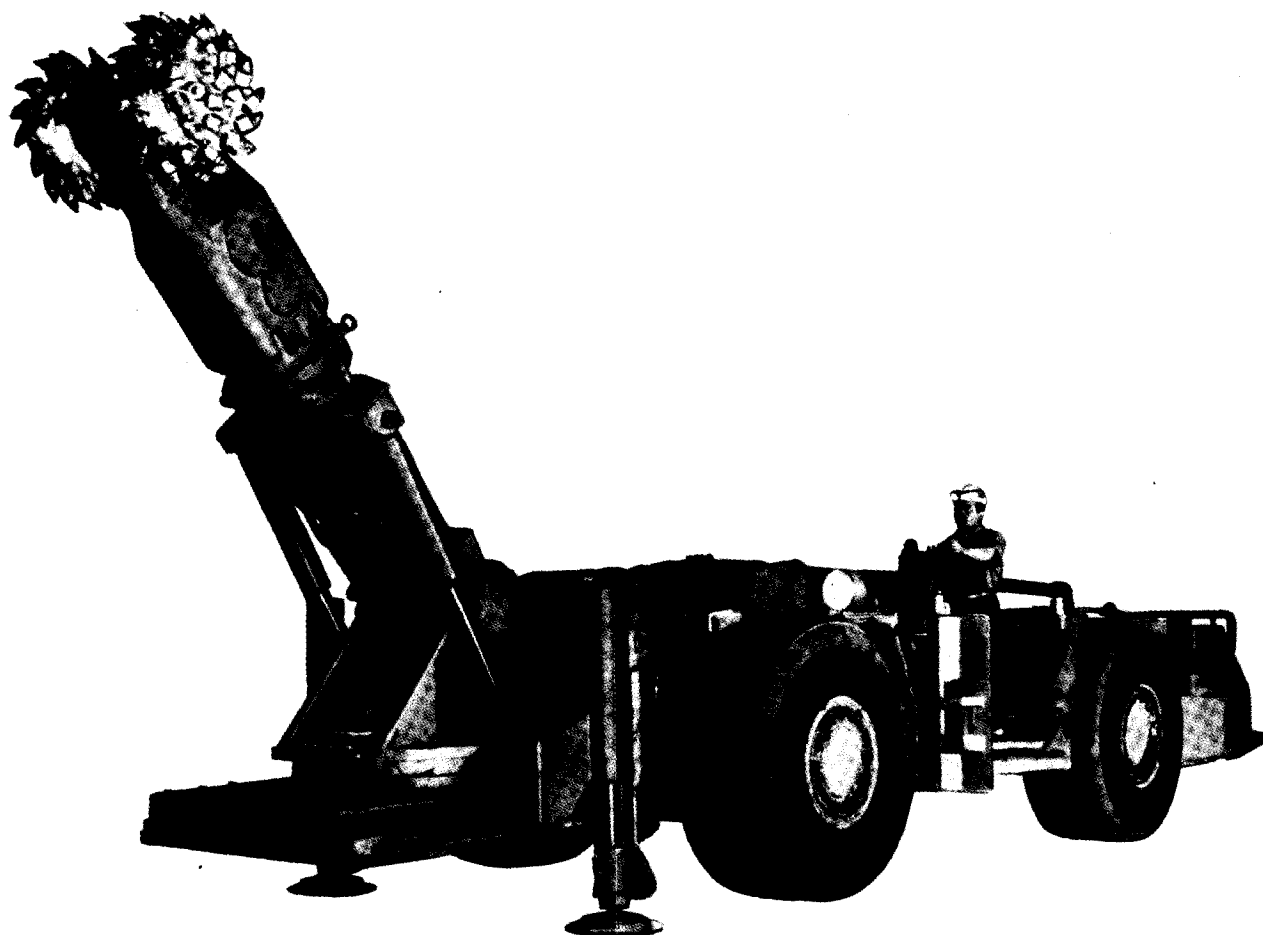
AITEMIN

Hoja n.º 210.-

MAQUINA : FF-5P-110

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LÜNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA



MAQUINA : FF-5R-90 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

1.- CAMPO DE APLICACION

1.1 Anchura mínima de arranque.....	2,6	m
1.2 Anchura máxima de arranque.....	5	m
1.3 Altura mínima de arranque.....	2,5	m
1.4 Altura máxima de arranque.....	5	m
1.5 Pendiente ascendente máxima.....	39	grados
1.6 Pendiente descendente máxima.....	16	grados
1.7 Pendiente lateral máxima.....		grados
1.8 Resistencia máxima a compresión de la - roca que puede ser arrancada.....	40	MPa*

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

2.1 Longitud.....	7,1	m
2.2 Anchura.....	2,3	m
2.3 Altura.....	2,2	m
2.4 Peso.....	22,5	toneladas
2.5 Número y situación de los gatos de esta bilización.....		VER ANEXO
2.6 Dimensiones de sus principales componen tes.....		
2.7 Año de fabricación de la máquina.....	1976 - 1978	
2.8 Número de máquinas y lugares en que se encuentran.....	4 hasta 1980	

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

MAQUINA : FF-5R-90	REPRESENTANTE EN
FABRICANTE : WESTFALIA- LUNEN	ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA

3.- BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

3.1 Potencia del motor.....	90	Kw
3.2 Refrigeración del motor.....	AGUA	
3.3 Tipo de reductor.....	Ruedas dentadas rectas	
3.4 Indicar si el brazo es articulado o no..		
3.5 Longitud del brazo.....		m
3.6 Sistema de avance de la cabeza.....	VER ANEXO	
3.7 Sistema de elevación y descenso de la -- cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.8 Sistema de giro de la cabeza.....	2 GATOS HIDRAULICOS	
3.9 Angulo de giro lateral del brazo.....		grados
3.10 Angulo de subida y bajada del brazo.....		grados
3.11 Tipos de cabeza utilizados.....	AXIAL	
3.12 Profundidad de corte por debajo del piso	0,06	m
3.13 Fuerzas ejercidas por la cabeza de corte durante la penetración, elevación, des-- censo y desplazamiento lateral.....		KN
3.14 Velocidades de rotación de la cabeza....		rpm

4.- MECANISMO DE TRANSLACION (ORUGAS)

4.1 Potencia de los motores.....	40	KW
4.2 Tipo de motores.....	HIDRAULICOS	
4.3 Anchura y longitud de las orugas.....	0,4 y 2,5	m
4.4 Separación de los centros de las orugas.	1,9	m
4.5 Altura libre en la base de la máquina...	0,35	m
4.6 Presión de las orugas sobre el terreno..	0,1	MPa
4.7 Velocidad de translación.....	10 - 33,3	m/min.
4.8 Fuerza de tracción de las orugas.....		toneladas

MAQUINA : FF-5R-90 REPRESENTANTE EN
 FABRICANTE : WESTFALIA - ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA
 LUNEN

5.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE
 DEL MATERIAL ARRANCADO.

5.1 Tipo de dispositivo de carga (pala)..	POR LA CABEZA DE ROZADO	
5.2 Tipo y potencia de los motores de la pala.....	NO HAY	
5.3 Tipo y potencia de los motores del -- transportador.....	ELECTRICO, 7,5 Kw	
5.4 Anchura de la pala.....	NO HAY	m
5.5 Posición más elevada y más baja de la pala con respecto a la rasante de la galería.....	NO HAY	m
5.6 Capacidad de carga.....	200	m ³ /h
5.7 Anchura del transportador de descarga	0,6	m
5.8 Velocidad de las cadenas del transportador.....	0,7	m/s
5.9 Angulo que puede girar lateralmente - el transportador.....		grados
5.10 Altura de descarga del transportador.		m
5.11 Dimensiones del bloque de roca máxima que puede ser transportado.....		m ²

6.- EQUIPO ELECTRICO

6.1 Número de motores eléctricos.....	2	
6.2 Potencia total instalada.....	137	KW
6.3 Sistemas de refrigeración de los motores.....		
6.4 Tensiones de trabajo.....	380/500/1000	V

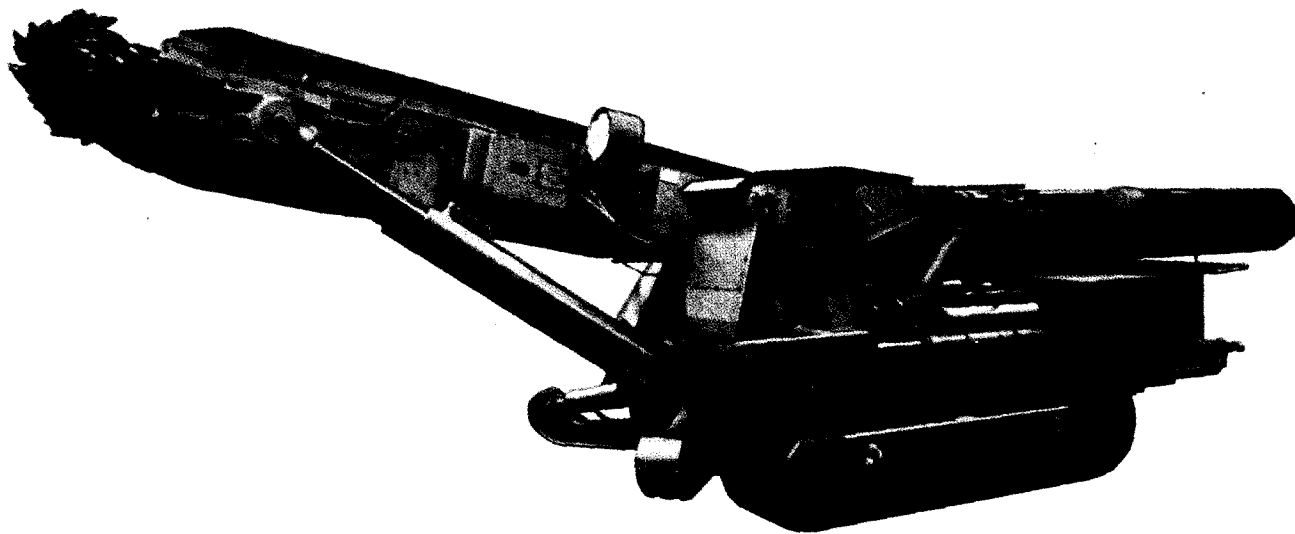
AITEMIN

Noje n.º 215.-

MAQUINA : FF-5R-90

REPRESENTANTE EN

FABRICANTE : WESTFALIA-LUNEN ESPAÑA : MACKINA WESTFALIA





e. n. adaro

PREPARACION DE GALERIAS EN ROCA Y CARBON
TOMO III

PERFIL DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL
PARA AVANCE DE GALERIAS

COMISION DEL P.E.N.
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

JUNIO 1985

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50164

TITULO	PREPARACION DE GALERIAS EN ROCA Y CARBON TOMO III PERFIL DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL PARA AVANCE DE GALERIAS
CLIENTE	COMISION DEL P.E.N. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
FECHA	JUNIO 1983

Referencia : P8-21-001

Departamento : Minería de ENADIMSA, con la colaboración
de AITEMIN

I N D I C E G E N E R A L

TOMO I - MEMORIA

	<u>Página</u>
Prólogo.....	1
1.- Introducción.....	3
1.1.- Selección del método más conveniente para el avance de galerías.....	3
1.2.- Factores a considerar en la elección de una máquina de ataque puntual.....	10
1.3.- Factores que intervienen en el arraqué.....	13
1.4.- Características de la máquina que definen su perfil.....	14
2.- Arranque de rocas mediante picas.....	16
2.1.- Efecto de la profundidad de corte y del espa ciado de las picas.....	16
2.2.- Influencia de la velocidad de corte.....	18
2.3.- Influencia de la geometría de la pica.....	20
2.3.1.- Definición de los parámetros geomé-- tricos de la pica.....	20
2.3.2.- Efecto del perfil de la pica sobre - otros parámetros.....	21
2.4.- Tipos de picas y materiales de que están com puestas.....	22
3.- Estudio de la cabeza de corte.....	28
3.1.- Definición de los parámetros geométricos de la cabeza de corte.....	28
3.2.- Cálculo del rendimiento de la cabeza de cor te.....	31
3.3.- Diseño de la cabeza de corte para que las -- fuerzas de la pica sean mínimas.....	34

	<u>Página</u>
3.4.- Relación entre empuje aplicado y penetración.....	39
3.5.- Comparación entre las cabezas de corte -- axiales y radiales.....	42
3.5.1.- Estabilidad de la máquina.....	43
3.5.2.- Rendimiento de la máquina.....	44
3.5.3.- Perfilado de la galería.....	45
3.6.- Formas de corte de la cabeza.....	46
4.- Parámetros de la roca que intervienen en su corte mediante máquinas de ataque puntual.....	50
4.1.- Indices desarrollados hasta el presente..	50
4.1.1.- Indices de perforabilidad.....	50
4.1.2.- Indices relativos a las máquinas de ataque puntual.....	53
4.1.3.- Conclusiones.....	66
4.2.- Técnicas utilizadas para cuantificar las propiedades del macizo rocoso y su estructura.....	68
4.2.1.- Sistemas de clasificación del macizo rocoso.....	69
4.2.1.1.- Introducción.....	69
4.2.1.2.- Clasificación de Terzaghi (1946)	70
4.2.1.3.- Clasificación de Protodyakonov-- (1962).....	70
4.2.1.4.- Clasificación de Lauffer.....	72
4.2.1.5.- Clasificación de Deere a partir de RQD (1968).....	73
4.2.1.6.- Clasificación de Louis (1974)..	78
4.2.1.7.- Clasificación a partir del ---- R.S.R.(1972) (Rock Structure Rating).....	79
4.2.1.8.- Clasificación de Barton (1974).	82
4.2.1.9.- Clasificación de Bieniawski - - (1973) (R.M.R.).....	82
4.2.1.10- Comentarios sobre los sistemas de clasificación.....	84

	<u>Página</u>
4.2.2.- Análisis de testigos de sondeos....	87
4.2.2.1.- Introducción.....	87
4.2.2.2.- Espaciado de las discontinuidades	88
4.2.2.3.- Medida del espaciado de las dis-- continuidades.....	89
4.2.2.4.- Método de descripción del testigo por tintes penetrantes.....	90
4.2.2.5.- Medida de fracturas cerradas.....	92
4.2.2.6.- Descripción del testigo basado en el valor "A".....	96
4.2.2.7.- Relaciones entre Microfracturas - y Litología.....	96
4.2.2.8.- Relaciones entre Microfracturas y Propiedades determinadas en la Laboratorio.	97
4.2.2.9.- Relaciones entre Microfracturas y Fuerzas de corte.....	105
4.2.2.10.- Conclusiones.....	106
4.3.- Definición de los parámetros del material - rocoso.....	108
4.3.1.- Resistencia de la roca.....	108
4.3.1.1.- Resistencia a compresión uniaxial	108
4.3.1.2.- Resistencia a la tracción.....	108
4.3.2.- Dureza.....	109
4.3.2.1.- Martillo Schmidt.....	109
4.3.2.2.- Escleroscopio Shore.....	111
4.3.2.3.- Cono NCB.....	112
4.3.2.4.- Ensayo Cerchar.....	114
4.3.3.- Abrasividad.....	114
4.3.3.1.- Abrasividad por el tanto por cien <u>o</u> to de granos de cuarzo, tamaños de los gra- nos y cementación.....	115
4.3.3.2.- Abrasividad según el coeficiente de SCHIMAZEK.....	116
4.3.3.3.- Abrasividad NCB.....	118
4.3.3.4.- Abrasividad Cerchar.....	119

	<u>Página</u>
4.4.- Correlaciones establecidas en la práctica entre las características de la rocas y - el rendimiento de corte de las máquinas...	121
4.4.1.- Lugares de los ensayos.....	121
4.4.2.- Resultados.....	122
4.4.3.- Análisis de los resultados.....	123
4.4.3.1.- Relación entre el rendimiento de corte de una máquina y las propiedades de las rocas.....	124
4.4.3.2.- Análisis estadístico.....	124
4.4.3.2.1.- Predicción basada en la resistencia a compresión simple.....	135
4.4.3.2.2.- Predicción basada en la propiedades de la roca medidas en el laboratorio	136
4.4.3.2.3.- Predicción basada en la resistencia de capas in-situ.....	138
4.4.3.2.4.- Predicción basada en las propiedades estructurales del testigo.....	139
4.4.3.2.5.- Predicción basada en la estructura del testigo y las propiedades determinadas en el laboratorio.....	139
4.4.4.- Comentarios.....	142
4.4.5.- Cálculo de los avances de corte -- mediante la ecuación de predicción.....	145
4.4.6.- Conclusiones.....	146
5.- Análisis tecnológicos de las principales máquinas de ataque puntual que se construyen en la actualidad.....	148
5.1.- Historia de las máquinas. Principales fabricantes.....	148
5.1.1.- Máquinas Húngaras.....	150
5.1.2.- Máquinas Rusas.....	150
5.1.3.- Desarrollo de las máquinas húngaras.....	151

	<u>Página</u>
5.1.4.- Máquinas Austriacas.....	152
5.1.5.- Máquinas Bretby Roadheader.....	153
5.1.6.- Máquinas Dosco.....	154
5.1.7.- Máquinas Paurat.....	156
5.1.8.- Máquinas Demag Aktiengesellschaft (Ahora Mannesmann Demag Bargwerk Technik)..	158
5.1.9.- Máquinas de Westfalia Lünen.....	159
5.1.10- Máquinas Americanas A.E.C.....	160
5.1.11- Máquinas Eickhoff.....	161
5.2.- Campo de aplicación de las máquinas.....	162
5.3.- Características generales de las máquinas..	168
5.4.- Características del brazo y cabeza de roza- do.....	178
5.5.- Mecanismo de translación.....	186
5.6.- Dispositivo de carga y transporte del mate- rial arrancado.....	192
5.7.- Equipo eléctrico.....	198
5.8.- Equipo hidráulico.....	206
5.9.- Comparación entre los aspectos más importan- tes de las principales máquinas y comenta- rios sobre sus características.....	206
5.9.1.- Relación entre la potencia de corte y el peso de la máquina.....	206
5.9.2.- Relación entre la potencia de corte y la potencia total instalada.....	207
5.9.3.- Relación entre la potencia de corte y las propiedades del terreno.....	210
5.9.4.- Relación entre el rendimiento de -- corte de una máquina de ataque puntual y la resistencia a compresión simple.....	210
6.- Utilidad de las máquinas de ataque puntual para el avance de galerías en las minas españolas de carbón.....	215
6.1.- Datos generales sobre las minas españolas - de carbón.....	215
6.1.1.- Formas y secciones de las galerías en estéril y en carbón.....	215

	<u>Página</u>
6.1.2.- Producción anual de carbón en mine- ría subterránea.....	215
6.1.3.- Longitud de galerías realizadas - - anualmente en estéril y carbón.....	216
6.1.4.- Descripción de las rocas, incluido el carbón que se encuentran normal- mente en las galerías en capa.....	217
6.1.4.1.- Cuenca del Nalón.....	218
6.1.4.2.- Cuenca Hullera de Villablino.....	228
6.1.4.3.- Cuenca minera de la Camocha.....	229
6.2.- Características geomecánicas de las rocas y macizos rocosos en las minas españolas de - carbón.....	237
6.3.- Número de máquinas que serían necesarias pa ra el avance de galerías en España.....	249
7.- Perfil de la máquina de ataque puntual para las - minas españolas de carbón.....	250
7.1.- Principales características de la máquina - ideal.....	250
7.2.- Encaje de la máquina ideal dentro de las -- principales máquinas que se fabrican actual mente.....	253
7.3.- Posibilidades de utilización de la máquina ideal en ingeniería civil.....	256
8.- Conclusiones y Recomendaciones.....	259
Bibliografía del proyecto.....	264
Otras referencias importantes.....	269

PERFIL DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL
PARA AVANCE DE GALERIAS EN LAS MINAS
ESPAÑOLAS DE CARBON

MEMORIA

ENADIMSA

AITEMIN

PROLOGO

El objeto de este estudio es llegar a definir el perfil más adecuado para una máquina de ataque puntual que puede operar en la realización de galerías de las minas españolas de carbón. No se trata de diseñar la máquina, pues, como se verá a lo largo del informe, nos faltan datos y experiencia para ello, sólomente se ha pretendido definir las características generales de una máquina (por ejemplo: peso, potencia y dimensiones) que pueda excavar el mayor número de metros de galería en las minas españolas de carbón. Tampoco se ha pretendido perfilar una máquina para avanzar absolutamente todos los tipos de galerías que pueden darse, pues antes de comenzar el trabajo eramos ya conscientes de que algunas rocas del Carbonífero, especialmente las areniscas, no pueden ser arrancadas mediante las máquinas de ataque puntual que existen actualmente en el mercado, o requieren máquinas de dimensiones superiores al gálibo normal de las galerías. Las galerías en capa tienen normalmente hastiales determinados en cuanto a la litología y características mecánicas de las rocas se refiere, mientras que en las galerías en roca ambos aspectos pueden variar en función de su emplazamiento. Por falta de datos concretos sobre la situación de éstas, hemos enfocado el estudio hacia las galerías en capa, sobre las que, en el breve plazo de tiempo disponible para el estudio, hemos logrado obtener suficiente información.

Para cumplir el objetivo del estudio se ha considerado necesario analizar los siguientes aspectos :

- . Arranque de roca por medio de picas.
- . Funcionamiento de las cabezas de corte de las máquinas de ataque puntual.
- . Parámetros de las rocas y de los macizos rocosos que afectan al rendimiento de las máquinas.

- . Tecnología de las principales máquinas de ataque puntual que se construyen en la actualidad.
- . Características de las galerías en las minas españolas de carbón y propiedades geomecánicas de las rocas y macizos rocosos en ellas.

Como consecuencia del estudio realizado, aunque no se ha dispuesto de todos los datos que serían de desear, se ha llegado a definir el perfil tipo de la máquina ideal y a encajarlo dentro de las principales máquinas que se fabrican actualmente. Para solucionar las dificultades que han surgido por la falta de datos, con objeto de que no influyan en la calidad de la decisión, se proponen unas investigaciones complementarias a realizar en el futuro.

Finalmente se marca una línea de investigación para avanzar hacia el objetivo final que, como se sabe, consiste en obtener la máquina de ataque puntual adecuada para las minas españolas de carbón.

1.- INTRODUCCION

1.1.- SELECCION DEL METODO MAS CONVENIENTE PARA EL AVANCE DE GALERIAS.

El avance de galerías en las minas españolas de carbón se realiza en la actualidad fundamentalmente mediante explosivos, aunque existen ya en algunas de ellas (por ejemplo, en las minas de lignitos de la provincia de Teruel) máquinas de ataque puntual para este fin. A la hora de elegir entre estos dos métodos hay que tener en cuenta varios factores.

En la figura 1 se detallan los criterios para la elección del sistema de avance de galerías. En el centro está el fin a que se destina la obra y en la parte inferior el procedimiento de construcción, que debe tener en cuenta las posibilidades de orden técnico, el precio de costo, el tiempo de ejecución y la mano de obra disponible. Son además decisivos los siguientes aspectos :

- El tipo de terreno, según se trate de una roca resistente o débil, abrasiva o no, de un macizo de rocas intacto o fracturado, ..., etc.
- La profundidad de las labores y las presiones de los terrenos.
- La forma y sección de las labores.
- El tipo de entibación, según sea rígida o flexible, de madera, acero, mampostería u hormigón, o sus combinaciones.
- La planificación y el desarrollo de las labores, considerando la longitud de los tramos, la forma y dimensión

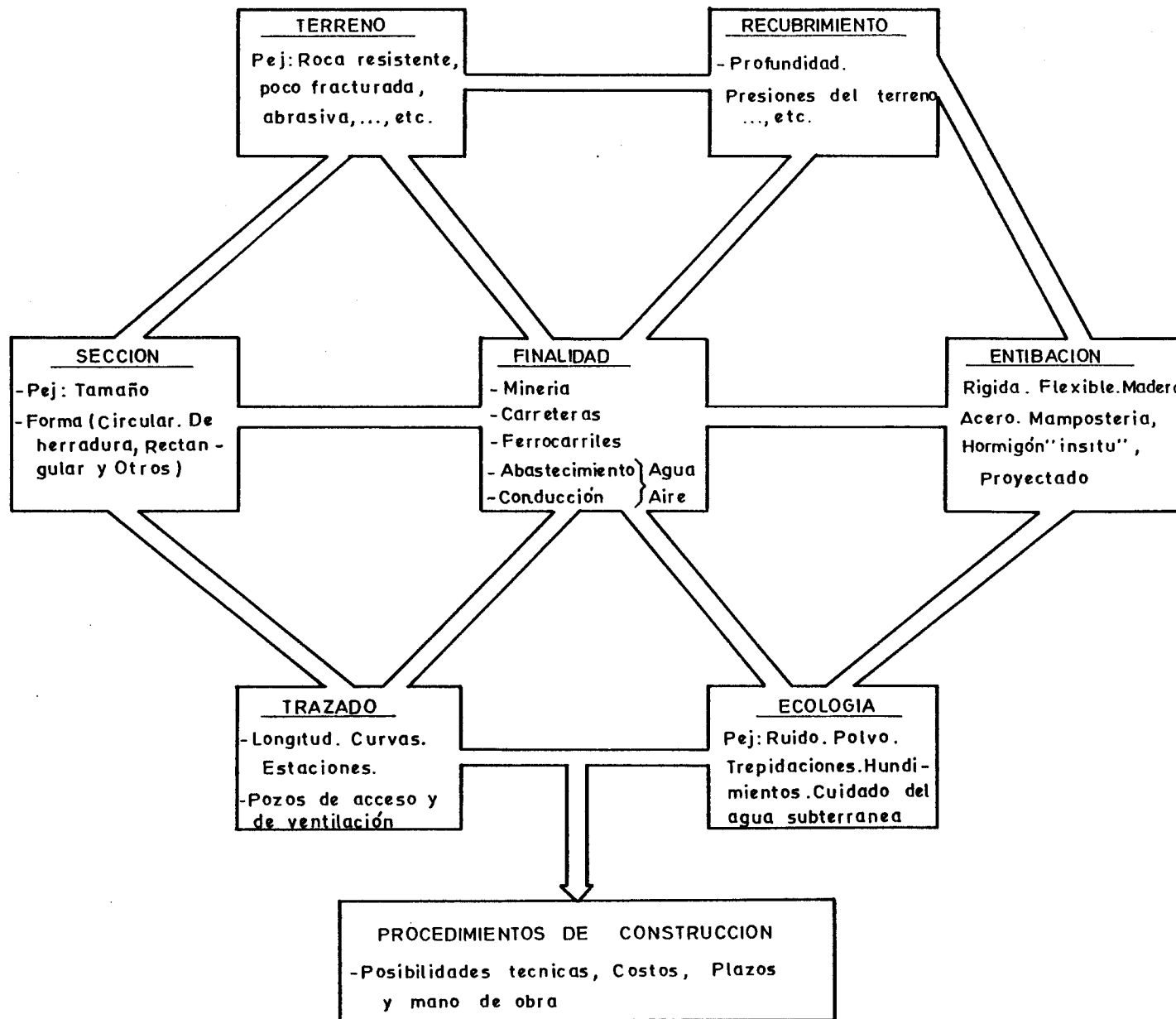


FIGURA 1 - CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL SISTEMA DE AVANCE DE GALERIAS

de las curvas y de los pozos de acceso, y la ventilación.

- La protección del medio ambiente, es decir, evitar ruidos, polvo, trepedaciones, hundimientos, contaminación de las aguas subterráneas, ..., etc.

Según las experiencias recogidas hasta hoy con máquinas de ataque puntual, la entibación exige aproximadamente el 44 por 100 del tiempo de trabajo neto en el frente. El arranque ocupa el 27 por 100 y el 29 por 100 restante se va en paradas de origen diverso. La velocidad de avance oscila entre 8 y 12 m/día. Si se consiguiera aumentar el tiempo de trabajo efectivo hasta el 50 por 100, el rendimiento de las máquinas de ataque puntual aumentaría hasta 15 - 22 m/día.

Este ejemplo pone de manifiesto que el avance de galerías en terrenos de capacidad media o mala depende no sólo del procedimiento de arranque, sino también de la combinación de los tiempos de arranque y entibación.

En la figura 2, se observa el camino seguido para la elección del método más conveniente para el avance de galerías. Las bases de este método están formadas por criterios técnicos y geológicos, pero la decisión final está determinada por la rentabilidad económica. También los condicionantes impuestos por las áreas urbanas pueden tener una influencia directa en el método que se elija.

La determinación de los costos aproximados de excavación puede hacerse con cierta facilidad siguiendo un esquema que se detalla, para una máquina determinada (VOEST-ALPINE AM - 100), en las figuras 3, 4 y 5.

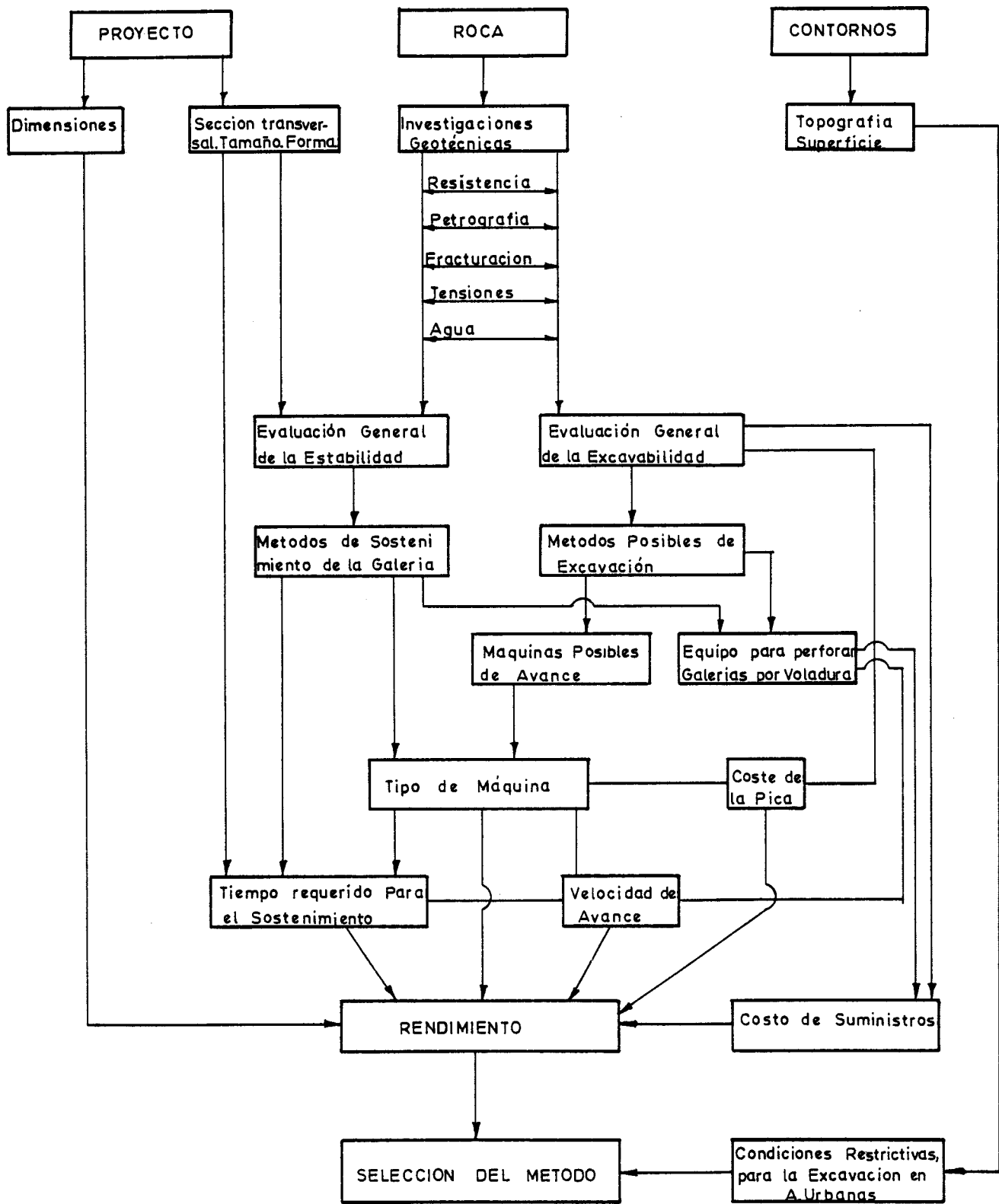


FIGURA 2 - ESQUEMA PARA LA ELECCION DEL METODO MAS APROPIADO PARA EL AVANCE DE GALERIAS

Este esquema no puede indicar los costes precisos de excavación; no obstante, cuando se compara la máquina de ataque puntual con otras tecnologías, permite determinar su rentabilidad con suficiente exactitud. De antemano, hay que llevar a cabo un extenso exámen de las rocas que se vayan a cortar, estimando su resistencia, abrasividad y fracturación. Además, la organización de las operaciones de avance y el tiempo consumido en colocar la entibación, tienen que tenerse en cuenta, ya que tienen una notable influencia en el grado de utilización de las máquinas.

En la figura 3 se representa el coste específico de excavación, C_E , sin instalación y sin picas, dependiendo de la resistencia de la roca y del grado de utilización de la máquina. En este gráfico puede verse que los costes de excavación son directamente proporcionales a la resistencia de la roca que se corta. Estos costes son valores medios indicativos e incluyen :

- Costes de la máquina (depreciación e intereses)
- Costes de recambios y partes desgastadas, e inclusive -- costes de trabajos de reparación.
- Costes de elementos de consumo, tales como lubricantes, aceite hidráulico, etc.
- Costes de energía.
- Costes de mano de obra.

Además, tiene que añadirse el coste específico de las picas, C_P , de acuerdo con la figura 4. Según esta figura, -- cuando la abrasividad es baja, los costes específicos de -- las picas ascienden progresivamente. Para una resistencia de compresión dada, los costes de las picas aumentan con -- forme aumenta la abrasividad, llegando a una zona de abrasividad alta en la que, para resistencias de compresión -- bajas, los costes de las picas son ya altos.

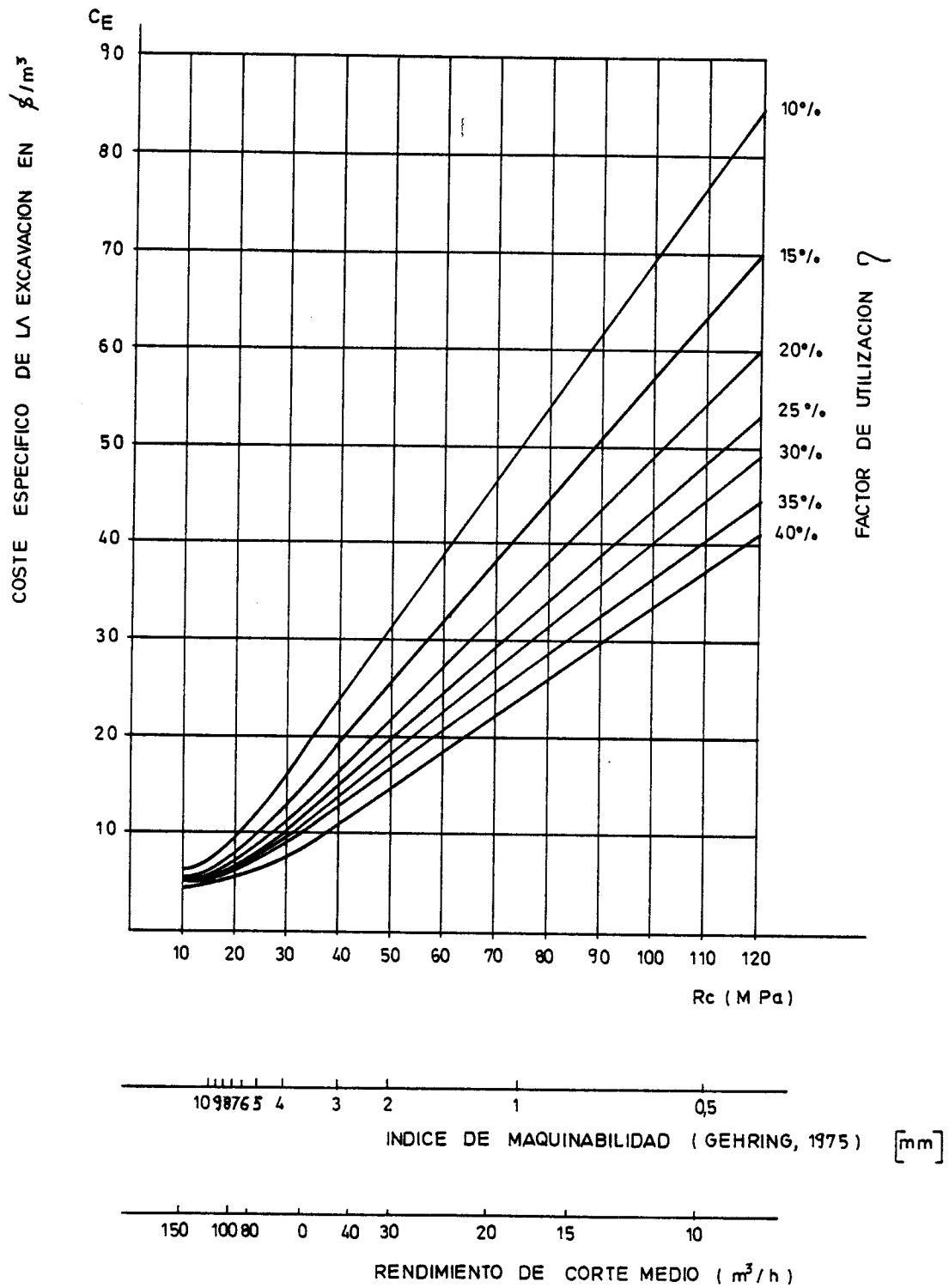


FIGURA 3 - COSTE ESPECIFICO DE EXCAVACION C_E (Sin instalación y picas) DEPENDIENDO DE LA RESISTENCIA DE LA ROCA Y DEL GRADO DE UTILIZACION PARA LA MAQUINA AM-100 DE "VOEST-ALPINE" (SEGUN GEHRING, 1981)

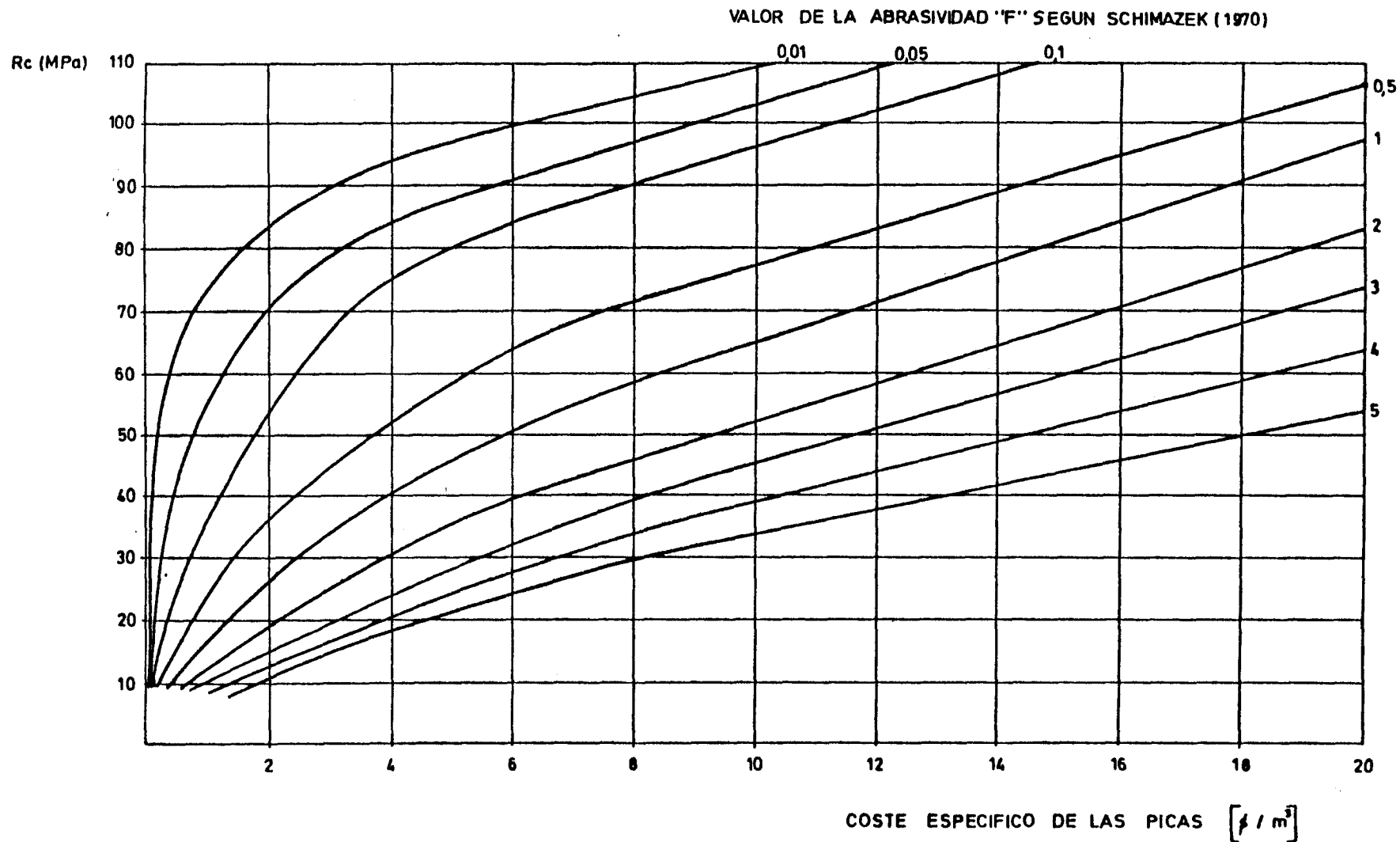


FIGURA 4 - COSTE ESPECIFICO DE LAS PICAS (TIPO U47, CONICA) DEPENDIENTE DE LA RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL Y DEL VALOR DE LA ABRASIVIDAD (SEGUN "GEHRING", 1981)

En la figura 5 se representan los factores de reducción -- para el cálculo del coste de excavación, y de las picas, -- dependiendo de la calidad del macizo rocoso según RABCE---- WICZ-PACHER (1974). De acuerdo con las figuras 3, 4 y 5, los costes reales de excavación (C_{ET}) se determinan por -- la siguiente fórmula :

$$C_{ET} = C_E r_E + C_P r_P + \frac{C_r}{V}$$

donde : r_E es el factor de reducción para el coste de la excavación (AM - 100).

r_P es el factor de reducción para el coste de la pica, (tipo U 47, cónica).

C_r es el coste de instalación de la máquina.

V es el volúmen total de la excavación (m^3).

Cuando se proyecta la aplicación de máquinas de ataque puntual, estos costes pueden usarse sólo como valores indicativos, ya que, parámetros importantes, tales como grado de utilización ó calidad del macizo rocoso, sólo pueden ser determinados aproximadamente, incluso realizando un -- buen estudio previo.

1.2.- FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCION DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL.

En la figura 6 puede observarse el camino que debe seguirse para la elección de una máquina de avance.

Este esquema muestra que no sólo son decisivos los factores referentes al arranque, sino que también las condiciones de estabilidad del terreno desempeñan un papel -- importante. El esquema pone también de manifiesto que los estudios e investigaciones previas suponen una parte muy -

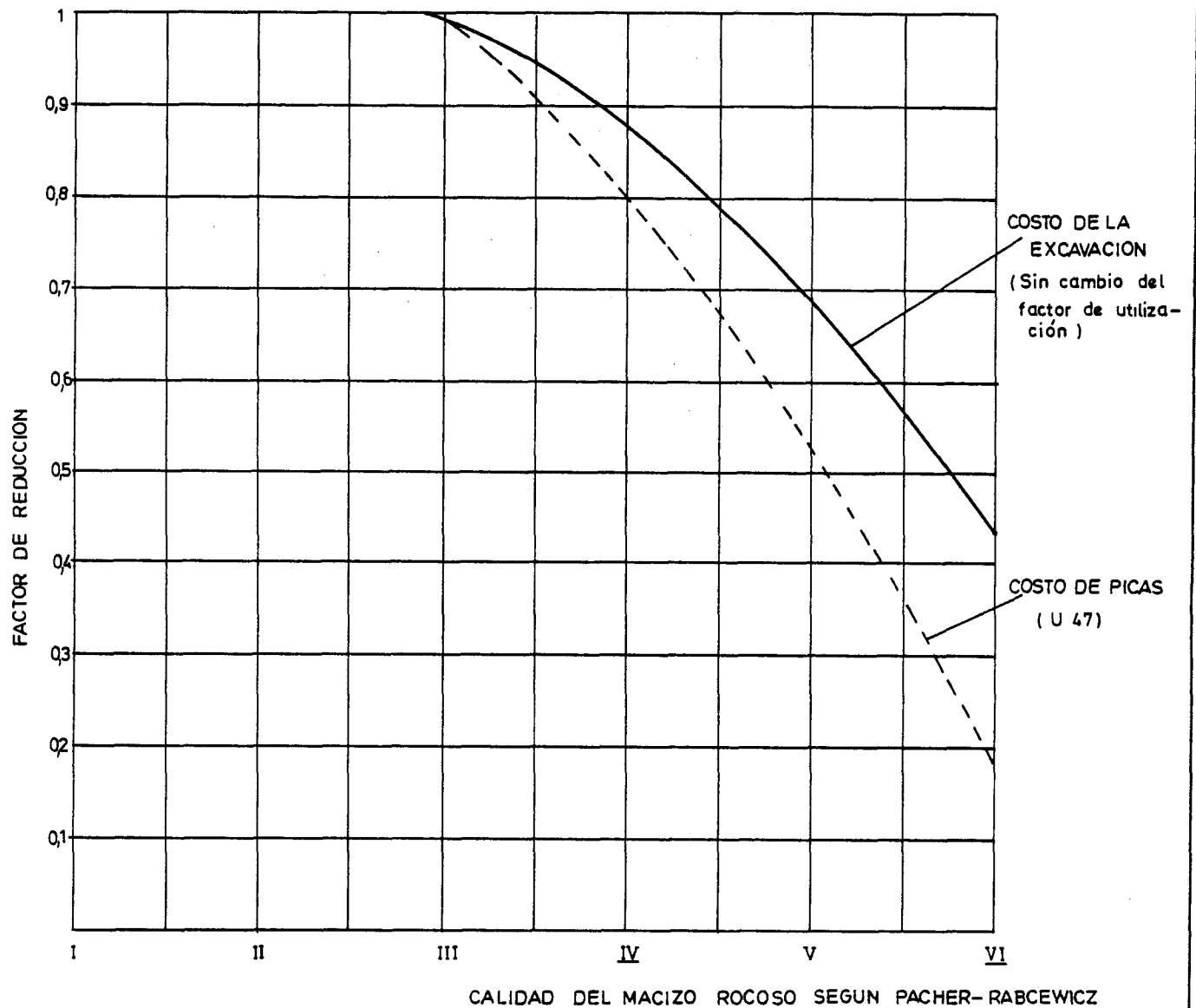


FIGURA 5 - FACTORES DE REDUCCION PARA EL COSTO DE EXCAVACION Y DE PICAS, DEPENDIENDO DE LA CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO, SEGUN RABCEWICZ- PACHER (SEGUN GEHRING 1981)

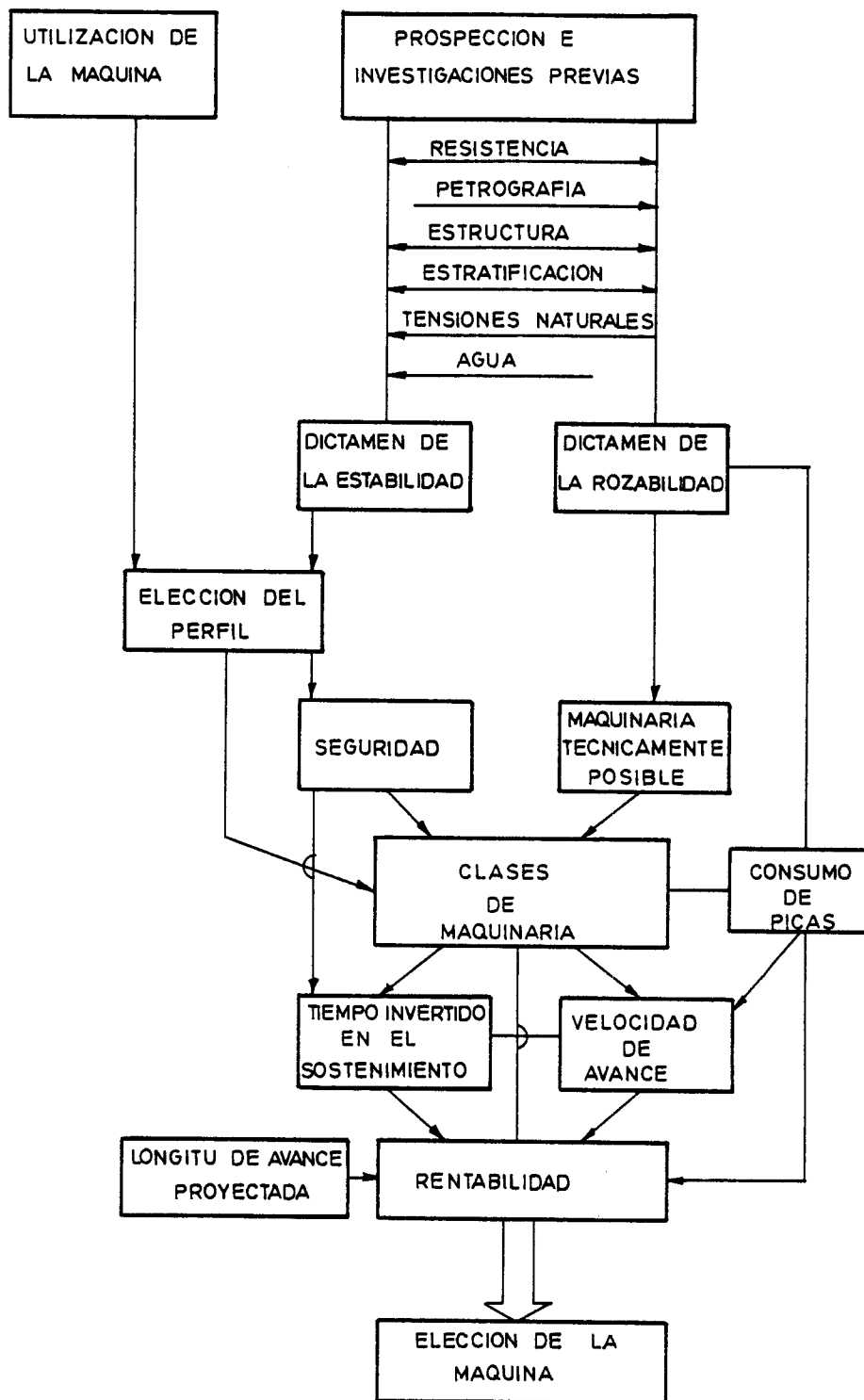


FIGURA 6 -ELECCION DE UNA MAQUINA DE AVANCE

esencial en la planificación del avance de galerías por medio de una máquina de ataque puntual. A partir de dichas prospecciones se puede hacer un dictamen sobre la estabilidad y rozabilidad de la roca o macizo rocoso; y de esta forma determinar la clase de máquina a utilizar. A continuación, se debe hacer un estudio de la máquina, para lo cual se estima el consumo de picas, velocidad de avance y tiempo invertido en el sostenimiento, lo que, junto con la longitud de avance proyectada, permite determinar la rentabilidad de cada máquina y por lo tanto llevar a cabo la elección de la máquina de avance.

1.3.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL ARRANQUE

Según ALEMAN (1982), los factores que afectan al rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual en terrenos carboníferos son los siguientes :

a) Factores relacionados con el tipo de roca y estratos de la galería.

1.- Resistencia mecánica de la roca, en términos de compresión, tracción y corte.

2.- Frecuencia y estado de las discontinuidades en el macizo rocoso.

3.- Abrasividad de la roca.

4.- Contenido de agua del terreno.

5.- Estado de tensiones en la capa.

b) Factores relacionados con la máquina.

1.- Par de giro, empuje y potencia que pueden ser aplicados a la cabeza de corte.

2.- Velocidad de corte de la máquina.

3.- Diseño de la cabeza de corte, tamaño y distribución de las picas.

4.- Tipo de pica utilizada.

5.- Agudeza del instrumento de corte.

c) Factores relacionados con la galería y su entorno.

1.- Motivación de la mano de obra.

2.- Importancia de la operación de avance de la galería en el contexto minero.

3.- Práctica y flexibilidad de la mano de obra.

4.- Restricciones dependientes de la legislación.

5.- Condiciones del entorno.

6.- Inclinação y sección de la galería.

1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA QUE DEFINEN SU PERFIL.

Las características generales de la máquina que definen su perfil son las siguientes :

- . En primer lugar, aquellos parámetros que están relacionados con las dimensiones de la máquina, como por ejemplo longitud, anchura y altura, que fijan las relaciones geométricas entre sus principales componentes. Otro parámetro que también está ligado con los anteriores es el peso de la máquina.

- . La potencia total instalada en la máquina (suma de las potencias de todos los motores eléctricos) y la potencia del motor de la cabeza de corte.
- . Las características de la cabeza de corte, entre las que podemos distinguir : el tipo de cabeza (axial ó radial) y su velocidad de rotación.
- . Un factor que afecta principalmente a las picas, y por consiguiente tiene una influencia notable en el arranque es el relativo a las fuerzas de penetración, elevación y movimiento lateral de la cabeza. Generalmente, dichas fuerzas son suministradas por el mecanismo de translación (orugas) que produce la penetración y por unos gatos hidráulicos que son los responsables de los movimientos laterales y de ascenso - descenso del brazo de corte.
- . En el mecanismo de translación (orugas) hay que tener en cuenta su anchura y longitud, las cuales tienen una influencia muy notable en la estabilidad general de la máquina y en la presión que ejerce sobre el terreno.
- . Por último, otra característica de la máquina es el tipo de dispositivo de carga, ya sea con pinzas, con transportador o con péndulo.

2.- ARRANQUE DE ROCAS MEDIANTE PICAS

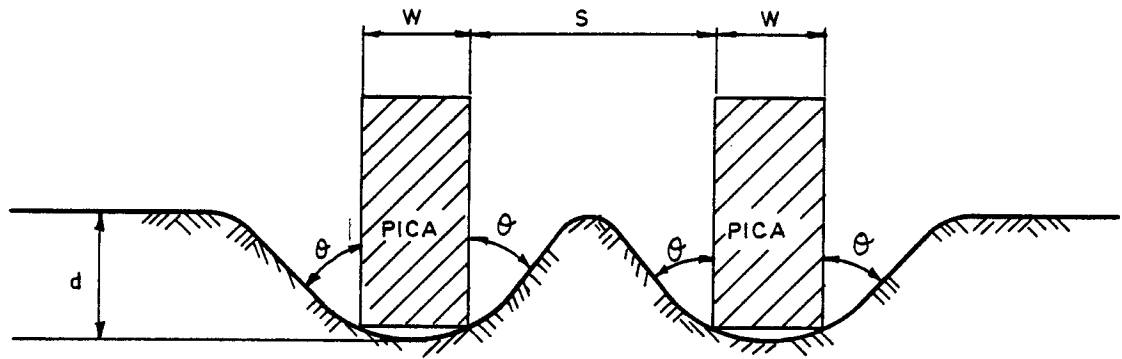
2.1.- EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y DEL ESPACIADO DE LAS PICAS.

EVANS y POMEROY fueron los pioneros de este campo de investigación, siendo publicados sus trabajos en 1966. Las conclusiones de este estudio, la mayoría realizado en carbón, fueron las siguientes :

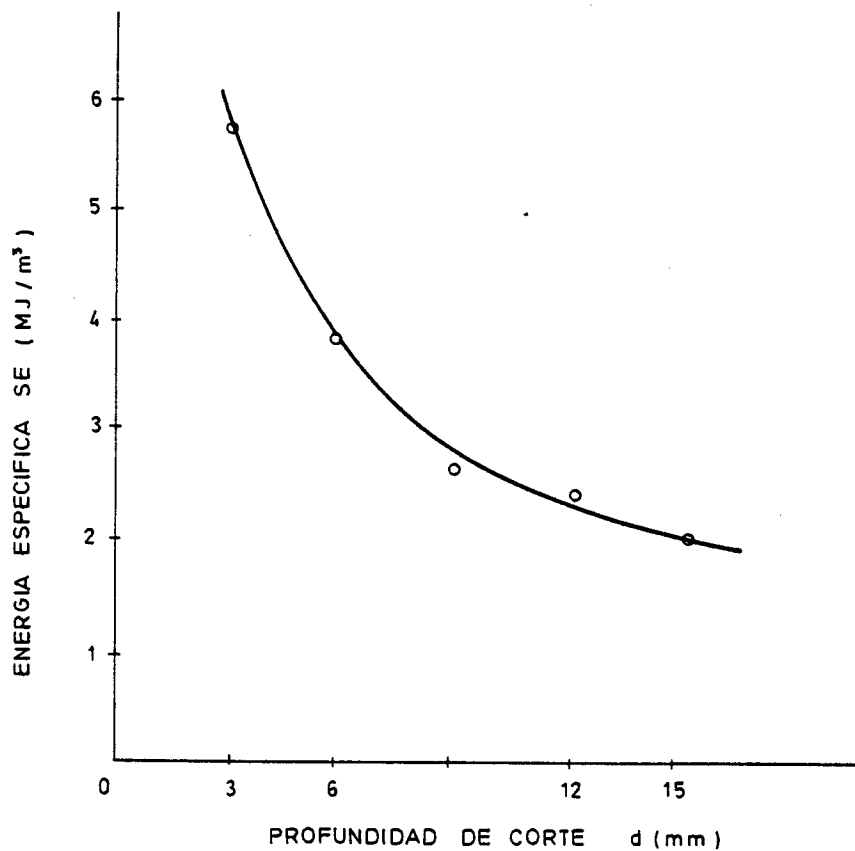
- . Al aumentar la profundidad de corte, las fuerzas de corte y normal de la pica aumentan linealmente y a la vez la -- cantidad de carbón arrancado; disminuyendo el porcentaje de finos y la energía consumida por unidad de peso de carbón extraído (Ver figuras 7 y 8).
- . El valor óptimo de la relación entre el espaciado de picas y la profundidad de corte es de 3 a 1. Los beneficios obtenidos en el corte por la ayuda de las picas contiguas, se producen cuando la profundidad de corte es mayor que $1/3$ del espaciado de las picas. Por tanto, la eficacia -- del corte es tanto mayor cuanto más grande es el espaciado de las picas dentro del límite indicado, y el beneficio obtenido no sólo se refleja en la baja energía requerida para extraer una cantidad dada de carbón, sino también en la forma o tamaño del producto que es arrancado (Ver figura 7).

ROXBOROUGH y otros (1973 y 1975).

Inicialmente, descubrieron una relación entre la profundidad de corte y la energía específica, mostrando que cuando la profundidad de corte aumenta la energía específica disminuye; tendiendo a cero cuando la profundidad de corte se aproxima a infinito (Ver figura 7 b). En trabajos posteriores encontraron que la energía específica alcanza un



a) Relación entre el espaciado de las picas "s" y el ángulo de rotura "θ"



b) Relación entre la energía específica y la profundidad de corte

FIGURA 7 - ARRANQUE DE ROCAS MEDIANTE PICAS

un valor mínimo, y empieza a incrementarse cuando la profundidad de corte aumenta aún más.

De los ensayos realizados en roca sacaron las siguientes conclusiones :

- . Dos picas interaccionan entre sí, para producir la rotura del macizo que queda entre los surcos abiertos por las mismas, cuando $s \leq 2 \operatorname{tg} \theta$. Siendo s el espaciado de las picas y θ el ángulo de rotura de la roca, que permanece constante durante el corte (Ver figura 7 a).
- . La relación entre el espaciado y la profundidad de corte fue medida para varios tipos de rocas en condiciones secas y húmedas, obteniéndose un valor óptimo de dicha relación; siendo mayor en condiciones secas.

2.2.- INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE CORTE.

EVANS y POMEROY (1966) observaron que no había un cambio significativo en la energía específica cuando aumentaba la velocidad de corte.

VALANTIN (1975) realizó una serie de experimentos con una pica, para ver la influencia que tenía la velocidad de corte de la pica en el arranque de la roca.

