MENDOZA GOBIERNO

Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial

Dirección de Protección Ambiental

CUERPO II

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA ADMINISTRATIVA

Número	Letra	Año	Código y descripción ámbito iniciador	Tipo
1169	D	2014	03834 - DPA	E-0-3

INICIADOR

Cuit o Documento	Apellido y Nombre o Razón Social Primer Iniciador
30-54666021-0	CNEA

ASUNTO

Código	Texto del Asunto
	Ref. MGIA Complejo Minero Fabril San Rafael Etapa Remediación - Fase 1

OTROS DATOS

Cantidad de Fojas	Fecha Iniciación
	06/05/2014

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 1

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
21-10-85	40	9120	-		s/remito	s/plla.analisis
04-12-85	79	18090	-		2283	s/plla.analisis
09-12-85	79	18520	-		2284	s/plla.analisis
16-12-85	78	17640	-		2286	s/plla.analisis
10-01-86	34	6800	-		s/remito	V% 2.19-NO3% 18.8-CO3% 18.8-Fe% 8.79-P2O5% 2.01
18-02-86	78	17900	-		2290	s/plla.analisis
21-02-86	78	16860	-		2292	s/plla.analisis
17-03-86	79	17290	-		2297	s/plla.analisis
24-03-86	79	15800	1.20	189.60	3354	s/plla.analisis factor 0.012
27-03-86	77	16900	-		2298	s/plla.analisis **SE CIERRA FOSA 1 CON 49 Tam. DE ESTE REMITO**
14-04-86	79	17900	-		2299	s/plla.analisis **TOTAL FOSA 1- 673 TAMBORES**
18-04-86	79	17900	-		001	s/plla.analisis
30-04-86	80	19300	-		002	s/plla.analisis
08-06-86	78	14750	-		007	s/plla.analisis
06-04-88	37	6660	0.40	26.64	045	s/plla.analisis factor 0.040
29-04-88	77	15400	0.47	72.38	046	s/plla.analisis factor 0.0047
TOTAL ANALIZADO	193	37860	0.76	288.62		
TOTAL PARCIAL	1131	246830	0.76	1875.908		
TOTAL ACUMUL.	1131	246830	0.76	1875.908		

ING. BRUNO A. BONATI
JEFE DIVISION - CONTROL Y GESTION AMBIENTAL

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 199

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 201

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 2

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
01-07-88	78	15600	0.47	73.32	051	s/plla.analisis
22-08-88	81	16200	0.45	72.90	6/88	s/plla.analisis, sin discriminación de peso neto
19-10-88	33	6600	0.46	30.36	059	s/plla.analisis, sin discriminación de peso neto
02-11-88	77	15400	0.46	70.84	060	s/plla.analisis
17-11-88	76	15200	0.40	60.80	061	s/plla.analisis
12-04-89	90	18000	0.94	170,2	075	s/plla.analisis
19-04-89	90	19280	0.12	23.71	076	s/plla.analisis -**TOTAL FOSA 2 - 939 TAMBORES - 49 pasan a Fosa 3**
02-06-89	77	15400	0.20	30.80	086	U%0.20-SO4%1.61-P%0.43-Fe%4.11-Cr%<0.1-C03%0.69-NO3%12.25
01-11-89	90	18000	0.21	36.90	092	Fe%2.06-CO3%0.26-Cr%<0.1-NO3%11.6-P%0.81-SO4%4.41
07-11-89	90	18000	0.42	76.32	093	Fe%0.6-Cr%0.1-NO3%8.27-P%0.29-SO4%3.07 -CO3 0,78%
21-11-89	90	18000	1.11	200.34	094	Fe%0.41-Cr%<0.1-CO3%1.31-P%1.24-SO4%9.32-NO3%12.2 s/protoco.
07-12-89	90	18000	1.31	235.80	097	Fe%1.77-Cr%<0.1-CO3%19.28-P%0.39-SO4%1.51-N03%4.74
27-12-89	100	20000	2.73	545.20	100	s/plla.analisis - mal calculada la ley de U
01-10-90	75	15000	0.15	22.50	119	s/plla.analisis - mal expresada la ley de U
19-10-90	77	15400	0.40	61.60	120	s/plla.analisis
19-12-90	24	4800	1.68	80.64	130	U%1.68-Fe%2.5-SO4%2.15-Cr%<0.05-CO3%0.78-NO3%8.14-P%0.9 **(1)**
19-12-90	33	6600	1.70	112.20	130	U%1.7-Fe%0.39-SO4%0.28-Cr%<0.05-CO3%<0.1-NO3%3.95-P%0.04
TOTAL ANALIZADO	1271	255480	0.68	1734.23		**(1) SE CIERRA FOSA 3 CON UN TOTAL DE 736 TAMBORES- pasan 21 a F4**
TOTAL PARCIAL	1271	255480	0.68	1734.23		
TOTAL ACUMUL.	2402	502310	0.72	3610.14		

ING. BRUNO A. DONATI
JEFE DIVISION

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 3

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
17-06-91	29	5800	1.35	78.30	160	U%1.35-Fe%4.70-SO4%0.76-Cr%<0.1-CO3%0.16-NO3%5.27-P%3.62
11-09-91	70	15400	1.39	214.06	172	U%1.39-Fe%4.72-SO4%1.22-Cr%<0.1-CO3%0.52- NO3 6,36 %- P 0,25%
30/10/91	60	13200	1.39	183.48	180	s/panalisis
27-11-91	83	18260	1.00	182.60	184	s/panalisis
29-01-92	95	20900	1.00	209.00	189	s/panalisis
20-02-92	106	23320	1.00	233.20	191	s/panalisis
28-02-92	48	10560	1.00	105.60	192	s/panalisis
23-04-92	50	11000	1.00	110.00	193	s/panalisis- **SE CIERRA FOSA 4 CON 595 TAMBOREŚ -**
06-05-92	46	10120	1.00	101.20	195	s/panalisis
25-06-92	85	18700	0.80	149.60	252	s/panalisis
17-09-92	31	6820	0.80	54.56	262	Fe%4.5-SO4%1.3-Cr%<0.1-CO3%0.6-NO3%6.7-P%0.3
16-11-92	88	19360	2.89	558.92	272	Fe%5.0-SO4%1.7-Cr%0.1-CO3%0.72-NO3%6.2-P%0.5 NOTA (1)
18-12-92	81	17820	0.61	108.70	279	Fe%3.26-SO4%0.42-Cr%<0.1-CO3%0.43-NO3%7.24-P%0.43
07-01-93	80	17600	0.96	168.96	281	Fe%/3.26-SO4%0.42-Cr%<0.1-CO3%0.43-NO3%7.24-P%0.43 s/ protoc.
07-01-93	5	1100	0.78	8.58	281	s/panalisis
12-02-93	21	4620	0.62	28.64	286	s/panalisis
TOTAL ANALIZADO	978	214580	1.16	2495.409		
TOTAL PARCIAL	978	214580	1.16	2495.409		
TOTAL ACUMUL.	3380	716890	0.85	6105.552		NOTA (1) 20 TAMBORES SE TRATARON COMO RTD EN PLANTA. SON 4400 Kg.NETOS CON 127,028 Kg. DE Unat.

JEFE DIVISION - C[illegible]OL
GESTION AMBIENTAL

DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 202

DIRECCION REFOLIADO 30

DIRECCION DE REFOLIADO 203

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 4

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
09-03-93	17	3740	0.80	29.92	290	s/panalisis
31-03-93	57	12540	0.75	94.16	295	s/panalisis
21-04-93	57	12540	1.75	219.20	296	s/panalisis - **SE CIERRA FOSA 5 CON 548 TAMBORES**
04-05-93	56	12320	0.69	84.39	298	s/panalisis
14-05-93	30	6600	0.80	52.80	301	s/panalisis
25-06-93	32	7040	0.81	57.24	306	s/panalisis
21-07-93	30	6600	1.40	92.70	308	s/panalisis
12-08-93	56	12320	1.73	213.75	310	s/panalisis
02-09-93	32	6400	3.60	230.72	314	s/panalisis
21-10-93	56	11200	1.94	217.90	318	s/panalisis
02-12-93	88	17600	0.77	135.12	319	s/panalisis
29-12-93	56	11200	1.76	197.12	326	s/panalisis
21-04-94	56	10237.5	1.80	184.28	334	s/panalisis
13-05-94	56	10705.9	2.17	231.79	338	s/panalisis
03-06-94	16	2882	1.08	31.17	341	s/panalisis / mal especificado el remito.
01-08-94	55	9861	1.38	135.88	346	s/panalisis
TOTAL ANALIZ.	750	153787	1.44	2208.14		
TOTAL PARCIAL	750	153787	1.44	2208.14		
TOTAL ACUMUL.	4130	870677	0.95	8313.69		

ING. BRUNO A. DONATI
JEFE DIVISION - CONTROL
Y GESTION AMBIENTAL

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
202

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
204

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 5

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
26-04-95	88	14971	1.48	221.97	901	s/panalisis
22-08-95	88	16353	3.73	609.25	459	s/panalisis - **SE CIERRA FOSA 6 CON 795 TAMBORES + 1 RTD**
12-10-95	88	17758	3.65	647.47	463	s/panalisis
06-11-95	32	5241	3.08	161.28	466	s/panalisis
06-12-95	88	14739	2.06	303.59	467	s/panalisis
20-05-96	50	9045	0.93	84.19	473	s/panalisis
27-06-96	28	4604	1.21	55.87	477	s/panalisis
06-06-96	88	16711	6.35	1061.99	479	s/panalisis
03-10-96	87	15840	4.17	661.16	481	s/panalisis-**SE CIERRA FOSA 7 CON 461 TAMBORES DE RS + 1 DE RTD**
18-11-96	86	14839	2.19	324.73	484	s/panalisis
27-12-96	88	15224	1.65	250.88	488	U 1,19 %- Fe 2,76%- SO4 0,52- Cr<0,1%- CO3 0,22%- NO3 6,51- P 036%
TOTAL ANALIZADO	811	145323	3.015607	4382.38		
TOTAL PARCIAL	811	145323	3.015607	4382.38		
TOTAL ACUMUL.	4941	1016000	1.249613	12696.07		

ING. BRUNO A. DONATI
JEFE DIVISION - CONTROL
Y GESTION AMBIENTAL

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 203

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 47

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 205

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

PLANILLA 6

DETALLE DE TAMBORES METALICOS CON RESIDUOS SOLIDOS NO RECUPERABLES - PROCEDENCIA C. F. C.

RESOLUCION N° 1826-AOP-1998 - 30 de diciembre de 1998.
TOTAL DE TAMBORES 1538.

FECHA	TBORES N°	PESO kg	URANIO %	URANIO kg	REMITO N°	ANALISIS
15/02/99	61	10601	4.62	489.63	002-0126	U 3,48 -Fe%3.29-SO4%0.71-Cr%<0.1-CO3%0.14-NO3%6,99-P%0.42 - Ra226 70,93 pCi/g
26/04/99	89	15328	3.15	482.09	002-0160	U 3,15 -Fe%2,21-SO4%0.13-Cr%<0.1-CO3%0.79- NO3%4,83 -P%0.72 - Ra226 79.21 pCi/g
09-08-99	84	16000	1.34	214.63	002-0217	Con protocolo Analítico completo.
09-08-99	84	16733	1.30	217.98	002-0216	Con protocolo Analítico completo. 36 tambores- exp.piloto paras costos
13/03/00	32	5964	4.92	293.16	002-0286	Sin protocolo analitico - Utilizados en experiencia piloto de gestión.
			#¡DIV/0!			
			#¡DIV/0!			
			#¡DIV/0!			
			#¡DIV/0!			
			#¡DIV/0!			
			#¡DIV/0!			
TOTAL ANALIZ.	350	64626.5	2.626616	1697.49		
TOTAL PARCIAL	350	64626.5	2.626616	1697.49		
TOTAL ACUMUL.	5291	1080627	1.331964	14393.56		

ING. BRUNO A. DONATI
JEFE DIVISION - CONTROL
Y GESTION AMBIENTAL
C.N.E.A.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
204

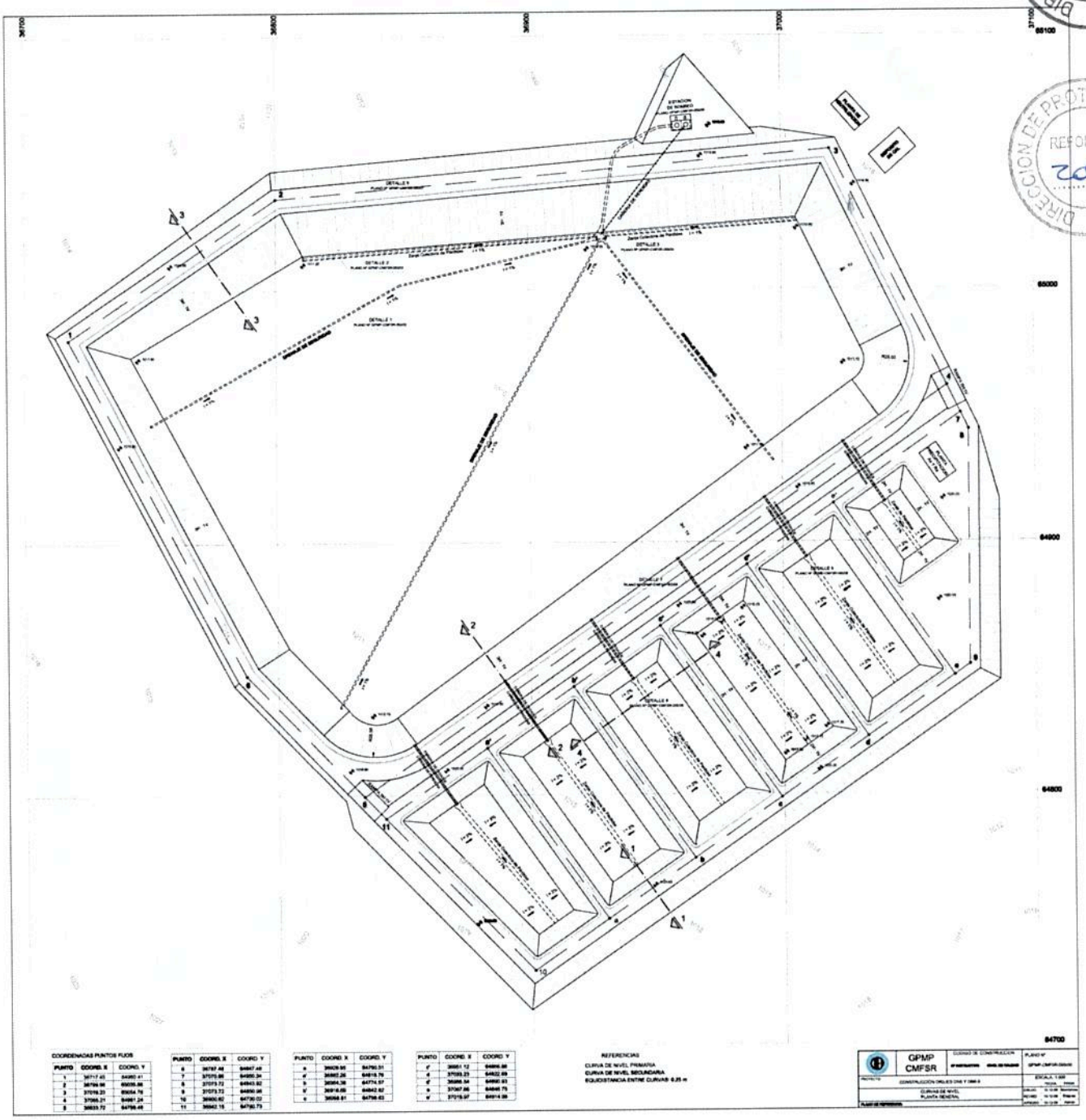
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
206

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
207

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
205

ANEXO 4
Construcción DN5, 8-9: Curvas de Nivel

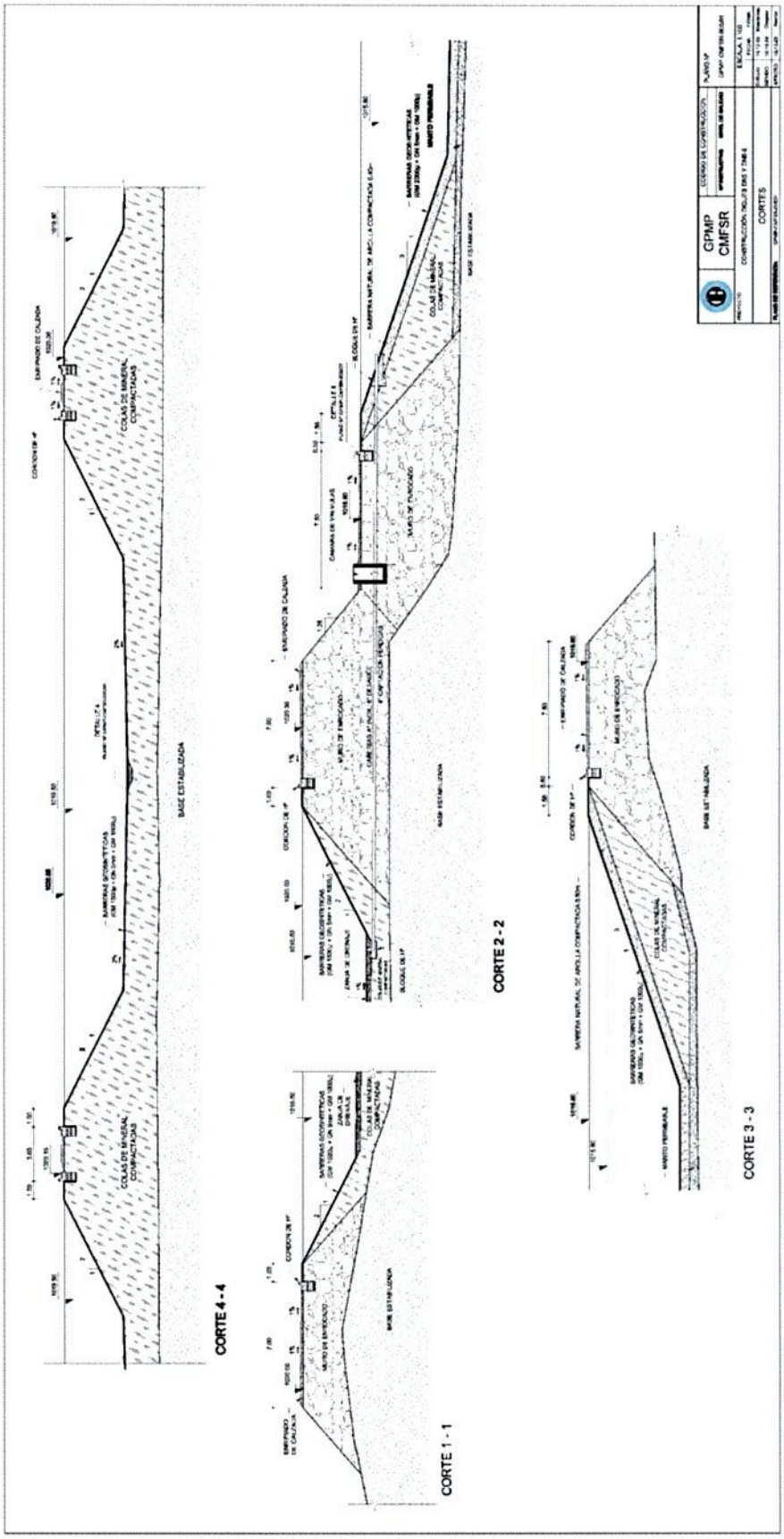
FOLIO 65
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 108
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 266



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
206
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
207

ANEXO 5
Construcción D5, 8-9: Cortes

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
210



DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
208

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
FOLIO
REFOLIADO

ANEXO 6
Matrices parciales

REFOLIADO 212
FOLIO 58

Geoformas	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	35	2	2	2	4	4	1	4	4	4	2
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media Total	**3**										

Suelo	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	-25	1	2	2	2	2	1	4	4	1	2
Preparación de RS para tratamiento	-23	1	1	2	2	2	1	4	4	1	2
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	-24	1	2	2	2	1	1	1	4	4	2
Media Total	**-6**										

Agua Superficial	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media Total	**0**										

REFOLIADO 263
REFOLIADO 264

Agua Subterránea	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	33	4	1	4	4	2	1	1	1	4	2
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	33	4	1	4	4	2	1	1	1	4	2
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	33	4	1	4	4	2	1	1	1	4	2
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	33	4	1	4	4	2	1	1	1	4	2
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	41	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2
Precipitación de As y Ra en AC	41	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	27	2	1	4	4	2	1	1	1	4	2
Volcado de aguas tratadas en ACRE	**-20**	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2
Media Total	**18**										

Aire	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	-34	4	2	4	2	1	1	4	4	1	1
Preparación de RS para tratamiento	-25	2	1	4	1	1	1	4	4	1	1
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	28	2	2	3	2	1	1	4	1	4	2
Media Total	**-3**										

Paisaje	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	35	2	2	2	4	4	1	4	4	4	2
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	25	1	2	3	2	1	1	4	1	4	2
Media Total	**5**										

REFOLIADO 44 FOLIO 64

Vegetación	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	34	2	4	3	2	-1	2	4	4	4	2
Media Total	**3**										

Fauna	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	25	2	4	2	2	-2	1	1	1	4	2
Media Total	**2**										

Actividades Económicas	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	27	1	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	27	1	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	27	1	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Reparación de las columnas de intercambio iónico	27	1	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	30	2	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Preparación de RS para tratamiento	30	2	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Pre-tratamiento de RS	27	1	1	4	1	1	2	4	4	4	2
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	41	3	4	4	2	2	2	4	4	4	2
Precipitación de As y Ra en AC	28	1	1	4	2	1	2	4	4	4	2
Tratamiento de efluentes	28	1	1	4	2	1	2	4	4	4	2
Manejo de diques	28	1	1	4	2	1	2	4	4	4	2
Volcado de aguas tratadas en ACRE	28	1	1	4	2	1	2	4	4	4	2
Media Total	**29**										

FOLIO 62
REFOLIADO 215
REFOLIADO 213

Infraestructura Existente	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	25	1	1	4	2	4	1	1	4	2	2
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	27	1	1	4	2	4	1	1	4	4	2
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	32	2	1	4	4	4	1	1	4	4	2
Reparación de las columnas de intercambio iónico	28	2	1	4	2	4	1	1	4	2	2
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	37	3	2	4	4	4	1	1	4	4	2
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media Total	**12**										

Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paleontológico	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de RS para tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitación de As y Ra en AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de efluentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de diques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcado de aguas tratadas en ACRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media Total	**0**										

Riesgos Potenciales	I	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Impermeabilización de Cisternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación de las columnas de intercambio iónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de RS para tratamiento	27	2	1	2	4	4	1	1	4	1	2
Pre-tratamiento de RS	47	4	8	2	4	4	1	1	4	1	2
Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS	47	4	8	2	4	4	1	1	4	1	2
Precipitación de As y Ra en AC	47	4	8	2	4	4	1	1	4	1	2
Tratamiento de efluentes	29	2	2	2	4	4	1	1	4	1	2
Manejo de diques	35	4	4	1	4	4	1	1	1	1	2
Volcado de aguas tratadas en ACRE	22	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
Media Total	**21**										

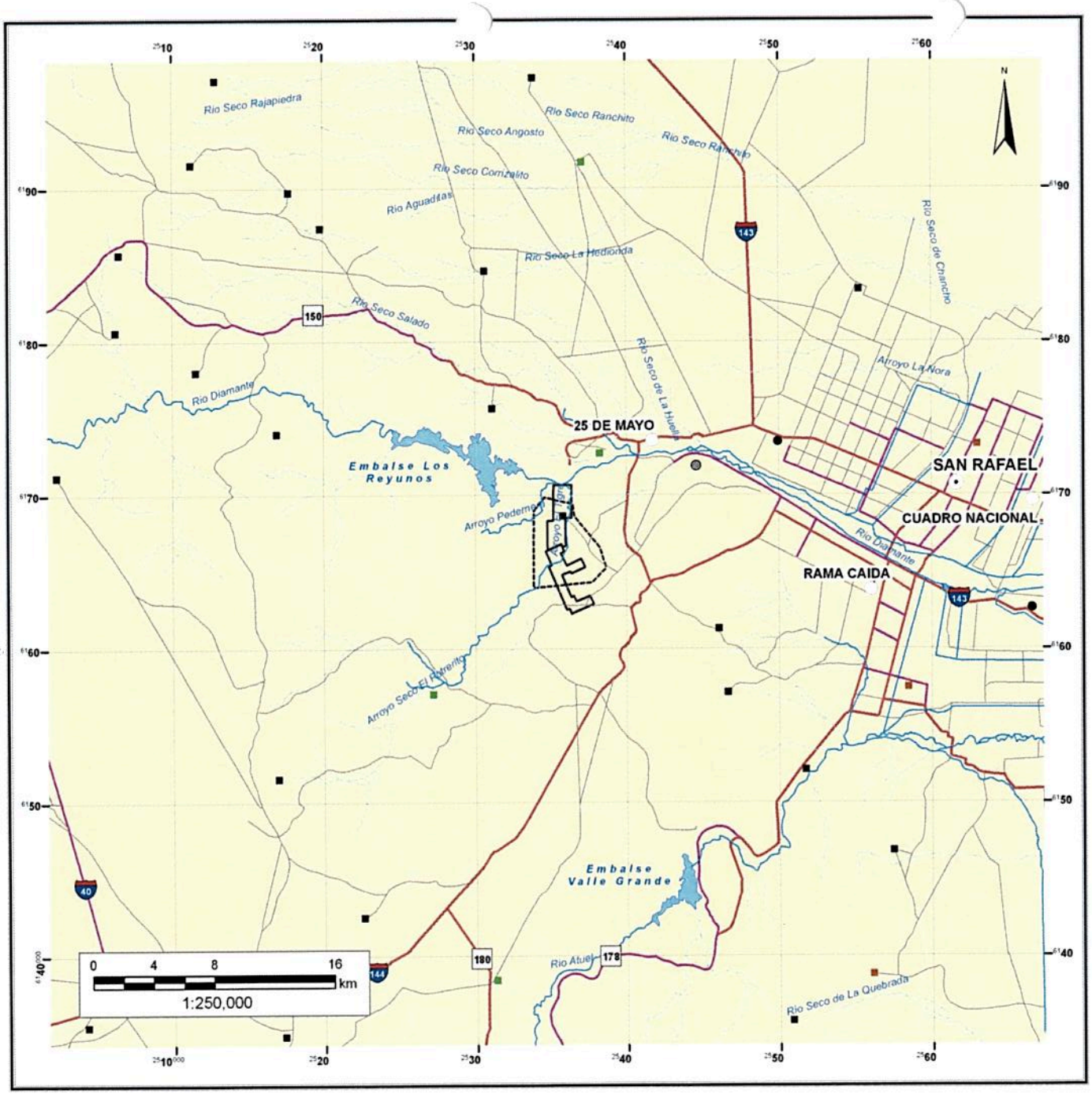
FOLIO 63
REFOLIADO 216
REFOLIADO 214

ANEXO 7
Mapas

MAPA DE UBICACIÓN

MAPA Nº 1

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1



Referencias

- Limite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- Colonia
- Caserio
- Puesto
- Paraje
- Estancia
- 6 Ruta Provincial
- 7 Ruta Nacional

Vias de Comunicación
Tipo
- Consolidado
- De tierra
- Pavimentado

Afluentes
Régimen
- No Permanente
- Permanente

Espejos de Agua
Régimen
- No Permanente
- Permanente

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
Cartas: 3769-III; 3769-IV

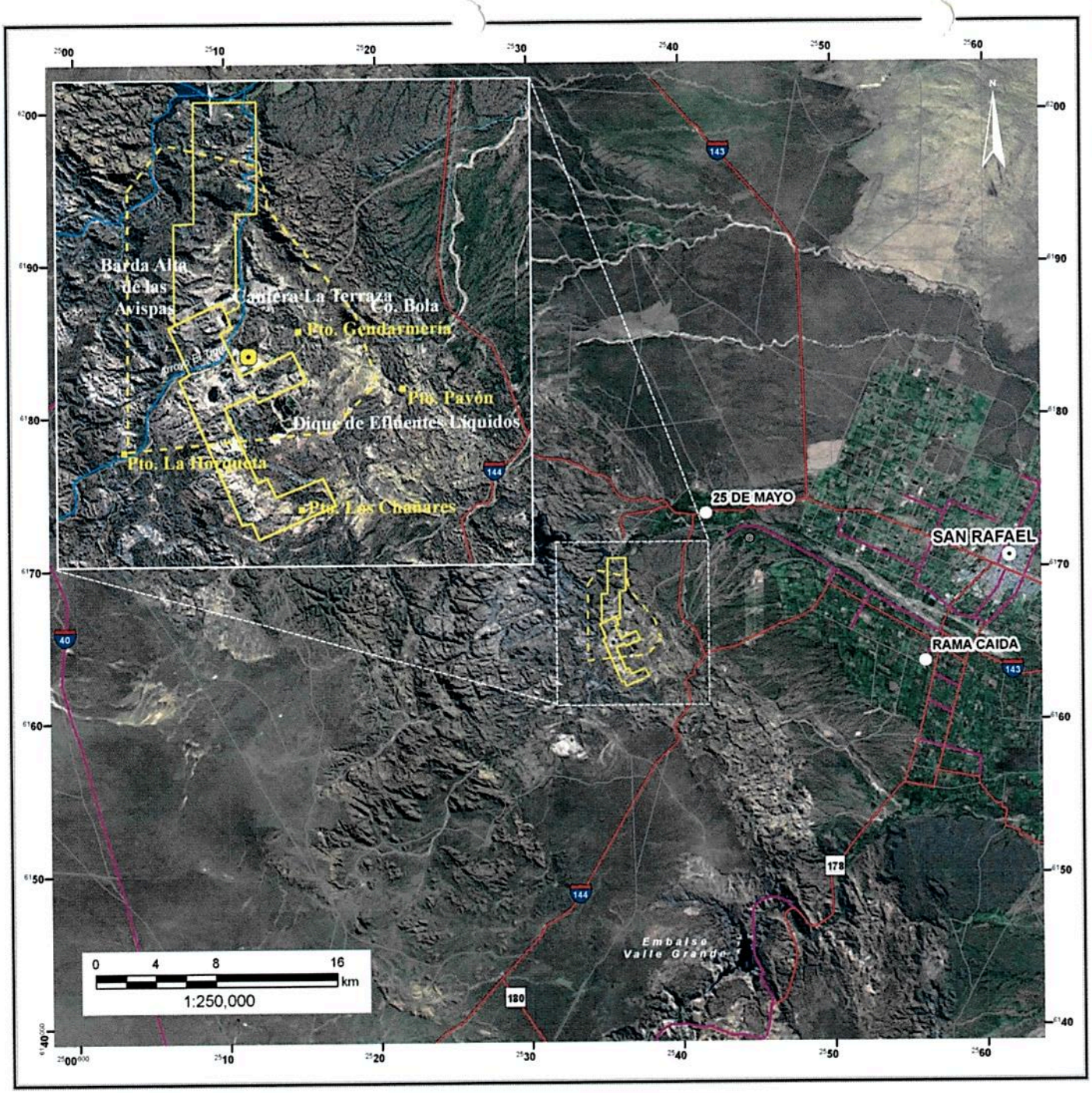


IMAGEN SATELITAL

MAPA Nº 2

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

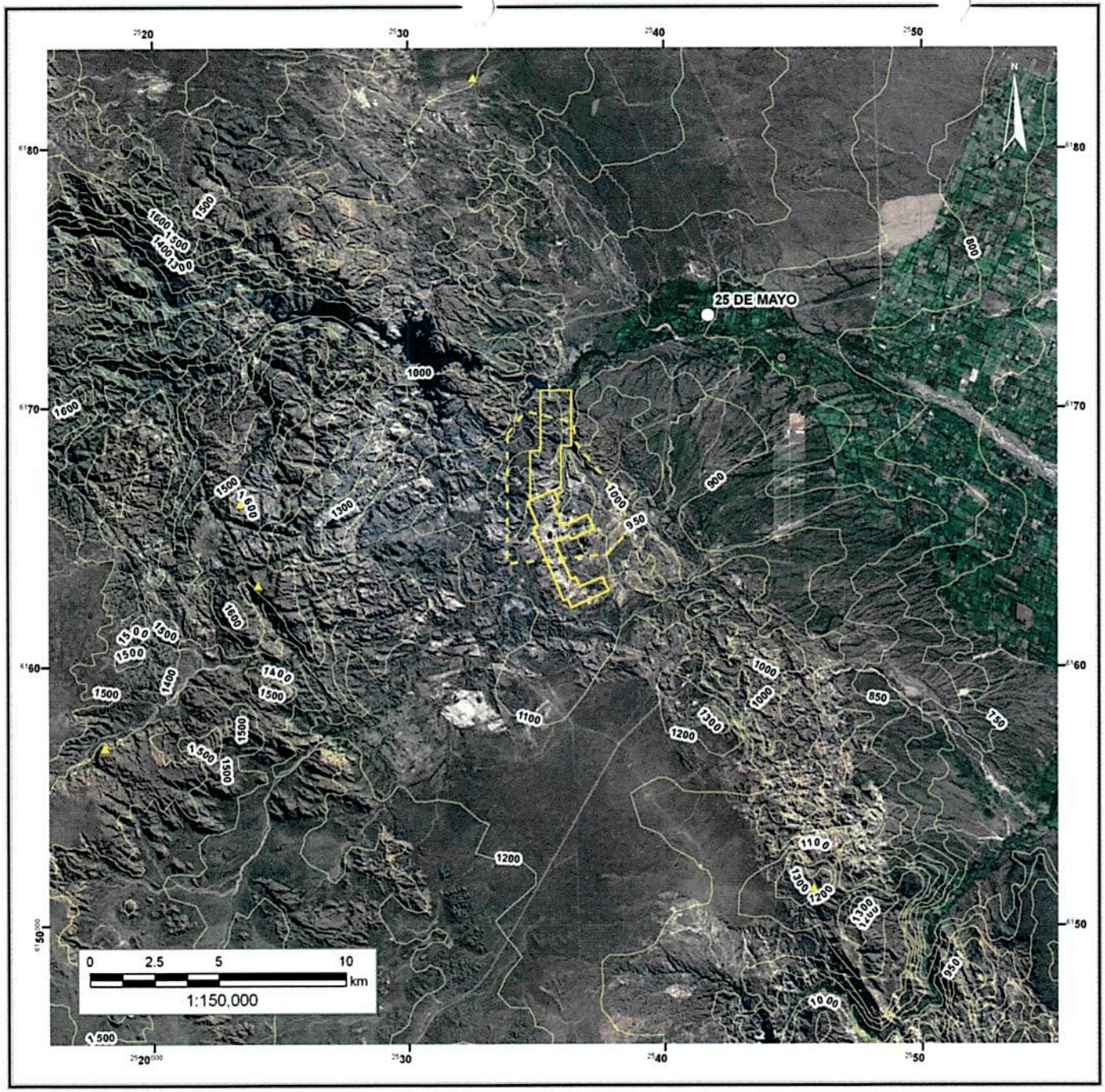
Referencias

- Límite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Instalaciones CNEA
- Ciudad
- Localidad
- Colonia

