

CAPITULO IX

9.- ASPECTOS DE LA MINERIA PERUANA

En este capítulo se presenta cuadros de las Propiedades físico-mecánicas de rocas y minerales, de minas subterráneas y superficiales representativas de nuestra minería peruana, considerando en algunos casos obras civiles de importancia, con la finalidad de correlacionar estas propiedades, para determinar rangos de resistencia y de calidad de roca existente en nuestro país.

9.1.- MODELO GEOMECANICO

Se realizó el acopio de información de campo, consistente en la aplicación del sistema de información geomecánica, mediante el levantamiento litológico-estructural, en labores mineras subterráneas existentes, ensayos in-situ de resistencia, acopio de muestras rocosas; estas informaciones de campo, fueron complementados con trabajos de investigación de laboratorio y gabinete, como los ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de las rocas involucradas con el área de evaluación; considerando los estándares del ISRM, en un total de 5 ensayos por muestra y la revisión de la información geológica estructural. Para determinar la calidad del macizo rocoso mediante las clasificaciones geomecánicas.

Es necesario remarcar que en algunos casos se presentan promedios de estas propiedades físico-mecánicas y solamente resultados de los ensayos de laboratorio.

9.2.- MINA RAURA

La **Mina Raura** se encuentra ubicada en el Departamento de Huanuco, Provincia de Lauricocha y Distrito de San Miguel de Cauri y es accesible a través de la carretera Lima-Huacho-Oyon-Raura y/o Lima-Rio Seco-Oyon-Raura de 303 Km., siendo su altitud, variable desde 4300 a 4800 m.s.n.m.

Cuadro N° 34
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a. KN/m ³	Densidad gr/cm ³	P.a. %	Absorción %
Skarn	32.67	3.33	3.99	1.22
Mármol	26.98	2.75	0.96	0.36
Skarn (*)	32.32	3.29	3.41	1.05
Caliza	26.68	2.72	0.47	0.17
Mineral (**)	29.86	3.02	3.12	1.02

- (*) Skarn Granatítico
 (**) Mineral (Zn, Pb, Pirita)

Cuadro N° 35

Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	Constantes	Elasticas	Corte Directo	
		"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" °
Skarn	508.31	1.43 x 10 ⁵	0.15	....	....
Mármol	492.10	0.91 x 10 ⁵	0.18	....	....
Skarn (*)	651.87	1.40 x 10 ⁵	0.35	0.27	30.7
Caliza	522.70	0.89 x 10 ⁵	0.22	....	....
Mineral (**)	360.17	....	....	....	....

- (*) Skarn Granatítico
 (**) Mineral (Zn, Pb, Pirita)

9.3.- MINA QUIRUVILCA

La Mina Quiruvilca, políticamente pertenece al Distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad. Geológicamente se encuentra en el Cuadrángulo de Santiago de Chuco y la parte Sur de cuadrángulo de Cajabamba.

Su altitud varía entre los 3500 a 4050 m.s.n.m., su clima es de templado a frío cuyas variaciones de temperatura van en promedio de 3° a 13°C., el acceso a la mina se realiza por medio de una carretera afirmada desde Trujillo-Shorey-Quiruvilca de 131 Km.

Cuadro N° 36

Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	MUESTRA	Densidad gr/cm ³	P.a. %	Absorción %	P.E.a. KN/m ³
Andesita	M - 1	2.67	2.00	0.80	25.98
	M - 2	2.61	5.40	2.10	25.53
	M - 3	2.65	7.80	3.00	25.76
	M - 4	2.69	7.00	2.60	26.30
	M - 5	2.65	2.70	1.00	26.00
Mineral	M - 6	2.52	1.00	1.00	24.73

Cuadro N° 37

Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	MUESTRA	dc Kg/cm ²	dt Kg/cm ²	Compresión Triaxial		Constantes Elásticas	
				"So" Kg/cm ²	"Fi" °	"E" Kg/cm ²	"?"
Andesita	M - 1	876.56	81.63	153	46.5	1.65 x 10 ⁵	0.24
	M - 2	1318.52	130.55	246	49.8	2.03 x 10 ⁵	....
	M - 3	883.75	38.71	....	....	....	....
	M - 4	398.05	123.37	80	42	1.22 x 10 ⁵	....
	M - 5	1336.02	....	229	48.1	1.56 x 10 ⁵	0.16
Mineral	M - 6	340.09	....	....	....	....	....