Los resultados fueron los siguientes :

- . Independencia de las fuerzas de la pica que intervienen en el arranque y la velocidad de corte.
- . La velocidad de corte influye de una manera notable sobre el desgaste del útil, ya que existe una velocidad crítica a partir de la cual el desgaste aumenta considerablemente, debido a que una parte importante de la fuer

za de corte se emplea en vencer la fricción entre la pica y la roca, desprendiéndose una cantidad de calor considerable. Este desgaste tiene lugar a una temperatura elevada (1500º), valor que corresponde a la temperatura de fusión del cobalto. Los exámenes micrometalúrgicos han puesto en evidencia la existencia de una zona de muy débil espesor, en la que la estructura del carburo de tungsteno vitrificado de la parte cortante de la pica está fuertemente perturbada. Se observa que estas temperaturas tan elevadas sólo se alcanzan cuando existe un estrecho contacto entre la roca y el carburo; la presión de contacto puede sobrepasar ampliamente los 100 MPa*. El flujo de calor se transmite rápidamente al interior de la pica, lo cual conduce a un gradiente de temperatura elevado.

- . Existe una relación lineal entre la fuerza de corte F_C y la fuerza normal F_N (Ver figura 8). Dicha relación es la siguiente :

$$F_C = C + K F_N$$

donde : C es una constante que depende de las condiciones del ensayo, naturaleza de la roca, profundidad de corte, etc... El coeficiente K es análogo a un coeficiente de fricción el cual varía entre 0,25 y 0,4. En general, es sensiblemente diferente del coeficiente de fricción carburo-roca, que normalmente oscila entre 0,5 y 0,6. Esta diferencia es debida al valor elevado de la temperatura de contacto entre el carburo y la roca, que puede modificar las características de los materiales.

F_C es la fuerza de corte, pudiéndose considerar como la suma de la fuerza de corte necesaria pa

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

rala destrucción de la roca, y de una fuerza proporcional a la fuerza de corte, que tiene su origen en la fricción carburo-roca.

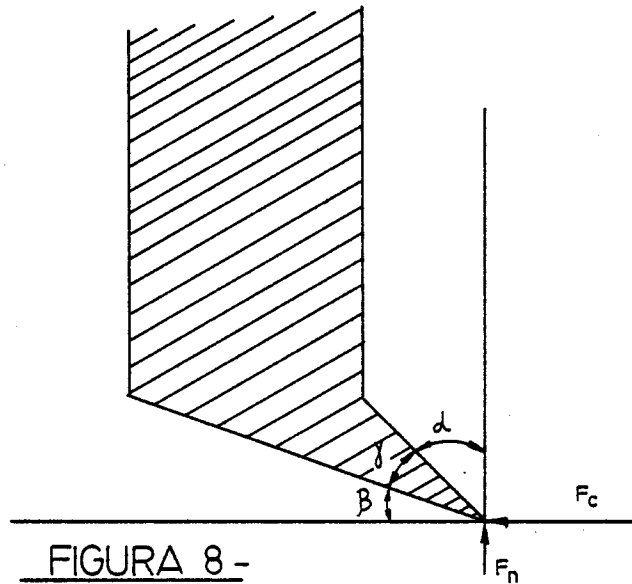


FIGURA 8 -

ROXBOROUGH (1973) realizó una serie de ensayos en una anhidrita, tomando como única variable la velocidad de corte, llegando a la conclusión de que la velocidad de corte no afecta a los principales parámetros que intervienen en el arranque.

2.3.- INFLUENCIA DE LA GEOMETRIA DE LA PICA

2.3.1.- Definición de los parámetros geométricos de la pica.

Angulo de corte, α , es el que forma la cara delantera de la pica con el plano perpendicular a la dirección del movimiento. Es positivo si el ángulo que forma la cara delantera con la dirección del movimiento de corte es superior a 90° y negativo en caso contrario (ver figura 8).

Angulo de incidencia, β , es el ángulo que forma la cara posterior o trasera con la dirección del movimiento de corte.

Angulo de filo, γ , es el ángulo del útil. Algebraicamente $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

La anchura de la pica, w , es difícil de definir con precisión, ya que no sólo depende de la pica sino también de la profundidad de corte. A débiles profundidades no se puede dar una definición rigurosa de la anchura de la pica. Sin embargo, se puede decir que para dos picas dadas, a igualdad de condiciones, la más ancha será aquella que arranque el mayor volúmen de roca.

2.3.2.- Efecto del perfil de la pica sobre otros parámetros.

EVANS y POMEROY (1966) realizaron una serie de ensayos en el carbón. Los resultados de estos experimentos muestran que :

- . Para ángulos de incidencia mayores de 5° la energía específica permanecería constante, pero cuando el ángulo de incidencia descendía por debajo de 5° la energía específica aumentaba bruscamente.
- . La energía específica decrece cuando el ángulo de corte aumenta, tendiendo al límite más bajo cuando el ángulo de corte está comprendido entre $+20^\circ$ y $+30^\circ$.

ROXBOROUGH y otros (1973) estudiaron la influencia del ángulo de corte sobre diversos parámetros, y observaron que conforme aumenta el ángulo de corte las fuerzas de corte y normal disminuyen, el grado de fragmentación aumenta y la cantidad de material arrancado permanece constante, es decir, que es independiente del ángulo de corte.

También sacaron la conclusión de que la energía específica aumenta ligeramente con un aumento de la anchura de la pica, y que al aumentar ésta, las fuerzas de corte y normal aumentan linealmente, el grado de fragmentación perma

nece constante y el volúmen de roca arrancada aumenta de una forma lineal.

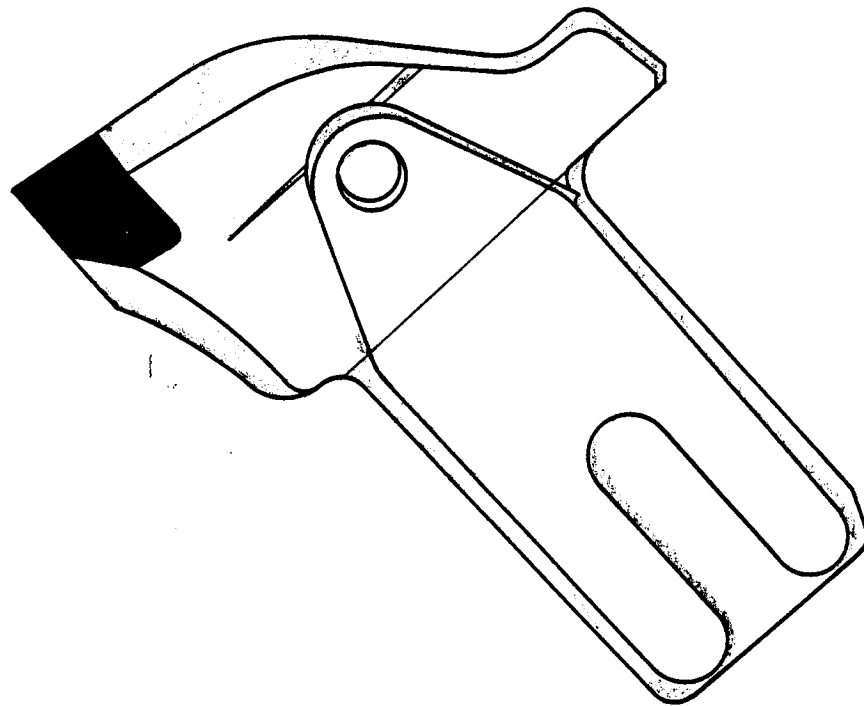
2.4.- TIPOS DE PICAS Y MATERIALES DE QUE ESTAN COMPUESTAS.

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la cabeza de corte es la pica, ya que ésta tiene una influencia decisiva en el arranque de la roca y en el comportamiento de la máquina en el corte.

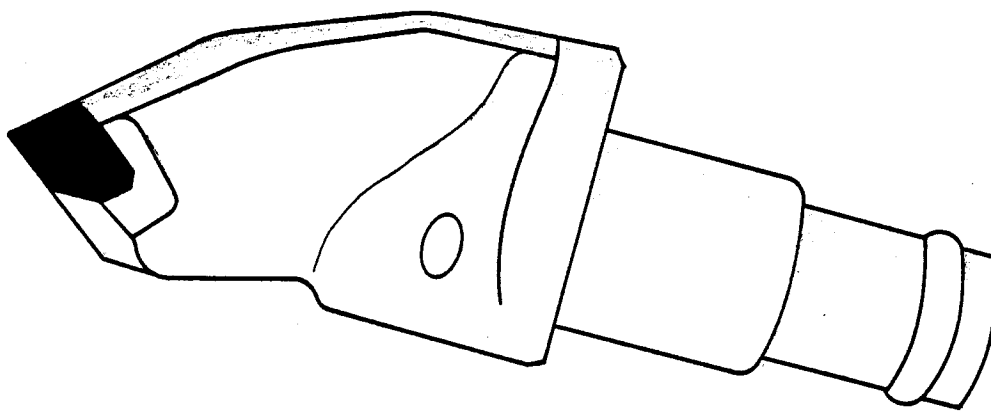
Podemos definir tres tipos de picas según su forma de ataque :

- . Picas de ataque lateral, con o sin bisel. Estas ejercen una acción de machaqueo al mantener en contacto la pica y la roca durante todo el corte, lo que da estabilidad a la cabeza; sin embargo, son bastante sensibles a los impactos, que pueden romper la widia. (Ver figura 9 a).
- . Picas de ataque frontal (Ver figura 9 b).
- . Picas de ataque en punta. Este tipo de picas se autofi--lan al rozar la roca debido a que giran en los portapi--cas, desgastándose uniformemente. Tienen mayor resistencia a los impactos que las anteriores pero se calientan más por ser mayor su superficie de contacto con la roca (figura 9 c).

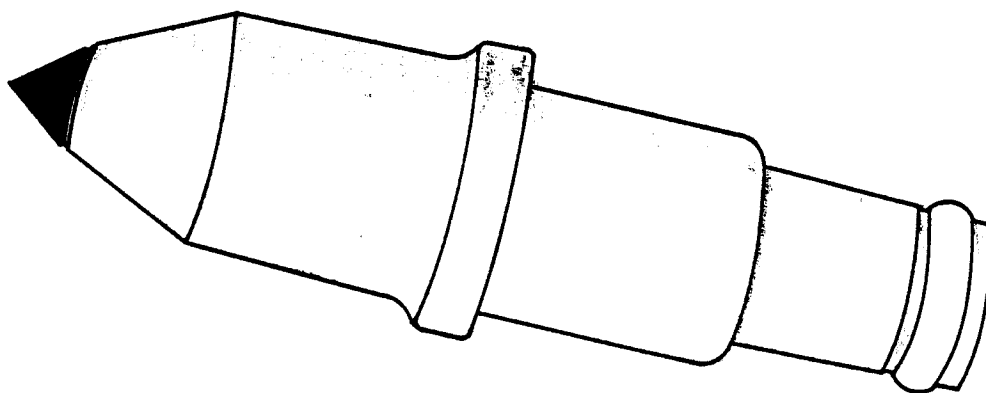
Las picas más usadas hasta ahora son las de ataque lateral pero en la actualidad, sobre todo en máquinas pesadas, se está pasando a las de punta. En las máquinas medias pueden utilizarse indistintamente unas u otras, sin que se obtengan diferencias en las velocidades de avance o en el consumo de úti--les por unidad de volúmen de roca.



a) Pica de ataque lateral



b) Pica de ataque frontal



c) Pica de ataque en punta

FIGURA 9 - TIPOS DE PICAS

Normalmente, para eliminar el polvo producido durante el arranque se suele inyectar agua a presión a través de la cabeza de corte o de unos pulverizadores situados detrás de la misma, o mediante unas válvulas situadas en los portapicas que dejan pasar el agua cuando la pica presiona sobre la roca. Este agua inyectada a presión tiene la ventaja, aparte de reducir el riesgo de explosión de grisú y la producción de polvo y de refrigerar el motor, de mejorar el corte de la roca, es decir, disminuir el consumo de picas.

Las picas se destruyen principalmente por efecto térmico, como consecuencia de su fricción con la roca, ya que al parecer el 80% del calor producido es absorbido por la pica y el 20% por la roca. El metal de que está constituida la pica debe por lo tanto tener un coeficiente de fricción bajo y conservar sus características mecánicas a alta temperatura. Esto lo cumple el carburo de tungsteno que tiene, por una parte, un coeficiente de fricción mitad que el del acero-roca y, por otra, conserva buenas características mecánicas hasta los 600 grados.

Las etapas para la producción de carburo de tungsteno, según OSBURN (1968), son las siguientes :

- . Concentración del mineral de tungsteno, generalmente Wolframita, sometiéndolo a un proceso químico con el fin de obtener paratungsteno de amonio, óxido tungstíco o ácido tungstíco.
- . Proceso químico de reducción del metal de tungsteno por medio del hidrógeno.
- . Conversión del metal de tungsteno en carburo de tungsteno mediante una mezcla de dicho metal con polvos de carbón puro, calentado en condiciones no oxidantes.

A continuación, el carburo de tungsteno es sometido a los siguientes procesos :

1 Molienda.

El carburo de tungsteno y los polvos de cobalto son mezclados por peso según las características mecánicas que se desee obtener en el producto final (ver figura 10). También se añade cera parafinada para producir un polvo fluido y éter de petróleo para prevenir la oxidación durante la molienda. La molienda se lleva a cabo en molinos de bolas de rotación o de vibración. Estos últimos, tienen la ventaja de que utilizan la mitad de tiempo para completar el ciclo de molienda en comparación con -- los molinos rotatorios.

2 Compactación.

Después de la molienda, una vez que se ha extraído el éter de petróleo, los contenidos del molino se tamizan y a continuación se efectúa un control de calidad.

La compactación inicial puede efectuarse por medios manuales o mecánicos. El producto compactado de esta forma, que tiene la resistencia del yeso, debe ser diseñado para que tenga lugar durante la sinterización una reducción en sus dimensiones de un 20%.

3 Presinterización.

La presinterización de los compactados se realiza en un horno de tubos continuos, con una atmósfera de hidrógeno reductora, operando a 300°C, 400°C y 800°C, durante un tiempo total de 300 minutos. En la primera etapa se evaporan las ceras parafinadas que se recogen en las partes frías del horno, mientras que en la etapa de 800°C

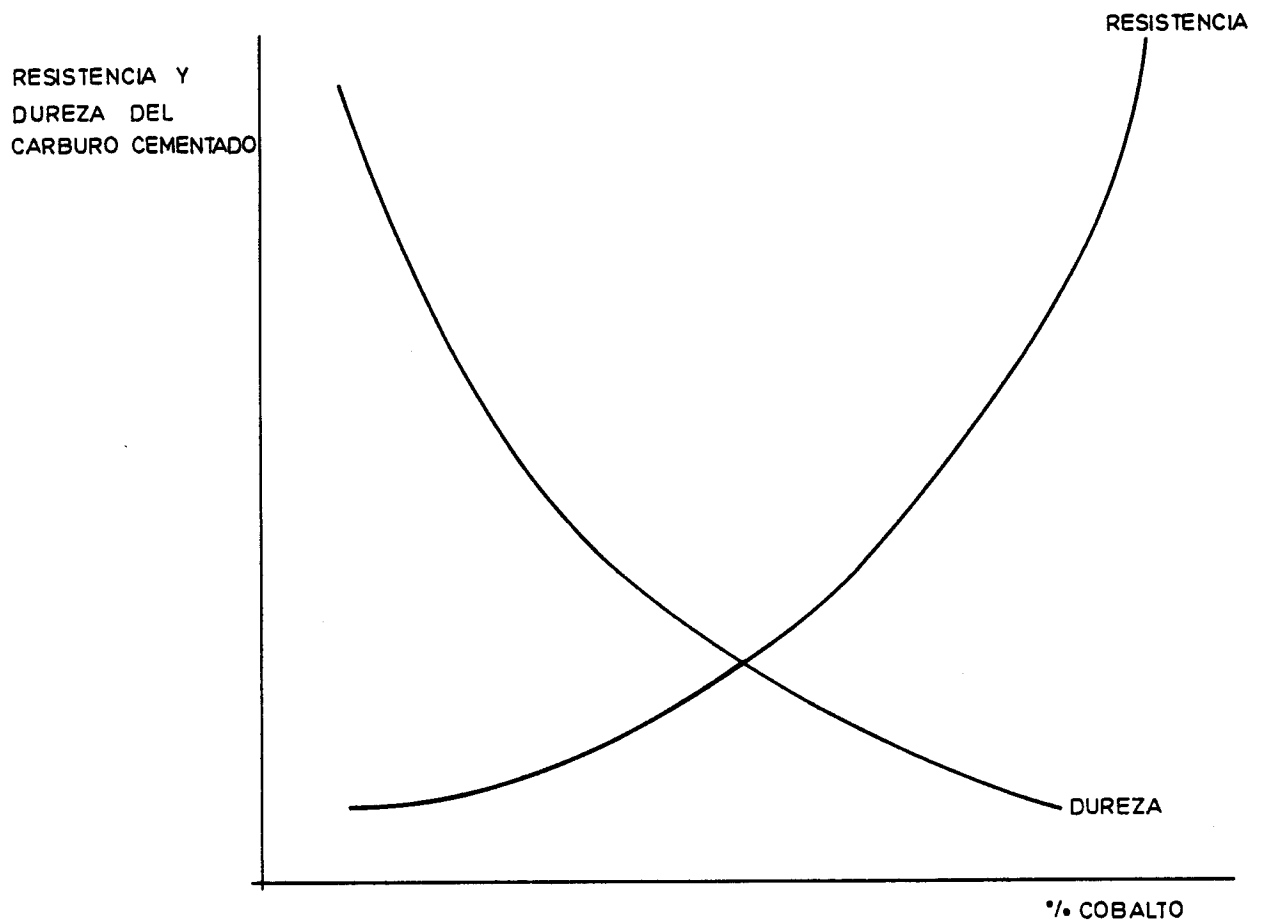


FIGURA 10 - VARIACION DE LA DUREZA Y RESISTENCIA DEL CARBURO CEMENTADO CON LA CANTIDAD DE COBALTO PRESENTE

se obtiene un producto sinterizado bastante resistente para ser mecanizado.

4 Final de sinterización.

Para la etapa final, las puntas del instrumento de corte son colocadas en una bandeja o cubeta de grafito a - 1320º - 1400º C durante media hora. Después de la sinterización las puntas se dejan enfriar a la vez que el -- horno.

3.- ESTUDIO DE LA CABEZA DE CORTE.

3.1.- DEFINICION DE LOS PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA CABEZA DE CORTE.

Una cabeza de corte consiste en un cierto número de picas distribuidas alrededor de su periferia formando varias secuencias dispuestas en forma de espiral. El número de secuencias normalmente suele ser de 2, aunque se suelen utilizar 6 o más cuando las cabezas de corte son grandes. En la figura 11 puede observarse el modo de corte de una cabeza radial que excava la roca en dirección transversal, así como su terminología.

Uno de los parámetros que se tienen en cuenta cuando se diseña la cabeza de corte es la profundidad de corte máxima, "dmax" (Ver figura 12). Esta la podemos definir como el avance por revolución dividido por el número de secuencias.

Otro parámetro a tener en cuenta es el espaciamiento de corte "S", que es la distancia entre picas en una misma secuencia de corte. Por último, podemos definir el espaciamiento entre líneas de corte " S_L " como la distancia entre picas en diferentes secuencias de corte, medida alrededor de la periferia de la cabeza. La mayoría de las cabezas de corte se dividen en dos grupos; uno en el que las picas se colocan de tal forma que $S_L = S/2$ y se denomina 1 pica/línea y el otro en que $S_L = S$, conociéndose como 2 picas/línea.

La relación entre S_L y S depende del tipo de roca que se desee cortar y determina la eficacia y rendimiento de la cabeza.

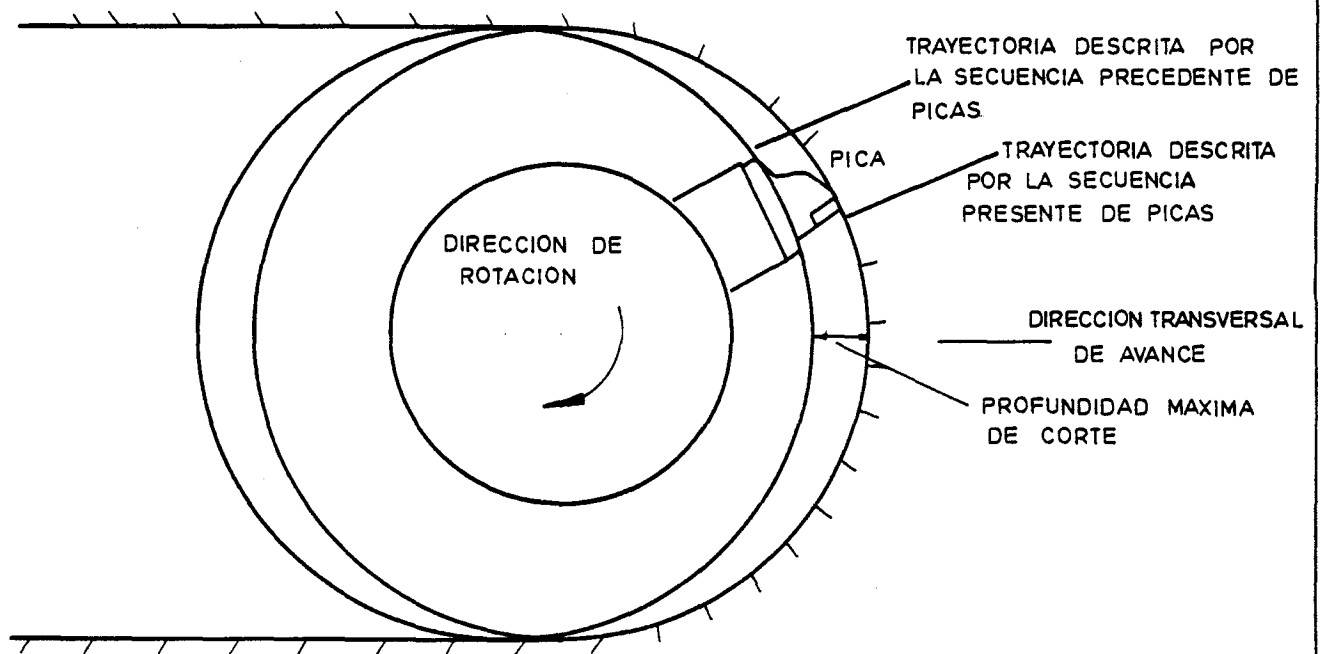
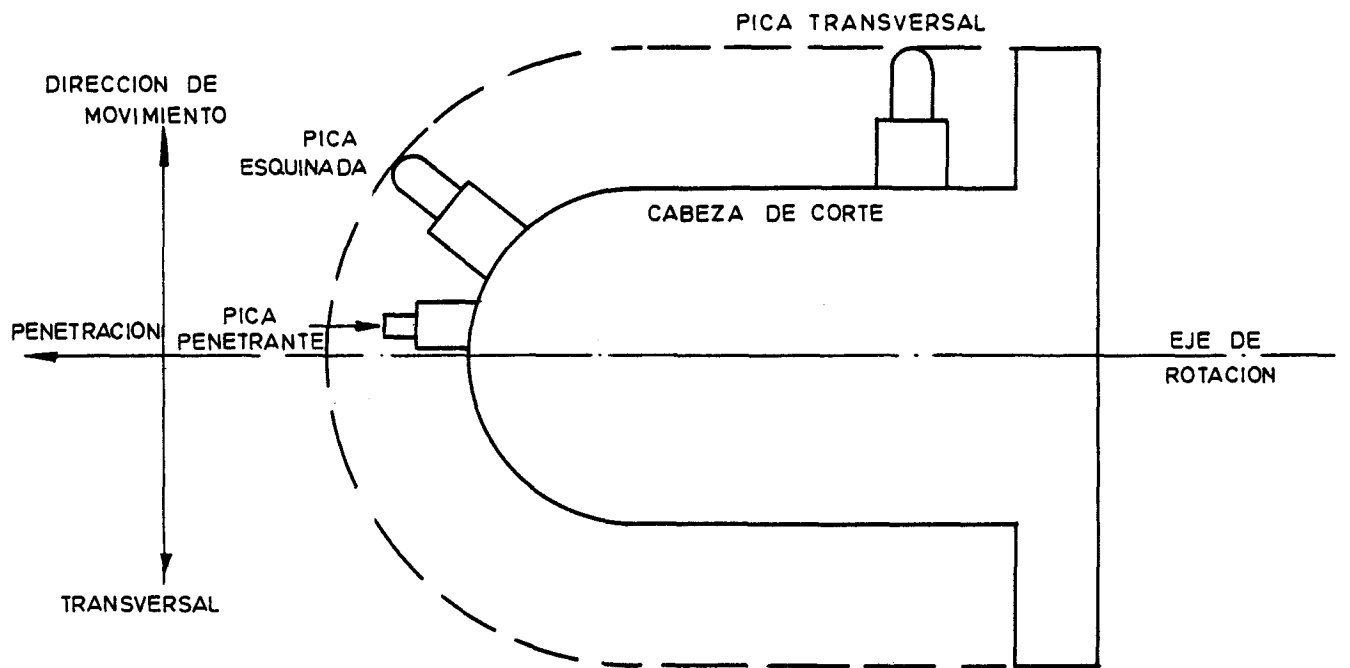


FIGURA 11 - TERMINOLOGIA DE LA CABEZA DE CORTE

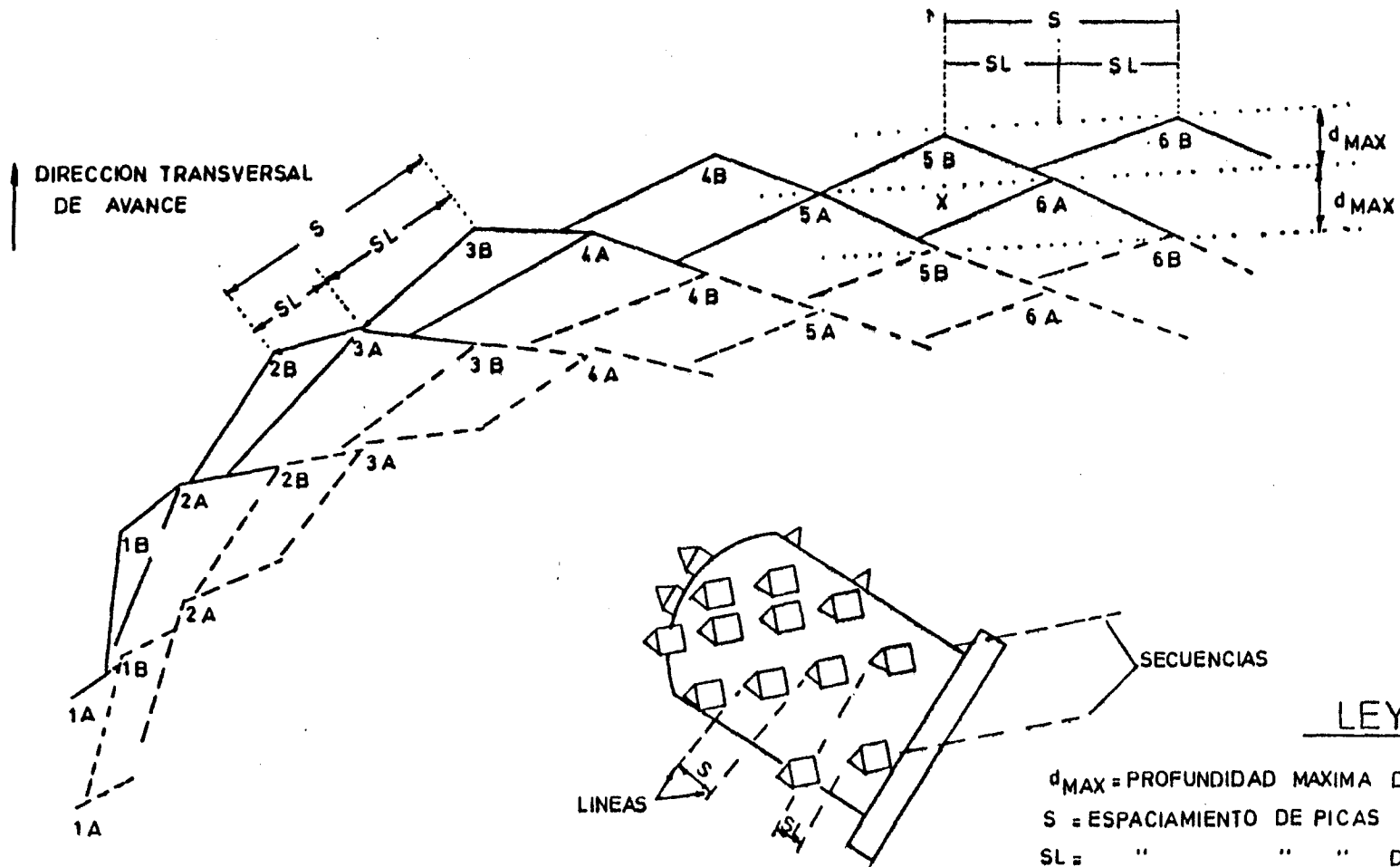


FIGURA 12 - MODELO DE CORTE DE UNA CABEZA EN EL QUE SE DEFINEN LOS PARAMETROS DE PROFUNDIDAD DE CORTE Y ESPACIAMIENTO

3.2.- CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA CABEZA DE CORTE.

HURT (1981), MORRIS (1981) y MAC ANDREW (1981) realizaron estudios sobre el rendimiento de corte de una serie de máquinas de ataque puntual. Para ello, llevaron a cabo unos ensayos en unas calizas cuya resistencia a la compresión era de 90 MPa y su resistencia a la tracción de 18 MPa.

Según estos autores, la potencia y la fuerza transversal utilizadas por la máquina determinan la velocidad de corte de la misma en una roca determinada. En la figura 13 se observa el método de cálculo seguido por ellos para determinar la relación que existe entre estos parámetros y las fuerzas de cada pica. La fuerza aplicada por cada pica en la roca se puede descomponer en dos componentes: la fuerza de corte F_C , que actúa a lo largo de la dirección del movimiento de la pica, y la fuerza normal F_N , que es la normal a la superficie que se corta. También existe una tercera componente, fuerza lateral, que se considera despreciable, ya que suele ser bastante pequeña.

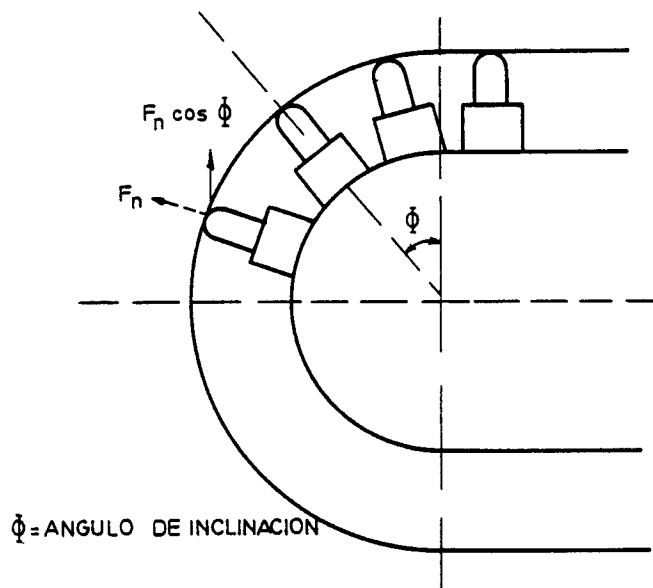
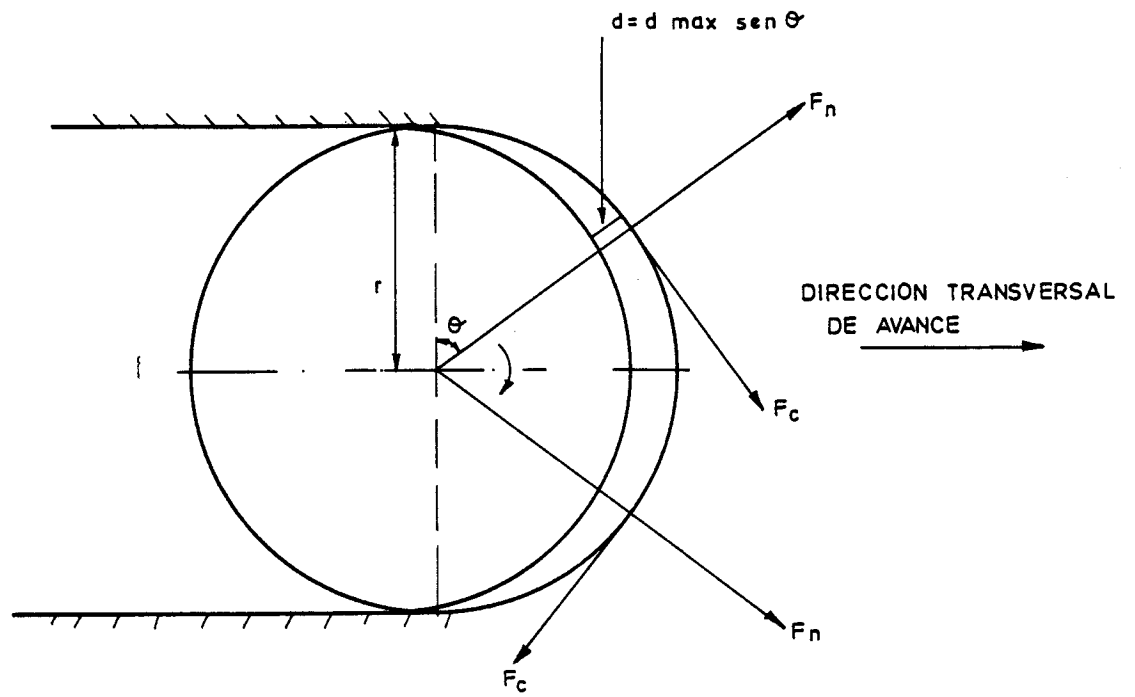
Las ecuaciones del par de giro y de la fuerza transversal en la cabeza son las siguientes :

$$\text{Par de giro} = \sum F_C \cdot r \quad (1)$$

donde; r es el radio de corte y \sum es la suma de todas las picas en proceso de corte.

$$F. \text{ transv.} = \sum F_C \cos \theta + \sum F_N \sin \theta \cos \phi \quad (2)$$

donde; θ es la posición angular de la pica y ϕ es el ángulo de inclinación.



$$\text{Fuerza transversal} = \sum F_c \cos \theta + \sum F_n \sin \theta \cos \phi$$

$$\text{Por giro} = \sum F_c \cdot r$$

$$F_c, F_n = f(s, d)$$

FIGURA 13 - SECCIONES TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE UNA CABEZA DE CORTE. CALCULO DEL PAR DE GIRO Y FUERZA TRANSVERSAL

La profundidad de corte "d" de las picas puede suponerse igual a $d_{\max} \sin \theta$. Esta d_{\max} puede estimarse, para una velocidad de corte transversal determinada, a partir del modelo de corte (Figura 12).

Sólamente para picas transversales, $d = \frac{D}{n} \sin \theta$

Donde : D es el avance por vuelta y n es el número de se--
cuencias de corte. Esto es cierto para D menor que 1/4 del
radio de la cabeza de corte.

Una solución más exacta para avances más altos se obtiene
mediante la siguiente ecuación :

$$d = d' \sin \theta - r \left[1 - \sqrt{1 + \frac{d'^2}{r^2} (\cos^2 \theta)} \right]$$

$$\text{donde } d' = \frac{D}{n} \left[\frac{1 - \frac{D}{n} \cos \theta}{2 + \frac{D}{n} \cos \theta} \right]$$

Las fuerzas F_N y F_C varían con la profundidad de corte "d"
y el espaciamento de corte "S".

Una aproximación bastante razonable es que las fuerzas de
la pica son proporcionales al producto Sd. Es decir,

$$F_C = K_C S d_{\max} \sin \theta \quad (3)$$

$$F_N = K_N S d_{\max} \sin \theta \quad (4)$$

donde K_C y K_N son constantes.

En la práctica las fuerzas en la pica son proporcionales
al producto S.d por encima de un cierto valor mínimo --
(HURT y EVANS 1980).

HURT (1981), MORRIS (1981) y MAC ANDREW (1981) utilizaron las ecuaciones 1 - 4 con éxito para calcular la potencia y el empuje necesario de muchas máquinas modernas. También, si se conocen la potencia media y la fuerza transversal -- necesaria para una cabeza de corte, por medio de una serie de medidas de campo, se pueden calcular las fuerzas que actúan en las picas utilizando estas mismas ecuaciones.

El equilibrio de una cabeza en el proceso de corte se ob-- tiene por medio de una serie de cálculos repetitivos del - par de giro con incrementos de rotación de la cabeza de 5º. El cálculo se lleva a cabo normalmente con un computador.

En la figura 14, se observan los cálculos de equilibrio pa-- ra dos cabezas de corte, cada una con 28 picas. La gran di-- ferencia en el equilibrio de ambas cabezas no se habría de-- tectado fácilmente sin el cálculo.

3.3.- DISEÑO DE LA CABEZA DE CORTE PARA QUE LAS FUERZAS DE LA PI-- CA SEAN MINIMAS.

Para obtener una mayor vida de las picas, para el caso en -- que tengan que cortar rocas de gran dureza, las fuerzas de-- sarrolladas por las picas necesitan ser tan bajas como sea posible.

Por este motivo, todas las picas deberían realizar el mis-- mo trabajo. Sin embargo, en la práctica esto no puede lle-- varse a cabo exactamente, a causa de las diferentes distri-- buciones de las fuerzas en las picas producidas por los -- dos modos de corte, por penetración y transversal, efectua-- dos por la cabeza de corte. El mejor compromiso parece -- que se consigue haciendo que el espaciamento de corte "S" sea aproximadamente constante en toda la periferia de cor-- te.

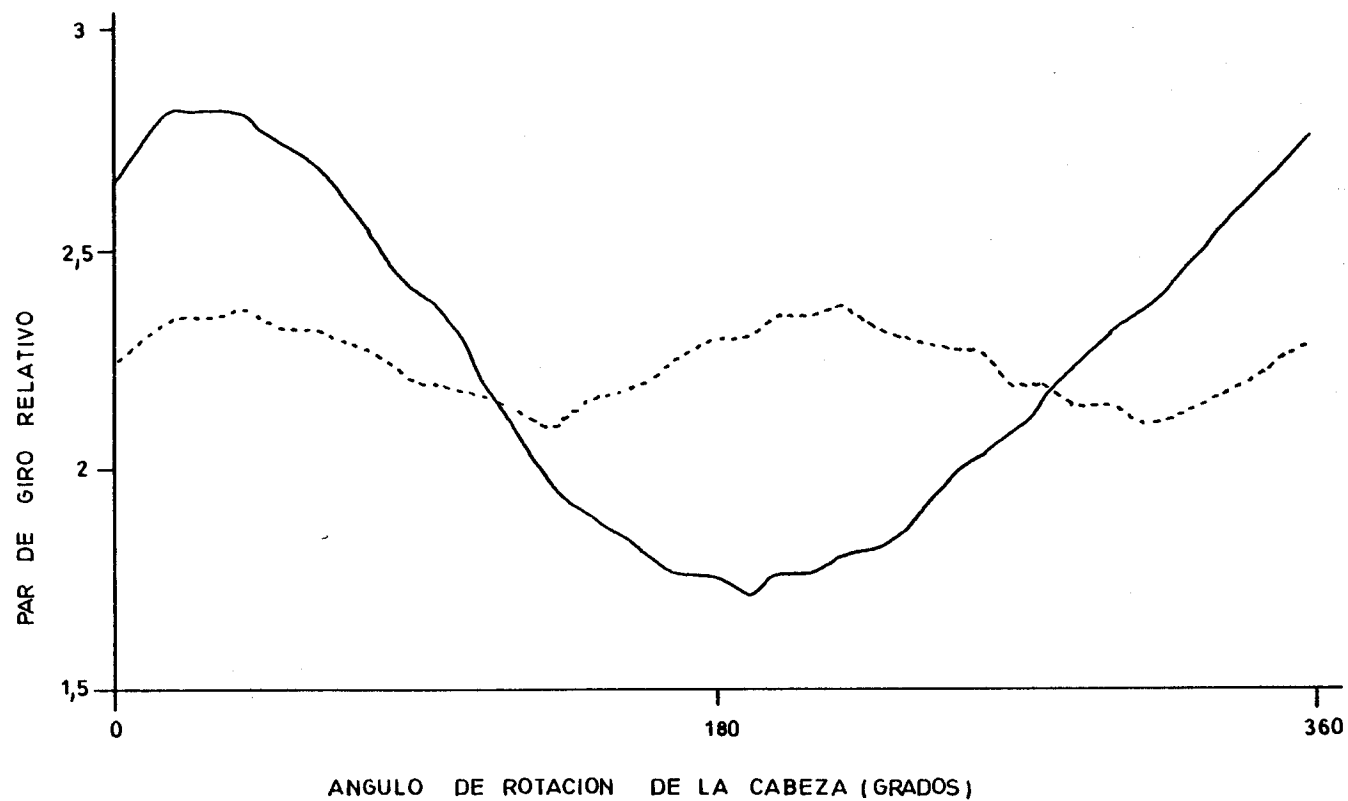


FIGURA 14 - RESULTADOS DE LOS CALCULOS DE EQUILIBRIO DE DOS CABEZAS DE CORTE

Un segundo compromiso es que el corte efectuado por las picas tenga la misma profundidad en cada secuencia; es decir, que estas secuencias deberán de estar espaciadas alrededor de la cabeza de corte a la misma distancia.

Para reducir las fuerzas en las picas, cuando se efectúa el corte en rocas duras, hay que hacer que el espaciamiento, - la profundidad de corte y la velocidad de las picas sean pequeñas.

En la práctica, los dos primeros parámetros tienen un mínimo razonable, debido a que las fuerzas en la pica no disminuyen por debajo de una cierta profundidad de corte, y a bajas profundidades se produce una gran fricción que genera un calor que puede destruir las picas. Se ha comprobado que el consumo de picas en roca dura disminuye cuando la profundidad de corte máxima aumenta hasta unos 10 mm y posiblemente más.

Para ver cual es la mejor distribución de las picas en la cabeza de corte hay que llevar a cabo una serie de investigaciones, debido a la gran cantidad de formas que existen de colocar un determinado número de picas en la cabeza. Por ejemplo :

2 secuencias de corte con 1 pica/línea, $S_L = S/2$

2 secuencias de corte con 2 picas/ línea $S_L = S$

3 secuencias de corte con 1 pica/línea $S_L = S/2$

3 secuencias de corte con 2 picas/línea $S_L = S$

La elección del número de secuencias depende del tamaño y capacidad de la máquina y del trabajo que se espera de ella.

También, el número de secuencias está relacionado con el -- rendimiento de corte que puede ser alcanzado por una pica con una fuerza determinada, con tal de que la máquina tenga la potencia suficiente para alcanzar dicha velocidad de excavación. Para una roca dura la cabeza de corte deberá tener menos secuencias, de tal forma que la fuerza por pica sea más grande.

Una vez que se ha elegido el número de secuencias la próxima etapa es decidir el número de picas por línea. La figura 15 compara dos cabezas de corte idénticas con el mismo número de picas (28) pero con diferente distribución; una tiene 2 picas/línea y la otra 1 pica/línea. Se observó que la fuerza transversal necesaria en la cabeza A, con 2 picas/línea, era 5 toneladas más grande que en la cabeza B, con 1 pica /línea, para la misma profundidad de corte.

La razón es que en la cabeza A no existe suficiente empuje para alcanzar la penetración necesaria, y por consiguiente, producir la rotura de la roca entre las picas. Por este motivo S_L debe ser menor que S. Para el corte de rocas duras no deben utilizarse 2 secuencias con 2 picas/línea, ni tampoco 3 secuencias con 3 picas/línea. Todos los ensayos realizados con el fin de disminuir el número de picas/línea, han tenido como consecuencia un aumento del rendimiento de corte y una disminución del consumo de picas.

Otro trabajo llevado a cabo por HURT (1980) muestra que -- para un empuje determinado la velocidad transversal de -- avance está directamente relacionada con la velocidad de corte. Esto demuestra la relación que existe entre la velocidad de excavación y la velocidad de rotación de la cabeza de corte.

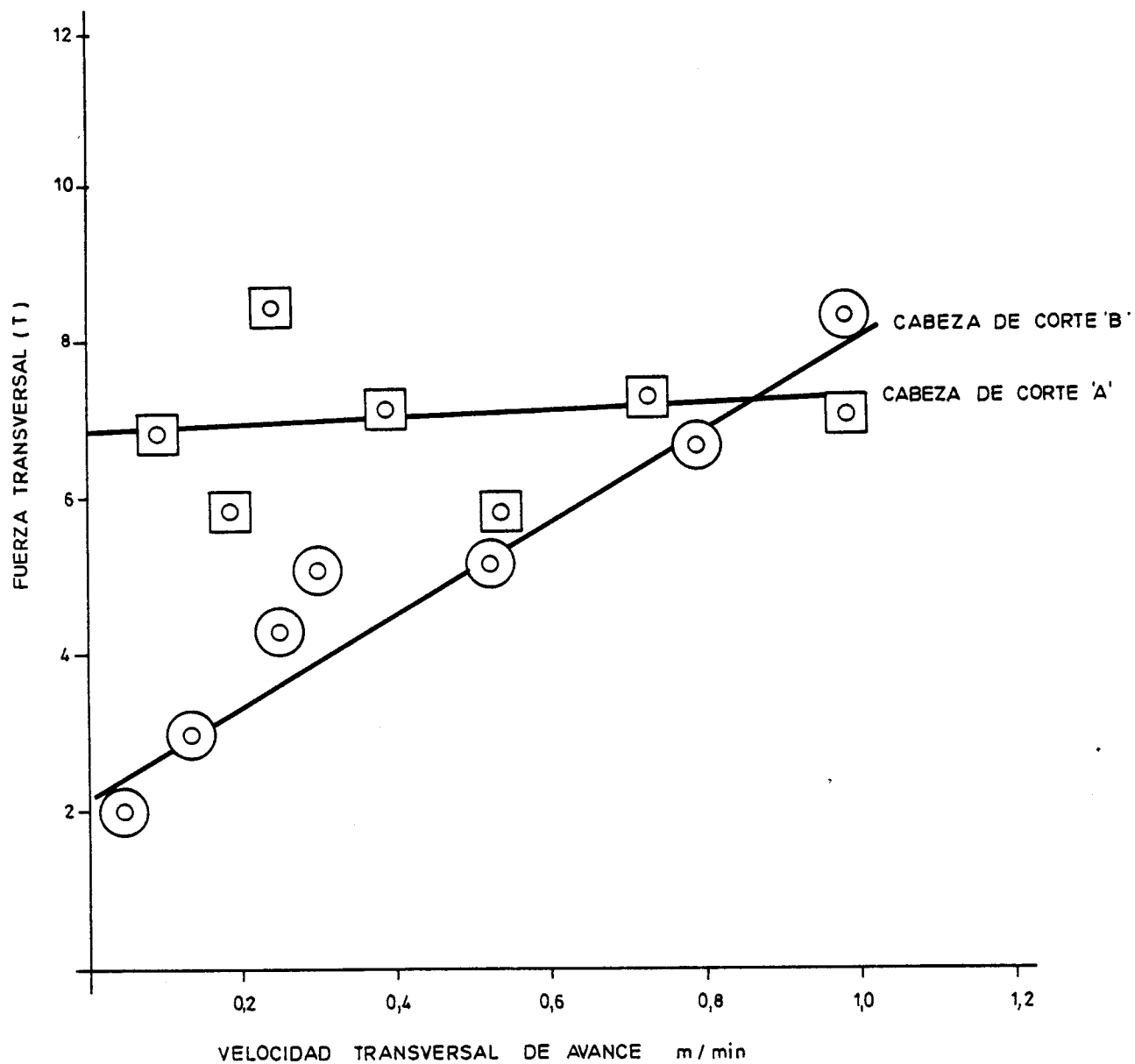


FIGURA 15 - RELACION ENTRE LA FUERZA TRANSVERSAL Y LA VELOCIDAD TRANSVERSAL DE AVANCE DE DOS CABEZAS DE CORTE (19r.p.m.)

Como consecuencia de todo este estudio, y en vista de que uno de los aspectos más importantes a considerar en la cabeza de corte son las propias picas, ya que la vida de las picas determinan la resistencia máxima de la roca que puede ser cortada por las máquinas de ataque puntual, se recomienda realizar lo siguiente para aumentar la vida de las picas :

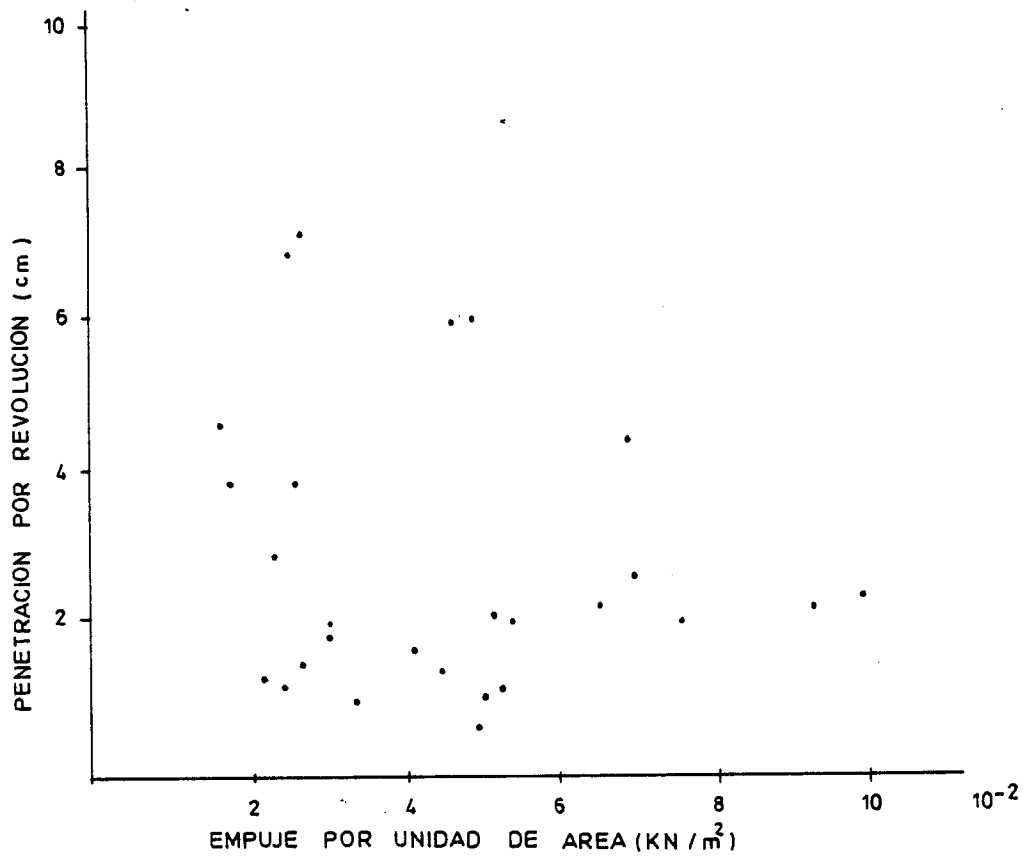
- . Mejorar las picas.

- . Diseñar mejor las cabezas de corte para cortar en roca dura. Los principios más importantes en los que hay que basarse para diseñar la cabeza de corte consisten en que las picas tengan rendimientos comparables y que el número de picas por línea no sea mayor que la mitad del número de secuencias.

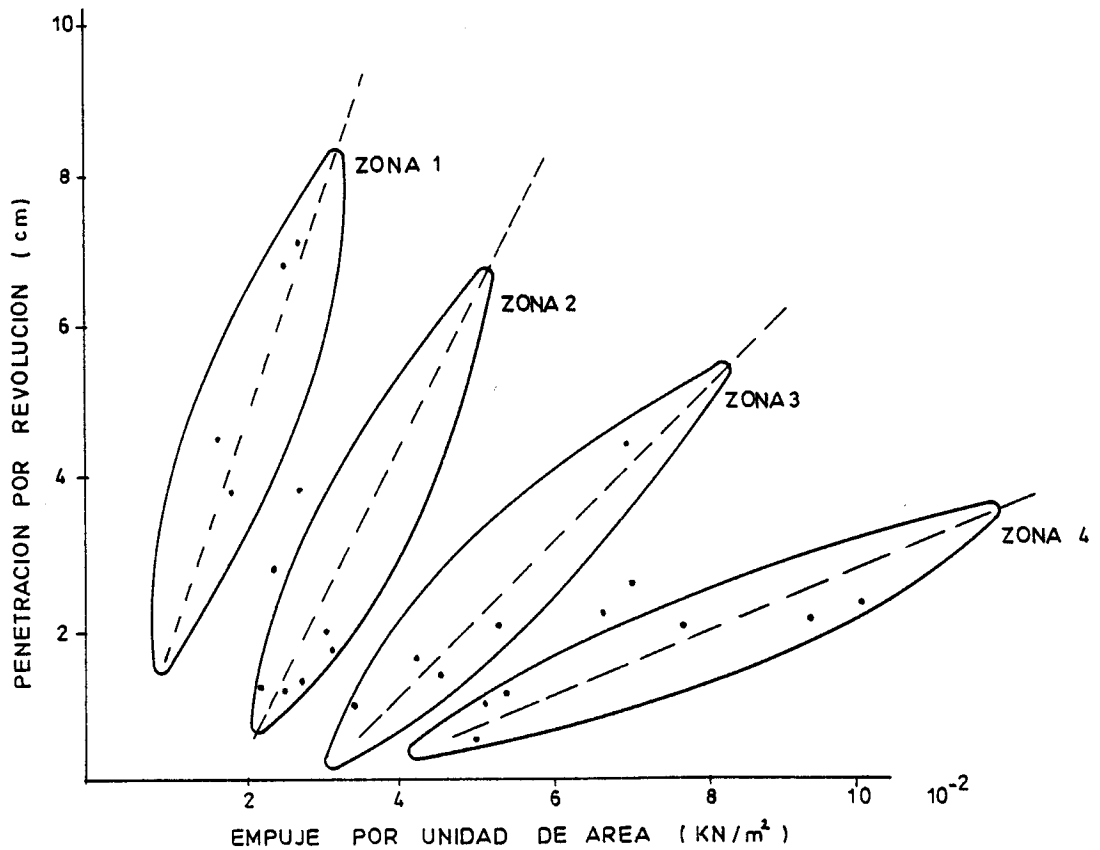
- . Mejorar las condiciones de corte de la pica. Así en condiciones de corte áridas, la vida de la pica aumenta si se reduce la velocidad de corte a menos de un lm/s . -- Cortando a una profundidad óptima (alrededor de 10 mm) -- se minimiza el consumo de picas. También existen indicaciones de que refrigerando las picas por medio de agua a presión se aumenta mucho su vida.

3.4.- RELACION ENTRE EMPUJE APLICADO Y PENTRACION

ALEMAN (1982), dedujo una relación entre los empujes de la cabeza de corte y sus correspondientes penetraciones (ver -- gráfico 16 A). En este gráfico se observa que cuando el -- terreno presenta mayor dificultad para ser cortado hay un decrecimiento de la penetración para un valor determinado del empuje.



A) Empujes, en función de la penetración, agrupados por tipos de terrenos



B) Agrupación de los rendimientos de corte de la máquina

FIGURA 16 - METODO DE PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE CORTE DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL (SEGUN ALEMAN)

Con el fin de establecer una fórmula matemática que exprese la relación mencionada anteriormente, ALEMAN agrupó los datos en cuatro zonas que representan terrenos parecidos. Estas zonas las denominó 1, 2, 3 y 4. La zona 1 está relacionada con rocas que son fáciles de cortar, mientras que la zona 4 presenta la mayor dificultad de corte (Ver gráfico 16 B) Observando los datos dentro de estas zonas se ve que existe una relación lineal entre empuje y penetración:

$$P = nT + c \quad (5)$$

donde : P es la penetración en cm/rev.

T es el empuje en $\text{KN/m}^2 \times 10^{-2}$

n es el gradiente

c es la intersección de la recta con el eje de abscisas, que depende del tipo de terreno.

En este gráfico se observa que según decrece n el terreno presenta mayor dificultad.

Este autor comprobó que entre los valores n y c de las cuatro zonas existía una relación parabólica de la forma :

$$c = \frac{(n - 1,7)^2}{0,68} - 3,9 \quad (6)$$

Sustituyendo (6) en (5) obtuvo

$$P = nT + 1,47 n^2 - 5n + 0,35 \quad (7)$$

Por tanto :

$$1,47 n^2 + n (T - S) + (0,35 - P) = 0 \quad (8)$$

Resolviendo la ecuación (8)

$$n = \frac{(5 - T) \pm (T - 5)^2 - 5,88 (0,55 - P)}{2,94}$$

Pero debido a que la solución negativa no es posible, ya que el valor de n no puede ser negativo, tenemos que la solución final es :

$$n = \frac{5 - T + T^2 - 10T + 5,88P + 22,94}{2,94} \quad (9)$$

De esta ecuación (9) podemos deducir el rendimiento de corte de cualquier máquina de ataque puntual que efectúe el corte de forma transversal, en función de su empuje y penetración.

También, el rendimiento de corte de una máquina en diferentes rocas, se puede predecir si se establece una relación entre las propiedades de la roca y el valor n (m^3 / KN), como se verá más adelante.

3.5.- COMPARACION ENTRE LAS CABEZAS DE CORTE AXIALES Y RADIALES

Se denominan cabezas de corte axiales (ripping) aquellas en las que el eje de giro de la cabeza es perpendicular a la dirección de avance y cabezas radiales (milling) aquellas en las que el eje es paralelo al avance.

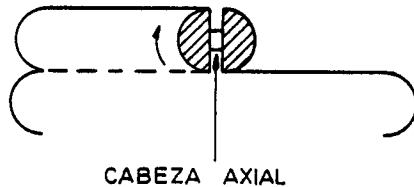
En la actualidad, a pesar el tiempo que llevan utilizándose se ambos tipos de cabezas, todavía no resulta claro cual de ellos es mejor, pues ambos tienen ventajas e inconvenientes. Hay fabricantes que prefieren las cabezas axiales, como Alpine, mientras que otros, como Dosco, se inclinan más por las radiales.

Lo lógico, sin embargo, es utilizar uno u otro tipo de cabezas según sean las características geomecánicas de los macizos rocosos a excavar. Por ello, algunos fabricantes (Eichhoff y Salzgitter) han diseñado sus máquinas de modo que pueda cambiarse la cabeza en un tiempo muy corto, del orden de una hora y media.

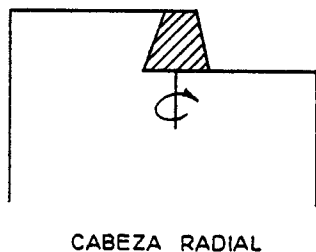
La comparación entre cabezas axiales y radiales puede realizarse en base a los siguientes aspectos fundamentales : estabilidad de la máquina, productividad y perfilado de la galería.

3.5.1.-Estabilidad de la máquina.

En las cabezas axiales, tanto durante la penetración de la cabeza como durante su desplazamiento lateral para arrancar la roca, la principal fuerza de corte actúa en el plano vertical que pasa por el eje de la máquina y la fuerza lateral a dicho plano es muy pequeña.



En las cabezas radiales ocurre todo lo contrario, pues aquí las fuerzas de corte son predominantemente perpendiculares a la dirección de avance de la máquina, por lo que se requieren fuerzas considerables para desplazar lateralmente la cabeza, mientras que la penetración es mucho más fácil que para las cabezas axiales.



Por otra parte, en éstas la cabeza va creando en su avance tres nuevas superficies de arranque, mientras que en las axiales sólo se crean dos.

Como consecuencia de la diferente forma de corte, la estabilidad de la máquina es muy distinta según vaya provista de cabeza axial o radial. En el primer caso, al no existir empuje lateral, la reacción necesaria para el corte, que tiende a levantar la máquina, se equilibra mediante el peso de ésta. Cuando se ha colocado una cabeza radial, sin embargo, las fuerzas laterales de corte requieren por parte de la máquina una reacción en dicha dirección. Esta --- reacción la puede proporcionar la fricción de las orugas, y de la pala de carga con el terreno, pero en el caso de - que las fuerzas de fricción no sean suficientes habrá que utilizar los gatos estabilizadores de cola e incluso gatos laterales que anclen la máquina a los hastiales. Como consecuencia, en igualdad de condiciones, es decir, sin utilizar gatos laterales, las máquinas con cabeza radial necesitan un 20% más de peso aproximadamente que las de cabeza axial para la misma potencia de corte.

