

**ANEXO E**

**RELACIÓN DEL NATM CON EL PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN  
Geoconsult, 2000**

## RELACIÓN DEL NATM CON EL PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN Geoconsult ,2000

TIPO DE DEFORMACION	TIPO DE MACIZO ROCOSO		r(p)/r	COMPORTAMIENTO DEL MACIZO ROCOSO
Elástico. No hay esfuerzos relacionados al efecto de la falla	Estable	A1	(±)1	Rápida disminución de las deformaciones, sin spalling
	Desprendimientos	A2		Rápida disminución de las deformaciones, algunas discontinuidades son controladas con spalling
Friable. Los niveles de esfuerzos en las paredes del túnel alcanzando la resistencia teórica del macizo rocoso	Friable	B1	1,0-1,2	Rápidamente disminuyen las deformaciones. Las discontinuidades controlan el decremento de la resistencia del macizo rocoso. Las operaciones de voladura conducen a la pérdida del macizo rocoso y a la falla de bloques en clave y hastiales
Muy friable. Los esfuerzos a lo largo de las paredes del túnel exceden la resistencia teórica del macizo rocoso	Muy Friable	B2	1,2-1,5	Disminuyen rápidamente las deformaciones, control por discontinuidades, baja resistencia del macizo rocoso, bajo en trabamiento de bloques y alta movilidad en el macizo; las operaciones de voladura conducen a una rápida y profunda pérdida de la calidad del macizo y la caída de bloques donde no está soportado
	Rodamiento	B3	-	Insuficiente estabilidad en la excavación incluso para pequeños cruces, produciéndose flujo del material rocoso, presentándose inestabilidad debido a la falta de cohesión y entramamiento de bloques
Explosión de roca	Explosión de roca	c1	-	Falla por explosión de roca mediante la liberación repentina de energía
Fluencia. Los niveles de esfuerzo entre el macizo rocoso y los alrededores del túnel exceden la resistencia del macizo	Fluencia	C2	1,5-2,5	Lenta disminución de las deformaciones, desarrollos de zonas de falla y zonas plásticas en macizos plásticos y cohesivos
Altos niveles de fluencia. Los niveles de esfuerzos exceden de manera considerable la resistencia del macizo, se alcanza una falla profunda en el macizo que le rodea	Altos niveles de fluencia	C3	>2,5	las deformaciones comienzan rápidas y altas y disminuyen lentamente, se desarrollan zonas de falla y zonas plásticas en macizo plásticos y cohesivos
Flujo (material incompetente + agua)	Flujo	C4	-	Muy baja cohesión y fricción, material ligero y plástico. Flujo en el túnel incluso en pequeñas zonas no soportadas
Expansión	Expansión	c5	-	Macizo rocoso con considerable contenido de minerales con incremento del volumen con la absorción de agua (por ejemplo: arcillas expansivas, sales y anhidrita)

r(p)/r = Radio plástico/radio del túnel