

Verificación Técnica

Servicios u Obras de Infraestructura

Título: Cálculo Hidráulico del Canal Derivador

Mina Cerro Moro

Deseado - Santa Cruz - Argentina

Revisión	Autor		Revisado		Aprobado		Observaciones
	Nombre	Fecha	Nombre	Fecha	Nombre	Fecha	
1	WAM	01/05/2023	WAM	05/05/2023	WAM	07/05/2023	

1 INTRODUCCIÓN

A solicitud del departamento de Planificación de Mina, se procede a elaborar y diseñar un sistema derivador de cauce de escorrentía; en el sector donde se emplazará la explotación del open pit Naty.

La operación tiene una vida útil planificada, en función del modelo de bloque actual de 3 años. Se describen las consideraciones aceptadas y se desarrollan los cálculos pertinentes, para dos secciones tipo a utilizar como canal derivador/perimetral de la infraestructura del pit a cielo abierto Naty.

Para ambos diseños, se adopta un caudal de recurrencia 10 años igual a $4.16\text{m}^3/\text{s}$; valor extraído de: Adenda 3ra AIIA Explotación Mina Cerro Moro: explotación Naty.

2 SECCIÓN CON PRESENCIA DE TECHO DE ROCA CERCA DE LA SUPERFICIE

Para el terreno que se encuentre en presencia de techo de roca cerca de la superficie, se adopta un canal de sección trapezoidal, poco profundo, de considerable sección en el fondo; con fondo y laterales sin revestir, compactados.

La adopción de justifica para evitar entrar en contacto con roca durante la excavación, lo cual generará un mayor impacto.

Fórmula de Manning

$$Q = (1/\eta) \times A \times (R_H)^{2/3} \times (i)^{1/2}$$

$$Q = U \times A$$

Q =	4,16	m ³ /s	recurrencia 10 años
i =	0,005	0,5%	
b =	3,50	m	
H =	1,5		
V =	1		
η =	0,027	Coef. de rugosidad de Manning para terreno natural con poca vegetación	
g =	9,81	m/s ²	

$B = b + 2zt$ Lado "mojado" superior del trapecio (pelo de agua)
 $A = (b + zt)t$ Área
 $R_H = A / \chi$ Radio Hidráulico
 $\chi = b + 2[t^2 + (zt)^2]^{1/2}$ Perímetro Mojado
 $z = H / V$ Relación de pendiente del talud
 $U = C \times (R_H \times i)^{1/2}$ Velocidad
 $C = (R_H)^{1/6} / \eta$ Coeficiente de Chezy
 $Fr = U / (g \times D)^{1/2}$ Número de Froude
 $D = A / B$

$t = ?$ m (tirante hidráulico)
 $r = 0,30$ m (revancha para $0,5 < Q < 10$ y $Fr > 0,5$)
 $h = r + t$ m

t	B	A	χ	R_H	D	C	U	Fr	Q real	Diferencia
[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m]		[m/s]		[m ³ /s]	
0,05	3,65	0,18	3,68	0,05	0,05	22,37	0,35	0,50	0,06	4,1
0,10	3,80	0,37	3,86	0,09	0,10	25,00	0,54	0,56	0,20	4,0
0,15	3,95	0,56	4,04	0,14	0,14	26,63	0,70	0,59	0,39	3,8
0,20	4,10	0,76	4,22	0,18	0,19	27,83	0,84	0,62	0,63	3,5
0,25	4,25	0,97	4,40	0,22	0,23	28,78	0,95	0,64	0,92	3,2
0,30	4,40	1,19	4,58	0,26	0,27	29,56	1,06	0,65	1,26	2,9
0,35	4,55	1,41	4,76	0,30	0,31	30,23	1,16	0,67	1,64	2,5
0,40	4,70	1,64	4,94	0,33	0,35	30,82	1,26	0,68	2,06	2,1
0,45	4,85	1,88	5,12	0,37	0,39	31,34	1,34	0,69	2,52	1,6
0,50	5,00	2,13	5,30	0,40	0,43	31,80	1,42	0,70	3,02	1,1
0,55	5,15	2,38	5,48	0,43	0,46	32,22	1,50	0,71	3,57	0,6
0,60	5,30	2,64	5,66	0,47	0,50	32,61	1,57	0,71	4,16	0,0
0,65	5,45	2,91	5,84	0,50	0,53	32,97	1,64	0,72	4,78	-0,6