Pero esto no sucede frecuentemente, ya que las máquinas de cabeza radial suelen poder sujetarse a los hastiales.

En resumen, la estabilidad de las máquina de cabeza axial es mejor que las de cabeza radial, pero esta desventaja puede compensarse parcialmente sujetando la máquina a los hastiales mediante gatos hidráulicos.

3.5.2.- Rendimiento de la máquina.

En el caso de que se necesite sujetar una máquina de cabeza radial a los hastiales para estabilizarla, su rendimiento puede llegar a ser hasta un 25% inferior a la de una máquina con cabeza axial. Esto es debido al tiempo que se -- pierde en el posicionado de la primera para iniciar el --- arranque. Si este no fuera el caso, la cabeza radial tronco cónica arranca mejor que la axial.

La cabeza radial penetra muy bien en el frente y una vez dentro, al poder cortar en cualquier dirección, aprovecha muy mejor las zonas débiles del macizo rocoso para llevar a cabo el arranque. Además, tiene la ventaja de que si existe en el frente de la galería una capa de carbón puede regarla y evitar que se mezcle con el estéril.

La forma de penetración y de desplazamiento, permiten seleccionar muy bien el espesor de arranque.

Con la cabeza axial la penetración es más difícil, pues es la parte externa de la cabeza, que es la que tiene mayor diámetro y donde las picas se mueven más velozmente es la que penetra primero, por lo que el trabajo que se realiza es muy grande. La penetración no suele superar los $2/3$ del diámetro de la cabeza, pero si se disminuye mucho la penetración con objeto de facilitar el trabajo de la máquina, se producen en ellas grandes vibraciones.

Por todo ello, las cabezas radiales permiten dar paradas más profundas a igualdad diámetro que las axiales y dan, por consiguiente, más producción, excepto en el caso en que se necesita anclar la máquina. Para aprovechar la ventaja de su mayor facilidad de penetración, las cabezas radiales suelen tener una longitud bastante superior a su diámetro.

3.5.3.- Perfilado de la galería

Como puede verse en los croquis anteriormente presentados, el perfilado de la galería es mucho mejor con cabezas radiales que axiales, es decir, éstas producen más sobreexcavación y un perfil menos preciso. El perfilado de las cabezas radiales es tanto mejor cuanto más se adapta el ángulo de conicidad de la cabeza al necesario para alcanzar el perfil teórico deseado.

3.6.- FORMAS DE CORTE DE LA CABEZA

Podemos distinguir cuatro métodos de corte : por penetración, por arriba, transversal y por abajo (ver figura 17).

MC FEAT-SMITH (1978), examinando los métodos de corte en una pizarra, vio que la dirección de ataque de la pica con respecto a los planos de esquistosidad tiene una influencia muy importante en el funcionamiento de las máquinas.

Realizó cuatro cortes a una profundidad de 6 mm, analizando la fuerza de corte media que actúa en la pica (KN), la cantidad de carbón excavada por metro (Kg/m) y la energía específica (MJ/m³). De este ensayo se deduce que existe -- una gran diferencia en los valores de la energía específica obtenidos; confirmando la gran importancia que tiene la dirección de ataque de la pica. En la figura 18 puede observarse lo siguiente :

- . La energía específica es el doble en los cortes 1 y 2 -- que en los 3 y 4.
- . La cantidad de carbón excavada por metro es menor en los cortes 1 y 2 que en 3 y 4.

En la tabla siguiente se observa como varía la energía específica según que la dirección de avance del brazo sea de izquierda a derecha o viceversa.

Método de corte.	Dirección de movimiento del brazo.	
	Izq. a Dcha.	Dcha. a Izq.
Por arriba	2,1	0,9
Transversal	2,4	2,4
Por abajo	1,8	3,4

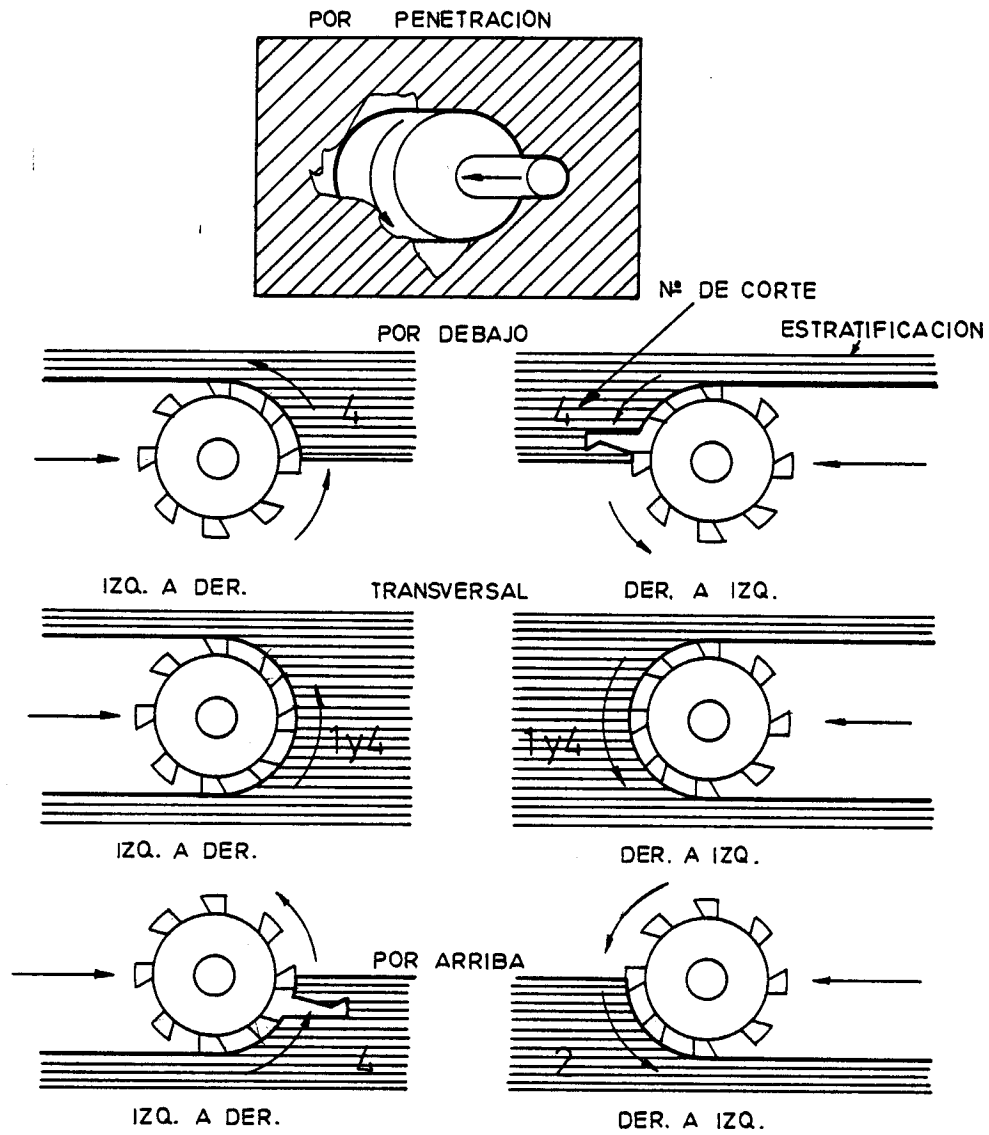


FIGURA 17 - METODOS DE CORTE

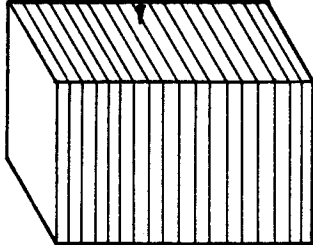
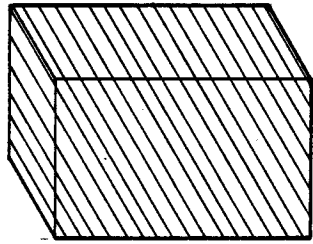
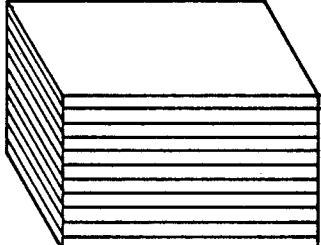
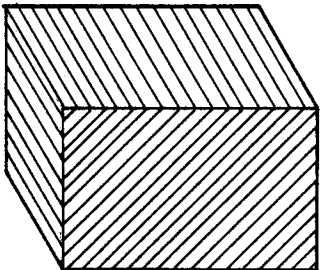
Nº DE CORTE	ESTRATIFICACION	ENERGIA ESPECIFICA MJ / m ³	FUERZA MEDIA DE CORTE KN	CANTIDAD DE CARBON ARRANCADA POR METRO Kg / m
1		10,73	1,04	0,26
2		10,15	1,02	0,27
3		5,70	0,89	0,43
4		4,64	0,73	0,43

FIGURA 18 - RELACION ENTRE LA DIRECCION DE CORTE
Y LOS PARAMETROS DE CORTE

Como conclusión, las direcciones más efectivas de corte con respecto al sentido de rotación de la cabeza de corte, son :

Levógiro :	Por arriba :	Derecha a izquierda.
	Por abajo :	Izquierda a derecha.

Destrógiro :	Por arriba :	Izquierda a derecha.
	Por abajo :	Derecha a izquierda.

4.- PARAMETROS DE LA ROCA QUE INTERVIENEN EN SU CORTE MEDIANTE MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL.

En este capítulo se describen en primer lugar los índices desarrollados con más éxito hasta el presente (año 1982) - para predecir el rendimiento de arranque de las máquinas - de ataque puntual. Al ser estos índices claramente defectuosos, hemos expuesto a continuación los diversos métodos para expresar las propiedades de los macizos rocosos y de las rocas que existen en la actualidad, relacionados con el arranque de la roca mediante cabezas provistas de picas. Siguiendo a ALEMAN (1982), hemos entresacado de estos métodos los más directamente relacionados con el arranque y hemos llegado a obtener un conjunto de tres ecuaciones que nos permiten predecir el rendimiento de corte (m^3/h) de cualquier máquina de ataque puntual, conocido el empuje por unidad de área aplicado a su cabeza (radial) durante el desplazamiento transversal de la misma y la velocidad de giro de ésta.

4.1.- INDICES DESARROLLADOS HASTA EL PRESENTE

A continuación, vamos a examinar los principales factores ó índices que se han intentado relacionar con el rendimiento de corte de las máquinas de ataque puntual, y con la perforabilidad de rocas, en general, la mayor parte de las veces sin éxito.

4.1.1.- Indices de perforabilidad

En un primer intento HARLEY (1926), para cuantificar la perforabilidad, ideó un ensayo estándar que consistía en una perforación vertical hacia arriba. La dureza de la roca la definió como la energía relativa de entrada necesaria para arrancar un volumen unidad de roca de un agujero

perforado. La roca que requería la más alta energía de entrada fue clasificada como A+, A y A-, y la que requería la más baja energía de entrada fue clasificada como D+, D y D-, lo que permite 12 clasificaciones de durezas de rocas. En 1927 GYSS y DAVIES determinan la dureza de las rocas según los valores de las durezas, en la escala de Mohs, de los constituyentes de la roca; correlacionándolos con los resultados de la perforación.

SHEPERD (1952) establece una serie de relaciones entre la perforabilidad y varias propiedades de la roca; definiendo la perforabilidad como la relación entre la velocidad de penetración y la carga aplicada.

Al mismo tiempo que SHEPERD desarrolló una escala de perforabilidad, SIEVERS (1952) estableció un índice de perforabilidad J. Este lo definió como la penetración alcanzada en una perforación rotativa bajo unas condiciones de operación constantes en varios tipos de rocas. Los valores de J. varían entre 50-60 para calizas, 200 para esquistos y 400 para areniscas.

Relacionando el rendimiento de la perforación con las propiedades geológicas, KIMOSITA (1956) observó que el tamaño y el número de granos de cuarzo tenían bastante influencia en la perforación de la roca.

PAONE y BRUCE (1963) determinaron una serie de correlaciones entre las velocidades de penetración y las propiedades físicas de la roca, tales como resistencia a compresión, resistencia a tracción, módulo de Young, dureza del escleroscopio Shore y peso específico. Llegaron a la conclusión de que la velocidad de avance de una corona de diamantes para la testificación está directamente relacionada con la resistencia a la penetración de la roca, que en una primera aproximación se acerca a su resistencia a compresión.

Con el fin de caracterizar las propiedades mecánicas de las rocas en el proceso de perforación, PROTODYAKONOV (1962) considera que es esencial conocer sus durezas, plasticidades y abrasividades. En el caso de perforación por percusión los factores más importantes son la dureza y la plasticidad, mientras que en el caso de perforación por rotación los más importantes son la dureza y la abrasividad. Determina los índices de resistencia y de deformación de las rocas por las durezas del escleroscopio Shore y por el método de caída de un peso. La dureza y la abrasividad las evaluó por un ensayo de perforación por rotación estándar, donde se mide la fuerza de empuje axial. Usando estos dos métodos de ensayo dedujo la perforabilidad por percusión y por rotación. Concluyó que para obtener una clasificación sencilla, debería realizarse un ensayo con un martillo neumático bajo unas condiciones de operación estándar.

WHITE (1969) emprendió un estudio sobre varios métodos de perforación, llegando a la conclusión de que la perforabilidad de las rocas dependía del proceso de perforación y de sus características geológicas. Encontró que existía una correlación insuficiente entre los índices de perforabilidad y las propiedades físicas de la roca y que el mejor camino para determinar la perforabilidad de la roca es perforándola.

En un estudio reciente, referente a la perforación por rotación, BROWN y PHILLIPS (1977) llegaron a la conclusión de que las propiedades de la roca que influyen en la perforabilidad son : la resistencia a la compresión, el contenido de cuarzo y la abrasividad.

Considerando los sistemas de perforación por percusión, BLINDHEIN (1979) desarrolló un ensayo de perforabilidad - basado en un ensayo de quebrantamiento por impacto, un ensayo de perforación a pequeña escala y un ensayo de abrasividad. En un trabajo posterior encontro que existía una relación entre las discontinuidades del macizo rocoso y la velocidad de perforación. De estas observaciones, pudo ajustar la velocidad de perforación predicha en función - de la estructura del macizo rocoso.

Es sorprendente que después de cincuenta años de estudio no exista un ensayo universal que determine la perforabilidad. También desanima constatar que se ha progresado -- muy poco desde los primeros ensayos de HARLEY en 1927 hasta 1960, que es cuando PROTODYAKONOV considera la técnica de perforación por separada e identifica los factores que influyen en su rendimiento. Una ventaja de los ensayos de perforación es que son más baratos que efectuar una perforación in-situ como sugiere WHITE.

4.1.2.- Indices relativos a las máquinas de ataque puntual.

La COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA, presentó en 1965 un informe titulado "Métodos de estudio del corte de rocas", en el que se consideran los siguientes parámetros :

<u>Parámetros</u>	<u>Método de ensayo</u>
Dureza de la roca	Ensayo de dureza Mohs.
Resistencia a compresión	Muestras preparadas, -- compresión uniaxial.
Resistencia a compresión	Muestras sin preparar, Protodyakonov.
Dureza por rebote	Escleroscopio Shore.
Abrasividad	Ensayo Cerchar.

ParámetrosMétodo de ensayo

Resistencia a la perforación

Ensayos de perforación de agujeros pequeños.

Concluye que el ensayo de perforación de agujeros pequeños con un aparato manual en el campo tiene una serie de ventajas sobre los otros métodos. Es más barato y da una evaluación in-situ de la resistencia de la roca.

El CONO DE PENETRACION (1977) fue desarrollado por el NCB para dar una estimación de la resistencia de la roca, y opera de forma parecida al que se emplea en los ensayos de dureza metalúrgicos. Proporciona la dureza de la roca en función de su resistencia a la penetración por un cono de carburo de tungsteno. Los valores obtenidos muestran una fuerte correlación con la resistencia a la compresión uniaxial de la roca. Sin embargo, su utilidad como método para predecir el rendimiento de corte de una máquina es relativa.

Se realizó un ensayo para estudiar las posibilidades de predicción que ofrecía el cono de penetración. Este ensayo fue efectuado con una máquina DOSCO en un macizo rocoso formado por capas de arenisca que contenían de un 60% a un 90% de cuarzo. Los resultados del ensayo se presentan en la tabla 1, en la que se relacionan los valores de la penetración del cono, la eficacia del corte y el desgaste de las picas. Según se observa en esta tabla, para valores altos del ensayo del cono, el desgaste de las picas es fuerte y el corte no satisfactorio.

En Alemania, SCHIMAZEK (1970) dedujo un coeficiente de abrasión F. Se mide determinado el contenido de cuarzo, el tamaño de grano y la resistencia a tracción de la roca.

TABLA 1 RELACION ENTRE LAS DUREZAS ESTANDAR DEL CONO DE PENETRACION (NCB) Y LOS RESULTADOS DE CORTE DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL.

DUREZAS ESTANDAR Resultados del corte independiente del tiempo de paradas. Resultados del corte de la pica donde las picas son reemplazadas por carburo de tungsteno.

6	6,0	El corte es posible únicamente si las intercalaciones de roca tienen un espesor menor de 0,30 m.	Desgaste fuerte (Mayor de 0,5 picas/m ³)
5	4,0	Las máquinas no son adecuadas para estas rocas. Algún progreso es posible si se presentan intercalaciones de rocas blandas en el frente. Serán necesarias voladuras para ayudar a la excavación.	Rápido desgaste y rotura de picas.
4	3,0	La máquina debe cortar satisfactoriamente si las picas se cambian regularmente. Altas energías de corte (8-11 MJ/m ³) y vibraciones reducen fuertemente la vida de los componentes de la máquina.	Velocidades de desgaste de 0,32 picas/m ³ ó menos probablemente. Los resultados del corte pueden ser malos si las picas no se cambian regularmente. Es poco común la rotura de las picas.
3	2,5	Moderadas velocidades de avance, tan bajas como 10 m ³ /hr en las rocas más duras.	Moderada velocidad de desgaste (tan baja como 0,15 picas/m ³) Cambios regulares de picas ligeramente usadas deben ayudar en la ejecución del corte.
2	1,8	Se pueden hacer progresos satisfactorios. Velocidades de corte de 12-15 m ³ /hr probablemente.	Velocidades de desgaste bajas aunque es necesario inspecciones regulares de picas.
1	1,0	La máquina es muy adecuada para estas rocas. Se pueden alcanzar buenas velocidades de avances (superiores a 20 m ³ /hr).	Velocidades de desgaste probablemente menores que 0,08 picas/m ³ . Son ventajosas inspecciones regulares de las picas.

$$F = \frac{Q \cdot D \cdot \sigma_t}{100}$$

donde Q = Contenido de cuarzo en %

D = Diámetro de los granos de cuarzo en cm.

σ_t = Resistencia a tracción en KP/cm².

Utilizando este valor F, como guía de abrasividad, se observó que por encima de una cierta velocidad de la pica su desgaste aumenta rápidamente y se estableció una velocidad de corte crítica.

$$V_{kmt} = K e^{-F}$$

V_{kmt} = velocidad de corte crítica.

K = Constante que depende de la geometría de la pica y de la temperatura crítica del metal en la punta de la pica.

VALANTIN (1974) considera que el corte de las rocas depende de muchos parámetros; unos relacionados con la roca y otros relacionados con la máquina. Entre los parámetros relacionados con la roca considera las propiedades mecánicas, la abrasividad, el estado de tensiones y los planos de discontinuidad de la capa como los cuatro más importantes. Para medir las propiedades mecánicas y la abrasividad de la roca llevó a cabo varios ensayos y realizó un análisis general del rendimiento de corte de las máquinas en función de la dureza y de la abrasividad de las rocas (Ver figura 19). Sin embargo, el rendimiento de la máquina definido en términos de facilidad y dificultad de corte es bastante subjetivo, y no tiene en consideración las variables operacionales que normalmente suelen afectar a dicho rendimiento.

Uno de los estudios más completos, para medir el rendimiento de corte de una máquina en una capa de carbón, fue em--

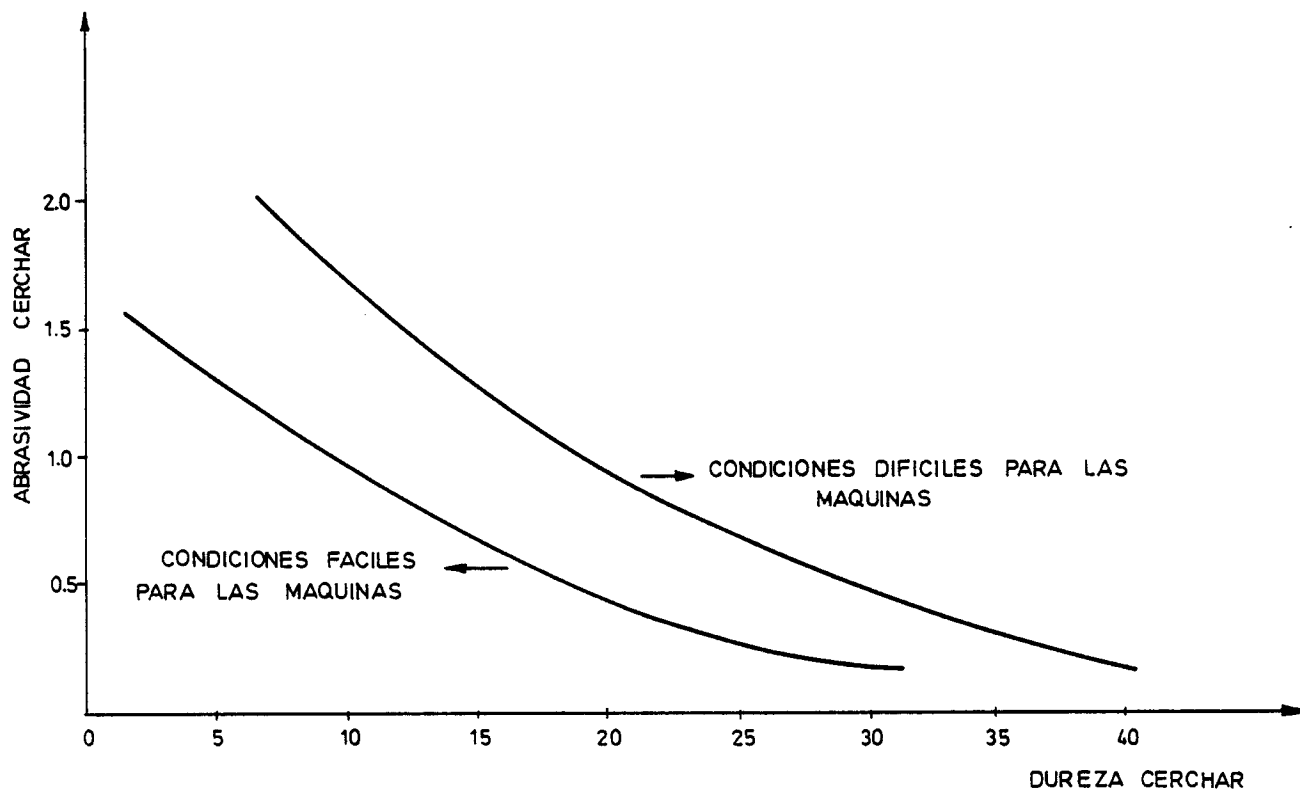


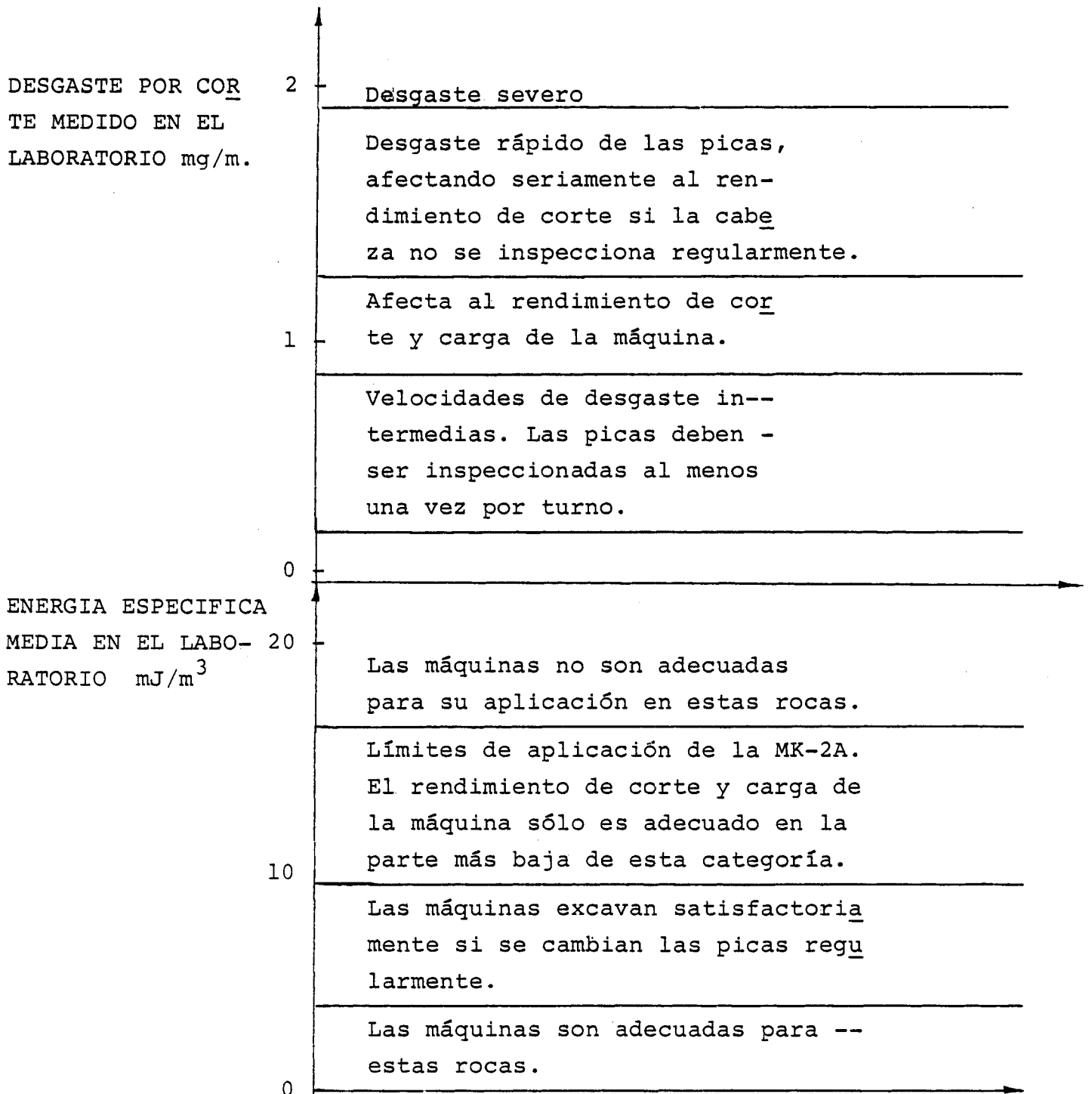
FIGURA 19 - ABRASIVIDAD Y DUREZA DE LAS ROCAS
(SEGUN VALANTIN, 1974)

prendido por MC FEAT-SMITH (1973), el cual realizó una serie de experimentos de laboratorio e in-situ para varios tipos de rocas en distintos lugares. El programa de laboratorio consistía en medir las propiedades de la roca y efectuar unos ensayos de corte y desgaste. MC FEAT-SMITH midió 19 propiedades de la roca, correlacionándolas con la energía específica de corte y con el desgaste de la pica por medio de un programa de regresión multilíneal.

Los resultados de estos análisis muestran que la energía específica depende de la penetración, las propiedades mineralógicas y las propiedades resistentes de la roca y el desgaste por corte es controlado por la dureza y las propiedades mineralógicas. Se encontró que la precisión de las predicciones de corte generalmente aumenta cuando las rocas se agrupan dentro de sus respectivas divisiones mineralógicas. Para complementar el trabajo de laboratorio realizó una serie de experimentos in-situ para medir la energía específica de corte en una Dosco MK-2A y las propiedades del macizo rocoso. Relacionando la energía específica de corte y el desgaste obtenidos en el laboratorio con los resultados producidos en la investigación in-situ, estableció un índice de predicción (Tabla 2). Sin embargo, el estudio mostró que el rendimiento de la máquina está fuertemente relacionado con la naturaleza de las juntas del macizo rocoso, que aún así, no fueron incluidas como uno de los parámetros que determinen la excavabilidad de la roca.

Una versión revisada de este trabajo fue publicada en 1977, en el ROCK ENGINEERING. Esta resumía el primer trabajo llevado a cabo por MC FEAT-SMITH, y establecía que el corte de la roca puede estar relacionado con la dureza, medida con el cono de penetración, y la deformación plástica, mientras que el desgaste es función de la dureza Shore, coeficiente de cementación y contenido de cuarzo.

TABLA 2 LIMITES DE APLICACION DE UNA MAQUINA DOSCO DE ATAQUE PUNTUAL (MK-2A) (MC FEAT-SMITH).



En este informe se indica que el índice de predicción es -
válido para macizos que no están fisurados, lo que explica
las discrepancias entre los rendimientos predichos y los -
rendimientos reales citados en el estudio.

Este trabajo de la Universidad de Newcastle upon Tyne (U.K)
fue continuado por FOWELL (1980), el cual obtuvo un índice
de predicción basado en ensayos de corte de laboratorio --
que permite evaluar la facilidad del corte y el desgaste
de la pica (Tabla 3).

Aunque parece que las velocidades de corte y el desgaste -
pueden predecirse con bastante exactitud para rocas homogé
neas, sin embargo, hay las siguientes limitaciones en este
estudio :

- a) El ensayo de la medida de la energía específica de cor-
te en el laboratorio se basó en el corte efectuado por
una simple pica que no se cambia, mientras que en la - -
práctica esto nunca ocurre.
- b) No se ha tenido en cuenta la fuerza lateral ejercida --
por los gatos hidráulicos de giro de la máquina al me--
dir la energía específica.

TABLA 3 APLICACION DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL DE PESOS MEDIOS Y GRANDES (FOWELL Y PYOCROFT)

Energía específica de laboratorio (MJ/m ³)	Rendimiento de corte de las máquinas de peso medio.	Energía específica de laboratorio -- (MJ/m ³).	Rendimiento de corte de las máquinas de peso elevado.
20	Las máquinas sólo pueden cortar estas rocas a precios económicos si se presentan en bandas delgadas (menores que 0,3 m). En corto tiempo es necesario reemplazar los componentes de la máquina debido a las vibraciones de corte. Los especialistas aconsejan una modificación de la máquina para ayudar al corte de rocas duras	32	Las máquinas pueden cortar solamente - bandas delgadas de estas rocas y el - desgaste de las picas será excepcionalmente alto. Puede dañarse la máquina - en poco tiempo. Las máquinas deben ser capaces de adaptarse para el corte de - rocas duras.
15	Rendimiento de corte pobre. La excavación tiene que ser ayudada por voladuras en el extremo de la escala. El reemplazo regular de picas ligeramente desgastadas mejorará la energía específica; reduciendo el desgaste de los componentes. Las picas de ataque en punta serán beneficiosas y los motores de corte de baja velocidad y los gatos laterales mejorarán la estabilidad.	25	Rendimiento de corte pobre, particularmente en frentes masivos. Una inspección frecuente mejorará el corte y el - desgaste de las picas. Máquinas con modificaciones para el corte de rocas duras reducirán el riesgo de rotura. Imprescindible picas de ataque en punta.
12	Rendimiento de corte moderado a pobre. - Para rocas abrasivas las picas deben ser inspeccionadas frecuentemente, ya que - con picas afiladas aumentará el rendimiento.	17	Moderado rendimiento de corte, muy bueno en el extremo de la categoría. Las - picas deben ser inspeccionadas y cambiadas regularmente, en particular cuando se excavan rocas abrasivas.

TABLA 3 - APLICACION DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL DE PESOS MEDIOS Y GRANDES (FOWELL Y PYOCROFT). (Continuación)

8	Moderado a buen rendimiento de corte con muy bajo desgaste de los componentes de la máquina. Las picas deben ser inspeccionadas y cambiadas regularmente, particularmente para rocas abrasivas.	8	Las máquinas son muy adecuadas para estas rocas y pueden esperarse avances muy rápidos. Es ventajoso inspeccionar regularmente y reemplazar las picas.
5	Máquinas muy adecuadas para estas rocas. Se pueden esperar buenos avances. La inspección regular y la sustitución de las picas desgastadas, es ventajosa.		

Aunque se conoce que la estructura del macizo rocoso influye de una manera directa en el rendimiento de corte de la máquina, no se ha realizado ningún esfuerzo para incorporar dicha propiedad en el índice de predicción.

Para el cálculo del rendimiento de corte de una Alpine AM-50, GEHRING (1978) de Voest Alpine, utilizó un ensayo de corte estándar en una muestra extraída "in-situ". La velocidad de corte de la máquina está directamente relacionada con la profundidad de corte en la muestra durante el ensayo.

El rendimiento de la AM-50 puede calcularse si se cumplen las siguientes condiciones :

- a) Mínima sección transversal de corte 12 m^2
- b) Gradiente frontal inferior a 40° y ninguna inclinación transversal.
- c) La roca de donde se extrae la muestra, se encuentra homogéneamente sobre la sección transversal del frente.
- d) La máquina es controlada por un operador con experiencia.

Este método aplicado por GEHRING sólo es razonable cuando las condiciones prescritas anteriormente prevalecen. Su utilidad como índice de predicción, incluso para una AM-50, es muy limitado, ya que es prácticamente imposible que satisfaga la condición c.

Como una indicación del rendimiento de corte de una máquina, VASEK (1978) midió las propiedades siguientes :

Maquinabilidad
Abrasividad
Grado de fisuración de la roca.
Resistencia a la penetración.

Este autor estimó la maquinabilidad mediante el corte efectuado con un instrumento estándar en una roca a varias profundidades. Se expresa como una relación de las fuerzas de corte máximas y mínimas relacionadas con la profundidad de corte. Cuando se trata de una galería con varios tipos de roca, el ensayo de maquinabilidad debe aplicarse a cada uno de ellos y calcular después el valor medio del frente. La abrasividad se determina midiendo la pérdida de peso de una punta de acero normalizada que se ha hecho circular sobre una superficie preparada de la muestra de roca. Si las rocas están estratificadas, este ensayo se realiza perpendicular y paralelamente a la estratificación. Los grados de fisuración se calculan midiendo los espaciados de las discontinuidades en varios testigos de perforación o en el frente de avance. La resistencia a la penetración se mide introduciendo una punta de acero en la roca a una velocidad determinada hasta que ésta se rompe; y se expresa como la carga de rotura dividida por el área de la sección transversal de la punta.

El rendimiento de corte de la máquina se calcula aplicando la relación siguiente :

$$NS = \frac{1}{R_c \cdot SP} \cdot K$$

NS = Rendimiento de corte m^3/hr

R_c = Maquinabilidad

SP = Grado de fisuración

K = Constante que depende de la máquina y del tipo de la cabeza de corte.

El trabajo de VASEK, que tiene en cuenta los factores que afectan al rendimiento de corte de la máquina, es muy completo y es uno de los métodos que mejor predicen el rendimiento de corte. Una de sus limitaciones es que sólo es aplicable a la AM-50. Otra limitación es que el método para cuantificar algunos de estos parámetros tiende a ser complejo; a esto se debe que no haya sido ampliamente aceptado.

FARMER y otros (1979) realizaron estudios de corte en tres lugares diferentes, cuyas características son las siguientes :

CASO A . El túnel tiene una longitud de 1600 m, una profundidad media de 400 m y un diámetro circular de 3,5 m. El túnel se divide en una serie de zonas litológicas. Las rocas presentes son calizas, areniscas y arcillas esquistosas.

CASO B . El túnel tiene una longitud de 1300 m, una profundidad de 30 m y una sección de 3,4 m de alto x 3,45 m de ancho. El túnel se divide en una serie de zonas litológicas. Las rocas que intervienen son limos, calizas, areniscas calcáreas y carbón.

CASO C . El túnel tiene una longitud de 800 m, una profundidad media de 20 m, y una sección de 6 m de alto x 4,5 m de ancho. El túnel se divide en una serie de zonas litológicas. Las rocas que intervienen son calizas, limos y arcillas esquistosas.

En los tres túneles se llevaron a cabo una serie de ensayos con el fin de establecer unas correlaciones entre el número de rebotes del martillo Schmidt, RQD, abrasividad medida por el % de cuarzo y el tiempo de perforación por unidad de longitud de túnel.

De los resultados se deduce que la única correlación válida fue la obtenida entre el rebote del martillo Schmidt y el tiempo de perforación por unidad de longitud.

Dentro de estos casos, la mejor correlación se obtuvo en el caso A, donde el factor de correlación fue de 0,93.

4.1.3.- Conclusiones

La tabla 4 muestra los factores que cada investigador ha incluido para predecir el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual.

Los primeros métodos de predicción del rendimiento consisten en una serie de ensayos de laboratorio llevados a cabo en muestras extraídas del lugar propuesto para dicho estudio. El rendimiento se expresa en términos subjetivos como: dificultad, etc. La principal limitación de este enfoque es que no tiene en cuenta la estructura del macizo rocoso in situ y no cuantifica el rendimiento de la máquina.

TABLA 4 CONCLUSIONES DE LOS METODOS USADOS PARA PREDECIR EL RENDIMIENTO DE CORTE DE UNA SERIE DE MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL.

AUTOR	Parámetro Considerado			Rendimiento Predicho
	Tipo de máquina	Propiedades de la roca en el laboratorio.	Propiedades del macizo rocoso - in-situ.	
NCB	Sin definir	SI	NO	Indice comparativo
Schimazek	Sin definir	SI	NO	Indice comparativo
Valantin	Sin definir	SI	NO	Indice comparativo
Mr Feat-Smith	Dosco MK II A	SI	NO	Energía específica
Fowell	Dosco MK II A y Titan	SI	NO	Velocidad de excavación
Gehering	AM - 50	SI	NO	Velocidad de excavación
Vasek	AM - 50	SI	SI	Velocidad de excavación
Farmer y otros	Sin definir	SI	NO	Velocidad de excavación

MC FEAT-SMITH (1975) hizo el primer intento para medir el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual en función de la energía específica de corte, pero no hizo ninguna consideración sobre el empuje aplicado por la cabeza de corte. Tampoco sugirió ningún procedimiento para medir el rendimiento de corte, de tal forma que pudiera relacionarse una máquina con otra.

Se llevaron a cabo otros intentos para evaluar la estructura del macizo rocoso in-situ pero no tuvieron éxito. -- Unicamente VASEK (1978), sugirió un método que cuantificaba una variedad de terrenos. Para predecir el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual, la mayoría de los autores toman en consideración todos los factores que están relacionados con las variables operacionales de la máquina. También se establecieron una serie de procedimientos que tenían en consideración la estructura del macizo rocoso, algunos de ellos bastante detallados y otros más sencillos.

En la predicción del rendimiento de corte se realizaron suficientes ensayos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de la roca, encontrándose con que era necesaria una estandarización. Por tanto, el problema de clasificación del macizo rocoso es crítico, y cualquier método para medir estas características mejoraría el índice de predicción.

4.2.- TECNICAS UTILIZADAS PARA CUANTIFICAR LAS PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO Y SU ESTRUCTURA.

El estudio de la estructura del macizo rocoso es de primordial importancia en el diseño de túneles, cimentaciones y minas.

En estos campos es donde se desarrollaron la mayoría de - las técnicas que estudian las características de los maci- zos. Por ello, se considera importante revisar estos méto- dos con el fin de adoptar algún procedimiento adecuado -- que pueda ser aplicado fácilmente al índice de corte.

A continuación, vamos a estudiar dos técnicas que sirven para cuantificar las características del macizo rocoso y su estructura :

Sistemas de clasificación del macizo rocoso.
Análisis de testigos de sondeos.

4.2.1.- Sistemas de clasificación del macizo rocoso

4.2.1.1.- Introducción.

Las excavaciones subterráneas son enormemente complejas por lo que para realizar tales obras es necesario poseer el máximo conocimiento del macizo rocoso donde se reali- za la excavación. La mejor clasificación sería conocer - realmente las propiedades mecánicas del macizo, como com- binación de las propiedades de las rocas y de las discon- tinuidades, pero esto es prácticamente imposible y por - ello se hicieron unas clasificaciones en las que se dife- renciaban los macizos rocoso en diversas categorías de - calidad.

Los índices de clasificación propuestos se basaron en me- didas físicas tomadas en túneles o en testigos de son- - deos. La mayoría de los métodos incluyen medidas de la - estructura del macizo rocoso, resistencia de la roca in- tacta y presencia de agua en el terreno. Pero hay que re- conocer que esta forma de clasificación es básicamente - una aproximación simplificada para un problema complejo basado en una multitud de variables.

4.2.1.2.- Clasificación de Terzaghi (1946)

Terzaghi mantiene que desde un punto de vista de ingeniería de túneles, puede ser mucho más importante un conocimiento del tipo y frecuencia de los defectos del macizo que el tipo de roca que va a aparecer en la obra.

En esta clasificación se dividen los macizos rocosos en los 8 tipos siguientes según su estado de fracturación;

<u>CLASE</u>	<u>TIPO DE ROCA</u>
1	DURA Y SANA
2	DURA Y ESTRATIFICADA O ESQUIS TOSA.
3	MASIVA. MODERADAMENTE DIACLA SADA.
4	MODERADAMENTE FRACTURADA. BLO QUES Y CAPAS.
5	MUY FRACTURADA.
6	COMPLETAMENTE FRACTURADA PERO SIN METEORIZAR.
7	ROCA FLUYENTE
8	ROCA EXPANSIVA.

El mayor problema que presenta la clasificación de Terzaghi es su falta de información acerca de las propiedades del macizo rocoso y también su excesiva generalidad como para permitir una evaluación lo suficientemente objetiva.

4.2.1.3.- Clasificación de Protodyakonov (1962)

En ella se clasifican los terrenos por medio de un parámetro "f", que es el coeficiente de resistencia. Teniendo en cuenta este coeficiente y las dimensiones del tú-

nel, se definen las cargas de cálculo para dimensionar el sostenimiento.

Así resulta :

<u>CATEGORIA</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>f</u>
1 EXCEPCIONAL	Cuarcita, Basalto y Rocas de resistencia excepcional.	20
2 ALTA RESISTENCIA	Granito, Areniscas Silíceas y Calizas muy competentes.	15-10
3 RESISTENCIA MEDIA	Caliza, Granito algo alterado y Areniscas.	8-6
	Areniscas medias, Pizarras, -	5
	Lutitas, Areniscas flojas y Conglomerados friables.	4
	Lutitas, Esquistos y Margas compactas.	3
4 RESISTENCIA BAJA	Calizas y Lutitas blandas, Margas, Areniscas friables, Gravas, Bolos cementados y Morrenas.	2
	Terrazas, Lutitas fisuradas y rotas, Gravas compactas y Arcillas preconsolidadas.	1,5
5 RESISTENCIA MUY BAJA	Arcillas, Gravas arcillosas	1
	Suelos vegetales, Turbas y Arenas húmedas.	0,6
	Arenas y Gravas finas, y De rrubios.	0,5
	Limos, Loes y Fangos.	0,3

El coeficiente "f" viene definido por la siguiente relación :

$$F = \frac{\sigma_c}{10}$$

donde, σ_c es la resistencia a compresión simple de la roca expresada en MPa.

4.2.1.4.- Clasificación de Lauffer

Para llevar a cabo esta clasificación se realizaron estudios en una serie de excavaciones en diferentes tipos de macizos, observándose el tiempo que éstas permanecían estables.

Los factores que hay que tener en cuenta para realizar esta clasificación son :

- a) Longitud de vano libre, que es la menor de las dos dimensiones, diámetro ó avance de la excavación en estudio, sin sostener.
- b) Tiempo de estabilidad, es el tiempo que permanece sin hundirse la longitud de vano libre.

Según estos factores, se clasifican los terrenos en 7 categorías.

<u>TIPO</u>	<u>LONGITUD LIBRE</u>	<u>TIEMPO ESTABILIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
A	4 m	20 años	Sana
B	4 m	6 meses	Algo fracturada
C	3 m	1 semana	Fracturada
D	1,5 m	5 horas	Friable
E	0,8 m	20 minutos	Muy friable
F	0,4 m	2 minutos	De empuje inmediato.
G	0,15 m	10 segundos	De empuje inmediato fuerte.

El inconveniente que plantea esta clasificación es la dificultad para determinar los dos parámetros que se definen la clasificación, ya que es difícil poder disponer de excavaciones de distintas longitudes libres y conocer sus tiempos de estabilidad. Es una clasificación muy subjetiva y el motivo de que se utilice es su aplicación en el "Nuevo Método Austriaco" para la perforación de túneles. En la figura 20 puede verse esta clasificación.

4.2.1.5.- Clasificación de Deere a partir de RQD (1968)

El RQD podemos definirlo como un índice que mide el % de testigo recuperado en el sondeo en trozo mayores de 10 cm.

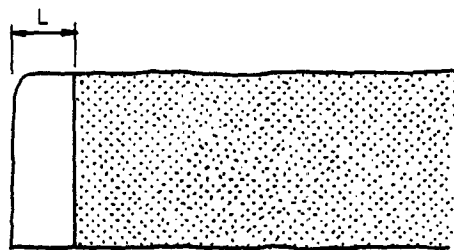
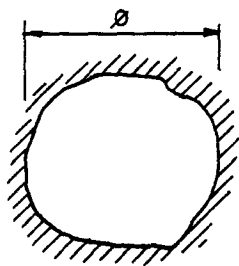
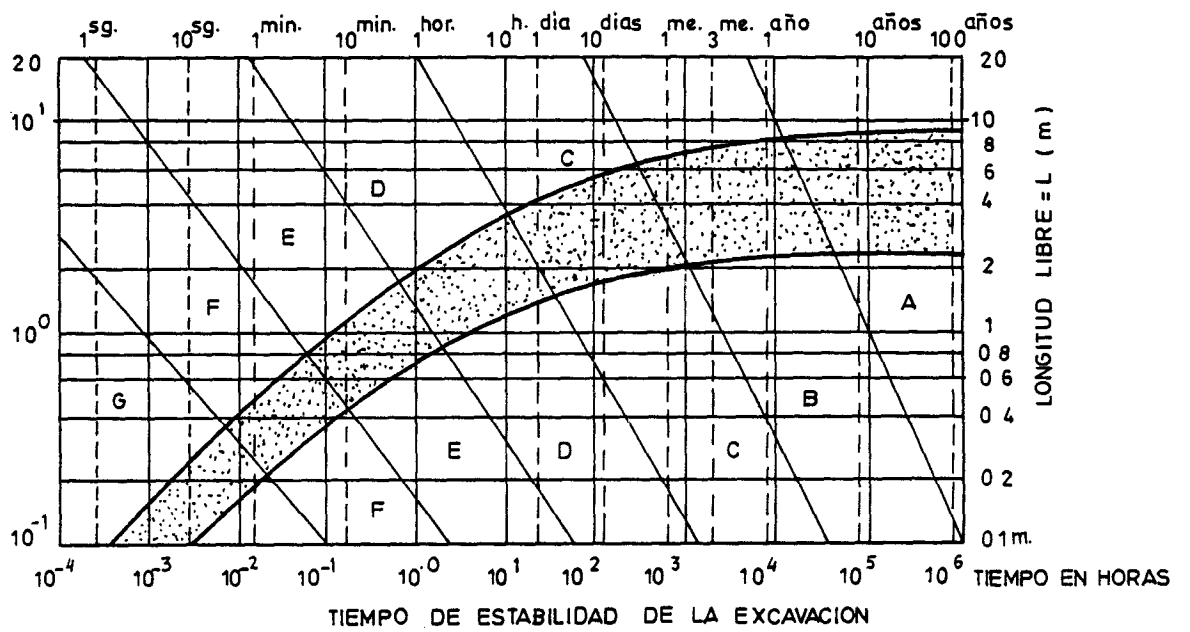
Este índice es muy sencillo de obtener, pero se presta a errores, ya que la recuperación del testigo, además de depender de la máquina utilizada para realizar el sondeo, depende también de la habilidad del sondista.

Los testigos deben ser como mínimo de 50 mm de diámetro y deben extraerse con doble tubo portatestigos y perforación con diamante.

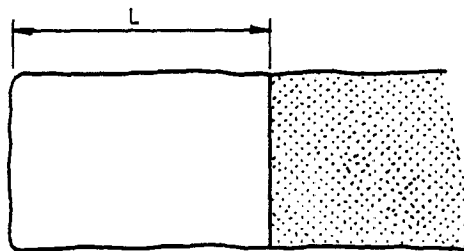
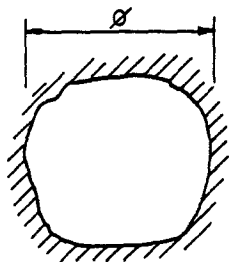
Cuando no se dispone de sondeos, se pueden realizar calicatas o trincheras de reconocimiento. Midiendo el número total de juntas por metro cúbico J_v , que se obtiene sumando las juntas por metro de cada familia de discontinuidades, se puede obtener el RQD mediante la siguiente aproximación :

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

Para los valores de J_v inferiores a 4,5 el RQD se considera que es el 100%. Según el RQD, se tiene :



LONGITUD LIBRE = L



LONGITUD LIBRE = φ

FIGURA 20 - CLASIFICACION DE LAUFFER

<u>RQD</u>	<u>Tipo de Roca</u>
90-100	Excelente
75-90	Buena
50-75	Media
25-50	Mala
0-25	Muy mala

Esta clasificación no es apropiada para rocas poco resistentes.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de distintas obras, MERRIT (1968) ha obtenido una correlación entre el RQD y el índice de velocidad del macizo rocoso (cuadrado de la relación entre la velocidad sísmica en el sondeo y en el laboratorio). Por consiguiente, en este índice se ven reflejadas las discontinuidades del macizo rocoso. En la figura 21 puede observarse esta correlación.

SJOGREN (1979), siguiendo una línea de trabajo análoga a la de MERRIT, ha relacionado el RQD con la velocidad de transmisión longitudinal en el macizo rocoso, además de otros parámetros como son : fracturas por metro, longitud media del testigo obtenido en sondeo, espaciado de fracturas y módulo dinámico de deformación (Ver figura 22).

Existen una serie de limitaciones para utilizar este criterio de clasificación de los macizos rocosos, ya que el RQD es un parámetro que no considera propiedades tan importantes de los macizos rocosos como, por ejemplo : el tamaño de las discontinuidades, su rugosidad y la orientación de los planos de las juntas, que influyen mucho en el comportamiento de un macizo rocoso en una excavación subterránea. En el RQD tampoco se considera el material de relleno de las discontinuidades. Esto se puede -

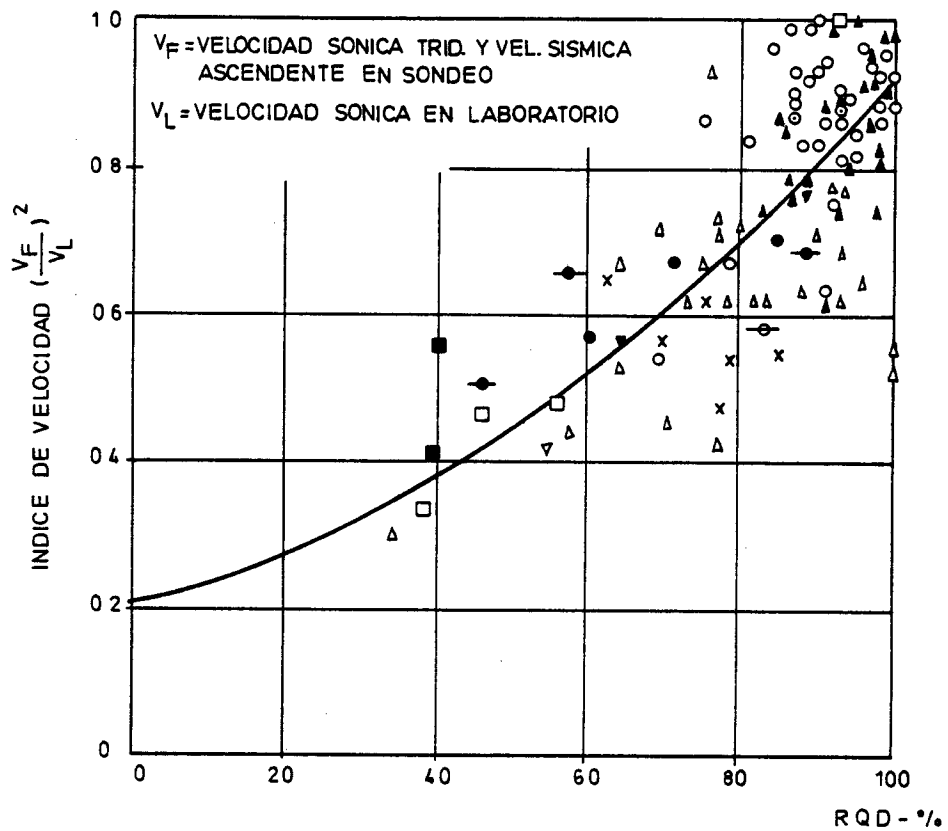


FIGURA 21 -CORRELACION ENTRE RQD E INDICE DE VELOCIDAD (Merrit 1968)

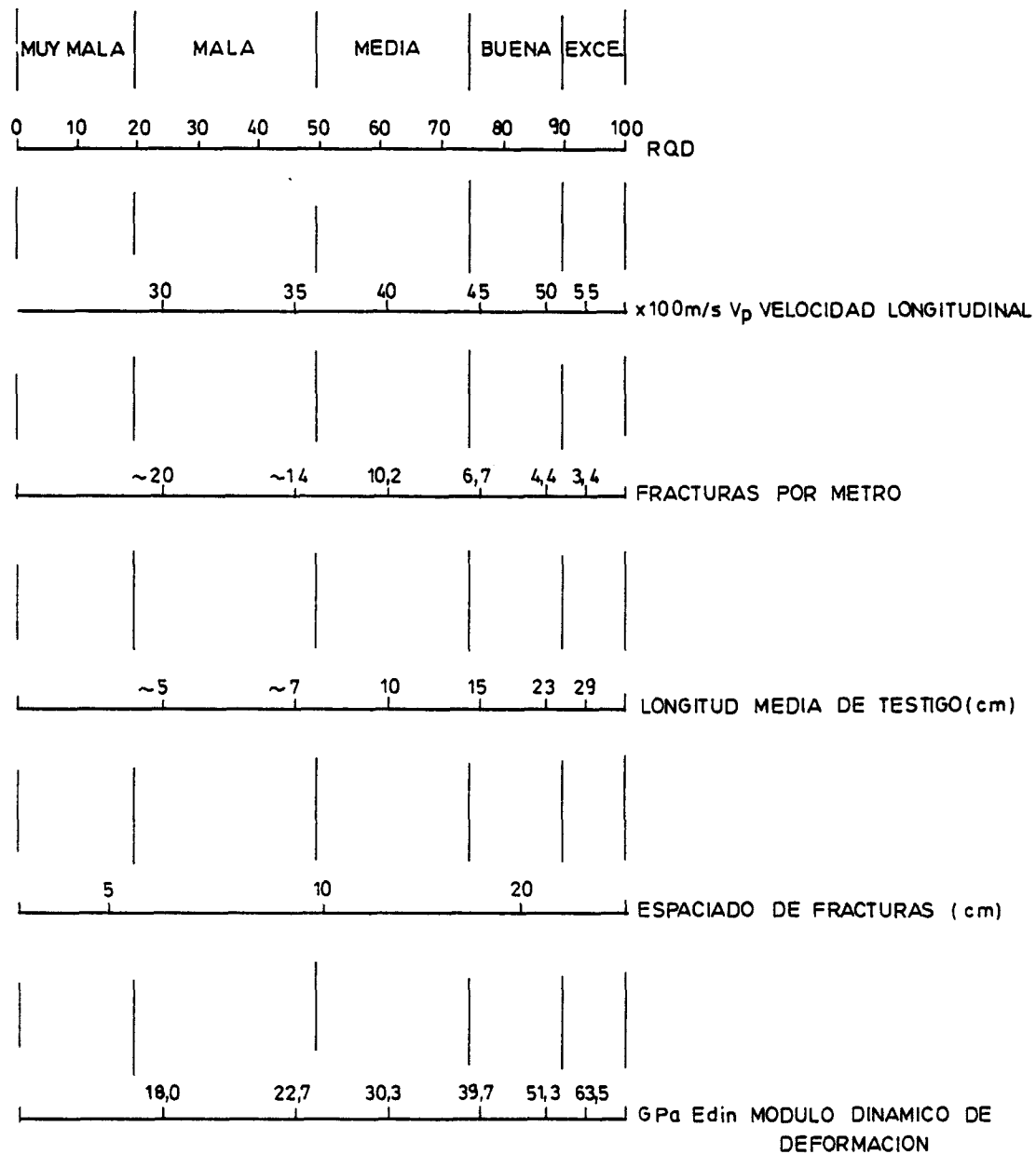


FIGURA 22 -CORRELACION ENTRE DISTINTOS PARAMETROS GEOMECHANICOS DEL MACIZO CON EL RQD Y LA VELOCIDAD DE TRANSMISION LONGITUDINAL DE LAS ONDAS SISMICAS (SJOGREN ET AL 1979)

traducir en inestabilidad en el macizo a pesar de que las juntas están muy espaciadas y el RQD sea alto.

La clasificación basada en el RQD solamente tiene cierta garantía en macizos rocoso regularmente fracturados y -- sin arcilla en sus discontinuidades.

4.2.1.6.- Clasificación de Louis (1974)

Para realizar esta clasificación hay que tener en cuenta la resistencia de la roca y el tamaño de los bloques en el macizo.

La resistencia de la roca se determina mediante ensayos de resistencia a compresión simple u otros ensayos relacionados con ella, como, por ejemplo, el ensayo de carga puntual o el martillo de Schmidt.

El tamaño de los bloques se define mediante el índice de espaciado de fracturas "IF", que es el valor modal del histograma de distribución de tamaños. En la práctica es el diámetro medio de un bloque representativo del tamaño de bloques más frecuentes existentes en el macizo rocoso que se va a clasificar.

Esta clasificación es interesante desde el punto de vista del comportamiento del macizo rocoso frente a la excavación, ya que tiene en cuenta los dos parámetros que -- afectan a la calidad de la roca, es decir, resistencia y fracturación de la misma.

Considerando además de los dos parámetros mencionados, otros dos más, que son el diámetro de la excavación y la tensión inicial mayor en el punto donde se va a efectuar la misma, se hace un pronóstico del comportamiento del macizo rocoso ante la excavación. Así, se obtiene el dia

grama de la figura 23, que permite estimar si se producirán roturas en el macizo rocoso, así como el mecanismo de éstas.

Teniendo en cuenta el IF y la resistencia a la compresión simple de la roca, se clasifican los macizos rocosos en 7 categorías de roca, A, B, C, D, E, F, G, siendo G la de inferior calidad

4.2.1.7.- Clasificación a partir del R.S.R. (1972) (Rock Structure Rating).

El R.S.R. (Rock Structure Rating) es un índice obtenido del estudio de más de 100 casos de túneles; determina la calidad de la roca a partir de observaciones "in-situ".