9.4.- MINA RAUL

La Mina Raúl políticamente pertenece al Distrito de Mala, Provincia de Lima, Departamento de Lima, Geológicamente se encuentra en el Cuadrángulo de Mala. En los cuadrángulos Norte 1527 y Este 15288.

Su altitud varía entre los 250 a 540 m.s.n.m., su clima es de cálido a templado cuyas variaciones de temperatura van en promedio de 15° a 22°C., el acceso a la mina se realiza por medio de la Panamericana Sur. Desde la Ciudad de Lima, capital del Perú.

Cuadro N° 38

Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a. KN/m ³	Densidad gr/cm ³	P.a. %
Andesita	28.55	2.91	0.87
Andesita	28.04	2.85	0.61

Cuadro N° 39
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	dt Kg/cm ²	Compresión Triaxial		Corte Directo
			"So" Kg/cm ²	"Fi" °	"Fi" °
Andesita	1704.7	163.86	306.75	48	31 - 34
Andesita	2033.1	177.22	336.65	51	31 - 33

9.5.- MINA ISCAYCRUZ

La Mina Iscaycruz se ubica en el Distrito de Pachangara, Provincia de Oyòn, Departamento de Lima, a una altitud de 4700 msnm. Inició sus operaciones en 1996, con la explotación subterránea de la mina Limpe centro. Actualmente tiene dos minas más en explotación: las minas Chupa (Subterránea) y Tinyag (Cielo Abierto)

Cuadro N° 40
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorcion %
Caliza	25.00	4.62	1.81
Arenisca	25.38	0.93	0.36
Cuarcita	25.91	2.04	0.78
Pirita	42.77	3.24	0.74
Mineral-Zn	36.30	4.45	1.21

Cuadro N° 41
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	Constantes Elásticas		dt Kg/cm ²	R (Rebote)
	"E" Kg/cm ²	"?"		
Caliza	2.13 x 10 ⁵	0.25	61.79	....
Arenisca	2.85 x 10 ⁵	0.19	15.90	....
Cuarcita	2.59 x 10 ⁵	0.24	84.50	....
Pirita	1.44 x 10 ⁵	0.28	30.71	....
Mineral Zn	3.12 x 10 ⁵	0.22	52.55	17.56

9.6.- MINA PIERINA

La Mina Pierina, esta ubicado en el Distrito de Jangas, Provincia de Huaraz, departamento de Ancash, las coordenadas que indican su ubicación dentro de la zona de derechos superficiales son las siguientes:

N 8948700 - 8956500

E 211300 - 218000

El acceso a la mina es por la carretera hacia el Callejón de Huaylash hasta el distrito de Jangas, aproximadamente a 36 kms. de Huaraz.

Cuadro N° 42
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	Densidad gr/cm ³	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorción %
Cuarzo Alunita	2.27	22.31	5.21	2.29
Vuggy Silica	1.95	19.16	5.96	2.91
Argilica	1.92	18.87	24.84	12.60
Steam Head	2.14	21.02	11.70	5.31

Fuente: Laboratorio de mecánica de rocas – UNI

Cuadro N° 43
Propiedades mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	dt Kg/cm ²	Constantes Elásticas		Corte Directo	
			“E” Kg/cm ²	“?”	“C” Kg/cm ²	“Fi” ⁰
Cuarzo Alunita	1138.30	95.10	2.021 x 10 ⁵	0.25	1.00	31.94
Vuggy Silica	738.70	87.10	1.206 x 10 ⁵	0.28	0.7	28.98
Argilica	686.10	13.70	0.319 x 10 ⁵	0.32	0.3	28.90
Steam Head	250.60	23.20	0.702 x 10 ⁵	0.28	1.1	30.29

Fuente: Laboratorio de Mecánica de rocas - UNI

9.7.- MINA SAN NICOLAS

La Mina San Nicolás esta ubicado en la Provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca.