Vías de Comunicación

Tipo
- Consolidado
- De tierra
- Pavimentado
- 6 Ruta Provincial
- 7 Ruta Nacional

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
Cartas: 3769-III; 3769-IV



MAPA TOPOGRÁFICO

MAPA Nº 3

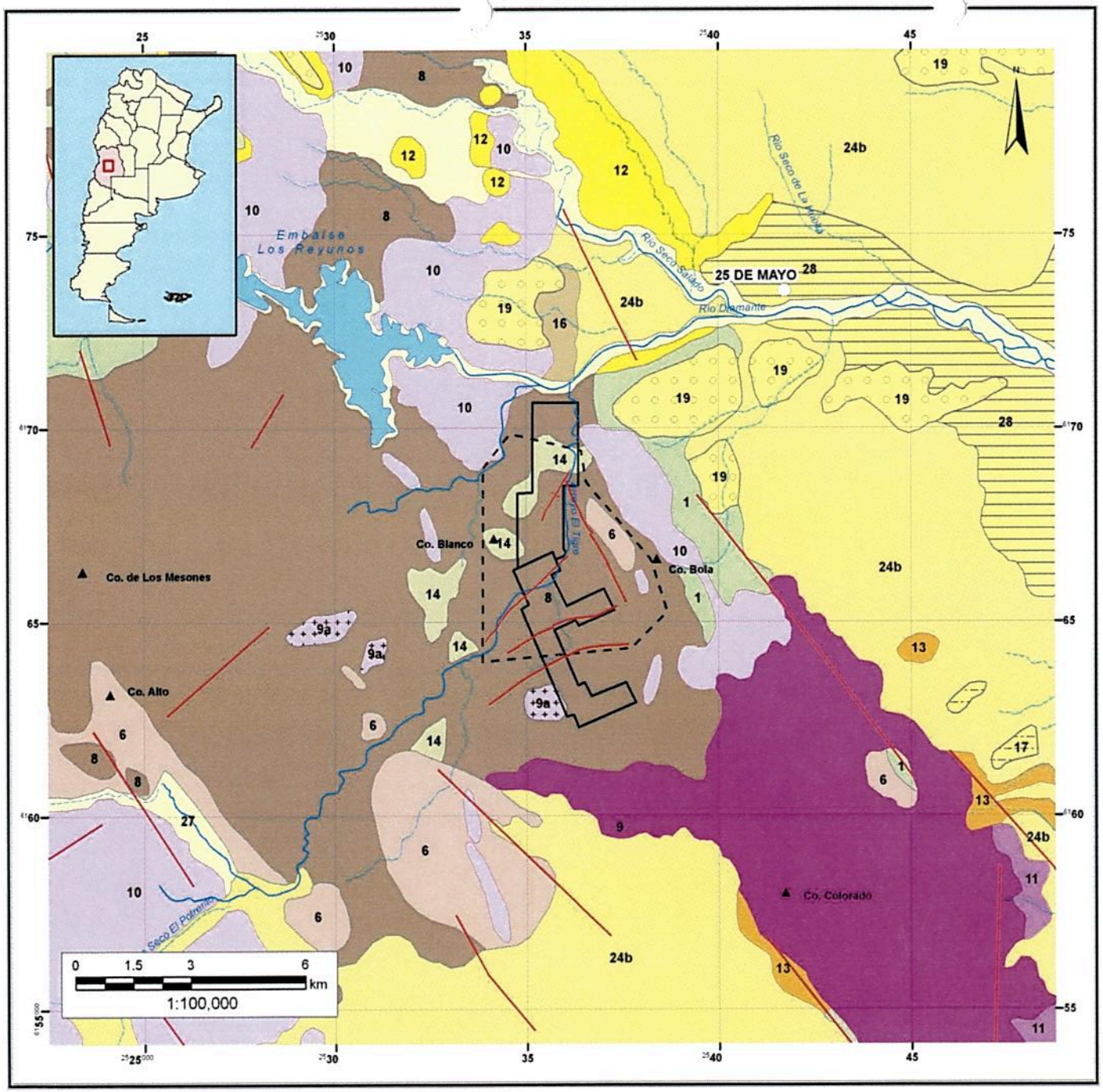
Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero
Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

- Límite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- Colonia
- 20 Curvas de Nivel

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
Cartas 3769-III; 3769-IV

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 214
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 217
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO



MAPA GEOLÓGICO

MAPA Nº 4

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero
Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

- Límite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- Cerro

Estructuras

Tipo
- Anticlinal
- Fallas

Espejos de Agua

Régimen
- No Permanente
- Permanente

Afluentes

Régimen
- No Permanente
- Permanente

Geología

Tipo

- 28 Áreas de Fuerte Modificación Antrópica. Rellenos areno limosos y nivelaciones (Holoceno Sup.)
- 27 Sedimentos Fluviales Encauzados. Gravas, arenas y limos (Holoceno Sup.)
- 24b Mantos de Arena. Arena y limos (Holoceno Medio-Sup.)
- 22 Formación Villa Atuel. Arenas y limos loesoides (Holoceno Inf.)
- 19 Formación Colonia Los Coroneles. Aglomerados, gravas, arenas y limos (Pleistoceno Sup.)
- 17 Formación La Invernada. Conglomerados, arenas y limolitas (Pleistoceno Medio)
- 16 Formación Las Peñas Sur. Aragonitas, travertinos y costras carbonáticas (Pleistoceno Medio)
- 15 Formación Los Mesones. Conglomerados brechoides, areniscas y limolitas (Pleistoceno Inf.)
- 14 Grupo Chapúa. Coladas, piroclastitas y aglomerados de composición basáltica (Plioceno-Pleistoceno)
- 13 Formación Río Seco del Zapallo (Continental). Conglomerados, areniscas, limolitas, arcilitas y tobas (Plioceno Inf.)
- 12 Formación Aisol (Continental). Areniscas, limolitas y tobas (Mioceno Medio)
- 11 Formación Puesto Viejo (Continental). Conglomerados, areniscas, pelitas, ignimbritas de composición ácida y coladas y diques de composición basica (Mesozoico)
- 10 Grupo eL Portillo. Intrusivos hipabisales y volcanitas de composición ácida y mesosilícica (Mesozoico)
- 9 Grupo Choiyoi. Volcanitas e intrusivos de composición ácida y básica a mesosilícicos (Pérmicos Sup.)
- 9a Grupo Choiyoi. Intrusivos mesosilícicos (Pérmicos Sup.)
- 8 Grupo Cochico (Fm. Yac. Los Reyunos y Fm. Ao. Pta. del Agua) Volcanitas e hipabisales de composición mesosilícica y sedimentitas (Pérmico Inf.)
- 6 Formación El Imperial (Mixto). Cuarcitas, areniscas, limolitas y lutitas (Carbonífero Sup.)
- 1 Formación La Horqueta (Marino). Metacuarcitas, filitas esquistos (Paleozoico)

CNEA

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
SEGEMAR Carta 3569-II

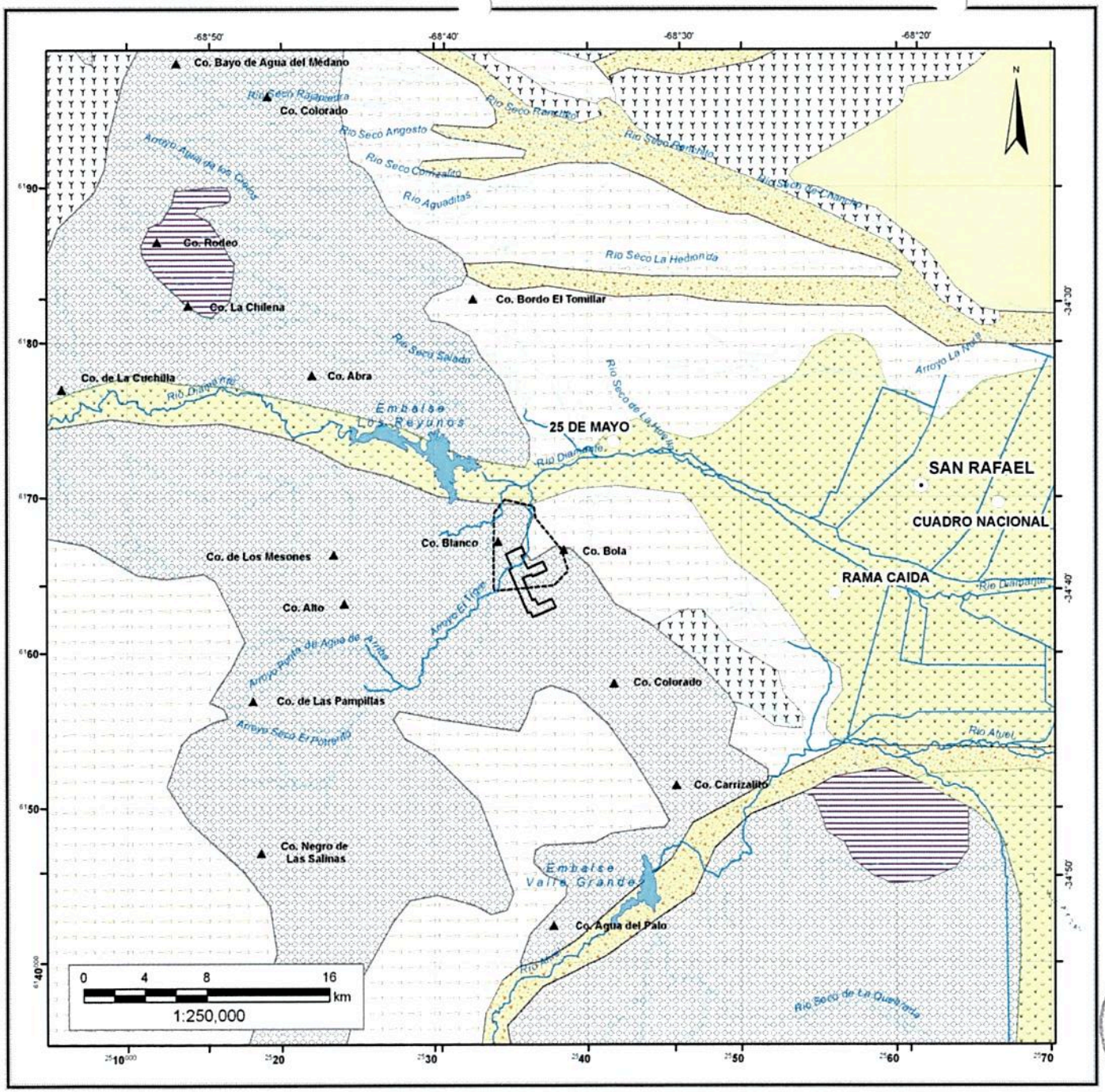
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 226

DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 29

MAPA GEOMORFOLÓGICO

MAPA Nº 5

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1



Referencias

- Límite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- Cerro

Vías de Comunicación

Tipo
- Consolidado
- Pavimentado
- 6 Ruta Provincial
- 7 Ruta Nacional

Espejos de Agua

Régimen
- No Permanente
- Permanente

Afluentes

Régimen
- No Permanente
- Permanente

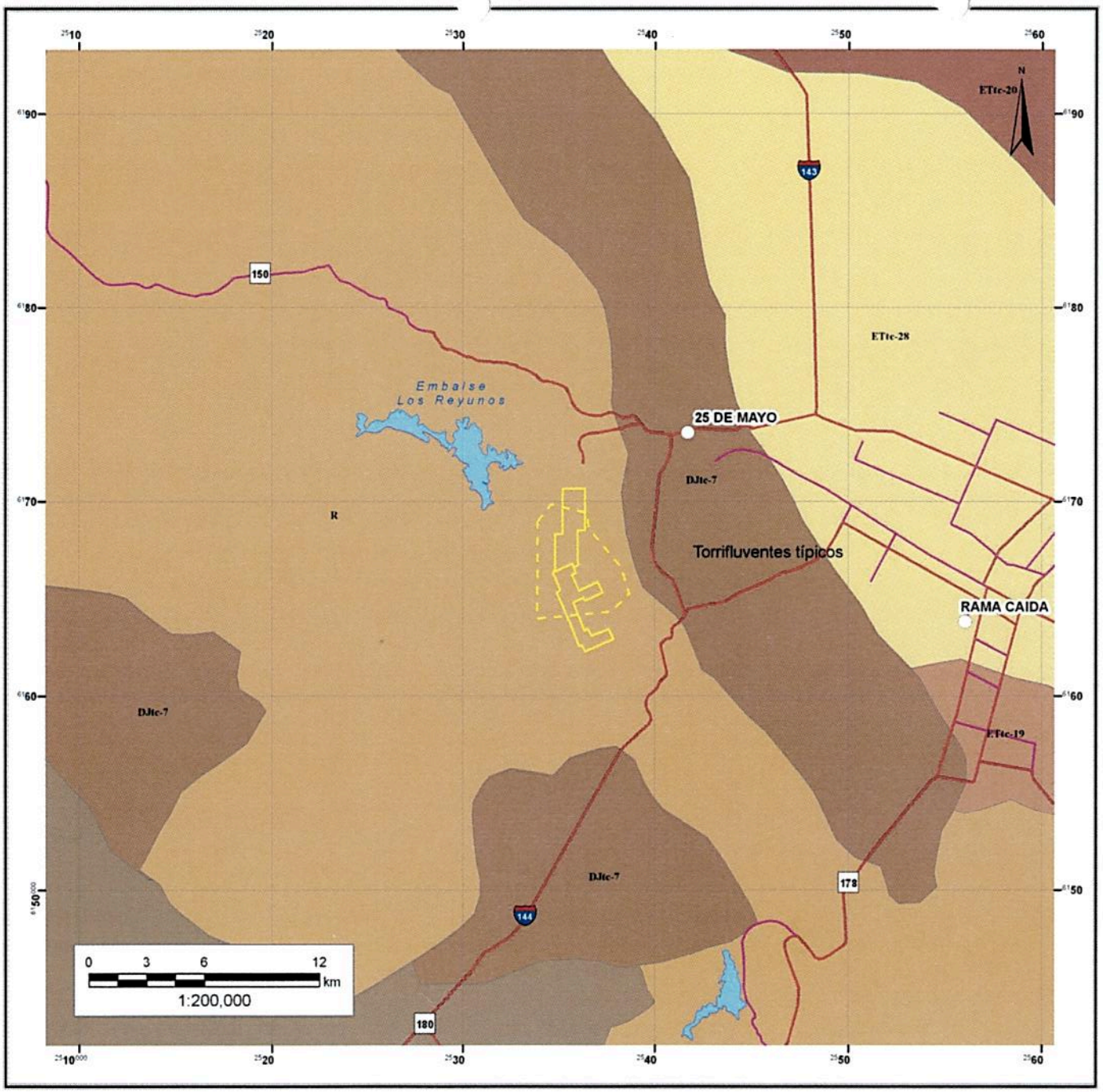
Geomorfologia

Tipo
- Bloque San Rafael
- Mesetas Neopleistocenas y conos piroclásticos (con escoriales, cob. de aluvio, arena y cuencas de deflación)
- Planicie aluvial con modificaciones antrópicas "oasis" cultivados y areas urbanas. Abanicos aluviales y planicies distales de los rios aloctonos.
- Planicies y depresiones con niveles diferenciados de pedimentos o glacis.
- Planicies: formadas por depósitos continentales, predominantemente aluviales terciarios y cuaternarios
- Valles fluviales (depósitos glacifluviales y aluvio actual)
- Huayquerias (bad-lands) del Rio Colorado, en sedimentitas cretácicas.
- Planicies y depresiones con bajadas.

CNEA

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
Junta de Andalucia Gobiernos y Universidades de la Region Andina Argentina

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIADO 22



MAPA DE SUELOS

MAPA Nº 6

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

- Limite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- 6 Ruta Provincial
- 7 Ruta Nacional

Vias de Comunicación
Tipo
- Consolidado
- Pavimentado

Espejos de Agua
Régimen
- No Permanente
- Permanente

Referencias Edafológicas

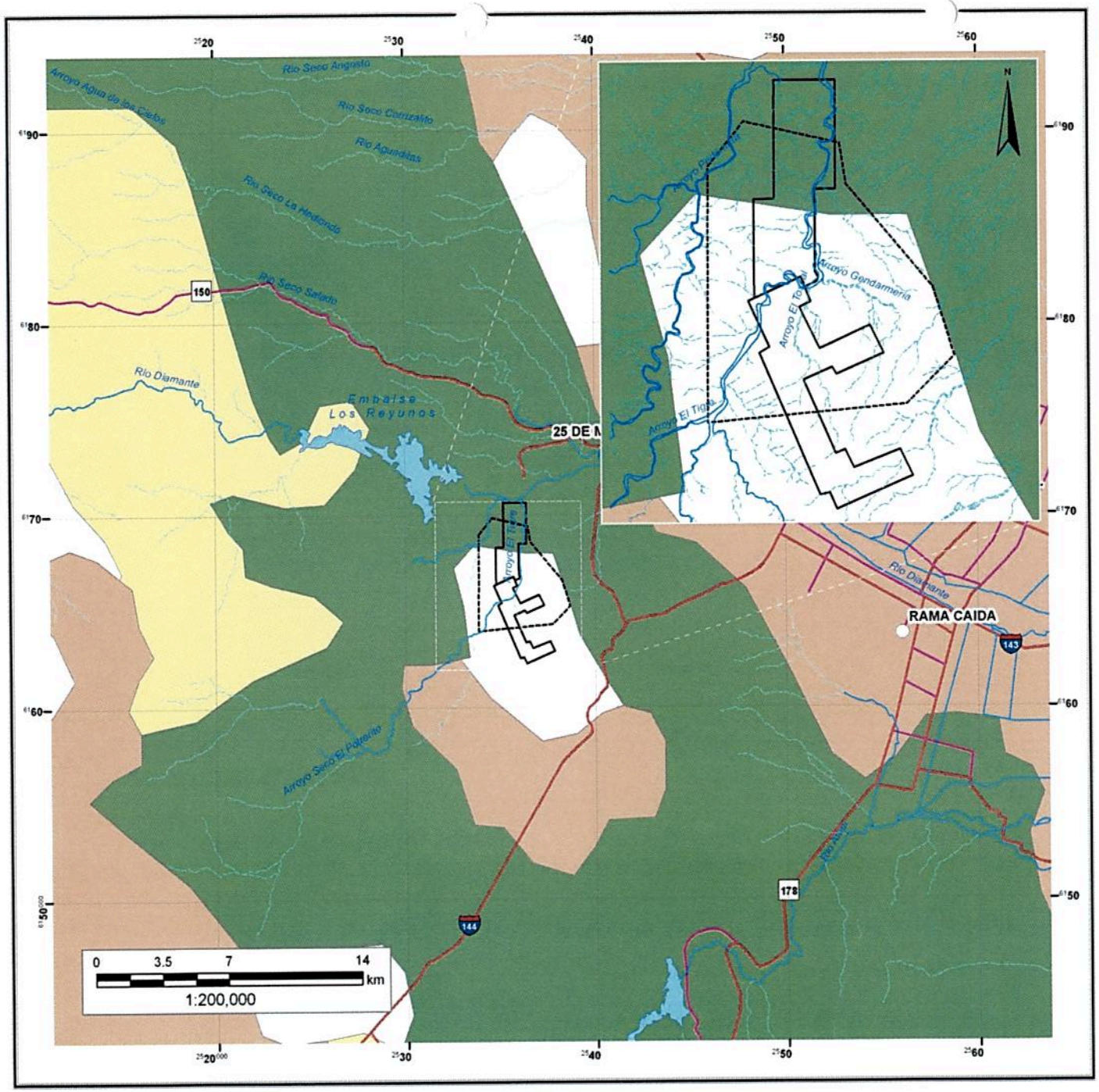
Suelos Principales

DJtc-7	Paleortides típicos	ETtc-24	Torripsamentes típicos
ETtc-19	Torripsamentes típicos	ETtc-28	Torripsamentes típicos
ETtc-20	Torripsamentes típicos	R	Rocosidad

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
INTA

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIADO 222

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 68



MAPA HIDROGEOLÓGICO

MAPA Nº 7

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

- Límite Área Expropiada
- Pertenencias Mineras
- Ciudad
- Localidad
- 6 Ruta Provincial
- 7 Ruta Nacional

Vías de Comunicación

Tipo
- Consolidado
- Pavimentado

Afluentes

Régimen
- No Permanente
- Permanente
- Embalse

Hidrogeología

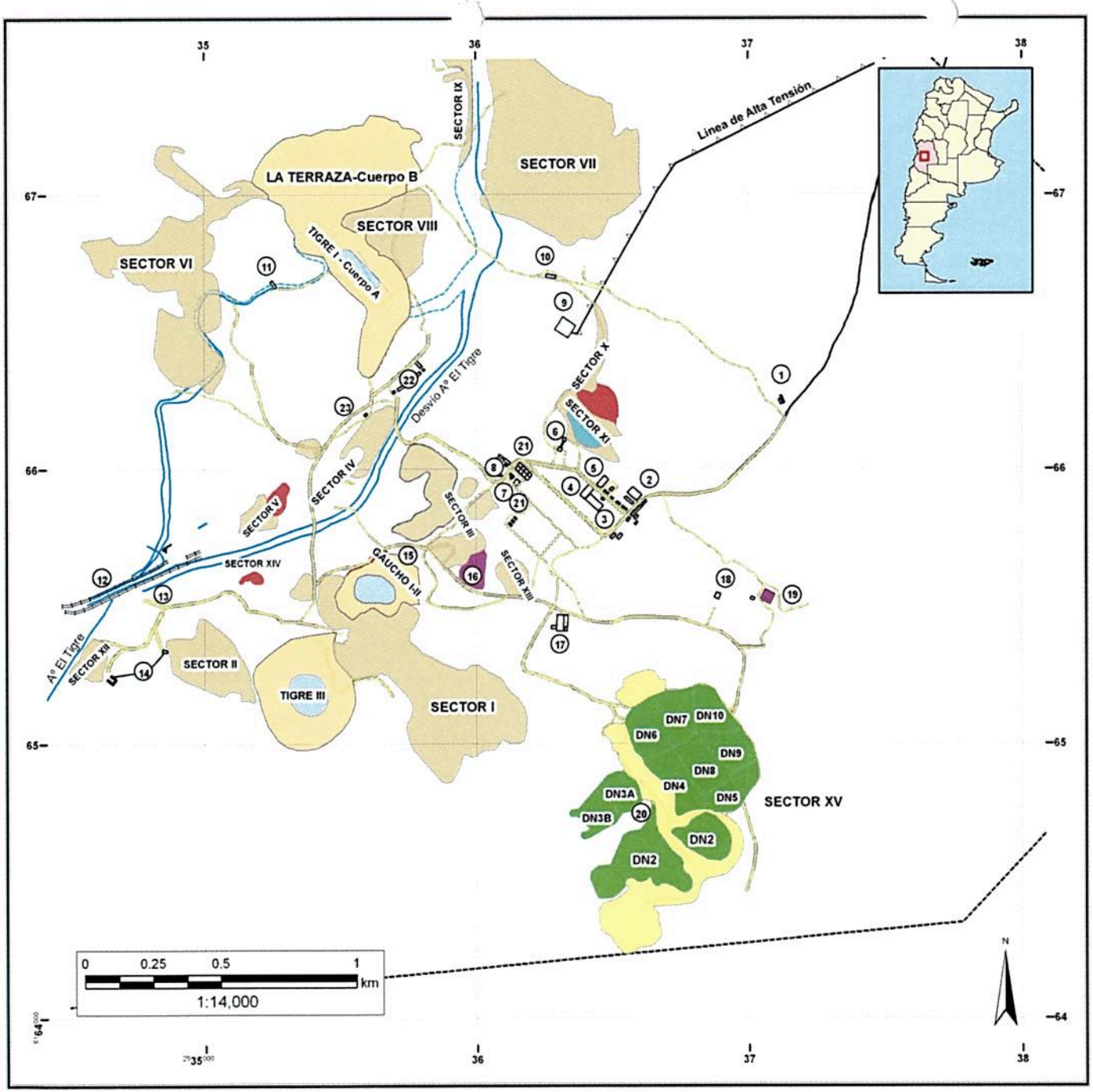
Regiones generalmente sin acuíferos o con algunos muy localizados en rocas de porosidad fisural o intersticial. Permeabilidad baja a muy baja
- Extrusivas
- Intrusivas, metamorficas
- Sedimentarias

Acuíferos en sedimentos y rocas de porosidad Intersticial.
- Permeabilidad alta a media

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2
Fuente: SIG IGN 250
INCYTH, CNEA

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 223

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 221



ÁREAS DE TRABAJO

MAPA Nº 8

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

Emplazamientos e Infraestructura

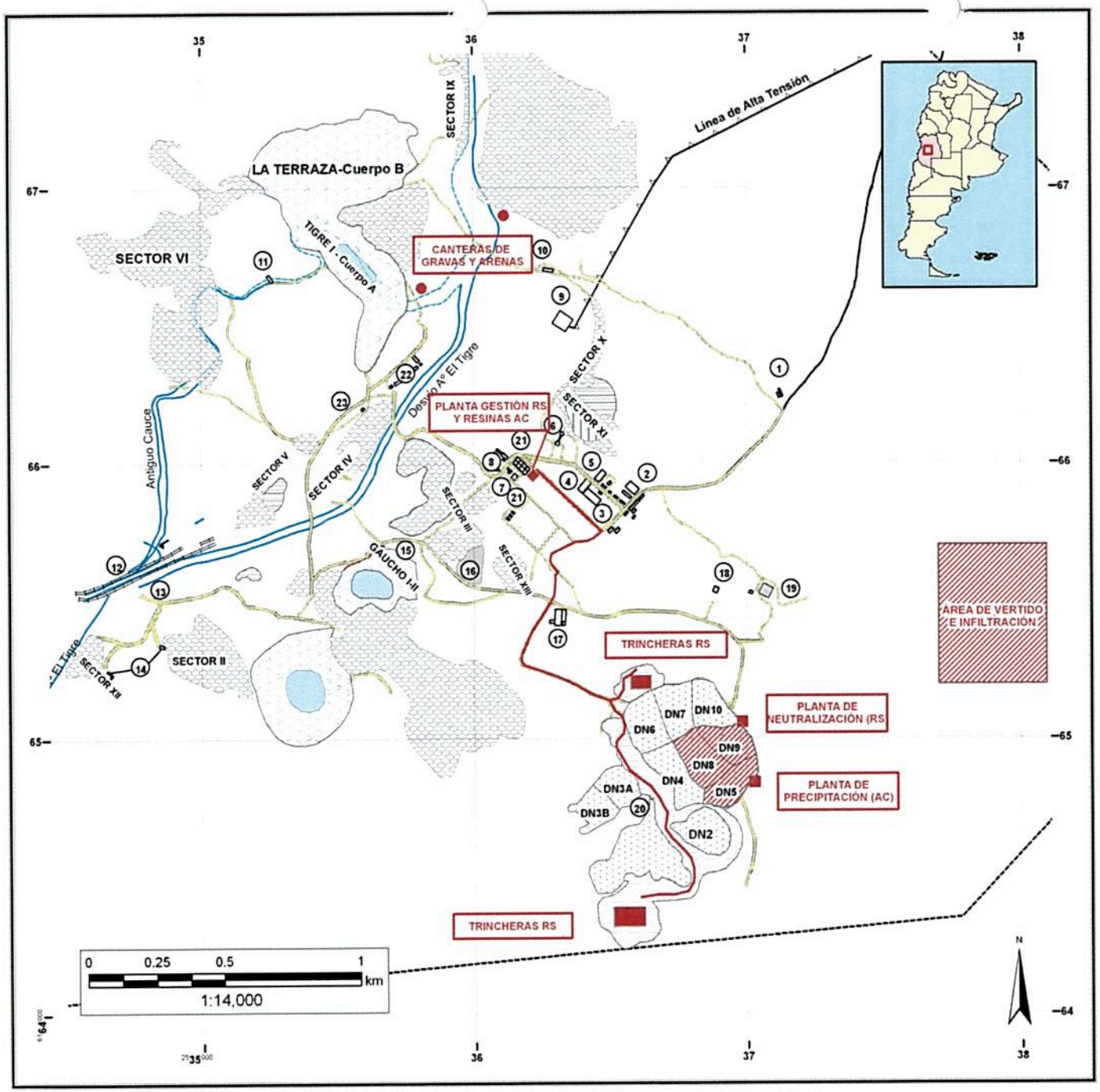
1	Guardia Gendarmeria	12	Dique desvio Aº Tigre
2	Campamento Administración	13	Toma de Agua
3	Edificio Planta Conversión a Dioxido de Uranio	14	Polvorines
4	Depósito	15	Ex Planta de Neutralización
5	Taller Automotores	16	Viejo Dique Pulmón Efluentes Planta
6	Planta Trituración y Futura Planta Muestreo	17	Chacarita
7	Planta Concentración	18	Antena Radio Teléfono
8	Campamento Planta	19	Nuevo Dique Pulmón Efluentes Planta
9	Estación Transformadora	20	Actual Planta Neutralización
10	Tunel Radimétrico	21	Cistema Liquidos Lixiviación
11	Dique Amortiguador Crecientes	22	Ex Campamento Administración
		23	Actual Planta Muestreo

Vías de Acceso y Áreas Afectadas a Mineria - Tratamiento

- Acceso Asfaltado al Yacimiento
- Caminos Principales
- Limite Área Expropiada
- Explotaciones Mineras
- Escombreras Estériles
- Acoplo Minerales Marginales
- Agua de Cantera
- Diques Efluentes Ácidos
- Diques Efluentes Neutralizados
- Acoplo Colas de Mineral
- Planchada Acoplo Mineral Pre-Trituración

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2

Fuente: CNEA



ÁREAS DEL CMFSR A UTILIZAR EN LA ETAPA DE REMEDIACIÓN

MAPA Nº 9

Manifestación General de Impacto Ambiental
Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)
Etapa Remediación – Fase 1

Referencias

Emplazamientos e Infraestructura

1	Guardia Gendarmería	12	Dique desvío Aº Tigre
2	Campamento Administración	13	Toma de Agua
3	Edificio Planta Conversión a Dióxido de Uranio	14	Polvorines
4	Depósito	15	Ex Planta de Neutralización
5	Taller Automotores	16	Viejo Dique Pulmón Efluentes Planta
6	Planta Trituración	17	Chacarita
7	Planta Concentración	18	Antena Radio Teléfono
8	Campamento Planta	19	Nuevo Dique Pulmón Efluentes Planta
9	Estación Transformadora	20	Actual Planta Neutralización
10	Tunel Radimétrico	21	Cisterna
11	Dique Amortiguador de Crecientes	22	Ex Campamento Administración
		23	Actual Planta Muestreo

Vías de Acceso y Áreas Afectadas por tareas anteriores

- Caminos a utilizar en la Remediación
- Asfalto Acceso al Yacimiento
- Caminos Principales
- Límite Área Expropiada
- Explotaciones Mineras
- Escombreras Estériles
- Acoplo Minerales Marginales
- Agua de Cantera
- Diques Efluentes Ácidos
- Diques Efluentes Neutralizados
- Acopio Colas de Mineral
- Planchada Acoplo Mineral Lixiviación Pre Trituración
- Planchadas Pilas Lixiviación

Proyección: Trasversa Mercator
Posgar 94 Faja 2

Fuente: CNEA

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIADO 223

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 13
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 226
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 224

ANEXO 8
Alternativas de Tratamiento del Agua de Cantera del CMFSR

FOLIO 74
REFOLIADO 227
REFOLIADO 225

CNEA GT y MA	PNGRR UNIDAD EJECUTORA PRAMU	INFORME	Informe INF-UEP-028-04

Título : ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA DE CANTERA DEL CMFSR

ÍNDICE

1. Objetivo	pág. 2
2. Alcance	pág. 2
3. Abreviaturas y Definiciones	pág. 2
4. Referencias	pág. 2
5. Introducción	pág. 2
6. Composición química del agua de cantera	pág. 2
7. Alternativas de tratamiento del agua de cantera	Pág. 3
8. Comparación de los gastos de operación e inversión	Pág. 5
9. Conclusiones	Pág. 6
Anexo 1	Pág. 7
Anexo 2	Pág. 8
Anexo 3	Pág. 9
Anexo 4	Pág. 10
Anexo 5	Pág. 11

Preparó	Revisó	Aprobó	Aprobó	Revisión	Pág: 1 de 11
Fecha/firma	fecha/firma	fecha/firma	fecha/firma		
				0	
J.Perrino					
A.Asenjo					
R.Gruner					
					INF-UEP-

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 228
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 226

TRATAMIENTO DE AGUA DE CANTERA DEL CMFSR

1. OBJETIVO

El objetivo de este informe es evaluar alternativas de proceso y costos de tratamiento de agua de cantera, y gestión de la misma por evaporación-infiltración en terrenos de CNEA, en el marco del Proyecto de Reactivación del CMFSR.

2. ALCANCE

Presentar a las Autoridades del PRAMU, alternativas de procesos y comparación de costos de tratamiento de agua de cantera del CMFSR.

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

CMFSR	Complejo Minero Fabril San Rafael
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
DGI	Departamento General de Irrigación
MZA	Mendoza
PRAMU	Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio

4. REFERENCIAS

(1) CNEA-CMFSR- Iglesias.-Castro – Informe del Ensayo de Tratamiento de Agua de Canteras mediante Intercambio Ionico-1997.
(2) CNEA-CMFSR-Planilla Datos Prueba Piloto.
(3) Resolución 778 – Departamento General de Irrigación (DGI)
(4) Ensayos de Precipitación de arsénico y radio 226, en aguas de la cantera Tigre III- Guido Tomellini-Mayo/04
(5) Informe Tratagua :presupuesto 2004-04-118-Abril de 2004.
(6) Informe Tratagua: Ensayo en planta piloto para eliminación de uranio, radio y arsénico con membranas de nanofiltración- Marzo de 2004.

5. INTRODUCCIÓN

El Proyecto de Reactivación del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) contempla el tratamiento del agua de cantera actualmente acumulada y la que se genere a futuro. Esta situación ha llevado a la CNEA a evaluar alternativas de gestión del agua de cantera, respetando las legislaciones ambientales vigentes.

6. COMPOSICIÓN QUIMICA DEL AGUA DE CANTERA

El agua de cantera es un agua natural proveniente de las precipitaciones y del agua freática, la cual al permanecer cierto tiempo en contacto con la zona mineralizada, ha aumentado su concentración de uranio, radio y arsénico, permaneciendo dentro de valores naturales el resto de los elementos químicos. Por lo tanto, para proceder de la gestión de la misma, se debe contemplar en forma prioritaria, la eliminación de los 3 elementos químicos mencionados.