El R.S.R. viene dado como la suma de tres parámetros, - que son los que definen el tipo de macizo rocoso en esta clasificación, $RSR = A+B+C$

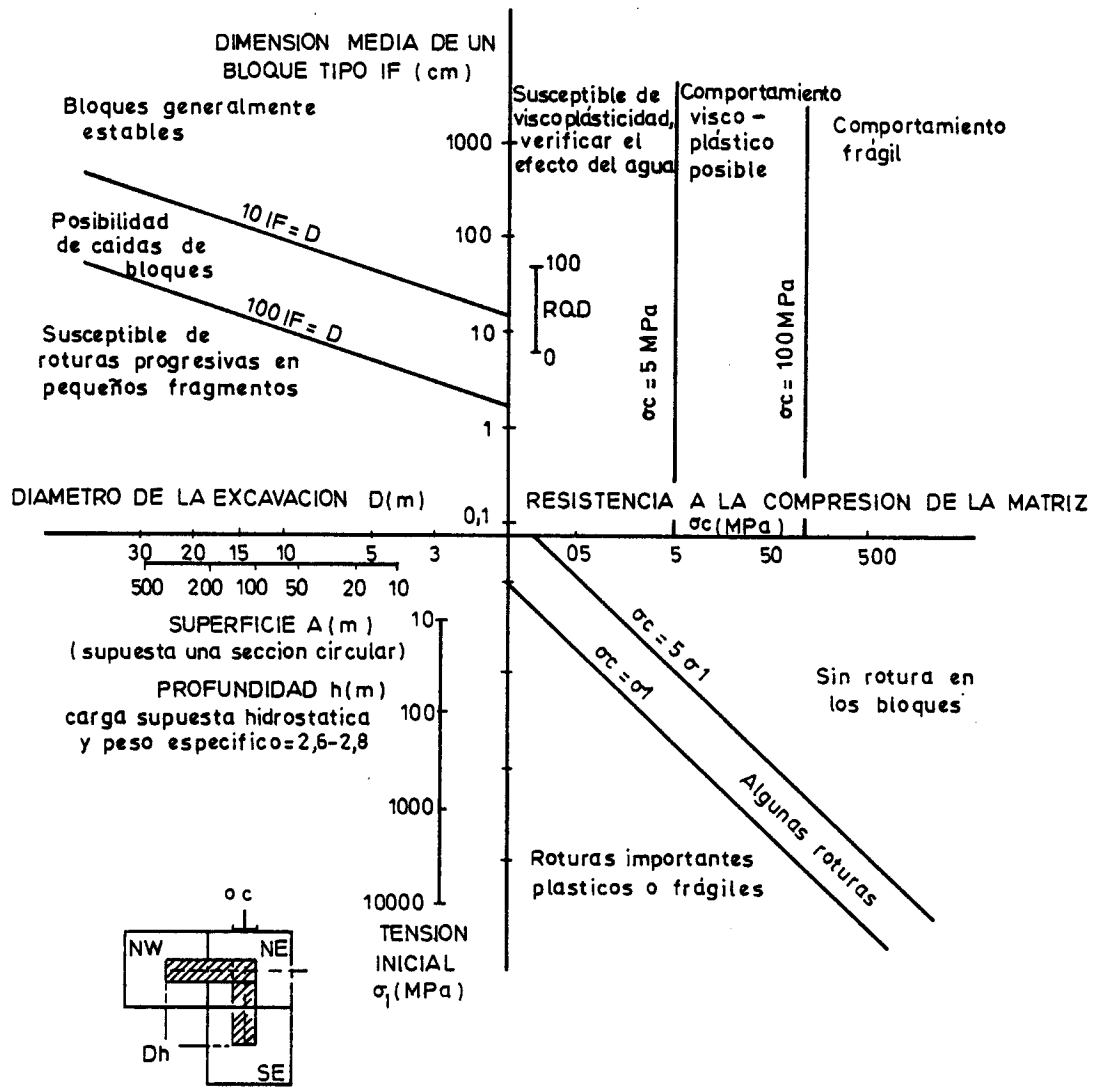
A - Es un parámetro que depende de la estructura y de la litología del macizo rocoso.

B - Relaciona la orientación de las fracturas y la dirección de avance del túnel con la separación de las -- fracturas. Es el parámetro más importante en el RSR.

C - Relaciona las condiciones hidrogeológicas con el estado de las diaclasas. Su valor dependen de A y B.

Considerando los intervalos de variación de estos tres - parámetros ($8 < A < 30$; $12 < B < 50$; $5 < C < 20$), el RSR se mueve en un intervalo comprendido entre 25 y 100.

El RSR será mayor cuanto mejor sea la calidad de la roca y más favorable la disposición de las juntas respecto a la excavación.



Modo de empleo: Empezar por la profundidad h y el diámetro D; luego introducir los husos de fracturación y resistencia

FIGURA 23 - PRONOSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL MACIZO ROCOSO ANTE LA EXCAVACION (LOUIS 1974)

TABLA 5 PARAMETROS PARA LA OBTENCION DEL RSR (WICKHAM ET AL.1972). RSR=A+B+C

PARAMETRO A : Geología de la zona

Tipo de Terreno	Masiva	Estructura		
		Ligeramente plegada o - fallada	Moderadamente plegada ó fallada.	Intensamente plegada o fallada.
Ígneo.....	30	26	15	10
Sedimentario	24	20	12	8
Metamórfico	27	22	14	9

PARAMETRO B : Influencia del diaclasado

Separación media entre diaclasas - (m).	Dirección : ⊥ al eje						Dirección : // al eje			
	Sentido de avance									
	Ambas		Según buz.			Contra buz.		Ambas		
	Buzamiento de las diaclasas principales.*									
	1	2	3	2	3	1	2	3		
< 0,15	14	17	20	16	18	14	15	12		
0,15-0,30	24	26	30	20	24	24	24	20		
0,30-0,60	32	34	38	27	30	32	30	25		
0,60-1,20	40	42	44	36	39	40	37	30		
> 1,20	45	48	50	42	45	45	42	36		

* 1 = 20º
 2 = 20º-50º
 3 = 50º-90º

PARAMETRO C : Efecto del agua

Afluencia de agua prevista l/min/m	Suma A + B					
	20-45			46-80		
	Estado de las diaclasas*					
	1	2	3	1	2	3
Nula.....	18	15	10	20	18	14
Ligera (2,5 l/min/m) ..	17	12	7	19	15	10
Media (2,5-12,5 l/min/m) ..	12	9	6	18	12	8
Alta (12,5 l/min/m) ...	8	6	5	14	10	6

* 1 = cerradas o cementadas
 2 = ligeramente alteradas
 3 = abiertas o muy alteradas

Los valores de los parámetros se recogen en la tabla 5.

4.2.1.8.- Clasificación de Barton (1974)

Esta clasificación se basa en un índice de calidad "Q" obtenido a partir de 6 parámetros que tienen en cuenta una serie de características del macizo rocoso.

El índice Q se define como :

$$Q = \frac{RQD}{J_N} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \quad (10)$$

donde :

- RQD - Rock Quality Designation
- J_N - Índice de diaclasado, que tiene en cuenta la fracturación.
- J_r - Índice de rugosidad, que tiene en cuenta - además de la rugosidad, la presencia de relleno y la continuidad de las juntas.
- J_a - Índice de alteración de las juntas.
- J_w - Coeficiente reductor, que tiene en cuenta la presencia de agua.
- SRF - Factor de reducción de tensiones, tiene en cuenta el estado tensional en el macizo rocoso.

4.2.1.9.- Clasificación de Bienawski (1973) (R.M.R)

Esta clasificación se basa en el índice R.M.R "Rock Mass Rating", que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores (ver tabla 6) :

- a) Resistencia de la roca matriz
- b) Condiciones del diaclasado

TABLA 6 CLASIFICACION GEOMECANICA DE LOS MACIZOS ROCOSOS SEGUN EL RMR.

A. PARAMETROS DE CLASIFICACION Y SUS VALORES

PARAMETRO		ESCALAS DE VALORES							
1	Resistencia de la roca intacta.	Bajo carga puntual	> 80 Kg/cm ²	40 - 80 Kg/cm ²	20 - 40 Kg/cm ²	10-20 Kg/cm ²	< 10 Kg/cm ²		
		A compresión simple	> 2000Kg/cm ²	1000-200Kg/cm ²	500-1000Kg/cm ²	250-500Kg/cm ²	100-250 Kg/cm ²	30-100 Kg/cm ²	10-30 Kg/cm ²
	VALOR		15	12	7	4	2	1	0
2	R.Q.D.		90%-100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	<25%		
	VALOR		20	17	13	8	3		
3	ESPACIADO DE LAS JUNTAS		>3 m	1 - 3 m	0,3 - 1 m	50-300 mm	<50mm		
	VALOR		30	25	20	10	5		
4	CONDICION DE LAS JUNTAS		Muy rugosas sin continuidad. Cerradas, roca labios - dura.	Ligeramente rugosa separación <1mm. Rocas labios dura.	Ligeramente rugosa separación <1mm. Roca labios blanda.	Espejo de falla o relleno de espesor <5mm. o abiertas 1-5 mm. - continuas	Relleno blando de espesor > 5 mm. ó abiertas >5 mm. continuas.		
	VALOR		25	20	12	6	0		
5	FLUJO EN CADA 10 m DE TUNEL.		ó NINGUNO		ó <25 l/min	ó 25-125/lmin	ó >125 l/min		
	PRESION DEL AGUA MAYOR TENSION PRINCIPAL		ó 0		ó 0-0,2	ó 0,2-0,5	ó >0,5		
	CONDICIONES GENERALES.		Completamente seco		Húmedo agua intersticial	Agua a presión moderado	Agua a presión fuerte		
VALOR		10		7	4	0			

- c) Efecto del agua
- d) Posición relativa del diaclasado respecto a la excavación.

La calidad primaria del macizo rocoso, se obtiene sumando los valores numéricos que corresponden a cada uno de los 5 parámetros anteriormente mencionados. A continuación se modifica este valor primario teniendo en cuenta el valor asignado a las orientaciones de las juntas, que se suma al valor total del RMR de la calidad del macizo rocoso. La calidad mejora al aumentar el RMR (Ver tabla 6, continuación).

4.2.1.10.- Comentarios sobre los sistemas de clasificación.

Los términos de la clasificación de TERZAGHI están basados en descripciones generales de los macizos rocosos y no tienen límites precisos. Por tanto, esta clasificación es muy subjetiva ya que depende de criterios personales.

La clasificación de DEERE, basada en el RQD, ha demostrado ser muy popular y se ha utilizado como técnica estándar para la descripción de testigos de sondeos. Sin duda, una de las razones principales para su éxito se debe a que su medida es rápida, barata y sencilla y a que el resultado puede ser fácilmente deducido y expresado en términos numéricos. La crítica principal que se hace a este método o a cualquier otro basado en el estudio de la estructura del testigo de la roca, es como diferenciar entre fracturas naturales y aquellos que son inducidas por el proceso de perforación. A parte de esto, con este método no se hace ninguna medida que registre juntas que estén separadas por una distancia superior a 10 cm.

TABLA 6 CLASIFICACION DE LOS MACIZOS ROCOSOS SEGUN EL VALOR DEL RMR.

(Continuación).

Clasificación

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Valoración RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20

Características

Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5 m de vano	6 meses con 8 m de vano	1 semana con 5 m de vano	10 horas con 2,5 m de vano	30 min con 1 m de vano
Cohesión	> 4 Kp/cm ²	3-4 Kp/cm ²	2-3 Kp/cm ²	1-2 Kp/cm ²	< 1 Kp/cm ²
Angulo de rozamiento	> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	15°

Orientación de las Diaclasas.

Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0° - 20° cualquier dirección.	
Excav. con buzamiento		Excav. contra buzamiento		Buz. 45-90	Buz. 20-45		
Buz. 45-90	Buz. 20-45	Buz. 45-90	Buz. 20-45	Buz. 45-90	Buz. 20-45		
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavor.	Muy desfav.	Media	Desfavorable	
VALOR	0	- 2	- 5	- 10	- 12	- 5	- 10

Los sistemas más completos son los de Barton y Bieniawski, ya que incluyen información suficiente para proporcionar conclusiones realistas sobre los factores que influyen en la estabilidad de una excavación subterránea.

La clasificación de Bieniawski pone más de énfasis en la orientación e inclinación de las discontinuidades en el macizo rocoso, pero no considera la tensión en la roca.

La clasificación de Barton no incluye un término de -- orientación de las juntas, pero, sin embargo, se consideran las propiedades de las familias de juntas más desfavorables, mediante unos números asignados a la rugosidad y alteración de las juntas, que representan la resistencia al corte del macizo rocoso.

Ambos sistemas de clasificación mantienen que la influencia de la orientación e inclinación de las discontinuidades son menos importantes de lo que en un principio se podría suponer y que tan sólo una clasificación con los términos "favorable" ó "desfavorable" es suficiente para la mayoría de los casos prácticos. Sin embargo, hay unos pocos casos, en materiales tales como esquistos o pizarras, donde las características estructurales están tan desarrolladas que tenderán a dominar la conducta del macizo rocoso. En otros casos, pueden quedar aislados grandes bloques mediante un número pequeño de discontinuidades y llegar a ser inestables cuando se realiza una excavación. En estos casos, no son de utilidad los sistemas de clasificación expuestos en este capítulo y se debe -- estudiar cada uno individualmente, teniendo en cuenta la relación entre la geometría del macizo rocoso y la de la excavación.

Se ha encontrado una relación entre la clasificación de Barton y la de Bieniawski. Esta relación es la siguiente:

$$RMR = 9 L_N Q + 44$$

Cuando se trabaja en terrenos extremadamente débiles, la clasificación de Bieniawski no da buenos resultados, y entonces, se recomienda utilizar la clasificación de Barton.

4.2.2.- Análisis de testigos de sondeos

4.2.2.1.- Introducción.

El método más común para evaluar las condiciones geológicas de una galería es mediante el examen de testigos extraídos de una serie de sondeos perforados a lo largo de ella. Es cierto que ha aumentado el uso de los métodos geofísicos para investigar la estructura del terreno, pero sus resultados normalmente varían según los equipos utilizados. Por esto, actualmente se considera que el medio más seguro de obtener una información relativa a las condiciones del terreno de una galería es mediante el análisis de testigos de sondeos.

Los testigos de sondeos representan básicamente una serie de muestras de líneas de macizo rocoso. Características estructurales tales como orientación de las discontinuidades, espaciamiento y número de familias de discontinuidades, normalmente no pueden ser determinadas por medio de una perforación sin el conocimiento previo de la orientación y el número de familias de discontinuidad. Sin embargo, mediante sondeos proyectados y ejecutados cuidadosamente, seguidos de una descripción

detallada del testigo y una inspección cuidadosa del agujero, puede obtenerse una información sobre varios parámetros del macizo rocoso. Hay métodos adecuados para medir orientaciones, espaciamientos, persistencias, rugosidades, resistencia de los labios, aperturas, rellenos, filtraciones, número de familias y tamaños de bloques de las discontinuidades. Estos han sido descritos en un artículo publicado por la SOCIEDAD INTERNACIONAL DE MECÁNICA DE ROCAS (1978). Todos estos parámetros relacionados con las discontinuidades son importantes para el corte de la roca. Sin embargo, algunos tienen más influencia que otros.

4.2.2.2.- Espaciado de las discontinuidades.

La propiedad del macizo rocoso que mayor influencia tiene en el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual es el espaciamiento de las discontinuidades -- abiertas. Según penetra la cabeza de corte de la máquina, se va produciendo la rotura de la roca entre los instrumentos de corte adyacentes debido a que sólo hay un frente libre. Si hay frentes o caras libres adicionales, por causa de la presencia de discontinuidades abiertas, entonces el rendimiento del corte mejorará. Las discontinuidades cuyo espaciamiento exceda de 50 cm serán de poca ayuda, mientras que a partir de una distancia de 40 a 50 cm la discontinuidad ayudará a la rotura. Cuando las juntas estén espaciadas 10 cm se producirá una mejora en las velocidades de corte, y juntas espaciadas cada 1 cm darán lugar a un aumento espectacular en el avance de la máquina.

4.2.2.3.- Medida del espaciado de las discontinuidades.

El método más utilizado es el desarrollado por DEERE - - (1968), basado en el RQD, el cual indica la cantidad de testigo cuyo espaciado de juntas es superior a 10 cm, y esto lo expresa como un porcentaje de la longitud total del testigo. Sin embargo, según esta norma se clasifica de la misma manera un testigo con juntas separadas 9 cm o un testigo totalmente fisurado. Cuando las juntas estén espaciadas menos de 5 cm la utilización del RQD para describir el macizo en términos de corte será de uso limitado.

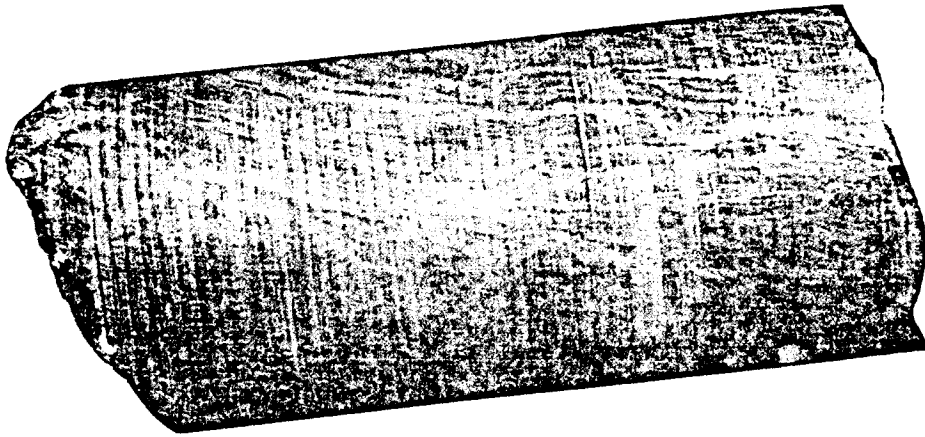
Para cuantificar el testigo, en relación con el corte - de la roca, se necesita un método preciso para su análisis estructural. Los problemas que originan estas técnicas de medida se deben a que son, a menudo, complicadas, y de aquí el tiempo que consumen. Un ejemplo típico es - el que describe HANSAGI (1974), donde la medida se basa en el diámetro del testigo extraído, la resistencia a -- tracción y la densidad de la roca, de aquí que la investigación estandar sólo podría ser llevada a cabo con --- conocimiento previo de las propiedades de las rocas, o - después de una serie de ensayos de laboratorio.

Durante los ensayos, para examinar los métodos de corte de testigos, se observó que el testigo rompía según ciertos contornos cuando era golpeado por un martillo, o - bien se dejaba caer. Era evidente que algunas rocas contenían planos de debilidad que no eran fácilmente visi-- bles, los cuales ayudaban al corte. Ninguno de los métodos de descripción del testigo estiman estas juntas - -

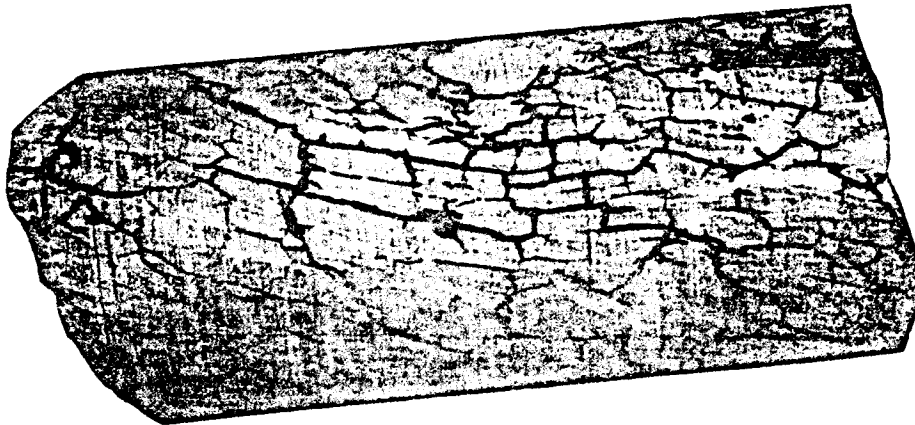
invisibles, por esto se sugirió un sistema para cuantificar estos planos de debilidad.

4.2.2.4.- Método de descripción del testigo por tintes penetrantes.

Con el fin de examinar estas discontinuidades invisibles, se llevaron a cabo unos ensayos que consisten en rociar testigos de rocas con tintes penetrantes. Estos tintes - normalmente se utilizan para descubrir líneas de rotura en fundiciones de metales. Se encontró que en ciertas rocas eran visibles pequeñas fracturas o microfracturas. De estos ensayos con tintes penetrantes se llegó a la -- conclusión de que el más adecuado era el ARDROX 996 P. - Este tinte es de color rojo claro y proporciona un buen contraste con los colores grises de las rocas del Carbonífero que se ensayan. Un ejemplo de la aplicación de este tinte penetrante se muestra en la figura 24. El método adoptado para registrar las microfracturas en un testigo consiste en marcar éste con el fin de indicar cada división litológica; y las microfracturas se calculan para cada litología por separado. Luego, el testigo se limpia con un disolvente y se rocía el tinte sobre la roca, dejando que penetre durante 10 minutos, y a continuación, se lava con un disolvente. Se encontró que un disolvente conocido como "Genklene" es el más adecuado. Las microfracturas abiertas se vuelven inmediatamente visibles y para contarlas se dibujan unas líneas diametralmente - opuestas, anotándose el número de fracturas que cortan a la línea trazada. Otra línea se traza alrededor de la circunferencia del testigo, de esta forma se miden las fracturas en todas las orientaciones. La densidad de microfracturas se expresa por el número de grietas por metro, y se calcula dividiendo el número total de microfracturas registradas por la longitud total de las líneas de registro.



A) Antes de la aplicación



B) Después de la aplicación

FIGURA 24. APLICACION DEL TINTE PENETRANTE EN UN TESTIGO.

Se decidió adoptar un valor máximo de 200 microfracturas por metro como límite superior; por encima de este valor resultaba difícil contarlas, encontrándose que el testigo estaba demasiado roto, y que cualquier posterior medida no ayudaba a la cuantificación de las características del estrato con el propósito de predecir el corte de la roca. En la figura 25 suelen observarse las microfracturas en una sección de un testigo de pizarra.

4.2.2.5.- Medida de fracturas cerradas.

La técnica anteriormente descrita sólo tiene en cuenta - fracturas abiertas en el testigo, pero también hay que - considerar como planos de debilidad ciertas fracturas rellenas con minerales. Esto sucede normalmente en las rocas del Carbonífero donde es frecuente la existencia de pequeñas bandas de carbón y material carbonoso. En la figura 26 se presenta un ejemplo de una capa de arenisca - cortada por capas de materiales carbonosos a lo largo de las cuales se puede fracturar el testigo si se golpea. - En una serie de observaciones se encontró que las fracturas cerradas no facilitan la rotura de la misma forma -- que las abiertas, y en algunos casos no proporciona ninguna ayuda. Por lo tanto, se consideró que aunque estas fracturas cerradas deberían incluirse en la clasificación del testigo, dicha inclusión se haría según un sistema de medida establecido.

Con el fin de clasificar dichas juntas se dividieron en tres grupos ; a (débil), b (medio-fuerte) y c (fuerte), que se describen a continuación :

- a) Juntas cerradas, rellenas con material débil, por ejemplo, carbón o materia carbonosa. Para que juntas de esta naturaleza sean incluidas en este grupo,

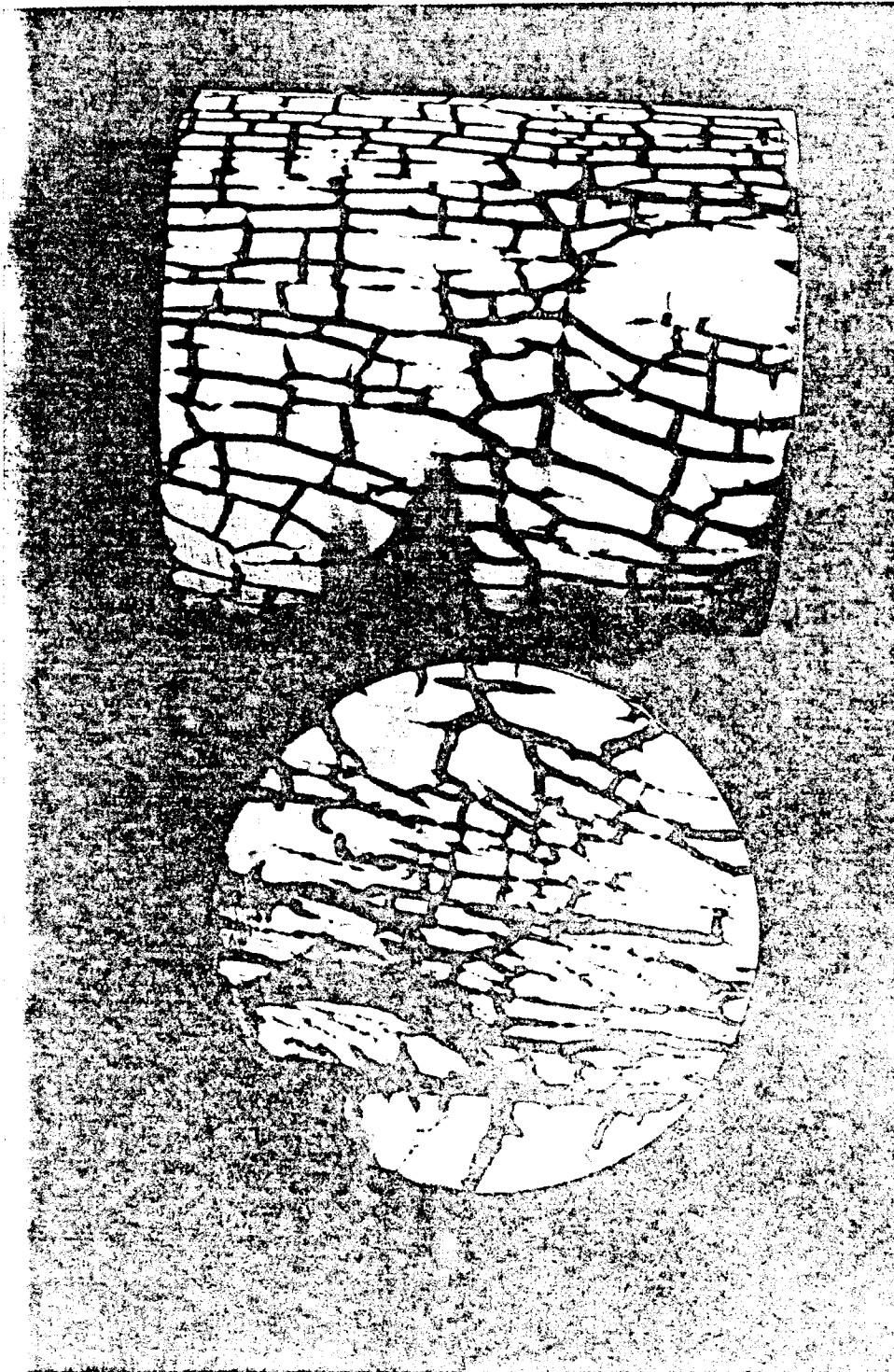


FIGURA 25. MICROFRACTURAS EN UNA SECCION DE PIZARRAS.



FIGURA 26, ROTURA DEL TESTIGO A LO LARGO DE UNA FRACTURA CERRADA.

tienen que tener una anchura mayor que 1 mm y persistir en una distancia superior al diámetro del testigo. Entonces, se cuentan de una forma similar a las microfracturas y el total se divide por cinco; añadiéndose este valor a las microfracturas abiertas anotadas anteriormente.

- b) Juntas cerradas, rellenas con material de resistencia media, por ejemplo, calcita. Estas se cuentan y se anotan de la misma forma que la descrita en (a), - excepto que el número total se divide por 10; sumándose se al valor obtenido de las microfracturas abiertas.
- c) Juntas cerradas, rellenas con materiales resistentes, ejemplo cuarzo; estas juntas no son incluidas - ya que, no ayudan al proceso del corte.

Los valores 5 y 10 son constantes empíricas basadas en la experiencia obtenida en el registro de testigos, y en observaciones de máquinas de ataque puntual en muchos lugares.

Para tener en cuenta de una forma exacta el valor de estas constantes, hay que considerar la resistencia del material de relleno y de la roca de caja, la unión entre ellos y el modo más probable de rotura cuando se efectúa el corte de la roca. Para entender completamente esta serie de condiciones se requiere bastante tiempo de investigación, que será de poca utilidad para este estudio. -

Para valorar la importancia de estas fracturas cerradas hay que tener en cuenta que las microfracturas varían -- de 0 a 200 por metro en la mayoría de las arcillas esquistosas, y que en las limolitas sus valores normalmente exceden de 30/metro. Por esto, su importancia es limi

tada incluso en las rocas más resistentes, ya que el número de microfracturas a sumar por metro como consecuencia de las juntas cerradas suele ser inferior a cinco.

4.2.2.6.- Descripción del testigo basado en el valor "A".

El RQD da una medida razonable de las discontinuidades con espaciados mayores, mientras que la clasificación de microfracturas se refiere a las más próximas. Combinando estas medidas puede desarrollarse una clasificación que tenga en cuenta el espaciado de las discontinuidades y su densidad. Esto se hizo estableciendo un parámetro conocido como "A" que se define de la siguiente forma :

$$A = MF + (100 - RQD)$$

MF = Microfracturas

RQD= designación de la calidad de la roca.

Los valores de A suelen variar de 0 a 30, disminuyendo la fracturación del macizo rocoso a medida que decrece el valor de A.

La ventaja de este método está es que establece una diferencia entre rocas con el mismo valor de RQD pero con distintos valores de microfracturas.

4.2.2.7.- Relaciones entre Microfracturas y Litología.

ALEMAN (1982) llevó a cabo un estudio para investigar las relaciones entre microfracturas y litología, con 20 muestras de arcillas esquistosas (pizarras), 20 muestras de limolitas y 40 muestras de areniscas.

Los resultados de este estudio se expresaron en forma -- de histrogramas (Ver figura 27). Está claro que hay una fuerte relación entre litología y microfracturas. Los valores medios para los grupos de areniscas, limolitas, y arcillas esquistosas son, respectivamente de 5, 30 y 76. Sin embargo, las microfracturas varían considerablemente dentro de las limolitas y arcillas esquistosas.

De estas observaciones se dedujo que cuando una roca ha cementado durante su formación existen muy pocas microfracturas en ella.

4.2.2.8.- Relaciones entre Microfracturas y Propiedades determinadas en el Laboratorio.

Las relaciones entre las microfracturas y propiedades -- de la roca, determinadas en el laboratorio, fueron examinadas para un total de 89 muestras de testigo, ALEMAN -- (1982). Las propiedades fueron las siguientes : resistencia a compresión uniaxial, resistencia a tracción, dureza Shore, abrasividad, dureza y energía específica de perforación.

En las figuras 28 a 32 se presentan las propiedades mencionadas anteriormente en función de las microfracturas. Los coeficientes de correlación correspondientes se muestran en la tabla 7.

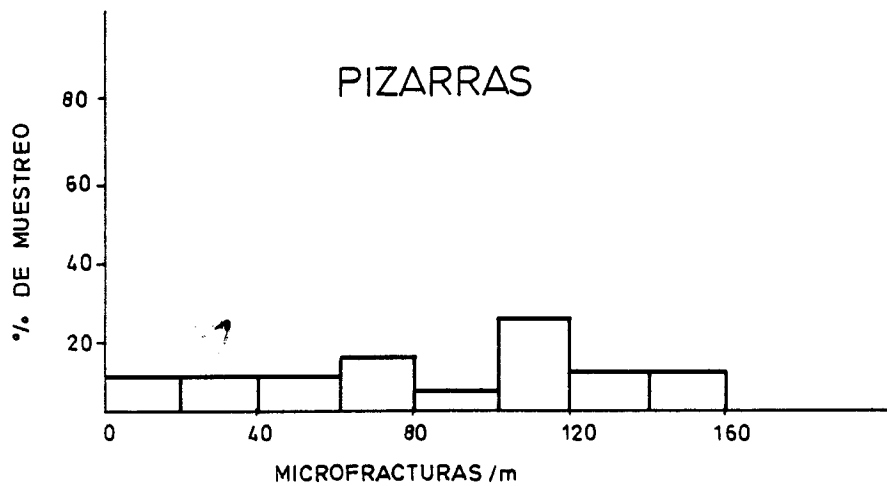
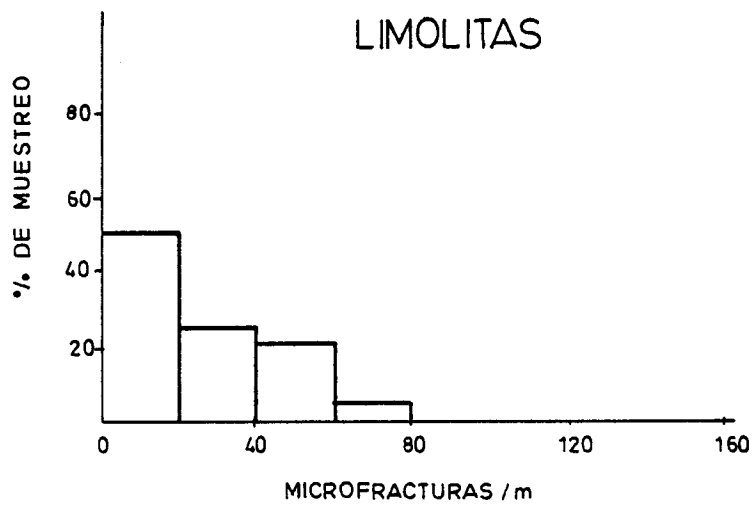
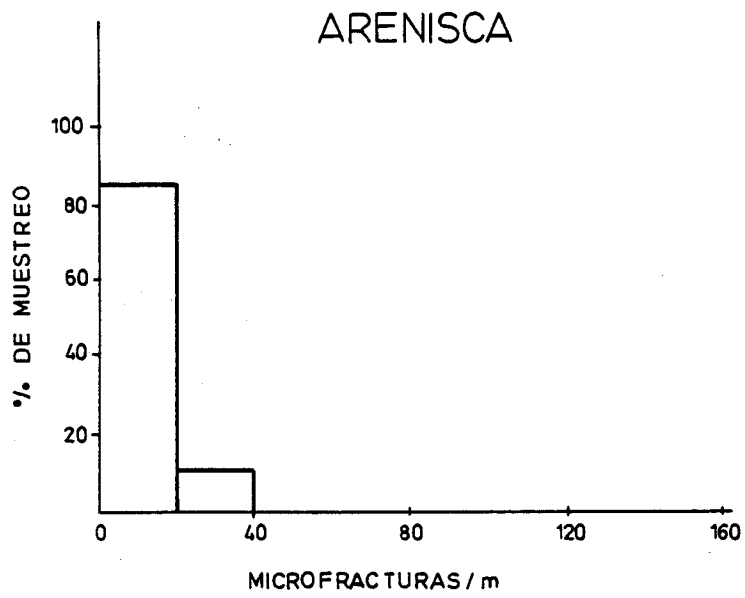


FIGURA 27 - DISTRIBUCION DE MICROFRACTURAS EN VARIAS LITOLOGIAS (SEGUN ALEMAN, 1982)

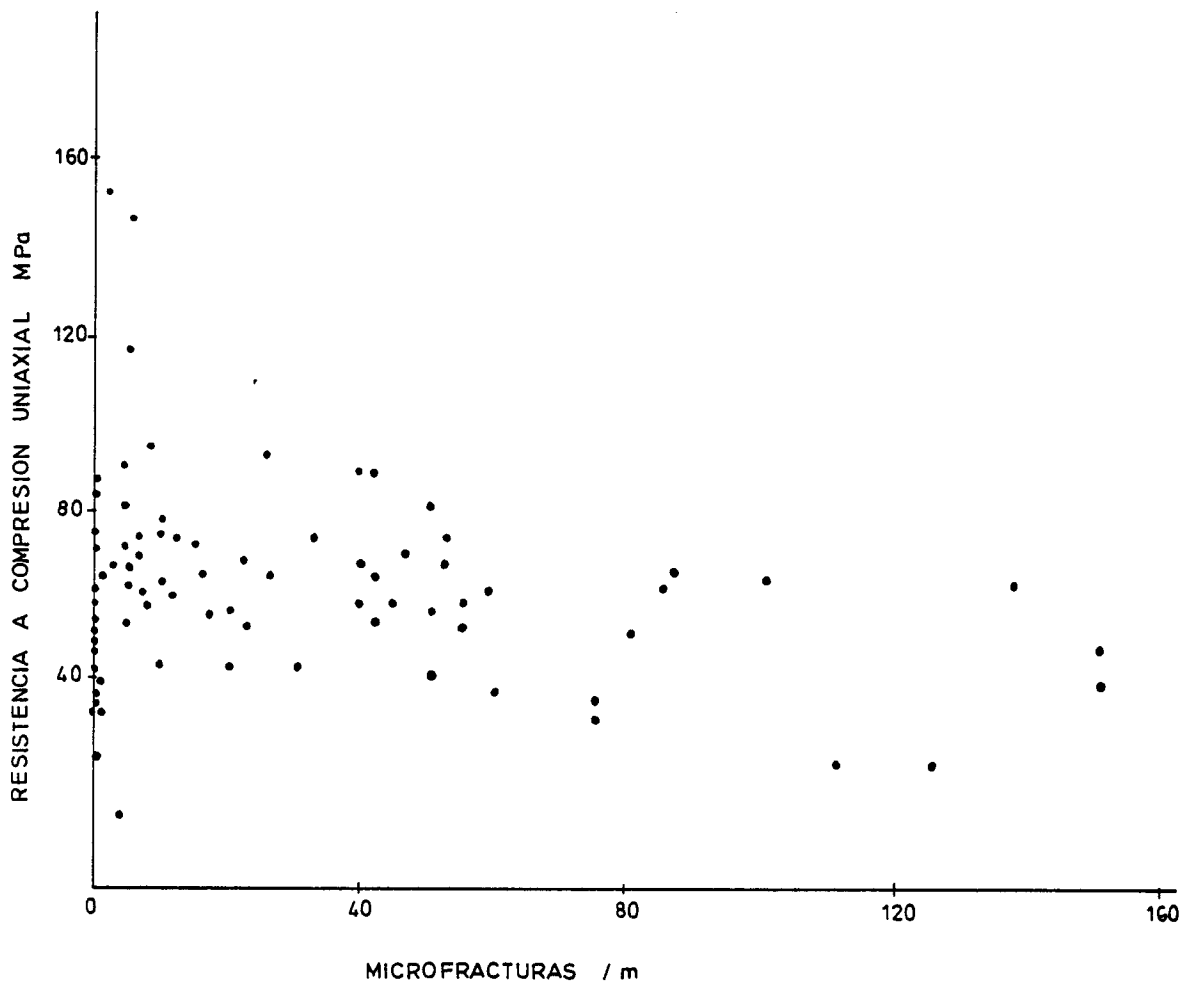


FIGURA 28 -RELACION ENTRE RESISTENCIA A COMPRESION Y LA MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

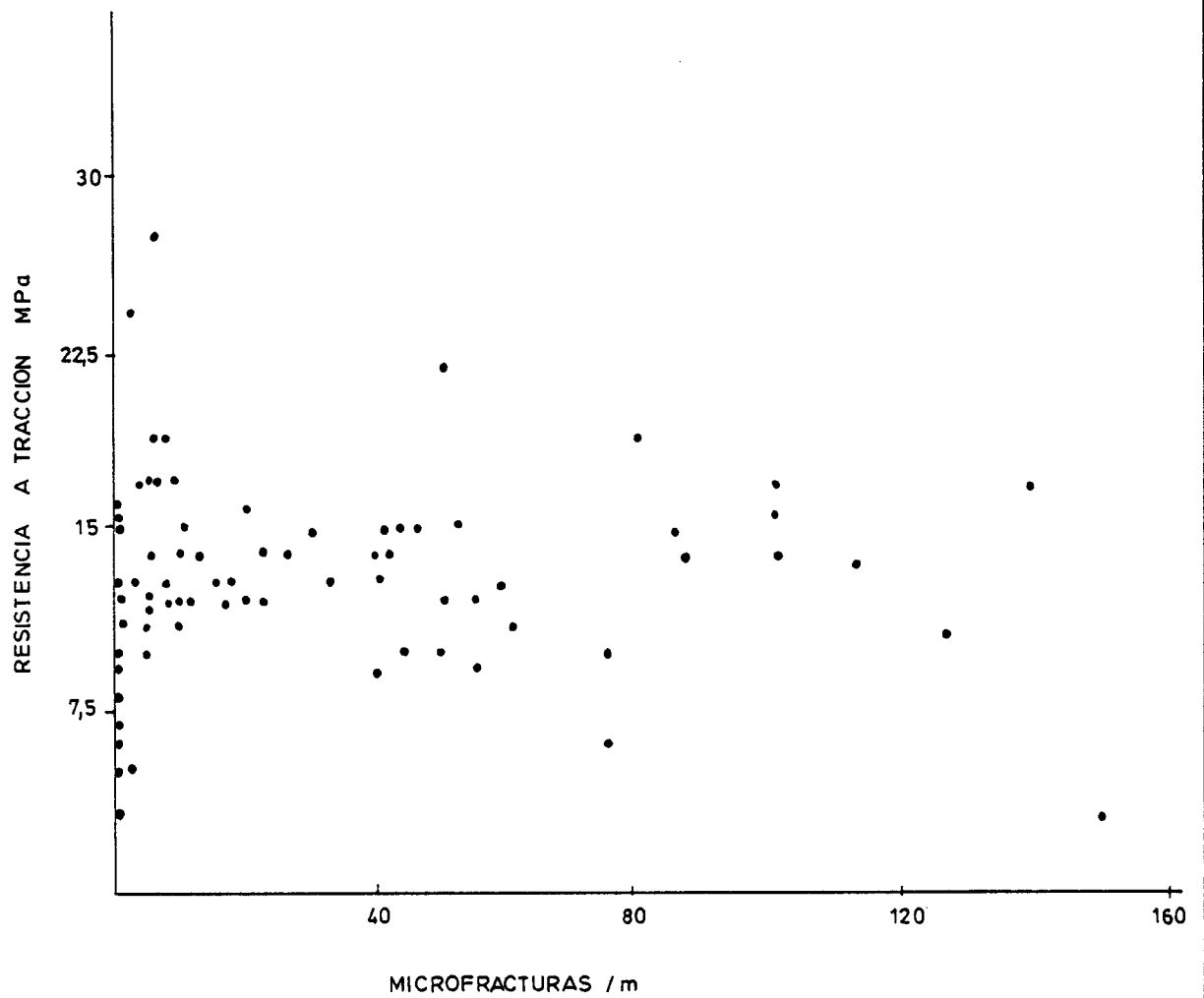


FIGURA 29 -RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A TRACCION Y LA MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

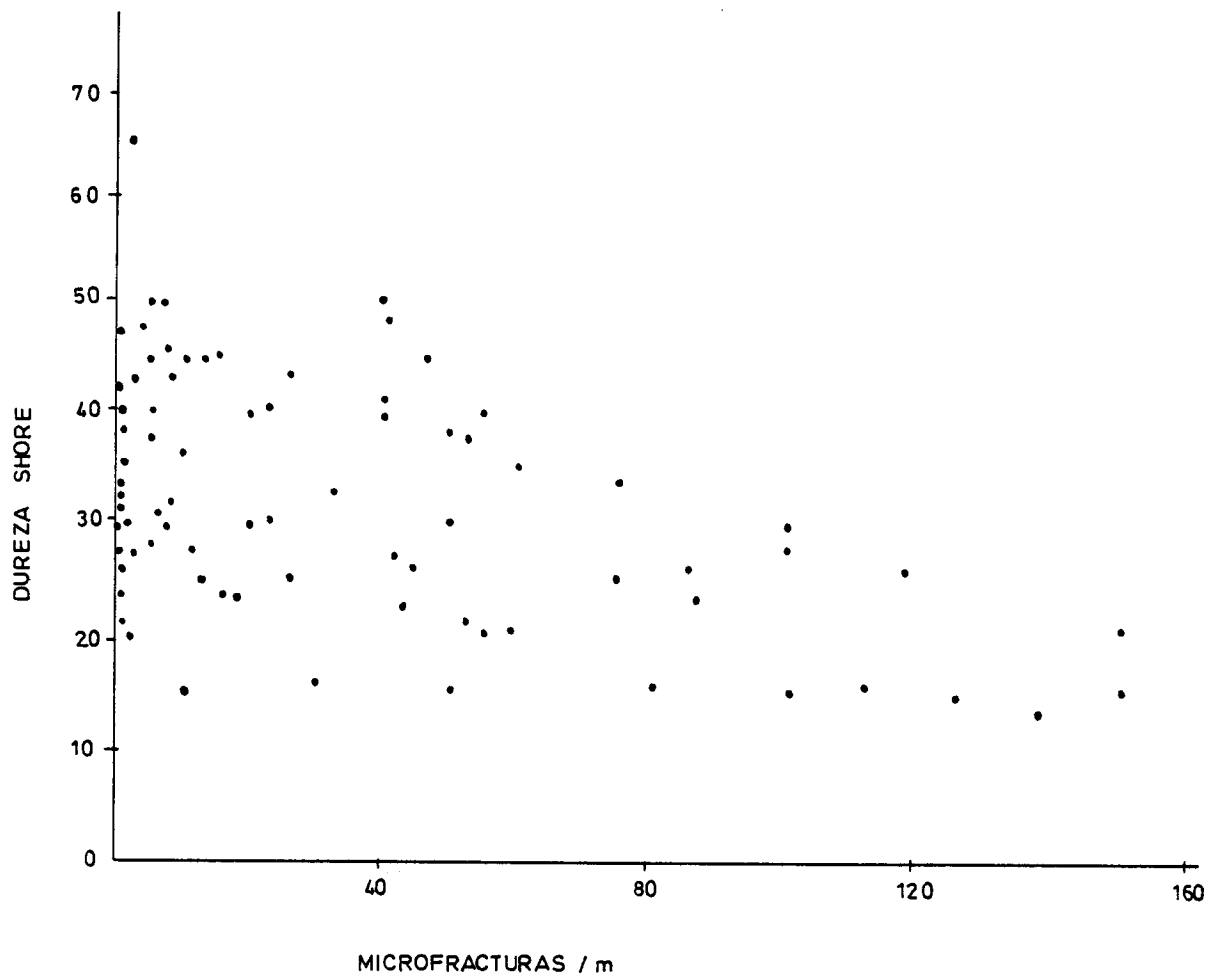


FIGURA 30 - RELACION ENTRE DUREZA SHORE Y MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

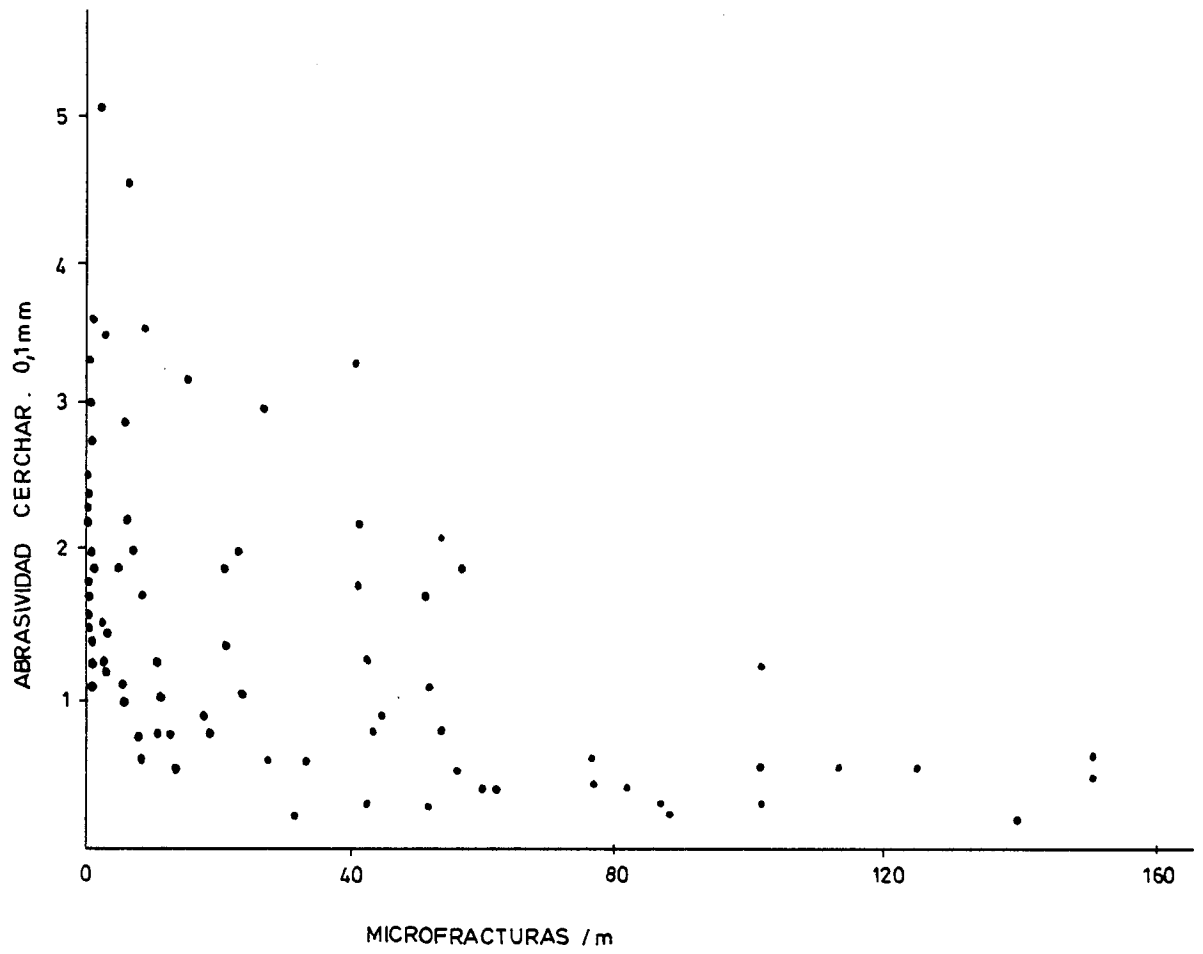


FIGURA 31 -RELACION ENTRE ABRASIVIDAD Y
MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

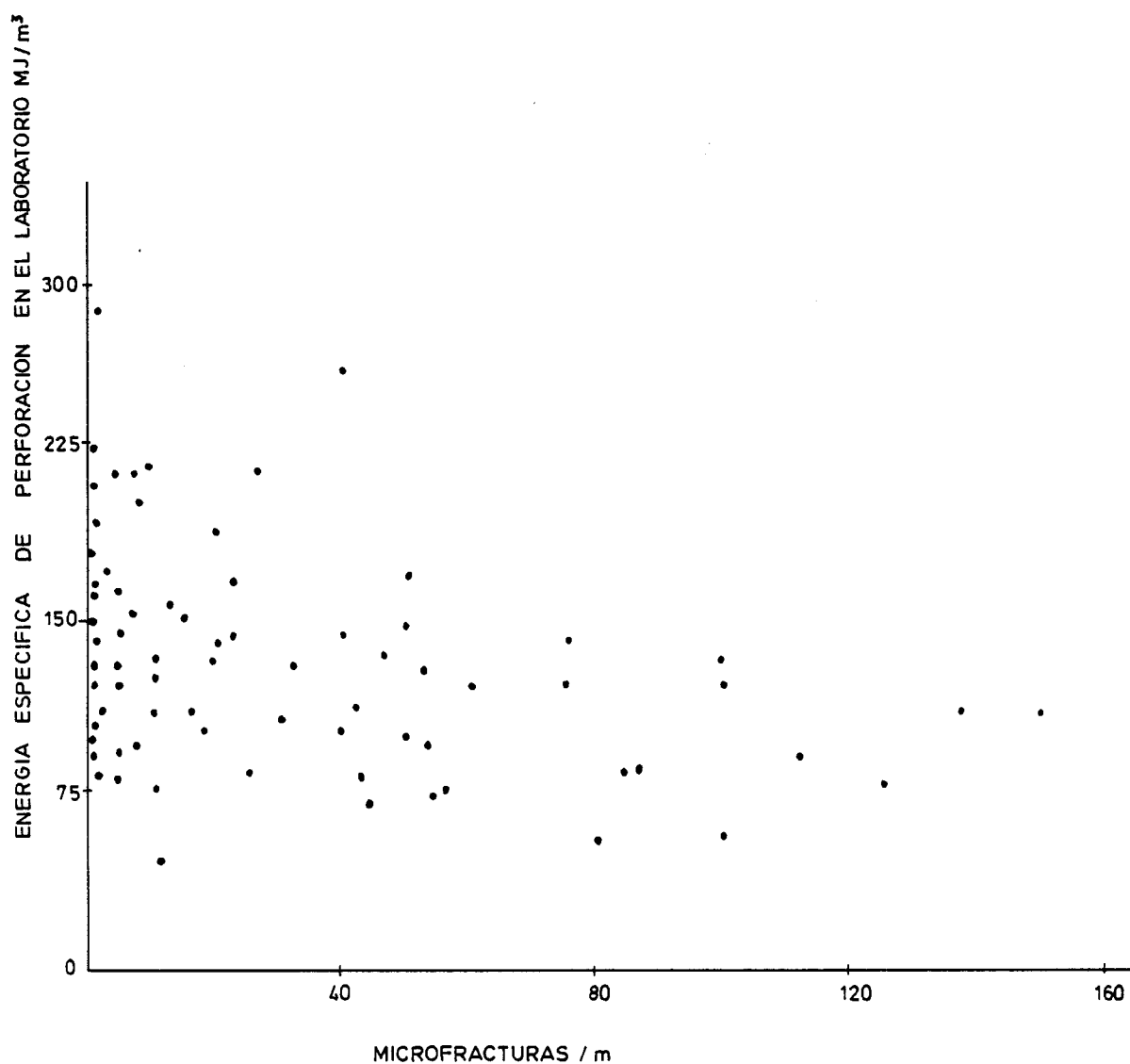


FIGURA 32 -RELACION ENTRE ENERGIA ESPECIFICA DE PERFORACION EN EL LABORATORIO Y MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

TABLA 7 LISTA DE COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE PROPIEDADES DE LA ROCA MEDIDAS EN EL LABORATORIO Y MICROFRACTURAS.

FUNCION	σ_c	σ_t	AB	SH	SE
Lineal	-0,22	0,18	-0,34	-0,45	-0,21
Log	-0,21	0,18	-0,65	-0,51	-0,27
Recíproca	0,17	-0,14	0,66	0,55	0,26

- σ_c - Resistencia a compresión uniaxial.
 σ_t - Resistencia a tracción.
 AB - Abrasividad Cerchar.
 SH - Dureza Shore.
 SE - Energía específica de perforación del laboratorio

De estos resultados se deduce que hay muy poca correlación entre propiedades medidas en el laboratorio y microfracturas, excepto, para la abrasividad, donde las funciones logarítmica y recíproca dan unos coeficientes de correlación de 0,65 y 0,66 respectivamente. Esto se debe a que la abrasividad de las areniscas tiende a ser más alta que en otras rocas, y que las microfracturas tienen unos valores bajos en las areniscas.

Una explicación posible de porqué las microfracturas no están relacionadas con las propiedades de las rocas determinadas en el laboratorio, es que el tamaño de la muestra ensayada para las microfracturas es grande en comparación con las que se utilizan para los ensayos en el laboratorio, de aquí que tienda a representar una medida de la resistencia total del macizo rocoso como opuesta a la resistencia de sus constituyentes.

4.2.2.9.- Relaciones entre Microfracturas y Fuerzas de corte

Una serie de ensayos fueron llevados a cabo por Aleman (1982) para estudiar la relación entre microfracturas y fuerzas de corte. Esta serie de ensayos implican el uso de una máquina de corte lineal, que excava un surco en un testigo con un sencillo instrumento de corte, para el cual el valor de la microfracturación es conocido.

El aparato para el corte consiste en una plataforma móvil donde están colocadas unas mordazas para fijar la muestra, una viga rígida que aloja el porta-herramientas y un dinamómetro. La profundidad de corte se fija mediante un tornillo micrométrico. El dinamómetro, que tiene un rango de 0-3000 lb (0-13,3 KN), está conectado a un oscilógrafo con registro, y se calibra con una célula de carga antes de su uso. Los testigos, de 150 mm de largo

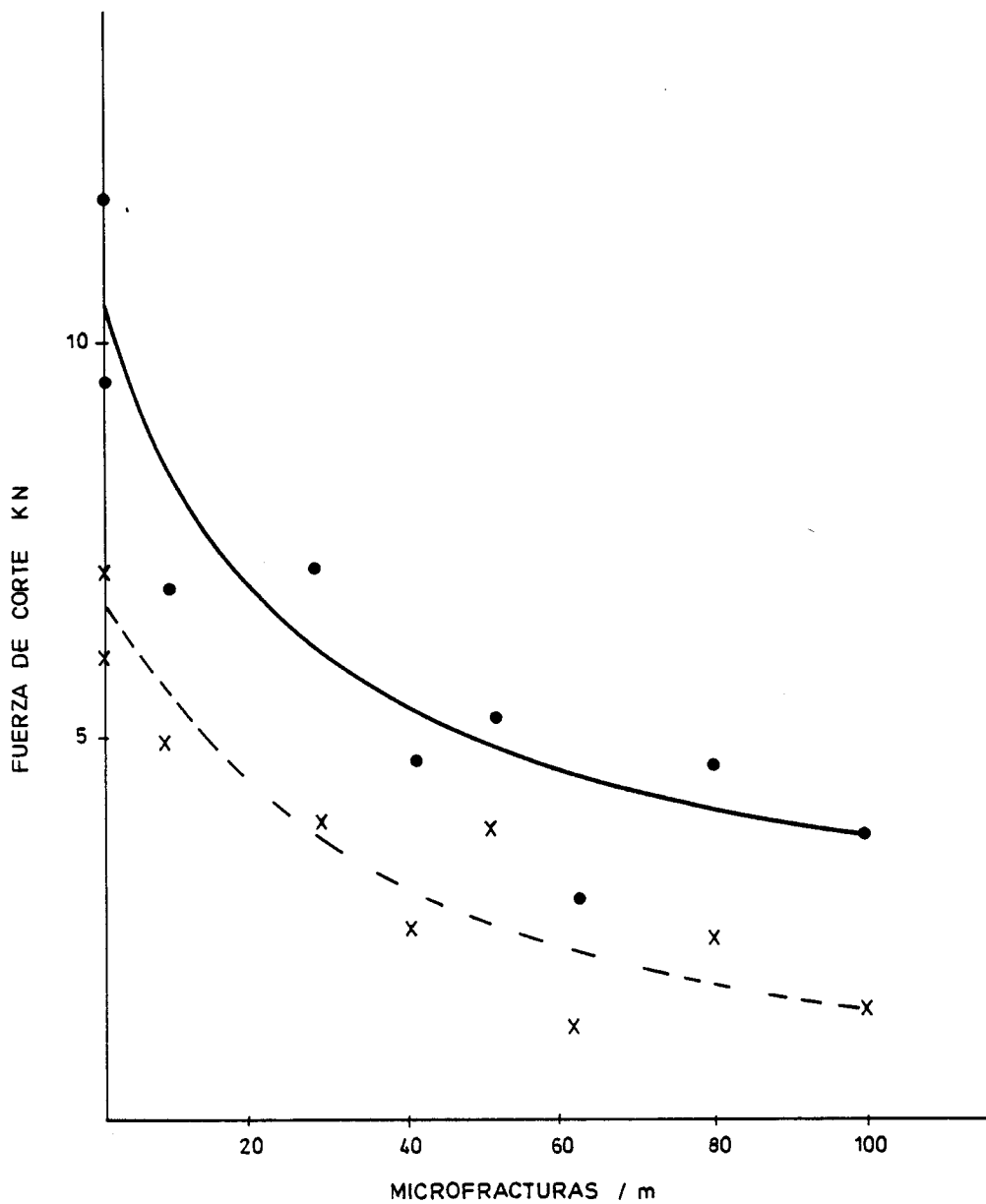
y 60 mm de ancho, se colocan en un aparato de sujección. Los cortes ensayados fueron hechos con una pica de 12,7 mm de ancho, que tiene un ángulo de corte de -52 , un ángulo de incidencia de 52 , una profundidad de corte de 5mm y una velocidad de corte de 150 mm/seg. Las fuerzas de corte fueron medidas paralelamente (fuerza de corte) y perpendicularmente (fuerza normal) a la trayectoria en la punta del instrumento de corte.

Del registro, se calcularon las fuerzas de corte y normal de la pica, y se representaron gráficamente en función -- del valor de las microfracturas/m de cada testigo (Ver fi gura 33) De aquí, se observó una relación bastante singi- ficativa entre las fuerzas de corte y normal de la pica - con la densidad de las microfracturas. Los coeficientes - de correlación obtenidos fueron de 0,96 para la fuerza de corte de la pica, y 0,91 para la fuerza normal de la pica.

4.2.2.10.-Conclusiones.