Cuadro N° 44
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	Densidad gr/cm ³	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorción %
Caliza	2.67	26.21	1.58	0.59
Mineral	3.21	31.56	4.71	1.46

**Cuadro N° 45
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	Constantes	Elásticas	dc Kg/cm ²
	“E” Kg/cm ²	“?”	
Caliza	1.04 x 10 ⁵	0.28	619.25
Mineral	2.13 x 10 ⁵	0.26	1409.87

9.8.- CEMENTOS NORTE PACASMAYO

Mina a cielo abierto, ubicado en el Departamento de la Libertad, Provincia de Pacasmayo, distrito de tembladera.

**Cuadro N° 46
Propiedades Físicas**

TIPO DE ROCA	Densidad gr/cm ³	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorción %
Caliza	2.65	26.01	0.99	0.37

**Cuadro N° 47
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	Is Kg/cm ²	Constantes Elásticas		dt Kg/cm ²
		“E” Kg/cm ²	“?”	
Caliza	78.66	1.31 x 10 ⁵	0.16	68.48

9.9.- TUNEL KOVIRE

Obra civil ubicado en el Departamento de Tacna.

**Cuadro N° 48
Propiedades Físicas**

TIPO DE ROCA	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorción %
Granodiorita	24.11	6.96	2.83

**Cuadro N° 49
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	Is Kg/cm ²	dc Kg/cm ²	dt Kg/cm ²	Constantes Elásticas		Corte Directo	
				"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" ⁰
Granodiorita	79.40	885.89	84.53	0.76 x 10 ⁵	0.27	0.80	35.10

9.10.- TUNEL DE CARHUAQUERO

Obra civil ubicado en el Departamento de Cajamarca.

**Cuadro N° 50
Propiedades Físicas**

TIPO DE ROCA	P.E.a. KN/m ³	P.a. %	Absorción %
Granodiorita	20.34	5.24	1.89

**Cuadro N° 51
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	Constantes Elásticas		dt Kg/cm ²
		"E" Kg/cm ²	"?"	
Granodiorita	563.74	0.65 x 10 ⁵	0.13	56.4

9.11.- OLEODUCTO NOR PERUANO

Muestras procedentes, del tramo del Km 548, del Oleoducto Nor Peruano, que recorre los en los Departamentos de Piura, Cajamarca y Amazonas,

**Cuadro N° 52
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	Corte Directo	
		"C" Kg/cm ²	"Fi" ⁰
Caliza	579.69	0.60	32.20
Lutita	169.10	0.12	21.95

9.12.- IRRIGACIÓN DE LUNAHUANA

Este proyecto es un canal de irrigación ubicado en Lunahuana, en la Provincia de Chincha , Departamento de Ica.

Cuadro N° 53
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	Corte Directo "Fr" ⁰
Andesita	2759.81	32
Granito	2548.43	26

9.13.- PROYECTO CHAVIMOCHIC

El proyecto de Irrigación de Chavimochic comprende tres etapas:

Primera Etapa : comprende desde la captación (bocatoma) Valle del Chao hasta el valle de Virú.

Segunda Etapa: comprende desde el Valle de Virú hasta el Valle de Moche.

Tercera Etapa : desde el Valle de Moche hasta el valle de Chicama.

Las obras de la primera etapa contractualmente se han dividido a su vez en dos tramos o paquetes, El paquete "A" y el paquete "B".