La composición química del agua de cantera es:

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 226
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 227
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 227

Parámetro	Agua de cantera
Uranio	2980
Ra (pCi/l)	10
Arsénico (µg/l)	48
Calcio (mg/l)	47
Magnesio (mg/l)	8,4
Sodio (mg/l)	220
Potasio (mg/l)	5,8
Litio (mg/l)	0,12
Sulfato (mg/l)	344
Cloruro (mg/l)	98
Nitrato (mg/l)	<1
Carbonato (mg/l)	5
Bicarbonato (mg/l)	166
pH	8,2

7. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA DE CANTERA

Se evaluaron 3 alternativas de tratamiento químico para proceder a la descontaminación de agua de cantera: a) resinas de intercambio ionico anionicas y cationicas, b) resinas de intercambio ionico anionicas-precipitación, c) nanofiltración.

La primera de ellas fue descartada ya que si bien es adecuada para eliminación de uranio y radio, no es totalmente efectiva para eliminar arsénico.

La segunda y tercera alternativa mencionadas, son aptas desde el punto de vista químico para eliminación de uranio, radio y arsénico hasta los valores requeridos, por lo tanto se realizará una descripción de cada una de ellas y se comparará el costo del tratamiento.

Para la gestión del agua tratada por cualquiera de los dos métodos, se adopta la metodología de evaporación-infiltración en un campo de derrame dentro del predio de CNEA.

Para realizar la comparación de los procesos se adopta como base de cálculo una capacidad de tratamiento de agua de cantera de 40 m^3/h (200.000 m^3/a), trabajando 24 h/d de lunes a viernes.

7-1- Resinas de intercambio ionico anionicas - precipitación.

En este esquema de trabajo la resina de intercambio anionica se utiliza para retener el uranio y la precipitación se utiliza para eliminar el radio y el arsénico. En Anexo 1 se muestra un esquema del proceso.

El agua de cantera, a razón de 40 m^3/h, es enviada a un filtro de arena para retener sólidos en suspensión y luego a un sistema de resinas de intercambio ionico anionicas, para retener el uranio. El uranio fijado en la resina será eluido y recuperado en el sistema de obtención de concentrado de la planta de producción industrial. La planta de resinas para tratamiento de agua de cantera estará ubicada cerca de las instalaciones de la actual planta de producción de concentrado. Se dispone en CNEA de todo el equipamiento necesario para su montaje (columnas, resina, bombas, etc)

Luego, el líquido tratado por resinas será enviado a un dique pulmón impermeable de 2000 m^3 de capacidad y luego a una serie de dos tanques agitados serie, para efectuar la precipitación de arsénico y radio. El proceso de precipitación trabajará de lunes a viernes, un turno por día a razón de 120 m^3/h. El dique mencionado y los tanques de precipitación estarán ubicados en el área de diques de residuos sólidos y líquidos. Se dispone en CNEA del equipamiento para el montaje de la serie de tanques agitados de precipitación.

La precipitación de arsénico se llevará a cabo en el primer tanque de la serie, utilizando sulfato férrico (80 mg/l). Luego, en el segundo tanque se agregará cal para ajuste de pH (60 mg/l), adicionando también cloruro de bario (10 mg/l) para precipitar el radio.

Luego el líquido será enviado a un sistema de dos diques impermeables de 5000 m^3 cada uno, que funcionarán en forma intermitente una semana cada uno, donde se producirá la separación de los sólidos precipitados y la recuperación del líquido clarificado, el que será enviado al sistema de evaporación infiltración.

La composición química del agua tratada por resinas de intercambio ionico y precipitación es:

Parámetro	Valor obtenido	Valor permitido	
Uranio (ug/l)	<50	100	(1)
Radio (pCi/l)	<1	5	(2)
Arsenico (ug/l)	<5	50	(3)

(1) Valor permitido para agua de bebida. Ley 24.051 de Residuos Peligrosos.
(2) Valor permitido para agua de bebida. Norma US EPA
(3) Valor permitido para descarga en cuerpos receptores - Resolución 778 - DGI

Fuente de información:
- Ensayos de Precipitación de arsénico y radio 226, en aguas de la cantera Tigre III- Guido Tomellini-Mayo/04).
- CNEA-CMFSR - Planilla Datos Prueba Piloto

7-2- Nanofiltración

En este esquema de trabajo, las membranas de nanofiltración efectúan la retención de uranio, radio y arsénico.

En Anexo 2 se muestra un esquema general del proceso utilizando nanofiltración. En Anexo 5 se muestra un esquema de detalle de la planta de nanofiltración. (Fuente información: Tratagua presupuesto 2004-04-118)

El agua de cantera es bombeada a razón de 44 m^3/h, a una cisterna de 25 m^3 en donde se agrega hipoclorito de sodio para destruir la materia orgánica y vida microbiana.

Desde allí, el agua es enviada al sistema de pretratamiento compuesto por un filtro multimedia que retiene los sedimentos en suspensión, un filtro purificador de carbón activado para eliminar el cloro, un sistema de dosificación de ácido y biocida y un sistema de prefiltros del tipo de cartuchos para retener partículas inferiores a 5 y a 1 micrón. Se incluyen dos sistemas de pretratamiento, uno de los cuales está en operación y el otro en proceso de lavado.

Luego, por medio de una bomba de alta presión, el líquido es enviado al sistema de nanofiltración, compuesto por dos módulos, con dos etapas de nanofiltración cada uno, que permiten obtener un 90% de líquido permeado (40 m^3/h) y un 10% de rechazo (4 m^3/h). Estos datos surgen de una simulación por computadora en base a un programa del proveedor de membranas.

El rechazo de la planta de nanofiltración, conteniendo las impurezas retenidas por las membranas, es enviado a un sistema de tratamiento de efluentes donde se le agrega ácido sulfúrico y cal para precipitar el uranio, radio, arsénico y otras sales. El liquido residual será evaporado en el mismo dique impermeable donde se almacenarán los precipitados.

El líquido tratado (permeado) será enviado a un sistema de evaporación infiltración.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 228
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 229

La composición química del agua tratada por nanofiltración es:

Parámetro	Valor obtenido	Valor permitido
Uranio (ug/l)	< 50	100
Radio (pCi/l)	<1	5
Arsenico (ug/l)	< 5	50

Fuente de información: Informe Tratagua: Ensayo en planta piloto para eliminación de uranio, radio y arsénico con membranas de nanofiltración- Marzo de 2004.

Para la evaluación de inversiones y costos de tratamiento de la nanofiltración se adopta la alternativa NF 40 (Pag. 6, Informe Tratagua :presupuesto 2004-04-118-Abril de 2004).

8. COMPARACIÓN DE LOS GASTOS DE OPERACIÓN E INVERSIÓN

a) Gastos de operación ($/m^3)

Gastos De Operación	Resina anionica-precipitación-evaporación-infiltración $/m^3	Nanofiltración evaporación-infiltración $/m^3
$(SO_4)_3Fe_2$	0,16	-
Cl_2Ba	0,05	-
NO_3NH_4/SO_4H_2	0,018	-
NH_3	0,0024	-
SO_4H_2	-	0,02
Cal	0,02	0,01
Mant. Prev.	0,118	0,131
Prod. Qcos.	-	0,45
Membranas	-	0,136
Energia	0,15	0,142
Mano de obra	0,787	0,56
Recup. Uranio	- 0,405 (1)	-
Total	**0,9**	**1,449**

(1) Valor del uranio recuperado en la resina anionica.
En Anexo 3 se da información adicional para evaluación de gastos de operación.

b) Gastos de Inversión ($)

Inversión	Resina anionica-precipitación evaporación-infiltración $	Nanofiltración evaporación-infiltración $
Planta	30.000	670.340
Diques	210.000	600.000
Sist. Evap. Infilt	281.000	281.000
Total	**521.000**	**1.551.340**

En Anexo 4 se da información adicional para evaluar las inversiones

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 78
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 236
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 230

c) Resumen de gastos de inversión y operación

Rubro	Resina anionica-precipitación Evaporación-infiltración	Nanofiltración evaporación-Infiltración
Inversión ($)	521.000	1.551.340
Operación ($/m^3)	0,9	1,449

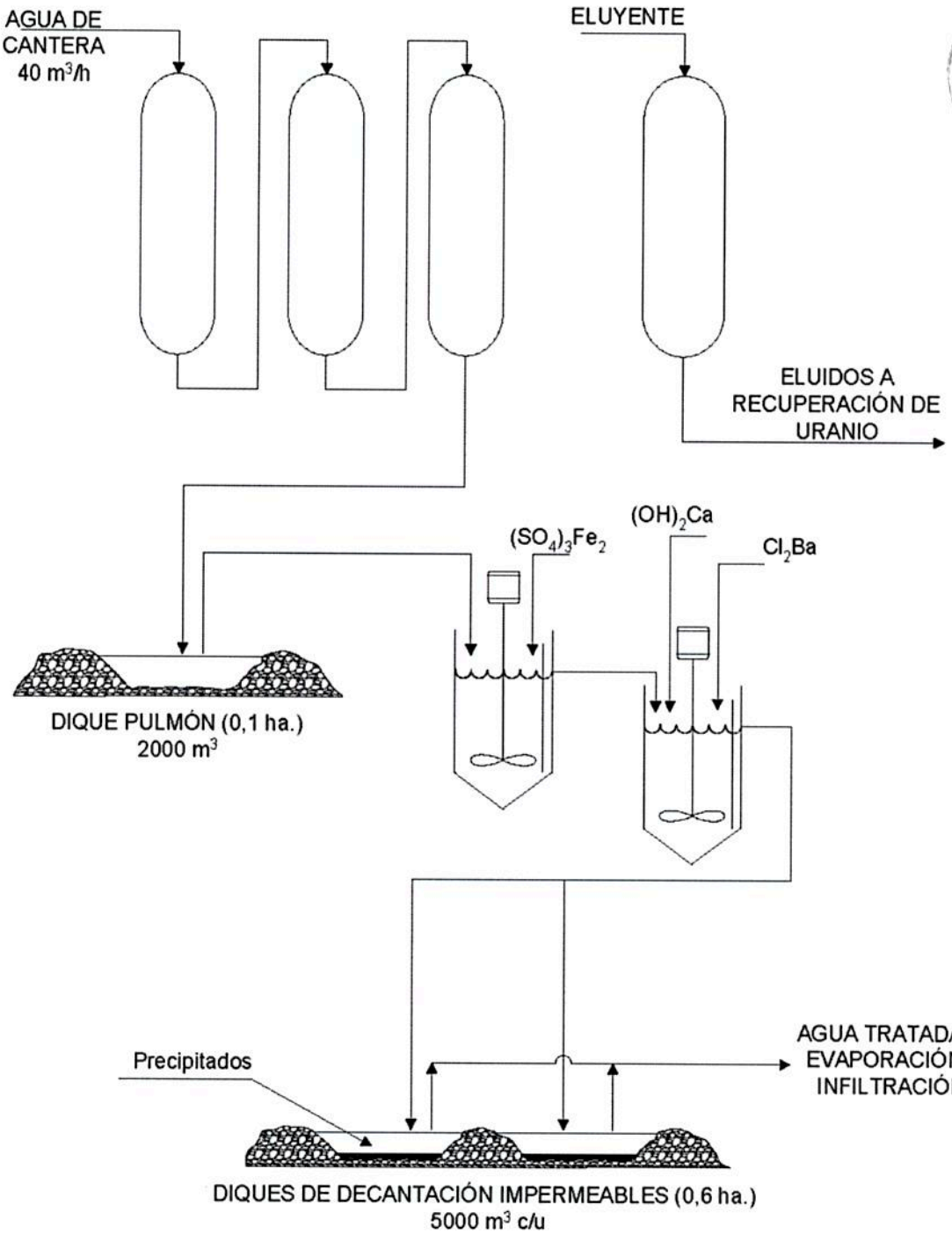
9. CONCLUSIONES

Los dos métodos comparados son adecuados para eliminación de radio, uranio y arsénico, que son los elementos prioritarios a tener en cuenta en la descontaminación del agua de cantera, y se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- La inversión en nanofiltración-evap-infilt, es casi tres veces mayor que la requerida en resina-precipitación.-evaporación-infiltración.
- Los gastos operativos de la nanofiltración-evap.-infilt., son un 61% mayores que en resina-precipitación.-evaporación-infiltración.
- Los componentes de la planta de nanofiltración son importados, y este sistema presenta un grado de complejidad mayor que el del sistema resina – precipitación, que es nacional y se dispone en CNEA de los componentes del mismo.

ANEXO 1

RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO ANIÓNICAS + PRECIPITACIÓN

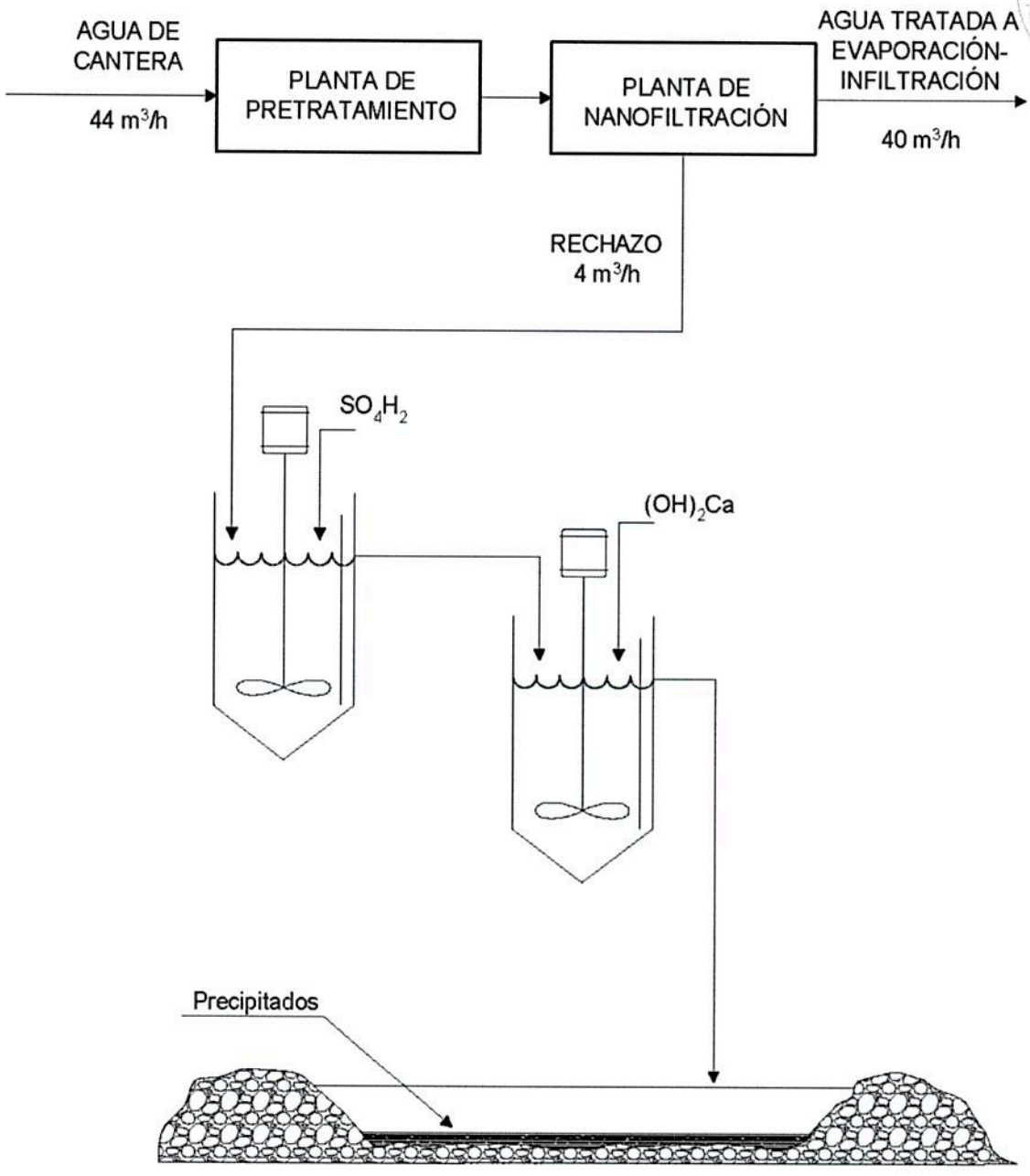


Dibujó: Alejandro Piastrellini

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
231
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
232

ANEXO 2

NANOFILTRACIÓN



DIQUE DE EVAPORACIÓN IMPERMEABLE (2 ha.)

Dibujó: Alejandro Piastrellini

FOLIO 82 DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO 235

ANEXO 3

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 233

COMPARACIÓN DE GASTOS DE OPERACIÓN

Resina anionica-precipitación- evaporación-infiltración	Nanofiltración - evaporación-infiltración
1)$(SO_4)_3Fe_2$: 2$/kg . 0,08 kg/$m^3$ =**0,16 $/$m^3$** **2)$Cl_2Ba$:** 5$/kg . 0,01 kg/m^3 = **0,05 $/$m^3$** **3)Cal:** 100 g/$m^3$. 200.000 m3/a = 20.000 kg/a 20.000 kg/a . 0,2 $/kg = 4000 $/a 4000 $/a / 200.000 m3/a = **0,02 $/$m^3$** **4) Eluyente**: NO_3NH_4: 4 kg/kgU . 1$/kg = 4 $/kgU SO_4H_2: 5 Kg/kgU . 0,4$/Kg= 2$/kgU Total Nitr+Sulf. = 6$/kgU 6$/kgU . 600 kgU/a = 3600 $/a 3600 $/a / 200.000 m^3/a = **0,018 $/$m^3$** **5)$NH_3$:** 1 $/Kg . 0,8 Kg/kgU .600 kgU/a = 480 $/a 480 $/a / 200.000 m^3/a = **0,0024 $/$m^3$** **6) Mantenimiento:** **0,118$/$m^3$** **(1)** **7) Energía:** Energía bombeo: 0,045 $/$m^3$ Energía planta: 0,06 $/$m^3$ Energía Evap-Infil: 0,045 $/$m^3$ **0,15 $/$m^3$** **8) Mano de obra:** Interc. Ionico: 3 turnos . 1 op/t= 3 op. **(2)** Precipitación: 1 turno . 1 op/t= 1 op. **(3)** Evap-infil: 3 turnos . 1 op/t = 3 op. Total: 7 op/dia 12,5 $/ h . 8 h/d = 100 $/d/op 100 $/ op. 7 op/d = 700 $/d 700 $/d . 5 d/s . 45 s/a = $ 157.500 $ 157.500 / 200.000 m^3/a = **0,787$/$m^3$** **9) Recuperación de uranio:** **(4)** 600 kgU/a . 135 $/kgU = 81.000 $/a 81.000 $ / 200.000 m^3/a = **- 0,405 $/$m^3$** **TOTAL: 0,9 $/$m^3$**	**1) Productos qúimicos,filtros, etc.:** **0,45 $/$m^3$** **2) SO_4H_2:** 0,5 kg/m^3 . 20.000 m^3/a = 10.000 kg/a 10.000 kg/a . 0,4 $/kg = 4.000 $/a 4.000 $/a / 200.000 m^3/a = **0,02 $/$m^3$** **3) Cal** 0,5 kg/$m^3$. 20.000 m^3/a = 10.000 kg/a 10.000 kg/a . 0,2 $/kg = 2.000 $/a 2.000 $/a / 200.000 m^3/a = **0,01 $/$m^3$** **4) Membranas: 0,136 $/$m^3$** **5) Mantenimiento:** **0,131 $/$m^3$** **(1)** **6) Energía** Energía bombeo: 0,045 $/$m^3$ Energía planta: 0,052 $/$m^3$ Energía Evap-Infilt.: 0,045 $/$m^3$ **0,142 $/$m^3$** **7) Mano obra** Nanofiltración: 2 op/d **(2)** Evap.-Infilt: 3 op/d Total : 5 op/d 12,5 $/h . 8 h/d = 100 $/d/ op 100 $/op. 5 op/d = 500 $/d 500 $/d . 5 d/s . 45 s/a = 112.500 $/a 112.500 $/a / 200.000 m^3/a = **0,56 $/$m^3$** **TOTAL: 1,449 $/$m^3$**

(1) Mantenimiento : se asume un 10% de los gastos de operación. Para el caso de resina-precipitación se toma el 10% de la suma de los items 1,2,3,4,5,7 y 8. Para el caso de la nanofiltración se toma el 10% de la suma de los items 1,2,3,4,6 y 7.

(2) Incluye mano de obra de supervisión de bombeo de agua cantera-planta y planta-diques, 24 horas por día, de lunes a viernes, a razón de 40 m^3/h.

(3) Se adopta un régimen de trabajo de 1 turno por día, de lunes a viernes, a razón de 120 m^3/h

(4) El valor de uranio recuperado (item 9), es restado de la suma de los valores de los items 1 al 8.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 236

ANEXO 4

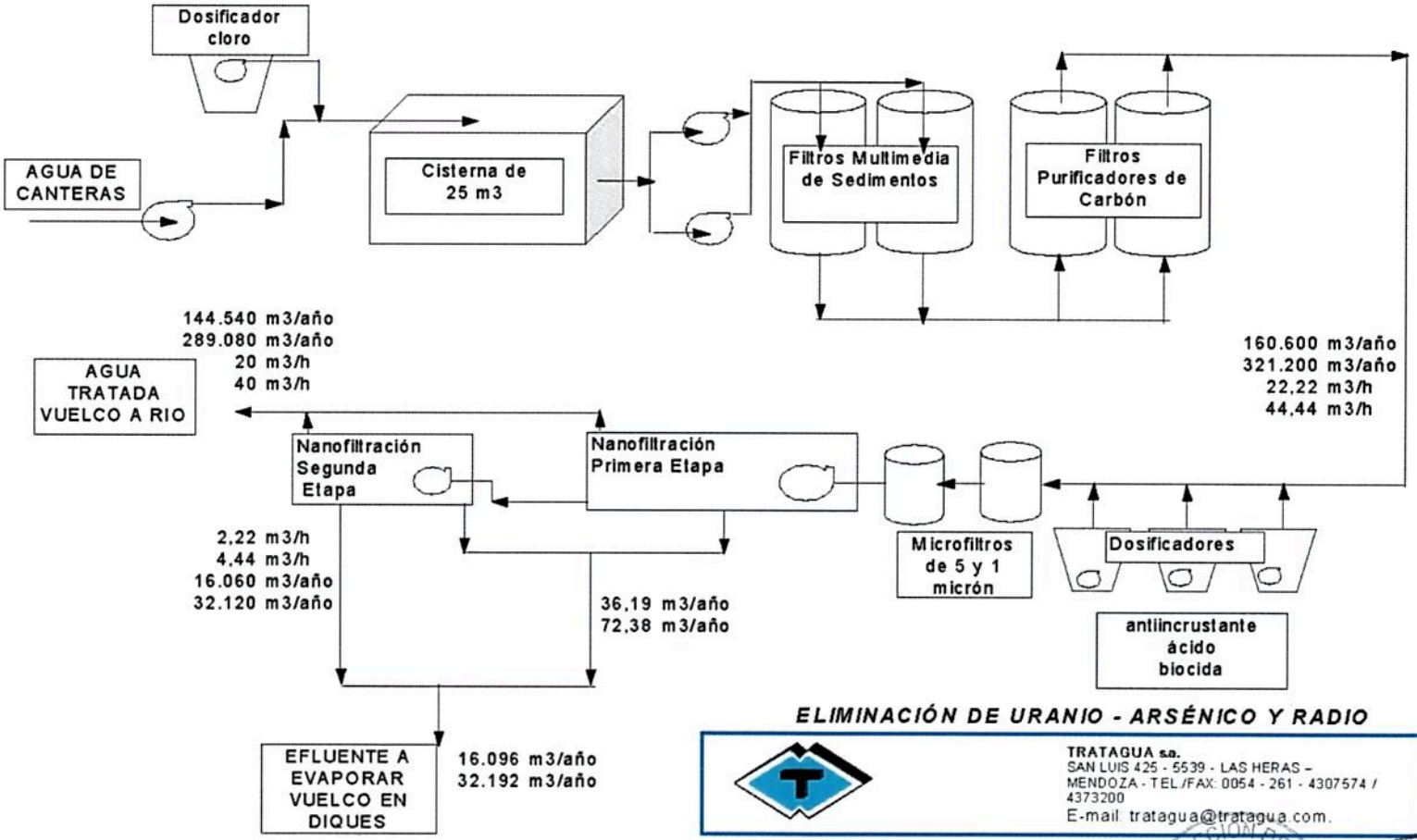
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 234

COMPARACIÓN DE GASTOS DE INVERSIÓN

Resina anionica-precipitación- evaporación-infiltración	Osmosis inversa-Evaporación-infiltración
1) Planta: contempla instalación de planta de resinas aniónica y tanques de precipitación, todos equipos existentes. La resina aniónica también se encuentra en stock. El valor total de la inversión en planta se estima en **$ 30.000** **2) Diques:** contempla construcción de dos diques impermeables de 5000 m^3 cada una con un área de 0,3 Ha c/u, para acumular los precipitados del Cl_2Ba, $(SO_4)_3(Fe)_2$ y la cal. También se requiere la construcción de un dique pulmón de 2000 m^3, con un área de 0,1 ha El valor total de la inversión, para un requerimiento de área de diques de 0,7 ha, se estima en **210.000 $.** **3) Sistema de evap-infil:** contempla instalación de 4000 m caño 4" ($ 125.000), 2500 m caño 3" ($ 50.000), 3600 m caño 1 ½" ($ 35.000), 150 aspersores de ¾", con capacidad 8 m^3/h ($ 45.000), válvulas y accesorios ($ 26.000). El valor total de la inversión se estima en **$ 281.000.** **TOTAL: $ 521.000**	**1) Planta :** contempla la instalación del módulo de ósmosis inversa ($398.090), y módulo de pretratamiento ($ 272.250). El valor total de la inversión en planta se estima en **$ 670.340** **2) Dique:** contempla la construcción de un dique de 2 ha, para evaporar 20.000 m^3/a de efluentes, calculado en base a una generación de efluentes de la ósmosis de 20.000 m^3/a (10% de rechazo) . El valor total de la inversión se estima en **$ 600.000** **3) Sistema de evap-infil:** contempla instalación de 4000 m caño 4" ($ 125.000), 2500 m caño 3" ($ 50.000), 3600 m caño 1 ½" ($ 35.000), 150 aspersores de ¾", con capacidad 8 m^3/h ($ 45.000), válvulas y accesorios ($ 26.000). El valor total de la inversión se estima en **$ 281.000.** **TOTAL: $ 1.551.340**

ANEXO 5

ESQUEMA TECNOLÓGICO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE CANTERAS POR SISTEMA DE NANOFILTRACIÓN



ELIMINACIÓN DE URANIO - ARSÉNICO Y RADIO

TRATAGUA s.a.
SAN LUIS 425 - 5539 - LAS HERAS – MENDOZA - TEL./FAX: 0054 - 261 - 4307574 / 4373200
E-mail: tratagua@tratagua.com.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 238
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 236

ANEXO 9
Plan de Contingencias de CMFSR para la Fase I de Remediación

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 86
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 239
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 237

FO-PR-001 r2

	GERENCIA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL	IN-PMP_ CMFSR_P-013 Rev.: 0
	INFORME TÉCNICO	Página 1 de 30

TÍTULO: ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE RS Y AGUA DE CANTERA

1. OBJETIVO

Evaluar medidas de prevención, mitigación, control y respuesta ante posibles contingencias generadas en los procesos de tratamiento de Agua de Cantera y RS, y describir en forma general las acciones a llevar a cabo a efectos de mitigar el impacto ambiental de los eventos que pudieran producirse.

2. ALCANCE

El presente informe cubre específicamente el análisis de las posibles contingencias que se podrían presentar en distintas partes de los procesos de Tratamiento de Agua de Cantera y RS.

Preparó		Revisó	Intervino calidad	Aprobó
Ing. Judith Ramirez CMFSR	Ing.A.Piastrellini CMFSR	Ing. Enzo Membrives CMFSR	Ing. Mariana Tagliani CMFSR	Ing. Armando Asenjo CMFSR

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones
0	15/10/2012	Versión Original

FECHA DE VIGENCIA: 29 OCT 2012

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	LIBERADO
Distribuyó:	Fecha: 22 OCT 2012 Firma: Ing. MARIANA TAGLIANI GESTIÓN DE CALIDAD C M F SAN RAFAEL

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

INDICE

1. OBJETIVO 1
2. ALCANCE 1
3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES 3
3.1 Abreviaturas 3
3.2 Definiciones 3
4. REFERENCIAS 3
4.1 Antecedentes 3
4.2 Documentación Aplicable 4
4.3 Documentación Afectada 4
5. RESPONSABILIDADES 4
6. DESARROLLO 5
6.1 Breve descripción de los procesos 5
6.1.1 Agua de Cantera (AC) 5
6.1.2 Residuos Sólidos (RS) 7
6.2 Principales puntos de Análisis en caso de Contingencias 9
6.2.1 Cañería Agua de Cantera 9
6.2.2 Canteras 10
6.2.3 Tanques depósito de ácido sulfúrico para el proceso 12
6.2.4 Cisternas y Planta de Proceso 13
6.2.5 DAST-RS (Dispositivo de Apertura Segura de Tambores de Residuos Sólidos) 15
6.2.6 Tanque de Amoníaco para proceso 17
6.2.7 Extracción de tambores de RS de las escombreras 19
6.2.8 Diques de contención de efluentes 20
6.3 Conclusiones 25
7. REGISTROS 25
8. ANEXOS 25
ANEXO 1: Gestion de RS y Agua de Cantera 26
ANEXO 2: Ubicación de Trincheras 27
ANEXO 3: Ubicación Diques de Contingencia DC1 – DC2 28
ANEXO 4: Ubicación DN3B 29
ANEXO 5: Formulario Reporte de incidentes 30

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1 Abreviaturas

AC	Agua de Cantera
CMFSR	Complejo Minero Fabril San Rafael
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
DN	Dique de efluentes neutralizados
GPMP	Gerencia Producción de Materias Primas
GAA	Gerencia de Actividades Ambientales
GSRyN	Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear
msnm	Metros sobre el nivel del mar
PEAD	Polietileno Alta Densidad
RS	Residuos Sólidos
SGA	Sistema de Gestión Ambiental

3.2 Definiciones

Incidentes: evento no planificado que tiene el potencial de llevar a un accidente.

Geosintético: Según la Norma ASTM D 4439 "producto fabricado a partir de materiales poliméricos, para ser usado con suelo, roca, tierra, o cualquier otro material geotécnico, como parte integral de un proyecto, estructura, o sistema realizado por el hombre".

Geomembrana: lámina sintética que actúa como barrera de bajísima permeabilidad, usada con cualquier material geotécnico para controlar la migración de fluidos en un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre.

Geonet: Según la Norma ASTM D 4439 "geosintético obtenido vinculando conjuntos de listones paralelos, superponiéndolos en distintos ángulos para lograr el drenaje planar de líquidos o gases".

4. REFERENCIAS

4.1 Antecedentes

• INF-PMP_CMFSR_P-008	Gestión De Residuos Sólidos (RS) y Agua de Cantera en la Planta de Concentración del CMFSR.
• INF-30MP-004	Tecnología de Impermeabilización Dique DN3B.
• INF-30MP-005	Gestión Transitoria Agua de Cantera el Gaucho.
• INF-30MP-007	Construcción de Cañería de Conducción de Agua de Cantera.
• MD-30MP-001	Construcción Diques DN5 y DN8-9 del CMFSR.
• INF-UEP – 045/05	Construcción Diques DN8-DN9 y DN5. Información adicional: Diques de Seguridad.
• Manifestación General de	"Gestión de residuos en disposición transitoria,

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 88
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 242
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 240

Impacto Ambiental, 2006. en el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)".

4.2 Documentación Aplicable

• Norma AR 10.1.1 (vigente)	Norma Básica de Seguridad Radiológica.
• Norma AR 2.12.1 (vigente)	Criterios de seguridad radiológica para la gestión de los residuos radiactivos provenientes de instalaciones minero fabriles.
• Norma AR 10.12.1 (vigente)	Gestión de residuos radiactivos.
• Ley Nº 25.018	Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos.
• Ley Nº 19.587	Higiene y Seguridad en el Trabajo. Dec. Reg. 351/79 y Modificatorias
• Norma ASTM D 4439.	Standard Terminology for Geosynthetics.
• FO-CMFSR-S-037	Reporte de incidentes.

4.3 Documentación Afectada

No aplicable.

5. RESPONSABILIDADES

5.1. Cada Responsable de Sector del CMFSR debe dar a conocer el presente informe al personal que tenga a su cargo.

Todo trabajador del CMFSR que detecte la ocurrencia de una contingencia debe dar aviso a la División Ambiente y Seguridad y a la Subgerencia del CMFSR, dejando constancia por triplicado en la planilla *"Reporte de incidentes" (FO-CMFSR-S-037)* (**ANEXO 5**), disponibles en las oficinas de los respectivos Responsables de Sector del CMFSR.

Los sectores que desempeñan actividades en el CMFSR son

Sectores que desempeñan actividades en el CMFSR:

- División Seguimiento de la Producción,
- División Servicios,
- División Control Geológico,
- División Administración,
- PRAMU,
- Sector intendencia,
- Sector Laboratorio,
- Sector Taller,
- Sector Suministros y Patrimonio.

5.2. División Ambiente y Seguridad:

- Realizar una evaluación más detallada de las implicancias del incidente.
- Evaluar si las implicancias del incidente son de carácter ambiental, radiológico, seguridad física o compartida.
- Definir las acciones correctivas que deben ser llevadas a cabo
- Informar a las autoridades internas correspondientes
- Realizar el seguimiento de la corrección y/o remediación del problema.

5.3. Subgerencia del CMFSR:

- Facilitar los recursos para que se lleven a cabo las medidas necesarias.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 240
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 243
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 244

- Informar lo sucedido al comandante de Gendarmería Nacional a cargo del Distrito Sierra Pintada.
- Informar a la GPMP sobre lo ocurrido
- Evaluar en conjunto con la GPMP la necesidad de comunicar lo ocurrido a las autoridades Provinciales y Municipales correspondientes.

5.4. GPMP:

- Entender y autorizar las acciones programadas para la corrección y/o remediación del incidente.
- Evaluar en conjunto con la Subgerencia del CMFSR las necesidades de comunicar lo ocurrido a las autoridades Provinciales y Municipales correspondientes.
- Informar a las gerencias con incumbencia en la problemática detectada acerca de lo ocurrido.
- Elevar un informe de la situación a la presidencia de la CNEA.