En general, el método de clasificación de testigos de son- deos se basa en el uso de un tinte penetrante para seña-- lar las microfracturas y en el índice RQD. Se utiliza pa- ra todo tipo de discontinuidades, y es una medida del es- paciamiento de las discontinuidades y de su densidad.

Se realizaron una serie de investigaciones para examinar las relaciones entre tipos de rocas, propiedades de las rocas determinadas en el laboratorio, fuerzas de corte y densidad de microfracturas. Se encontró que existe una - fuerte correlación entre los tipos de rocas y las micro- fracturas. Entre microfracturas y propiedades determina- das en el laboratorio existe poca correlación, excepto - para la abrasividad, que tiene un coeficiente de correla- ción de 0,66. De los resultados de los ensayos de corte de testigos efectuados en el laboratorio se encontró un alto grado de correlación entre densidad de microfractu- ras y fuerzas de corte y normal en el instrumento de corte.



● FUERZA DE CORTE DE LA PICA
 X FUERZA NORMAL A LA PICA

FIGURA 33 -RELACION ENTRE FUERZAS DE CORTE Y MICROFRACTURACION (SEGUN ALEMAN)

4.3.- DEFINICION DE LOS PARAMETROS DEL MATERIAL ROCOSO.

4.3.1.- Resistencia de la roca.

En general, en un primer análisis, la resistencia da una buena imagen de las cualidades mecánicas de las rocas. Estos parámetros pueden apreciarse sobre probetas ensayadas en el laboratorio. A continuación, vamos a estudiar dos tipos de resistencias :

4.3.1.1.- Resistencia a compresión uniaxial

Según WESTFALIA - LÜNEN la resistencia a compresión uniaxial se determina cargando una superficie plana de un testigo cilíndrico, de diámetro y altura 40 mm, hasta la rotura. La fuerza aplicada tiene que obrar perpendicularmente a los horizontes de sedimentación de la roca, hecho que se debe tener en cuenta al arrancar el testigo. Este, para la preparación de probetas de ensayo, debe tomarse de roca inalterada. Normalmente se realizan de 10 a 20 -- pruebas.

En general, el ensayo de resistencia a compresión simple se lleva a cabo aplicando una fuerza sobre una superficie plana de un probeta, cuya relación altura-diámetro es de 2 a 1, hasta que se produzca la rotura.

4.3.1.2.- Resistencia a la tracción.

En la mayoría de los casos la resistencia a tracción se determina indirectamente mediante el ensayo brasileño.

Este ensayo consiste en aplicar una carga diametral de compresión sobre la superficie lateral de un testigo cilíndrico, con una relación altura-diámetro de 2 a 1, colocado de canto entre dos placas de acero, de las cuales --

una permanece fija y la otra móvil hasta que se produzca la rotura.

Los resultados pueden ser muy divergentes, por lo cual se recomienda hacer de 10 a 20 pruebas para cada tipo de roca.

La resistencia a la tracción (σ_t) se calcula mediante la fórmula siguiente :

$$\sigma_t = \frac{2 F}{\pi dh} \quad (\text{Kp/cm}^2)$$

donde :

F = fuerza de rotura (Kp)

d = diámetro (cm)

h = altura (cm)

4.3.2.- Dureza

Este parámetro que normalmente está relacionado con la resistencia a compresión simple, es un elemento que determina la aptitud de corte de la máquina. En general, para determinar la dureza existen dos formas : una por penetración, pudiéndose definir como la resistencia que una roca opone a un útil que la desagrega, y otra por rebote, definiéndola como una altura de rebote.

A continuación, vamos a ver los distintos métodos de ensayo para determinar la dureza.

4.3.2.1.-Martillo Schmidt

En esencia, consiste en un dispositivo sencillo que registra el rebote de un cilindro metálico, que impulsado por un muelle choca contra la superficie de la roca.

El martillo tipo L permite medir valores de la resistencia a compresión simple de la roca comprendidos entre 20 MN/m^2 y 300 MN/m^2 .

El número de rebotes en la práctica va de 10 a 60. El número más bajo corresponde a las rocas débiles (resistencia a compresión simple $\sigma_c = 20 \text{ MPa}$), mientras que el más alto es para las rocas muy duras y extremadamente duras ($\sigma_c = 150 \text{ MPa}$). Las rocas muy débiles y extremadamente débiles, no se pueden ensayar con el martillo de Schmidt tipo L.

Para una resistencia de la roca determinada, el rebote es mínimo cuando el martillo se utiliza verticalmente hacia abajo (rebote contra la gravedad) y máximo cuando se coloca verticalmente hacia arriba.

BARTON y CHOUBEY han propuesto la siguiente fórmula para calcular la resistencia a compresión simple de la roca, -- partiendo del índice de rebote".

$$\log (\sigma_c) = 0,00088 \gamma R + 1,01$$

donde :

σ_c = resistencia a compresión simple de la roca --
(MN/m^2).

γ = densidad seca de la roca (KN/m^3)

R = índice de rebote.

Para la utilización correcta de esta fórmula, el martillo debe colocarse verticalmente hacia abajo sobre una superficie horizontal, es decir, en la condición de rebote mínimo.

El movimiento de los bloques al ser golpeados es una de las causas que explican los rebotes muy bajos obtenidos en algunos casos. Raras veces se obtienen lecturas altas.

En el siguiente ejemplo, se ve la manera de obtener un valor medio real de los rebotes obtenidos en un granito :

44, 36, 38, 44, 32, 44, 40, 34, 32.

Media de las cinco medidas más altas, R = 43.

4.3.2.2.-Escleroscopio Shore.

Sirve para obtener una medida de la dureza de la roca por rebote. Un gran número de ensayos da una buena medida de la dureza media, ya que, los ensayos individuales están -- directamente influenciados por la dureza mineralógica en el punto de impacto .

Si los ensayos de rebote se realizan de una manera constante en una parte localizada de la superficie de la roca, se crea una superficie más dura. Dentro de esta zona, la estructura intergranular de la roca es alterada a un plano homogéneo fino. Una relación del cambio en los valores de rebote durante este ensayo proporciona una medida relativa de la energía requerida para esta alteración. El escleroscopio Shore es un instrumento ideal para medir esta propiedad. Un coeficiente de plasticidad puede obtenerse por la siguiente fórmula :

$$K = \frac{H_2 - H_1}{H_1} \times 100$$

Donde : K es el coeficiente de plasticidad expresado en porcentaje; H_2 es el valor de la dureza final después de aproximadamente 20 ensayos; y H_1 es el valor medio de rebote para las rocas.

En el caso del martillo Schmidt también se puede aplicar esta última expresión, obteniendo un coeficiente de deformación.

Las rocas muy blandas, tales como calizas no cementadas y carbón, tienen valores de K muy bajos cuando son frágiles.

Hay una amplia dispersión de valores de K dentro de cada una de las categorías de rocas sedimentarias, ya que las rocas plásticas se deforman más que las rocas frágiles.

En ensayos realizados en algunas rocas sedimentarias se vio que conforme aumenta el número de ensayos aumenta la dureza.

En estudios de corte con picas se encontró que la dificultad del corte de muestras intactas de rocas sedimentarias aumenta con :

- a) El cuadrado de la dureza estándar del cono.
- b) La raíz cúbica de coeficiente de plasticidad.

Por esto, mientras que la acción del corte de picas es -- primariamente una acción de penetración, se puede decir -- que una cierta cantidad de energía es también absorbida -- en la deformación plástica de rocas no frágiles. Esto explica el porqué, anormalmente, son requeridas altas energías para excavar algunas rocas evaporíticas blandas de -- baja resistencia.

4.3.2.3.- Cono NCB

Este aparato trabaja de forma parecida a los ensayos de dureza en productos metalúrgicos, en los cuales se mide -- la cantidad de penetración para una fuerza conocida. Tam-

bién funciona de forma similar a los esclerómetros que determinan la dureza superficial de los metales.

El aparato está constituido por un bastidor metálico cuya dimensión es de 175 mm, sobre el que actúa un tornillo micrométrico encargado de comunicar la fuerza del ensayo a la muestra de la roca a través de un cono de carburo de tungsteno, con un ángulo en la punta de 40°. La fuerza ejercida se mide por la flexión que se produce en un muelle laminar sobre el que se apoya la muestra, medida por un comparador de esfera. El CIN (Cone Indentation Number) se define como :

$$I = \frac{D}{P}$$

donde :

D = flecha laminar que se mide en el comparador de esfera.

P = Penetración del cono en la muestra que se mide en el tornillo micrométrico.

Las muestras de la roca no deben ser mayores de 12 x 12 x 6 mm. El ensayo debe realizarse procurando que el cono de tungsteno ataque a la muestra en uno de los bordes.

Este ensayo se considera representativo para rocas con diámetro medio de grano de 0,05 mm, que corresponde a los granos visibles a simple vista. Para rocas con granos de mayor diámetro el ensayo no es representativo, ya que el punzón no puede penetrar por los espacios intergranulares.

SLAVIN ha correlacionado el CIN estándar (Is) con la resistencia a compresión simple de la roca intacta (σ_c), mediante la expresión :

$$\sigma_c = 24,8 \text{ Is (MN/m}^2\text{)}$$

4.3.2.4.-Ensayo Cerchar.

El Cerchar define el término dureza de una roca como la resistencia que la roca opone a un útil que la desagrega. -- Por tanto, la dureza se mide por ensayos de perforabilidad.

El ensayo consiste en estudiar en función del tiempo, la penetración de una barrena de widia de 8 mm de diámetro, pencuya punta de carburo de tungsteno tiene la forma de un pendiedro de 99º de ángulo en el vértice que gira a 190 r.p.m. y está sometida a un empuje de 20 Kg contra la muestra de roca a ensayar; ésta no necesita ninguna preparación penparticular. La acumulación de los residuos de perforación bajo la barrena da lugar a una disminución de la velocidad de penpenetración.

El índice de dureza que se escoge está en relación con la penpendiente inicial de la curva penetración-tiempo registrada. El resultado es la inversa de la velocidad inicial y se penexpresa en s/cm. Si se realiza un segundo ensayo sobre la penprimera huella, una vez limpia de residuos, las tangentes en el origen tienen en ambos la misma inclinación. En el pensegundo ensayo, la curva se desvía más rápidamente debido a que el desprendimiento de los residuos se hace más pendifícil.

La dureza de los carbones se sitúa entre 0 y 4 puntos, los esquistos y las areniscas se sitúan entre 4 y 10 puntos y las rocas más duras pueden alcanzar 200 puntos.

4.3.3.- Abrasividad

La abrasividad generalmente se determina por el tanto por ciento de granos cuarzo y su tamaño, o bien mediante el pen

desgaste en la punta de un instrumento de corte producido por la roca que se perfora. A continuación vamos a ver los distintos métodos de ensayo para medir la abrasividad.

4.3.3.1.- Abrasividad por el tanto por ciento de granos de cuarzo, tamaños de los granos y cementación.

El contenido de granos de cuarzo y su tamaño proporcionan una medida conveniente de la abrasividad de una amplia gama de rocas. Sin embargo, estos factores por sí solos no son suficientes para explicar las propiedades abrasivas de las rocas y predecir el desgaste de los instrumentos de corte. Es necesario saber también la intensidad de cementación.

Por tanto, para conocer la abrasividad de la roca se define un coeficiente de cementación como se describe a continuación:

- 1 Rocas no cementadas o que tienen unos vacíos mayores que el 20%.
- 2 Cemento ferruginoso.
- 3 Cemento arcilloso y ferruginoso.
- 4 Cemento arcilloso.
- 5 Arcilla y cemento de calcita.
- 6 Cemento de calcita y halita.
- 7 Limo, arcilla o calcita con crecimiento excesivo de - - cuarzo.
- 8 Limo con crecimiento excesivo de cuarzo.
- 9 Cemento de cuarzo, cementos de cuarzo mosaico.
- 10 Cemento de cuarzo con menos del 2% de vacíos.

Las medidas de esta propiedad pueden hacerse simplemente con un microscopio electrónico o un análisis de láminas delgadas, aunque el exámen de un geólogo diestro puede-- ser suficiente. Normalmente este estudio se aplica a rocas sedimentarias.

4.3.3.2.-Abrasividad según el coeficiente de SCHIMAZEK.

Este coeficiente se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$F = \frac{Q \sigma_t d}{100}$$

donde : Q = contenido en cuarzo de la roca en %.

σ_t = resistencia a tracción de la roca en Kp/cm².

d = diámetro medio de los granos de cuarzo en cm.

Las dificultades que se presentan son las siguientes :

- a) Con rocas de grano muy fino, como calizas de sílice, F tiende a 0; incluso en calizas de sílice extremadamente abrasivas.
- b) Con rocas cristalinas de cuarzo libre, como anfibolitas, etc... El contenido de cuarzo será uno , a pesar del alto contenido de minerales abrasivos como granate, hornablanda, epidota, etc.
- c) Con rocas exfoliadas. El diámetro de minerales laminados es difícil de medir en secciones delgadas.

Para determinar el contenido de minerales abrasivos en la roca se procede de la siguiente manera :

En primer lugar, se hace un análisis cuantitativo de los minerales presentes, como p. ej., cuarzo el 30%, feldespato el 50%, filosilicatos el 20%. Hay que tener en cuenta que todos los minerales cuyo tamaño de grano sean inferior a 20 μ se consideran siempre como filosilicatos.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta una serie de factores para los minerales que componen la roca, como -

por ejemplo: el cuarzo tiene el factor 100, el feldespato el factor 35 y los filosilicatos el factor 4.

Por tanto la cantidad de minerales abrasivos se determina por :

$$Q = \frac{30 \times 100 + 50 \times 33 + 20 \times 4}{100}$$

$$Q = 47,3\%$$

Otros factores de minerales típicos para rocas del carbónífero son los siguientes :

Magnetita	31
Hematites	51
Piroxenos	56
Calcita	2,9
Pirita	50
Hornablenda	23
Olivino	72

Para el cálculo del diámetro medio de los granos de cuarzo sólo se tienen en cuenta los granos que se presentan en forma de Si O₂ libre. Para ello, se hace una preparación de lámina delgada de la roca y se cuenta con el microscópio, mediante el llamado procedimiento de medición de la cuerda, el número de granos de cuarzo n, así como los largos de la cuerda "l". El microscopio no se tiene que enfocar en el centro de los granos.

El diámetro medio se calcula de la manera siguiente :

$$\frac{\text{Suma de todas las } l \times 1,5}{n} \quad (\text{cm})$$

4.3.3.3.-Abrasividad NCB

El NCB para determinar la abrasividad utiliza un instrumento normalizado de 6,4 mm de diámetro con carburo de tungsteno en la punta, con un ángulo en la punta de 120º y un ángulo de incidencia de 7º, que gira contra la roca a 1380 r.p.m., con una carga axial de 623 N, hasta que perfora un agujero de 8,1 mm de profundidad; calculándose el par transmitido a la muestra por la barrena y el tiempo requerido para perforar el agujero. La relación entre la energía necesaria para perforar el agujero y el volumen de roca arrancado se define como la energía específica, la cual es expresada en J/cm^3 .

Según avanza la perforación, la barrena se va despuntando y la energía requerida para perforar un volumen de roca dado cada vez es mayor. Se perforan diez agujeros sucesivos con las mismas dimensiones, sin afilar la barrena, y a continuación se calcula una línea de regresión por el método de mínimos cuadrados. Esta regresión tiene la siguiente forma:

$$y = mx + c$$

donde :

Y = energía específica para cada agujero (variable dependiente).

x = número del agujero (variable independiente)

m = grado medio de aumento en la energía específica necesaria para perforar agujeros consecutivos.

El desgaste del taladro producido por la roca es causa de un aumento de la energía específica, lo cual da una medida de la abrasividad de la roca, que es expresada --

por un índice de abrasividad medido en J/cm^3 /agujero estándar. El índice de energía específica para la roca es el valor de "y" para el primer agujero e igual a $m + c$.

En la práctica, se encontró que barrenas aparentemente iguales pueden dar resultados muy diferentes en este ensayo, por lo que los resultados de cada barrena nueva ensayada son comparados con los resultados de una barrena estándar, de la siguiente forma :

Las dos barrenas son utilizadas para medir el índice de abrasividad de la misma muestra de roca. La varianza con respecto a la recta de regresión puede ser calculada para los dos grupos de lecturas. Si la varianza de las cifras de la nueva barrena es mayor que tres veces la de las cifras de la barrena estándar, entonces la nueva barrena es rechazada.

Si la varianza de la nueva barrena es menor que tres veces la de la estándar, entonces se comparan los índices de abrasividad dados por las dos barrenas. Si la diferencia entre los dos índices es mayor que el 10% del valor dado por la barrena estándar, entonces esta nueva barrena es también rechazada. Así, la nueva barrena debe satisfacer dos criterios antes de ser aceptada para su utilización: la varianza y la pendiente de la línea de regresión deben caer dentro de los límites descritos.

4.3.3.4.-Abrasive Cerchar.

El ensayo normalizado para determinar la abrasividad se lleva a cabo con una barrena de acero que termina en un cono de ángulo en el vértice de 90° , sometida a un empuje de 7 Kg. La muestra se desplaza bajo la punta de la barrena 1 cm a velocidad lenta.

Para determinar la abrasividad se mide el diámetro del plano de desgaste de la punta de la barrena producido por el rozamiento. La medida se expresa en décimas de mm y se adopta como índice de abrasividad. Por ejemplo, los carbones presentan una abrasividad entre 0 y 1. La de las areniscas del Carbonífero, que depende de la proporción de cuarzo y de la dimensión de sus granos, alcanza 4 y a veces 8.

Para medir el plano de desgaste se utiliza un instrumento óptico de aumento suficiente (lupa binocular de aumento 70, provista de un micrómetro ocular).

En este estudio aparecen dos fenómenos de desgaste muy diferentes según el trayecto recorrido :

- a) En un principio hay un desgaste muy rápido en el curso del cual el plano de desgaste aparece entallado de estrías profundas ahondadas por los granos duros de la roca; durante esta fase la barrena penetra en la roca y el fondo de la marca que ha dejado está erizado de granos abrasivos con aristas vivas.
- b) En una segunda fase, el desgaste se relentiza y no hay más destrucción de la roca, también el útil desliza sobre una superficie pulida y no penetra más, por consiguiente el desgaste del mismo no tiene ninguna relación con la abrasividad de la roca.

Otro ensayo, llevado a cabo por el CERCHAR para medir la abrasividad, se realiza con una barrena de acero terminada en punta, en un diedro de 99º de ángulo y de 8 mm de arista, aplicada contra la roca por una carga constante de 7 Kg y girando alrededor de su eje con una velocidad de 120 r.p.m.

4.4.- CORRELACIONES ESTABLECIDAS EN LA PRACTICA ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE LAS ROCAS Y EL RENDIMIENTO DE CORTE DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL.

VINCENT ALEMAN (1982) llevó a cabo una serie de ensayos in-situ, que consistían en medir el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual y las propiedades de las rocas. Estos fueron hechos en muchos túneles durante un periodo de cuatro años. Al principio, el rendimiento de corte de la máquina se expresó en función de la energía específica de las rocas medida en el laboratorio. Sin embargo, más adelante se desarrollaron otros métodos para medir las propiedades de las rocas, los cuales fueron introducidos dentro del programa de ensayo. Por esto, los resultados se dividieron en tres grupos, basados en métodos que cuantifican las propiedades de las rocas, y se utilizó para su análisis la técnica de regresión multi-lineal. De estos análisis se obtuvieron una serie de ecuaciones que predicen el rendimiento de corte de una máquina.

4.4.1.- Lugares de los ensayos.

Los ensayos fueron realizados en una serie de lugares donde se midieron el rendimiento de corte de una máquina y una variedad de propiedades relacionadas con la roca que se cortó. El primer lugar elegido fue en STAFFORDSHIRE, COLLIERY SILVERDALE, donde se perforaron 4000 m en dos galerías dentro de nuevas reservas y en una galería que fue alargada 3000 m. Estas galerías tienen una pendiente de 1:4 y atraviesan el Carbonífero Superior y Medio, compuesto de una serie de arcillas esquistosas, margas, limos y areniscas. Inicialmente se utilizaron tres máquinas de ataque puntual RH 1/3 DE ANDERSON STRATHCLYDE para el avance de las galerías. Sin embargo, dos de estas máquinas fueron reemplazadas respectivamente por una DOSCO MK-3 y una máquina de TITAN THYSSEN. Se realizaron un total de --

82 ensayos de corte en varios lugares con las tres máquinas.

Aparte del COLLIERY SILVERDALE, se realizaron medidas en otras cuatro galerías transversales; 2 de estas fueron hechas en YORKSHIRE, COLLIERY MAIN HATFIELD y las otras dos en DOW MILL COLLIERY, WARWICKSHIRE. En HATFIELD una DOSCO MK-2A y una DOSCO MK-3 fueron utilizadas para realizar dos avances de galerías que atraviesan una serie de arcillas esquistosas, carbones, limos y areniscas. Los otros dos túneles en DOW MILL COLLIERY forman parte de una galería que conecta las labores de las hulleras con la superficie. Una sección de la galería fue perforada desde la superficie con una pendiente de 1:4, por medio de una máquina ANDERSON STRATHCLYDE RH 1/3 y la otra desde la mina con una pendiente de subida de 1:4 por medio de una DOSCO MK-3. En estas cuatro galerías, la estructura de la roca in-situ se estudió mediante unos testigos de sondeos que fueron hechos verticalmente al eje de las galerías. En las hulleras de HATFIELD y DOW MILL se llevaron a cabo otros ensayos.

4.4.2.-Resultados

El rendimiento de corte de la máquina de ataque puntual fue medido por diferentes métodos tales como : energía específica de corte a empuje constante, penetración por revolución a empuje constante y un sistema que relaciona empuje (KN/m^2) con penetración (m/rev.), expresado en m^3/KN (Ver capítulo 3). Para todos estos métodos los rendimientos de corte de las máquinas de ataque puntual son expresados en m^3/KN . Los ensayos de clasificación de las rocas se basan en seis propiedades determinadas en el laboratorio. Los índices de resistencia in-situ utilizados han sido la cuña de expansión (ISSI) y la estructura del testigo.

Según el método aplicado para clasificar los diferentes estratos, los resultados se agruparon de la siguiente manera.

- a) Lugares donde la roca fue clasificada por sus propiedades determinadas en el laboratorio.
- b) Lugares donde la roca se clasificó por el índice de resistencia in-situ (ISSI) y por sus propiedades determinadas en el laboratorio.
- c) Lugares donde la roca se clasificó por la estructura del testigo y por sus propiedades determinadas en el laboratorio.

Estos grupos de datos, junto con los valores del rendimiento de corte de la máquina de avance, son suministrados a un computador en forma de matrices APL. La matriz llamada -- "GAST" relaciona los datos del grupo (a) mencionados anteriormente y consta de 61 conjuntos. Una segunda matriz -- "GISI" tiene 16 conjuntos de datos y relaciona el grupo -- (b), mientras que una tercera matriz "GBB" contiene los datos del grupo (C) y comprende 36 conjuntos.

4.4.3.- Análisis de los resultados.

El análisis se llevó a cabo de la siguiente forma: primeramente se dibujan los gráficos de las propiedades de las rocas en función del rendimiento de corte de la máquina, y a continuación se efectúa un análisis por medio de una -- técnica de regresión multilínea, deduciéndose una serie de ecuaciones para predecir el rendimiento de corte de la máquina.

4.4.3.1.- Relación entre el rendimiento de corte de una máquina y las propiedades de las rocas.

La relación entre la resistencia a compresión simple y el rendimiento de corte de una máquina está representada en la figura 34. Los valores de la resistencia a compresión simple varían de 16 a 141 MPa, y cuando aumentan decrece el rendimiento de corte de la máquina, sin embargo, hay un gran dispersión en los resultados. La resistencia a tracción, que varía de 2-24 MPa, muestra una tendencia similar a la de la resistencia a compresión simple; pero la dispersión en los datos es incluso más grande (Ver figura 35). La dureza Shore y la abrasividad muestran un aumento general cuando decrece el rendimiento de la máquina, pero en estas relaciones existe un amplio grado de dispersión (Ver figuras 36-37).

No existe una relación muy definida entre la energía específica de perforación medida en el laboratorio y el rendimiento de corte de la máquina (Ver figura 38).

Representando gráficamente el índice de resistencia "in situ" (ISSI) en función del rendimiento de corte de la máquina, se obtuvo una función log recíproca o negativa que parece completamente representativa (Ver figura 39) El rendimiento de la máquina mejora ligeramente cuando los valores del ISSI decrecen a 7, este grado de mejora aumenta entre 7 y 4, y entre 4 y 0 se produce un fuerte aumento.

Las figuras 40, 41, y 42 describen las relaciones entre RQD, microfrazuras/m, valores de "A" y rendimiento de corte de la máquina. Es evidente que cuando aumenta el RQD disminuye el rendimiento de corte de la máquina, -- sin embargo hay muy pocos datos para valores de RQD entre 40 y 70 haciendo difícil su evaluación. El rendimiento de corte de la máquina aumenta con el número de

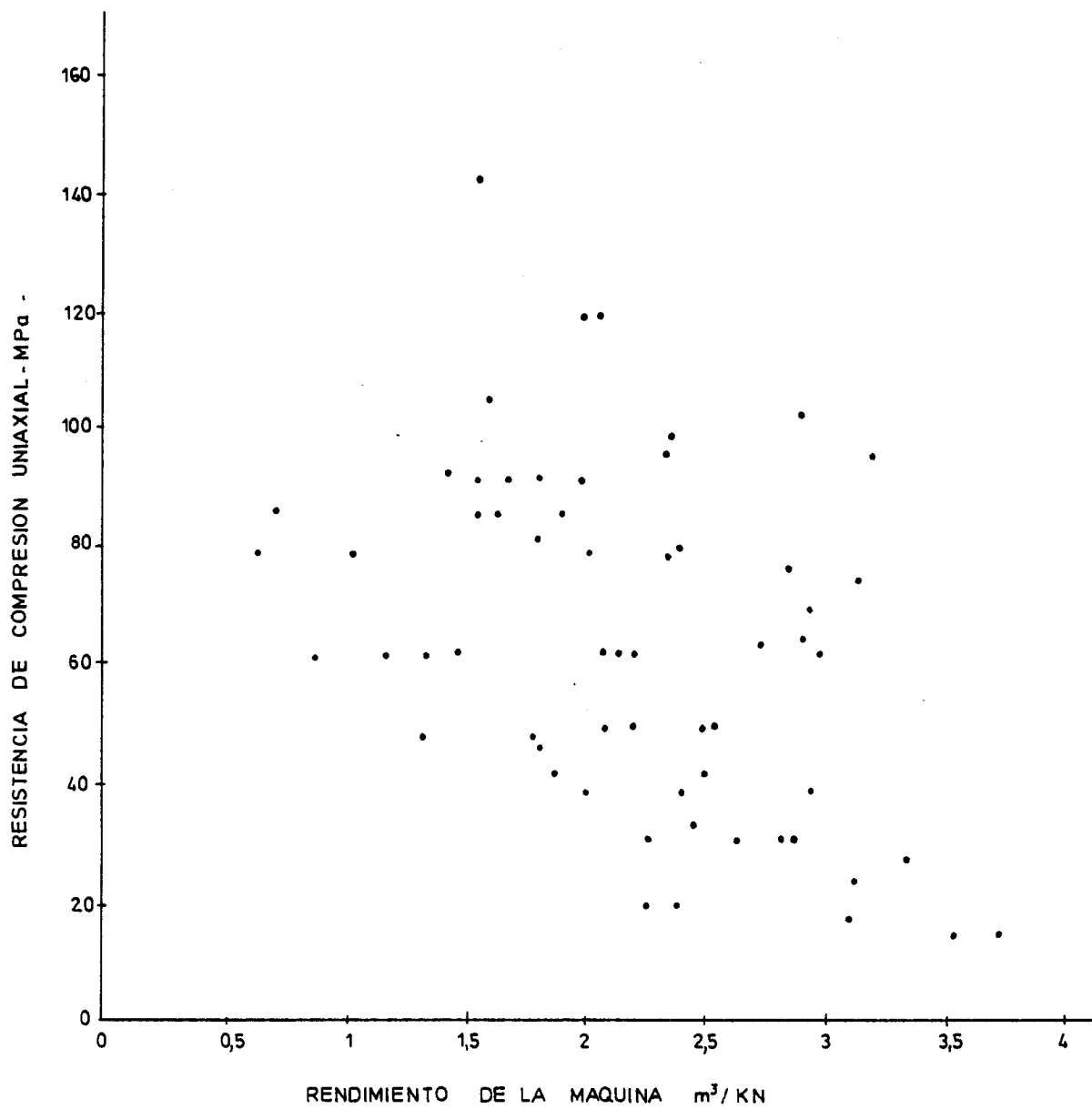


FIGURA 34 - RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

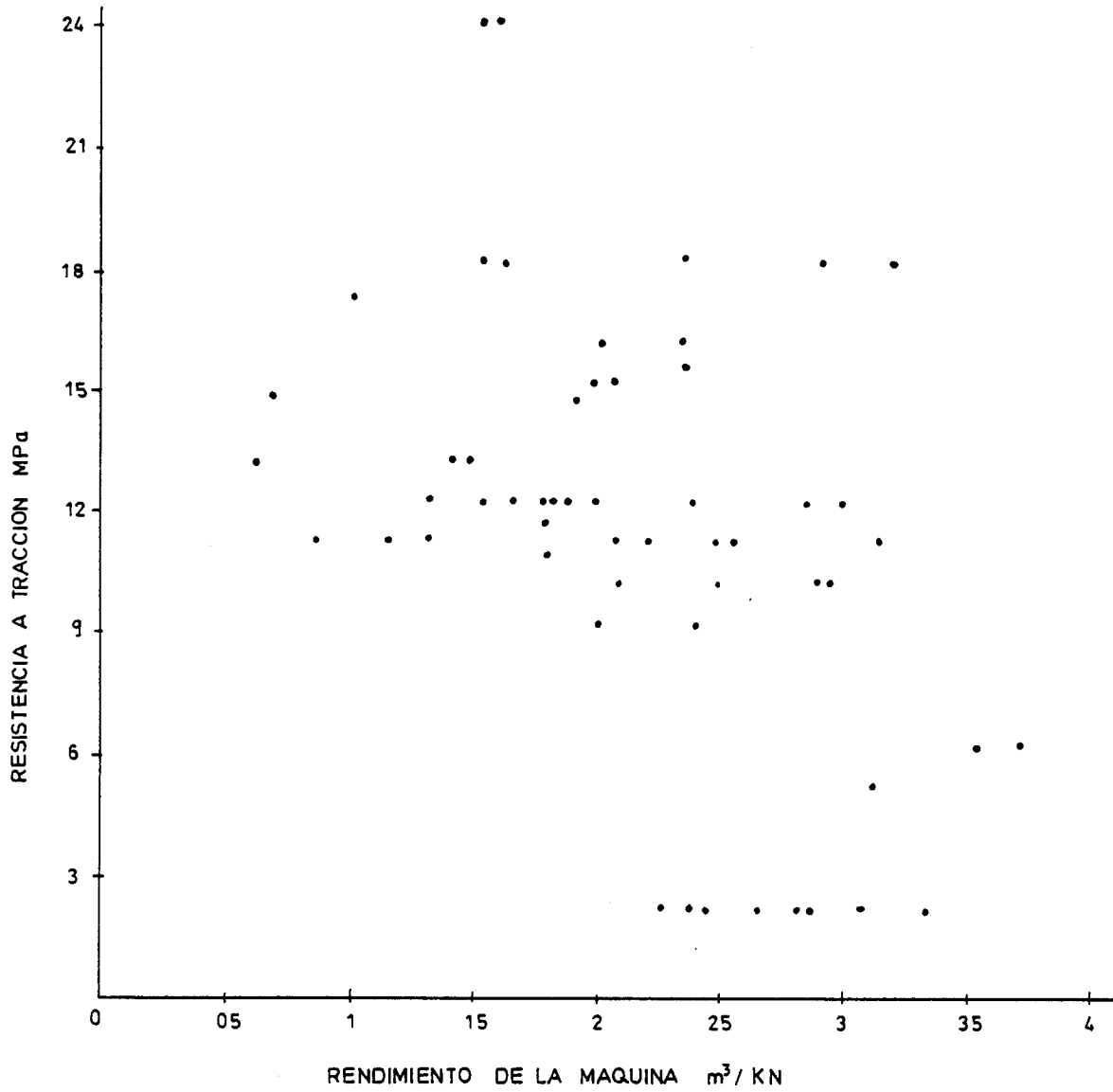


FIGURA 35 -RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A TRACCION
Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA
(SEGUN ALEMAN)

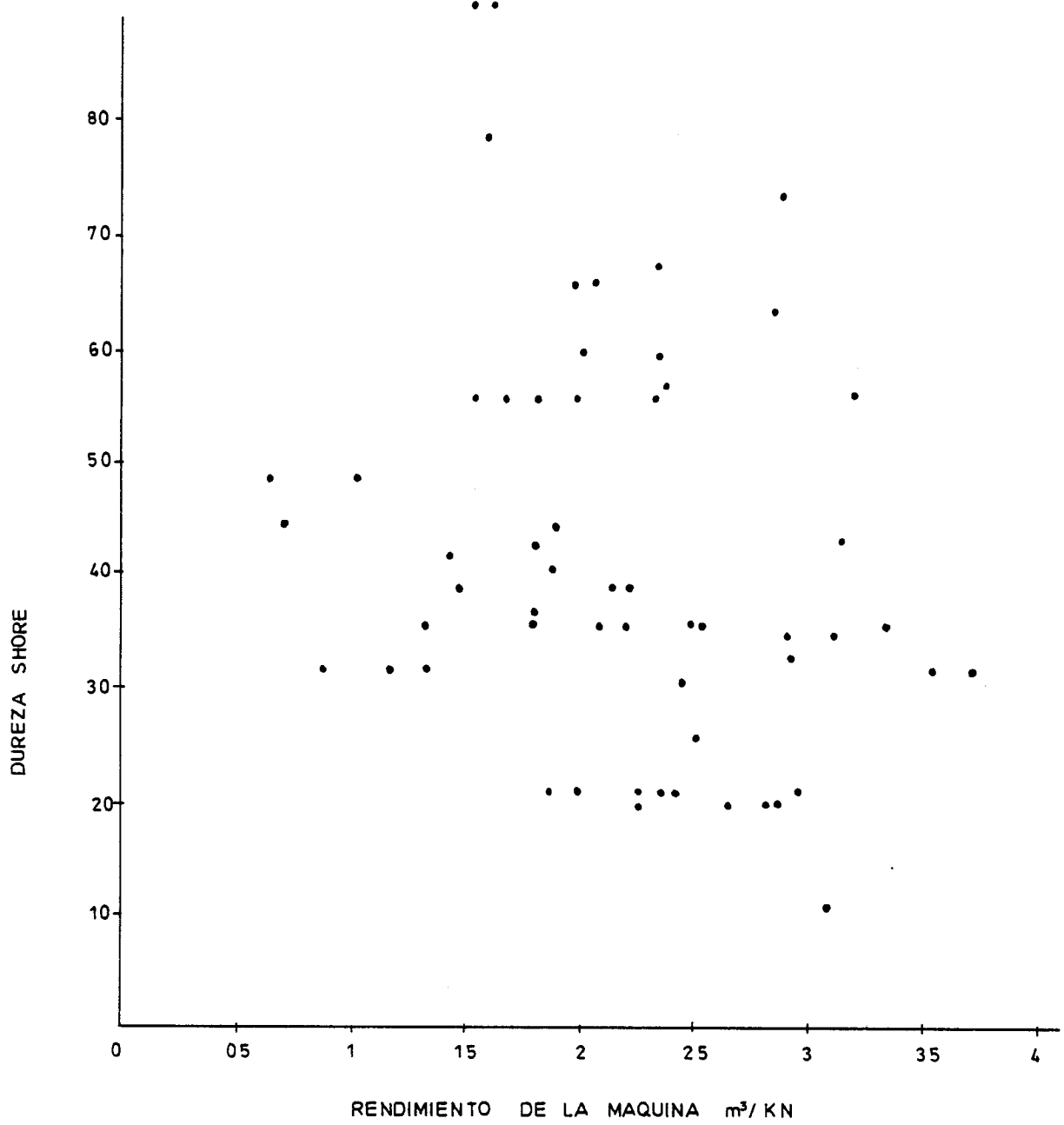


FIGURA 36 - RELACION ENTRE LA DUREZA SHORE Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

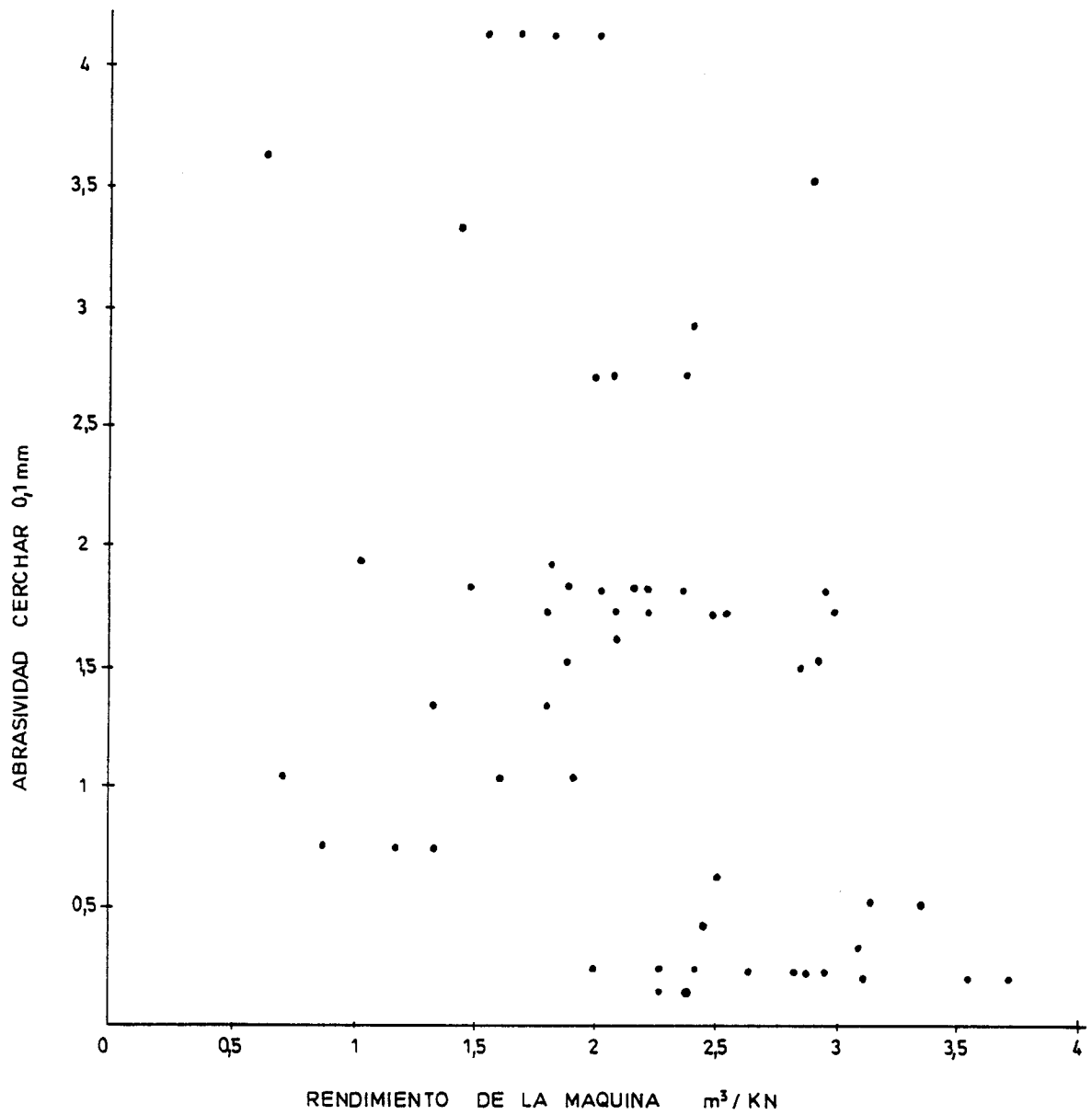


FIGURA 37 - RELACION ENTRE LA ABRASIVIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

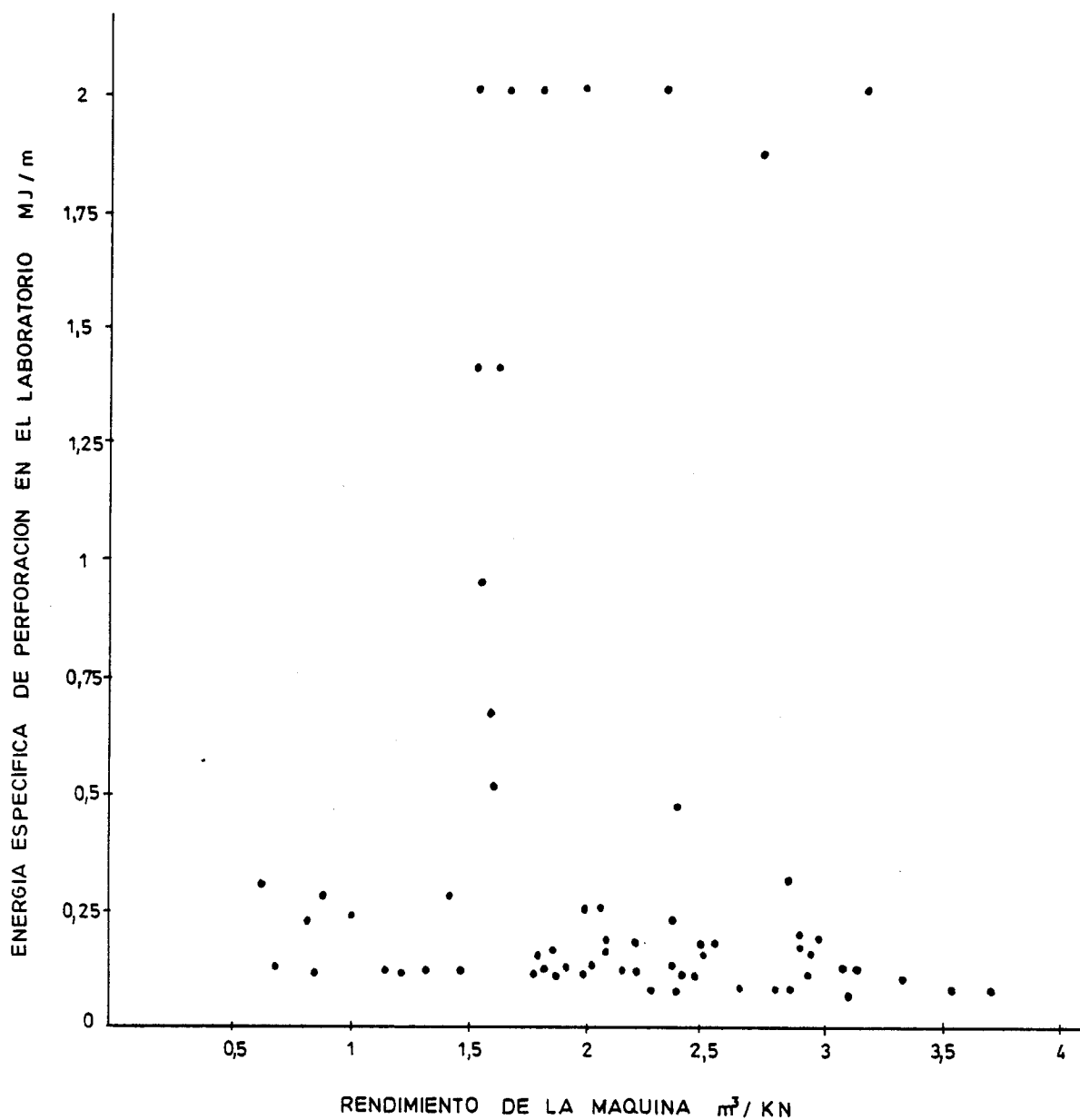


FIGURA 38 - RELACION ENTRE LA ENERGIA ESPECIFICA DE PERFORACION EN EL LABORATORIO Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

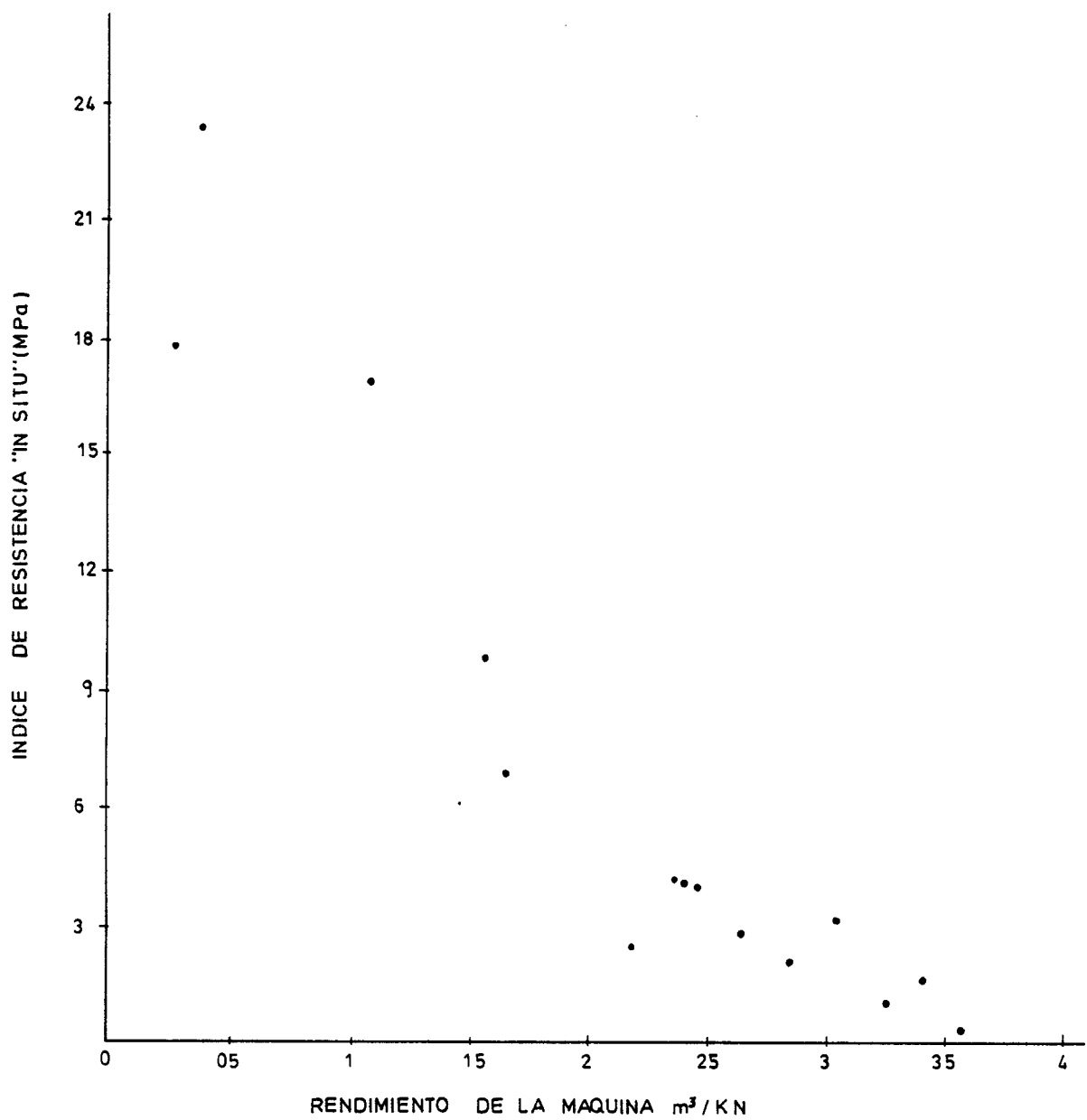


FIGURA 39 -RELACION ENTRE EL INDICE DE RESISTENCIA IN SITU Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

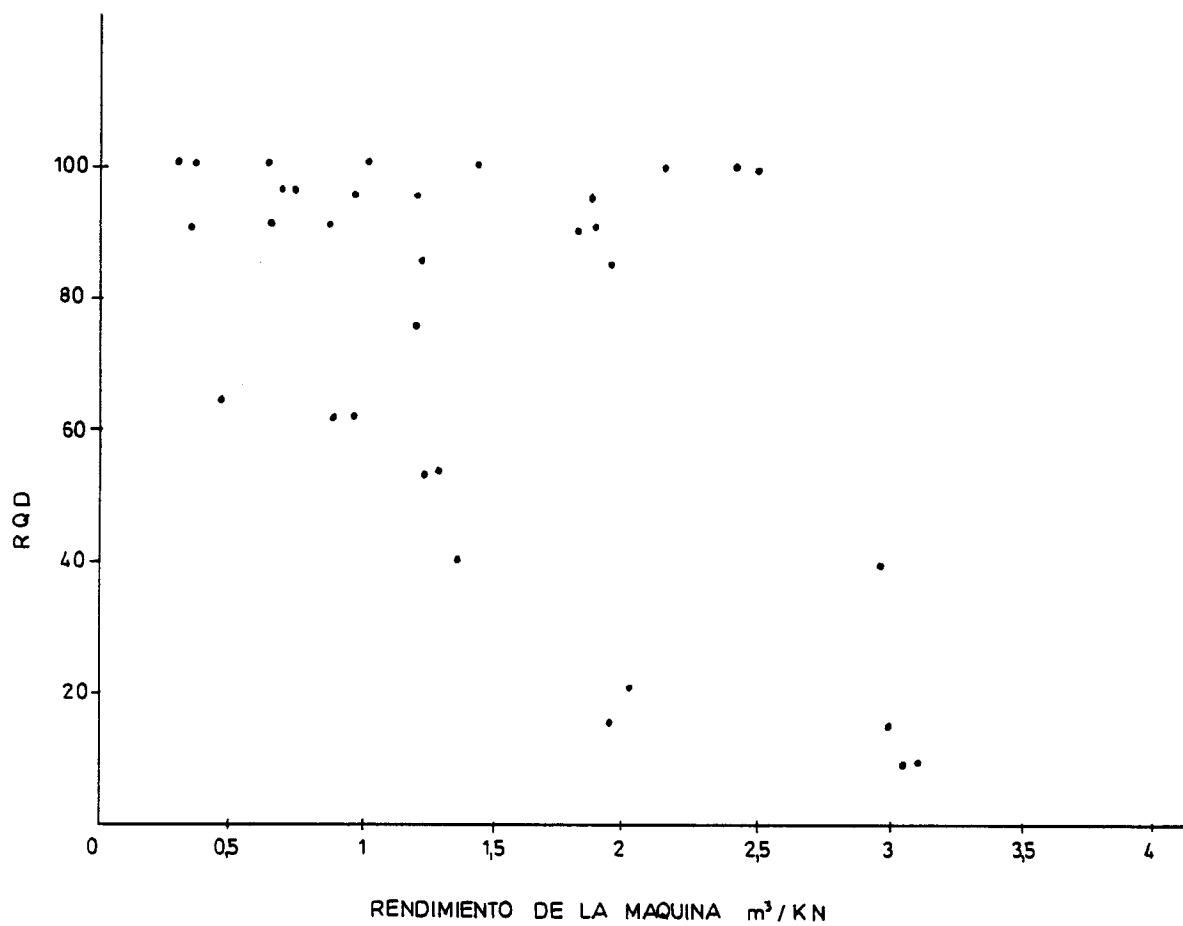


FIGURA 40 - RELACION ENTRE EL RQD Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

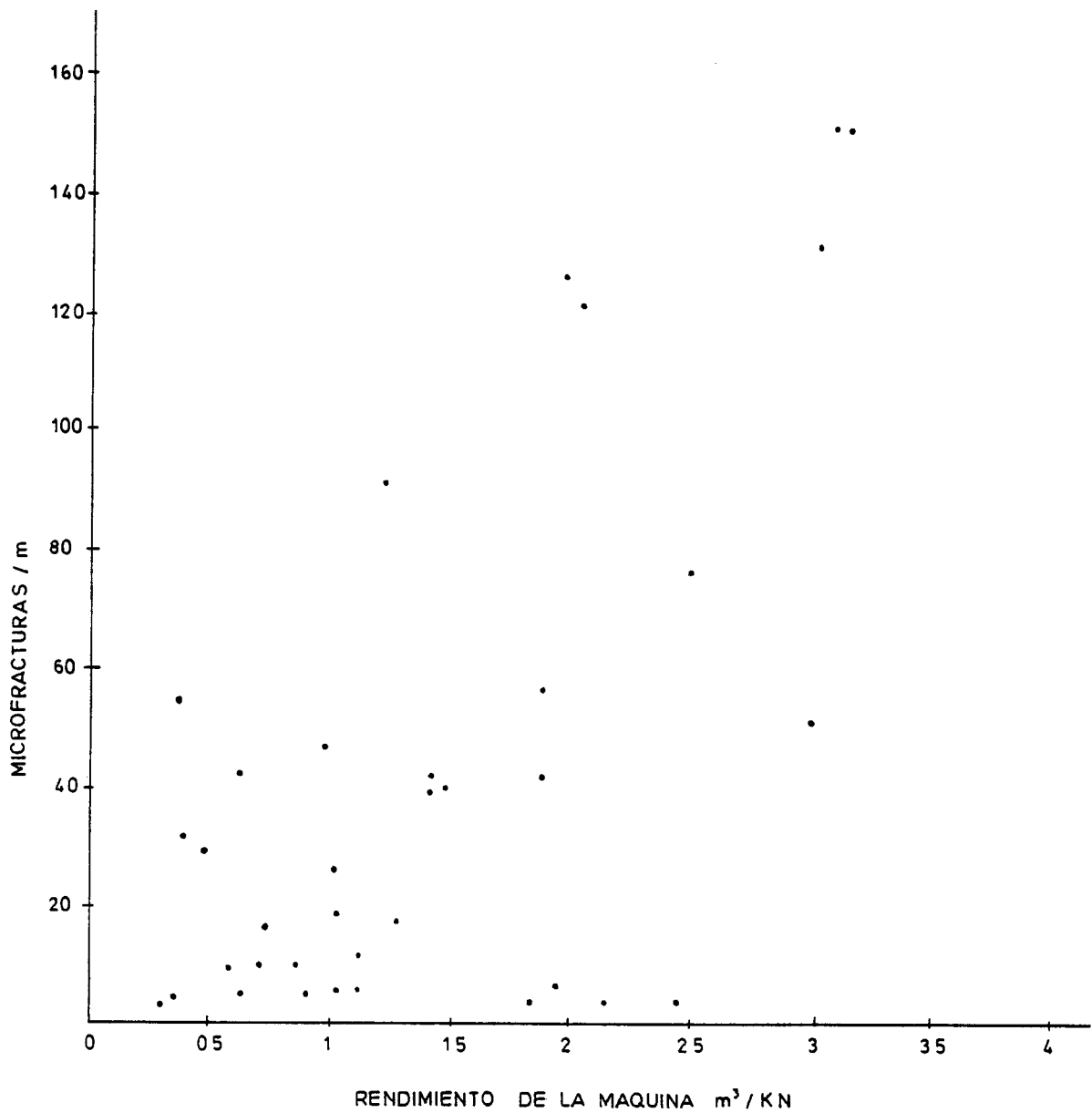
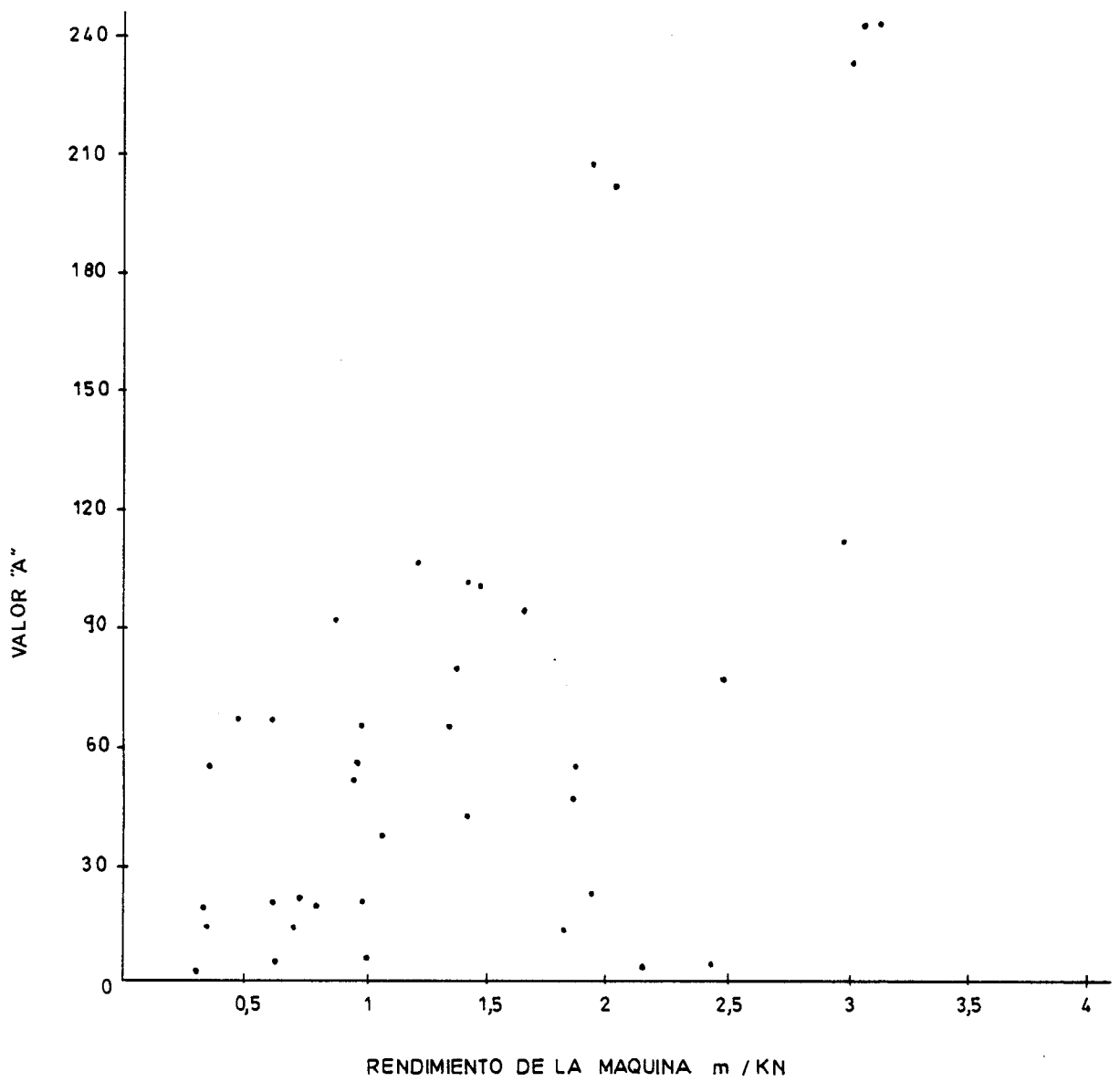


FIGURA 41 - RELACION ENTRE LA MICROFRACTURACION Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)



Nota. -

$$A = MF + (100 - RQD)$$

MF = Microfisuración

FIGURA 42 - RELACION ENTRE EL VALOR DE 'A' Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA (SEGUN ALEMAN)

de microfracturas en la roca, pero debido a la amplia dispersión en los resultados no existe una correlación definitiva. La relación entre el valor de "A" y el rendimiento de corte de la máquina es similar a la representada en el gráfico 41, pero no existe un grado de dispersión tan amplio.

De estos gráficos, ilustrados en las figuras 34-42, se deduce que, a parte del ISSI, no existe una buena correlación entre los mencionados parámetros y el rendimiento de corte de la máquina, en forma lineal o polinómica.

4.4.3.2.- Análisis estadístico

Para analizar los resultados se llevó a cabo un programa de regresión multi-lineal, basado en las medidas de las propiedades de las rocas referentes al rendimiento de corte de las máquinas de ataque puntual.

La regresión multi-lineal se obtiene formando una ecuación con todas las variables introducidas. A continuación esta expresión se ensaya estadísticamente, y si cada regresor tiene un nivel de confianza superior al 95% la regresión se para. Si algunos regresores están por debajo del 95% del nivel de confianza, entonces el menos significativo de ellos se deja y se repite el proceso hasta que se llegue a una ecuación final, de tal forma que si tal relación no existe se rechazan todas las variables.