0,70	5,60	3,19	6,02	0,53	0,57	33,30	1,71	0,73	5,45	-1,3
0,75	5,75	3,47	6,20	0,56	0,60	33,62	1,78	0,73	6,17	-2,0
0,80	5,90	3,76	6,38	0,59	0,64	33,91	1,84	0,74	6,92	-2,8
0,85	6,05	4,06	6,56	0,62	0,67	34,18	1,90	0,74	7,71	-3,6
0,90	6,20	4,37	6,74	0,65	0,70	34,45	1,96	0,75	8,55	-4,4
0,95	6,35	4,68	6,93	0,68	0,74	34,69	2,02	0,75	9,43	-5,3
1,00	6,50	5,00	7,11	0,70	0,77	34,93	2,07	0,75	10,36	-6,2
1,05	6,65	5,33	7,29	0,73	0,80	35,16	2,13	0,76	11,33	-7,2
1,10	6,80	5,67	7,47	0,76	0,83	35,37	2,18	0,76	12,34	-8,2
1,15	6,95	6,01	7,65	0,79	0,86	35,58	2,23	0,77	13,40	-9,2
1,20	7,10	6,36	7,83	0,81	0,90	35,78	2,28	0,77	14,50	-10,3
1,25	7,25	6,72	8,01	0,84	0,93	35,97	2,33	0,77	15,65	-11,5
1,30	7,40	7,09	8,19	0,87	0,96	36,16	2,38	0,78	16,85	-12,7
1,35	7,55	7,46	8,37	0,89	0,99	36,33	2,43	0,78	18,09	-13,9
1,40	7,70	7,84	8,55	0,92	1,02	36,51	2,47	0,78	19,38	-15,2
1,45	7,85	8,23	8,73	0,94	1,05	36,68	2,52	0,79	20,72	-16,6
1,50	8,00	8,63	8,91	0,97	1,08	36,84	2,56	0,79	22,11	-17,9
1,55	8,15	9,03	9,09	0,99	1,11	37,00	2,61	0,79	23,54	-19,4
1,60	8,30	9,44	9,27	1,02	1,14	37,15	2,65	0,79	25,03	-20,9
1,65	8,45	9,86	9,45	1,04	1,17	37,30	2,69	0,80	26,56	-22,4
1,70	8,60	10,29	9,63	1,07	1,20	37,45	2,74	0,80	28,14	-24,0
1,75	8,75	10,72	9,81	1,09	1,23	37,59	2,78	0,80	29,78	-25,6
1,80	8,90	11,16	9,99	1,12	1,25	37,73	2,82	0,80	31,47	-27,3
1,85	9,05	11,61	10,17	1,14	1,28	37,86	2,86	0,81	33,21	-29,0
1,90	9,20	12,07	10,35	1,17	1,31	38,00	2,90	0,81	35,00	-30,8
1,95	9,35	12,53	10,53	1,19	1,34	38,13	2,94	0,81	36,84	-32,7
2,00	9,50	13,00	10,71	1,21	1,37	38,25	2,98	0,81	38,74	-34,6

En función de lo expuesto se adopta una altura de tirante $t = 0,60\text{m}$ con una revancha igual al $0,3\text{m}$ lo cual da una altura total de canal $h = 0,90\text{m}$.

3 SECCIÓN SIN PRESENCIA DE TECHO DE ROCA CERCA DE LA SUPERFICIE

Donde el terreno no se encuentre con presencia de techo de roca cerca de la superficie, se adopta un canal de sección trapezoidal de mayor profundidad, y laterales sin revestir, compactados.

Se evita mayor afectación superficial y se gana en seguridad hidráulica, al optar por un canal de mayor profundidad.

Fórmula de Manning

$$Q = (1/\eta) \times A \times (R_H)^{2/3} \times (i)^{1/2}$$

$$Q = U \times A$$

Q =	4,16 m ³ /s	recurrencia 10 años
i =	0,005	0,5%
b =	1,00 m	
H =	2	
V =	1	
η =	0,027	Coef. de rugosidad de Manning para terreno natural con poca vegetación
g =	9,81 m/s ²	

B = b + 2zt	Lado "mojado" superior del trapecio (pelo de agua)
A = (b + zt)t	Área
R_H = A / χ	Radio Hidráulico
χ = b + 2[t² + (zt)²]^{1/2}	Perímetro Mojado
z = H / V	Relación de pendiente del talud
U = C x (R_H x i)^{1/2}	Velocidad
C = (R_H)^{1/6} / η	Coeficiente de Chezy
Fr = U / (g x D)^{1/2}	Número de Froude
D = A / B	

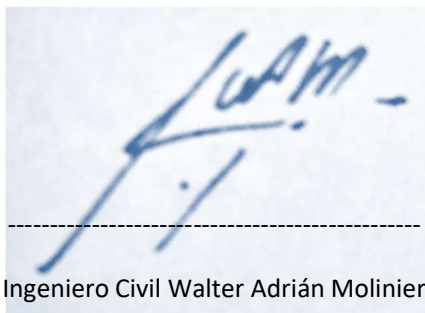
t =	?	m (tirante hidráulico)
r =	0,30	m (revancha para 0,5 < Q < 10 y Fr > 0,5)
h = r + t		m