5.5. GAA:

- Intervenir y asesorar en las actividades de corrección y/o remediación ambiental.
- Controlar el seguimiento realizado del cumplimiento de las acciones propuestas

5.6. GSRyN:

- Intervenir y asesorar en las actividades de corrección y/o remediación de seguridad y protección radiológica.
- Controlar el seguimiento realizado del cumplimiento de las acciones propuestas.

5.7. Gerencia de Asuntos Jurídicos:

- Asesorar en el cumplimento del marco legal aplicable sobre el incidente ocurrido.
- Intervenir en las presentaciones realizadas por CNEA ante las autoridades de aplicación correspondiente, relativas al incidente.

5.8. Presidencia:

- Entender en todo el proceso de accionar referente al incidente.
- Facilitar los recursos no previstos para la solución de los problemas detectados.

6. DESARROLLO

6.1 Breve descripción de los procesos

Se incluye una síntesis de las características y de la metodología de gestión del Agua de Cantera y Residuos Sólidos, el volumen de efluentes líquidos generados y su tratamiento, los insumos necesarios para dichos procesos, las instalaciones y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas, realizándose además un análisis basado en la capacidad operativa de los mismos.

6.1.1 Agua de Cantera (AC)

En la actualidad, el volumen de AC acumulada en las distintas canteras del CMFSR que se debe tratar es de aproximadamente **803.606**[1] **m^3**, y proviene del agua de lluvia y aguas subterráneas que ingresan a las zonas donde se llevaron a cabo las explotaciones mineras.

La composición química y volúmenes de agua de cantera es la indicada en la tabla siguiente:

[1] Valor actualizado al 01/06/2012.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 21
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 244
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 292

Cantera	Composición química (Noviembre- Diciembre de 2009)						Volumen (Mayo 2012)
	U (µg/l)	Ra (pCi/l)[2]	$SO_4^=$ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	As[3] (ug/l)	pH	(m^3)
Gaucho	2.052,30	8,89	1.334	6,00	161	7,65	51.974
Tigre III	2.324,10	2,92	480	1,00	67	8,10	574.435
Tigre I	5.710	4,42	629	<1,00	118	8,49	143.145
Terraza	5.662,10	5,36	610	1,00	11	8,38	34.052

De acuerdo a los valores aquí indicados, el agua de cantera presenta contenidos de uranio, radio y arsénico que deben ser reducidos antes de proceder a su gestión definitiva.

Tratamiento Industrial de Agua de Cantera

En el proceso a llevarse a cabo en la Planta de Concentración para el tratamiento del AC el ión que primero se captará será el uranio. Posteriormente se procederá a la precipitación de Ra^{226} y As en una Planta de Precipitación que será construida en la zona cercana a los diques de efluentes.

El AC será conducida, a través de cañerías, hacia las cisternas colectoras que servirán de alimentación a la planta de concentración para realizar el tratamiento de AC, ubicadas en las cercanías de la Planta.

Se tratarán 20 m^3/h en cuatro columnas de intercambio iónico correspondientes a la línea 700, tres de ellas trabajando en serie en fijación y una en elución.

El proceso se realizará como se explica a continuación:

El agua de cantera almacenada en las cisternas, pasa a través de los filtros de arena para eliminar todo aquel material que pueda ser arrastrado por el agua, y se almacena en un tanque pulmón de agua filtrada.

En las columnas con resina aniónica Amberlite IRA 400 se fija el uranio presente en el agua, este proceso trabaja en forma continua.

Una vez cargada la columna, se realiza la elución de las resinas empleando una solución de nitrato de amonio y ácido sulfúrico.

Luego de su paso por las columnas de fijación, el agua de cantera parcialmente tratada es enviada a la cisterna colectora y desde allí hacia un dique pulmón impermeable de 2.000 m^3.

El agua almacenada en el pulmón es enviada a un tanque agitado donde se adiciona una solución de sulfato férrico, y de sulfato de aluminio como coagulante, para precipitar arsénico; luego pasa a otro tanque precipitador agitado donde se adiciona una solución de cloruro de bario para precipitar el radio, y solución de cal para corregir el pH. A continuación, se envía a los diques de decantación DN5, donde se dispone de cinco reservorios impermeables de 5.000 m^3 cada uno, denominados DN5.1 a DN5.5; se realizan análisis químicos a cada dique una vez lleno, y cuando los resultados de los análisis se encuentran dentro de los valores estipulados, el agua es enviada a un A.C.R.E. (Área de cultivos restringidos) de aproximadamente 10 ha, ubicado dentro del predio de la CNEA, para proceder a su gestión.

[2] Nota: 1pCi/l = 0,037 Bq/l
[3] Valores de análisis de laboratorio de Noviembre 2008.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO PC
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 245
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 243

Se procesarán en la planta de concentración aproximadamente 100.000 m^3/a de AC, trabajando de lunes a viernes, 24 h/d. se estima realizar una elución cada tres meses de trabajo, obteniendo una producción mensual de uranio promedio de 28,98 kgU.

Composición química del agua de cantera a la entrada y salida del circuito

Se informa a continuación valores promedio de composición del agua sin tratar y el agua tratada que se obtendría con la metodología descripta.

Elemento	*Entrada al circuito*	*Salida del circuito*	*Límites*	
Uranio (µg/l)	3000-4000 (1)	<50	100	(2)
Radio (pCi/l)[4]	10-15 (1)	<1	5	(3)
Arsénico (µg/l)	40-167	< 10	50	(4)
Nitrato (µg/l)	<5000	< 5000 (5)	45.000	(4)
Amonio (µg/l)	<500	< 500	1500	(4)
Sulfato (mg/l)	280	< 400	200 – 400	(4)
Sodio (mg/l)	220	< 250	250	(4)
Cloruro (mg/l)	98	< 200	200	(4)

(1) Rango posible de variación de concentración de agua de cantera
(2) Límites para agua de bebida- Ley 24.051 de Residuos Peligrosos
(3) Límite para agua de bebida- Norma US EPA (Environmental Protection Agency)
(4) Normas para vertido de líquidos a cuerpos receptores- DGI-Resolución 778
(5) Los estudios de laboratorio dan valores de contenido de NO_3^- de 1000µg/l

6.1.2 Residuos Sólidos (RS)

Origen de los residuos sólidos

Son residuos sólidos (precipitados) provenientes de la neutralización de efluentes del proceso de purificación-conversión a dióxido de uranio (UO_2) a partir del concentrado de uranio, que se realiza en la planta de producción que DIOXITEK S.A. posee en la ciudad de Córdoba.

Los RS se almacenaron en tambores de 200 litros y se trasladaron desde Córdoba al CMFSR.

Localización y cantidad de los residuos sólidos

Los RS han sido acumulados transitoriamente en trincheras cavadas en las colas de mineral, ubicadas en el SECTOR XV. (Plano de Ubicación de las trincheras en **ANEXO 2**)

Existen 5.223 tambores conteniendo 1.067.604 kg de precipitados húmedos. El total de uranio en los tambores es de aproximadamente 14.249 kg con un tenor medio de uranio del 1,34%.

Composición química de los residuos sólidos

A cada partida de RS recibida en el Complejo se le realizó el análisis químico correspondiente, analizando uranio, radio y otros componentes principales. Se indica el rango de variación de la concentración de iones.

[4] Nota: 1pCi/l = 0,037 Bq/l

Parámetro	Concentración (en base seca)
U(%)	0,9-8
Ra (pCi/g)	40-90
Fe(%)	2-4
$SO_4^{=}$(%)	0,2-0,5
Cr(%)	<0,1
$CO_3^{=}$(%)	0,5
NO_3^{-}(%)	4-9
P(%)	0,5-2

El rango de algunos parámetros es amplio debido a variaciones de composición de los concentrados. Los datos corresponden a muestreos integrados de varios lotes de tambores recibidos en el CMFSR.

En el caso del uranio predominan los tambores con concentraciones comprendidas entre 0,9 y 1,5%. La humedad del material varía entre 40 y 70%.

Tratamiento industrial de los RS

Para proceder con las tareas de gestión de los RS se deberán retirar los tambores de las escombreras extrayendo el material sólido (colas de mineral) que está tapando los tambores.

El tratamiento de los RS se llevará a cabo como se indica a continuación:

Cada tambor es alojado en un soporte adecuado, elevado y volcado en el tanque disolutor, disponiéndose de un sistema de chorro de agua dirigido al interior del tambor, para asegurar la evacuación total del contenido del tambor.

Una vez en el tanque, los RS serán primeramente lavados con agua (3 lavados), para extraer el nitrato soluble (NO_3^{-}). Los vestigios de materia orgánica que contiene la pulpa de RS, también se eliminarán en esta etapa de lavado.

El agua de lavado será trasladada a la cisterna de desechos; desde allí al dique pulmón nuevo, y luego a planta de neutralización, para ser enviada finalmente a los diques de evaporación DN8-DN9.

Una vez evacuada el agua del último lavado, se efectuará la disolución de los RS con ácido sulfúrico hasta pH: 0,5.

La disolución es trasvasada a una serie de tanques de decantación para separar impurezas y restos de líquido orgánico que puedan quedar.

La disolución limpia será diluida con agua en las cisternas adecuadas para este proceso, para obtener un líquido de pH: 1,3. Este líquido de disolución, conteniendo el uranio recuperado de los RS, será procesado en la Planta de Concentración en forma convencional.

La etapa de lavado de los residuos se efectuará empleando agua de cantera parcialmente tratada, mientras que para la de disolución sulfúrica y la etapa de dilución se utilizará agua de cantera sin tratar, de modo tal de producir al mismo tiempo la gestión de los volúmenes utilizados de esta forma.

Los efluentes líquidos provenientes del proceso de fijación en resinas de intercambio iónico, serán conducidos a la planta de neutralización con cal para llevar el pH a 7, y luego serán enviados al dique DN8-DN9 donde se producirá la separación de los precipitados, por decantación natural.

Los precipitados serán acumulados en el dique y los líquidos neutralizados serán gestionados por evaporación natural dentro de la misma área.

Se procesarán 800 kg de RS (aprox. 4 tambores) por batch y por día, trabajando de lunes a viernes. Se estima efectuar aproximadamente 2 eluciones por mes, con una producción mensual de uranio de 214 kgU.

En **ANEXO 1** se encuentra la descripción de los procesos en un flow sheet.

6.2 Principales puntos de Análisis en caso de Contingencias

6.2.1 Cañería Agua de Cantera

Según Informe Técnico "INF-30MP-007 - Construcción de Cañería de Conducción de Agua de Cantera", se colocó cañería de PEAD de un diámetro de 6" en el Tramo I de 1.240 m y en el Tramo II de 1.401 m de la cañería de conducción de agua de cantera. La metodología de la instalación fue la siguiente:

Tapado de Cañería

Una buena ejecución del tapado de la cañería y de las zonas adyacentes da una mayor garantía para reducir los efectos erosivos que puedan ocurrir, afectando no sólo al ambiente, sino poniendo en peligro la integridad de la tubería.

La colocación de la cañería requirió una nivelación del terreno, para situarlas a una profundidad suficiente para protegerlas de los daños producidos por el tráfico y evitar el congelamiento del agua en la temporada invernal.

Capa de asiento

Con el objeto de suavizar el terreno natural y generar una superficie apta para el asiento de la cañería se colocó una capa de suelo fino de 10 cm de espesor compactada.

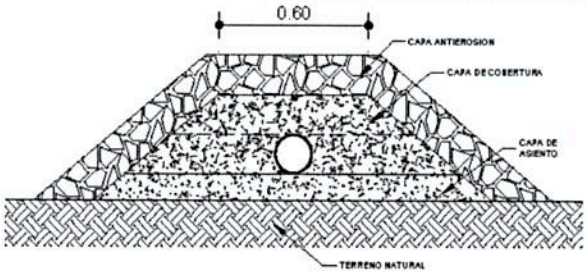
Capa de cobertura de cañería

Una vez instalada la cañería se cubrió con dos capas de suelo fino. La primera colocada hasta la parte superior del caño y la segunda cubriendo el caño en una altura de 15 cm como mínimo.

Capa antierosión

Finalmente, se colocó una cobertura final de roca toba clasificada con un tamaño comprendido entre 1" y 3". Esta capa tiene la función de evitar efectos erosivos sobre la cobertura de la cañería, además de servir como marcación de la traza de la misma.

Cuando el tendido cruza el camino, se realizó una canalización entubada con la debida señalización, empleando un caño de hierro de 8", de resistencia adecuada a la circulación de camiones de 35 toneladas.



Se implementó un sistema para asegurar que no se producirán perdidas por rotura de la cañería que conduce el líquido desde las canteras hasta la planta.

El mismo consiste en la instalación de un medidor de presión de flujo de agua en la cañería, el cual en caso de disminuciones de presión por rotura de cañería, detiene inmediatamente la bomba mediante un comando automático remoto. Este sistema cuenta además con un doble sistema de alarma, que estará conectado a la oficina del encargado de turno, el cual dará aviso al personal para que busque la pérdida y una vez identificada se procederá a la limpieza de la zona afectada, retirando el suelo que pudiera haber sido afectado y posteriormente se colocará una capa de cobertura de suelo limpio.

El encargado de turno es el responsable de dejar constancia por escrito de lo acontecido en el libro de novedades, y de dar aviso a los responsables superiores.

6.2.2 Canteras

La Mayor contingencia que puede ocurrir con las canteras es que las mismas se desborden.

La cantera el Gaucho, dadas sus características particulares, es la que presenta mayor riesgo de que se alcancen las cotas máximas de almacenaje de agua permitidas, ya que recibe tres tipos de aportes: (a) el agua que precipita directamente sobre el espejo, (b) el agua que escurre superficialmente a dicha cantera, y (c) el flujo proveniente de la cuenca residual del arroyo El Toscal.

Considerando que en la actualidad no se está en condiciones aún de realizar el tratamiento de agua de cantera, se hace necesario tomar las previsiones del caso, teniendo en cuenta que el aumento del nivel de agua está relacionado con las condiciones climáticas.

Capacidad de acumulación de agua de las canteras

Se informan a continuación los valores de volumen de agua y capacidad de acumulación hasta la cota máxima permitida correspondientes a Mayo de 2012.

Parámetro	Cantera			
	Gaucho	Tigre III	Tigre I	Terraza
Cota actual (m.s.n.m.) (1)	965,92	972,15	933,82	910,02
Volumen actual (m^3) (1)	51.974	574.435	143.145	34.052
Cota máxima permitida (m.s.n.m.)	969,00	975,00	938,00	948,00
Volumen a cota máxima permitida (m^3)	110.230,63	704.016	209.074	3.000.000
Volumen posible a almacenar hasta cota máxima permitida (m^3) (1)	58.256,63	129.581	65.929	2.965.948

(1) Valores al 01/06/12

Se observa que la Terraza es la cantera que tiene mayor volumen de acumulación de agua y la que presenta los menores riesgos de que se alcancen las cotas máximas permitidas. La cantera Tigre I tiene menor capacidad de acumulación de acuerdo a estos datos, pero ya existe un sistema de trasvase de agua de esta cantera a la cantera la Terraza que tiene un gran volumen de acumulación, por lo que no hay riesgo de que se alcancen las cotas máximas de seguridad.

La cantera el Gaucho tiene un cierto volumen de acumulación libre, pero en caso de presentarse una situación o evento extraordinario, se correría el riesgo de alcanzar las cotas máximas de seguridad permitidas. El mismo comentario se considera válido para la cantera Tigre III. Para este caso se analiza la posibilidad de trasvase de 20.000 m^3 de agua de cantera el Gaucho a Tigre III, de Tigre III a Tigre I y de allí a la Terraza.

Composición química del agua de las canteras luego de realizado el trasvase

Considerando que la propuesta está basada en el trasvase de 20.000 m^3 de agua de la cantera el Gaucho a la cantera Tigre III, luego a la cantera Tigre I y de allí a la cantera La Terraza; por medio de cálculos de balance de materia, se ha estimado la variación de la concentración de iones en cada cantera y volúmenes luego de realizado el operativo. Los datos que se informan a continuación han sido tomados del informe "INF 30MP 005 – Gestión transitoria de agua de cantera". Los estudios que se indican en el citado informe fueron realizados en el año 2009, y los valores actuales de concentración de iones no han variado significativamente, por lo que se considera que las conclusiones a las que se arribó en el año 2009, tienen valor en la actualidad. Se informa a continuación los resultados de los estudios realizados en el año 2009.

Parámetro	Gaucho		Tigre III		Tigre I		Terraza	
	Actual	Posterior	Actual	Posterior	Actual	Posterior	Actual	Posterior
Volumen (m^3)	70.800	50.800	663.750	663.750	180.364	180.364	24.618	44.618
U (µg/l)	2.500	2.500	3.300	3.276	3.952	3.885	11.637	8.162
Ra (pCi/l)[5]	3,09	3,09	4,41	4,37	7,71	7,38	12,00	10,39
As (µg/l)	161,00	161,00	67,00	69,75	118,00	113,80	11,00	57,08
NO_3^- (mg/l)	10,00	10,00	1,00	1,26	1,00	1,02	1,30	1,18
$SO_4^=$ (mg/l)	868,00	868,00	336,00	351,60	336,00	337,60	528,00	442,70

Los cálculos han sido realizados suponiendo un trasvase inicial de 20.000 m^3 de líquido de la cantera el Gaucho a la cantera Tigre III, y las concentraciones de iones en esta cantera se han calculado luego que se hayan producido los fenómenos de mezcla correspondientes. Luego se envían 20.000 m^3 de agua de la cantera Tigre III a la cantera Tigre I, y se aplican los mismos conceptos para la realización de los cálculos, y así sucesivamente hasta completado el circuito de trasvase propuesto.

Se observa que luego de realizado el trasvase de 20.000 m^3 de líquido de la cantera el Gaucho a la cantera la Terraza, a través de las otras canteras, las concentraciones de iones no varían significativamente, se disminuye el volumen de agua de la cantera el Gaucho a valores seguros y se aumenta el volumen de la cantera la Terraza a valores que no ponen en riesgo la seguridad, ya que tiene un gran volumen para acumular agua.

Para el caso que el circuito de trasvase se realice parcialmente, y solamente sea necesario llevar a cabo la primera etapa del mismo, los resultados de los cálculos serían:

[5y6] Nota: 1pCi/l = 0,037 Bq/l

FOLIO 97

FO-PR-002 r 3

CNEA	ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE RS Y AGUA DE CANTERA	IN-PMP_ CMFSR_P-013 Rev: 0 Página 12 de 30

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 250
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 248

Parámetro	Gaucho		Tigre III	
	Actual	Posterior	Actual	Posterior
Volumen (m^3)	70.800	50.800	663.750	683.750
U (µg/l)	2.500	2.500	3.300	3.276
Ra (pCi/l)[6]	3,09	3,09	4,41	4,37
As (µg/l)	161,00	161,00	67,00	69,75
NO_3^- (mg/l)	10,00	10,00	1,00	1,26
$SO_4^=$ (mg/l)	868,00	868,00	336,00	351,60

Se observa que luego de realizado el trasvase de 20.000 m^3 de líquido de la cantera el Gaucho a la cantera la Tigre III, las concentraciones de iones no varían significativamente, se disminuye el volumen de agua de la cantera el Gaucho a valores seguros y se aumenta el volumen de la cantera Tigre III, a valores que no ponen en riesgo la seguridad, ya que tiene volumen disponible para acumular agua.

Los cálculos de balance de materia realizados, indican que el trasvase de agua de la cantera el Gaucho a otras canteras no produciría alteraciones significativas de las concentraciones de iones en el agua de las mismas.

Esto permitiría, *en caso de necesidad*, bajar el nivel del agua de la cantera el Gaucho a niveles seguros, minimizando los riesgos ambientales, hasta tanto se disponga de las autorizaciones y equipamiento necesario para proceder al tratamiento del agua de cantera, de acuerdo a lo propuesto en la Manifestación General de Impacto Ambiental – Febrero de 2006, o se disponga de diques impermeables de acumulación.

6.2.3 Tanques depósito de ácido sulfúrico para el proceso

La planta de producción de concentrados posee dos tanques de Ácido sulfúrico de 1.000 m^3 de capacidad cada uno, con concentración comercial de 98%.

Posee los siguientes sistemas de seguridad ante una contingencia:

a) Sector de recepción y almacenaje de ácido sulfúrico

Este sector cuenta con una pileta de seguridad construida en hormigón y revestida con pintura resistente al ácido, para contener posibles derrames de ácido durante las operaciones de descarga o envío del ácido a proceso. Si se verifica una pérdida de ácido sulfúrico en alguno de los tanques se debe cerrar totalmente la compuerta de la pileta de seguridad.

Actualmente se cuenta con dos tanques para almacenaje de H_2SO_4 de una capacidad de 1000 m^3 cada uno; el Tanque I que está vacío y el Tanque II que tiene 71 tn (38,6 m^3).

El volumen de la pileta de seguridad es de 460 m^3, en caso de derrame el ácido que se encuentra almacenado en el Tanque II quedaría totalmente contenido en la pileta de seguridad. Desde esta pileta el ácido será rebombeado al Tanque I.

En caso de no poder bombear el ácido al Tanque I, la pileta de seguridad está conectada por medio de una compuerta a una canaleta, también de hormigón, que a su vez se conecta a la cisterna de desechos (pileta impermeabilizada). La cisterna de desechos posee una línea de conducción directa hacia un dique reservorio intermedio denominado Dique Pulmón Nuevo (impermeabilizado con geomembrana), el cual está conectado con el área de Diques de evaporación.

Para el tratamiento de residuos sólido (RS) se necesitan en total 419 m^3 de H_2SO_4 en un período de 4,5 años. Se planifica realizar compras parciales de aproximadamente 100 m^3 por año, por lo tanto en caso de una contingencia se procedería del mismo modo indicado anteriormente.

b) Sector de preparación y recepción de soluciones ácidas (cisterna de lixiviados).

Este sector cuenta con varios sistemas de seguridad para prevenir posibles pérdidas de soluciones ácidas.

Todas las cisternas están construidas con doble fondo conectado cada uno en forma independiente a pozos de captación, donde se detectan pérdidas. Los pozos de captación están provistos con bombas activadas por sondas de nivel máximo y mínimo.

Las pérdidas de soluciones ácidas que pudieran producirse, se las detecta por la presencia del líquido en el pozo de captación. En caso de alguna pérdida, este líquido es recirculado hacia otra cisterna por medio de bombas y se procede a identificar y reparar la cisterna donde se ha identificado algún problema.

En casos de cortes de energía eléctrica entran en servicio grupos electrógenos que aseguran el suministro de energía ante esta eventualidad. En caso de fallas en las sondas de nivel se activa una alarma acústica ubicada en la Planta de Concentración.

6.2.4 Cisternas y Planta de Proceso

a) Cisternas

En el Sector Norte existen 6 cisternas para acumulación de líquidos, las que se encuentran interconectadas por un sistema de vertederos de rebase. La capacidad total de estas cisternas es de 3.000 m^3, pero durante la operación normal de la planta se encuentran almacenados como máximo 2.000 m^3. De esta forma se cuenta con una capacidad libre de almacenaje de 1.000 m^3, para captar posible derrames por rebase de alguna cisterna.

Las cisternas están circundadas además por una canaleta de seguridad y un muro de contención de 0,5 m de altura, que también evita el ingreso del escurrimiento del agua de lluvia del terreno circundante.

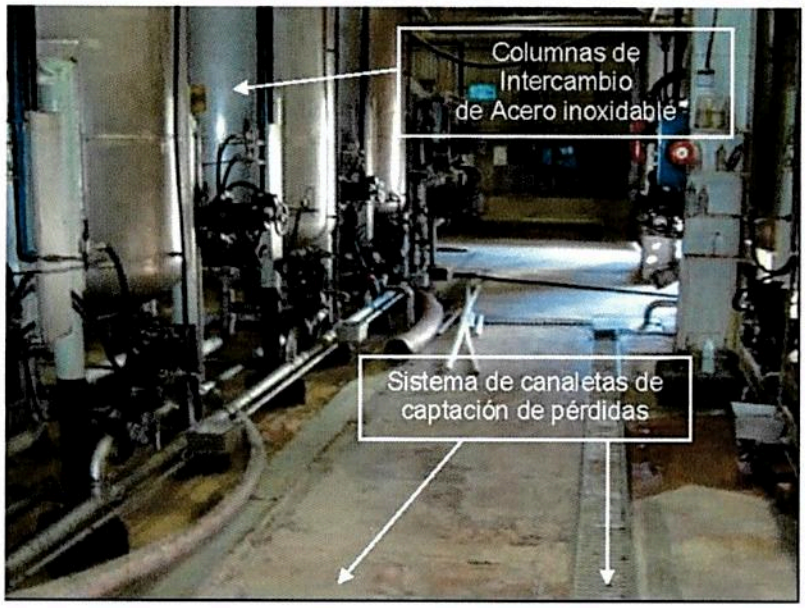
Si fueran superados los esquemas de seguridad anteriores, existen aún dos alternativas de contención de rebases: a) la primera es evitar el rebase recirculando los líquidos a las pilas de lixiviación, b) la segunda consiste en desviar los rebalses por gravedad a la denominada cisterna de desechos de planta (pileta impermeable), a través de un conducto de 8" de diámetro, que conecta la canaleta colectora con la mencionada cisterna. Si la cisterna de desechos fuera superada en capacidad, los líquidos serían contenidos por un reservorio de 1.000 m^3 de capacidad ubicado aguas abajo, denominado Represa 2, el que posee un sistema de rebombeo de líquidos a la cisterna de desechos.

b) Planta de Proceso

En el sector de planta de proceso todos los equipos están construidos en acero inoxidable (columnas de intercambio, tanques, bombas y tuberías), material indicado para la construcción de equipos que trabajan con soluciones ácidas, disponiéndose además en toda el área del galpón de planta, de un sistema de canaletas de colección de pérdidas, conectadas a las cisternas exteriores de acumulación de líquidos. En la foto siguiente se muestran los equipos de planta y las canaletas de colección de pérdidas.

En el caso de que ocurriese una pérdida, el operario de la planta debe dar aviso inmediatamente al encargado de turno, quien deberá evaluar la magnitud del inconveniente y en función a esto, decidir la detención o no del proceso. El encargado, además comunicará el problema a los responsables superiores con el fin de disponer los medios necesarios para subsanar lo ocurrido. El acontecimiento deberá quedar registrado en el formulario *FO-CMFSR-S-037 - Reporte de Incidentes* y en el libro de novedades que llevan diariamente los encargados de turno.

FOLIO 100
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 253
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 251



6.2.5 DAST-RS (Dispositivo de Apertura Segura de Tambores de Residuos Sólidos)

Cabe destacar, que este sistema funciona con un proceso Batch, el cual permite sacar de servicio el sistema para cualquier mantenimiento, sin entorpecer los tiempos de producción y uso.

Pérdida de estanqueidad en la caja de guantes:

Ante la detección de alguna fuga de vapores desde el recinto donde se encuentra la caja de guantes hacia el exterior, se deberá proceder mediante el uso de adecuados elementos de protección (máscara de gas), a revisar los márgenes del recinto y taparla adecuadamente.

Aspiración insuficiente:

En caso de presentarse un caudal de aspiración insuficiente, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Corroborar el correcto funcionamiento del Ventilador Centrífugo. Verificando las entradas y salidas, el estado del motor y su correcto asentamiento para evitar vibraciones.
2. Verificar si existen obstrucciones en la cañería de aspiración. Para lo cual se cuenta con válvulas mariposa a la salida de la campana de extracción y del tanque disolutor TK-702, para el corte de flujo y accesos cada 3 m de conducto, los cuales permiten inspeccionar cada tramo, y limpiarla si es necesario.

Emisión de concentraciones no permitidas a la atmósfera

En caso de detectarse concentraciones no deseadas de emisiones, se debe verificar el correcto funcionamiento de la torre de lavado. Para lo cual se debe realizar las siguientes inspecciones:

1. Verificar la limpieza de los elementos de relleno (anillos).
2. Corroborar el estado del agua de lavado.
3. Asegurar el correcto funcionamiento de la bomba de recirculación.

4. Verificar la ausencia de obstrucciones en la entrada y salida de la torre.

Problemas con la apertura del tambor

El sistema encargado del corte de la tapa del tambor y su apertura, es una cortadora de plasma, la cual se deberá revisar teniendo en cuenta:

1. Verificar la conexión de la masa de la cortadora de plasma al gancho de agarre del Sistema de desplazamiento para que este cierre el circuito con el tambor por medio del cable de acero del zuncho de elevación. Además se deberá remover la pintura de una pequeña zona del tambor asegurando el contacto con el cable.
2. Asegurarse que exista un adecuado flujo de gas para el corte.
3. Verificar la presión, el caudal y la calidad del aire comprimido que se utiliza como barrido.

Sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos del DAST, son los encargados de realizar el desplazamiento del tambor por el perfil guía, la rotación del tambor para el corte y los movimientos de los pistones que mueven la torcha de la cortadora de plasma entre otros.

En caso de existir algún inconveniente con los mismos, se deberá revisar en el gabinete de equipos auxiliares, el estado de la central hidráulica.

En caso de no encontrar ningún problema allí, se deberá seguir estudiando el caso, verificando el líquido y los conductos hidráulicos.

Gabinete de equipos auxiliares

El Gabinete contará con un equipo de renovación de aire de tiro forzado con filtro de aire, para mantener refrigerados los equipos y a su vez mantener una presión positiva dentro del recinto y así impedir el ingreso de polvos.

Por lo cual se deberá asegurar,

1. El deseado funcionamiento del ventilador de extracción, procediendo de la misma manera que con el ventilador de extracción de gases.
2. La no obturación del filtro de aire y los conductos asociados. En caso de encontrarse alguna obturación, realizar una limpieza y renovación de filtros, y limpieza exhaustiva de la cañería.

Cañería de descarga

Luego de descargar su contenido el tambor en la batea principal, esta cuenta con una conexión a una cañería de descarga hacia el tanque disolutor, de esta forma, se debe asegurar el correcto flujo de agua y barros hacia el mismo, verificando asiduamente la falta de incrustaciones en la cañería y la correcta limpieza de la misma.

Debido a que la mayoría de los equipos y cañerías son de Acero inoxidable se deberá tener en cuenta que para su limpieza está prohibido el uso de elementos clorados, ya que provocan corrosión.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 100
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 255
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 253

6.2.6 Tanque de Amoníaco para proceso

Para la gestión de pasivos Agua de Cantera y RS, el amoníaco será utilizado para obtener el concentrado de Diuranato de Amonio. El uranio es fijado en resinas de intercambio iónico y reextraido de las mismas con soluciones químicas específicas. Estas soluciones ácidas son enviadas a los precipitadores en los cuales, por agregado de amoníaco gaseoso, el uranio precipita como diuranato de amonio o yellow cake.

El CMFSR cuenta con dos tanques de amoníaco de 43 m^3 y 50 m^3 de capacidad respectivamente. Si bien ambos tanques se encuentran fuera de servicio, desde el cierre de la planta en 1995, el de mayor capacidad posee 4.060 kg de amoníaco.

Medidas de Seguridad:

Se realizó el reacondicionamiento y puesta a punto del Tanque N°2 de amoníaco (NH_3) R717 de 43 m^3 para el trasvase del amoníaco anhidro que se encuentra actualmente en el recipiente de 50 m^3.

El Tanque de 43 m^3 es un tanque de almacenamiento no refrigerado en el cual la temperatura máxima que puede alcanzar el amoníaco anhidro es igual a la máxima temperatura ambiente, con presión muy superior a la atmosférica.

El recipiente no actúa bajo sistema de compresión que eleve la presión, no hay compresor vinculado. La presión de trabajo es de 11 kg/cm^2. Se estima que la presión real en proceso de almacenamiento se encuentra entre 4 y 6 kg/cm^2. El amoníaco se saca con bombeo mecánico y se los evapora antes de incorporarlo a proceso en intercambiador específico.

- **Señalización**: En las cercanías del tanque de almacenamiento se colocarán estratégicamente rótulos normalizados anunciadores del peligro existente y de la prohibición de fumar, no encender fuego, no soldar.

  Se instalará un conjunto de barreras de protección que impidan que ningún vehículo de carga o unidad motriz de cualquier tipo pueda tomar contacto con el recipiente.

- **Protección contra derrames:** Alrededor del tanque se instalará o se hará llegar la red de incendios (agua con hidrantes), de forma que pueda utilizarse con independencia de la dirección del viento. La presión, caudal y equipo disponible será suficiente para controlar las emergencias que puedan producirse. La red de agua no debe ser susceptible de congelamiento durante la época invernal, tomándose al efecto las medidas necesarias.

- **Iluminación**: El almacenamiento estará convenientemente iluminado durante la noche.

- **Detectores:** En los recintos de la planta y áreas de peligro se colocará un detector de amoníaco con indicación acústica y lumínica para valores de concentración mayores a 25 ppm.

  En caso de sobrepasar los de exposición recomendados: TLV-TWA: 25 ppm, se debe actuar con la mayor tranquilidad, el personal debe estar equipado con trajes de protección total, incluida la protección respiratoria.

  Se procederá a evacuar el área de escape en la dirección contraria del viento, siempre que se pueda y sea seguro. Si no, cerrar todas las ventanas y puertas y desconectar eléctricamente los ventiladores de ventilación y equipos eléctricos, se aislara las fuentes de derrame lo más rápidamente posible por personal entrenado.

  Usar agua pulverizada para combatir la nube de gas. No aplicar agua directamente a los grandes derrames de amoníaco. Tomar precauciones para evitar la contaminación de los cursos de agua y drenajes.

Se proveerá de ventilación local asistida donde sea posible. Se instalaran equipos lavaojos y duchas de seguridad en cualquier lugar en donde se pueda producir contacto con los ojos y la piel.

Se dispondrá de equipos de respiración portátiles, para ser utilizados en caso que los niveles de exposición exceden de los niveles recomendados.

- **Indicadores de la dirección y sentido del viento**: Se instalará, en uno o varios lugares, indicadores de la dirección y sentido del viento que estarán iluminados por la noche, los mismos son una eficaz ayuda para determinar tanto las rutas de evacuación del personal como posiciones de ataque con agua en los casos de emergencia.
- **Capacitación:** Cualquier persona que manipule, transfiera, transporte o trabaje de alguna manera con amoníaco estará capacitada para comprender sus propiedades con el objeto de ser competente en la práctica de operaciones seguras y tomar las medidas apropiadas en caso de fuga del producto.
- **Protección contra incendios**.

Datos indicativos de la posibilidad de incendio

Clasificación NH_3	Gas no inflamable	
Temperatura de auto ignición	651°C (1021°F)	
Límite de inflamabilidad en el aire	Inferior	16%
(%en volumen)	Superior	25%

Medios de extinción recomendados.

Polvo extintor o CO_2. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua siempre el agua debe estar en forma de niebla.

Tener en cuenta la dirección del viento. Evitar que los productos utilizados en la lucha contra incendio, pasen a desagües, o a cursos de agua.