Cuando las variables correlacionadas, son demasiado altas con respecto a las demás, automáticamente se rechazan, como si cada variable fuera independiente de las demás. En cada estado de regresión se obtiene una ecuación en la que se observan el coeficiente de correlación, los grados de libertad y la desviación estándar con respecto a la regresión.

De los gráficos representados (Figuras 34-42) se observa que cualquier relación entre las propiedades de las rocas y el rendimiento de corte de la máquina no es lineal, por esto se llevó a cabo una regresión combinada de funciones logaritmico-recíprocas en los datos. Con el fin de obtener una ecuación que prediga el rendimiento de corte de la máquina, fue sugerida una expresión, cuya desviación estándar alrededor de la regresión era muy baja.

También se hicieron unas pruebas para obtener una serie de ecuaciones que predigan el rendimiento de corte de la máquina con los siguientes parámetros :

- . Resistencia a compresión uniaxial.
- . Una combinación de las propiedades determinadas en el laboratorio.
- . Índice de resistencia in-situ (ISSI).
- . Propiedades de la estructura del testigo.
- . Combinación de la estructura del testigo y de las propiedades determinadas en el laboratorio.

4.4.3.2.1.- Predicción basada en la resistencia a compresión simple.

La resistencia a compresión simple es el parámetro más utilizado para medir la resistencia de la roca. Durante muchos años fue empleada para evaluar la cortabilidad de las rocas, sirviendo de guía para investigar el rendimiento de corte de las máquinas.

Para utilizar este parámetro de predicción, se dedujeron tres relaciones entre la resistencia a compresión simple y el rendimiento de corte de la máquina (ver tabla 9). Con el fin de obtener una ecuación de regresión GAST, con una desviación estándar de 0 a 6, es la mejor,

sin embargo, se observa que tiene un coeficiente de correlación muy bajo y unos grados de libertad muy altos. Los resultados de las otras matrices, referentes al rendimiento de corte de la máquina, varían de la misma forma, pero los datos tienden a estar bastante dispersos - produciendo una desviación estándar más alta. Sin embargo, considerando que los resultados en la GAST son representativos de las rocas del Carbonífero que puedan ser encontradas en una galería transversal, entonces su relación con la resistencia a compresión simple es completamente representativa y real. De aquí, que cuando se utiliza la resistencia a compresión simple para predecir el rendimiento de corte de una máquina puede utilizarse la siguiente ecuación :

$$RC = 1,6 + \frac{23}{\sigma_c} \quad (11)$$

donde :

RC = rendimiento de corte de la máquina, m³/KN.
 σ_c = resistencia a compresión simple, MPa.

Coeficiente de correlación = 0,52.

Desviación estándar respecto de la regresión = 0,6.

4.4.3.2.2.- Predicción basada en las propiedades de la roca medidas en el laboratorio.

Las propiedades de laboratorio utilizadas con el fin de predecir el rendimiento de corte de la máquina son las siguientes : resistencia a compresión uniaxial, resistencia a tracción, abrasividad, dureza Shore, dureza y energía específica de perforación. La relación más significativa, respecto de la obtención de una ecuación de predicción, es la expuesta por los datos de regresión - de la matriz GAST (ver tabla 9). Sin embargo, el coeficiente de correlación no es tan alto como el correspon-

TABLA 9 RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DE CORTE DE UNA MAQUINA Y LAS PROPIEDADES DE LA ROCA, DEDUCIDA DEL ANALISIS - DE LA REGRESION.

NOMBRE DE LA MATRIZ	VARIABLES EN LA ECUACION DE PREDICCION	COEFICIENTE DE CORRELACION	DESVIACION ESTANDAR RESPECTO DE LA REGRESION m ³ /KN	GRADOS DE LIBERTAD
GAST	σ_t	0,52	0,60	59
GAST	$\sigma_c \cdot \sigma_t \cdot D \cdot SE.$	0,68	0,55	51
GISI	σ_c	0,73	0,88	13
GISI	$\sigma_c \cdot SH$	0,85	0,70	12
GISI	ISSI	0,96	0,38	13
GBB	σ_c	0,66	0,61	34
GBB	MF	0,70	0,58	33
GBB	AB.MF.A. RQD.	0,90	0,39	26
GBB A < 10	σ_c	0,97	0,26	4
GBB A = 10 - 200	$\sigma_c \cdot AB \cdot RQD \cdot MF \cdot A$	0,85	0,32	20
GBB A > 200	RQD.A.	0,99	0,025	3

- σ_c - Resistencia a compresión simple, MPa
- σ_t - Resistencia a tracción, MPa
- AB - Abrasividad, Cerchar
- SH - Dureza Shore.
- D - Dureza
- SE - Energía específica de perforación de laboratorio, MJ/m³
- MF - Microfracturas/m.
- A - Valor "A"
- ISSI - Indice de resistencia in-situ, MPa.

pendiente a la matriz GISSI, pero la desviación estándar con respecto a la función de regresión es más pequeña. Esta relación basada en estas propiedades determinadas en el laboratorio, es el método más adecuado para predecir el rendimiento de corte de la máquina sin tener en cuenta la estructura del macizo rocoso, y puede calcularse como sigue :

$$RC = 42 - 12,4 \log \bar{\sigma}_t - 4,05 \log D - \frac{35,3}{\bar{\sigma}_t} - \frac{57,6}{D} - 0,014 \bar{\sigma}_c + 0,66 \bar{\sigma}_t + 0,035 \bar{\sigma}_t - 0,0027 SE \quad (12)$$

coeficiente de correlación = 0,68

desviación estándar respecto de la regresión = 0,55.

donde :

$\bar{\sigma}_t$ = Resistencia a tracción, MPa

D = Dureza

SH = Dureza Shore

SE = Energía específica de perforación, MJ/m³.

4.4.3.2.3.-Predicción basada en la resistencia de capas in-situ.

Los ensayos de expansión de una cuña se utilizaron para medir la resistencia de la capa in-situ (ISSI) en 16 horizontes. De estos resultados se estableció una relación altamente significativa entre el ISSI y el rendimiento de corte de la máquina, que viene dada por la siguiente ecuación :

$$RC = 3,8 - 10,9 \log ISSI - \frac{0,15}{ISSI} \quad (13)$$

coeficiente de correlación = 0,96

desviación estándar respecto de la regresión = 0,38

La desviación estándar, de 0,38, se mejoró en un 30% con la relación deducida en la regresión de las propiedades de la roca en el laboratorio.

4.4.3.2.4.- Predicción basada en las propiedades estructurales del testigo.

Se dedujo una regresión a partir del RQD, microfracturas y valor "A", en función del rendimiento de corte de la máquina, para obtener la siguiente relación :

$$RC = 1,40 - 0,28 \log MF + 0,02 MF \quad (14)$$

donde :

MF = microfracturas/m

coeficiente de correlación = 0,70

desviación estándar alrededor de la regresión =
= 0,58.

Esta ecuación no da tanta precisión en la predicción del rendimiento de corte de la máquina como la obtenida por medio de la combinación de las propiedades determinadas en el laboratorio, cuando se consideran los datos de la matriz GAST. Sin embargo, con sus propios datos la matriz GBB da una desviación estándar más baja que las propiedades de la roca determinadas en el laboratorio.

4.4.3.2.5.- Predicción basada en la estructura del testigo y las propiedades determinadas en el laboratorio.

De la regresión RQD, microfracturas, valor A, resistencia a compresión simple, resistencia a tracción y abrasividad en función del rendimiento de corte de la máquina se dedujo la siguiente ecuación:

$$RC = 46,32 - 13,78 \log \sigma_c + 2,36 \log AB + 1,76 \log RQD + 0,27 \log MF. \quad (15)$$

donde : AB = abrasividad 0,1 mm.

coeficiente de correlación = 0,90

desviación estándar alrededor de la regresión = 0,39

La relación deducida de la regresión anterior está basada en una serie de datos que cubren una variación bastante amplia de las condiciones de las rocas, con resistencias a compresión simple que varían de 16 - 144 MPa, la abrasividad de 0,1 - 6 y los valores de A de 1 - 240. Para estimar todas las condiciones de estas rocas es necesario incluir demasiadas variables en la ecuación de predicción, por tanto se hace un poco pesado.

Trabajando en los supuestos de que :

- . Cuando una roca es homogénea y masiva la cortabilidad depende de las propiedades de la roca, las cuales pueden medirse en una muestra que es tan representativa del macizo rocoso como su conjunto.
- . Cuando hay muchas discontinuidades en una roca, el corte depende de la resistencia de la roca intacta y de las discontinuidades.
- . Cuando el macizo rocoso está altamente fracturado, la influencia de la resistencia de la roca será de poca importancia en la predicción del corte, de aquí sólo es necesario un estudio de la estructura del macizo.

Los datos del GBB fueron divididos en grupos apropiados por medio de sus valores de A. Estos grupos fueron los siguientes:

Estrato duro	-	Valor "A" < 10
Estrato medio	-	Valor "A" de 10 a 200
Estrato débil	-	Valor "A" > 200

Haciendo la regresión de los datos para un estrato duro, se dedujo la siguiente relación :

$$RC = \frac{118}{\xi_c} - 0,651 \quad (16)$$

coeficiente de correlación = 0,97

desviación estándar respecto de la regresión = 0,26.

En la regresión para un estrato de dureza media se obtuvo la siguiente relación :

$$RC = 6,74 + 0,7 \log AB + \frac{149,96}{\xi_c} + 0,1 MF - 0,09 RQD - 0,09 A \quad (17)$$

coeficiente de correlación = 0,85

desviación estándar alrededor de la regresión = 0,32.

Esta ecuación muestra una mejora de la desviación estándar comparada con la ecuación de predicción. (15)

La relación entre las propiedades estructurales de la roca y el rendimiento de corte de la máquina, en el grupo de estratos débiles, representa una mejora, con una desviación estándar de 0,025.

La ecuación para predecir el rendimiento de corte de la máquina en este grupo fue la siguiente :

$$RC = 0,053 RQD + 0,04 A - 7,08 \quad (18)$$

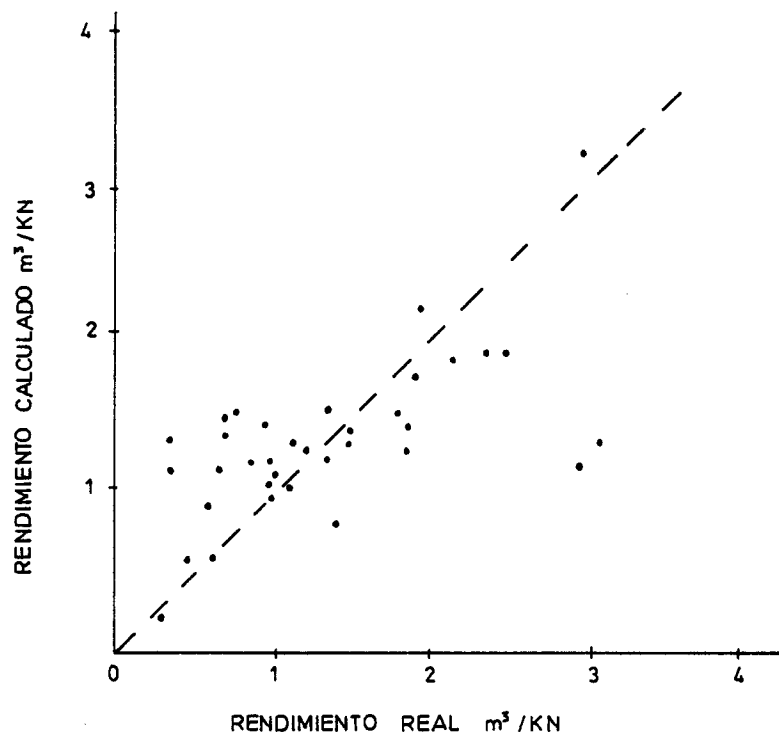
coeficiente de correlación = 0,99

desviación estándar alrededor de la regresión = 0,025.

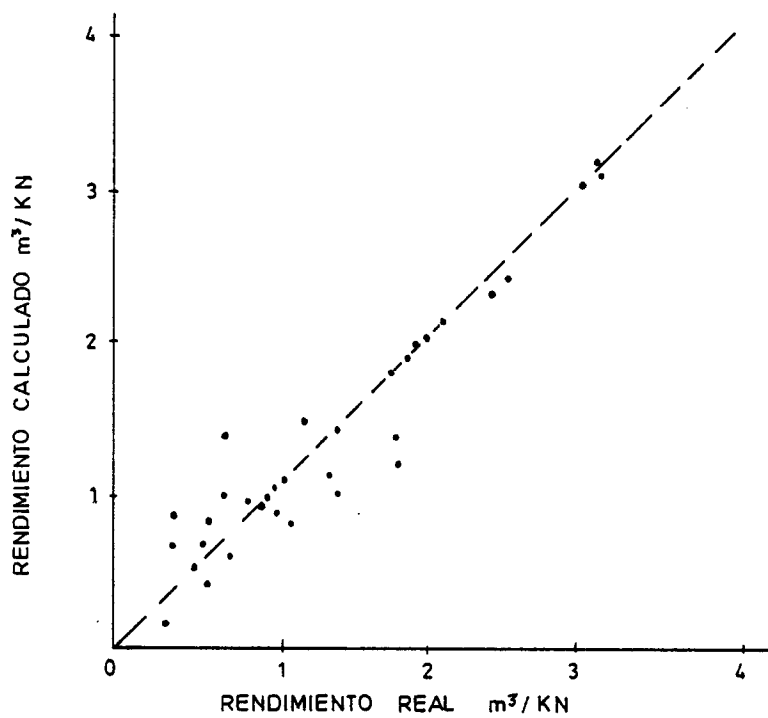
4.4.4.-Comentarios.

Es evidente, del análisis de los resultados, que la utilización de las propiedades de la roca determinadas en el laboratorio no da una predicción adecuada del rendimiento de corte de las máquinas. Cuando estas propiedades determinadas en el laboratorio son combinadas con alguna medida de la estructura del macizo rocoso, la precisión de la predicción mejora grandemente. Esta relación puede posteriormente mejorarse si el estrato se clasifica previamente por el valor A, deducido de la estructura del testigo de perforación.

Utilizando la predicción basada en la resistencia a compresión simple, como un valor de referencia, se compararon los métodos de predicción del rendimiento de corte de la máquina (Ver tabla 10). Si se consideran las propiedades de la roca determinadas en el laboratorio anteriormente mencionadas, se ve que hay un 8% de mejora. Esta mejora aumenta en más de un 50% cuando se incluye el estado estructural de la muestra obtenida del testigo de perforación. La mejora respecto a la dispersión de los resultados se observa mucho mejor en la figura 43, donde los rendimientos de corte real y predichos se representan gráficamente para unas predicciones basadas en una combinación de las propiedades determinadas en el laboratorio y en la medida estructural del testigo. La desviación estándar real de las relaciones deducidas utilizando la clasificación del valor A, es de $0,20 \text{ m}^3/\text{KN}$, que representan el 7% de la variación del rendimiento de corte de la máquina.



a) Predicción basada en la resistencia a compresión uniaxial



b) Predicción basada en las propiedades medidas en el laboratorio y en la estructura del testigo

FIGURA 43 - RENDIMIENTO DE CORTE DE UNA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL - COMPARACION DE LOS METODOS DE PREDICCIÓN (SEGUN ALEMAN)

TABLA 10 COMPARACION ENTRE LA PREDICCION DEL RENDIMIENTO DE CORTE BASADA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE CON LAS PREDICCIONES BASADAS EN OTROS PARAMETROS.

PARAMETROS	DESVIACION ESTANDAR	TANTO POR CIENTO DE MEJORA CON LA DESVIACION ESTANDART DE LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE.
Resistencia a compresión uniaxial. Cinco propiedades determinadas en el laboratorio.	0,6	
Indice de resistencia in-situ.	0,55	8
Duro, $A < 10$	0,38	36
DESPUES DE QUE EL TERRENO SE HAYA CLASIFICADO POR EL VALOR A.		
Resistencia a compresión uniaxial. Medio A 10-200	0,26	56
Propiedades del laboratorio y estructura del testigo	0,29	47
Débil $A > 200$ Estructura del testigo	0,025	95

En el caso del análisis del rendimiento de corte de la máquina y de las propiedades determinadas en el laboratorio, el número de datos de la regresión influye de una manera directa en la desviación estándar respecto de la regresión. Así, una matriz que contiene 20 conjuntos de datos da una desviación estándar de $0,75 \text{ m}^3/\text{KN}$, mientras que una matriz que contiene 20 conjuntos de datos da una desviación estándar de $0,6 \text{ m}^3/\text{KN}$. Esto indica que si hubiera más resultados disponibles, relacionados con la estructura de la roca, la desviación estándar de esta ecuación de predicción mejoraría.

4.4.5.- Cálculo de los avances de corte mediante la ecuación de predicción.

Una vez deducida la ecuación que predice el rendimiento de corte de la máquina en términos de m^3/KN , será de poca utilidad si no se pudiese relacionar con el avance de la máquina. La razón de que esto suceda, es debida a que el rendimiento de corte de una máquina depende del grado de penetración de la cabeza de corte y del empuje por unidad de área aplicado a la cabeza de corte que normalmente varía con la profundidad de penetración. Por esto, en un determinado tipo de rocas la misma máquina dará varios rendimientos según la profundidad de penetración de la cabeza de corte. Utilizando la ecuación (9) podemos calcular el avance óptimo de corte para una máquina que trabaje en un tipo de terreno conocido.

$$n = \frac{5 - T \pm \sqrt{T^2 - 10T + 5,88 P + 22,94}}{2,94} \quad (9)$$

$$ER = P \times A \times r \times 0,6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

donde :

n = tipo de terreno (rendimiento de la máquina - expresado en m^3/KN).

P = penetración por rev, cm.

A = área de cabeza en corte, m^2 .

T^1 = empuje aplicado a la cabeza, $KN \times 10^{-2}$

r = velocidad de la cabeza, rev/seg.

$T = \frac{T^1}{A}$, $KN/m^2 \times 10^{-2}$

ER= velocidad de excavación, m^3/h

como n, A, T y r son conocidos, P puede calcularse y sustituirse en la ecuación (19) para dar la velocidad de excavación ER.

4.4.6.- Conclusiones

Los ensayos fueron realizados con el objeto de medir las propiedades de las rocas y el rendimiento de corte de -- cuatro tipos de máquinas de ataque puntual en varios túneles. De los resultados de estos ensayos se dedujo una relación, por medio de una regresión multi-lineal, por la que el rendimiento de corte de la máquina podría predecirse a partir de las propiedades de las rocas. La mayoría de las ecuaciones de predicción están basadas en las siguientes propiedades :

- a) Resistencia a compresión simple. Esta propiedad de la roca da una relación significativa, pero su desviación estándar es grande; por lo que es un parámetro - insuficiente para predecir el rendimiento de corte de la máquina.
- b) Un determinado número de propiedades de la roca determinadas en el laboratorio. Esto da una relación más significativa que la resistencia a compresión simple,

con una desviación estándar más baja, pero tampoco es adecuado para una predicción.

- c) Índice de resistencia in-situ. Esto da una buena correlación con el rendimiento de corte de la máquina, y un 36% de mejora en la desviación estándar comparada con la resistencia a compresión simple.
- d) Una combinación de propiedades determinadas en el laboratorio y medidas estructurales de la roca basadas en el análisis de testigo de sondeos. Esto da la relación más significativa y la desviación estándar -- más baja, por tanto, es el método más adecuado para predecir el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual.

De estas ecuaciones de predicción puede calcularse el rendimiento de corte óptimo de una máquina de ataque puntual.

5.- ANALISIS TECNOLOGICOS DE LAS PRINCIPALES MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL QUE SE CONSTRUYEN EN LA ACTUALIDAD.

5.1.-HISTORIA DE LAS MAQUINAS. PRINCIPALES FABRICANTES

El padre de las actuales máquinas, el Dr. Z. ASTAY, construyó en 1.949 la primera máquina de ataque puntual, modelo F-2. Después de un corto periodo de tiempo aparecieron los modelos húngaros F-3, F-4 y F-5.

Basándose en el modelo F-4, la Unión Soviética fabricó -- las primeras PK-3 y PK-3M, lo que dió lugar a la aparición de las DOSCO y MRDE.

Continuó el desarrollo de las máquinas F y, basándose en la F-5, apareció el modelo F-6. Esta máquina dió origen a dos modelos parecidos : F6-H y F6-A. Estas máquinas forman la primera generación, que está constituida por máquinas de tipo pequeño (<15 t), diseñadas para excavar galerías en minas subterráneas de sección pequeña (5-12 m²), en rocas blandas.

A partir de 1960 surge la segunda generación, que consiste en máquinas de ataque puntual de tipo medio (15 - 30 t) Los modelos mas representativos de esta generación son :- DOSCO MK-2A, ALPINE AM-50, PK-9, BOOM MINER y ROC-MINER.- Todos estos modelos están pensados para trabajar en rocas cuya resistencia a compresión simple sea menor de 70 MPa. Después de esta generación la tecnología efectuó un gran salto que dió lugar a la aparición de las máquinas de la tercera generación, en 1.975. Estas máquinas son de gran peso (> 70 t) y potencia de corte (> 200 Kw), y, en general, se utilizan para abrir galerías de grandes secciones, hasta 60 m², y trabajar en rocas de gran resistencia a la compresión simple, hasta 125 MPa. Por consiguiente una de

sus aplicaciones más importantes ha sido la ingeniería civil, donde se requieren grandes secciones de corte y en la que pueden aparecer rocas de gran resistencia. Entre las representantes de esta generación tenemos : ALPINE AM-100, EICKHOFF EVR-200, "BUFFEL" de WESTFALIA LUNEN, DEMAG VS-3/2 y VS-4 y PAURAT E-200.

Para cubrir el hueco que existía entre las máquinas de tipo medio y pesado, se pensó en otras máquinas de tipo intermedio que pudieran trabajar en rocas con una resistencia a la compresión simple de hasta 100 MPa. Por esta razón, a finales de la pasada década aparecieron máquinas cuyo peso (30-70 t) y potencia (110-200 Kw) son menores que las anteriores. Entre los representantes mas característicos de esta cuarta generación podemos citar : SUPER ROCCMINER A.E.C., DOSCO MK-III, EICKHOFF ET-160, SALZGITTER STM-160 y ALPINE AM-75.

Este estudio no abarca todas las máquinas de ataque puntual que se construyen en la actualidad, sino aquellas que pueden resolver el problema del avance mecanizado de galerías en las minas españolas de carbón. No obstante, el número de máquinas analizadas ha sido de 41, es decir, la mayoría de las existentes.

Vamos a empezar por exponer someramente la historia de las máquinas de ataque puntual, para después describir y comparar las 41 máquinas que hemos estudiado, cuyas fichas técnicas se presentarán en el Anexo (Tomo II).

5.1.1.- Máquinas Húngaras

En el Manual MINING AND TUNNELLING MACHINERY (1980) se cita que el padre de los actuales minadores fue el Dr. Z. ASTAY, Ingeniero de Minas, quien en 1949, junto con I KOSZORVS y su Director Técnico -- J. KORBULY, construye la primera de las máquinas de tipo F; la F-2. Esta máquina constaba de una cabeza de corte con una serie de discos semiesféricos en los que se fijaban un determinado número de picas; pudiendo girar horizontal y verticalmente y de esta forma posicionarse en cualquier punto del frente. Esta máquina, extremadamente maniobrable, era accionada por dos motores independientes; uno para el brazo de rozado y otro para la tracción de las orugas. El rendimiento de corte en carbón era de 1/2 a 1 t/min y la velocidad del giro de la cabeza de 27 a 45 r.p.m.

Después de un corto período de prueba, fueron contruidos los modelos F-3, F-4 y F-5, de los que algunas máquinas fueron bautizadas como serie 0 y otras, alrededor de 55, fueron conocidas como serie 1. A finales de 1950 y comienzos de 1951, la compañía -- VOROS CSILLAG (RED STAR) TRACTOR NORKS construyó una serie de máquinas nuevas denominadas máquinas "tipo F". El trabajo fue dirigido por KORBULY y su ayudante B. LISZONY.

5.1.2.- Máquinas Rusas.

En 1953, y basándose en la experiencia obtenida del modelo F-4, la Unión Soviética fabrica las máquinas PK-3 y PK-3M que son imitaciones de la F-4. Estas máquinas experimentaron un continuo desarrollo, dando lugar a la aparición de otros modelos, tales co-

mo : PK-7, PK-9 y PK-6. En 1979 había trabajando - 370 PK-3, 73 PK-2, 10 PK-7s y PK-9s, 6 PKG-3s y 51 - máquinas de otros tipos.

5.1.3.-Desarrollo de las máquinas húngaras

El continuo desarrollo de estas máquinas dió origen a que en 1956 tuviera lugar la construcción de la primera F-5. Esta fue construida bajo la dirección del profesor A. JUREK en colaboración con el director técnico J. KORBULY y sus asesores. La F-5, técnicamente más moderna, robusta y eficaz que su predecesora la F-4 sirvió de guía para la fabricación del modelo F-6.

En 1964, la firma austriaca Alpine Montan AK obtuvo una licencia de los húngaros para construir y vender la F-6 en los países europeos del Oeste. El trabajo desarrollado en esta última máquina tuvo como final la fabricación de las unidades F6H y F6A. Estas máquinas eran básicamente similares en concepto a la F-6 pero a su vez más robustas. De las experiencias llevadas a cabo con las dos máquinas, se llegó a la conclusión de que la F6A era la mejor de las dos. Posteriormente, Alpine Montan introdujo dos cabezas de corte en las máquinas F-6, F6H y F6A con diversos fines, que incluían minería, trabajos de construcción de galerías y pozos. La F6H sirvió de base para la aparición de los modelos actuales tales como : el F6-HKF y el F8-1. La máquina F8-1 tiene una potencia y dimensiones mayores que la F6-HKF.

5.1.4.- Máquinas Austriacas

En 1973 la VERENIGTE OSTERREICHISCHE EISEN-UND- -- STAHLWERKE se combina con ALPINE MONTAN para formar la compañía VEREINIGTE OSTERREICHISCHE - - - EISEN-UND STAHLWEKE-ALPINE MONTAN AKTRENGESELLS--CHAFT (Antes, durante los comienzos de 1970, el nombre abreviado de la compañía era "VOEST-ALPINE AG").

El éxito de la F6-A dió lugar a que en 1971 apareciera la primera máquina AM-50, descendiente de la F6A, pero a la vez más grande y pesada. La AM-50 fue puesta a trabajar en 1973, en Sidney, por medio de CODELFA CONSTRUCTION PTY LTD, que ante el éxito alcanzado introdujo más unidades en la M.U.R.L. (Melbourne Underground Road Loop).

En 1976 la compañía ALPINE introdujo en el mercado el modelo AM-100, similar en principio a la -- original F6A y a la AM-50 de tamaño medio, pero de mayor potencia y peso que estas dos. La AM-100 también fue introducida en países europeos empleándose con éxito en la construcción civil y en trabajos mineros de carbón de gran profundidad.

En 1981 se construyó la primera máquina AM-75, de tamaño intermedio entre la AM-50 y la AM-100, con el fin de cubrir el hueco existente entre estas dos últimas. En la actualidad hay trabajando dos máquinas en unas minas de carbón alemanas.

5.1.5.- Máquinas Bretby Roadheader

En 1962, como resultado de los estudios preliminares llevados a cabo por el NATIONAL COAL BOARD - - (NCB) en Rusia sobre el modelo PK-3, BRETBY (NCB) - construye una primera máquina denominada "Bretby - roadheader Mark I", cuya diferencia con la PK-3 -- consistía en que era más robusta, tenía una veloci- dad de corte más baja, con una fuerza en las picas más grande y era accionada por un motor de 30 KW.

En Noviembre de 1963 apareció la segunda máquina, - denominada "Bretby roadheader Mark II", donde se - incluyeron una serie de mejoras, sobre todo de di- seño.

En 1964, ANDERSON BOYES LIMITED Y DISTINGTON ENGI- NEERING COMPANY LIMITED, fabrican cada una dos má- quinas conocidas como Bretby Mark IIA. En ese mis- mo año MAVOR & COULSON LIMITED fabrica dos Mark -- IIB. Con la formación de la ANDERSON MAVOR LIMITED (ahora operando como ANDERSON STRATHCLYDE LIMITED), la cual incorpora las firmas de ANDERSON BOYES y - MAVOR & COULSON, el trabajo de desarrollo de las - máquinas Bretby fue asignado a MAVOR & COULSON DI- VISION. La primera máquina comercial construída -- por la MAVOR & COULSON DIVISION, en 1969, básica-- mente similar en concepto a la Bretby, fue denomi- nada RH-1, cesando su fabricación en 1973.

Un modelo más pequeño y compacto, con los mismos - parámetros que la RH-1, fue fabricado durante el - periodo 1970-1971 y denominado RH-10. En 1975 cesa su fabricación y es sustituido por la RH-20. Esta última es más compacta en cuanto a tamaño, pero -- utiliza los mismos diseños básicos.

Posteriormente, durante 1975-1976, ANDERSON STRATHCLYDE LIMITED, basándose en las tres unidades -- mencionadas, construye las siguientes máquinas :

- . Boom Miner. Es una máquina compacta, pequeña, manobrable, extremadamente eficaz para perforaciones rápidas y de fácil transporte.
- . RH-22. Se aplica en carbón y roca, y es de mayor peso y potencia instalada que la anterior.
- . RH-1/3. Parecida a esta última, es más pesada -- que la RH-22 y de mayor altura de corte, con la misma potencia instalada que la RH-22 (180 Kw).-- Su principal aplicación es en ingeniería civil y en grandes proyectos de construcción.

5.1.6.- Máquinas Dosco

La DOSCO OVERSEAS ENGINEERING LTD fue fundada en 1953 en Gran Bretaña.

En 1963 introdujo para el NCB la "Dosco roadway cutter loader". Esta máquina deriva de la rusa PK-3m, pero incluye varias modificaciones, como, p.ej., reemplaza la mayoría de los motores eléctricos por accionamientos hidráulicos, de tal forma que la nueva máquina tiene únicamente 2 motores eléctricos, uno de 37 Kw para la cabeza de corte y otro de 48 Kw para el sistema hidráulico. Ante el éxito obtenido en las hulleras de Snibston con esta máquina, durante los años sucesivos fueron fabricadas 251 unidades, hasta 1971, la mayoría de las cuales fueron utilizadas en U.K., pero también fueron exportadas a España, Alemania y Cerdeña, y dos fueron instaladas en las minas de Cape Breton en Canadá.

En 1960 una nueva Dosco, conocida como Mark IIA -- fue instalada en las Hulleras de Salsgirth. Esta máquina era parecida en los conceptos básicos a la anterior, pero incluía algunas modificaciones, tales como mayor peso (23 t) y mayor potencia en los dos motores eléctricos (48 y 56 Kw). También se -- instalaron unos gatos hidráulicos horizontales de anclaje en las paredes para proporcionar una mayor estabilidad a la misma durante el corte. Esta máquina sirvió de base para la fabricación en la actualidad de dos nuevas máquinas : MK - 2B y MK-III, similares en concepto y diseño a la MK - IIA, pero de mayor peso y potencia, 37 t y 65 t, y 82 Kw y 143 Kw respectivamente. Otra diferencia es que el sistema de carga en la MK-IIA es por medio de un transportador de cadena con racletas y en las -- otras dos es mediante pinzas.

Debido al éxito obtenido con esta máquina, ya que hasta 1976 fueron vendidas 370, y con el fin de aumentar la capacidad productiva de las máquinas, DOSCO introdujo un nuevo tipo de máquinas que consistía en dos brazos de corte con sus respectivas cabezas. Como consecuencia de esto, en 1971, se presentó la primera máquina denominada "Dosco twin- - boom miner".

Después de una serie de ensayos, fue presentada la TB 600, cediéndose a la BRITISH STEEL CORPORATION, en Lincolshire, con el fin de hacer unos estudios preliminares. La potencia total instalada de esta máquina era aproximadamente de 650 Kw. Otra máquina parecida a la TB 600 es la TB 2000, pero de menores dimensiones y peso (61 t).

En 1.971 se fabricó la máquina SL-120, cuya potencia en la cabeza de corte y peso eran de 75 Kw y 33 t respectivamente. Posteriormente, en 1.973, se construyó la DOSCO U.T.R., que es de menor potencia de corte y peso, 37 Kw y 19 t, que la anterior y tiene un sistema de carga de tipo Bulldozer.

5.1.7.-Máquinas Paurat

La Compañía alemana PAURAT fue fundada por FRIEDRICK W. el 1 de Enero de 1947 con el fin de fabricar arcos de galería para las minas alemanas. Asociándose en 1.950 con la Compañía británica HOLLY-BANK ENGINEERING, con el mismo fin en U.K. Esta última estaba afiliada a la DOSCO OVERSEAS.

En 1967 PAURAT construyó la máquina "Dosco-boom heading SVM" que fue cedida a la compañía HARPENER BERGLOW AG para utilizarla en la mina de Gneisenou. Pero esta máquina ligera se observó que desgraciadamente no era adecuada para trabajar en condiciones difíciles, por lo que sólo fueron vendidas alrededor de 20, principalmente en Gran Bretaña, Alemania del Oeste y Argentina. En 1.973 se construyó el modelo E-124 y al año siguiente tuvo lugar la aparición del modelo E-141.

A causa de la necesidad en la industria minera de máquinas pesadas, PAURAT empezó a desarrollar los prototipos de la serie E-134, una vez expirado el contrato con HOLLYBANK ENGINEERING, el 22 de Enero de 1.972. La primera máquina de esta serie fue construida en 1975 por RUHRKOHLE AG, THEINLAND GROUP, y utilizada en la mina Pattlerg-Schachte. PAURAT vendió 30 modelos en Alemania del Oeste, Gran Bretaña, Francia y Australia.

Hacia finales de 1975 PAURAT y THYSSEN (Gran Bretaña) llegaron a un acuerdo por el que Thyssen fabricaba y vendía bajo licencia la E-134 en U.K. - con el nombre de "Thyssen-Paurat 'Titan'", mientras que en Alemania la E-134 era vendida por PAURAT bajo el nombre de "Paurat Roboter". La primera de las máquinas "Titán" fue construida en Alemania y transportada a Gateshead donde fue utilizada por la Thyssen-Tay-wood Consortium. Sin embargo, la segunda Titan fue construida por THYSSEN ENGINEERS LTD, en Llanelli, South Wales, y utilizada por el NCB para la construcción de galerías en el área norte de Derbyshire.

En 1970, PAURAT construye la máquina "Twin-Boom - Header", que consta de dos cabezas de corte y es capaz de conseguir grandes producciones. Esta máquina fue fabricada para una compañía italiana -- llamada Girola, pero su uso práctico era en la ingeniería civil. Por ejemplo, llevó a cabo la construcción de túneles para el ferrocarril entre Florencia y Roma.

Otra máquina interesante introducida por PAURAT - fue la "Trench-cutting", similar a la producida - por DEMAG en 1971. Esta máquina es muy pesada - - (100 t) y, lo mismo que la máquina anterior, tiene el brazo articulado. Debido al éxito que se obtuvo con esta máquina, se construyeron otras máquinas nuevas de las que 6 fueron utilizadas en los países del Este, 6 en Arabia Saudita y una en Libia.

En la actualidad los modelos fabricados por PAURAT, por orden de potencia y peso, son los siguientes : E-134, E-195, E-169 y E-200.

5.1.8.- Máquinas Demag Aktiengesellschaft (Ahora Mannes--
mann Demag Bargwerk Technik).

DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT, de Alemania del Oeste, fabrica la primera de sus máquinas en 1962. Esta máquina, de cabeza radial, fue denominada Modelo VS1 "Unicorn".

En 1967/1968 tuvo lugar la aparición de una versión más sofisticada que la original VS1, conociéndose como VS2E. Esta, está diseñada para secciones transversales rectangulares, y otra versión, de este mismo modelo, es para secciones transversales arqueadas.

Más tarde (1979) DEMAG fabrica el modelo VS3m el cual posee un brazo de corte robusto que efectúa movimientos de ascenso-descenso y laterales por medio de unos gatos hidráulicos. La cabeza de corte es radial, sus elementos de corte están dispuestos en espiral y su accionamiento es por medio de un motor eléctrico de 160 Kw. La translación se efectúa por medio de orugas, que son accionadas por 2 motores hidráulicos independientes, proporcionando gran maniobrabilidad a la máquina.

En 1971 DEMAG fabrica una máquina de avance con brazo articulado para la construcción de túneles de grandes secciones transversales, siendo su principal aplicación en la ingeniería civil. Para su fabricación utilizó el mismo diseño que la original Demag "Unicorn" y más tarde, en 1974, fabricó otra máquina de corte con brazo articulado para ser utilizada en Arabia Saudita.

5.1.9.- Máquinas de Westfalia Lunen

WESTFALIA construye dos tipos de máquinas de ataque puntual : máquinas de túneles y de avance de galerías, y cargadoras-cortadoras de brazo.

Dentro del primer tipo, máquinas de túneles y de avance de galerías, podemos distinguir dos series de modelos : "BÜFFEL" y "BISON". Estas dos series, excepto para una o dos máquinas, son básicamente parecidas en diseño. Las dos están montadas sobre orugas, el sistema de carga es por medio de un péndulo y el transporte se efectúa por medio de dos transportadores de cadena colocados en los laterales de la máquina, que a su vez descargan el material sobre otro transportador de descarga.

Los modelos Buffel operan eficazmente en gradientes de alrededor de $\pm 14^\circ$, mientras que los Bison operan en gradientes entre $\pm 9^\circ$ y $\pm 14^\circ$. La cabeza de corte de los primeros es accionada por un motor de 170 Kw, y la de los Bison por uno de 200 Kw. Son capaces de cortar rocas cuya resistencia a compresión simple oscila alrededor de 100 - 120 MPa. Entre los modelos BISON podemos distinguir, por orden de potencia, las siguientes máquinas : WAV 300, WAV 209 y WAV 200, fabricadas en 1973-1978, y entre los BUFFEL están : la WAV 178 y la WAV 170, fabricadas en 1975-79 y 1972-79.

Las máquinas cargadoras-cortadoras de brazo, WESTFALIA las ha clasificado en 5 tipos :

.'Frettchen' (ferret)	- 3,5 t
.'Wühlmaus' (fieldmouse)	- 5,8 t
.'Westfaliafuchs' (fox)	- 6 t
.'Dachs' (badger)	- 12,5 t
.'Luchs' (lynx)	- 24 t.

En todos estos tipos, excepto en el Luchs, la cabeza de corte efectúa el arranque del material ascendentemente. La carga y el transporte del material arrancado se realiza por medio de un transportador situado a lo largo del brazo y de la cabeza de rozado.

Los tipos mencionados de máquinas cargadoras-cortadoras de brazo fueron fabricadas durante los siguientes años :

Frettchen	1976-1978
Wuhlmaus	1967-1979
Fuchs	1963-1979
Dachs	1967-1976
Luchs	1975-1979

Las resistencias máximas a compresión simple de las rocas, en PMa, que pueden cortar estas máquinas, son las siguientes : 70 para las Luchs, 50 para las Dachs, 30 para las Fuchs y 10-20 las dos restantes.

5.1.10.- Máquinas Americanas A.E.C.

La compañía A.E.C., basada en una serie de estudios realizados en la máquina DOSCO TB 600 de doble cabeza de corte radial, construyó en 1977 la primera SUPER ROC-MINER 330. Esta máquina fue ideada para trabajar en roca dura, Rc = 110 MPa,

pudiendo utilizar los dos tipos de cabeza de corte, axial o radial, con unas potencias de corte de 205 Kw y 123 Kw. A finales de 1.980 llegaron a -- construirse 27 máquinas.

Durante 1978 fue introducida la máquina denominada "Jumbo", que consta de dos brazos de corte y -- tiene una altura de corte de 10 m, siendo utilizada para perforar túneles con grandes secciones -- transversales de una simple pasada. Esta máquina es de mayor potencia (2 x 205 Kw) y peso (70 t) que la anterior.

En 1979 aparecieron las series E y H del Roc Mi-- ner, fabricándose hasta finales de 1980 alrededor de 31 unidades de estas series. Esta máquina es -- de menor potencia de corte y peso que las anteriores, 75 - 112 Kw y 24 t respectivamente.

5.1.11.- Máquinas Eickhoff.

La empresa EICKHOFF ROADHEADER fue fundada en -- 1.967. Las primeras máquinas de EICKHOFF fueron -- ensayadas en Francia.

Estas máquinas (EICKHOFF modelos EVR 160, 200, -- etc.) son básicamente similares en el diseño a -- las máquinas de ANDERSON MAVOR y a las DEMAG que cortan terrenos de dureza media a blanda.

En 1980 fue puesto en servicio el primer modelo, -- ET-160, de menor tamaño y potencia de corte que -- los anteriores. Actualmente, han sido vendidas en Alemania 20 máquinas del tipo ET y dos ET-160, de las cuales una está trabajando en una mina de carbón y la otra en una mina de Potasa.

5.2.- CAMPO DE APLICACION DE LAS MAQUINAS

Según se observa en la tabla 11, donde se resume el campo de aplicación de las máquinas más interesantes, podemos distinguir dos grupos de máquinas :

Grupo A.- Las máquinas de este grupo pueden cortar aquellas rocas cuya resistencia a compresión sea inferior a 70 MPa. Por tanto, su aplicación es sólo y exclusivamente para trabajar en carbón, ya que en rocas cuya resistencia a compresión sea superior a 70 MPa, por ejemplo, en areniscas, tropiezan con grandes dificultades. Las secciones máximas cortadas por estas máquinas desde una posición oscilan entre 18 y 25 m², y las secciones mínimas están comprendidas entre 4 y 6 m²; excepto en el caso de la FL-6R-110, la WEBSTER 2000 CL y la RH1/3, cuyas secciones de corte máximas y mínimas son 49-12 m², 15-3 m² y 38-8 m² respectivamente.

Grupo B.- La resistencia máxima a la compresión simple de las rocas que pueden ser cortadas por este grupo de máquinas suele estar comprendida entre 80 y 100 MPa, a excepción de la Alpine AM-100 y la BÜFFEL WAV 300, que pueden cortar rocas de resistencia a compresión simple de hasta 120 MPa y 110 MPa respectivamente. Las secciones máximas que suelen excavar este grupo de máquinas están comprendidas entre 28 y 50 m²; excepto la EVR-200, WAV 178 y WAV 209, cuyas secciones máximas son de 68, 58 y 87 m² respectivamente. Las secciones mínimas de este grupo están comprendidas entre 8 y 14 m².

En general, estos dos grupos son capaces de operar en pendientes descendentes máximas de hasta 22º, mientras que en trabajos ascendentes su capacidad es menor, hasta 20º, salvo en el caso de las máquinas de WESTFALIA-LUNEN, cuyos -- gradientes pueden llegar hasta 33º e incluso 43º. Los gradientes laterales superables por todas estas máquinas suelen ser de 5 a 7 grados.

5.3.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS MAQUINAS

Podemos distinguir cuatro tipos de máquinas según su peso (Ver tabla 12) :

- 1.- Pequeñas. En este tipo están incluídas aquellas máquinas cuyo peso es menor de 15 toneladas. En la tabla 12 vemos que las únicas máquinas que hemos considerado de este tipo son : la WEBSTER 2000 CL y la F6-HKF. Estas máquinas son de dimensiones pequeñas y están destinadas a cortar principalmente rocas blandas. Poseen un gato de estabilización trasero.
- 2.- Medias. A este tipo pertenecen todas aquellas máquinas cuyo peso está comprendido entre 15 y 30 toneladas. Entre las máquinas correspondientes a este tipo tenemos: ALPINE AM-50, DOSCO MK-IIA, DOSCO ROADHEADER 2400, ROC MINER, DOSCO SL 120, F8-1, LUCHS y FIRSTENFRAISE. Las dos primeras proceden del estudio realizado, a finales de 1960, sobre las máquinas F6-A y F6-H, que dio lugar a que en 1970 y 1971 se fabricaran la M K-IIA y la AM-50 respectivamente. También en 1971 tuvo lugar la aparición de la DOSCO ROADHEADER 2400 y las LUCHS de -- WESTFALIA-LUNEN.

TABLA 11.- CAMPO DE APLICACION DE LAS MAQUINAS

TIPO DE MAQUINA	DIMENSIONES MIN. Y MAX DE LAS SECCIONES QUE PUEDEN CORTARSE SIN DESPLAZAR LA MAQUINA - (m)	GRADIENTES FRONTAL Y LATERAL SUPERABLES - POR LA MAQUINA. (GRADOS)	RESISTENCIA A COMPRESION DE LA ROCA QUE PUEDE SER ARRANCADA POR LA MAQUINA. (MPa)
AM-50	2,1 x 1,6 4,8 x 3,7	+ 18 - 16 (-33 con gajos) 5 - 6	60-70
AM-75	2,8 x 1,4 6,8 x 5,1	+ 20 (sin equipo adicional). ± 30 (con arriostamiento de máquina). 6 en roca y 9 en carbón.	100
AM-100	5,5 x 3 7,3 x 5,5	± 20 7	120
MK-2A	2,4 x 1,6 5,7 x 4,1	± 14 9	60
MK-2B	3,1 x 2 5,7 x 4,3	± 14 -----	60
MK-III	4 x 2,5 6,5 x 4,4	± 14 -----	100
TB-600	4,1 x 3 6,5 x 4,1	± 14 -----	100
TB-2000	4,1 x 1,5 6,7 x 2,9	± 14 -----	---
LH-1300	3 x 1,5 5,5 x 5,5	± 14 -----	---

TABLA 11.- CAMPO DE APLICACION DE LAS MAQUINAS (CONTINUACION)

TIPO DE MAQUINA	DIMENSIONES MIN. Y MAX. DE LAS SECCIONES QUE PUEDEN CORTARSE SIN DESPLAZAR LA MAQUINA - (m)	GRADIENTES FRONTAL Y LATERAL SUPERABLES - POR LA MAQUINA. (GRADOS)	RESISTENCIA A COMPRESION DE LA ROCA QUE PUEDE SER ARRANCADA POR LA MAQUINA. (MPa).
ROADHEADER 2400	5,7 x 4,9 (max)	----- -----	103
SL-120	2 x 2 4,3 x 4,1	+ 14 -----	---
ROC MINER	AEC-135 H 4,6x3,8 (max) AEC-200 H 2x1,5 y 5,1x3,9 AEC-250H	+ 20 -----	70
SUPER ROC-- MINER	330 R 2,3x1,3 (AXIAL) 6,2x4,1 330 M 6,3 x 4,5 (máx) (RADIAL) L330 R 5,5 x 3,6 (máx) (AXIAL) L330 M 5,6 x 4,1 (máx) (RADIAL) H330 R 6,8 x 5,1 (máx) (AXIAL) H330 M 6,9 x 5,5 (máx) (RADIAL)	+ 18 - 25 8	106
ET-160	4 x 2,5 7,1 x 5,2	+ 15-20 15	80
EVA-160	10 m ² (min) 6,4 x 5,2 (máx)	----- -----	
EVR-200	16 m ² (min) 9,3 x 7,3 (máx)	+ 15 -----	100
TITAN E-134	4,1 x 2,2 6,8 x 4,8	+ 14 -----	100

TABLA 11.- CAMPO DE APLICACION DE LAS MAQUINAS (CONTINUACION)

TIPO DE MAQUINA	DIMENSIONES MIN. Y MAX. DE LAS SECCIONES QUE PUEDEN CORTARSE SIN DESPLAZAR LA MAQUINA - (m)	GRADIENTES FRONTAL Y LATERAL SUPERABLES - POR LA MAQUINA. (GRADOS)	RESISTENCIA A COMPRESION DE LA ROCA QUE PUEDE SER ARRANCADA POR LA MAQUINA. (MPa)
TITAN E-169	3,4 x 2,3 5,6 x 4,4	± 18 -----	60
E-195	3 x 2,2 5,2 x 4,2	± 16 -----	---
E-200	5,5 x 3,5 7,6 x 6	± 16 8	140
BOOM-MINER	1,7 x 1,8 3,6 x 3,0	± 10 7	60
RH 1/3	2,4 x 3,6 5,9 x 6,1	± 10 7	70
RH - 22	3,5 x 2,0 6,1 x 4,8	± 14 7	100
RH-1/4	4,9 x 3,6 5,7 x 6,1	± 14 -----	100
STM-160	2,6 x 1,4 6,2 x 4,2	+ 18 - 20 10	100
VS 3/2	5,4 x 2,8 6,9 x 5	± 16 5	100
VS-4	2,4 x 1,6 6,8 x 4,1	± 18 6	60
WEBSTER 2000 CL	1,6 x 2 4,6 x 3,3	± 14 -----	---
WAV 300	4,3 x 2,3 6,7 x 5,3	± 22 -----	110
WAV 209	1,2 x 8,9 5,6 x 4,6	+ 10 - 8 -----	100

TABLA 11.- CAMPO DE APLICACION DE LAS MAQUINAS (CONTINUACION)

TIPO DE MAQUINA	DIMENSIONES MIN. Y MAX. DE LAS SECCIONES QUE PUEDEN CORTARSE SIN DESPLAZAR LA MAQUINA - (m)	GRADIENTES FRONTAL Y LATERAL SUPERABLES - POR LA MAQUINA. (GRADOS)	RESISTENCIA A COMPRESION DE LA ROCA QUE PUEDE SER ARRANCADA POR LA MAQUINA. (MPa)
WAV 200	6,7 x 5,3 5,1 x 3,6	+ 15 - 10 ---	100
WAV 170	3,8 x 3,5 5,2 x 5,4	± 22 ---	100
WAV 178	4,5 x 5,3 7,1 x 7,9	± 22 ---	100
FL-5R1-90/110	2,3 x 1,6 5,8 x 4,1	+ 33 --- ---	70
FL-6R-110	3,2 x 3,7 6,8 x 7,2	+ 43 --- ---	70
FL-5R-90	2,6 x 2,5 5,0 x 4,8	+ 37 - 16 ---	70
FF-5P-110	3 x 2 4 x 5	--- ---	40
FF-5R-90	2,6 x 2,5 5,0 x 5	+ 39 - 16	40
F6-HKF	1,5 x 1,7 4,5 x 3,8	± 15 15	50
F8-1	2 x 1,7 5 x 3,8	± 15 15	60
VS-1	3,5 x 1,2 5 x 2,8	+ 60 - 15 25	40

En general, las dimensiones de todas estas máquinas se adaptan muy bien a las secciones de las galerías que existen actualmente en las minas españolas de carbón, pero tienen el inconveniente de que, en el caso de que tengan que cortar rocas duras, por ejemplo, areniscas de 100 MPa, encuentran muchas dificultades y fracasan.

El campo de aplicación idóneo de estas máquinas es el corte de rocas de menos de 70 MPa y, por supuesto carbón.

- 3.- Intermedias. En este tipo quedan incluidas todas las máquinas cuyo peso está comprendido entre 30 y 70 toneladas. Este grupo de máquinas viene a cubrir el hueco tan amplio que quedaba entre las máquinas medias y grandes.

Este grupo empezó a fabricarse a partir de 1.975, con objeto de cortar rocas de hasta 100 MPa de resistencia a la compresión simple, tomando gran auge en 1.980. - En este año existían ya las siguientes máquinas : - - AM-75 (VOEST-ALPINE), ET-160 (EICKOFF) y STM-160 - - (SALZGITTER).

En general este tipo de máquinas se adapta muy bien a las minas de carbón españolas, pero pueden tener dificultades en el corte de algunas areniscas de más de 100 MPa.

- 4.- Grandes. Son aquellas máquinas cuyo peso es mayor que 70 toneladas. Entre las máquinas más características, por orden de aparición, tenemos : AM-100 (VOEST-ALPINE) y BISON WAV 300 (WESTFALIA-LUNEN), que como se observa en la tabla 12, son máquinas bastante grandes y -- con una sección mínima de corte de 12 m^2 , por lo que no se adaptan a las secciones actuales de las galerías en las minas españolas de carbón.

En cuanto a la estabilización de las máquinas, en general, todas ellas llevan dos gatos hidráulicos verticales de -- estabilización en la parte trasera. A parte de estos dos gatos verticales también pueden llevar otros dos gatos hidráulicos verticales de estabilización en la parte delantera, e incluso 2 ó 4 gatos horizontales de estabilización en los laterales, de la máquina, que la anclen a -

TABLA 12.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA

TIPO DE MAQUINA.	DIMENSIONES L x A x H (m)	PESO (Tn)	Nº Y SITUACION DE LOS GATOS DE ESTABILIZA- CION.	AÑO DE FABRICA- CION DE LA MA- QUINA.	NUMERO DE MAQUINAS EXISTENTES Y LUGA- RES EN QUE SE EN- CUENTRAN
AM-50	7,5x1,9x1,6	24	1 V en parte - trasera	1971	9 en España, 8 en Potasas de Navarra, 520 en el extranje- ro
AM-100	11,9 x 3 x 1,7	70	2 V en parte trasera.	1976	5 en España (4 en E.R.T. y una en AUSINI), 24 en - el extranjero.
AM-75	9x2,8x1,6	43	2 V en parte trasera	1980	2 en Alemania en - minas de carbón.
MK-2A	7,16 x 2,9 x 1,6	23,4	2 V en parte trasera, 4H laterales.	1970	561 en las hulle- ras inglesas adqui- ridas por el NCB, 1 en ALEMANIA FEDE- RAL y 4 en Utrillas (Teruel).
MK-2B	9,7x2,7x1,9	37,2	2 V en parte trasera, 4H laterales.		4 en las hulleras inglesas adquiri- das por el NCB.
MK-III	12,5x4x2,5	70	2 V en parte trasera	1978	12 en las hulleras inglesas adquiri- das por el NCB.
TB-600	10,6x3,2x2,9	81,3	2 V, en parte	1973	1 en las hulleras inglesas adquiri- das por el NCB

TABLA 12.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA (Continuación)

TIPO DE MAQUINA.	DIMENSIONES L x A x H (m)	PESO (Tn)	Nº Y SITUACION DE LOS GATOS - DE ESTABILIZA- CION.	AÑO DE FABRICA- CION DE LA MA- QUINA.	NUMERO DE MAQUINAS EXISTENTES Y LUGA- RES EN QUE SE EN- CUENTRAN.
TB-2000	12,7 x 3,6x1,2	61	2 V, en parte trasera		
ROADHEADER 2400	7,4 x 2,4x1,6	23,4	2 V, parte tra- sera, 4H late- rales.	1974	
SL-120	9,2x1,5x1,7	33	2 V, parte tra- sera, 4 H late- rales.	1971	1 en las hulleras - inglesas adquirida por el NCB
ROC MINER (AEC-135H) (AEC-200H/ AEC250H)	6,2x2x1,5 6,1 x 2 x 1,5	23,5 20		1979	31 hasta 1980
SUPER ROC MINER (330R) y (330 H)	11 x 2,2 x 1,4 11,5x2,2x1,4	40		1977	27 hasta 1980
ET-160	13,7 x3,1x1,8 13,4x3,1x1,8	65	2V, parte delan- tera, 2 V en par- te trasera.	1980	1 en mina de carbón en A.F. 1 en mina potasa
EVA-160	11,2 x4,4x1,8	50	1 V, parte trasera		7 en las hulleras de Alemania Federal

TABLA 12.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA (Continuación)

TIPO DE MAQUINA.	DIMENSIONES L x A x H (m)	PESO (Tn)	Nº Y SITUACION DE LOS GATOS - DE ESTABILIZA- CION.	AÑO DE FABRICA- CION DE LA MA- QUINA.	NUMERO DE MAQUINAS EXISTENTES Y LUGA- RES EN QUE SE EN- CUENTRAN.
EVR-200	16x4,6x2,8	75	2 V, en parte tra- sera, 4 H latera- les.		
TITAN E-134	12,3x4,1x2,2	65	4 V, 2 delante y 2 detrás 2 H laterales	1975	30 vendidas hasta 1980 en Gran Bretaña, Fran- cia, Australia y Alema- nia Oeste.
TITAN E-169	10,7x2,4x1,9	46	4 V, 2 delante 2 detrás, 2 H laterales.	1978	9 hasta 1.980, de las - cuales 7 en A.F.
E-195	11,7x2,4x1,9	43	2 V parte trase- ra, 2 H latera- les.		
E-200	13,5 x 3,6 x 2,7	110	4 V, 2 delante y 2 detrás.	1981	2 en A.F.
BOOM MINER	6,5 x 1,6 x 1,2	21,3	1 V en parte tra- sera.	1975-1976	
RH-1/3	7,9x2,7x2,2	32	2 V, parte trase- ra.	1975-1976	7 en las hulleras ingle- sas adquiridas por el - NCB.

TABLA 12.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA - (Continuación)

TIPO DE MAQUINA.	DIMENSIONES L x A x H (m)	PESO (Tn)	Nº Y SITUACION DE LOS GASTOS DE ESTABILIZA- CION.	AÑO DE FABRICA- CION DE LA MA- QUINA.	NUMERO DE MAQUINAS EXIS- TENTES Y LUGARES EN QUE SE ENCUENTRAN.
RH-22	7,8x3,5x2	30	2 V parte trasera, -- 4H,laterales.	1975-1976	12 en las hulleras ingle- sas adquiridas por el NCB.
RH-1/4	9,8x2,7;x2,4	66	2 V, parte trasera.		2 en las hulleras ingle- sas adquiridas por el NCB.
STM-160	10,9x2,6x1,4	45	1 V, parte trasera.	1.980	
VS-3/2	12x5x2,1	75			
VS-4	9x2,9x1,9	95			
WEBSTER 2000 CL	6,3x1,5x1,7	10			
WAV 300	11,8x5,7x1,9	74	4V,2 delante y 2 detrás.		
WAV 209	21,5x5,3x4,1	140	4V,2 delante y 2 detrás.		
WAV 200	10,5x5,3x2,6	74	2 V parte trasera 2H, laterales.	1.975	4 hasta 1980
WAV 170	12,1x3,8x3	53	4 V, 2 delante y 2 detrás.	1975-1978	20 hasta 1980

TABLA 12.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA - (Continuación)

TIPO DE MAQUINA.	DIMENSIONES L x A x H (m)	PESO (Tn)	Nº Y SITUACION DE LOS GASTOS DE ESTABILIZA- CION.	AÑO DE FABRICA CION DE LA MA- QUINA.	NUMERO DE MAQUINAS EXIS- TENTES Y LUGARES EN QUE SE ENCUENTRAN.
WAV 178	13x4,2x3,3	73,5	4 V, 2 delante y 2 detrás 2 H laterales	1975-1979	3 hasta 1980
FL-5R1- 90/110	10,5x2,3x1,6	25	2 V, parte trasera.		
FL-6R-110	13,8x2,6x2,9	38	2 V, parte delantera	1978-1979	2 hasta 1980
FL-5R-90	9,8x2,3x2,2	24,5	2 V parte delan- tera.	1975-1979	10 hasta 1980
FF-5P-110	2,77x1,85	14	2 V, parte delantera		
FF-5R-90	7,1x2,3x2,2	22,5	2 V parte delantera	1976-1978	4 hasta 1980
F6-HKF	7,5x1,3x1,7	11	NO TIENE	1981	1
F8-1	7,5x2x1,7	20	4 V, 2 delante y 2 detrás	1978	5
VS1	8,9 x 3,8 x 1,2	12	7 en total	1965	5 en U.K. y Escocia

TABLA 13.- MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL EN SERVICIO EN
ALGUNOS PAISES EUROPEOS

GRAN BRETAÑA (1981)

MAQUINAS ANDERSON STRATHCLYDE

RH22	12
RH1/3	7
RH1/4	2
Arrancadora-cargadora	10
<hr/>	
Total	31
=====	

MAQUINAS DOSCO

Mk2	193
Mk2A	561
Mk240	4
Mk2B	4
Mk3	12
TB600	1
MH105	1
LH100	5
SL120	1
<hr/>	
Total	783
=====	

MAQUINAS THYSSEN

Titan 134	5
Titan 169	2
<hr/>	
Total	7
=====	
T O T A L G E N E R A L 821	
=====	

(Continuación)

ALEMANIA (1981)

MAQUINAS ALPINE

AM 50	19
AM 100	5

Total	24
-------	----

MAQUINAS DEMAG

VS3	1
-----	---

Total	1
-------	---

MAQUINAS DOSCO

MK 2A	1
-------	---

Total	1
-------	---

MAQUINAS EICKHOFF

ET 160	1
EVA 160	7
EVR 160	6

Total	14
-------	----

(Continuación)

MAQUINAS PAURAT

Roboter E 132	33
E 169	7
E 200	1

Total	41
-------	----

MAQUINAS WESTFALIA LUNEN

WAV 200	1
---------	---

Total	1
-------	---

=====

T O T A L G E N E R A L.....82

=====

RUSIA (1979)

PK - 3	738
6PK	775
PK-9 y 4PP2	246
TOTAL GENERAL	1.759

las paredes de la galería. Estos gatos horizontales de anclaje suelen ser opcionales, y, generalmente, se utilizan en las máquinas con cabeza de corte radial, ya que la reacción de corte de una cabeza axial es absorbida por el peso de la máquina, mientras que la reacción lateral de corte de una cabeza radial debe ser absorbida por la fuerza de rozamiento que se opone al deslizamiento lateral de la máquina.