Cuadro N° 54
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ³	%	%
Granodiorita	26.00	2.65	0.72	0.27

Cuadro N° 55
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc	Constantes Elast.		Corte Directo		dt	Is
	Kg/cm ²	"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" ⁰	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Granodiorita	812.20	0.75x10 ⁵	0.15	2.00	47	84.30	89.20

9.14.- MINA COLQUIJIRCA

El Yacimiento Minero de Colquijirca se encuentra ubicado en el pueblo del mismo nombre, Distrito de Tinyahuarco, provincia y departamento de Pasco, a una elevación de 4,200 a 4,400 msnm.

En línea recta esta a 8 Km. Al sur de la Ciudad de Cerro de Pasco y a 175 Km. A NE de la Ciudad de Lima.

Cuadro N° 56
Propiedades Mecánicas

Muestra	Tipo de Roca	Is Kg/cm
M - 1	Caliza fuertemente silicificada con hematita, pirita y galena.	86.00
M - 2	Caliza margosa color verde con venillas de calcita.	3.86
M - 3	Dolomita, venillas de cuarzo.	44.43
M - 4	Marga calcárea grisáceo.	2.99
M - 5	Caliza moderadamente limonitizada con calcita.	17.54
M - 6	Caliza con calcita, fracturada.	4.92
M - 7	Caliza gris con chert.	60.54
M - 8	Marga arcillosa grisáceo.	3.08

9.15.- MINA CASAPALCA

La Mina Casapalca, se encuentra en el Distrito de Chicla, provincia de Huarochiri, Departamento de Lima, localizada en la zona central, flanco occidental de la Cordillera de los Andes, a una altitud de 4200 msnm. Y a una distancia de 122 Km. de la Ciudad de Lima, sobre la carretera Central del Perú.

Cuadro N° 57
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E:a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ³	%	%
Dacita Porfiritica	26.36	2.69	3.94	1.47
Brecha	26.57	2.70	1.15	0.42
Conglomerado	26.31	2.68	1.23	0.46

**Cuadro N° 58
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	dc	Constantes Elásticas		Corte Directo		dt
	Kg/cm ²	"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" °	Kg/cm ²
Dacita Porfírica	118.89	1.412x10 ⁵	0.23	2.11	55	8.46
Brecha	135.65	1.380x10 ⁵	0.26	1.97	56	10.12
Conglomerado	191.74	2.113x10 ⁵	0.29	2.94	57	8.95

9.16.- MINA SAN VICENTE

La Mina San Vicente, cuya razón social es San Ignacio de Morococha, se encuentra ubicado en el Valle de Chanchamayo, Provincia de la Merced, Distrito de Vitoc, Departamento de Junín. Accesible desde la Ciudad de Lima por la vía que une con la Ciudad de Tarma.

**Cuadro N° 59
Propiedades Físicas**

TIPO DE ROCA	P.E.a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ³	%	%
Dolomita	25.90	2.64	0.60	0.22

**Cuadro N° 60
Propiedades Mecánicas**

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²
Dolomita	618.84

9.17.- MINA HUANZALA

La Mina Huanzala, se encuentra ubicada en el Distrito de Huallanca, Provincia de Dos de Mayo, Departamento de Huanuco, su comunicación con la red vial nacional es de la siguiente forma:

Lima - Pativilca..... 203 Km. (asfaltado).
 Pativilca – Desvío Conococha..... 140 Km. (asfaltado).
 Desvío Conococha – Mina Huanzala..... 65 Km. (asfaltado).

Cuadro N° 61
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ³	%	%
Caliza Negra	26.20	2.67	4.72	1.76
Mineral	40.22	4.10	2.45	0.60

Cuadro N° 62
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²
Caliza Negra	1654.84
Mineral	2135.98

9.18.- HIDROELECTRICA MACHUPICHU

Hidroeléctrica ubicada en la Provincia de Quillabamba, Departamento del Cuzco.

Cuadro N° 63
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²
Granito	1116.02
Filita	469.15

9.19.- PRESA LAGUNILLAS

La Presa Lagunillas, se encuentra ubicado en el Departamento de Puno, el Proyecto Especial REHATI – INAF, estuvo a cargo del Ministerio de Agricultura.