t	B	A	χ	R_H	D	C	U	Fr	Q real	Diferencia
[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m]		[m/s]		[m ³ /s]	
0,05	1,20	0,06	1,22	0,04	0,05	22,08	0,33	0,49	0,02	4,1
0,10	1,40	0,12	1,45	0,08	0,09	24,46	0,50	0,54	0,06	4,1
0,15	1,60	0,20	1,67	0,12	0,12	25,89	0,63	0,57	0,12	4,0
0,20	1,80	0,28	1,89	0,15	0,16	26,93	0,73	0,59	0,20	4,0
0,25	2,00	0,38	2,12	0,18	0,19	27,75	0,83	0,61	0,31	3,9
0,30	2,20	0,48	2,34	0,20	0,22	28,44	0,91	0,62	0,44	3,7
0,35	2,40	0,60	2,57	0,23	0,25	29,03	0,99	0,63	0,59	3,6
0,40	2,60	0,72	2,79	0,26	0,28	29,55	1,06	0,64	0,76	3,4
0,45	2,80	0,86	3,01	0,28	0,31	30,02	1,13	0,65	0,97	3,2
0,50	3,00	1,00	3,24	0,31	0,33	30,45	1,20	0,66	1,20	3,0
0,55	3,20	1,16	3,46	0,33	0,36	30,85	1,26	0,67	1,46	2,7
0,60	3,40	1,32	3,68	0,36	0,39	31,21	1,32	0,68	1,74	2,4
0,65	3,60	1,50	3,91	0,38	0,42	31,56	1,38	0,68	2,06	2,1
0,70	3,80	1,68	4,13	0,41	0,44	31,88	1,44	0,69	2,42	1,7
0,75	4,00	1,88	4,35	0,43	0,47	32,18	1,49	0,70	2,80	1,4
0,80	4,20	2,08	4,58	0,45	0,50	32,47	1,55	0,70	3,22	0,9
0,85	4,40	2,30	4,80	0,48	0,52	32,75	1,60	0,71	3,67	0,5
0,90	4,60	2,52	5,02	0,50	0,55	33,01	1,65	0,71	4,17	0,0
0,95	4,80	2,76	5,25	0,52	0,57	33,26	1,70	0,72	4,69	-0,5
1,00	5,00	3,00	5,47	0,55	0,60	33,51	1,75	0,72	5,26	-1,1
1,05	5,20	3,26	5,70	0,57	0,63	33,74	1,80	0,73	5,87	-1,7
1,10	5,40	3,52	5,92	0,59	0,65	33,96	1,85	0,73	6,52	-2,4
1,15	5,60	3,80	6,14	0,62	0,68	34,18	1,90	0,74	7,21	-3,0
1,20	5,80	4,08	6,37	0,64	0,70	34,39	1,95	0,74	7,94	-3,8
1,25	6,00	4,38	6,59	0,66	0,73	34,59	1,99	0,75	8,72	-4,6
1,30	6,20	4,68	6,81	0,69	0,75	34,79	2,04	0,75	9,54	-5,4
1,35	6,40	5,00	7,04	0,71	0,78	34,98	2,08	0,75	10,41	-6,2
1,40	6,60	5,32	7,26	0,73	0,81	35,17	2,13	0,76	11,32	-7,2
1,45	6,80	5,66	7,48	0,76	0,83	35,35	2,17	0,76	12,29	-8,1
1,50	7,00	6,00	7,71	0,78	0,86	35,52	2,22	0,76	13,30	-9,1

1,55	7,20	6,36	7,93	0,80	0,88	35,69	2,26	0,77	14,36	-10,2
1,60	7,40	6,72	8,16	0,82	0,91	35,86	2,30	0,77	15,47	-11,3
1,65	7,60	7,10	8,38	0,85	0,93	36,02	2,34	0,77	16,63	-12,5
1,70	7,80	7,48	8,60	0,87	0,96	36,18	2,39	0,78	17,85	-13,7
1,75	8,00	7,88	8,83	0,89	0,98	36,34	2,43	0,78	19,11	-15,0
1,80	8,20	8,28	9,05	0,91	1,01	36,49	2,47	0,78	20,44	-16,3
1,85	8,40	8,70	9,27	0,94	1,04	36,64	2,51	0,79	21,81	-17,7
1,90	8,60	9,12	9,50	0,96	1,06	36,79	2,55	0,79	23,25	-19,1
1,95	8,80	9,56	9,72	0,98	1,09	36,93	2,59	0,79	24,74	-20,6
2,00	9,00	10,00	9,94	1,01	1,11	37,07	2,63	0,80	26,29	-22,1

En función de lo expuesto se adopta una altura de tirante $t = 0,90\text{m}$ con una revancha igual al $0,3\text{m}$ lo cual da una altura total de canal $h = 1,20\text{m}$.

Anexo al presente informe se encuentran los planos propuestos.



Ingeniero Civil Walter Adrián Molinier

Jefe de Proyectos y Construcciones