El número total de máquinas de ataque puntual adquiridas por el N.C.B., que en 1.981 estaban en servicio en las hulelleras inglesas es de 821, de las que 31 corresponden a ANDERSON STRATHCLYDE, 783 a DOSCO OVERSEAS y 7 a THYSSEN -- (Ver tabla 13). También en esta tabla puede observarse que el número total de máquinas en servicio en la República Federal Alemana es de 82, aunque a finales de 1981 el número de máquinas era de 105. De éstas 41 corresponden a PAURAT, 14 a EKKHOFF, 1 a DOSCO, 1 a DEMAG y 24 a ALPINE. En la U.R.S.S. en 1979 había 1.759 máquinas de las que el 42% son del tipo PK-3 (12,5 t), 44% son del tipo 6PK (18t) y 14% del tipo PK-9 y 4PP2 de (30 t). En los tres últimos años ha habido una tendencia a disminuir la fabricación del tipo PK-3.

5.4.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

Podemos clasificar las máquinas, según su potencia de corte, en otros cuatro tipos; completando de esta forma la clasificación anterior (Ver tabla 14).

- 1.- Pequeñas. Aquellas cuya potencia de corte es menor de 50 Kw.
- 2.- Medias. La potencia de corte de estas máquinas está comprendida entre 50-110 Kw.
- 3.- Intermedias. Máquinas cuya potencia varía de 110-200 Kw.
- 4.- Grandes. Máquinas de potencia mayor que 200 Kw.

La tendencia actual, según se observa en todas las tablas presentadas hasta ahora, se dirige hacia cabezas de corte con potencias cada vez mayores, lo cual, plantea una serie de problemas mecánicos ya que la potencia que hay que -- transmitir a la cabeza es elevada.

Generalmente, los motores de accionamiento de la cabeza de corte de todas las máquinas son eléctricos, excepto en la WEBSTER 2000 CL que es hidráulico. Estos motores son refrigerados por agua y el reductor de la cabeza de rozado es -- epicicloidal (ruedas dentadas cónicas) de doble reducción.

Existe una clara tendencia a que los brazos sean rígidos.- Salvo algunas máquinas, tales como las de ANDERSON STRATHCLY DE, que poseen brazo telescópico, el resto de las máquinas tienen sus brazos rígidos. Esto se debe a que los brazos -- telescópicos limitan la potencia de corte por su falta de rigidez, por consiguiente esta disposición es incompatible con las grandes potencias.

El sistema de avance de la cabeza de rozado es mediante -- las orugas, excepto en las máquinas de WESTFALIA-Lunen, don de el carretón se desplaza horizontalmente, permaneciendo las orugas fijas en el suelo.

El ángulo de giro lateral del brazo, a cada lado del eje -- del mismo, varía entre 30 y 40 grados; excepto para la -- WEBSTER 2000 CL cuyo giro lateral es de 360 grados. El ángulo de subida del brazo oscila entre 30 y 50 grados y el ángulo de bajada varía entre 15 y 30 grados.

Las fuerzas de penetración, elevación y desplazamiento lateral de la cabeza de corte son suministradas por las orugas, 2 gatos hidráulicos que tienen el mismo movimiento y 2 gatos hidráulicos de movimientos opuestos respectivamente. Estas fuerzas varían según el tipo de máquina; así pa

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR. KW	REFRIGERACION.	TIPO DE REDUCTOR.	BRAZO - ARTICULADO.	LONGITUD DEL BRAZO. m	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO (0)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (0)	TIPOS DE CABEZA	PROF DE CORTE (m)	VEL. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
AM-50	100	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	2,7	ORUGAS	± 36	+ 50 - 30	AXIAL	0,1	89 y 73
AM-75	160	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	3,2	ORUGAS			AXIAL	0,3 y 0,48	
AM-100	225	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	3,425	ORUGAS	± 30	+ 53	AXIAL	0,2	45, 52 y 59
MK-2A	37-67	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	3,07	ORUGAS	± 53	± 60	RADIAL	0,38	61
MK-2B	82	AGUA		NO	2,65	ORUGAS	± 45	+ 50	RADIAL	0,1	
MK-III	142,5	AGUA		NO		ORUGAS			RADIAL	0,5	25 y 50
TB-600	2x190	AGUA		NO		ORUGAS			2 RADIALES.		18 y 60
TB-2000	2x150	AGUA		NO		ORUGAS			2 RADIALES.		
LH 1300	120	AGUA	EPICICLOIDAL	NO		ORUGAS			RADIAL		27 y 50 33 y 18

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO (Continuación)

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR. (KW)	REFRIGERACION.	TIPO DE REDUCTOR.	BRAZO ARTICULADO.	LONGITUD DEL BRAZO. (m)	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO. (°)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (°)	TIPOS DE CABEZA -	PROF DE CORTE (m)	VEL. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
ROADHEADER 2400	67,60, 49 y 37	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	3,07	ORUGAS	± 53	+ 60 - 26	RADIAL	0,89	
SL-120	82	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	3,03	ORUGAS	± 29	+ 47 - 24	RADIAL	0,095	
ROC-MINER	75,41 112	AIRE GUA	PLANETARIO	SI		ORUGAS			AXIAL	0,381 0,267	36
SUPER ROC - MINER.	123	AGUA		SI		ORUGAS	± 40	+ 60 - 18	AXIAL 6 RADIAL	0,102 0,203	
ET-160	160 6 250	AGUA	RUEDAS DENTADAS y 2 PLANETARIOS	SI	4,6	ORUGAS	± 38	+ 52 - 30	AXIAL 6 RADIAL	0,25	45,54 y 61 32, 39 y 46
EVA-160	160			SI		ORUGAS			AXIAL		
EVR-200	120 160,200			NO		ORUGAS			RADIAL	0,3	
TITAN E-134	115,230	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	5,31	ORUGAS	± 38,5	+ 30 - 19	RADIAL	0,27	21 y 41

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO (Continuación)

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR. KW	REFRIGERACION.	TIPO DE REDUCTOR...	BRAZO ARTICULADO.	LONGITUD DEL BRAZO. (m)	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO. (0)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (0)	TIPOS DE CABEZA	PROF. DE CORTE (m)	VEL. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
TITAN E-169	80	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	4,49	ORUGAS	± 32	+ 38 - 19	RADIAL	0,19	41
E-195	170	AGUA	EPICICLOIDAL.	NO	3,85	ORUGAS	± 32	+ 40 - 16	RADIAL	0,15	50
E-200	150 y 300	AGUA	EPICICLOIDAL	NO	5,59	ORUGAS	$\pm 38,5$	+ 36 - 24	RADIAL ó AXIAL	0,25	18 y 36 16 y 32
BOOM MINER	60	AGUA	EPICICLOIDAL	NO CAB. T.		ORUGAS			RADIAL	0,102	35 y 57
RH 1/3	90	AIRE	EPICICLOIDAL	NO CAB. T.		ORUGAS			RADIAL	0,381	30 y 50
RH-22	90 y 112	AIRE	EPICICLOIDAL	NO CAB. T.		ORUGAS			RADIAL	0,1	30 y 50 36 y 60
RH-1/4	112	AIRE	EPICICLOIDAL	NO CAB. T.		ORUGAS			RADIAL	0,4	30 y 50
STM-160	132 y 160	AGUA		NO	3,9	ORUGAS	± 40	+ 60	AXIAL	0,15 0,3	

NOTA : CAB. T. = CABEZA TELESCOPICA

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO (Continuación)

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR. (KW)	REFRIGERACION.	TIPO DE REDUCTOR.	BRAZO ARTICULADO.	LONGITUD DEL BRAZO. (m)	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO. (°)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (°)	TIPOS DE CABEZA.	PROF DE CORTE. (m)	VELO. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
VS-3/2	200	AGUA		NO		ORUGAS			RADIAL	0,25	
VS-4	200	AGUA		NO		ORUGAS			RADIAL	0,25	47
WEBSTER 2000 CL				NO CAB.T.		ORUGAS	360		RADIAL		67
WAV 300	300 205	AGUA	Ruedas dentadas rectas	NO		ORUGAS Y DESP.HORI. CARRETON.			AXIAL	0,3	
WAV 209	200	AGUA	Ruedas dentadas rectas	SI		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	1,3	
WAV 200	200	AGUA	Ruedas dentadas rectas.	NO		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON	± 15		AXIAL	0,3	

NOTA : CAB. T. = CABEZA TELESCOPICA.

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO (Continuación)

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR. (kW)	REFRIGERACION.	TIPO DE REDUCTOR.	BRAZO ARTICULADO	LONGITUD DEL BRAZO. (m)	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO. (°)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (°)	TIPOS DE CABEZA.	PROF DE CORTE. (m)	VELO. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
WAV 170	170	AGUA	Ruedas dentadas rectas	NO		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,13	
WAV 178	200	AGUA	Ruedas dentadas rectas	SI		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,75	
FL-5R1-90/110	90 y 110	AGUA	Ruedas dentadas rectas	NO		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,2	
FL-6R 110	110	AGUA	Ruedas dentadas rectas	NO		ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,87	
FL-5R-90	90 y 110	AGUA	Ruedas dentadas rectas			ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,265	
FF-5P-110	110	AGUA	Ruedas dentadas rectas			NEUMAT. DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,14	

TABLA 14.- CARACTERISTICAS DEL BRAZO Y CABEZA DE ROZADO (Continuación)

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DEL MOTOR (Kw)	REFRIGERACION	TIPO DE REDUCTOR.	BRAZO ARTICULADO.	LONGITUD DEL BRAZO. (m)	S. AVANCE DE CABEZA	ANG. GIRO LAT. BRAZO. (0)	ANG. SUB. BAJ. BRAZO. (0)	TIPOS DE CABEZA	PROF DE CORTE. (m)	VELO. DE ROTACION DE CABEZA. (r.p.m.)
FF-5R-90	90	AGUA	Ruedas dentadas rectas			ORUGAS Y DESP.HORI CARRETON			AXIAL	0,06	
F6-HKF	30	AIRE	Ruedas dentadas	NO	0,46-0,53	ORUGAS	40	+ 53 - 29	AXIAL	0,5	
F8-1	70	AIRE	Ruedas dentadas	NO	0,46-0,53	ORUGAS	40	+ 45	AXIAL	0,45	
VS-1	48	AIRE	PLANETARIO	SI	2,8	ORUGAS	± 45	+ 45 - 15	RADIAL	0,15	

ra máquinas de tipo medio las fuerzas de penetración, elevación y desplazamiento lateral suelen ser de : 16-26 t, 4-9 t y 4-7 t respectivamente. En las máquinas de tipo intermedio suelen ser de alrededor de 40 t, 16 y 20 t respectivamente.

Las cabezas de corte suelen tener dos velocidades de corte, las cuales se utilizan según el tipo de roca que se vaya a cortar. En general, cuanto mayor es la resistencia de la roca menor es la velocidad de rotación de la cabeza.

También podemos distinguir dos tipos de cabeza : AXIAL ó RADIAL. A título de anécdota podemos decir que las máquinas inglesas son radiales, mientras que, las alemanas austriacas y húngaras en general axiales. De hecho, varios fabricantes como EICKHOFF, SALZGITTER y AEC ofrecen para un mismo modelo tanto cabezas de corte axial como radial. Otro aspecto de la cabeza de rozado es su capacidad de cortar por debajo del nivel del suelo. Esta profundidad de corte suele variar entre 0,1 y 0,4 m.

5.5.- MECANISMO DE TRANSLACION

La translación de estas máquinas se efectúa por medio de dos orugas apoyadas en el suelo que le transmiten a éste una presión de 0,1 a 0,2 MPa y proporcionan a la máquina una velocidad de desplazamiento comprendida entre 5 y 30 m/min.

Las dimensiones de las orugas suelen ser de 0,35-0,7 m de ancho y 2,5-3,5 m de longitud y la separación entre orugas está comprendida entre 1,6 y 3 m, dependiendo del tamaño de la máquina (Ver tabla 15).

La fuerza máxima de tracción ejercida por las orugas es de 114 t, que corresponde a la AM-100 (VOEST-ALPINE), y la --

TABLA 15.- CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSLACION

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DE LOS MOTORES (Kw)	TIPO DE MOTORES	ANCHURA Y LONG. DE LAS ORUGAS. (m)	SEPARACION DE LAS ORUGAS (m)	ALTURA LIBRE (m)	PRESION DE LAS ORUGAS (MPa)	VELOCIDAD DE TRANSLACION m/min	FUERZA DE TRACCION - DE LAS ORUGAS. (t)
AM-50	2 x 11	ELECTR.	0,37x2,5	1,58	0,12	0,14	6	51
AM-75		HIDR.	0,6x3,46	2,6	0,24 0,42	0,11	4,4-13,2	70
AM-100		HIDR.	0,7x3,9	3	0,4	0,16	3,2-23	114
MK-2A	18	HIDR.	0,35x2,44	1,34		0,17	7,3	16
MK-2B		HIDR.	0,46x3,45	1,9		0,11	11,1 máx.	26
MK-III		HIDR.	0,84x5,7			0,12	1,5-9,48	41
TB-600	4x9,25	HIDR.	0,7x2,2	2,34		0,14	1,4-2,9 1,6-3,4	74
TB 2000		HIDR.	0,6x3,15	3,15	0,2	0,14	3,6-12	41
LH 1300		HIDR.	- x2,9	2		0,12		13

TABLA 15.- CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSLACION

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DE LOS MOTORES (Kw)	TIPO DE MOTORES	ANCHURA Y LONG. DE LAS ORUGAS (m)	SEPARACION DE LAS ORUGAS (m)	ALTURA LIBRE (m)	PRESION DE LAS ORUGAS (MPa)	VELOCIDAD DE TRANSLACION m/min.	FUERZA DE TRACCION - DE LAS ORUGAS. (t)
DOSCO 2400	2x18	HIDR.	0,35x2,4	1,14		0,13	0-7,2	
SL-120		HIDR.	0,4x2,7			0,13	5,8-13,8	26
ROC-MINER	2x21	HIDR.	0,4-2	1,6	0,21	0,14	5,2-16	18-19
SUPER ROC-MINER		HIDR.	0,5x2,72	1,78-1,63		0,15	5,30	34,6
ET-160		HIDR.	0,6x3,5	2,5	0,18	0,14	2,3-8,5	66
EVA-160		HIDR.	0,5x3,9	2,76			2,6-6,5	
EVR-200		HIDR.	0,6x4,5	2,4			1,6-3,9	
E - 134		HIDR.	0,6x3,5	2,45	0,2	0,14	5,4	25
E-169		HIDR.	0,5x3	1,9	0,2	0,12	9,3	18

TABLA 15.- CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSLACION

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DE LOS MOTORES (Kw)	TIPO DE MOTORES	ANCHURA Y LONG. DE LAS ORUGAS. (m)	SEPARACION DE LAS ORUGAS. (m)	ALTURA LIBRE (m)	PRESION DE LAS ORUGAS (MPa)	VELOCIDAD DE TRANSLACION m/min.	FUERZA DE TRACCION - DE LAS ORUGAS. (t)
E-195		HIDR.	0,5x-	1,9	0,2	0,15	9,3-18,6	16
E-200		HIDR.	0,8x3,83	2,8	0,2	0,18	4,6	60
BOOM-MINER	2x12,9 2x31,5	HIDR.	0,3x-	2,5	0,11	0,13	7,8-18	13,2
RH-1/3		HIDR.			0,25	0,16	7,3-16,4	
RH-22		HIDR.	0,46x-	2,29	0,23	0,14	8,6	30
RH-1/4		HIDR.	0,55 x 4		0,25	0,14	10,3	35
STM-160		HIDR.	0,5x2,7	2,1	0,22	0,16	6-12	50
VS-3/2								40/ORUGA
VS-4						0,1	8,5	46

TABLA 15.- CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSLACION

TIPO DE MAQUINA	POTENCIA DE LOS MOTORES (Kw)	TIPO DE MOTORES	ANCHURA Y LONG. DE LAS ORUGAS. (m)	SEPARACION DE LAS ORUGAS. (m)	ALTURA LIBRE (m)	PRESION DE LAS ORUGAS (MPa)	VELOCIDAD DE TRANSLACION m/min.	FUERZA DE TRACCION DE LAS ORUGAS. (t)
WEBSTER 2000 CL		HIDR.	0,44x2	1,2	0,22	0,16	40 max	
WAV 300		HIDR.	0,7x	2,44	0,2	0,15	5,6-16,6	20,5/ORUGA
WAV 209	50	HIDR.	0,7x 4,5	3	0,2	0,15	6,6-16,6 25 máx.	30/ORUGA
WAV 200		HIDR.	0,5x3	2	0,2	0,22	5,6-16,6	20,5/ORUGA
WAV 170	40	HIDR.	0,5x4	2,5	0,2	0,16	7,5-26,6	14,5/ORUGA
WAV 178	40	HIDR.	0,5x4	2,5	0,2	0,22	5,6-16,6	
FL-5R1-90/110	40	HIDR.	0,5 x 2,5	2	0,35	0,1	10 - 30	

TABLA 15 - CARACTERISTICAS DEL MECANISMO DE TRANSLACION - (Continuación)

FL-6R-110	40	HIDR.	0,5 x 2,5	2	0,25	0,12	33,3	
FL-5R-90	50	HIDR.	0,4 x 2,5	2	0,35	0,1	10-30	8,5/ORUGA
FF-5P-110			NO PROCEDE	NO PROCEDE	0,35			
FF-5R-90	40	HIDR.	0,4 x -	1,9	0,35	0,1	10 - 33,3	
F6-HKF	2 x 5,4		0,27x2	2	0,1	0,1	5	14
F8 - 1	2 x 10		0,36x2,3	2	0,22	0,11	4	14
VS - 1								0,4

altura libre media en la base de la máquina es de 0,2 m. - Normalmente las orugas son accionadas mediante un motor hidráulico cada una, con dos escalones de velocidad ; uno -- lento para los desplazamientos dentro del frente de trabajo y otro más rápido para ir de un frente a otro. Esto no es difícil de conseguir debido a que la potencia consumida por las orugas raras veces supera los 29 Kw.

5.6.- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO

La tendencia actual es a emplear una pala o rampa de carga, normalmente ensanchable, equipada con dos pinzas que recogen el material arrancado y lo mandan al transportador - - (VER TABLA 16). Por el contrario, existe menos tendencia a emplear transportadores de cadena con racletas periféricas, ya que estos prácticamente condicionan la anchura de la máquina. Esta pala de carga puede subir o bajar con respecto al nivel del suelo por medio de unos gatos hidráulicos. En la práctica, la posición más alta y más baja es de 0,3-0,6 m y 0,1-0,3 m respectivamente. WESTFALIA-LUNEN ha adoptado un sistema nuevo de carga para las máquinas BISON y BUFFEL, que consiste en un péndulo que recoge el material arrancado por la cabeza de corte y lo carga sobre dos transportadores laterales curvados que se juntan en la parte trasera de la máquina. En las restantes máquinas de WESTFALIA la carga se realiza directamente por la cabeza de corte, a la cual llega el propio transportador intermedio. Por este motivo el cargue y transporte se efectúa simultáneamente, pero el cargue es incompatible con el arranque.

TABLA 16- DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO

TIPO DE MAQUINA	DISPOSITIVO DE CARGA	TIPO Y POT. DE PALA Y TRANS. (Kw)	ANCHURA PALA (m)	POSICION MAS ALTA Y BAJA PALA (m)	CAPACIDAD DE CARGA (m ³ /h)	ANCHURA TRANSP: DE DESC. (m)	VELOCIDAD TRANSP: (m/seg)	ANGULO DE GIRO LAT. TRANSPT: (°)	ALTURA DESC: (m)	DIMENSIONES DEL BLOQUE DE ROCA MAX TRANSP. (m)
AM-50	PINZAS	ELECT. 2x11 (PyT)	2,2-5,3	+ 0,35 - 0,2	150	0,44	0,9	± 45	1,27	0,37 x 0,44
AM-75	PINZAS	ELCT. 2x30 (PyT)	3,5	+ 0,5 - 0,3,-0,25		0,5	1	± 45	1,47 - 1,63	0,6 x 0,6
AM-100	PINZAS	HIDRAUL. Mot. 180 Kw	3,7-4,6- 5,5	± 0,67 - 0,18		1,02	1,2	± 45	1,49	0,7 x 0,6
MK-2A	CADENA CON RACL.	HIDRAUL. 27,6	2,9		204	0,27	0,52	± 90		
MK-2B	PINZAS	HIDRAUL.	3	+ 0,21 - 0,07		0,61	1,3			0,34 x 0,48
MK-III	PINZAS	Hid. 2x30 (P) Elec. 2x22,5 (T)	4		1140	0,66	1			
TB 600	PINZAS	2x33 (P) H. 2x22 (T) E.	4	+ 0,22 - 0,06		0,66	1	± 75	1,45 - 2,2	

TABLA 16 - DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO - (Continuación)

TB 2000	PINZAS	HDR.				0,76	1,98	± 45	0,53-1,7	
IH 1300	PINZAS	H. 42,8-38,4 H. 2x35,2 (I)	3		696	0,60	1,07		0,3-1,86	0,3 x 0,5
ROADHEADER 2400	CAD. CON RACLET.	HDR. 2x27,6	2,4		184		0,51			0,31 x 0,31
SL-120	PINZAS	HDR.	2			0,50	0,8			0,5 x 0,4
ROC-MI- NER	PINZAS	ELEC. 2x7,5 (PT)	2,2-5,3		308	0,50	0,9	± 45		
SUPER ROC-MINER	PINZAS	ELEC.	2,35-3-(4)		500	0,76	0,8	± 45	1-1,8	0,75 x 0,45
ET-160	PINZAS	ELEC. 2x18,5 (T) HDR (P)	3,65-5,65	+0,35 -0,2	215	0,63	0,92	35	1,7-2,76	0,45 x 0,6
EVA 160	PINZAS	E 2x22 (P) E 2x22 (T)	3,8-4,4			0,63	0,9		1,8	
EVR 200	PINZAS	HDR. 80 (T)	3,5			0,68	0,6-1,3		0,7-2	

TABLA 16 - DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO - (Continuación)

TITAN E-134	2 TRANS. CURVADOS	ELEC. 2x30 (T)	4,15-5,6-6,6	$\pm 0,25$			0,63		1,43	
TITAN E-169	PINZAS	ELEC. 1x22 (T) 2 HDR (P)	2,8-3-3,2	+ 0,38 - 0,22		0,54	0,65		1,9	
E-195	PINZAS	ELEC. 2x15 (T) 2 HDR (P)	2,8	+ 0,28 - 0,28		0,61	1,5	± 45	1-1,69	0,61 x 0,4
E-200	2 TRANS. CURVADOS	ELEC. 2x18 (T)	4,8 - 6	- 0,25		0,65	0,3-0,6		1-1,35- 1,75	0,65 x 1
BOOM MINER	CAD. CON RACLET.	HDR.					1,8			
RH-1/3	PINZAS	HDR.	3,45	- 0,15	458		0,91	± 45		
RH 22	PINZA DOBLE	HDR. 2x17 (P) 15 (T)	2,8-3,5-4,5		350	0,5	0,66			0,4x0,38
RH-1/4	PINZAS	HDR.	3,5 - 4,5		500		1,15			0,5 x 0,46
STM-160	PINZAS	HDR. (P) ELEC. 2x11 (T)	2,6 - 5,8	+ 0,42 - 0,3	300	0,762	0,9		0,9-2,2 0,82-2,2	0,45 x 0,75

TABLA 16 - DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO - (Continuación)

VS-3/2	CAD.CON RACLET.									
VS-4	CAD.CON RACLET.	ELECT. 2x30					0,7			
WEBSTER 2000 CL	CUCHARA			+ 0,7						
WAV 300	CAD.CON RACLET.	ELECT. 22 (TL) HIDR. 2x28 (TC)	4	+ 0,3 - 0,22		0,6	0,7		1,2	
WAV 209	PENDULO	ELECT. 2x22 (T)				0,6	0,7		3,4	
WAV 200	PENDULO	ELECTR.	5,5-3,5,7	+ 0,38	200	0,6	0,7		1,9-2,15	
WAV 170	PENDULO	ELECTR. 2x15 (T)	3,62-4,2	+ 0,3 - 0,37	200	0,6	0,7		2,4	
WAV 178	PENDULO	ELECTR. 2x15 (T)	4,2	+ 0,38 - 0,26	200	0,6	0,7		2,83	
FL-5R1- 90/110	POR LA CAB.ROZ.	ELECTR. 15 (T)	No tiene		200	0,6	0,7		1,01-2,55	

TABLA 16 - DISPOSITIVO DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MATERIAL ARRANCADO - (Continuación)

FL-6R-110	POR LA CAB.ROZ.	ELECTR. 15 (T)	No tiene		200	0,6	0,7	12	1,74-5,35	
FL-5R-90	POR LA CAB.ROZ.	ELECTR. 15 (T)	No tiene		200	0,6	0,7	19	1,57-3,15	
FF-5P-110	POR LA CAB.ROZ.		No tiene			0,6	0,7			
FF-5R-90	POR LA CAB.ROZ.	ELECTR. 7,5 (T)	No tiene		200	0,6	0,7			
F6-HKF	PINZAS	ELECTR. 2x5,4 (P+T)	1,4-2-3	+ 0,15 - 0,1	30-60	0,5	1,1		1,3	0,45 x 0,25
F8-1	PINZAS	ELECTR. 2x10 (P+T)	1,46-2-3	+ 0,15	30-90	0,5	1,1		1,5	0,45 x 0,3
VS-1	CAD.CON RACLET.	ELECTR. 1x15 (P+T)	3	NIVEL DEL SUELO	150	0,436	0,9	20		0,6 x 0,4

El transportador de carga, en todos los casos, suele -- ser de racletas, de una o dos cadenas, accionadas eléc trica o hidráulicamente. En la práctica, la anchura de éstos suele ser de 0,5 a 1 m, la velocidad del mismo de 0,6 a 1 m/s. y la altura de descarga varía entre 1,3 y 2,5 m. El ángulo de giro lateral del transportador de -- descarga, con respecto a la línea central suele oscilar entre 45 y 90 grados.

WESTFALIA-LUNEN, para las máquinas BISON y BUFFEL, uti- liza dos transportadores periféricos o laterales que -- descargan el material en otro transportador. La ventaja de este sistema de transporte intermedio es que elimina el paso de los costeros gruesos por el interior de la máquina. Otra tendencia para resolver este problema, -- consiste en aumentar la sección del túnel del transpor- tador intermedio que pasa de la pala de carga a la cola. El área del bloque de roca máximo que puede ser trans- -- portado oscila entre 0,12 - 0,28 m² dependiendo del ti- po de máquina.

La capacidad del sistema de carga suele estar compendi- da entre 200 y 500 m³/h, excepto en el caso de la DOSCO MK-III, cuya capacidad de carga es de 1140 m³/h.

5.7.- EQUIPO ELECTRICICO

Por lo que se observa en la tabla 17, hay que señalar - una clara tendencia a emplear únicamente dos motores -- eléctricos refrigerados por agua : uno para la cabeza - de rozado y el otro para el accionamiento de una poten- te bomba hidraulica que mueve los motores hidráulicos - del transportador, las orugas y el sistema de carga. Las tensiones de trabajo suelen ser de 500 ó 1000 V, aunque existen otras tensiones de trabajo generalmente opciona- les. Estas máquinas también disponen de un equipo de -- iluminación propio.

TABLA 17-EQUIPO ELECTRICO -

TIPO DE MAQUINA	NUMERO DE MOTORES ELC.	POTENCIA TOTAL INTALADA (Kw)	SISTEMAS DE REFRIGERACION	TENSIONES DE TRABAJO (V)
AM - 50	6	155/170	AGUA	380-500 (50 Hz) 440-550 (60 Hz)
AM - 75	4	295	AGUA	1000
AM - 100	2	425	AGUA	1000
MK - 2A	2	150	AGUA	550 - 1100
MK - 2B	2	200	AGUA	
MK - III	4	300	AGUA	1000 - 1100
TB - 600	2	625-395 (50Hz) 750-473 (60Hz)	AGUA	1000 - 1100
TB - 2000	3		AGUA	
LH - 1300	2	239	AGUA	
ROADHEADER 2400	2	159/93	AGUA	
SL - 120	2	164	AGUA	
ROC MINER	4	101/150/187	AIRE Y AGUA	440/460-500/575 380-500-950-1100
SUPER ROC MINER	4	246/321	AGUA	440/460-550/575
ET - 160	4	360/450	AGUA	380-500-1000
EVA-160		311		500-1000
EVR-200		301/341/381		500-1000

TABLA 17 - EQUIPO ELECTRICO -

TITAN E - 134	4	353	AGUA	500 - 1000
TITAN E - 169	4,3	165	AGUA	500 - 1000
E - 195	4	263	AGUA	1000
E - 200	4	462		1000
BOOM MINER	2	120	AGUA	440 - 1100
RH - 1/3	2	180	AIRE	500/550-1000/1100
RH - 22	2	180/224	AIRE	500/550-1000/1100
RH - 1/4	2	224	AIRE	440 - 1100
SIM- 160	4	257/229	AGUA Y AIRE (T)	500 - 1000
VS - 3/2				500 - 1000
VS - 4	4	300		500 - 1000
WEBSTER 2000 CL	1	45	AIRE	550
WAV-300	4	434,5	AGUA Y AIRE	500 - 1000
WAV-209	5	356	AGUA Y AIRE	500 - 1000
WAV-200	4	300	AGUA Y AIRE	500 - 1000
WAV-170	4	255	AGUA Y AIRE	500 - 1000
WAV-178	5	345	AGUA Y AIRE	500 - 1000
FL-5R1- 90/110	3	175/195		380/500/1000

TABLA 17 - EQUIPO ELECTRICO - (Continuación)

FL-6R-110		202		380/500/1000
FL-5R-90		182	AGUA-AIRE	380/500/1000
FF-5P-110	1	111	AGUA-AIRE	380/500/1000
FF-5R-90	2	137		380/500/1000
F6-HKF	7	65,8	AIRE	380-500
F8 - 1	7	132,2	AIRE	380-500
VS - 1	4	93,2	AIRE	500-550

TABLA 18-EQUIPO HIDRAULICO -

TIPO DE MAQUINA	NUMERO DE BOMBAS	PRESION DE TRABAJO (MPa)	LIQUIDO HIDRAULICO	CAPACIDAD DEL DEPOSITO DE ACEITE (l)
AM - 50	1	20	Aceite mineral ó aceite hidráulico	260
AM - 75	1	18 - 26	Aceite mineral ó aceite hidráulico	
AM - 100	8	18 - 20	Aceite mineral ó fluido hidráulico poco inflamable.	1200
MK - 2A	1 x 3 (Secc.)	14	Aquacent "ligero" ó "pesado". Aceite mineral PWLC.	590
MK - 2B	5	14	Aquacent "ligero" ó "pesado". Aceite mineral PWLC.	681
MK - III	3	14	Aquacent "ligero" ó "pesado".	1220
TB 600	6	14	Aquacent "ligero" ó "pesado". Aceite mineral.	
TB 2000	2 x 3 (Secc.)	14		1365
LH 1300	2	14		900
ROAD 2400 HEADER	1 x 3 (Secc.)	10,5 - 14	Aquacent "ligero" ó "pesado". Aceite mineral PWLC.	590
SL 120	1 x 4 (Secc.)	14		455

TABLA 18 - EQUIPO HIDRAULICO - (Continuación)

ROC-MINER	1 x 4 (Secc)	14	Aceite mineral ó Emulsión H ₂ O aceite. Líquido no inflamable HSC	645
SUPER ROC MINER	1 x 4 (Secc.)	14	Aceite mineral Líquido no in- flamable HSC.	1040
ET - 160	7	22	Aceite mineral Fluido poco in- flamable.	575
EVA 160	1 x 2 (Secc.)			
EVR 200				
TITAN E - 134		14	HFB (agua/aceite) HFC (agua/glicol)	150
TITAN E - 169	1 x 4 (Secc.)	25	HFB (agua/aceite)	360
E - 195			HFC (agua/glicol) HFB y HFC. Aceite mineral.	
E - 200			Aceite mineral. HFB ó HFC	
BOOM MINER	1	14	Aceite mineral Emulsión 60/40 aceite - agua.	454
RH - 1/3	1		Aceite mineral Emulsión 60/40 agua-glicol.	
RH -22	1 x 4 (Secc.)		Aquacent "ligero" ó "pesado". Acei- te mineral PWL.	1100

TABLA 18 - EQUIPO HIDRAULICO - (Continuación)

RH - 1/4	3	14		
STM-160		14	Aceite mineral. HSC.	1200
VS - 3/2		20	HFC	
VS - 4	2	20	HFC	
WEBSTER 2000 CL	1 x 3 (Secc.)	14	Aceite mineral Fluido resistent e al fuego.	545
WAV 300		20	ISO, VG 46 (HFC 36)	600
WAV 209		20	Aceite hidráulico	1200
WAV 200		20	HL36. HFC 36	800
WAV 170		20	Aceite hidráulico ISO VG 46	800
WAV 178		20	Aceite hidráulico ISO VG 46. HL 46	800
FL-5R1- 90/110		28	ISO VG 46. HL 46	410
FL-6R-110			HL 46. ISO VG 46	625
FL-5R-90			ISO VG 46	450
FF-5P-110		17,5	ISO VG 46, HL 46	450
FF-5R-90		16-21	ISO VG 46	600
F6 - HKF	1	15	ACEITE HDR. H20 y H30 LIQUIDO INCOMBUSTIBLE	120

TABLA 18 - EQUIPO HIDRAULICO - (Continuación)

F8 - 1	1	15	ACEITE HIDR. H20 y H30 LIQUIDO INCOMBUSTIBLE	200
VS - 1	1 x 2	12,7	Emulsión 60/40 aceite-agua	250

5.8.- EQUIPO HIDRAULICO

Existe una tendencia general a emplear grandes y potentes bombas cuyas presiones de trabajo suelen ser de 14 a 22 -- MPa. El líquido hidráulico utilizado por estas máquinas -- suele variar de un fabricante a otro, pero los más representativos son los siguientes : aceite mineral, aceite hidráulico, fluido hidráulico poco inflamable y emulsiones de agua/glicol o agua/aceite (Ver tabla 18). La capacidad media del depósito de aceite suele ser de 500 a 800 l, aunque hay algunas máquinas que tienen una capacidad de hasta 1200 l, tales como : AM-100 y STM 160.

5.9.- COMPARACION ENTRE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES DE LAS PRINCIPALES MAQUINAS Y COMENTARIOS SOBRE SUS CARACTERISTICAS.

5.9.1- Relación entre la potencia de corte y el peso de la máquina.

Podemos definir el parámetro P como la relación entre la potencia de corte y el peso de la máquina. Según se observa en la tabla 19, a igualdad de peso las máquinas de cabeza axial tiene, en general, mayor potencia de corte que las de cabeza radial : $P = 3,87$ (AXIALES) frente a $P = 2,7$ (RADIALES).

Entre las máquinas de cabeza axial destacan, según el tipo de máquinas, las siguientes :

Medias..... FF-5P-110 ($P=7,85$), FL-5R1-90/110 ($P=4,4$), - -
AM-50 ($P=4,58$) y ROC MINER ($P = 4,76$).

Intermedias AM-75 ($P=3,72$) y SUPER ROC-MINER ($P=3,9$).

Grandes..... WAV 300 ($P=4,05$)

Las máquinas de cabeza radial más sobresalientes son :

Medias..... LH-1300 (P=3,4) y RH-22 (P=3,7)

Intermedias... E - 195 (P=3,9).

En general, de todas las máquinas estudiadas, los modelos de WESTFALIA-LUNEN son los que, a igualdad de peso, tienen mayor potencia de corte.

Efectuando un ajuste de los datos de potencia de corte y peso obtenidos de la tabla 19, por el método de los mínimos cuadrados, se obtienen, en el caso de una regresión lineal, los siguientes resultados :

	AJUSTE OBTENIDO	COEFICIENTE DE CORRELACION
CABEZA AXIAL	$y = 78,2 + 1,53 x$	$r = 0,74$
CABEZA RADIAL	$y = 6,42 + 2,64 x$	$r = 0,77$

De tal forma que conociendo el peso de cualquier máquina - podemos determinar la potencia de corte en su cabeza.

5.9.2.-Relación entre la potencia de corte y la potencia total -- instalada.

La tendencia actual de las máquinas de ataque puntual es a cortar rocas de gran resistencia a compresión simple. Por tanto, interesa que la potencia de corte de estas máquinas sea la mayor posible en cada caso. El problema es que la potencia total a instalar en una máquina de ataque puntual está limitada; por consiguiente, hemos definido un segundo parámetro B, que es igual al cociente entre la potencia de corte y la potencia instalada.

La relación media entre la potencia de corte y la potencia total instalada de todas las máquinas que se presentan en la tabla 19 es de 0,56. Por lo tanto, un 56% de la potencia total instalada se emplea para accionar la cabeza de corte.

Analizando el cuadro observamos que la WEBSTER 2000 CL y - la FF-5P-110 son las que aprovechan toda la potencia instalada. Aparte de estas máquinas, las que más destacan por encima de la media son las siguientes : AM-50 (B=0,64) E-134 (B=0,689), E-195 (B=0,64), E-200 (B=0,65) STM 160 (B=0,62), - VS-4 (B=0,66), BISON (B=0,67) y BUFFEL (B=0,689).

La tendencia actual en las máquinas es ir a un diseño con dos motores : uno para accionar la cabeza de corte y otro, hidráulico, para accionar las bombas.

TABLA 19.- RELACIONES POTENCIA DE CORTE-PESO Y POTENCIA DE CORTE-POTENCIA TOTAL.

MODELO	P_c/p	P_c/P_t
AM-50	4,58	0,64
AM-75	3,72	0,54
AM-100	3,21	0,53
MK-2A	2,86	0,446
MK-2B	2,2	0,41
MK-III	2,03	0,47
TB-600	4,67	0,5
TB-2000	4,9	---
LH-1300	3,43	0,5
ROADHEADER 2400	2,86	0,44
SL-120	2,48	0,5
ROC MINER	4,76	0,59
SUPER ROC	3,9	0,45
ET-160	3,07	0,5
EVA-160	3,2	0,51

TABLA 19.- RELACIONES POTENCIA DE CORTE-PESO Y POTENCIA DE CORTE-POTENCIA TOTAL. (Continuación).

MODELO	P_c/P	P_c/P_t
EVR-200	2,66	0,52
E-134	3,07	0,69
E-169	1,74	0,48
E-195	3,9	0,64
E-200	2,72	0,65
BOOM MINER	2,82	0,5
RH 1/3	2,81	0,5
RH 22	3,73	0,65
RH 1/4	1,69	0,5
STM-160	3,55	0,62
VS-3/2	2,66	---
VS-4	2,1	0,66
WEBSTER-200 CL	---	1
WAV 300	4,05	0,69
WAV 209	1,43	0,56
WAV 200	2,70	0,66
WAV 170	3,2	0,66
WAV 178	2,72	0,58
FL-5R1-90/110	4,4	0,56
FL-6R-110	2,89	0,54
FL-5P-90	4,49	0,6
FF-5P-110	7,85	1
FF-5R-90	4	0,65
F6-HKF	2,72	0,45
F8-1	3,5	0,53

5.9.3.-Relación entre la potencia de corte y las propiedades del terreno.

La figura 44 permite definir, en función de la resistencia a compresión simple, obtenida a partir de la dureza -- Cerchar, y la abrasividad Cerchar, el límite de corte de las rocas para dos series de máquinas de ataque puntual; - una serie con potencias de corte comprendidas entre 60 y - 150 Kw y la otra entre 150 y 300 Kw. El límite de corte para estas dos series de máquinas de ataque puntual es una rama de hipérbola. Este límite es sólo aproximado, pero de una gran utilidad.

Así, por ejemplo, una roca de abrasividad Cerchar 4 y resistencia a compresión simple 96 MPa no hay ninguna máquina que pueda cortarla; y una roca de 15 MPa y abrasividad 3, puede ser cortada por cualquier máquina.

5.9.4.-Relación entre el rendimiento de corte de una máquina de ataque puntual y la resistencia a compresión simple.

En la figura 45 se observa el rendimiento de corte en función de la resistencia a compresión simple, obtenida a partir de la dureza Cerchar. Las curvas representadas corresponden a las siguientes máquinas :

Alpine AM - 100 (70 t)
Roboter (60 t)
Super Roc-Miner (40 t)
MITSHUI de 30 t (máquina japonesa)

Este gráfico permite calcular los tiempos de corte que son necesarios para arrancar un metro de galería, si se conoce la resistencia a compresión simple de la roca y la sección de la galería.

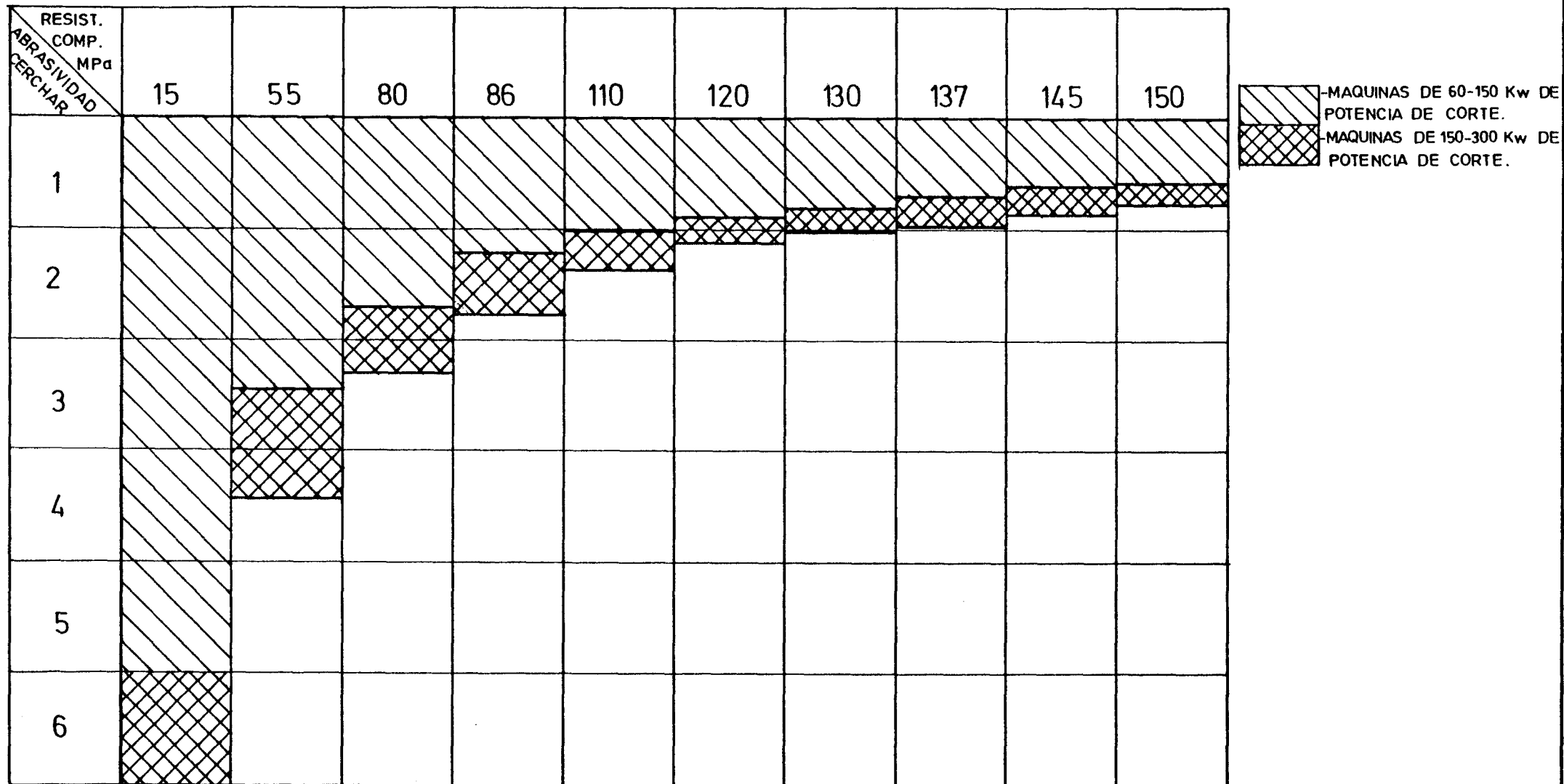


FIGURA 44 - LIMITES DE CORTE DE ROCAS PARA MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL, EN FUNCION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE Y DE LA ABRASIVIDAD CERCHAR

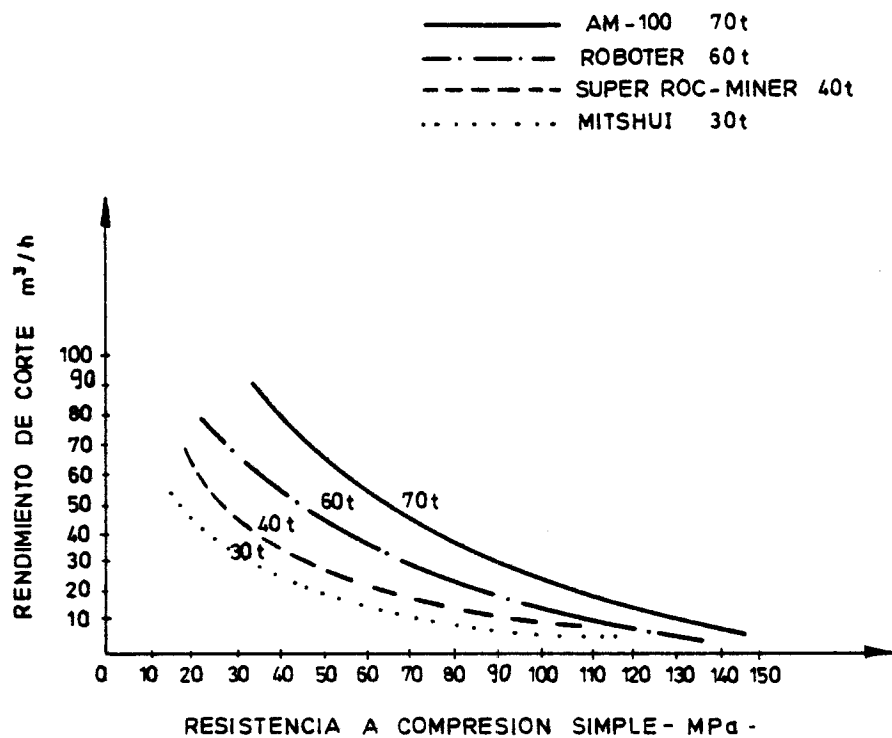


FIGURA 45 - RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DE CORTE Y LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE LA ROCA (CERCHAR)

Supongamos un frente cuyo ciclo de trabajo sea de 120 minutos para el avance de 1 m. En este ciclo hay que realizar las operaciones de sostenimiento, las operaciones auxiliares (prolongaciones de transportador, mantenimiento,.. etc) y resolver incidentes independientes del tipo de máquina y de su velocidad de avance, lo que representa alrededor de unos 60 ó 70 minutos. Por lo tanto, es necesario elegir una máquina que pueda cortar un metro en menos de 1 hora.

Por ejemplo, supongamos una máquina de 40 toneladas que avanza 1 m en una galería cuya sección es de 15 m² útiles, o de 18 m² arrancados, y que está compuesta por un 50% de carbón de 40 MPa y un 50% de roca de 110 MPa.

El tiempo de corte necesario para excavar el carbón es :

$$t_c = \frac{90 \times 60}{36} = 15'$$

El tiempo de corte necesario para excavar la roca es :

$$t_p = \frac{9 \times 60}{9} = 60'$$

El tiempo total de corte es por consiguiente :

$$t_r = 60' + 15' = 75'$$

Este tiempo no permitirá realizar el avance deseado. Por tanto, habrá que ir a una máquina de 60 toneladas que, por sus dimensiones, obligará a cortar 3 m² suplementarios en los hastiales.

Para esta máquina, el tiempo de corte necesario para excavar el carbón será :

$$t_c = \frac{9 \times 60}{46} = 1,1'$$

y el tiempo para cortar la roca será :

$$t_p = \frac{12 \times 60}{12} = 60'$$

En el primer caso, el ciclo era de 135' y el avance por día 10,7 m. En el segundo caso, el ciclo será de 121,1' y el avance por día 11,8 m.

Por consiguiente se puede esperar que la máquina de 60 t - sea más fiable y que el beneficio obtenido en el corte sea superior a un 11%.

En la práctica, se debe pasar de una máquina de 40 toneladas a una de 60 toneladas cuando el porcentaje de roca en la sección de la galería sea superior al dado en la siguiente tabla :

PASAR DE LA MAQUINA DE 40 t A LA 60 t SI :
ROCA > 30%, para una R _c de 110 MPa
ROCA > 40%, para una R _c de 100 MPa
ROCA > 60%, para una R _c de 90 MPa

Para la elección de una máquina de ataque puntual, aparte de la resistencia a la compresión simple hay que tener en cuenta la abrasividad de la roca y la fracturación del macizo rocoso, como se expuso en el capítulo anterior.

6.- UTILIDAD DE LAS MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL -
PARA EL AVANCE DE GALERIAS EN LAS MINAS ESPA
ÑOLAS DE CARBON.

6.1.- DATOS GENERALES SOBRE LAS MINAS ESPAÑOLAS DE CARBON.

6.1.1.-Formas y secciones de las galerías en estéril y en carbón.

La forma de las galerías más utilizada en las minas españolas de carbón es la de herradura.

Las secciones útiles más frecuentes son 7, 9 y 12 m². La sección de 7 m² es la que se emplea generalmente en avances no mecanizados. La sección de 9 m² es la más frecuente y la que generalmente se emplea para avances mecanizados de galerías en capa y en roca. En la actualidad tienden a desaparecer las secciones de 7 m². Todo lo contrario sucede con las secciones de 12 m² que tienden a utilizarse cada vez más en galerías en roca y en galerías de explotación de talleres muy mecanizados.

Un informe publicado por el INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIAS EXTRACTIVAS, LIEJA (1981) refleja los diferentes tipos de sostenimiento empleados en las minas españolas de carbón. Así, en galerías en capa, el 50% se entiba por medio de cuadros metálicos deslizantes, el 1% por medio de cuadros rígidos y el 49% con madera. En galerías en roca, el 47% se realiza por medio de cuadros metálicos deslizantes, el 2% con cuadros rígidos, el 1% con cuadros circulares metálicos, el 7% con bulonajes, el 13% por medio de bulonaje y cuadros metálicos, el 8% con otros tipos.

6.1.2.-Producción anual de carbón en minería subterránea.

El informe publicado por el INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIAS EXTRACTIVAS, LIEJA (1981) muestra que la producción

subterránea anual bruta de carbón en España ha sido la siguiente :

<u>Años</u>	<u>1951</u>	<u>1958</u>	<u>1962</u>	<u>1966</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>
Millones de toneladas brutas	15,67	21,1	18,5	19,37	16,41	17,27
		<u>1980</u>				
		17,4				

La tendencia de la producción ha sido constante decreciente hasta los años 1970-1973. En este último año se llegó a un punto mínimo y a partir de él la producción de carbón comenzó a aumentar; calculándose que la producción anual de carbón para 1985 y 1990 será respectivamente de 23,14 y 25,03 millones de toneladas brutas.

6.1.3.- Longitud de galerías realizadas anualmente en estéril y carbón.

La longitud de galerías realizadas anualmente en España en estéril por cada 1000 toneladas brutas de carbón extraído es de unos 6 m, y la longitud de galerías en carbón por cada 1000 toneladas brutas es, en promedio, de unos 9 m, según un informe publicado por el INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIAS EXTRACTIVAS, LIEJA (1981).

Basándonos en estos ratios y en las producciones anuales brutas, hemos calculado la longitud media de galerías realizadas en estéril y carbón anualmente, que es la siguiente :

Longitud de galerías en estéril (m)	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>
	98.500	103.500	104.500

Longitud de galerías en carbón (m)	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>
	117.500	155.500	156.000

Las longitudes previstas para 1985 y 1990 serían, respectivamente :

Longitud de galerías en estéril (m)	<u>1985</u>	<u>1990</u>
	139.000	150.000

Longitud de galerías en carbón (m)	<u>1985</u>	<u>1990</u>
	208.000	225.000

De las tablas anteriores se deduce que, normalmente, un 60% de las galerías son excavadas en capa y un 40% en roca.

6.1.4.-Descripción de las rocas, incluido el carbón, que se encuentran normalmente en las galerías en capa.

Las galerías en capa, debido a la estrechez que presentan los estratos de carbón en la mayoría de las minas españolas, cortan normalmente una gran superficie de roca. Estas rocas pueden ser definidas con bastante precisión, pues se mantienen con pocas variaciones en longitudes de galería de varios cientos de metros. En las galerías en estéril resulta, en cambio, más difícil definir a priori las rocas que van a ser cortadas, por lo que es casi imposible llegar a obtener datos estadísticos sobre ellas, es decir, -- determinar, por ejemplo, el porcentaje de pizarra o de arenisca que se atraviesa por término medio en las minas españolas. Por ello, ante la falta de datos sobre las galerías en estéril, nos hemos centrado en las galerías en carbón, sobre la que hemos recogido bastante información.

A continuación, vamos a ver los diferentes tipos de rocas que, generalmente, se encuentran en las galerías en capa de las cuencas carboníferas del Nalón, Villablino y La --

Camocha, que creemos son representativas de las minas de -- Asturias, León, y de las que existen datos suficientes.

6.1.4.1.- Cuenca del Nalón

Dentro de la CUENCA DEL NALON, situada en la zona norte de la Cuenca Carbonífera Central Asturiana, vamos a describir los diferentes tipos de roca, que normalmente suelen aparecer en los frentes de avance de galerías en capa en los siguientes pozos : Ma LUISA, SAMUÑO y VENTURO. Estructuralmente, la zona o dominio de estos tres pozos está situada en la cubeta definida por los sinclinales del Entrego y Sama, intercalándose entre ellos el anticlinal de Samuño.

El pozo Ma Luisa, situado en la margen izquierda del río del Nalón, en las proximidades de Ciaño, tiene 334 m de profundidad aproximadamente y cinco plantas de explotación, algunas ya abandonadas. En la actualidad se explotan los paquetes Entrerregueras, Sotón y Ma Luisa, todos en 4ª y 5ª planta (- 20 y - 120 m de cota respectivamente), concentrándose las labores de extracción en el paquete Entrerregueras de la 1ª Rama y en los paquetes Entrerregueras y Sorriego de 5ª Rama, próximos al núcleo del sinclinal del Entrego.

Según informes publicados por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1981), los tipos de rocas que aparecen en las galerías en capa del pozo Ma Luisa son en promedio los siguientes (para más detalle ver tabla 20) :

Potencia media de las capas (m)	Pizarra%	Carbón %	Areniscas y otros %
0,726	66	24	10

El pozo SAMUÑO está situado junto a la carretera de Ciaño a la Fresnosa, a unos 2 Km de Ciaño, en la vaguada del arroyo Samuño. Las capas explotadas en este pozo --- llevan la dirección NE-SO del pliegue al que pertenecen, en este caso el flanco SE del anticlinal de Samuño. Las labores de dicho pozo van emplazadas actualmente en el paquete Sotón, de forma que, por el NE entroncan con la 4ª Rama de Ma Luisa, y por el SO se detienen debido al cierre periclinal del sinclinal del Entrego.

En este paquete destacan las capas: Agapita, Parisu, Ricao, Vieja y Trabanco. Los diferentes tipos de rocas que normalmente suelen aparecer en las galerías en capa, según informes publicados por el IGME, son en promedio los siguientes (para más detalle ver tabla 21):

<u>Potencia media de las capas (m)</u>	<u>Pizarra%</u>	<u>Carbón%</u>	<u>Areniscas y otros %</u>
0,7	67	23	10

El pozo Venturo está situado a unos 3 Kms. de Sotondio, carretera local a Braña. Tiene unos 110m de profundidad y 4 plantas, comunicándose por la planta 4 con los pozos Sotón nº 1 y nº 2.

El pozo se emboquilla cerca de un nivel de gonfolitas -- del paquete Modesta-Oscura, en el cierre periclinal de un repliegue del sinclinal El Entrego. Las capas tienen una inclinación de 65º-70º, en dirección NE-SO, suavemente deformadas por el plegamiento transversal.

En el pozo Venturo se explota algo el paquete Ma Luisa y actualmente se empieza a cortar el paquete Generalas.

Los diferentes tipos de rocas que aparecen en las galerías en capa (Ver tabla 22), según informes publicados por el IGME (1981), se pueden resumir en los siguientes:

TABLA 20- TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO Ma LUISA

CAPA	POTENCIA CAPA (m)	PIZARRA %	CARBON %	ARENISCA %	OTROS %
Guía Vieja Este 5a P.	0,8	90	10		
Guía 1 del E 5a P.	0,45	70	10	15	5
Guía Parisu 4a P. Oeste	0,8	90	10		
Guía Ricao 4a P. Oeste	0,7	65	15		20
Guía 1 Este 4a P.	0,9	80	20		
Guía Agapi- ta O 5a P.	0,25	35	60		5
Guía 1 O 5a P.	0,65	80	20		
Co Agapita E 5o P.	1,55	60	40		
Guía Vieja O 5a P.	1,2	40	30	30	
Guía Agapita 3a R 4a P	0,72	80	20		
Guía Vieja 3a R 4a P	0,55	90	10		
Co Agapita 3o R 4a P	0,7	80	15	5	
Co de la nue va 4a R 4a P	0,6	90	15		

TABLA 20 - TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO Ma LUISA (Continuación).

Guía 8E 4a R 4a P	1,6	60	40		
Co de la 8 4aR 4a P	0,7	80	20		
Venuca de atrás		10	70		20
Tejerona Alta 4a P	0,43	70	15		15
Julia E 4a P 5a R	0,3	30	10		60
Julia O 4aP 5a R	0,45	23	17	60	
Co Julia E 5a R 4a P	0,7	50	25		25
Guía Molinon E 4aP 5a R	0,85	60	20	15	5
Guía Ma Luisa E 4a P 5a R	1,05	50	30		20
Guía Ma Luisa O 4a P 5a R	0,75	75	20		5
Co Julia O 4a P 5a R	0,6	75	25		
Guía Ma Luisa E4a P5a R 2a Escal.	1,10	70	30		
Uno del O 1a R 5a P	0,55	85	15		
Co Agapita O 1a R 5a P	1,2	50	50		

TABLA 20- TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO Ma LUISA (Continuación).

Guía 1 del E 1a R 5a P	0,48	90	10		
Molinón O 4a R 5a P		100			
Molinón O 5o R 4a P		30		40	30
Melilla O 5a R 4a P	0,6	50	25	25	
3o Isal Ma Luisa 5oR 4a P	0,15	85	5		10
Gaspar 5a R 4a P	0,5	65	35		
S. Luis O 5a R 4a P	0,7	60	25	10	5
Melilla E 5a R 4a P	0,63	50	20		20
Cº Julia E 5a R 4a P	0,5	45	15	30	10
Cº de la 9 O 4o R 5a P	0,75	75	20		5
Cº de la 8 4a R 5a P	0,6	80	20		
Guía 8 E 4a R 5a P	0,6	75	20		5
Tejerona Atrás 5a P	0,4	80	10		10

TABLA 20 TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO Ma LUISA (Continuación).

Tejerona Alte 5ª P	0,6	60	20		
Ventilación la R 5ª P	0,4	20	30		40
Co Agapita E la R 5ª P	1,4	20	50	30	

TABLA 21. TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO SAMUÑO.