Cuadro N° 64
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc	Constantes Elásticas		Corte Directo	
	Kg/cm ²	"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" °
Andesita	614.31	2.17x10 ⁵	0.21	1.096	32.36

9.20.- MINA SAN MIGUEL

La **Mina San Miguel** se encuentra ubicado, en la Provincia de Cerro de Pasco, en el Departamento de Pasco. Caracterizada por ser pequeña minería.

Cuadro N° 65
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dt Kg/cm ²	Constantes Elásticas		Corte Directo	
		"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" °
Caliza	109.95	2.81x10 ⁵	0.15	0.80	31.50

9.21.- MINA JUANITA

La **Mina Juanita**, de la ex razón social Perubar S.A., hoy perteneciente al centro tecnológico Minero – CETEMIN, se encuentra ubicado en la zona de Corcona, del Distrito de Santa cruz de Cocachacra, Provincia de Huarochiri, departamento de Lima, a una elevación promedio de 1250 msnm., a la altura del Km. 49 de la carretera central.

Cuadro N° 66
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E:a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ³	%	%
Andesitas	26.48	2.73	0.49	0.18
Mineral masivo	39.54	4.03	0.58	0.15
Mineral Diseminado	29.61	2.92	0.72	0.25
Doleritas y Porfidos	26.93	2.74	0.52	0.18

Cuadro N° 67
Propiedades Mecánicas

TIPO DE ROCA	dc Kg/cm ²	Constantes Elásticas		Corte Directo		dt Kg/cm ²
		"E" Kg/cm ²	"?"	"C" Kg/cm ²	"Fi" °	
Andesitas	1320.6	4.60x10 ⁵	0.35	2.20	54	140.5
Mineral Masivo	404.1	1.66x10 ⁵	0.48	0.9	49	60.3
Mineral Diseminado	719.0	2.21x10 ⁵	0.40	....	....	103.4
Doleritas y Porfidos	1778.3	6.53x10 ⁵	0.35	2.23	57	115.2

9.22.- MINA CERRO DE PASCO

El Yacimiento de Cerro de Pasco, perteneciente a la Compañía Minera Volcan S.A., esta situado en la Provincia de Cerro de Pasco y Departamento de Pasco, en los Distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha, con una altitud Promedio de 4340 msnm.

La mina esta ubicada sobre el flanco Occidental de la Cordillera central del Perú, en la zona 18 con Coordenadas UTM:

E 3623530

N 8818845

El acceso de Lima a Cerro de Pasco es a través de la Carretera Central que se conecta con la Oroya. Existiendo también una ruta conexas a través de Canta aproximadamente de 410 Km., hasta Cerro de Pasco.

Cuadro N° 68
Propiedades Físicas

TIPO DE ROCA	P.E.a.	Densidad	P.a.	Absorción
	KN/m ³	gr/cm ²	%	%
Aglomerado Volcánico	24.57	2.50	5.47	2.18
Caliza	26.13	2.66	2.39	0.90

Cuadro N° 69
Propiedades mecánicas

TIPO DE ROCA	dc
	Kg/cm ²
Aglomerado Volcánico	599.75
Caliza	1611.44

En el **Cuadro N° 70** y **Cuadro N° 71**, se presenta las propiedades Físico-Mecánicas del Macizo rocoso de las Minas de Raura y de la Mina el Gigante de la División Norte de la Compañía Minera Marsa, considerando cada uno de los datos iniciales de campo y gabinete:

- Ubicación de la muestra rocosa y/o mineral.
- Tipo de roca y/o mineral.
- Índice de Calidad Tunelera "Q".
- El RMR de Bieniawski.
- La Resistencia Compresiva de la roca intacta.
- Las constantes m, s, A y B.

Para luego con estos parámetros cuantificar las Propiedades Fisico-Mecánicas del Macizo Rocos.