Nota: Si el fuego no puede ser controlado, se hace necesaria la evacuación de la zona en un radio de por lo menos 600 metros en todas las direcciones.

- **Duchas y Lavaojos:** En las inmediaciones del recipiente de NH_3, existirá un sistema de ducha y lavaojos fácilmente accesible y adecuadamente señalizado.

- **Elementos de seguridad:**

a) *Conexiones:* todas las conexiones del tanque a presión, excepto las de válvulas de seguridad, tendrán válvulas de cierre instaladas lo más cerca posible del punto de conexión. Además, las conexiones utilizadas para traslado de líquido situadas por debajo del máximo nivel de llenado dispondrán de válvulas de bloqueo con accionamiento a distancia o de retención en conexiones de llenado o de cierre por exceso de caudal.

b) *Válvulas de seguridad:* el tanque o recipiente a presión dispone, de dos válvulas de seguridad de presión duales calibradas con presión de timbre= P de trabajo $+\delta_{max}$ de 0.5 y 1 kg/cm^2 por pares.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 104
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 257
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 255

c) *Indicadores de nivel*: el tanque está equipado con un indicador permanente que permite controlar el nivel del líquido contenido. Además, dispondrá, como mínimo, de un dispositivo de nivel máximo o de un segundo indicador de nivel independiente del anterior y de distinto tipo con señalización óptica y acústica.

d) *Toma de tierra*: el tanque deberá tener, como mínimo, dos tomas de tierra, que se ajustarán a lo establecido en el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

e) *Manómetro*: calibrado en lugar visible, bajo supervisión.

f) Se instalará un sistema de control y registro de presión a distancia.

- Equipo de protección personal:

1) *En operación:*

a) El personal de planta que opere el tanque de amoníaco dispondrá de:

- ✓ Guantes de goma o de similar resistencia al amoníaco anhidro.
- ✓ Gafas de seguridad con ajuste a la cara.
- ✓ Equipos de protección respiratoria.

b) Durante trabajos de conexión o desconexión de tuberías y mangueras de carga y descarga, y siempre que exista riesgo de contacto con amoníaco anhidro líquido o gaseoso, el personal llevará puesto:

- ✓ Guantes de goma o de similar resistencia al amoníaco anhidro.
- ✓ Traje o mameluco impermeable de plástico o similar.
- ✓ Botas resistentes al amoníaco anhidro. (goma butílica)
- ✓ Equipo respiratorio con adaptador facial que cubra toda la cara, de tipo autónomo o de cartucho.

2) *En emergencia:* Para entrar en atmósfera concentrada de amoníaco anhidro se dispondrá, en lugares cercanos y accesibles durante la emergencia, de:

- ✓ Trajes herméticos.
- ✓ Equipos respiratorios autónomos.
- ✓ Cuerdas salvavidas.
- ✓ Cinturones de seguridad.

- Plan de Emergencia o Plan de Control de Desastre (PCD)

En el sector donde se encuentra emplazado el tanque contenedor de amoníaco se contará con un Plan de Emergencias o un Plan de Control de Desastre. El mismo deberá contemplar todas las acciones a realizar ante una situación de emergencia por el personal propio y los apoyos externos (Bomberos, Policía, Asistencia Médica, etc.).

Este Plan se encuentra en proceso de redacción.

6.2.7 Extracción de tambores de RS de las escombreras

La extracción de los tambores de las escombreras implica realizar operaciones de excavación con pala mecánica y topadora sobre las colas de mineral.

Esta operación, debido a sus características específicas y a la sequedad superficial de las colas de mineral, podría originar dispersión de material fino fuera del área de depósito de las colas. Para evitar un impacto sobre el suelo fuera del área de colas, se ha previsto un sistema de pulverización de agua sobre el área de trabajo, para humectar la superficie de la escombrera con objeto de controlar la posible dispersión de material fino, debiéndose evitar excesos de agua a fin de no crear anegamientos o escorrentías de agua sobre las colas.

Se ha considerado conveniente no realizar operaciones de destape de trincheras con vientos de una velocidad superior de 20 a 25 km/h.

En caso de existir tambores rotos por degradación y erosión natural, estos serán trasvasados a otro recipiente sano, dentro de la misma trinchera. Se prevé que estas operaciones de trasvase se lleven a cabo sobre bandeja de acero inoxidable, para evitar derrame de RS sobre la escombrera. Los restos de material contaminado remanentes en las trincheras serán extraídos y almacenados convenientemente para su remediación en el proceso de gestión final de las colas.

Los tambores serán limpiados superficialmente a fin de eliminar el material de colas que pudiera haberse adherido, serán colocados sobre tarimas de madera (Pallets) y cargados en camiones por medio de un autoelevador, para ser trasladados hasta la planta de tratamiento. El camino entre la escombrera y la planta será mantenido húmedo por medio de riego con camión regador.

Contingencia en el momento del destape de tambores

En caso de caer un tambor desde la tarima de madera (pallets) en el momento de ser cargados al camión, o en tránsito hasta la planta de tratamiento de RS; el tambor puede sufrir una rotura, entonces se procederá a levantar el tambor y trasvasarlo sobre bandeja de acero inoxidable a otro recipiente sano, para evitar que siga derramando RS sobre la escombrera, o sobre terreno que estaba limpio, los restos de material contaminado que caigan sobre la escombrera serán gestionados y almacenados convenientemente para su remediación en el proceso de gestión final de colas. Si el tambor se rompió en tránsito, el material que quedó en el lugar será removido a un espesor de 10 cm, se realizará radimetría para controlar que el suelo no esté contaminado y posteriormente una vez liberada el área, el material removido será acumulado en la escombrera de colas de mineral.

Disposición transitoria de suelo removido

a) El material acopiado transitoriamente debe mantenerse humectado para evitar su dispersión.

b) El material acopiado transitoriamente debe disponerse en sitios de máximo resguardo a contingencias aluvionales.

6.2.8 Diques de contención de efluentes

Con el objeto de realizar las tareas de remediación de los pasivos de AC y RS, son necesarios los diques DN5, DN8-9 y DN3B del CMFSR.

Estos diques cumplen distintas funciones en los tratamientos a realizar a estos pasivos. Para el caso del dique DN5, el mismo tiene una función operativa para el proceso de tratamiento de AC, y en el caso del DN8-9, el dique se utilizará como contenedor final de los efluentes de ambos procesos y como superficie evaporadora de líquidos.

Descripción de los Dique DN5

Este dique se subdivide en 5 reservorios de un volumen aproximado de 5.000 m^3 cada uno y un reservorio pulmón más pequeño de aprox. 2.000 m^3.

Los reservorios más grandes se utilizarán en el proceso de tratamiento de agua de cantera, produciéndose en los mismos la precipitación de radio y arsénico mediante una metodología por batch. El agua sobrenadante se extraerá por bombeo y, previa comprobación de que su composición sea apta para vertido, se enviará a un área de riego con vegetación autóctona. El precipitado generado será lavado con agua a presión y descargado en el dique DN8-9, por lo cual se advierte que este dique se encuentra comunicado al DN8-9 para su operación. El reservorio más pequeño, como su nombre lo indica, servirá de pulmón de agua sin tratar, para el funcionamiento de la planta donde se incorporarán los aditivos precipitadores.

Barreras de seguridad

En el diseño de las barreras de seguridad de este dique se han considerado solamente materiales de origen sintético, debido a que este es un reservorio netamente operativo y no será utilizado para la acumulación definitiva de residuos.

El sistema de impermeabilización consta de una doble barrera sintética formada por dos geomembranas de PEAD, entre las cuales se colocará un sistema de drenaje para la conducción y captación de fugas que puedan originarse en la primera barrera.

El sistema de detección de fugas (drenaje) a ejecutarse entre las dos geomembranas se materializará mediante un geonet que cubrirá integralmente la superficie interior del dique, y una zanja central de drenaje ejecutada sobre el fondo de cada reservorio que albergará material drenante de relleno y una tubería perforada que conducirá las pérdidas a un sumidero ubicado en el punto más bajo del mismo.

Este sistema tendrá la función de captar posibles pérdidas que se originen en la primera geomembrana y conducirlas a través de una cañería de acero inoxidable que atraviesa el muro al dique DN8-9, siendo este dique el destino final de las mismas.

Resumiendo, la impermeabilización de los reservorios se logrará con un sistema de barreras múltiples constituido por los siguientes elementos: Geomembrana 1.500 µ + Sistema de detección de fugas + Geomembrana 1.000 µ.

Desde cada uno de los reservorios del dique DN5 parten dos cañerías hacia el DN8-9: una de 6" de diámetro está vinculada a la impermeabilización superior y es operativa para el lavado de precipitados y la otra de 4" de diámetro está vinculada a la impermeabilización inferior para la detección de pérdidas. Ambas cañerías dispondrán de válvulas esclusas colocadas en una cámara de válvulas construida en hormigón armado.

En el caso de ocurrencia de contingencias tales como rotura de membrana o falla en las válvulas de cierre, el destino final de las pérdidas será el DN8-9. En ambos casos, para solucionar el inconveniente, deberá vaciarse el contenido del reservorio del dique con problemas. Si la pérdida es de pequeña magnitud, deberá esperarse a la finalización del tratamiento por batch. En caso de pérdidas más importantes, deberá vaciarse el reservorio en forma inmediata, enviando el contenido al DN8-9 sin importar que el tratamiento de precipitación de radio y arsénico se haya completado, para recién ahí proceder a realizar la reparación correspondiente.

Descripción Dique DN8-9.

Este dique tiene las funciones de: evaporación de líquidos y acumulación de los precipitados cálcicos provenientes de la neutralización de los efluentes ácidos de planta, generados en el tratamiento de los RS. También se acumulará en forma definitiva el residuo sólido lavado del DN5 en el proceso de tratamiento de AC.

Barreras de seguridad.

En el diseño de las barreras de seguridad de este dique se ha contemplado una mezcla de materiales de origen natural y materiales sintéticos. Este diseño responde a que los materiales de origen sintético proporcionan gran eficiencia en la etapa operativa de la obra para el manejo de líquidos y el material de origen natural (arcilla) proporciona una barrera a largo plazo para el precipitado sólido que se acumulará en el reservorio para su gestión definitiva.

El sistema de impermeabilización consta de una doble barrera sintética formada por dos geomembranas de PEAD entre las cuales se colocará un sistema de drenaje para la conducción y captación de fugas que puedan originarse en la primera barrera. Como barrera geológica natural se empleará una capa de arcilla de 0,40 m de espesor.

Resumiendo, la impermeabilización del reservorio se logrará con un sistema de barreras múltiples constituido por los siguientes elementos: Geomembrana 1.500 µ + Sistema de detección de fugas + Geomembrana 1.000 µ + Capa de Arcilla 0,40 m.

El sistema de detección de fugas a ejecutarse entre las dos geomembranas se materializará mediante un geonet que cubrirá integralmente la superficie interior del dique, y una zanja de drenaje ejecutada sobre el fondo del reservorio que albergará material drenante de relleno y una tubería perforada que conducirá las pérdidas a un sumidero ubicado en el punto más bajo del reservorio. Tanto la zanja de drenaje como el sumidero se encuentran ubicados sobre el muro que divide el DN9 del DN10.

Desde el sumidero del DN8-9 parte una cañería de Acero inoxidable de 6" de diámetro vinculada a la impermeabilización inferior para la detección de pérdidas. Esta cañería dispondrá de una válvula esclusa antes de su descarga al pozo de bombeo.

Este sistema tendrá la función de captar posibles pérdidas que se originen en la primera geomembrana y mediante una cañería de acero inoxidable conectada al sumidero conducirlas hasta una estación de bombeo ubicada en el DN10. Las pérdidas captadas serán rebombeadas al dique.

Sistema de drenaje de seguridad en DN8-9.

En la base estabilizada del dique DN8-9 se construirá, siguiendo la pendiente natural del terreno, un drenaje de seguridad cuyo objetivo será conducir el agua hasta un pozo de bombeo y evitar el contacto de esta con la arcilla, ante una situación extrema de precipitación que pueda ingresar al sistema. Por otra parte, favorecerá la extracción de los líquidos expulsados por la consolidación de los precipitados estabilizados.

Básicamente, este sistema de drenaje consiste en una zanja drenante siguiendo las pendientes naturales del terreno y una capa de drenaje horizontal que se colocará sobre toda la superficie del fondo del DN8-9. La función de la zanja será conducir los líquidos hacia el pozo de bombeo y la capa horizontal tendrá las funciones de: evacuar rápidamente los líquidos hacia la zanja de drenaje, romper el ascenso capilar y nivelar la superficie para recibir la capa de arcilla.

Análisis de Contingencias en Dique DN8 y DN9

Descripción de las características de los diques de contención DC1 y DC2

En Informe "INF-UEP-045/05 Construcción Diques DN8-DN9 y DN5. Información adicional: diques de seguridad", se detalló la situación de los diques de contingencia, en relación a ubicación y volumen de los mismos y cómo se prevé que actuarían ante una pérdida de los líquidos de los diques DN8-DN9 y DN5. En **ANEXO 3**, se muestra la ubicación de los diques de contingencia DC1 – DC2.

FOLIO 108
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 261
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 259

En este informe se actualiza la capacidad de almacenamiento de los diques en base a un nuevo Relevamiento Topográfico realizado por la División Control Geológico y Minería, permitiendo además definir los trabajos necesarios para adecuar los cierres existentes.

- Dique de Contención DC1

  Con el nuevo relevamiento topográfico del sector, se verificó que tomando un nivel de embalse a cota 1.001,75 msnm, abarcando un área aproximada de 19,514 ha, se alcanza una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 30.150 m³.

  Actualmente al Noreste de este dique existe un muro construido con anterioridad de aproximadamente 152,70 m de longitud, de cota irregular, que requiere de algunos trabajos adicionales para recrecer el muro hasta una cota de 1.002,25 msnm, para asegurar la contención de los 30.150 m³ de líquidos ante una eventual contingencia.

  Para alcanzar la cota de coronamiento necesaria se estima un volumen aproximado de 2.690 m³ de material de roca estéril.

- Dique de Contención DC2

  Este dique se encuentra al norte del DN7-DN10 y aguas abajo del DC1, servirá de contención ante una pérdida de los diques DN7-DN10 y en caso de ser necesario los líquidos que excedan del DC1. Permitirá acumular aproximadamente 20.000 m³, considerando una cota máxima de embalse a 993,95 msnm, en un área aproximada de 11,150 ha.

  Al Norte de este dique actualmente existe un muro de cierre de altura irregular en algunos sectores, siendo la cota mínima 993,973 msnm, por lo que se deberían realizar tareas de acondicionamiento, tales como rectificar el coronamiento de dicho muro a una cota de 994.5 msnm, a efecto de evitar posibles derrames por lluvias extraordinarias o por el oleaje de un fuerte viento.

- Conexión entre diques DC1 y DC2

  La conexión entre estos diques se realiza siguiendo un sector natural del terreno desde el dique DC1 hasta el DC2, indicado en **ANEXO 3**. En el sector NO de DC1 la cota es aproximadamente 1.001,75 msnm lo que permitirá que en caso que se colme la capacidad de DC1 ante una contingencia, este sector natural actúe como canal de conducción por gravedad de los líquidos al dique DC2.

  Finalmente se prevé la instalación de un sistema de rebombeo de líquidos desde los diques DC1 y DC2 hasta los diques DN8-DN9.

Descripción Dique DN3B.

El dique DN3B se utilizará para realizar la gestión transitoria de los líquidos a extraer del dique DN10, DN4, DN1, efluentes cloacales y líquidos de lavado provenientes del sector de planta, hasta que se disponga del dique DN 8-9 finalizado.

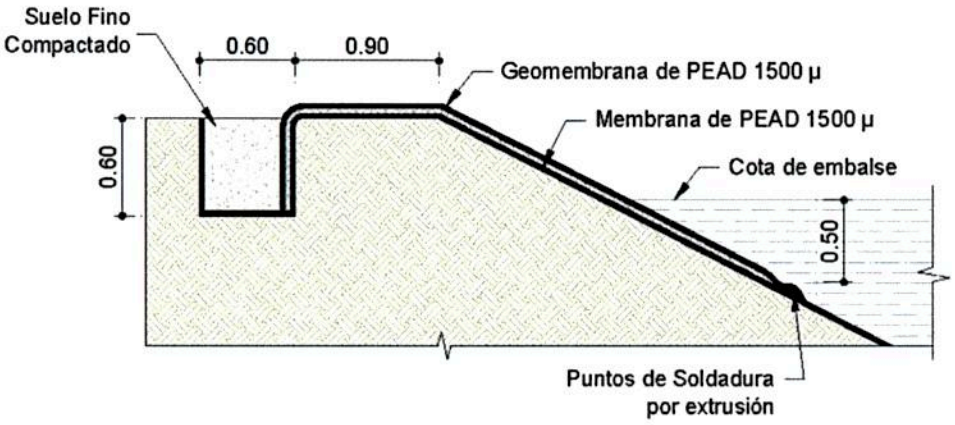
Características constructivas del DN3B

La impermeabilización utilizada en el dique DN3B consistió en la colocación de una barrera geosintética estanca. Dicha barrera estanca, consta de una geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1.500 µ de espesor. La razón de la membrana se basa en sus características, que contienen una combinación apropiada de: resistencia química, resistencia a la exposición atmosférica, resistencia biológica, resistencia mecánica y durabilidad.

El dique DN3B, no contiene precipitados y no requiere obras de estabilización y, dadas sus características topográficas, permite la colocación de una capa de impermeabilización realizando pequeñas obras de adecuación del vaso del mismo, generando un importante volumen de acumulación de líquidos. Se debe destacar que previo a la instalación de la geomembrana, se llevó a cabo un trabajo de colocación de una capa de aproximadamente 10 cm de espesor de un material limo-arcilloso tanto en piso como en taludes, el cual fue compactado con rodillo vibrante y cuya misión consiste en generar una superficie lisa (libre de objetos punzantes) donde apoya la geomembrana.

Sobre la superficie expuesta a la intemperie y a 50 cm por debajo de la cota máxima de embalse del DN3B, se instaló un sistema de protección de una barrera sobre la geomembrana de impermeabilización consistente en una capa de geomembrana de 1.500 µ de espesor, asegurándose de esta manera la protección de la geomembrana de impermeabilización contra la caída de granizo y/o rocas, y de la acción de la radiación UV.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la protección realizada.



Análisis de contingencias del Dique DN3B

Dada su ubicación, ante la eventualidad de posibles pérdidas, el destino de las mismas es la cuenca del arroyo El Toscal, que de acuerdo al Informe Técnico "IT-165 Estudio Hidrogeológico de la cuenca del Arroyo El Toscal", realizado por el Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS) en el año 1995, tales pérdidas se infiltrarían en el subálveo del arroyo.

Ante una pérdida de mayor magnitud, el derrame escurriría superficialmente por el cauce del mismo, encontrando como primera barrera la escombrera de estériles denominada Sector I y después de filtrar por esta barrera, el destino final sería la laguna de la cantera Gaucho I-II, lo cual minimiza los riesgos de un impacto directo sobre arroyo El Tigre. En la imagen del **ANEXO 4** puede verse el curso original del arroyo, la escombrera del Sector I y las áreas de acumulación ante posibles pérdidas.

Otra medida de seguridad que se tomó fue la construcción de un endicamiento en una quebrada natural ubicada al pie del Talud Sud Oeste del dique DN3B, por la que circularían los líquidos ante una eventual pérdida. Este endicamiento evitaría la llegada de los líquidos al cauce del arroyo El Toscal, y consiste en un muro de aprox. 6 m de largo y 2,5 m de alto construido con arcilla compactada y una capa superficial de terminación de ripio antierosivo.

Los líquidos que se acumulen en el mismo, serían rebombeados al dique DN3B, utilizando bombas portátiles (tipo Flygt) que se dispone en el Complejo.

6.3 Conclusiones

En el presente informe se ha realizado un análisis general de las acciones a llevar a cabo ante posibles contingencias en los procesos de tratamiento de RS y AC, debiéndose continuar en informes complementarios con el análisis de detalle de las acciones a ejecutar para cada contingencia en particular.

7. REGISTROS

El formulario "FO-CMFSR-S-037 - Reporte de incidentes" se encuentra disponible en las oficinas de los respectivos Responsables de Sector del CMFSR. El formulario se completa por triplicado. El duplicado debe entregarse a la División Ambiente y Seguridad; el triplicado debe entregarse a la Subgerencia del CMFSR, y el original será archivado por el Responsable de Sector que originó el registro.

Cada contingencia, así como las medidas tomadas a partir de la ocurrencia de la misma, deberá quedar plasmada en un Informe Final de contingencia, elaborado por la División Ambiente y Seguridad del CMFSR, acompañado de toda documentación generada en el transcurso de la misma.

8. ANEXOS

ANEXO 1: Gestión de RS y Agua de Cantera

ANEXO 2: Ubicación de las Trincheras

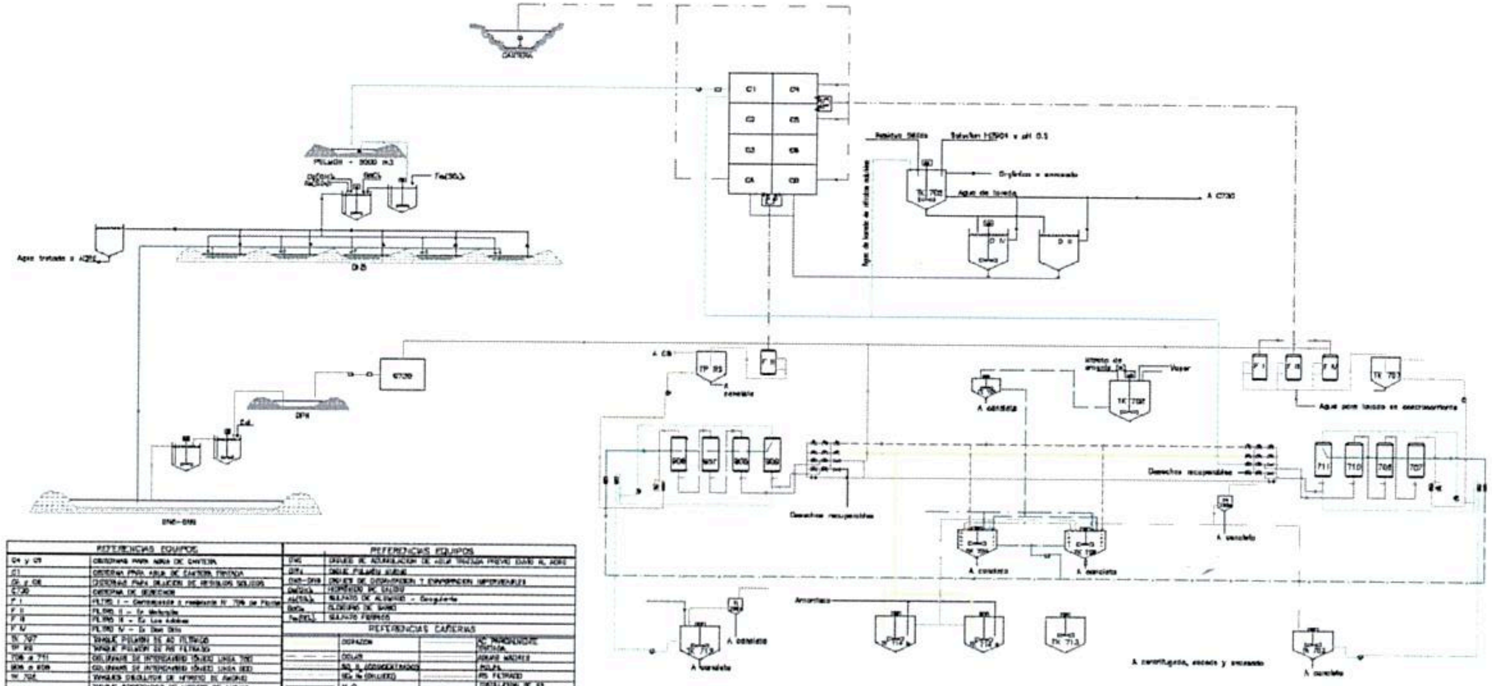
ANEXO 3: Ubicación diques de contingencia DC1 – DC2

ANEXO 4: Ubicación Dique DN3B

ANEXO 5: Formulario Reporte de incidentes

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 111
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 264
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 262

ANEXO 1: Gestión de RS y Agua de Cantera



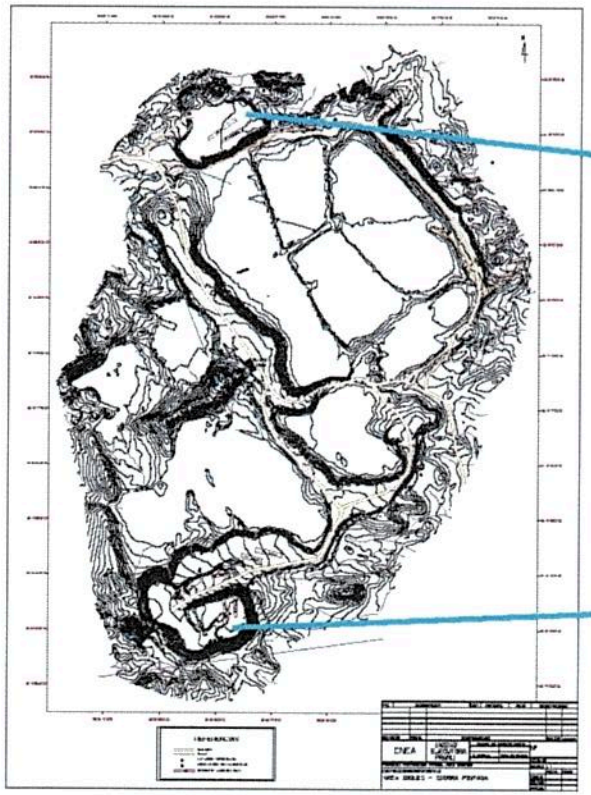
REFERENCIAS EQUIPOS	
C4 y C8	CISTERNAS PARA AGUA DE CANTERA
C1	CISTERNA PARA AGUA DE CANTERA TRATADA
C5 y C6	CISTERNAS PARA DILUCION DE RESIDUOS SOLIDOS
C730	CISTERNA DE [illegible]
F I	FILTRO I - Centrifugador y reemplazo Tf. 706 de [illegible]
F II	FILTRO II - [illegible]
F III	FILTRO III - [illegible]
F IV	FILTRO IV - [illegible]
TK 707	TANQUE PULMON DE AC FILTRADO
TP RS	TANQUE PULMON DE RS FILTRADO
706 a 711	COLUMNAS DE INTERCAMBIO IÓNICO LINEA 700
806 a 809	COLUMNAS DE INTERCAMBIO IÓNICO LINEA 800
TK 702	TANQUES DISOLUTOR DE NITRATO DE AMONIO
TK 701	TANQUE [illegible] DE NITRATO DE AMONIO CONCENTRADO
TK 700a - TK 700b	TANQUE DOSIFICADOR DE ACIDO SULFURICO CONCENTRADO
TK 703 - TK 712	TANQUES PREPARACION DE SOLUCIONES ACIDAS
TK 704 - TK 705	TANQUES PREPARACION DE ELUYENTE
TK 714a - TK 714b	TANQUES DE PRECIPITACION DE CONCENTRADO
TF 713	TANQUE COLECTOR DE PULPA CONCENTRADA

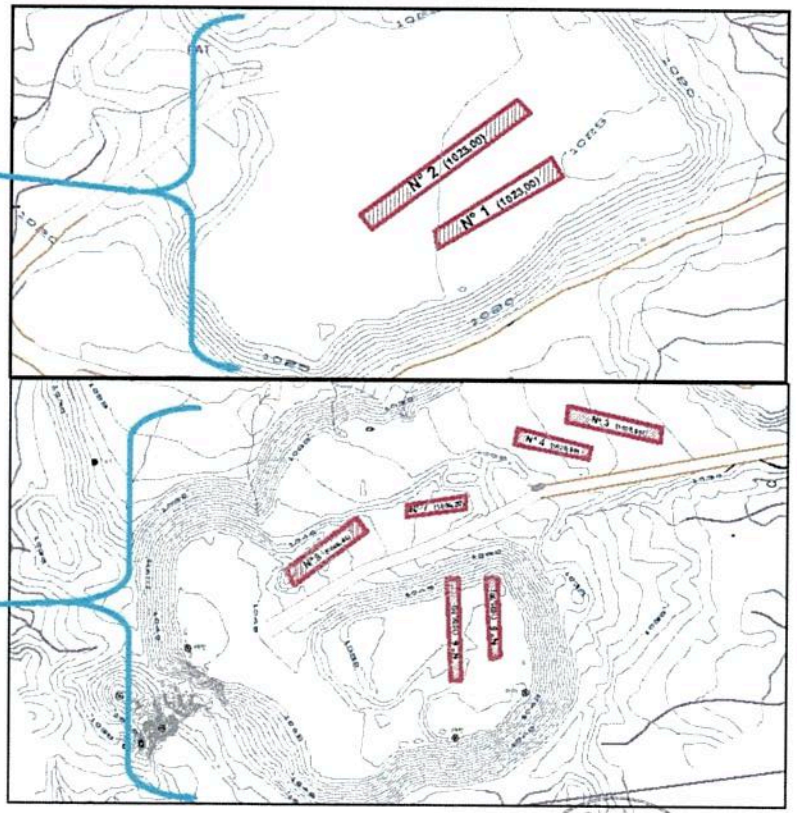
REFERENCIAS EQUIPOS	
DAG	DIQUES DE ACUMULACION DE AGUA TRATADA PREVIO [illegible]
DP4	DIQUE PULMÓN AGUAS
DN[illegible] - DN[illegible]	DIQUES DE DISPOSICION Y EVAPORACION IMPERMEABLES
$Ca(OH)_2$	HIDROXIDO DE CALCIO
$Al_2(SO_4)_3$	SULFATO DE ALUMINIO - Coagulante
$BaCl_2$	CLORURO DE BARIO
$Fe_2(SO_4)_3$	SULFATO FERRICO

REFERENCIAS CAÑERIAS			
	[illegible]		AC PROVENIENTE CANTERA
	[illegible]		AGUAS MADRES
	SO_4H_2 (CONCENTRADO)		PULPA
	SO_4H_2 (DILUIDO)		RS FILTRADO
	H_2O		DISOLUCION DE RS pH 0.5
	SULFATO DE AMONIO		DILUCION DE RS - pH 1.5
	AGUA DE CANTERA		AC PARA DILUCION DE RS
	EFLUENTES		PRECIPITADO DE Fe y As
	AGUA DE CANTERA FILTRADA		
	AC y RS EN PROCESO DE RECUPERACIÓN DE URANIO		
	SOLUCION CONCENTRADA DE NITRATO DE AMONIO		
	PRECIPITADOS DE RADIO Y ARSENICO		

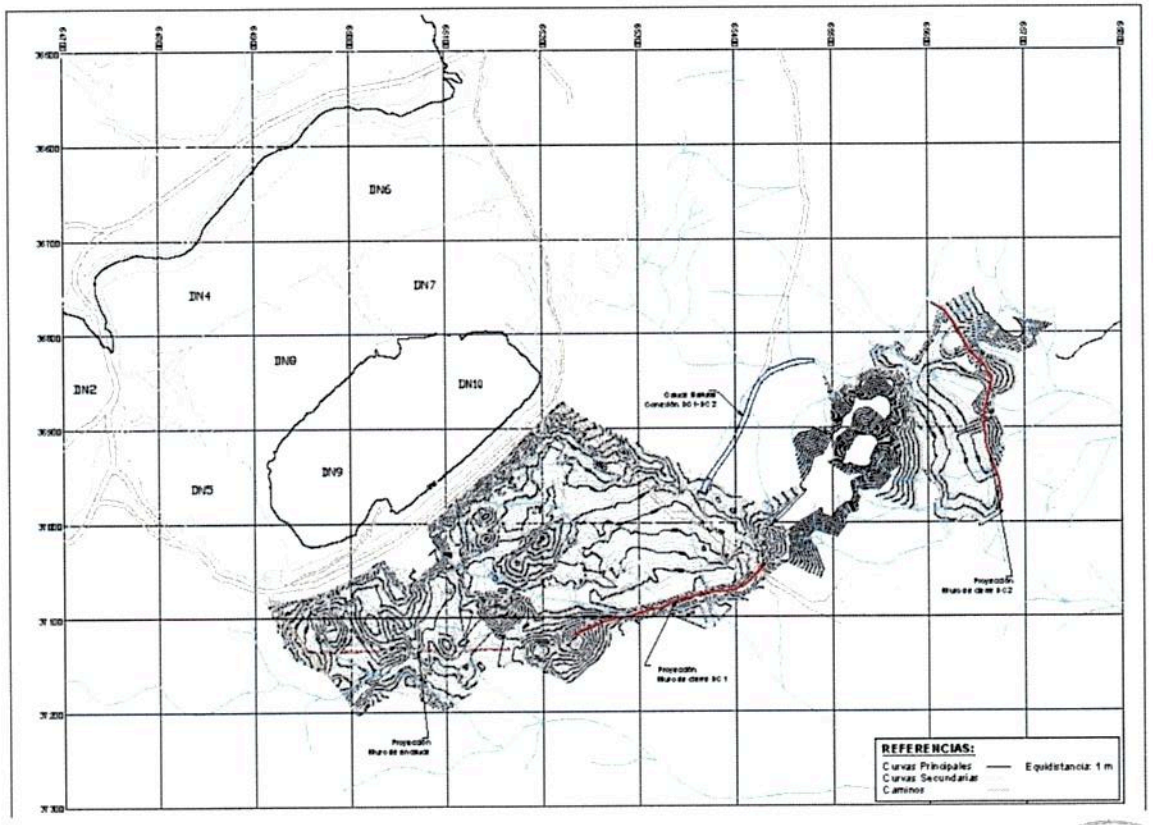
Nota: En la planta solo existe un recipiente codificado como 702. En el presente plano se dibujaron dos tanques para una mejor interpretacion de las corrientes de entrada y salida al mismo.