PAQUETE	CAPA	POTENCIA CAPA (m)	PIZARRA %	CARBON %	ARENISCA %	OTROS %
SOTON	Corral E 7a P	1,35	75	25		
SOTON	Peña E - 7a P	0,95	60	25	15	
SOTON	Falsa E 7a P		100			
SOTON	Llamarga Atras E 7a P	0,53	80	20		
SOTON	Falsa E 6a P	0,55	80	20		
SOTON	Peña E 6a P	0,6	70	20	10	
SOTON	Corral O 6a P	0,6	70	15	15	
SOTON	Trabanco O 6a P	0,5-0,15	75	25		
SOTON	Peña O 6a P	0,55	90	10		
SOTON	Isal. Mu ro O 6a P		100			
SOTON	Guía Vent. O 6a P	0,85	75	20		5
SOTON	Trabanco E 6a P	0,7	75	25		
SOTON	Agapita E 6a P	0,9	70	30		

TABLA 21. TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO SAMUÑO. (Continuación)

SOTON	Peña E 7a P	0,75	50	25	25	
SOTON	Falsa E 7a P		100			
SOTON	Agapita E 7a P	0,4	50	40		10
SOTON	Vent. E. 7a P	0,95	80	20		
SOTON	Peña O 7a P	0,41	80	20		
SOTON	Corral O 7a P	0,75	75	25		
SOTON	Corral O 6a P	0,1-0,3	15	15	65	5
SOTON	Trabanco O 6a P	0,5	80	20		

TABLA 22.- TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO VENTURO.

CAPA	POTENCIA CAPA (m)	PIZARRA %	CARBON %	ARENISCA %	OTROS %
3a Grala Dcha. 5a C 4a P	1,18	75	75	25	
3a Grala Iz. 4a P 5a C	1	75	25		
2a Grala Dcha. 5a C 4a P	1,2	30	70		
Estéril Julia D. 4a C 4a P	0,2	50	20		30
Est. S. Gaspar I. 4a C 4a P		100			
Abundante I 5a C 4a P	0,73	75	25		
Isal. Gralas 5a C 2a P		100			
3a Grala I 5a C 2a P	0,38	90	10		
Julia I Ate 2a P 6a C	0,2	40	40		20
Julia I 5a C 2a P	0,3	40	40		20
S Gaspar D 4a C 2a P	0,7	80	20		
Julia D 4a C 2a P	0,45	60	30		10

TABLA 22 - TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA DEL NALON-POZO VENTURO. (Continuación)

Julia I 4a C la P	0,7	50	40		10
S Gaspar D D 4a C la P	0,2	70	15		15
Est. 5a C a 6a C la P				100	

Potencia media de las capas (m)	Pizarra %	Carbón %	Areniscas y otros %
0,58	67	27	6

6.1.4.2.-Cuenca Hullera de Villablino

Esta cuenca está situada en el cuadrante noroccidental de la provincia de León. Su sector oeste, contando de techo a muro, comprende los siguientes paquetes de capas :

- . María - Bolsada, que contiene 5 capas
- . Paulina, que contiene 4 capas y 3 carboneros.
- . Calderón, que contiene 9 capas, de las que sólo 3 son explotables.
- . Orallo, que contiene 15 capas, de las cuales sólo 8 son explotables.
- . Antracitas, que contiene 8 capas, de las que sólo son explotables 4 capas y algunos carboneros.

El sector este de esta cuenca comprende los siguientes paquetes :

- . Llamas, del que sólo son explotables 6 capas y algunos carboneros.
- . Brañas, sólo son explotables 5 capas.
- . Carrasconte, sólo son explotables 19 capas.

La potencia media de las capas que se encuentran en dicha cuenca, así como los diferentes tipos de rocas que aparecen en las galerías en capa, se muestran en la tabla 23,- y son en promedio las siguientes :

POTENCIA MEDIA DE LAS CAPAS	PIZARRA	CARBON	ARENISCA
m	%	%	%
1,215	56	42	2

6.1.4.3.-Cuenca minera de la Camocha

Esta cuenca está situada en la zona norte de Asturias. Se extiende por la región centro oriental de la provincia de Oviedo, llegando por el norte hasta la costa, y quedando limitada al oeste y al suroeste por los ríos Narcea y Nalón y al este y sureste por las provincias de Santander y León.

Actualmente, de las 57 capas reconocidas, sólo 23 son explotables. Las capas que están situadas al noroeste del primitivo pozo de extracción se numeran de techo a muro y las que están al SE del referido pozo se cuentan de muro a techo y se reseñan mediante letras del alfabeto.

En la tabla 24 puede observarse la potencia media de las capas, así como los diferentes tipos de rocas que aparecen en las galerías en capa.

En resumen, por término medio, la potencia de las capas y los porcentajes de los tipos litológicos son los siguientes :

TABLA 23 TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA HULLERA DE VILLABLINO (MINERO SIDERURGICA - DE PONFERRADA S.A.)

PAQUETE	CAPA	POTENCIA CAPA (m)	PIZARRA %	CARBON %	ARENISCA %
Ma BOLSADA	MANOLOIV	2 y 2,14	40	60	
Ma BOLSADA	1	0,8	75	25	
Ma BOLSADA	2	2,3	20	80	
Ma BOLSADA	3	0,67	30	26	
Ma BOLSADA	4	0,85	66	34	
Ma BOLSADA	5	1,25	34	60	6
PAULINA	PESETERA	0,8	88.	12	
PAULINA	ANCHA	2 y 1,50	30	70	
PAULINA	PAULINA	0,8	53	29	18
CALDERON	2	0,68	79	21	
CALDERON	3	0,65	81	19	
CALDERON	4	0,90	64	36	
ORALLO	7	0,85	57,5	29	
ORALLO	8	0,86 y 1,2	63	37	
ORALLO	9	—	52	38	10
ORALLO	10	0,7	18	70	12

TABLA 23 -TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA HULLERA DE VILLABLINO (MINERO SIDERURGICA - DE PONFERRADA S.A.) (Continuación)

ORALLO	11	0,47	78	22	
ORALLO	12	0,5	85	15	
ORALLO	13	1,05	82	18	
ORALLO	14	0,85	33	50	17
ORALLO	15	1,85	44	66	
ORALLO	16	1,16	35	60	5
ORALLO	17	0,75	68	32	
ORALLO	18	0,70	54	45	
ANTRACITAS	19	0,7	100		
ANTRACITAS	19 (bis)	0,95	85	15	
ANTRACITAS	24	1,85	18	72	
ANTRACITAS	25	2,15	25	85	
LLAMAS	A	0,95	50	50	
LLAMAS	ALFA	0,78	75	25	
LLAMAS	BETA	2,19	25	75	
LLAMAS	GAMMA	1,15	65	40	
LLAMAS	DELTA	1,20	70	30	
LLAMAS	EPSILON	1,22	50	50	

TABLA 23- TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA HULLERA DE VILLABLINO (MINERO SIDERURGICA - DE PONFERRADA S.A.) (Continuación)

LLAMAS	CARBONERO 2º	—	74	26	
LLAMAS	1a	0,68	65	45	
LLAMAS	2a	0,65	75	25	
LLAMAS	3a	0,87	75	25	
LLAMAS	3 venas	0,55	58	42	
BRAÑAS	A	0,83	75	25	
BRAÑAS	A (bis)	1,20	110		
BRAÑAS	B	1	50	50	
BRAÑAS	1	1,71	42	58	
BRAÑAS	3	0,75	55	45	
BRAÑAS	5	1,19	60	40	
BRAÑAS	NUEVA	1,25	60	40	
BRAÑAS	R	1,35	50	50	
BRAÑAS	11	1,15	43	45	12
BRAÑAS	12	0,75	32	35	33
BRAÑAS	13	0,81	45	30	25
BRAÑAS	14	1,9	45	55	
BRAÑAS	15	0,8	70	30	

TABLA 23 TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA HULLERA DE VILLABLINO (MINERO SIDERURGICA DE PONFERRADA S.A.) (Continuación)

CARRASCONTE	RAMONA (bis)	0,95	75	25
CARRASCONTE	RAMONA	2,04	85	15
CARRASCONTE	1	1,72	35	65
CARRASCONTE	X	1,55	32	68
CARRASCONTE	SOCAVON	1,35	77	23
CARRASCONTE	2	1,27	42	53
CARRASCONTE	3	0,98	70	30
CARRASCONTE	4	1,9	45	55
CARRASCONTE	5	1,8	78	22
CARRASCONTE	5 (bis)	0,58	90	10
CARRASCONTE	6	1,38	55	45
CARRASCONTE	7	1,15	65	35
CARRASCONTE	8	1,9	30	70
CARRASCONTE	9	0,95	50	50
CARRASCONTE	9 (bis)	1,18	52	48
CARRASCONTE	10	2	30	70
CARRASCONTE	11	1,28	48	52
CARRASCONTE	12	0,93	60	40

TABLA 23 TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA CUENCA HULLERA DE VILLABLINO (MINERO SIDERURGICA - DE PONFERRADA). (Continuación)

CARRASCONTE	13	1,6	75	25
CARRASCONTE	15	2,56	52	48
CARRASCONTE	16	2,56	52	48
CARRASCONTE	20	1,56	33	67
CARRASCONTE	21	1,4	60	40

TABLA 24 - TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA MINA DE LA CAMOCHA (MINERO SIDERURGICA DE PONFERRADA S.A.)

CAPA	POTENCIA CAPA (m)	PIZARRA %	CARBON %	ARENISCA %
1	1,42	50	40	10
2	0,7	31	27	42
3	0,98	75	25	
7	2,04	45	50	5
8	0,95	65	45	-
9	0,89	75	25	
12	2,25	25	75	
13	1,73	16	80	4
14	0,87	78	22	
15	2	33	67	
16	1,03	33	67	
22	2,12	35	65	
27	2,92	80	20	
28	1,23	65	35	
29	2,59	80	20	
31	2,35	40	60	
32	2,30	45	55	

TABLA 24 TIPOS DE ROCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS GALERIAS EN CAPA DE LA MINA LA CAMOCHA (MINERO SIDERURGICA DE PONFERRADA S.A.)
(Continuación).

33	1,13	75	20	5
34	1,15	56	36	18
37	1,10	80	20	
38	1,22	72	28	
39	1,94	55	45	
40	1,7	45	55	
41	2,05	48	52	
42	1	70	30	
A	1,15	75	25	
C	2,51	50	50	
D	1,34	77	23	
E	0,9	73	27	

<u>Potencia media</u> <u>de las capas (m)</u>	<u>Pizarra %</u>	<u>Carbón %</u>	<u>Arenisca %</u>
1,57	57	41	2

De los datos presentados en las tablas anteriores se deduce que las rocas que normalmente suelen aparecer en las galerías en capa de las minas de Asturias y León estudiadas son : pizarra, carbón y areniscas, y que sus porcentajes son, respectivamente, 57-67, 23-42, y 2-10.

6.2.- CARACTERISTICAS GEOMECAICAS DE LAS ROCAS Y MACIZOS ROCOSOS EN LAS MINAS ESPAÑOLAS DE CARBON.

La Cuenca Carbonífera Central de Asturias se clasifica -estratigráficamente en dos grandes unidades: la serie improductiva, que comprende las formaciones de Caliza Griotte, Caliza de Montaña y los paquetes Fresnedo, Levinco, Llanón y Tendeyón; y la serie productiva en la que se --deben diferenciar dos grandes unidades : La Unidad Occidental o de Riosa-Olloniego, y la Unidad Oriental o de -Aller-Nalón.

Esta última unidad es, sin duda, la más importante, ya que abarca los siguientes paquetes: Caleras, Generales, S. An

tonio, Ma Luisa, Sotón, Entrerregueras, Sorriego, Modesta y Oscura. La Unidad Riosa-Olloniego comprende los siguientes paquetes : Canales, Pudingas y Esperanza.

El informe publicado por el I.G.M.E. (1972), titulado - - "CARACTERIZACION GEOMECANICA DE LA CUENCA HULLERA ASTURIANA", muestra la resistencia a compresión simple y a tracción de las rocas de los paquetes San Antonio y Generales del Valle del Aller (Ver tabla 25). En esta tabla, se observa que la resistencia media a compresión simple de las pizarras y areniscas suele ser de 80 MPa y 132-142 MPa respectivamente, mientras que su resistencia media a tracción es de 6,3 y 7,5 MPa respectivamente.

Según el informe anual de 1981, del estudio "Optimización del sostenimiento en las galerías de las minas de hulla -- según las características geomecánicas de las rocas y de los factores de explotación", del IGME, la resistencia media a compresión simple, estimada a partir de ensayos de carga puntual, de las rocas del Valle del Nalón, (Ver tabla 26), varía de la siguiente forma : 90-109 MPa para areniscas, 90-119 MPa para pizarras fuertes, 36-57 MPa para pizarras medias y 36-39 MPa para pizarras flojas.

HUNOSA realizó en las zonas del Caudal y de Turón ensayos de resistencia a compresión simple y a tracción en una serie de rocas, mostrando que la resistencia media a compresión simple de las areniscas es de 109 MPa y la de las pizarras 70-74 MPa; y la resistencia media a tracción de las areniscas 8,5 MPa y la de las pizarras 6-9 MPa (Ver tabla 27).

También se llevaron a cabo unos ensayos de dureza con el martillo Schmidt en una serie de rocas de la zona del Caudal (Ver tabla 28), observándose que la dureza media (número de rebotes medio) varía de la siguiente forma : 30-50 -

TABLA 25 RESISTENCIA DE LAS ROCAS DEL VALLE DEL ALLER (PAQUETES S.ANTONIO Y GENERALAS).

RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE (MPa)

ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Pizarra	100	80	104	59
Arenisca	100	139	180	112
Arenisca de grano fino	47	142	180	112
Arenisca de grano medio	53	132	142	119

RESISTENCIA A TRACCION (MPa)

ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Pizarra	30	6,3	8,7	4,6
Arenisca	30	7,5	8,5	5,3

para areniscas, 32-43 para pizarras fuertes y 13 para pizarras flojas.

A parte de los ensayos anteriores, HUNOSA realizó ensayos de abrasividad, en los que se midió el porcentaje de cuarzo y el diámetro de los granos de cuarzo para una serie de rocas de la zona del Caudal, obteniendo la abrasividad de la roca por medio del coeficiente de SCHIMAZEK (Ver tabla 29). Así, las areniscas son las que tienen mayor porcentaje de cuarzo (42%) y por consiguiente son las más abrasivas. El mayor diámetro de los granos de cuarzo correspondió a una arenisca arcillosa (0,135 mm).

La HULLERA VASCO-LEONESA hizo un estudio geomecánico sobre las distintas rocas del pozo de Santa Lucía. Para ello se realizaron dos tipos de ensayos : uno de dureza mediante el martillo Schmidt, y otro de resistencia utilizando el cono de penetración (NCB). Los resultados de estos ensayos (ver tabla 30 y 31) muestran que la resistencia a compresión simple estimada a partir del cono y la dureza de las rocas son las siguientes : areniscas 126 MPa y 56, calizas 90-113 MPa y 44-50, y pizarras 15-87 MPa y 18-43 respectivamente.

En la tabla 32 se puede ver la resistencia a compresión simple y a tracción de las rocas de Corta Inesperada, de Hullas del Coto Cortés. En esta mina de la zona de Villablino, la resistencia media a compresión simple de las areniscas y pizarras es de 107 MPa y 65 MPa respectivamente, y la resistencia media a tracción de las areniscas y pizarras es de 9,4 MPa y 44 MPa.

En las minas de lignito de la zona de Andorra, la resistencia a compresión simple de las calizas llega a 120 MPa, la de las margas con intercalaciones calizas alcanza 90-110 MPa, las margas arcillosas resisten de 60-90 MPa y el lig-

TABLA 26 RESISTENCIA DE LAS ROCAS DEL VALLE DEL NALON.

RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE ESTIMADA A PARTIR DE ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL (MPa)

POZO	PAQUETE	ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAX.	MIN.
Ma LUISA	—	Arenisca	11	109	178	68
Ma LUISA	—	Pizarra Fuerte	28	119	149	71
Ma LUISA	—	Pizarra Media	22	57	67	52
Ma LUISA	—	Pizarra Floja	32	39	49	20
SAMUÑO	SOTON	Arenisca	6	96	202	62
SAMUÑO	SOTON	Pizarra Fuerte.	13	105	172	71
SAMUÑO	SOTON	Pizarra Media	14	36	66	6
SAMUÑO	SOTON	Pizarra Floja	9	39	49	3
VENTURO	—	Arenisca	5	90	122	68
VENTURO	—	Pizarra Fuerte	7	89	131	73
VENTURO	—	Pizarra Media	11	44	60	22
VENTURO	—	Pizarra	16	37	48	22

TABLA 27 RESISTENCIA DE LAS ROCAS DE LAS ZONAS DEL CAUDAL Y DE TURON (HUNOSA).

RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE (MPa)

ZONA	POZO	ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
CAUDAL	POLIO	Arenisca	20	109	150	50
CAUDAL	POLIO	Arenisca Arcillosa	21	68	99	32
CAUDAL	POLIO	Pizarra Arcillosa	16	75	188	27
TURON	STA. BARBARA	Pizarra Arenisca	4	70	10	56

RESISTENCIA A TRACCION (MPa)

ZONA	POZO	ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
CAUDAL	POLIO	Arenisca	11	10	16	5
CAUDAL	POLIO	Arenisca Arcillosa	16	6	10	4
CAUDAL	POLIO	Pizarra Arcillosa	7	6	8	4
TURON	STA. BARBARA	Pizarra Arenisca	4	10	15	5

TABLA 28 DUREZA (MARTILLO SCHMIDT) DE LAS ROCAS DE LA ZONA DEL CAUDAL (HUNOSA)

POZO	ROCA	Nº DE MUESTRAS	REBOTE MEDIO	REBOTE MAX.	REBOTE MIN.
S. Nicolás	Arenisca	3	50	51	49
S. Nicolás	Pizarra y arenis.	2	42	42	41
S. Nicolás	Pizarra Fuerte	7	42	46	40
S. Nicolás	Pizarra	4	35	43	27
Mont. Sacro	Pizarra y Arenis.	1	56	57	56
Mont. Sacro	Pizarra Fuerte	11	35	50	30
Barredo	Pizarra y Arenis.	2	25	25	25
Barredo	Pizarra Fuerte	8	38	49	31
Tres amig.	Arenisca	2	30	30	30
Tres amig.	Pizarra Fuerte	11	32	39	25
Tres amigos.	Pizarra Floja	4	12	14	11
Polio	Pizarra Media	7	28	36	10

TABLA 28 DUREZA (MARTILLO SCHMIDT) DE LAS ROCAS DE LA ZONA DEL CAUDAL (HUNOSA). (Continuación)

Llamas	Pizarra Fuerte	2	33	34	32
Llamas	Pizarra Floja	2	13	16	10

TABLA 29 - ABRASIVIDAD DE LAS ROCAS DE LA ZONA DEL CAUDAL (HUNOSA).

ZONA	POZO	ROCA	% CUARZO	Ø GRANOS DE CUARZO (cm)	* COEFICIENTE DE SCHIMAZEK (F)
CAUDAL	POLIO	Arenisca 8	42	0,0112	0,48
CAUDAL	POLIO	Arenisca Arcillosa9	32	0,0135	0,26
CAUDAL	POLIO	Pizarra	19,5	0,004	0,047

* F = % cuarzo x Ø granos de cuarzo (cm) x resistencia a la tracción (Kg/cm²)/100 .

TABLA 30. RESISTENCIA DE LAS ROCAS DEL POZO SANTA LUCIA
(HULLERA VASCO-LEONESA)RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE ESTIMADA A PARTIR DEL CONO
DEL NATIONAL COAL BOARD (U.K.)

POZO	ROCA	R.C.S.
STA. LUCIA	Caliza devónica	113
STA. LUCIA	Caliza devónica alterada	90
STA. LUCIA	Pizarras muy fuertes	87
STA. LUCIA	Pizarras fuertes	60
STA. LUCIA	Pizarras medias	38
STA. LUCIA	Pizarras flojas	15
STA. LUCIA	Cuarcitas	230
STA. LUCIA	Areniscas fuertes	126
SATA LUCIA	Areniscas con espato calizo	80

TABLA 31 DUREZA (MARTILLO SCHMIDT) DE LAS ROCAS DEL POZO SANTA LUCIA (HULLERA VASCO-LEONESA).

POZO	ROCA	REBOTE
STA. LUCIA	Caliza devónica	50
STA. LUCIA	Caliza devónica alterada	44
STA. LUCIA	Pizarra muy fuerte	43
STA. LUCIA	Pizarra fuerte	39
STA. LUCIA	Pizarra media	29-32
STA. LUCIA	Pizarra floja	18
STA. LUCIA	Cuarcitas	62
STA. LUCIA	Areniscas fuertes	56
STA. LUCIA	Areniscas con espato calizo	40-43

TABLA 32 RESISTENCIA DE LAS ROCAS DE LA ZONA DE COTO CORTES.-
CORIA INESPERADA.-

RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE (MPa)

ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Arenisca	16	107	148	73
Pizarra	15	65	152	44

RESISTENCIA A TRACCION (MPa)

ROCA	Nº DE MUESTRAS	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Arenisca	12	9	10	8
Pizarra	12	4	7	3

nito presenta valores entre 1 y 30 MPa.

6.3.- NUMERO DE MAQUINAS QUE SERIAN NECESARIAS PARA EL AVANCE DE GALERIAS EN ESPAÑA.

En el apartado 6.1.3. hemos presentado las longitudes de galerías que se han realizado anualmente en las minas españolas de carbón desde 1970 a 1980, y las previstas hasta 1990. Teniendo en cuenta estas cifras y que el avance medio diario que se estima deben realizar las máquinas de ataque puntual para ser rentables es, normalmente, de 8 m, podemos estimar el número de máquinas necesarias.

Suponiendo que las máquinas trabajan 225 días al año, cada una de ellas realizará un avance de 1.800 m. Ahora bien, por diversas circunstancias, entre las que se incluyen no sólo las características de las rocas sino -- también los aspectos organizativos, supondremos que únicamente el 50% de las galerías en capa y el 25% de las galerías en estéril llegarán a realizarse con máquinas de ataque puntual.

De lo anteriormente expuesto se deduce que en 1985 el parque de máquinas en las minas de carbón sería de unas 77 (19 en galerías en estéril y 58 en carbón) y que para 1990 dicho parque alcanzará una cifra de 84 (21 en galerías en estéril y 63 en carbón). Esta dotación de maquinaria es del mismo orden de la que tenía la República Federal de Alemania en 1980 y aproximadamente igual a la décima parte de la existente en las minas del National Coal Board en dicho año.

7.- PERFIL DE LA MAQUINA DE ATAQUE PUNTUAL PARA LAS MINAS ESPAÑOLAS DE CARBON.

7.1.- PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA IDEAL.

Según hemos visto en capítulos anteriores, la sección de galería utilizada más frecuentemente en la actualidad en las minas españolas de carbón es de 9 m^2 (útiles) ó $11,5 \text{ m}^2$ (arrancados), si bien la tendencia es ir a secciones -- mayores.

En las minas de Asturias y León, que son las más difíciles de mecanizar, la sección de las galerías en capa está compuesta, en promedio, por : 65% de pizarras de resistencia media máxima a la compresión simple de 70 MPa., 30% de carbón de resistencia media a compresión simple 20 MPa y 5% de areniscas de resistencia media a la compresión simple 120 MPa, según se deduce de la información que hemos recogido.

A continuación, vamos a calcular el peso de la máquina -- ideal, teniendo en cuenta que su avance mínimo debe ser -- de 8 m/día, y que, además, debe adaptarse a las rocas y -- secciones de galería mencionadas anteriormente.

Para lograr un avance de 8 m/día, en el supuesto de que se trabaje a tres relevos, estimamos que dispondría de unos 112 minutos para realizar un metro de galería y entibararlo con cuadros metálicos, aunque fuera de forma provisional.

Hemos calculado que el tiempo invertido en colocar la entibación y paradas de origen diverso, puede ser, en promedio de 78 minutos. Por consiguiente, quedan 34 minutos para arrancar un metro de galería. Vamos a comprobar a continuación que una máquina de 40 toneladas de peso puede realizar este trabajo.

Según el gráfico de la figura 45, propuesto por el Cerchar, (JOURDAN, 1981) el tiempo empleado en cortar las areniscas sería :

$$t_a = \frac{0,57 \times 60}{5} = 7 \text{ minutos}$$

El tiempo de corte de las pizarras sería :

$$t_p = \frac{7,5 \times 60}{20} = 23 \text{ minutos}$$

El tiempo de corte del carbón sería :

$$t_c = \frac{3,5 \times 60}{60} = 4 \text{ minutos.}$$

El tiempo total de corte sería aproximadamente 34 minutos, es decir, la máquina de 40 t permitiría realizar el avance deseado.

Las dimensiones de la máquina ideal para operar en una sección útil de 9 m^2 , 3,6 m de ancho por 2,4 m de alto, serían: anchura $< 2,5 \text{ m}$ y altura $< 2 \text{ m}$. Esta máquina tiene la ventaja de poder circular por secciones de galería de 7 m^2 .

Según las correlaciones que hemos deducido, a partir de los datos de peso y potencia de corte suministrados por los fabricantes de las máquinas, para un peso de 40 toneladas la potencia de corte sería de unos 140 Kw para las máquinas -- provistas de cabezas axiales y de unos 115 Kw para las provistas de cabezas radiales. Según el gráfico de la figura - 44 (JOURDAN, 1981), esta potencia permitiría cortar rocas - del orden de 90 MPa de resistencia a compresión simple, - - siempre que la abrasividad de éstas no supere 1,5 - 2 en la escala Cerchar.

No hemos utilizado para el cálculo del peso y de la potencia de la máquina los datos sobre resistencia de la roca --

que puede ser cortada dados por el fabricante, pues consideramos que dichos datos son de poca utilidad por haber sido recogidos en macizos rocosos de muy distinta fracturación y en rocas de abrasividad muy variada, factores ambos que, como expusimos en el capítulo 4, afectan mucho a la capacidad de arranque de la máquina.

La potencia total instalada de dichas máquinas, teniendo en cuenta que normalmente el 55% de ésta es para accionar la cabeza de corte, será de 225 Kw (AXIALES) y 209 (RADIALES).

En cuanto al tipo de cabeza y debido a que no hay una ventaja manifiesta a favor de ninguna de ellas, podemos utilizar cualquiera de las dos (AXIAL) ó (RADIAL). La velocidad de rotación de la cabeza estará comprendida entre 30 y 60 r.p.m., pudiendo llevar dos velocidades de corte.

La fuerza de penetración de las picas, suministrada por el mecanismo de translación (orugas), variará entre 120 y 300 KN. Las fuerzas de subida-bajada y la de desplazamiento lateral de la cabeza, suministradas por 2 gatos hidráulicos cada una, serán de 70-140 KN y 70-130 KN respectivamente.

En lo referente al mecanismo de translación (orugas), sus características dimensionales serán las siguientes : 0,5 m de anchura, 2,7 m de longitud y 2,1 m de separación entre orugas. Estas ejercerán una presión sobre el terreno de 0,15 MPa.

El dispositivo de carga estará compuesto por una mesa o pala de carga extensible, cuya anchura puede variar entre 2 y 3 m, con dos pinzas que cargan el material sobre un transportador central de una sola cadena.

Esta máquina ideal podrá cortar perfectamente no sólo las rocas de la mayoría de las galerías en carbón y bastantes en estéril en las minas de Asturias y León, sino que podrá realizar también las galerías en estéril de las minas de lignito de Andorra.

7.2.- ENCAJE DE LA MAQUINA IDEAL DENTRO DE LAS PRINCIPALES MAQUINAS QUE SE FABRICAN ACTUALMENTE:

De las máquinas que se fabrican actualmente, las que mejor se adaptan a las condiciones prescritas anteriormente son las siguientes :

ALPINE AM - 75 (AXIAL)
SALZGITTER SUPER ROC-MINER 330 (AXIAL Ó RADIAL)
SALZGITTER STM - 160 (AXIAL Ó RADIAL)
PAURAT E - 195 (RADIAL)

Según nos han comunicado, a partir de la fusión de A.E.C. y SALZGITTER, ha dejado de fabricarse la Super Roc-Miner, -- pues es prácticamente igual a la STM-160 y SALZGITTER no tenía interés, como es lógico, en mantener dos máquinas iguales en el mercado.

También habíamos pensado en la EVA-160 y en la BUFFEL WAV-170, pero tienen el inconveniente de que sus dimensiones -- no se adaptan a las secciones de galerías de 9 m².

Las máquinas seleccionadas, aparte de cumplir las condiciones impuestas, que han sido descritas anteriormente, tienen las siguientes características :

- . El brazo de corte consta de un motor refrigerado por agua cuya tensión de trabajo es de 1000 V, de un reductor epicicloidal y de una cabeza de corte.

- . La cabeza de corte consta de una serie de picas ordenadas geométricamente de tal manera que su desarrollo permita el corte de los materiales. También posee un sistema interior de pulverización con el fin de eliminar el polvo y refrigerar las picas. La entrada de agua para la refrigeración tiene lugar desde el reductor de rozado, a través de un distribuidor giratorio, hasta la cabeza de corte; de allí a través de canales y de ranuras anulares, va a los distintos portapicas. En los portapicas se encuentran las válvulas de conexión, que dejan paso libre al agua en cuanto se encuentra la pica correspondiente trabajando. Con ayuda de un pulverizador, el agua es dirigida justamente hacia la parte trasera de la pica, con el fin de disminuir la formación de chispas, polvo y refrigerar la punta de la pica.

- . El dispositivo giratorio ó plataforma de giro, efectúa los movimientos del brazo de corte montado sobre él. El movimiento horizontal del brazo se realiza por dos cilindros hidráulicos de movimientos opuestos y el movimiento vertical por dos cilindros hidráulicos que actúan sobre el soporte del brazo de corte.

- . El dispositivo de carga consta de una rampa ensanchable con dos pinzas, que pueden ser accionadas eléctricamente, mediante los motores del transportador, ó hidráulicamente.

El transportador de carga, generalmente de 1 cadena (excepto en la STM-160, que tiene dos) con racletas, está situado en el centro de la máquina y es accionado por dos motores eléctricos.

- . El mecanismo de translación consta de dos orugas unidas al chasis con bulones. En general, las orugas accionadas hidráulicamente, ejercen una presión sobre el suelo de 0,15 MPa.
- . El chasis, que es una estructura soldada en forma de cangilón, lleva en la parte delantera la plataforma de giro y el dispositivo de carga, en los laterales las orugas, y en la zona trasera los apoyos.
- . El equipo eléctrico comprende los motores, el dispositivo de mando, los cables y la instalación de luces. La alimentación se realiza mediante un cable arrastrado que va al distribuidor, instalado contra las vibraciones, desde donde se distribuye la energía a los motores, iluminación y cuadro de mandos, con control de cada distribución contra corto-circuito, sobrecarga, cortocircuito a tierra, temperatura de bobinado y contra rotura del conductor de protección. Principalmente, consta de los siguientes motores : motor de accionamiento de la bomba hidráulica y dos motores para accionar el transportador. Todos ellos están protegidos contra sobrecarga mediante relés de sobrecarga e interruptores termométricos.
- . El equipo hidráulico acciona los siguientes mecanismos: cilindros del dispositivo giratorio, de la rampa de carga y de apoyo posterior, los motores del mecanismo de translación y , en el caso de la STM-160 y de la E-195, las pinzas colectoras. Las bombas hidráulicas son accionadas por un motor eléctrico común a través de un reductor de distribución.

En la tabla 33 se compara las características principales de las máquinas elegidas con la ideal. Llegándose a la conclusión de que existe una gran semejanza entre ellas.

En la figura 46 puede observarse que las máquinas elegidas corresponden a una serie de máquinas alemanas e inglesas que han sido puestas en servicio durante 1978-79 y -- que son capaces de cortar rocas de hasta 110 MPa, según -- los fabricantes, aunque, en nuestra opinión pueden tener -- dificultades para sobrepasar los 90 MPa si las rocas tienen una abrasividad superior a 2 en la escala Cerchar y el macizo rocoso está poco fisurado.

7.3.- POSIBILIDADES DE UTILIZACION DE LA MAQUINA IDEAL EN INGENIERIA CIVIL.

La máquina que hemos definido como ideal se ha estudiado para cortar las rocas del Carbonífero, tales como pizarras y areniscas. A parte de esto, esta máquina está pensada para realizar secciones de 9 m^2 y circular por galerías de 7 m^2 .

En ingeniería civil el problema es más complejo, ya que -- pueden aparecer gran variedad de rocas como, por ejemplo, calizas, cuarcitas, areniscas fuertes, etc, cuya resistencia a la compresión simple puede llegar a ser de 140 MPa ó más. Por otra parte, en obras civiles es frecuente ir a secciones de corte más grandes, por ejemplo 50 m^2 . Entonces la máquina propuesta por nosotros no se puede emplear, ya que, generalmente, su sección máxima de corte es de -- 30 m^2 .

Normalmente, la tendencia actual en ingeniería civil es a emplear máquinas más potentes y pesadas, como por ejemplo: ALPINE AM-100, BISON, BUFFEL, EICKOFF EVR-200, DEMAG VS-4, PAURAT E-200 y TITAN E-134, entre otras.

Resulta por ello imposible predecir, por el momento, el -- mercado que tendría en la ingeniería civil española nuestra máquina ideal.

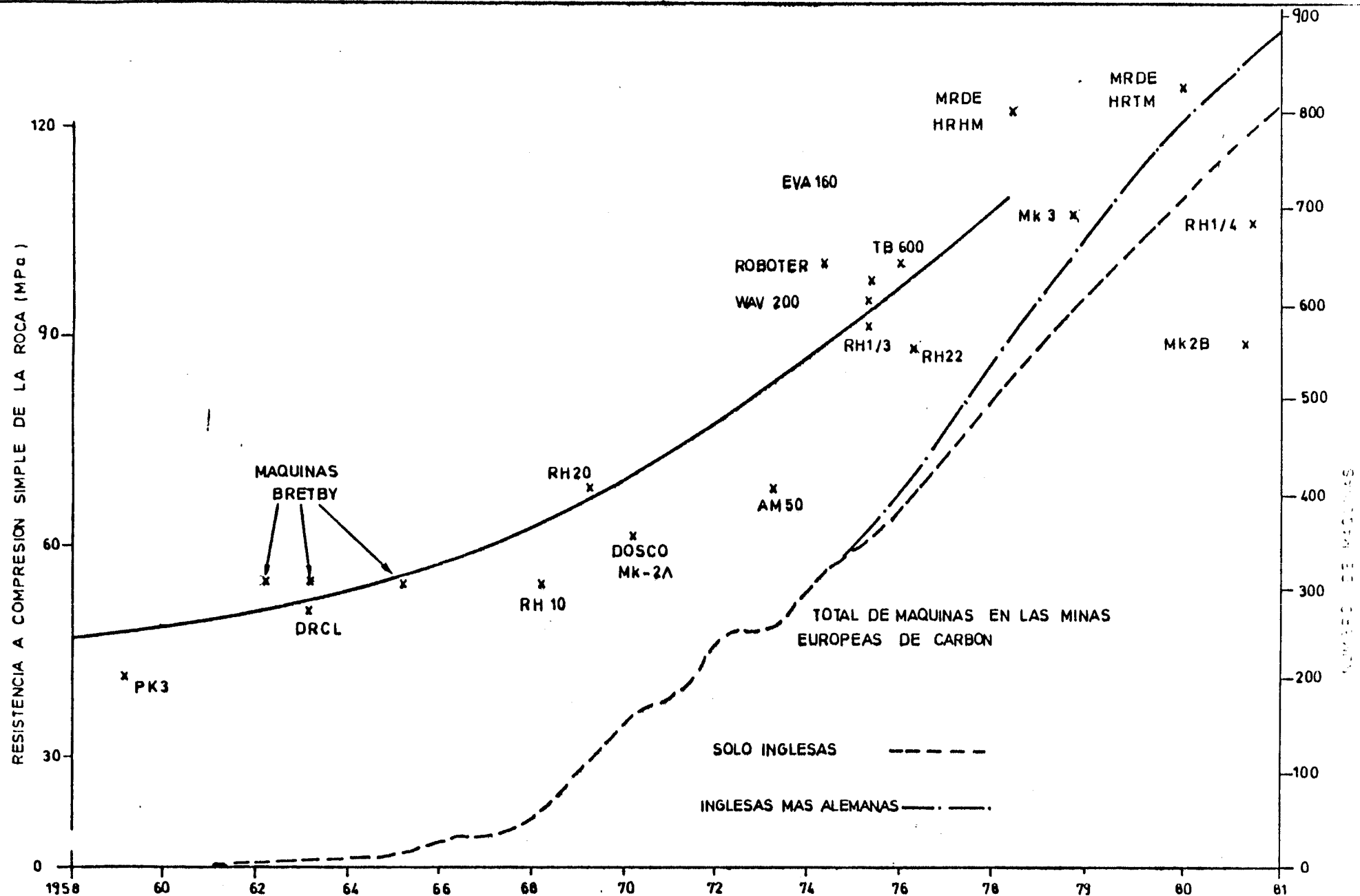


FIGURA 46 - TIPOS DE MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL Y FECHAS DE VENTA, EN FUNCION DE LA RESISTENCIA DE LA ROCA QUE SE ESTIMA PUEDEN CORTAR

TABLA 33- COMPARACION ENTRE LAS MAQUINAS ELEGIDAS Y LA MAQUINA IDEAL.

MODELO	AM - 75	SUPER ROC MINER	E -- 195	STM - 160	IDEAL
DIMENSIONES (m) (L x A x H)	9x2,8x1,63	11x2,2x1,4	11,7x2,6x x 1,8	10,9x2,6x x 1,4	A<2,5 y H<2
PESO (T)	43	42	43	45	40
POTENCIA DE CORTE (Kw)	160	160	170	160	140/115*
POTENCIA TOTAL (Kw)	295	246/321	263	229/257	255/209*
DIMENSIONES DE LAS ORUGAS (m) (L x A)	3,5 x 0,6	2,7 x 0,5	- x 0,5	2,7 x 0,5	2,7 x 0,5
SEPARACION ENTRE ORUGAS (m)	2,6	2,3	1,9	2,1	2,1
PRESION DE LAS ORUGAS (MPa)	0,11	0,15	0,15	0,16	0,15
FUERZAS DE PENE- TRACION, SUBIDA BAJADA Y DESPLA ZAMIENTO LATERAL (T)	—	—	16, 9, 7,5 y 9,5	—	16-30,7-14, 7-14 y 7-13
TIPO DE CABEZA	Axial	Axial ó Radial	Radial	Axial	Axial ó Radial
TIPO DE DISPOSI VO DE CARGA	PINZAS	PINZAS	PINZAS	PINZAS	PINZAS
TIPO DE TRANS- PORTADOR	1 Cadena con racle.	1 cadena con racle.	1 cadena con racle.	2 cadenas con racle.	1 cadena con racle.

* Cabeza axial /cabeza radial.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como ya se ha mencionado anteriormente, el objeto de este estudio es definir el perfil de la máquina de ataque puntual más adecuada para el avance completamente mecanizado de guías y galerías en estéril en las minas de carbón.

No se ha estudiado el avance de galerías en capas de carbón de más de tres metros de potencia, como es el caso de las minas de lignitos de la provincia de Teruel, debido a que, desde el punto de vista del arranque, no presenta problemas técnicos. La utilización de máquinas del tipo de la soviética PK-3 se ha desarrollado con perfecto éxito en estas minas desde hace algunos años, hasta el punto de que existen en ellas hasta 40 de estas máquinas.

De los condicionantes que nos han llevado a definir el perfil de la máquina ideal, algunos, como las características mecánicas de las rocas que hay que cortar, son inmutables, pero otros como la sección de las galerías, irán modificándose con el paso del tiempo. Es de esperar, por consiguiente, que nuestra elección, máquina de 40 toneladas de peso, tenga que ser modificada en el futuro.

También hay que tener en cuenta que, en algunas minas, las rocas que hay que cortar son mucho menos resistentes que las que hemos supuesto en nuestro estudio. En tales casos, el avance de las galerías podrá realizarse con máquinas de menos peso que la deducida de nuestro estudio. Específicamente, cabe pensar que una máquina como la WEBSTER 2000 CL puede resultar muy interesante para el avance de guías en dichas minas. Esta máquina permite "regar" el carbón del frente en una profundidad de hasta unos dos metros, pero tiene el inconveniente de que no es capaz de excavar ni siquiera las pizarras del Carbonífero, por lo que, la mayor

parte de las veces, la roca de los hastiales habrá que --- arrancarla con explosivos. Si bien la pala de vuelco lateral que se puede adaptar a esta máquina facilitará la carga de todo el material arrancado.

Lo que no cabe duda es que la tendencia mundial consiste en realizar las galerías mediante máquinas de ataque puntual, pues no existe otra alternativa para la mecanización del -- avance en opinión de la mayoría de los técnicos que han estudiado el problema, hasta el punto de que la necesidad de este tipo de máquinas, e incluso su rentabilidad, apenas - se plantean ya en los países en que la minería del carbón - está más desarrollada. En los últimos tiempos, se ha ido -- incrementando mucho la de máquinas de potencia alta pero de pequeñas dimensiones (cuarta generación), con objeto de emplearlas en minería y de arrancar rocas cada vez más resistentes y abrasivas. Parece ser, que, en el caso de máquinas como las que se deducen del estudio realizado, el umbral de rentabilidad se sitúa por debajo de ocho metros de avance - por día.

Las máquinas que más se parecen a la ideal son : ALPINE, - AM-75, PAURAT E-195 y SALZGITTER STM-160. Todas ellas son de la cuarta generación, es decir, la última, que comenzó hacia el año 1.977.

En el parque de máquinas que podría existir en las minas - españolas del carbón, si se mecanizara el avance todo lo - posible sería en 1.985, de unas 77. Aunque es prácticamente imposible que se llegue a esta cifra en dicho año, por falta de tiempo para mecanizar las minas de forma que pueda sacarse el máximo provecho de las máquinas. Este número se repartiría entre la denominada ideal y otras, como la WEBSTER 2000 CL, que necesitarían el apoyo de un equipo ma- nual de barrenado. En cuanto a las máquinas de tipo PK-3, su número podría ser de unas 80, incluyendo las utilizadas en producción de carbón.

Estas conclusiones, consecuencia de nuestro estudio, creemos que deben ser puestas en común con mineros y fabricantes, con objeto de recoger sus comentarios y sugerencias. De los mineros esperamos, especialmente, que nos informen sobre los problemas operativos que una máquina de 40 toneladas de peso y que avance ocho metros día, puede presentar en sus minas. De los fabricantes esperamos colaboración en los ensayos que pensamos realizar para probar que, en ciertas condiciones, la mayoría de las rocas del carbónífero asturiano y leonés pueden ser arrancados mediante máquinas de ataque puntual.

La realización de pruebas, especialmente con la máquina -- que hemos denominado ideal, pero también con las de tipo -- de la WEBSTER 2000 CL, nos parece muy conveniente, sobre todo en las minas de Asturias y León. Estas son las que más provecho pueden sacar de la máquina que recomendamos, y -- existe en ellas muy poca experiencia sobre el avance de galerías con máquinas de ataque puntual cuando el frente tiene un alto porcentaje de roca.

El control de los ensayos deberá ser muy riguroso, con objeto de obtener la máxima información posible. La caracterización geomecánica de las rocas y macizos rocosos deberá efectuarse por el método de V. ALEMAN (1982), que incluye los siguientes parámetros :

- . Resistencia a compresión simple de las rocas.
- . Abrasividad Cerchar de las rocas.
- . Microfisuración de las rocas.
- . R.Q.D. del macizo rocoso.

Aunque también convendría medir, para enlazar con la escuela austriaca, la resistencia a tracción, el porcentaje de granos de cuarzo en las rocas y el diámetro de éstos.

De los ensayos esperamos obtener datos, no sólomente sobre rendimientos de arranque de diversos tipos de rocas, sino también sobre posibles mejoras que puedan introducirse en las máquinas en relación con su adaptación a las condiciones de las minas españolas de carbón.

Los ensayos podrían efectuarse tanto en minas subterráneas como en minas a cielo abierto. Estas últimas, a pesar de ser menos representativas, tendrían la ventaja de facilitar las operaciones y no comprometer el futuro de las máquinas como consecuencia de problemas ajenos a ellas, que podrían aparecer más fácilmente durante pruebas en minas subterráneas. Los ensayos consistirían en abrir galerías de 50 a 100 m de longitud y 9 - 12 m² de sección en diferentes capas. Las máquinas para las pruebas podrían alquilarse con opción a compra, o llegar a acuerdos más ventajosos con los fabricantes en base a unos derechos sobre la tecnología que se adquiriera durante los ensayos y al posible mercado existente en España.

Ya que la STM-160 admite cabeza radial y axial sería conveniente probar en ella las dos cabezas, para poder compararlas frente a las rocas del Carbonífero, ya que ambas presentan ventajas e inconvenientes cuando el problema se plantea en términos generales.

La máquina ideal para las minas de carbón pensamos que no encontrará una gran utilización en ingeniería civil pues, excepto en las obras de saneamiento y conducción de aguas, en general, las secciones de los túneles son muy superiores a las óptimas para las máquinas elegidas.

En cuanto a las máquinas de tipo PK-3, no creemos que sea necesario realizar ensayos de arranque, aunque si podría ser interesante, si el mercado lo permite, construir este tipo de máquinas en España. De hecho, según nos han infor

mado, a las máquinas que se importan de Rusia nuestros mineros les efectúan unas reformas antes de meterlas en la mina. Creemos que, con poco esfuerzo, podría realizarse en nuestro país un prototipo, pues la tecnología necesaria existe ya en España. A este prototipo, que debería desarrollarse con la colaboración de un fabricante español, podría seguir la fabricación en serie. A parte de los problemas operacionales que pueden plantear las máquinas de ataque puntual, que deben ser estudiados en colaboración con los mineros, hay que señalar, que desconocemos en gran medida las características mecánicas de las rocas que se trata de arrancar. A este respecto, será necesario realizar una campaña de toma de muestras y ensayos de laboratorio para conocer realmente las propiedades mecánicas de las rocas, sin la cual no será posible saber hasta que punto las máquinas de ataque puntual puede resolver el problema de avance de galerías en las minas españolas.

En base a estos estudios de caracterización de las rocas y a los que se efectúen sobre la operatividad de los distintos tipos de máquinas a los que hemos aludido, que se efectuarán, como ya dijimos, en colaboración con los mineros, se determinarán una serie de zonas en el país. A cada una de estas zonas le corresponderá un tipo de máquina de ataque puntual, como opción más interesante, aunque esto suponga que se descarten totalmente los otros tipos de máquinas. Este estudio de identificación de zonas deberá realizarse simultáneamente con la preparación de las pruebas de máquinas, de forma que cada máquina se pruebe en minas en la zona para la que es más adecuada.

BIBLIOGRAFIA DEL PROYECTO

ALEMAN, V.P. (1982).- Characterisation of strata with particular reference to the performance of roadway drivage machines.- Thesis submitted to the University of Nottingham for the Degree of Doctor of Philosophy. May.

BARBARA STACK (1982).- Handbook of Mining and Tunnelling Machinery.- John Wiley & Sons. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.

BARTON, N (1974).- Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support.- Rock Mechanics, Springer Verlag, Vol. 6 pag. 189-236.

BIENIAWSKI, Z.T. (1973).- Engineering classification of jointed rock masses.- The Civil Engineer in South Africa, Dec. 335-343.

BLINDHEIM, O.T. (1979).- Drillability predictions on hard rock tunneling.- Tunnelling, London IMM, pag. 284-290.

DEERE, D.U. (1968).- Indexing rock for machine tunnelling rapid excavation problems and progress.- Proc. of the Tunnel and Shaft Conf. Minneapolis, May, pag 32-38.

ENADIMSA (1980).- Preparación de galerías en roca y carbón.- Comisión del P.E.N. Ministerio de Industria y Energía. Enero

EVANS, I y POMEROY, C.D. (1966).- The strength, fracture and workability of coal.- Pergamon Press, London 1966.

FARMER y otros (1979).- The role of geotechnical factors in the cutting performance of tunnelling machines in rocks.- IV Congress International on Rock Mechanics Montreux (Suiza) 1979.

FOWELL, R y PYECROFT, S (1980).- Rock mechinability, studies for the assessment of selective tunnel machine perfomance.- Procs 21 st VS Symp. Rock Mechs, May University of Missouri-Rolla.

GAYE, F (1965).- Methods of assesing rock cuttability.- CEE Report N^º 65 (1).

GEHRING, K (1978).- Moglichkeiten und wege dor gebirgsklassifikation beim vorfrieb mit teilschmittmaschinen.- Proceeding Geologische Voruntersuchugen im Tunnellay und Entwarf der Tunnel auskleidung Stabske Pleso, 1978.

GYSS, E.E y DAVIS, H.G. (1927).- The hardness and toughness of rocks.- Mining and Metallurgy June pp 261-266.

HANSAGI, I (1.974).- A method of determing the degree of fissuration of rock.- Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. vol. 11. pag. 379-368.

HARLEY, G.T. (1926).- Proposed ground classification for mining purposes.- Eng. and Mining Journal V 122, N^º 10 pp 366-372.

HURT K.G., MORRIS C.J. y Mac ANDREW K.M. (1981).- Designing road header cutting heads.- The Mining Engineer. Sept.

I.G.M.E. (1972).- Caracterización geomecánica de la cuenca hulle ra asturiana. Informe anual, Diciembre.

INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIAS DE EXTRACCION DE LIEJA (1.981).- Rapport Nationaux.- 7^a Conférence Internationale sur les pressions de terrains.

JOURDAN, R. (1981).- Les creusements de galeries des houilleres du Bassin de Lorraine.- Publications Techniques n^º 3.

LOUIS, C (1974).- Un ensayo para la definición del tipo de sostenimiento en los trabajos subterráneos en rocas.- 1^{er} Simposio nacional sobre túneles.- Madrid. Vol 1.

Mc FEAT-SMITH, I (1975).- The machineability of coal measure ~~rocks~~ with particular reference to the application of ripping and heading machine.- Univ. of Newcastle upon Tyne. Annual Report to NCB. Oct.

Mc FEAT y FOWELL (1977).- Correlation of rock properties and the cutting performance of tunnelling machines.- Proceeds of Conf. Rock Engineering. pag. 581-602.

Mc FEAT- SMITH, I (1977).- Rock property testing for the assessment of tunnelling machine performance .- Tunnels and Tunnelling, March.

Mc FEAT-SMITH, I (1978).- Effective and economic excavation by roadheaders.- Tunnels and Tunnelling, January.

MERRIT, A.H. (1972).- Geological predictions for underground excavations. North American rapid excavations and tunnelling conference. Chicago. Proceedings, Vol. 1, 115-132.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA (1981).- Optimización del sostenimiento en las galerías de las minas de hulla según las características geomecánicas de las rocas y de los factores de explotación. Informe anual del I.G.M.E.

N.C.B. (1977).- Cone Indentor.- MRDE Handbook S.

OSRURN, H.J. (1968).- Some considerations of the metallurgy of rock cutting tools.- M.Sc. Thesis, Newcastle upon Tyne.

PAONE y BRUCE (1963).- Drillability studies-diamond drilling.- US Bureau of Mines Rep. No 6324.

PROTODYAKONOV, MM (1962).- Mechanical properties and drillability of rocks. 5th Symposium on Rock Mech, Minnessota. Univ. pp -- 103-118.

ROXBOROUGH, F.F (1973).- Gutting rock with picks.- TIME. June. Vol. 132 pag. 445-452.

ROXBOROUGH, F.F y RISPIN, A. (1973).- A laboratory investigation into the application of picks for mechanized tunnel boring in -- the lower chalk.- TIME. Oct. Vol. 133 pp. 1-13.

ROXBOROUGH, F.F. y PHILIPS, H.R. (1975). Confidential Report to the TRRL.

ROXBOROUGH, F.F. y PHILIPS, H.R. (1975).- Experimental studies on the excavation of rock using picks.- Dept. of Mining Engin. - University of Newcastle, England.

ROXBOROUGH, F.F. y RISPIN, A (1975).- The mechanical cutting - - characteristics of the lower chalk.- Tunnels and Tunnelling Jan/ Feb., Vol. 5, N^o 1.

SCHIMAZER, J y KNUTZ, H (1970).- The influence of rock structure on the cutting speed and pick wear of heading.- Gluckauf. Vol.-- 106 19 March pag. 274-278.

SHEPHERD, R. (1952).- Drillability of rock in rotary drillings. Manual on rock blasting.- Vol. 1, sec. 6.2., pp 1-46.

SIEVERS, H (1952).- Methods of testing drillability of rocks.- - Manual on rock blasting Vol 1, sec. 6.2, pp 1-23.

SJOGREN, B (1979).- Seismic clasification of rock mass qualities. Geophysical prospecting.

SOCIEDAD INTERNACIONAL DE MECANICA DE ROCAS. (1978).- Suggested Methods for the quantitative, description of Discontinuities in rock masses.- Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. Vol 15. pag 319-368.

TERZAGHI, K (1946).- Forecast of pressure and working conditions in rock tunnels. Capítulo 5, pag. 87-99 de Rock Tunnelling and Steel Supports by Proctor and White. Pub the commercial shearing and stamping.

VALANTIN, A. y otros (1966).- Etude des pics des machines d'abattage. Revue de l'Industrie Minerale Oct..pag. 815-848.

VALANTIN (1974).- Examen des différents procédés classiques de détermination de la nocivité des roches VIS-a-VIS de l'abattage mécanique.- Industrie Minerale.- Mine, Nov.

VALANTIN, A. (1974).- Description des tests Cerchar "Dureté et abrasivité des roches".- Ann ITBTP N° 167, pag. 88-92.

VASEK, J. (1978).- Determining the output of an AM-50 Roadheader.- Glaukauf Forschungshafte 39 H.2, pp 45-50.

WHITE, C.G (1969).- A Rock drillability index.- Quarterly, Colorado School of Mines, Vol. 64, N° 2.

WCKHAM, G.E. TIEDEMANN, H.R., SKINNER, E.H. (1972).- Support determinations based on geological prediction. North American rapid excavation and tunneling conference. Chicago, Proceeding, - vol. 1, 43-64.

OTRAS REFERENCIAS IMPORTANTES

- BECKMANN, L. (1980).- Construcción de túneles y galerías subterráneas
Canteras y explotaciones 30 sept.
- BELUGOU, VALANTIN, GUILLON (1964).- Etude des pics des machines d'abat-
tages.- Revue de l'Industrie Minière. Octubre.
- BROKEN HILL Pty (1977).- Roof bolters designed for continuous miners -
provide close-to-face support in difficult roof conditions.- Coal Age,
May.
- BRYCH, J (1973).- Le classement des roches d'après leur destructibili-
té.- A. Mine Belgique, Mai.
- CELADA, B (1982).- Análisis de las ofertas actuales de minadores con-
tínuos que cubren las necesidades de la minería española en materia -
de avance de galerías.
- COURTECUISSÉ, M.- Adaptation des machines ponctuelle aux ouvrages de
genie civil.- Congreso de Niza sobre túneles.
- DANIIL ISAAKOWITSCH MALIOWANOW (1981).- Machine drivages in the coal
mines of the USSR.- Glückauf, February, No 4.
- EVANS, I (1965).- Te force required to cut coal with blunt wedges.-
International Journal of Rock Mechanics, Vol.2.
- EVANS, I (1972).- Line spacing of pics for effective cutting.- Inter-
national Journal of Rock Mechanics. Vol. 9.
- EVANS, I.- Efficacité relative de l'abattage de roches ou disque et
au pic.- Third Int. Congress Rock Mechanica.
- FIFE, W.E.- (1974).- Mining hard rock ores with a fined drum conti-
nous miner.- RETC - Proceedings, Vol. 1.
- GEHRING, H (1981).- Solution to problems with roadheader installation
in tunnelling projects.- RETC- Proceedings, Volume 2.

GERONIS ET HELMUT.- Etudes et conceptions du travail des outils.
Congreso de Niza.

GRANDA MARTOS, J.R.- Minadores en avance de túneles y galerías.-
Trabajo de 6º Curso, Ampliación de Laboreo.

HASS, SCHMID AND KNAPP (1980).- Im seam machine drivages at Saar-
bergwerke A.G.- Glückauf 116 No 8.

HERBERT OBERMAIER (1980).- Roadheader technology bites into the
'80 s.- Tunnels and Tnnelling, May.

HERMANN BOLDT MOERS (1982).- Development of, and first operatio-
nal experieence with a selective roadheader for drivages in stone
Glückauf, February. No 3

KENNY, P. and JOHNSON, J.N (1976).- Effect of wear on mineral --
cutting tools.- Colliery Guardian, Juin.

KOGELMANN W.J. (1979).- Los progresos más recientes en los siste
mas rápidos de excavación.- Conference on Mining Machinery, Aus-
tralia.

Los minadores continuos en túneles y minería.- Rocas y Minerales,
Abril 1981.

MALIOWANOV, D.I. (1981).- Machine drivages in the coalmines of -
the USSR.- Glückauf 117. No 4.

MC FEAT-SMITH, I. and FOWELL, R.J. (1979).- The selection and --
application of roadheaders for rock tunnelling.- Rapid Excavation
and Tunnelling Conference.- AIME.

MERTENS, V (1973).- Resultats obtenus dans le creusement entiere
ment mecanise des tracazes au moyen de machines à attaque ponc--
tuelle.- Journées d'information "Techniques de creusement". Lu--
xembourg, 28 at 29 novembre.

- MERTENS, V.- Mejora de las técnicas de corte en las máquinas de avance de galerías con corte selectivo.- Glückauf 20979.
- MERTENS, V.- Mechanised roadheading in German coalmining.- Glückauf 11711981 No 17.
- MERTENS, V (1981).- Mechanised heading at Bergbau 81.- Glückauf, Septiembre, no 18.
- MOERS, H.B. (1982).- Development of, and first operational experience with a selective roadheader for drivages in stone.- Glückauf 118 No 3.
- MORRIS, A. H. (1981).- New Developments in roadway drivage.- The mining engineer, May.
- MOUNIER, J. (1982).- Les machines de creusement de galeries à -- attaque ponctuelle à l'exposition de Düsseldorf (Bergbau 1981). RIM - Janvier.
- PAURAT, M.- Interdependance de la vitesse de coupe, de la profondeur de la coupe et de l'espacement des pics.- Congreso de Niza. Proc. of the Symposium on Min. Methods, Harrogate Yorks, Engl. - Oct. 30 - Nov. 1 (1974).- Publ. by Inst. of Mining Eng. London, England 1976, pág. 39-52.
- RAFFOUX ET AL (1979).- Recents développements dans l'approche géotechnique de l'abattage mécanisé en France.- 4º Simp. SIMR, Montreux.
- RAMOS GONZALEZ, S. RUIZ ALVAREZ, G. EDO TOMAS, J y GONZALEZ SUAREZ, J.- Minadores continuos en potasa.
- SCHENCK, G.H.K. (1974).- Mechanized rock excavation in mining.- RETC PROCEEDINGS. Vol. 1.

Sympos. on Rock Breaking. Equip and Tech, Melbourne, Aust, Nov. 1978. Publ. by Australia Inst. of Mining and Metall, Melbourne Brench, Parkville, Victoria, Aust, 1978 pág. 62-70, 51-60 y -- 79-86.

STRANGHAN, J (1977).- Roadway drivages and drilling in coal mines.- Colliery Guardian, March.

TREHARNE, G (1981).- Heavy duty roadheading machines.- Colliery Guardian, February.

Tunnelling by Machine Mining Magazine, June 1982.- Commission of the European Communities Technical Coal Research Continuous mining system-Store and store/coal Reading.- EUR. 6951.

UNGER, E. (1981).- Posibilidades de avance con máquinas de corte parcial y escudo de cucharillas.- Canteras y Explotaciones, Octubre

VALANTIN, A (1974).- Etude de la destruction de la roche, travail des pics. Les procede's modernes de construction des tunnels, Niza, Octubre.

VALANTIN, A. (1975).- Les machines à attaque ponctuelle utilisées dans les houillères.- Industrie Minérale, Mai.

VAN DUYSE, H (1973).- Creusement entierement mecanisé des tracas au moyen des machines á attaque ponctielle, C.C.E.- Techniques de creusement dans les charbonnages, Luxembourg.

WARNER; E. M. (1970).- Machine cutting element design.- Mining Congress Journal, Agost.

WERNER MENZEL and VOERDE, P.F. (1981).- Selective roadheading -- machines with longitudinal and transverse cutting heads.- Glückauf N^o 5.