ANEXO 2: Ubicación de Trincheras

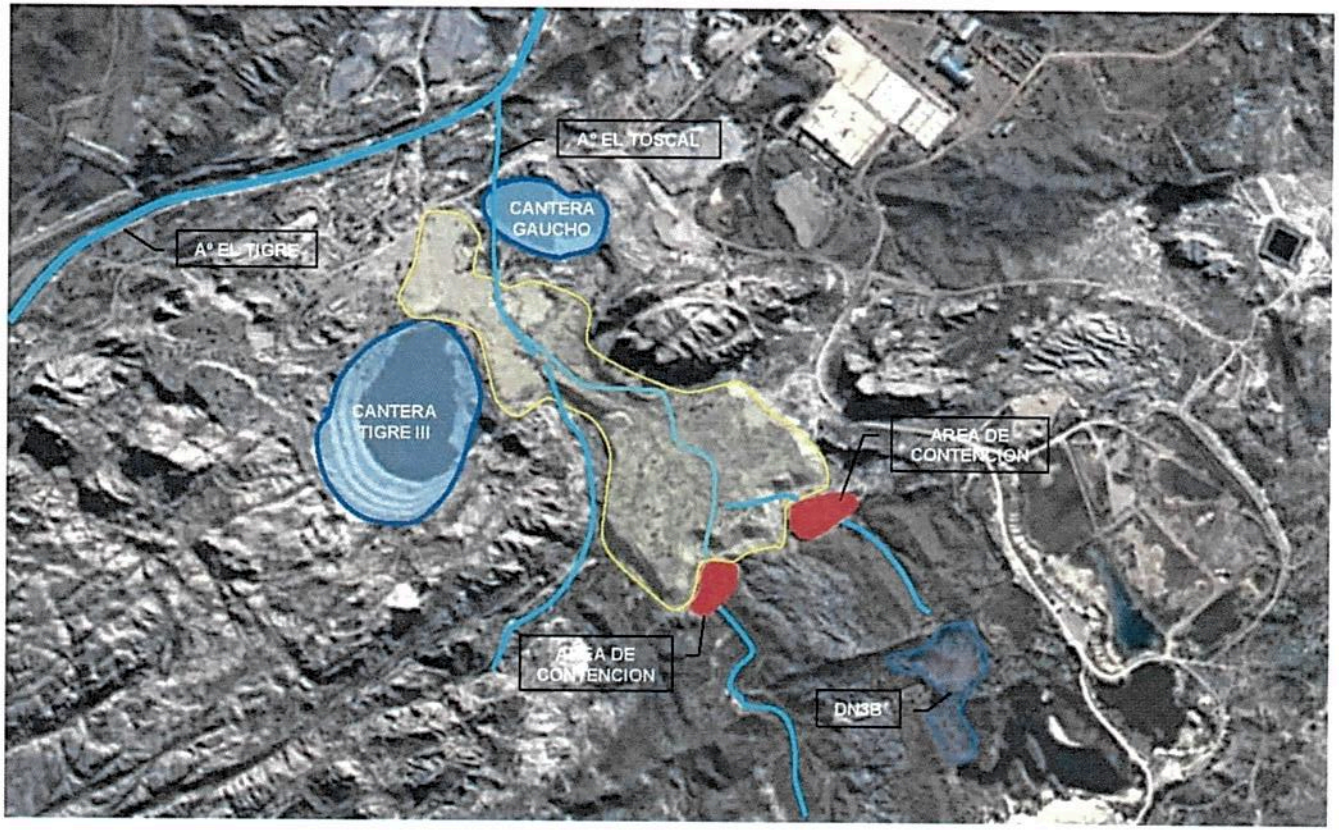




ANEXO 3: Ubicación Diques de Contingencia DC1 – DC2



ANEXO 4: Ubicación DN3B



REFOLIADO 266

ANEXO 5: Formulario Reporte de incidentes

FO-CMFSR-S-037 IN-PMP_CMFSR_P-013

COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL
DIVISIÓN AMBIENTE Y SEGURIDAD

REPORTE DE INCIDENTES	**Nº**

NOMBRE Y APELLIDO:	
ÁREA / SECTOR / DIVISIÓN:	
OCUPACIÓN / CARGO:	
DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE:	
FECHA:	**HORA:**
LUGAR:	**DEPENDENCIA AFECTADA:**
¿CÓMO SE DETECTÓ?:	
¿HUBO PERSONAL AFECTADO? **SI** ◯ **NO** ◯ **NÚMERO Y CONDICIÓN DE LAS PERSONAS AFECTADAS:**	
¿MEDIO NATURAL AFECTADO? **SI** ◯ **NO** ◯ **DESCRIPCIÓN**	
INFORMACIÓN ADICIONAL / OBSERVACIONES:	

Preparado por:	Responsable de Sector	Resp. División Ambiente y Seguridad
Firma y Aclaración	Firma y Aclaración	Firma y Aclaración

FOLIO 116
REFOLIADO 268
REFOLIADO 267

ANEXO 10
Plan de Gestión Ambiental General de la Comisión Nacional de Energía Atómica

FO-GG-001 r 1

	COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA	MA-PR-01 GASNyA-GAA Rev.: 0
	Manual	Página: 01de 26

TÍTULO: Manual de Sistema de Gestión Ambiental

1. OBJETIVO

Establecer, en cumplimiento de la Política Ambiental de la CNEA (R.P. Nº7/2003), el SGA, incluyendo los objetivos, los componentes básicos y las principales acciones para su implementación.

2. ALCANCE

Este manual debe ser aplicado en todos los organismos, centros atómicos y sitios de la CNEA, atendiendo a lo establecido en el Decreto Nº 1612/2006 y en la Disposición Nº 75/07.

Preparó		Revisó	Intervino Calidad	Aprobó
Lic. Helga Goulart GAA	Ing. Néstor O. Bárbaro GAA	Dr. Rolando Granada vía e-mail Ing. Liliana Fraga vía e-mail Lic. Humberto Nievas vía e-mail Lic. Antonio Russo vía e-mail Ing. Ernesto Gregui 10-10-2008	3-Nov-08 Ing. N. Rona GESCAL	Ing. MAURICIO BISAUTA VICEPRESIDENTE S/A PRESIDENTA

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones

FECHA DE VIGENCIA: 09 DIC. 2008

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	LIBERADO
Distribuyó: DISTRIBUCIÓN ELECTRÓNICA	Fecha: 01 DIC. 2008 Firma: Ing. Nicolás F. RONA SUBGERENTE GESTION DE LA CALIDAD

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
221

DIRECCIÓN AMBIENTAL
CONTROL AMBIENTAL
76

INDICE

1. OBJETIVO 1
2. ALCANCE 1
3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES 4
3.1. Abreviaturas 4
3.2. Definiciones 4
4. REFERENCIAS 6
4.1 Antecedentes 6
4.2 Documentación Aplicable 6
4.2.1 Documentación a Emitir 6
5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES 6
5.1 Nivel Presidencia de la CNEA 6
5.2 Nivel GG 7
5.3 Nivel Gerencias de Área 7
5.4 Nivel GASNyA 8
5.5 Nivel GAA 8
5.6 Nivel Departamentos Regionales y Organismos de Administración y Coordinación de CA y Sitios 9
5.7 Nivel RA 10
5.8 Nivel GCA 10
5.9 Nivel Empresas Asociadas 10
6. PRESENTACIÓN 10
6.1 Declaraciones 10
6.2 Estructura Organizativa Básica en Materia Ambiental 11
7. REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN 11
7.1 Declaración de la Política Ambiental (RP N° 7/2003) 11
7.2 Lineamientos de la Gestión Ambiental 12
7.3 Organización 12
7.3.1 Responsabilidad Primaria de la GASNyA (Decreto 1612/2006) 13
7.3.2 Responsabilidad (Acciones) de la GAA (BAP N° 43/07) 13
8. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL 14
8.1 Aspectos Ambientales de las Actividades de la CNEA 14
8.2 Requisitos Legales Aplicables 16
8.3 Objetivos del SGA de la CNEA 16
8.3.1 Objetivo General 16

8.3.2 Objetivos Específicos 16
9. Implementación y Operación 16
9.1 Implementación del SGA 16
9.2 Recursos 17
9.3 Formación y Participación 17
9.4 Comunicación 17
9.5 Documentación 18
9.6 Control de Documentos 19
9.7 Control Operacional 19
9.8 Preparación y Respuesta ante Emergencias 19
9.9 Verificación 19
9.9.1 Seguimiento y Medición 19
9.9.2 Cumplimiento del Marco Legal 20
9.9.3 Auditorías Ambientales 20
9.9.4 No Conformidades, Acciones Correctivas y Preventivas 20
9.9.5 Control de los Registros 20
9.10 Revisión del SGA por la Presidencia 20
10. ANEXOS 21

FOLIO 120
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 223
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 271

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1. Abreviaturas

AA: Auditoría Ambiental

AAP: Análisis Ambiental Preliminar

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear

BAP: Boletín Administrativo Público

CA: Centros Atómicos

CAB: Centro Atómico Bariloche

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

CoCaAmb: Comité de Calificación Ambiental

DR: Departamento Regional

EAE: Evaluación Ambiental Estratégica

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

EsIA: Estudio de Impacto Ambiental

GASNyA: Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente

GAA: Gerencia Actividades Ambientales

GG: Gerencia General

GCA: Grupo Coordinación Ambiental

MA: Monitoreo Ambiental

RA: Responsable Ambiental

RP: Resolución Presidencial

SGA: Sistema de Gestión Ambiental

3.2. Definiciones

Acción Correctiva: acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada.

Acción Preventiva: acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial.

Análisis Ambiental Preliminar: relevamiento preliminar del desempeño ambiental de un organismo, CA, sitio o empresa, orientado a determinar objetivos o necesidades para la implementación en el mismo del SGA de la CNEA.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
REFOLIADO
274

DIRECCIÓN DE PRO
REFOLI
272

Aspecto Ambiental Significativo: elemento de las actividades, productos o servicios que puede interactuar con el ambiente y que tiene o puede tener un impacto ambiental significativo.

Auditoría Ambiental: proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría.

Componentes Ambientales: son los elementos bióticos, abióticos y sociales que integran el ambiente.

Conformidad: cumplimiento de un requisito.

Desarrollo Sustentable: desarrollo en el que se cubren las necesidades de la generación presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

Desempeño Ambiental: resultado medible de la Gestión Ambiental de una organización, empresa o sectores de la misma, con relación a su política ambiental, los objetivos y las metas correspondientes.

Estudio de Impacto Ambiental: estudio técnico realizado por el proponente de un proyecto o actividad, orientado a determinar sus efectos ambientales y las posibles medidas para mitigar o evitar los mismos.

Evaluación Ambiental Estratégica: proceso sistemático que incorpora en todos los sectores y grados de la planificación el criterio ambiental en forma conjunta con los criterios económicos y sociales, cuya finalidad anticipa las consecuencias ambientales de las iniciativas propuestas en los altos niveles de la toma de decisiones.

Evaluación de Impacto Ambiental: procedimiento técnico administrativo orientado a determinar los impactos ambientales de un proyecto o actividad y de sus alternativas, en el marco de un proceso de toma de decisiones.

Grupo Coordinación Institucional: grupo constituido por los representantes ambientales de las empresas asociadas, los RA y el representante del Grupo de Calidad de la GASNyA, cuyas funciones son las de coordinar las actividades relativas al SGA, incluyendo el seguimiento del mismo.

Monitoreo Ambiental: proceso de observación continua del ambiente a partir del empleo de métodos estandarizados de mediciones, muestreos y análisis de variables físicas, químicas y biológicas seleccionadas sobre la base de objetivos específicos.

No conformidad: incumplimiento de un requisito.

Organismos: todas las gerencias, sectores, unidades y departamentos de la CNEA.

Política Ambiental: declaración de principios y determinación de objetivos ambientales de una organización a partir de que la misma asuma sus responsabilidades ambientales.

Responsable Ambiental: responsable técnico designado para atender a las cuestiones ambientales de los organismos, DR y CA y sitios de la CNEA.

Sistema de Gestión Ambiental: parte integrante del sistema de gestión de una organización, cuya finalidad es la de implementar su política ambiental, e incluye cuestiones relativas a la estructura funcional, la asignación de responsabilidades, la programación, los procedimientos y los recursos necesarios para cumplir con la misma.

4. REFERENCIAS

4.1 Antecedentes

- IRAM-ISO 14001:2005 "Sistema de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso".
- IRAM-ISO 14004:2005 "Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo".
- IRAM-ISO 19011:2005 "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental".

4.2 Documentación Aplicable

- R.P. Nº 7 del 29/01/03 – Principios Básicos de la Política Ambiental de la CNEA (*http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/principio.asp*).
- Disposición Nº 75/07- Gerencia Actividades Ambientales
- PO-11Z-001 "Análisis Ambiental Preliminar"
- PN-PR-026 "Funcionamiento del CoCaAmb"
- PN-PR-027 "Gestión Interna del EsIA"
- PN-PR-028 "Auditoría Ambiental"

4.2.1 Documentación a Emitir

- DD-PR-01 "Monitoreo Ambiental"

La documentación referida en este punto será aplicable al presente manual una vez aprobada.

5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

5.1 Nivel Presidencia de la CNEA

- Establecer y revisar periódicamente la Política Ambiental.
- Aprobar el presente manual y sus modificaciones.
- Fijar las prioridades y aprobar los programas e informes ambientales anuales.

- Entender en la implementación, control y seguimiento de los SGA de las empresas asociadas a la CNEA.

5.2 Nivel GG

- Asegurar la implementación, control y seguimiento del SGA.
- Asegurar los recursos que requiera la Gestión Ambiental en los diferentes organismos, DR, y coordinadores de los CA y sitios de la Institución.
- Informar, a través de la GASNyA, a la GAA sobre las diferentes actividades y/o proyectos a realizarse en la CNEA o con su participación, a fines de que esta ejecute, coordine o promueva, la aplicación de los procedimientos o acciones necesarias que, en cada caso, corresponda.
- Establecer una política de comunicación que incluya las cuestiones relativas al desempeño ambiental de la CNEA.
- Aprobar los procedimientos e instructivos necesarios para la realización del SGA.

5.3 Nivel Gerencias de Área

- Responsabilizarse del cumplimiento del presente SGA en sus áreas de incumbencia, participar de su control y seguimiento de acuerdo con los lineamientos establecidos en el presente manual y aplicar los procedimientos e instructivos correspondientes.
- Establecer la coordinación ambiental en su área, asignar responsabilidades en materia ambiental y designar al RA, atendiendo a las necesidades de las diferentes gerencias.
- Prever y coordinar los recursos que requiera la gestión ambiental de sus áreas.
- Elaborar los procedimientos e instructivos específicos que sean necesarios para las actividades desarrolladas en sus organismos, DR, CA y sitios dependientes.
- Motivar la participación del personal para el cumplimiento de la Política Ambiental y del SGA de la CNEA.
- Asegurar el cumplimiento de los criterios ambientales exigidos y aplicables a los proveedores y el correcto desempeño ambiental de los contratistas, incluyendo los mismos en los pliegos y documentos contractuales correspondientes.
- Mantener bases de datos ambientales actualizadas.
- Realizar el informe anual de las actividades ambientales de su área de incumbencia y en particular, el análisis crítico de sus respectivos desempeños ambientales.
- Mantener informada, a través de la GASNyA, a la GAA sobre todas las actividades ambientales realizadas y/o a realizarse, sea de mejora del desempeño ambiental o actividades que generen impactos ambientales significativos, en los respectivos organismos, DR, CA y sitios.

FOLIO 124
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 217
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 275

5.4 Nivel GASNyA

- Asesorar a la GG y a la Presidencia en relación con la política y gestión ambiental de la CNEA, y entender en su coordinación con otras políticas institucionales.
- Coordinar y efectuar el seguimiento de las actividades a ser realizadas por la GAA en razón de las metas a ser alcanzadas.
- Entender sobre los procedimientos e instructivos que sean elevados a la Presidencia para su aprobación.
- Realizar la coordinación de la GAA, en cumplimiento de sus responsabilidades y actividades específicas, con la totalidad de los organismos, DR, coordinaciones de los CA y sitios de la CNEA.

5.5 Nivel GAA

- Asesorar a la GASNyA y, por su intermedio, a la Presidencia sobre el desarrollo e implementación del SGA y proponer las revisiones correspondientes.
- Administrar los recursos económicos disponibles para el desarrollo de las actividades ambientales de coordinación, auditoría y ejecución que correspondan a la GAA, y realizar y proponer a la GASNyA los presupuestos anuales.
- Entender en la implementación y cumplimiento de la Política Ambiental Institucional a través del presente SGA, y en la aplicación de los procedimientos e instructivos relacionados con el mismo, en todos los organismos, DR, CA y sitios de la CNEA.
- Elaborar los manuales, procedimientos e instructivos que sean guía para la implementación y ejecución del SGA y, en general, para el cumplimiento de la Política Ambiental de la Institución.
- Realizar las AA que sean necesarias para verificar el cumplimiento y contribuir en la mejora continúa del presente SGA.
- Informar acerca de los avances del SGA a la GASNyA y elevar a la misma los informes anuales de actividades ambientales realizadas en la Institución.
- Entender en los procesos de formación y capacitación del personal sobre temas ambientales de la Institución y cuando corresponda, coordinar y ejecutar los mismos, establecer mecanismos y procesos con miras a involucrar a la totalidad del personal en el cumplimiento del presente SGA.
- Evaluar, cuando específicamente lo determinen las autoridades de la CNEA, la implementación de los respectivos SGA y el desarrollo ambiental de las empresas asociadas.
- Implementar o coordinar la aplicación de las Normas ISO 14001, ISO 19011 y aquellas que correspondan en el marco de las actividades ambientales de la CNEA y del presente SGA.

- Conducir el GCA en la determinación de metas, la planificación y la ejecución del presente SGA.

5.6 Nivel Departamentos Regionales y Organismos de Administración y/o Coordinación de CA y Sitios

- Aplicar el presente SGA en los sectores que dependan de su administración o coordinación.
- Responsabilizarse del cumplimiento de las actividades de la gestión ambiental que deban realizarse en los diferentes CA o sitios cuando ellas excedan la responsabilidad de los organismos sectoriales y de las empresas localizadas en ellos, como: planificación del uso del predio y ordenamiento de la localización de las instalaciones; monitoreo ambiental, mitigación y remediación de pasivos; cumplimiento ambientalmente adecuado de los servicios de agua, efluentes y residuos sólidos; gestión de los residuos peligrosos y PCBs.
- Elaborar los procedimientos e instructivos necesarios para el establecimiento y control del SGA Institucional en las actividades realizadas.
- Coordinar las actividades ambientales y asegurar el cumplimiento de las mismas con los diferentes organismos que realicen actividades en las DR, los CA y los sitios, asignar responsabilidades y designar al RA.
- Coordinar las actividades ambientales con las empresas e instituciones que realicen actividades en los CA y sitios, y asegurar que cumplan con el marco normativo ambiental vigente.
- Responsabilizarse del cumplimiento de las normas jurisdiccionales en materia ambiental como gestión de residuos peligrosos y PCBs y las relacionadas con extracción de agua, volcamiento de efluentes, tratamiento de residuos cloacales, manejo de residuos industriales y asimilables a urbanos.
- Asegurar que las obras o actividades a ser realizadas en el CA o sitio bajo su responsabilidad se adecuen al ordenamiento ambiental correspondiente, sometiéndolas, cuando corresponda, a EIA. Deben contemplar en su presupuesto y plan de obras la gestión ambiental de las actividades, incluyendo la de los residuos que las mismas generen.
- Entender en el desarrollo y la ejecución de programas de uso racional de insumos incluyendo los energéticos, la gestión adecuada de los residuos incluyendo su separación en la fuente y el reciclado de materiales.
- Prever y asegurar la disponibilidad de recursos que requiera la gestión ambiental de sus áreas.
- Mantener bases de datos actualizadas con la información ambiental que corresponda y sobre la información especifica de las instalaciones existentes.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 176
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 177

- Realizar el informe anual de actividades ambientales realizadas en su área de incumbencia.

5.7 Nivel RA

- Coordinar las actividades ambientales del organismo, CA o sitio en el cual haya sido designado; haciendo participar, cuando se trate de un CA o sitio, a representantes de los organismos y empresas que desarrollen sus actividades en el mismo.
- Administrar los recursos que le sean asignados y establecer metas factibles de realización para el organismo, CA o sitio que corresponda.
- Asumir la responsabilidad de la gestión de los residuos peligrosos.
- Prever y elevar la participación del personal en su área de incumbencia en las actividades ambientales y promover la concientización del mismo.
- Recabar, sistematizar y mantener la información ambiental que corresponda a su ámbito de responsabilidad.

5.8 Nivel GCA

- Participar en la determinación de las metas y actividades para el cumplimiento del SGA, y en su seguimiento.
- Participar en la realización del informe anual de actividades ambientales de la CNEA.
- Asesorar a las gerencias de área y/o organismos, CA o sitios en la previsión de los recursos económicos necesarios para mejorar el desempeño ambiental de sus actividades.

5.9 Nivel Empresas Asociadas

- Participar del GCA.
- Informar anualmente a la presidencia de la CNEA las actividades ambientales realizadas en las respectivas empresas.
- Participar de las actividades relativas al presente SGA cuando las empresas estén localizadas o desarrollen sus tareas en los CA o sitios de la CNEA.

6. PRESENTACIÓN

6.1 Declaraciones

La CNEA fue creada por el Decreto Nº 10.936 del 31 de mayo de 1950 (Boletin Oficial, 7 de junio, 1950) y reorganizada por Decreto Ley Nº 22.498/56

Actualmente, el marco legal de la CNEA está establecido por la Ley Nacional de la Actividad Nuclear Nº 24.804, sancionada el 2 abril 1997 y promulgada parcialmente el 23 abril 1997 (Boletin Oficial, 25 abril 1997, p. 1) a través del Decreto Nº 358 23 abril 1997

(Boletín Oficial, 25 abril 1997, p. 3). La misma fue reglamentada por el Decreto Nº 1.390 del 27 noviembre, 1998 (Boletín Oficial, 4 diciembre 1998, p. 5).

La ley y el decreto antedichos establecen que la CNEA funciona como ente autárquico y determina las actividades a su cargo, entre las que deben mencionarse las siguientes: la formación de recursos humanos, la investigación, el desarrollo y la transferencia de conocimientos y tecnologías en materia nuclear, incluyendo la aplicaciones de los radioisótopos en medicina, biología e industria; la prestación de servicios a las centrales de generación nucleoeléctrica y, en general, a las instalaciones radiactivas relevantes; el desarrollo y la fabricación de elementos combustibles; la participación en materia de la minería del uranio; la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos, y la participación en el retiro de servicio de las instalaciones nucleares relevantes.

Para el cumplimiento de sus actividades y responsabilidades la CNEA posee, en la actualidad una estructura organizativa aprobada por el Decreto 1612/2006.

6.2 Estructura Organizativa Básica en Materia Ambiental

La mejora del desempeño ambiental de la Institución forma parte de un proceso continuo que, desde 2003 a la fecha ha sido orientado a coordinar los esfuerzos de los organismos, CA y sitios a través de:

- La declaración de su Política Ambiental (RP Nº 7/03).
- Creación del Programa de Medio Ambiente (RP Nº 6 del 13/01/05).
- Creación de la Gerencia Actividades Ambientales dependiente de la Gerencia de Área de Seguridad Nuclear y Ambiente (Disposición Nº 75/07).

7. REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

7.1 Declaración de la Política Ambiental (RP Nº 7/2003)

La COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; reafirma su actitud responsable en el cuidado del ambiente, la conservación de los recursos naturales y la prevención de la contaminación ambiental, en el marco de la legislación ambiental vigente a nivel nacional, provincial y municipal según corresponda y de las normas establecidas por la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR, confirmando una Política Ambiental de la CNEA, basada en las siguientes acciones:

- *Mejorar la situación existente en los sitios de la CNEA, protegiendo a los trabajadores, al entorno cercano y al público en general.*
- *Capacitar e involucrar al personal respecto del cuidado responsable del ambiente.*
- *Implementar y mantener un Sistema de Gestión Ambiental, integrando sus principios a las actividades de CNEA y a los procesos de planificación estratégica y de toma de decisiones.*

- *Fijar objetivos claros y metas factibles y establecer los correspondientes Indicadores de Gestión, que conduzcan a un mejoramiento continuo del desempeño ambiental en su área de Incumbencia, verificando su logro mediante Auditorias Ambientales.*
- *Elaborar programas y planes de prevención, manejo y control de incidentes, accidentes o emergencias ambientales y generar los registros correspondientes.*
- *En todo nuevo proyecto o actividad, evaluar los impactos ambientales, indicando y llevando a cabo las medidas adecuadas para maximizar los beneficios y evitar, corregir o minimizar los riesgos.*
- *Difundir los conocimientos y tecnologías surgidas del cumplimiento de las misiones y funciones de la CNEA que puedan tener aplicación para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y la sociedad.*
- *Establecer y verificar criterios ambientales para los proveedores y contratistas, acordes con los lineamientos de esta política ambiental.*
- *Comunicar e informar periódicamente los logros ambientales alcanzados.*
- *Evaluar periódicamente el cumplimiento de esta política y revisarla cuando sea necesario.*
- *Difundir esta política a todo el personal y ponerla a disposición de la sociedad.*

7.2 Lineamientos de la Gestión Ambiental

- La responsabilidad de mejorar en forma continua y progresiva el desempeño ambiental de la CNEA corresponde a la totalidad de los organismos, sitios y CA de la Institución, incluyendo las actividades orientadas a asegurar que los proveedores de bienes y servicios que, en cada caso corresponda, cumplan con los criterios ambientales que se establezcan.
- Las actividades de la Institución deben ser desarrolladas en el marco de la interrelación con las políticas nacionales orientadas al desarrollo sustentable.
- El desarrollo de conocimientos y tecnologías, es una herramienta estratégica de la Política Ambiental de la Institución con miras a mejorar el desempeño ambiental propio y como aporte para el desarrollo nacional.
- La motivación del personal debe ser efectuada a través de la capacitación y su participación en actividades ambientales al nivel que, en cada caso, corresponda.
- El empleo de indicadores adecuados, definidos a partir de la evaluación y caracterización de la situación ambiental de los sitios e instalaciones, debe estar encaminado a facilitar la comunicación del desempeño ambiental de la CNEA.

7.3 Organización

Para cumplir con los objetivos de su Política Ambiental, la CNEA ha establecido en su organización funcional la GASNyA, de la que depende la GAA y las gerencias que

entienden en la seguridad nuclear, la gestión de los residuos radiactivos y la remediación de la minería del uranio, entre otras.

Como aporte al proceso de planificación para la implementación del SGA, es necesario considerar la diversidad y complejidad de las actividades, y la dispersión de los sitios en los cuales se realizan las mismas, los cuales son, también, el ámbito de localización de actividades de las empresas asociadas.

La estructura funcional de la CNEA se basa en la separación de organismos que, aportando a la finalidad general, se agrupan en acuerdo a objetivos temáticos e independientemente del sitio de localización de los mismos. No obstante, es necesario asumir que los efectos ambientales de las actividades de la Institución deben ser valorados, monitoreados y administrados, en conjunto, para un determinado sitio. Ello sin desconocer que la gestión ambiental atañe, igualmente, a los organismos independientemente del sitio de localización de sus actividades. De esta manera, se asume la necesidad de orientar los esfuerzos de la gestión ambiental, y distribuir y asignar sus responsabilidades, tanto en los organismos funcionales temáticos, como en los organismos responsables de la administración de los CA o sitios.

De la misma manera, considerando la estructura de la CNEA, sus funciones y acciones, en forma conjunta, surge la conveniencia de establecer e implementar un SGA centralizado, en cuanto a la toma de decisiones, y actuando en cada caso (CA y sitio), de forma descentralizada, en razón de las propias características de los aspectos ambientales significativos correspondientes.

7.3.1 Responsabilidad Primaria de la GASNyA (Decreto 1612/2006)

Entender en la planificación, coordinación, implementación, administración y control de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, programas, proyectos y tareas relacionados con la protección integral del ambiente, residuos radiactivos, remediación ambiental, seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias, protección y seguridad física de los materiales e instalaciones nucleares, el transporte seguro de materiales radiactivos y la higiene y seguridad en el trabajo.

Entender en todo lo relativo a la aplicación de las normativas emanadas de los órganos reguladores en los temas de su competencia, la interacción con los mismos y la implementación de la política ambiental de la COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, proveyendo al cuidado responsable del ser humano y su entorno natural y asegurando la protección de los trabajadores de la población en general.

7.3.2 Responsabilidad (Acciones) de la GAA (BAP N° 43/07)

- Planificar las estrategias de la Gestión Ambiental y establecer las prioridades, los instrumentos y los procedimientos para su cumplimiento.

- Evaluar y controlar el desempeño ambiental de los organismos, instalaciones, programas y de aquellas empresas instaladas en sitios dependientes de CNEA, en el marco del cumplimiento de las normas ambientales correspondientes y de la política ambiental de la Institución.
- Coordinar con los responsables de los organismos, instalaciones, o programas, según corresponda, las actividades de la Gestión Ambiental, y supervisar su ejecución.
- Coordinar actividades de gestión ambiental con las empresas asociadas a la CNEA.
- Ejecutar procedimientos de Auditoria Ambiental en todos los sitios y actividades de la CNEA.
- Entender en los Estudios de Impacto Ambiental que deban ejecutarse en razón de los procedimientos normativos del mismo, en cada caso en particular, y supervisarlos para asegurar la calidad y su correspondencia con la Política Ambiental de la Institución.
- Entender en el diseño, la mejora y la ejecución de los sistemas de monitoreo adecuados a las instalaciones o programas de la Institución, tendientes al establecimiento de líneas de base ambientales y de los indicadores correspondientes para determinar la evolución del desempeño ambiental.
- Establecer, promover y coordinar, según corresponda, actividades de investigación y desarrollo que se consideren necesarias para cumplir con la política ambiental de la Institución y, en general, en respuesta a la demanda de la sociedad.
- Promover y participar de la capacitación especifica o complementaria de recursos humanos en el área de referencia.
- Generar y difundir información sobre la gestión ambiental, a fin de involucrar al personal de la Institución respecto al cuidado del ambiente y al mejoramiento ambiental continuo.
- Establecer y administrar una Base de Datos Ambientales y un Sistema de Información Geográfica, realizados en forma conjunta con los organismos institucionales involucrados.
- Coordinar actividades ambientales conjuntas con otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales, promoviendo la firma de convenios.

8. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

8.1 Aspectos Ambientales de las Actividades de la CNEA

Para identificar los aspectos ambientales significativos de las actividades de la CNEA, es necesario tener en cuenta la diversidad de las mismas y, en muchos casos, su complejidad. Las principales actividades que se realizan en la CNEA y afectan de forma directa o indirecta al ambiente son, entre otras:

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
364

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
2882

- Participar en la fijación de Políticas Públicas en su área de incumbencia.
- Desarrollar actividades de investigación y desarrollo tecnológico, y de aplicación de las tecnologías nucleares.
- Poseer institutos y participar de actividades de educación sistémica y de capacitación.
- Participar de actividades de transferencia de tecnologías.
- Desarrollar, construir y operar equipamientos e instalaciones propios de la actividad nuclear y no nuclear.
- Producir bienes y realizar servicios, incluyendo servicios analíticos, monitoreo, asesoramiento y desarrollo tecnológico.
- Efectuar actividades geológicas y extractivas (minería del uranio) y participar per se o a través de empresas asociadas de las actividades propias de la producción de combustibles nucleares y realizar las actividades de remediación correspondientes.
- Ser responsable del desmantelamiento de instalaciones nucleares y de la construcción y operación de instalaciones para la gestión de los residuos radiactivos.

En consecuencia, la gestión ambiental debe ser acorde con:

- La diversidad y complejidad de sus actividades.
- La localización de sus instalaciones y actividades en diferentes sitios del territorio Nacional.
- La existencia de empresas asociadas.
- La interacción con empresas proveedoras y contratadas para la ejecución de actividades y servicios.

Las actividades de la CNEA en los diferentes organismos, DR, CA y sitios incluyendo las investigaciones ambientales y el desarrollo de tecnología ambiental, las evaluaciones ambientales y de desempeño ambiental de las instalaciones, los monitoreos realizados hasta el presente, y las actividades de remediación y mitigación, permiten la identificación de los aspectos ambientales significativos derivados de sus actividades.

Este conocimiento deberá ser sistematizado, unificando el sistema de documentación, a fin de facilitar su empleo en el reconocimiento de la evolución del desempeño ambiental de la Institución y en los procesos de toma de decisiones sobre el SGA. Esta acción - perfeccionamiento y sistematización del conocimiento de los aspectos ambientales significativos - es básica en el proceso de desarrollo e implementación del SGA, siendo, por tanto, una meta a ser lograda en el corto plazo, independientemente del perfeccionamiento progresivo del conocimiento obtenido.

8.2 Requisitos Legales Aplicables

Los requisitos legales aplicables son diversos y dependientes de diferentes jurisdicciones, incluyendo los referidos a normas específicas que atañen a la actividad nuclear y cuya autoridad de aplicación es la ARN. Los organismos, CA y sitios, en su mayoría, cuentan con un listado de las normas aplicables a sus actividades y poseen el conocimiento de las mismas, lo que puede ser corroborado en el desempeño normal de los mismos.

Ello no implica desconocer la necesidad de sistematizar y actualizar, en forma permanente, las normas aplicables, y disponer de una base de datos con acceso a los usuarios internos.

8.3 Objetivos del SGA de la CNEA

8.3.1 Objetivo General

Lograr la mejora ambiental continua de las actividades de la CNEA en el marco del cumplimiento de su Política Ambiental y atendiendo a la distribución de las responsabilidades de la estructura organizativa vigente.

8.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer un proceso de mejora continua del desempeño ambiental.
- Cumplir con la política ambiental de la Institución, con el marco normativo vigente y con los compromisos contraídos en materia ambiental.
- Generar, consolidar y mantener en el marco de la estructura funcional vigente, los recursos necesarios para la gestión ambiental de la CNEA, y establecer y asignar las responsabilidades correspondientes.
- Mejorar la gestión de los residuos peligrosos y reducir el consumo de recursos y materiales.
- Incrementar la participación del personal en la gestión ambiental.
- Mostrar en forma fehaciente a la sociedad el compromiso ambiental de la CNEA.

9. Implementación y Operación

9.1 Implementación del SGA

Los organismos, CA y sitios estarán sujetos a AAP, con miras a: detectar conformidades y no conformidades en relación con el marco normativo que en cada caso corresponda, evaluar su desempeño ambiental y sus efectos en el entorno, determinar el nivel de sistematización de la documentación ambiental, reconocer el grado de desarrollo de las responsabilidades ambientales, entre otros aspectos. Este conocimiento permitirá establecer las modificaciones a ser realizadas para asegurar la correcta implementación del SGA.

Los AAP serán realizados por la GAA.

9.2 Recursos

La GAA y los organismos que en cada caso correspondan, serán dotados de los recursos para cumplir con las actividades relativas al presente SGA.

Los organismos deberán planificar sus actividades y prever la disponibilidad presupuestaria de los recursos necesarios para su ejecución.

El GCA será el ámbito de reconocimiento de las necesidades presupuestarias de los diferentes organismos, CA y sitios para el cumplimiento del presente SGA.

9.3 Formación y Participación

El mejoramiento del desempeño ambiental de las empresas y organismos presenta un alto grado de dependencia de la actitud y aptitud del personal, que este asuma los niveles de responsabilidad ambiental que, en cada caso, corresponda. Ello implica que el proceso de formación traspasa el nivel del personal directamente involucrado en la gestión ambiental y es inclusivo de todos los niveles de la organización alcanzando la totalidad del personal.

En el caso del personal involucrado con la gestión ambiental, la Institución prevee, sustenta y promueve su capacitación sistémica en temas ambientales, y, posteriormente, el mejoramiento permanente de sus capacidades técnicas y de su compromiso con el mejoramiento continuo del desempeño ambiental Institucional.

En relación con el personal cuya función y/o actividad implica que debe entender en acciones relacionadas con el presente SGA, la capacitación estará orientada a talleres y seminarios de ejecución periódica en la CNEA, sobre los instrumentos de la gestión ambiental y sobre cuestiones relacionadas con los impactos ambientales de las actividades humanas y su corrección, mitigación o remediación.

En referencia a la totalidad del personal se considera necesaria la ejecución de charlas breves y periódicas sobre cuestiones generales del ambiente, aspectos relacionados con las actividades de la CNEA y sobre el SGA. Ello sin desconocer la necesidad de involucrar al personal en actividades - gestión de residuos, uso racional de la energía, otros - cuya función es la de mejorar progresivamente su desempeño ambiental y generar una actitud participativa.

En este marco, la formación del personal y su información deben ser consideradas como parte primordial de un proceso de generación de actitudes y aptitudes con miras al éxito del SGA.

9.4 Comunicación

La CNEA mantendrá informado al personal de sus actividades ambientales, incluyendo lo referente a la implementación del presente SGA, de sus resultados y de sus informes anuales.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 134
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 287
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 285

La comunicación interna será realizada a través de la presentación de informes ambientales anuales de cada gerencia de área a la GASNyA. Tal información se encontrará en la base de datos de la GAA, estando disponible para quien, dentro del ámbito de la CNEA, lo requiera.

La comunicación externa se da a través de la publicación de los temas ambientales relevantes, como el informe ambiental anual producido por el CAB y la Política Ambiental Institucional, que se encuentran disponibles en la página web de la CNEA (www.cnea.gov.ar).

9.5 Documentación

Las consideraciones realizadas al reconocer los aspectos ambientales de las actividades de la CNEA (8.1) mostrando la diversidad, complejidad y dispersión de sus actividades, deben ser tenidas en cuenta al momento de definir el alcance y las características de la documentación, la forma de presentarla y el acceso a la misma.

De esta manera, la información referida a aspectos ambientales significativos de los sitios, las atinentes a los procesos a los que están sujetos las distintas actividades, las normas jurisdiccionales correspondientes, los planes de emergencia del sitio, los informes sobre accidentes y la información sobre contratistas y proveedores, o cualquier otra documentación derivada del SGA, debe estar dispuesta, con carácter extenso en cada uno de los organismos, CA y sitios que en cada caso corresponda. Por su parte, la documentación centralizada por la GAA y, en general, por la GASNyA, debe referirse, fundamentalmente, a la síntesis de la misma, y a la necesidad de determinar y documentar su existencia y ubicación.

Por su parte, la documentación referida a los objetivos y metas ambientales de la Institución, a la descripción y caracterización del SGA, a las normas nacionales y provinciales en materia ambiental, a lo referente a las actividades de la GAA, y a los resultados de aplicación de los instrumentos de la gestión ambiental en el marco del presente SGA, debe localizarse en la GAA, sin desmedro de que la misma se halle, también, en los organismos, CA y sitios que corresponda a la misma.

La documentación referida a cuestiones judiciales en materia ambiental deberá ser mantenida, centralizadamente en la Gerencia Asuntos Jurídicos, e independientemente de que la misma esté disponible en el organismo, CA o sitio que, en cada caso corresponda. La GASNyA, y en consecuencia, la GAA, tendrán acceso a la misma.

La documentación de los instrumentos de la Política Ambiental de la Institución, se basará en la pirámide de jerarquía correspondiente (Anexo A) y estará integrada, como mínimo, por los documentos referidos en el punto 4 del presente documento.

La documentación mencionada debe estar disponible en forma progresiva y en corto plazo. La misma estará sujeta a revisiones periódicas con el fin de mejorar el seguimiento del desempeño ambiental Institucional.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
FOLIO 135
REFOLIADO 268
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 286

9.6 Control de Documentos

La distribución de los documentos que forman parte del SGA de la CNEA, generados por la GAA, será realizada por la misma y la distribución de los documentos generados por otras gerencias, sitios, organismos, CA y empresas asociadas deberá ser realizada por el RA de los mismos con una copia controlada para la GAA. Con respecto a los documentos provenientes de fuentes externas, tales como normas técnicas nacionales o internacionales y regulaciones ambientales serán archivadas por la GAA y quedarán a disposición de aquellos sitios y sectores que las necesiten.

9.7 Control Operacional

Las actividades ambientales que desarrolla la CNEA se realizan bajo condiciones controladas, con procedimientos documentados, que se mantienen actualizados. El presente SGA promueve el mejoramiento continuo del desempeño ambiental conjunto y el de todos los organismos, CA y sitios de la CNEA. Los mecanismos de control operacional son múltiples pero su herramienta principal son las AA, a partir del análisis de sus resultados y el MA.

En forma concurrente el GCA constituye un mecanismo idóneo de evaluación del desempeño ambiental institucional. Incluyendo los informes de las empresas asociadas.

9.8 Preparación y Respuesta ante Emergencias

Cada organismo, empresa asociada, institución u organización que realice actividades en un determinado CA o sitio de la CNEA, debe establecer los procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias acorde con las actividades realizadas y los riesgos asociados en el sitio en que se encuentran. El CA o sitio tendrá la responsabilidad de coordinar los instructivos sectoriales en el marco de un procedimiento general que integre todas las medidas de prevención y acciones a ser tomadas ante una emergencia.

9.9 Verificación

9.9.1 Seguimiento y Medición

La complejidad de las actividades e instalaciones de la CNEA y su interacción con el entorno en los diferentes CA y sitios, llevaron a realizar, históricamente, monitoreos sistémicos y eventuales. Estas actividades serán objeto de mejora, compatibilizando los procedimientos empleados y perfeccionando los mismos en el marco de la elaboración de programas de monitoreo que deban ser ejecutados en cada CA y sitio.

El presente SGA de la CNEA, establece mediante el documento descriptivo de "Monitoreo Ambiental",que está siendo elaborado, los lineamientos básicos para la elaboración de programas de MA, con la finalidad de efectuar el control y el seguimiento sistemático de los distintos componentes del ambiente.

La GAA debe controlar que las técnicas y metodologías utilizadas en los monitoreos y mediciones sean estandarizadas por organismos reconocidos nacional o internacionalmente.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 286
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 287

9.9.2 Cumplimiento del Marco Legal

El cumplimiento del marco legal es asegurado por los responsables de los organismos, CA y sitios según corresponda. La documentación correspondiente deberá obrar en poder de los mismos y de la GAA.

Se tendrá en cuenta la diversidad de autoridades de aplicación jurisdiccionales que intervienen en razón de la diversidad de las actividades de la Institución, incluyendo: normas de instalación (extracción de agua, volcamientos, otros), normas de aplicación específica (actividad minera), normas de la ARN, normas instrumentales (EIA, niveles guía).

9.9.3 Auditorías Ambientales

Las AA internas, están orientadas a verificar las conformidades y no conformidades en la implementación del presente SGA y, en general, a evaluar el desempeño ambiental de los organismos, CA y sitios, según corresponda.

Las AA realizadas desde la GAA se orientarán a nivel de los organismos principales (Gerencias de Área), CA y sitios. Cuando específicamente se lo disponga, estas podrán involucrar instalaciones individuales o mecanismos como gestión de residuos peligrosos, manejo de efluentes, permisos municipales y otros.

Los organismos, CA y sitios deberán realizar sus respectivas AA a nivel de instalaciones y/o sectores las que podrán ser realizadas en forma conjunta con la GAA o coordinada con la misma. Independientemente del grado de participación de la GAA, los resultados obtenidos (Conformidades-No conformidades) serán comunicados a la misma.

9.9.4 No Conformidades, Acciones Correctivas y Preventivas

Todas las no conformidades detectadas a partir de la aplicación de las herramientas utilizadas para el control operacional de las actividades ambientales de la CNEA y empresas asociadas a la misma deben estar descritas en los informes finales producidos por la GAA y/o a terceros, según corresponda. En estos informes deberán estar también detalladas las recomendaciones y/o medidas mitigadoras adecuadas para eliminar las causas de las no conformidades detectadas.

9.9.5 Control de los Registros

Los registros de los informes ambientales serán identificados, recolectados, codificados, almacenados y archivados en la base de datos de la GAA y del organismo, CA o sitio correspondiente.

9.10 Revisión del SGA por la Presidencia

Las propuestas del GCA, los resultados del MA y de las AA realizadas por la GAA y las que, en su ámbito de incumbencia dispongan los jefes de organismos, CA y sitios, serán elementos de base para el análisis crítico periódico al que debe ser sometida la Gestión Ambiental de la CNEA. En particular, se considerará:

- El grado de cumplimiento de los objetivos y metas ambientales.
- El estado de aplicación de las acciones correctivas y preventivas ambientales.
- El seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la GAA.

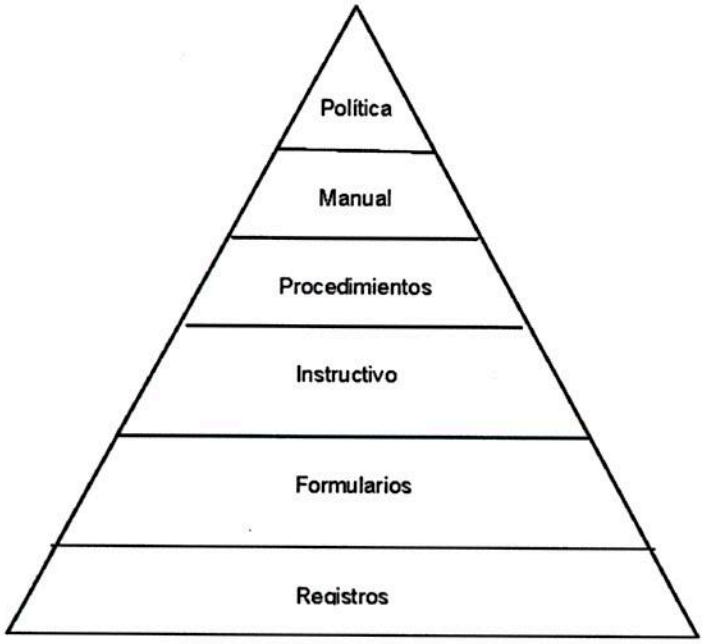
La GAA es el organismo responsable de realizar la revisión inicial del SGA, en conjunto con el GCA, en un periodo anual, debiendo elevar el informe correspondiente y las propuestas que crea oportuno realizar, a la PRESIDENCIA a través de la GASNyA. Los Gerentes de Área serán informados del presente informe y, deberán emitir una nota de conformidad del mismo para que sea elevado a consideración de la Presidencia. De existir observaciones el informe deberá ser girado para un nuevo análisis a la GAA.

La PRESIDENCIA debe entender y aprobar los cambios y actualizaciones pertinentes y los resultados y las acciones que surjan de las revisiones, deben ser registrados, documentados y archivados por la GAA a modo que la misma pueda tener un seguimiento de la mejora de las actividades.

10. ANEXOS

- ANEXO A: *Pirámide de Jerarquía de la Documentación del SGA.*
- ANEXO B: Integrantes que participaron en la elaboración del Manual de SGA.
- ANEXO C: Metas y Programas del SGA Institucional.
- ANEXO D: Confirmación electrónica de los revisores del Manual de SGA.

ANEXO A: Pirámide de Jerarquía de la Documentación del SGA.



ANEXO B: Integrantes de la elaboración del Manual de SGA

Participaron de la elaboración del presente manual:

- Lic. Oscar Elena – GAA
- Ing. Daniela Santágata - GAA
- Lic. Daniela Abbruzzese – GAA
- Lic. M. Soledad Oñate – GAA
- Analista Ambiental Melanie Schreiber – GAA
- Lic. Emilio Menvielle – GAA
- Dra. Melisa Ciurciolo - GAA
- Lic. Gabriela Rouiller – GAA
- Tec. Luciana Alcobe – GAA

Los integrantes del GCA también participaron en la elaboración del mismo, ayudando en la definición de las responsabilidades descritas y realizando las revisiones y correcciones pertinentes.

ANEXO C: Metas y Programas del SGA Institucional

La CNEA, a través de la aplicación del presente documento, establece como metas y programas a ser cumplidos en el período de 2008/2009, correspondientes a la primera etapa de implementación del SGA Institucional, los siguientes:

Metas

- Sistematizar y documentar el conocimiento del desempeño ambiental de la Institución en todos los sitios en que desempeñe sus actividades.
- Establecer o consolidar los sectores de coordinación en cuestiones ambientales en la totalidad de organismos principales (Gerencias de Áreas), centros atómicos y sitios de actividad de la CNEA.
- Asignar, a partir del año 2009, recursos específicos para las actividades ambientales.
- Sistematizar, mejorar, consolidar y documentar los sistemas de monitoreo ambiental en los tres centros atómicos, en dos complejos fabriles mineros y en el complejo tecnológico Pilcaniyeu.
- Desarrollar y documentar procedimientos e instructivos referidos a los instrumentos de la gestión ambiental, y aplicar los mismos en el cumplimiento de las metas anteriormente enunciadas.
- Capacitar, en el marco del desempeño de sus actividades, a la totalidad del personal involucrado en forma directa con la gestión ambiental de la institución (2008-2009).
- Realizar capacitaciones de introducción a las cuestiones ambientales, al conocimiento de los instrumentos ambientales y de los aspectos relacionados con el SGA de la CNEA.
- Lograr que el 25% del personal participe, anualmente, de actividades de motivación en materia ambiental.
- Establecer, en forma repartida y compartida entre los diferentes organismos principales, centros atómicos y sitios, una base de datos en materia ambiental.
- Identificar, como mínimo, para cada organismo principal y centro atómico aspectos ambientales significativos, establecer metas específicas, generar los programas correspondientes, determinar los indicadores de desempeño, e iniciar su aplicación en el marco de procesos de mejoramiento continuo del desempeño ambiental, incluyendo cuestiones relacionadas con el uso de materiales y de la energía.
- Identificar y sistematizar la totalidad del marco normativo aplicable a los diferentes sitios.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 144

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 292

- Iniciar, en diciembre del 2008, los procedimientos de revisión del SGA por parte de la Presidencia de la CNEA, y, en mayo del 2009, la divulgación del Informe de las Actividades Ambientales de la CNEA.
- Lograr que el 100% de las obras y servicios licitados para el año 2010 contengan los condicionamientos ambientales que en cada caso corresponda.
- Lograr, para la totalidad de los sitios, la gestión adecuada de los residuos peligrosos en acuerdo con la normativa aplicable.
- Finalizar la gestión de los equipos conteniendo PCBs (año 2011).

Programas:

- De consolidación de la Coordinación Institucional en cuestiones ambientales con participación de los RA de los organismos principales y centros atómicos, y con el Programa de Gestión de Residuos Radiactivos, el Programa de Remediación de la Minería del Uranio y la GASNyA.
- De creación y consolidación de la capacidad de ejecución de los instrumentos de la gestión ambiental, incluyendo las AA internas, el monitoreo ambiental, la EIA, la educación ambiental y los sistemas de información geográfico.
- De gestión integral de residuos peligrosos.
- De apoyo a la implementación del SGA en los centros atómicos y sitios.
- De legislación ambiental.

ANEXO D: Confirmación electrónica de los revisores del Manual de SGA.

Las confirmaciones electrónicas de los revisores del presente Manual se encuentran disponibles en la base de datos de la GAA.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 163
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 286
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 294

ANEXO 11
Informes Internos de la Comisión Nacional de Energía Atómica citados en este documento

LISTADO DE DOCUMENTOS

1. Informe Construcción Diques DN8-DN9-DN5
2. Informe EIA Agua de cantera
3. Informe Construcción Diques DN 8-9 DN5 - Base de los diques
4. Informe 34 EIA Tratamiento RS
5. Informe Impacto del vertido de agua de cantera
6. Material Cañería de PEAD
7. Soldadura Cañería de PEAD
8. Dispositivo Apertura Segura de Tambores
9. Gestión de Agua de cantera y Residuos Sólidos en el CMFSR
10. Gestión de Agua de cantera y Residuos Sólidos en el CMFSR
11. Informe Construcción de diques - Materiales de aporte
12. Instalación de Cañerías AC - Aseguramiento de la calidad
13. Instalación de Cañerías AC - HyS
14. Construcción D5 y D8-9
15. Estabilización
16 Informe Gestión de Colas de Mineral del CMFSR
17. Meza - ACRE
18. Construcción cañerías de conducción AC
19. Gestión de AC y RS en la planta de concentración
20. Consideraciones seguridad Radiológica
21. Tendido de cañerías
22. Evaluación de depósitos de materiales de aporte para remediación

FOLIO
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
298
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
296

1. Informe Construcción Diques DN8-DN9-DN5

C.N.E.A.	GT y MA	UNIDAD EJECUTORA PRAMU	INFORME TÉCNICO	Informe
	PNGRR			INF-UEP- 031/04

Título :

CONSTRUCCIÓN DIQUES DN8-DN9 y DN5

ÍNDICE

1.Objetivo pág. 2
2. Alcance pág. 2
3. Abreviaturas y definiciones pág. 2
4. Referencias pág. 2
5. Introducción pág. 2
5.1. Descripción de los diques DN8-DN9 y DN5 pág. 2
5.1.1. Dique DN8-DN9 Pág. 2
5.1.2. Dique DN5 Pág. 3
5.1.3. Verificación de seguridad de los cierres de los diques DN8-DN9 y DN5 Pág. 4
Anexo 1- Descripción de los procesos de gestión de residuos sólidos (RS) y agua de cantera Pág. 5
Figura 1: Planimetría General Area Diques Pág. 8
Figura 2: Esquema de construcción dique DB8-DN9 Pág. 9
Figura 3: Esquema construcción dique DN5 pág. 10
Figura 4: Esquema Planta Tratamiento RS pág. 11
Figura 5: Esquema Planta Tratamiento agua de cantera pág. 12
Figura 6: Planimetría general área de diques y ubicación área de vertido pág. 13
Plano OD-030/04 – Rev. 1

Preparó fecha/firma	Revisó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Revisión	Pág: 1 de 13
				1	
A. Asenjo					
11/04/05					
					INF-UEP 031/04

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 301
FOLIO 147

CONSTRUCCIÓN DIQUES DN8-DN9 y DN 5

1.OBJETIVO

Describir los trabajos necesarios para construir el dique DN8-DN9 para acumulación de precipitados y evaporación de efluentes que se generen durante las operaciones de gestión de RS (residuos sólidos) y el dique DN5 para gestión de agua de cantera. En Anexo 1 se adjunta una descripción de los procesos.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 288

2. ALCANCE

Presentar la metodología de construcción de los diques DN8-DN9 y DN5 a las Autoridades Regulatorias de incumbencia.

3. ABREVIATURAS

RS: Residuos sólidos
DN8-DN9: Dique 8-9
DN5: Dique 5
PRFV: poliéster reforzado con fibra de vidrio

4. REFERENCIAS

UPESN–UAAU–IP-Código MD-002/02-Tratamiento de Residuos Sólidos – Gruner 10/06/02.
INF-UEP-016/02-Rev 2 - Asenjo A.- Perrino J- Tratamiento de agua de cantera-03/06/04
INF-UEP-030/04-Rev 0. Liseno A.- Diques de efluentes líquidos y residuos sólidos-Proyecto de Reactivación del CMFSR.

5. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene una recopilación y síntesis de las tareas a realizar para construir los diques mencionados, y una descripción de los procesos de gestión de agua de cantera y de residuos sólidos (RS), y ha sido redactado tomando como base los documentos citados en las referencias.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DIQUES DN8-DN9 y DN 5.

Estos diques se construirán sobre la misma área de gestión que se ha estado utilizando hasta la fecha, a efectos de no impactar otras áreas con nuevos diques. Por lo tanto es necesario llevar a cabo distintas tareas de estabilización y/o adecuación de la superficie de los diques existentes, antes de proceder a la construcción de los nuevos diques. En Figura 1 se muestra una planimetría general del área y se indica en color amarillo la ubicación del dique DN8-DN9 y en color anaranjado el dique DN5. En plano OD-030/04 Rev. 1 se muestra una vista en planta de los diques DN8-DN9 y DN 5.

5.1.1. DIQUE DN8-DN9

En Figura 2 se muestra un esquema de construcción del dique DN8-DN9. Este dique funcionó hasta la fecha como dique de evaporación de efluentes neutros y tiene una membrana bituminosa en su base.

Para proceder a su preparación, primeramente se colocará una capa de roca de 0,60 m para nivelación de la base y luego una capa de 0,30 m de grava arenosa para nivelación y relleno de las oquedades de la roca.

Se colocará luego una capa impermeable de 0,50 m, compuesta por 35% de arcilla de alta plasticidad y 65 % de grava, luego una capa de 0,40 m de grava donde se alojarán caños perforados de PRFV (poliester reforzado con fibra de vidrio) de 150 mm, que actuarán como caños de detección y drenaje de fugas que puedan pasar la membrana de polietileno de 750 µ colocada arriba de la capa de grava.

Los caños de detección de fugas actuarán como colectores de las pérdidas que se podrían producir por fallas en la soldadura de la membrana, enviando las pérdidas a un sistema de captación y recirculación, evitando cargas hidráulicas sobre la capa de arcilla.

Sobre la membrana se colocará una capa de arena de 0,4 m donde se alojarán caños perforados de PRFV de 150 mm que actuarán como drenaje de agua de precipitados, permitiendo de esta forma, un aumento rápido de la densidad de los mismos, disminuyendo el volumen que ocupan y permitiendo un mejor aprovechamiento de la capacidad de acumulación del dique.

Sobre la capa de arena se colocará una manta filtrante de geotextil para evitar que los precipitados que se acumulen pasen a la capa de arena y puedan ingresar al caño de drenaje.

Tanto los caños de detección de fugas como los de drenaje de agua de los precipitados, descargarán en un pozo de bombeo para recirculación de los líquidos al mismo dique.

El área del dique DN8-DN9 es de aproximadamente 3,7 ha a cota 1016 m.s.n.m, y tiene un volumen de acumulación estimado en 112.500 m^3. La capacidad de evaporación de este dique es del orden 37.000 m^3/a. Se prevé que la gestión de los tambores de RS se lleve a cabo en dos años, generando un volumen de efluentes de 65.000 m^3/a y un total de 9000 m^3 de precipitados húmedos (1300 m^3 de precipitado seco) .

En el plano citado se puede observar la ubicación de los caños de drenaje de agua de precipitados (sobre la membrana), los caños de captación de fugas (bajo la membrana) y caños de conexión entre el dique DN8-DN9 y el dique DN5. También se indican las bocas de acceso a pozos de inspección (BAFP 81-82-83), bocas de acceso a pozos intermedios de captación de líquidos drenados (BAFP-84-85-86-91-92), pozo final de captación de líquidos drenados (BAPCP 93) y pozo de bombeo y recirculación de líquidos drenados (BAPBFP 93).

5.1.2. DIQUE DN5

En plano OD-030/04 Rev 1 se muestra el dique DN5 con las 5 subdivisiones previstas (5.1-5.2-5.3-5.4-5.5). Al noreste del sector 5.5 se indica el dique pulmón que alimentará los líquidos a la planta de tratamiento, ubicada al sudeste de los sectores 5.4 y 5.5.

El área total del DN5 es 1,7 ha a cota 1019 m.s.n.m. El volumen de cada uno de los sectores es 5000 m^3 y el volumen del dique pulmón es de 2000 m^3. El tratamiento de agua de cantera generará un volumen de 1200 m^3/a de precipitados. Estos precipitados, a medida que se vayan generando, se acumularán transitoriamente en el dique DN5, y luego se irán trasvasando al dique DN8-DN9. En Figura 3 se muestra un esquema de construcción del dique DN5.

En este dique, sobre la membrana bituminosa existente, hay precipitados acumulados provenientes de las operaciones de neutralización de efluentes llevadas a cabo anteriormente.

Estos precipitados serán estabilizados colocando una capa de roca de espesor variable, con un espesor máximo de 2,5 m. Sobre esta capa se colocará una capa de 0,30 m de grava arenosa para rellenar las oquedades de la roca y luego se colocará una capa impermeable de 0,50 m, compuesta por 35% de arcilla de alta plasticidad y 65 % de grava.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 303
FOLIO

Se colocará luego una capa de grava de 0,4 m donde se alojarán caños perforados de PRFV de 150 mm de diámetro, que actuarán como caños de detección de fugas, y luego se colocará una membrana de polietileno, sobre la cual se acumularán los precipitados provenientes de las operaciones de tratamiento.

Los caños de detección de fugas actuarán como colectores de las pérdidas que se podrían producir por fallas en la soldadura de la membrana, enviando las pérdidas a un sistema de captación y recirculación, evitando cargas hidráulicas sobre la capa de arcilla.

DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 300

5.1.3. Verificación de seguridad de los cierres de los diques DN8- DN9 y DN5

Desde el punto de vista de las solicitaciones estáticas y dinámicas, los cierres de los diques se encuentran sobredimensionados debido a que en los mismos se incorporará mayor cantidad de roca que la requerida por el diseño. Esta situación responde a la necesidad de tener taludes internos con bajos ángulos (1V:3H); esta condición es necesaria para evitar el deterioro de la membrana impermeable. Lo indicado favorece la estabilidad estática del talud.

El talud interno de los cierres estará protegido con la membrana de polietileno y con una capa de arcilla impermeable, y el talud exterior estará protegido con una capa de roca estéril, previéndose una cubierta multicapa sobre el mismo, cuando se finalicen las actividades.

La estabilidad al deslizamiento se favorece por la poca variabilidad de los parámetros de resistencia de la roca frente a situaciones no deseables tales como inundación del pedraplén por alguna fisura localizada de la capa de impermeabilización. Además, el enrocado no es tubificable.

Valoración de los coeficientes de seguridad

Estabilidad de taludes

Para su verificación se han fijado dos situaciones:

a) La verificación de la estabilidad del talud del pedraplén de cierre, entre el DN8-DN9 y DN5 en su condición más desfavorable, es la correspondiente al dique DN9 vacío, con inundación de la roca por rotura de la cañería de descarga de los precipitados del dique DN5 al dique DN8-DN9. Esta verificación se efectuó con el programa PCSTABL5 arrojando para el método de Jambu un coeficiente de seguridad F=2,5 para cargas estáticas y de F=1,9 con sismo.

b) Estabilidad de la cubierta de impermeabilización interna del dique: cálculos realizados dan un coeficiente de seguridad F=1,61 que garantiza el no deslizamiento de la capa de arena sobrepuesta a la membrana, pero asimismo se colocará un geotextil entre la arena y la membrana de manera de disminuir las tensiones de corte, inducidas a la misma por los pequeños desplazamientos que podría sufrir la arena.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
304

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
301

ANEXO 1

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS) Y DE AGUA DE CANTERA

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 151

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS) Y DE AGUA DE CANTERA

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 305

1. GESTION DE RS (residuos sólidos)

Estos residuos provienen de la neutralización de efluentes del proceso de purificación nuclear que se realiza en planta Córdoba. Son precipitados que se almacenan en tambores de 200 litros y se encuentran depositados transitoriamente en trincheras cavadas en las escombreras de colas de mineral del CMFSR. Existen 5.223 tambores conteniendo 1.067.604 kg de precipitados. El total de uranio contenido en estos tambores es 14.249 kg, con un tenor medio de uranio de 1,33%

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 302

Se prevé la gestión de estos residuos por medio de la siguiente metodología (Figura 4):

a) Extracción de los tambores de la escombrera.
b) Disolución de los precipitados en solución de ácido sulfúrico a pH 0,5
c) Decantación para separar impurezas y restos de líquido orgánico.
d) Dilución con agua para obtener un líquido de pH 1,3.
e) Recuperación del uranio por resinas de intercambio ionico.

Los efluentes líquidos provenientes de la planta de resinas de intercambio ionico a pH 1,3, serán enviados a una planta de neutralización donde se adicionará cal para llevar el pH a 7. Luego de esta etapa los efluentes serán enviados al dique denominado DN8-DN9 donde se producirá la separación de los precipitados de los líquidos neutralizados. En Figura 1, se muestra un esquema general del área de diques y se indica en color amarillo la ubicación del dique DN8-DN9.

Los precipitados serán acumulados en el dique y los líquidos neutralizados serán evaporados dentro de la misma área. Se prevé que la gestión de los tambores de RS genere un total de 130.000 m^3 de efluentes líquidos y 9000 m^3 de precipitados húmedos (1300 m^3 de precipitados secos). La gestión de los tambores se llevará a cabo en dos años.

2. GESTION DE AGUA DE CANTERA

El agua de cantera existente a la fecha es 800.000 m^3, será tratada primeramente por resinas de intercambio ionico anionicas para fijación del uranio. Luego al líquido tratado se le adicionará sulfato férrico, cal y cloruro de bario en un proceso de precipitación fraccionada, para precipitación de arsénico y radio. El tratamiento propuesto permite obtener agua tratada con valores de concentración de uranio, radio y arsénico permitidas para vertido (Resolución N° 778/96 del DGI, y modificatorias N° 627/00 y N° 647/00). En Figura 5 se muestra el esquema del proceso.

Para la gestión del agua tratada, se prevé su envío a un campo de vertido de 20 ha ubicado dentro del predio de CNEA. En Figura 6 se muestra el área de diques y la ubicación del campo de vertido.

El área de vertido se dividirá en 5 sectores de 4 ha cada uno. En cada sector de 4 ha se ubicarán 30 aspersores con un caudal de 8 m^3/h cada uno. El total de aspersores en las 20 ha será de 150.

A su vez, cada sector de 4 ha se subdividirá en 6 sub-sectores de 0,66 ha cada uno, en los que se colocarán 5 aspersores en cada uno. Cada grupo de 5 aspersores funcionará un tiempo corto (aproximadamente 30 minutos) y luego se detendrá, y se pondrá en marcha otro grupo de 5 aspersores dentro de otro sub - sector, siguiendo esta secuencia pasando por todos los

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 306
DIRECCION DE PROTECCION FOLIO 132

sub-sectores mencionados. Luego se comienza nuevamente el ciclo, que se repite varias veces al día.

Con una secuencia de este tipo, se estima que cada sector de 4 ha funcionará aproximadamente 1 día, 1 vez por semana. De esta forma se favorecerá la infiltración de los líquidos, a efectos de no provocar una saturación del suelo para no generar escorrentía superficial.

Los precipitados originados en la precipitación del arsénico y el radio se acumularán en el dique denominado DN5, que estará dividido en 5 sectores. En Figura 1, indicado con color anaranjado, se muestra la ubicación del dique DN5. Los precipitados acumulados en los distintos sectores de este dique se trasvasarán periódicamente al dique DN8-DN9. Ambos diques se encontrarán conectados por medio de tuberías. La ubicación de las tuberías se indica en plano OD-030/04 Rev.1

Se prevé el uso de los distintos sectores del DN5 en forma rotativa, de acuerdo al siguiente diagrama de operación para cada uno de los sectores: 1 semana en proceso de carga, 3 semanas en proceso de muestreo y análisis de la calidad del líquido, y 1 semana en proceso de descarga.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 303

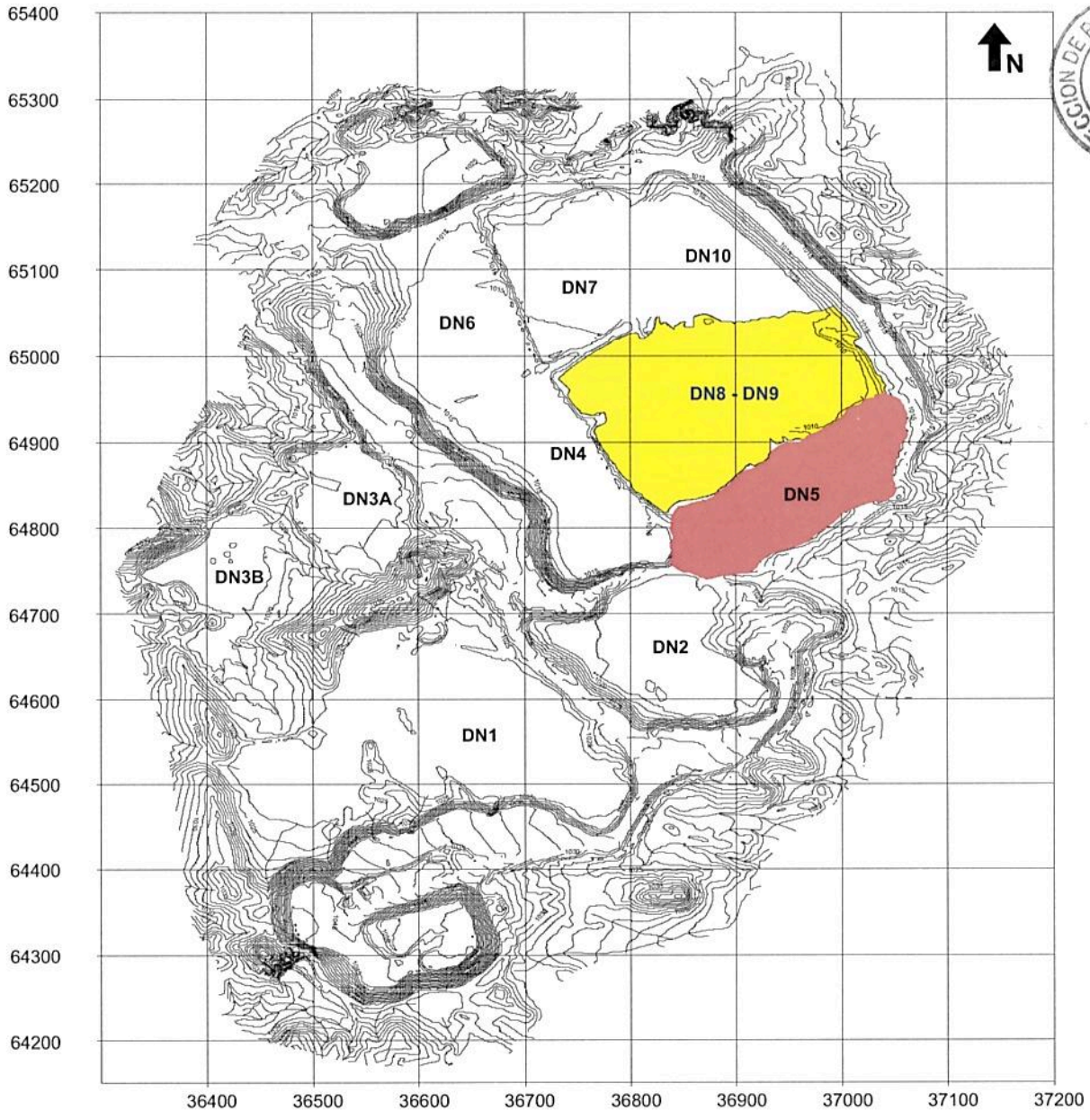
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 188

Figura 1

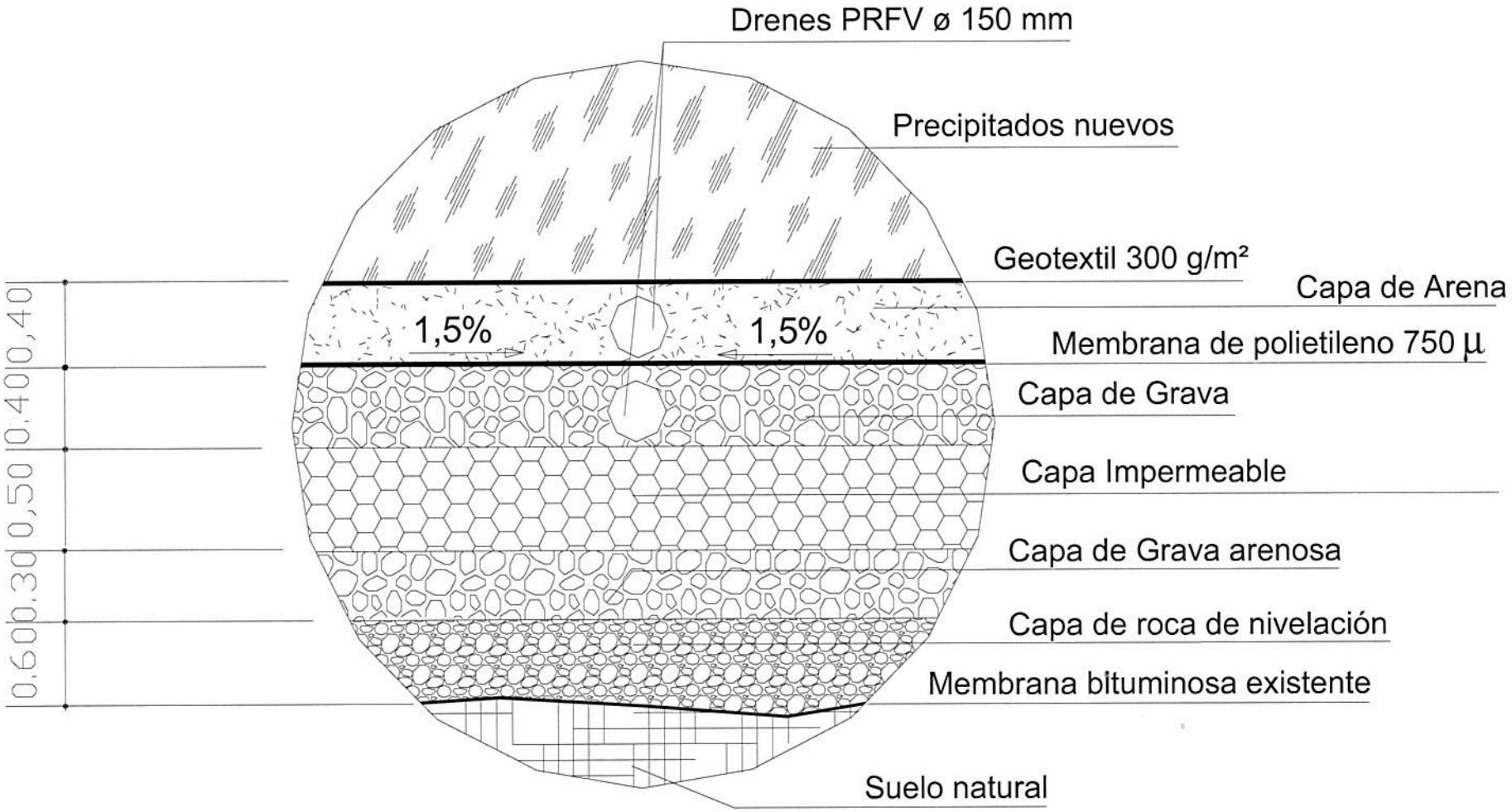
Planimetría General área de diques –Ubicación DN5- DN8-DN9

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 307

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 306

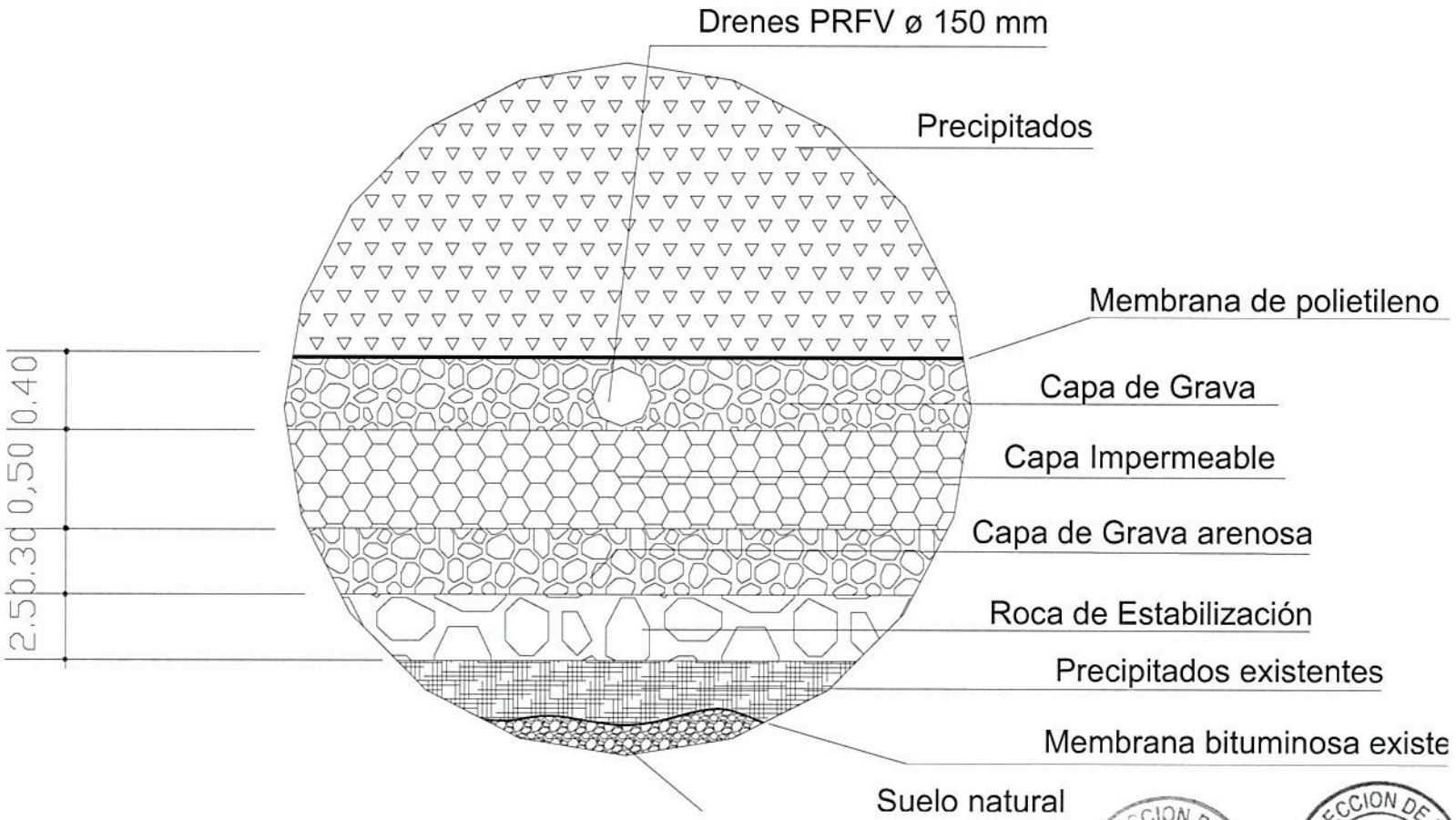


ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DIQUE DN8-DN9 **Figura 2**



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 305
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 308
FOLIO 154

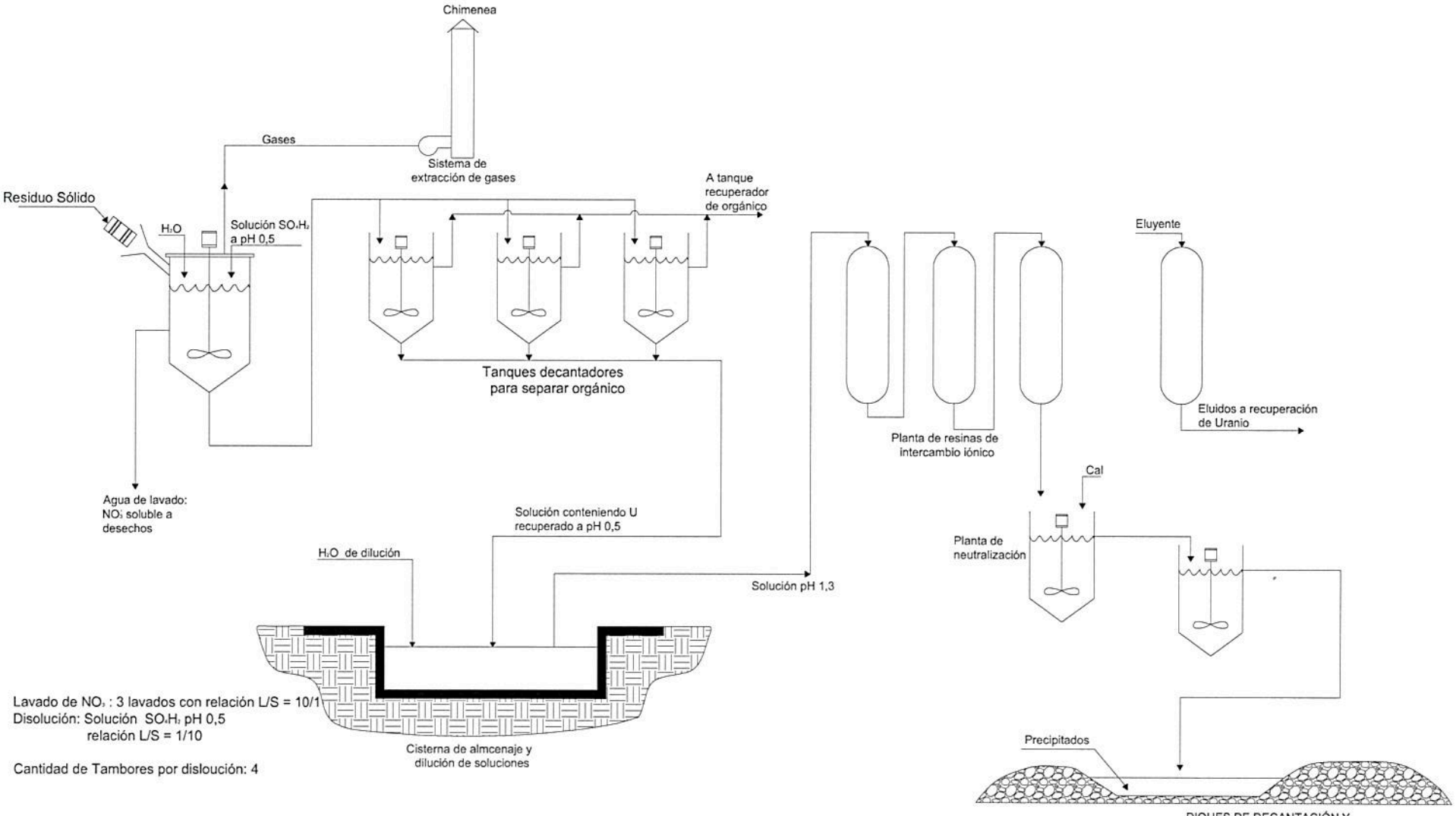
ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DIQUE DN5 **Figura 3**



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 306
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 305
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 304

ESQUEMA DE TRATAMIENTO DE RS

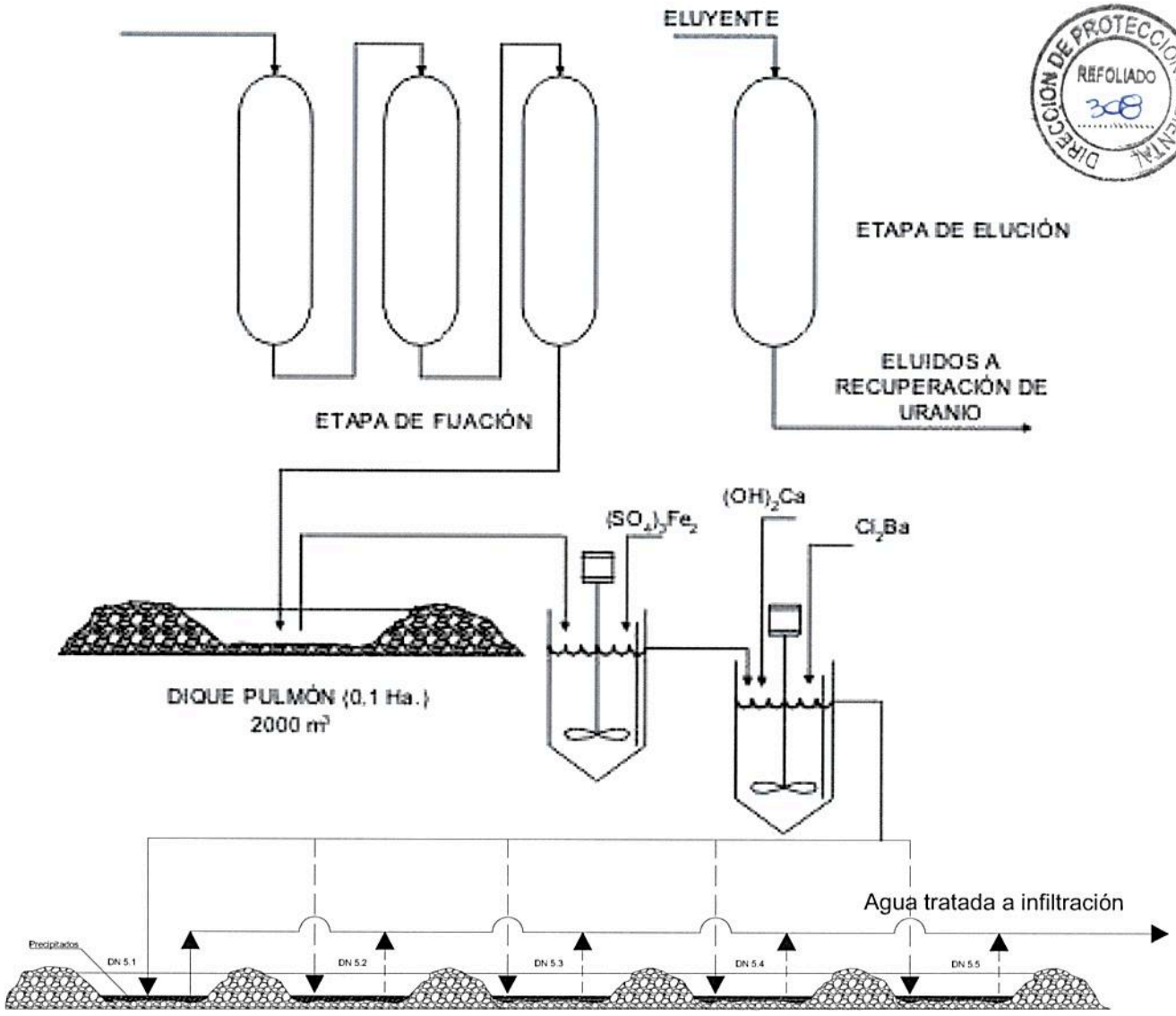
Figura 4



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 307
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 310
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 450

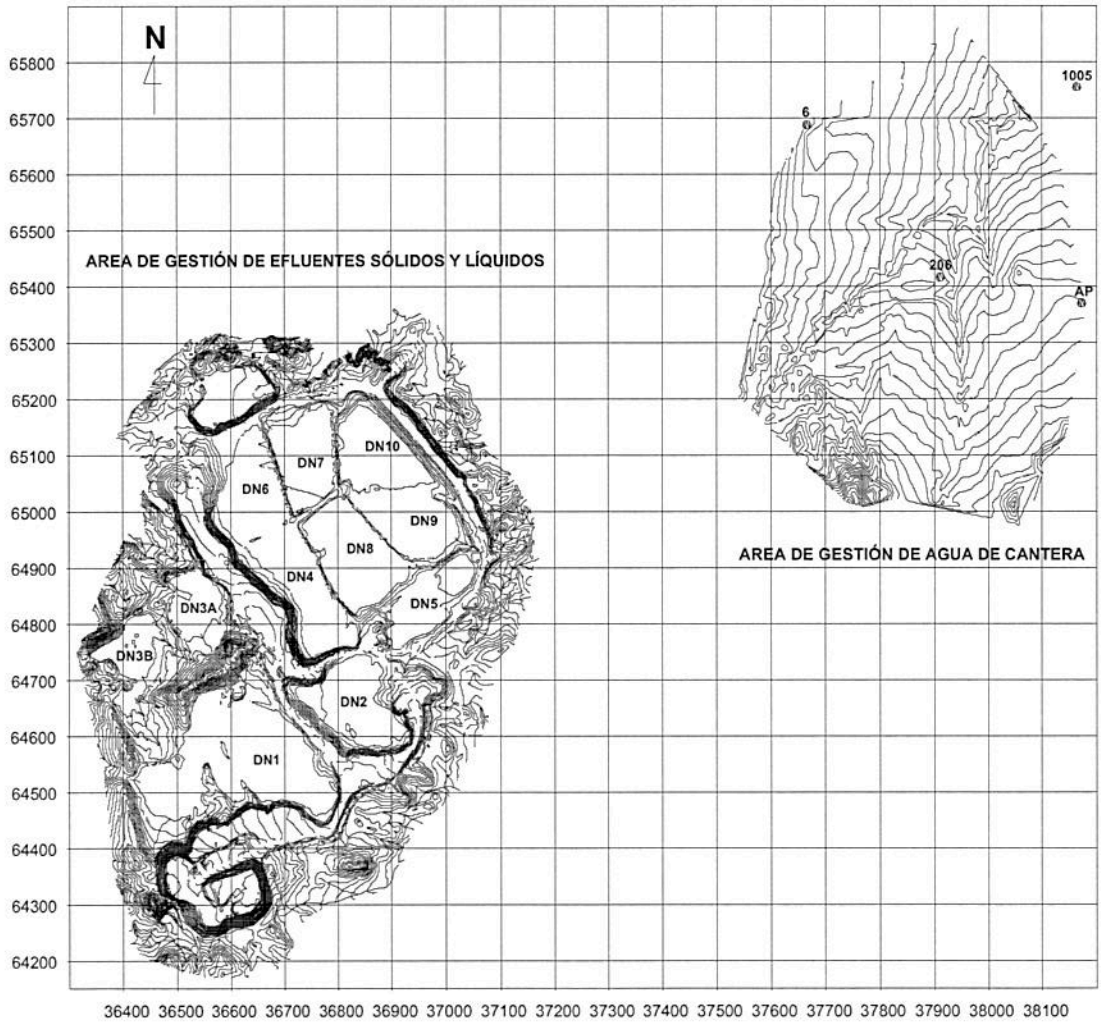
ESQUEMA DE TRATAMIENTO AGUA DE CANTERA

Figura 5



Diques de Decantación Impermeables 5000 m³ c/u

PLANIMETRÍA GENERAL ÁREA DE DIQUES Y UBICACIÓN ÁREA DE VERTIDO **Figura 6**



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 39
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 312
458

FOLIO 152
REFOLIADO 313
REFOLIADO 310

2. Informe EIA Agua de Cantera

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 344
FOLIO 100

C.N.E.A.	CT y [illegible] PNGRR	UNIDAD EJECUTORA PRAMU	INFORME TÉCNICO	Informe INF-UEP- 033/04

Título : GESTION DE AGUA DE CANTERA
DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL
METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 345

ÍNDICE

1- Objetivo pág. 2
2- Alcance pág. 2
3- Referencias pág. 2
4- Introducción pág. 2
5- Antecedentes pág. 2
6- Información general del sitio pág. 3
7- Tratamiento de agua de cantera del CMFSR Pág. 4
8- Evaluación de impacto ambiental del vertido Pág. 22
Anexo 1: Plano de ubicación Pág. 27
Anexo 2: Esquema Planta de tratamiento de agua de cantera. Pág. 28
Anexo 3: Planimetría General área de diques y ubicación área de vertido. Pág. 29
Anexo 4: Planimetría General área de diques – Ubicación DN8-DN8-DN9. Pág. 30
Anexo 5: Esquema de construcción Dique DN8. Pág. 31
Anexo 6: Esquema de construcción Dique DN8-DN9. Pág. 32
Anexo 7: Curvas de igual cota de agua subterránea. Pág. 33
Plano OD-030/04-Rev. 1
Plano O-G-008/03
Plano O-D-006/02
Plano O-G-004/02
Plano Anexo P4 Divisoria de aguas

Preparó fecha/firma	Revisó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Revisión	Pág: 1 de 33
				1	
A. Asenjo	22/04/05				
G. Perrino		25/04/05			
22/04/05		LIC. ROLBERTO LUIS GIORDANO COORDINADOR TÉCNICO PRAMU			INF-UEP 033/04

CONTROL DE DOCUMENTACION
RECIBIDO
FIRMA Sergio Ojeda FECHA 25/04/05

CONTROL DE DOCUMENTACION
COPIA CONTROLADA Nº 1
FIRMA FECHA 25/04/05

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 161
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 315
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 312

GESTION DE AGUA DE CANTERA DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

1- OBJETIVO

Describir la metodología de tratamiento y gestión de agua de cantera del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), y realizar la evaluación de impacto ambiental de las actividades.

2- ALCANCE

Presentar la metodología de tratamiento y gestión de agua de cantera del CMFSR a las Autoridades Regulatorias de incumbencia.

3- REFERENCIAS

(1) INF-UIP-043/98-C. Martin (26/06/98)-Plan de Preparación del Proyecto de Restitución Ambiental de la Mineria del Uranio. Sitio: San Rafael
(2) Evaluación de Impacto Ambiental- Rehabilitación y Remediación Sincrónica del Complejo Minero Fabril San Rafael e Integración de la Planta de Producción de dióxido de uranio- CNEA UTN Avellaneda-Año 2004.
(3) INF-UEP-016/02 – A. Asenjo – J. Perrino (03/06/04)- Revisión 2-Tratamiento de agua de cantera.
(4) Ensayos de precipitación de arsénico y radio 226, en aguas de la cantera Tigre III-Guido Tomellini-Mayo/04.
(5) INF-UEP-018/03 – Meza J.C.(25/04/03)- Campo natural de derrame para evaporación-infiltración-Geología e hidrogeología .
(6) INF-UEP-031/04-Revisión 1- 11/04/05- A. Asenjo- Construcción Diques DN8-DN9 y DN5.
(7) INF UEP-032/04-Bonetto J.P.- Impacto del vertido de agua de cantera en la vegetación y suelo del área de gestión.

4- INTRODUCCION

El presente documento ha sido redactado tomando como base los documentos citados en las referencias. Contiene una síntesis de los antecedentes e información de base del CMFSR, realizándose además una descripción de la metodología de gestión del agua de cantera, de la infraestructura necesaria para realizar las tareas, y una evaluación del impacto ambiental de las actividades que se proponen.

5- ANTECEDENTES – Referencia (1)

El Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) se encuentra ubicado en la Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael, Distrito Cuadro Benegas, entre las coordenadas geográficas 34° 40´ 18´´ y 34° 37´ 08´´ de latitud sur y 68° 37´ 50´´ y 68° 34´ 40´´ de longitud oeste, a 11 Km al SO de la Villa 25 de Mayo, a 38 Km al O de la ciudad de San Rafael y a 240 km al S de la ciudad de Mendoza.

El acceso al área de ubicación del CMFSR se realiza por las rutas nacionales N° 143 y 144 y provinciales N° 150 y 191, totalmente asfaltadas, y desde la última a través de un acceso también asfaltado. En Anexo 1 se adjunta: “Plano de Ubicación”.

La Villa 25 de Mayo es el centro poblado mas cercano, con 2.100 habitantes y la ciudad de San

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 316
FOLIO 162
DIRECCION DE PROTEC REFOLIAD 313

Rafael, con una población total de 126.000 habitantes está ubicada a 38 km al este del CMFSR. El área ocupada por el CMFSR, de 2.007 ha, es propiedad de la Provincia de Mendoza y está cedida a la CNEA, con destino a la explotación, funcionamiento y producción de uranio.

En el año 1976 se iniciaron las actividades de explotación minera. Inicialmente se explotaron algunos cuerpos satélites como Tigre III y Gaucho I-II, y a partir de 1982 toda la actividad de explotación se concentró en el cuerpo principal "Tigre I – La Terraza". Para la explotación de este cuerpo se debió realizar el desvío del arroyo El Tigre, en una extensión de 2.600 m, por encontrarse su traza natural sobre el cuerpo a explotar.

La planta de tratamiento y concentración entró en operación en setiembre de 1979 con una capacidad nominal de 51 tU/a. En el año 1987 se realizaron modificaciones para llevar su capacidad nominal a 120 tU/a. La producción total del CMFSR es 1071 t U.

El CMFSR se encuentra detenido desde el año 1995. La gran oferta de uranio en el mercado internacional a bajos precios, llevó a tomar la decisión de adquirir uranio en el mercado internacional, dejando las instalaciones del Complejo en stand-by.

Desde el año 1999 se vienen realizado estudios técnicos, económicos y ambientales orientados a proceder al reinicio de las actividades productivas a valores competitivos. Esta situación actualmente está favorecida por el importante incremento del precio del uranio en el mercado internacional.

6- INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO

El CMFSR, ubicado en el Distrito Uranífero Sierra Pintada, se localiza en la unidad morfoestructural conocida como Bloque de San Rafael, cuyo límite norte es el Río Seco de Las Peñas, el sur el C° El Nevado, el oeste la depresió n de Los Huarpes y el este la llanura Sanrafaelina. A su vez, dentro de este Bloque, se encuentra en lo que se conoce como Área Sierra Pintada, cuyo límite norte es la Ruta Provincial N° 150, el sur el Río Atuel y este y oeste los mismos del Bloque San Rafael.

El clima es de tipo continental semiárido, la temperatura media anual es de 14,7° C, siendo la media mínima anual de 7° C y la media máxima anual de 21,1° C, datos correspondientes a mediciones propias realizadas durante los últimos 12 años. La precipitación media anual es de 410,9 mm, con nevadas ocasionales, no frecuentes. El período principal de lluvias se corresponde con la estación estival. Los vientos son poco frecuentes y de baja intensidad, salvo durante los meses de agosto y septiembre, período durante el cual la frecuencia aumenta en forma considerable. La intensidad media anual es de 6 km/h y con predominancia del E. La humedad relativa ambiente media anual es de 58%, y el Indice de evaporación neta anual es de 1301,1 mm. Datos meteorológicos correspondientes el período 1995-2000.

La flora del área abarcada por el CMFSR y sus alrededores, está constituida por vegetación baja arbustiva leñosa, y una fauna natural propia de la zona.

El área tratada se ubica, en su gran mayoría (aproximadamente un 80 % de la superficie), en la cuenca del arroyo El Tigre. Un 10 %, correspondiente al borde NW, lo ocupa la cuenca del A° Pedernera y una superficie similar en el sector SE, pertenece a la cuenca del arroyo Pavón. La totalidad de la infraestructura minero - fabril del yacimiento, se ubica en la cuenca del arroyo El Tigre. Se adjunta plano Anexo P4- "Divisorias de Aguas".

El arroyo El Tigre (módulo 0,16 m^3/s) es un pequeño tributario del río Diamante (módulo 36 m^3/s), que desemboca en el tramo comprendido entre las obras de la presa El Tigre y el dique derivador Galileo Vitali aguas abajo y próximo al dique compensador El Tigre. El río Diamante

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 314
FOLIO 163
DIRECCION DE PROT REFOLI 314

abastece de agua para consumo humano y para riego a la ciudad de San Rafael y otros asentamientos poblacionales

En la zona de influencia inmediata al CMFSR, alrededores, y del arroyo El Tigre aguas abajo del Complejo las únicas actividades que se desarrollan son la crianza de caprinos y en menor escala ovinos, bovinos, equinos y mulares, a partir de pequeños criadores asentados en puestos de construcción precaria. Además, en el límite norte del predio cedido a la CNEA se encuentra en explotación una cantera de lajas, roca de aplicación, destinadas fundamentalmente a su uso en la construcción de viviendas.

Desde el punto de vista sismológico, podemos indicar que, de acuerdo al XII Congreso Geológico Argentino (Mendoza 1993), en el trabajo presentado por los Dres. Bastías, Tello, Perucca y Paredes (I.N.G.E.O. – C.O.N.I.C.E.T.), la Provincia de Mendoza, en una faja de 300 Km al este de la Cordillera de los Andes, ha sufrido movimientos sísmicos. Según la calificación suministrada por el I.N.P.R.E.S. (Tablas Cirsoc 103), el Bloque de San Rafael estaría por debajo de los valores que se le atribuyen a la zona ubicada al norte del Río Tunuyán, considerada de máxima actividad sísmica.

Por otra parte, en diciembre/02, Carlos Costa y Hector Cisneros (Universidad Nacional de San Luis), realizan un estudio detallado dentro del área del Complejo y zona circunvecina llegando a la conclusión que dentro del ámbito del primero no existen evidencias de estructuras con movimientos cuaternarios (neotectónica) y que las estructuras regionales que muestran claramente rasgos de actividad tectónica cuaternaria se encuentran a distancias no menores a 10 km.

Se puede agregar también que del control y estudio de las estructuras geológicas de los Yacimientos Dr. Baulíes y Los Reyunos, desde el inicio de los trabajos a la actualidad, no se han identificado fallas activas que muestren indicios de actividad sísmica neotectónica. Esto se corrobora con el control de los puntos topográficos de base diseminados en toda el área, los cuales no han sufrido desplazamientos relacionados a estos fenómenos en los últimos 25 años.

En el documento indicado en Referencia (2), presentado a las Autoridades Regulatorias provinciales en junio/04, se realiza un análisis detallado de la información general y de base del sitio.

7 – TRATAMIENTO DE AGUA DE CANTERA DEL CMFSR- Referencia (3)

En la actualidad, la cantidad de agua acumulada en las distintas canteras del CMFSR es de aproximadamente 800.000 m^3, y proviene del agua de lluvia y aguas subterráneas que ingresa a las zonas donde se llevan a cabo las explotaciones mineras. El plan de gestión de pasivos del Complejo, contempla la gestión del agua de cantera en forma prioritaria. Esta situación ha llevado a la CNEA a evaluar alternativas de gestión respetando las legislaciones ambientales vigentes.

7-1- Composición química del agua de cantera

Se informa a continuación la concentración de iones presentes en el agua de cantera (Muestra de Laboratorio 20.738 – Cantera Tigre III – Laboratorio Regional Cuyo):

Elemento	Agua Cantera Tigre III
U (µg/l)	2980
Ra-226 (pCi/l)	10
As (µg/l)	48

K (mg/l)	5,8
Hg (µg/l)	0,2
Ba (µg/l)	38
Ca (mg/l)	47
Mg (mg/l)	8,4
Na (mg/l)	220
$SO_4^=$ (mg/l)	344
Cl^- (mg/l)	98
$CO_3^=$ (mg/l)	5
CO_3H^- (mg/l)	166
NO_3^- (mg/l)	< 1
pH	8,2
Cond.(µS/cm)	1288
TDS (mg/l)	776
Dureza total (mg/l)	152

Para muestra 22.559 – Agua Cantera Tigre III (Laboratorio Regional Cuyo), se obtuvieron los siguientes resultados:

Elemento	Agua Cantera Tigre III
Cd (mg/l)	< 0,1
Al (mg/l)	<1
Zn (mg/l)	< 0,1
Cu (mg/l)	<0,1
Co (mg/l)	< 0,1
Cr (mg/l)	< 0,1
Sr (mg/l)	2,3
Fe (mg/l)	< 0,2
Mo (mg/l)	< 0,5
Li (mg/l)	0,12
Mn (mg/l)	< 0,1
Ni (mg/l)	< 0,1
Ag (mg/l)	< 0,1
Pb (mg/l)	< 1
V (mg/l)	< 1

El agua de las canteras Tigre I – La Terraza tiene características químicas similares a la de la cantera Tigre III. El agua de cantera presenta contenidos de uranio y radio superiores a los permisibles para vertido. El contenido de arsénico en la muestra analizada está por debajo del límite permitido para vertido, no obstante en algunas muestras tomadas en la cantera La Terraza, su concentración supera el citado límite, con valores de 167 µg/l. El contenido de otros iones, es del orden de los valores naturales de aguas de la zona. En item 7-3 se indican los límites permitidos para vertido. Se asume que el tratamiento de agua de cantera debe contemplar la eliminación de uranio, radio y arsénico.

7-2-Regulaciones

Se pueden mencionar varias leyes, decretos y normas que tienen incumbencia en el tema que nos ocupa, que se enumeran a continuación: a) "Ley Nacional de la Actividad Nuclear N°24.804", b) Decreto 456/97 "Código de Minería", c) Ley Nacional N°24.585 "Protección Ambiental para la Actividad Minera" y Decreto N°1939, d) Ley Provincial N°5.961

"Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente" y su Decreto Reglamentario N°2109, e) Decreto N°1149/96 , f) Dec reto Gobierno de Mendoza 1939, g) Ley Provincial N°322 "Ley General de Agua" – Resolución N°778/96 y modificatorias N° 627/00 y N° 647/00 del Departamento General de Irrigación, h) Convenio "Autoridad Regulatoria Nuclear – CNEA – Ministerio de Ambiente y Obras Publicas de Mendoza – Municipalidad de San Rafael – Universidad Nacional de Cuyo", i) Ordenanza Municipal N°5382.

De lo mencionado, se considera de carácter relevante:

(1) Ley de Ambiente N° 5961 de la Provincia de Mendoza, que tiene por objeto la preservación del ambiente en toda la Provincia de Mendoza. Prevé la otorgación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para autorizar la ejecución de la obra propuesta, requiriéndose por parte del proponente, la presentación de la Manifestación General de Impacto Ambiental.

(2) La Resolución N° 778/96 y modificatorias N° 627/00 y N° 647/00 del Departamento General de Irrigación, regulan todas las actividades que puedan afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en el territorio de la provincia de Mendoza. Es un reglamento general para el control de la contaminación hídrica, y presenta en su Anexo 1 las normas para el vertido de líquidos a cuerpos receptores, y en el artículo 14 los requerimientos para el vertido a reservorios naturales o artificiales de evaporación y/o infiltración. Para el caso del vertido a reservorios naturales o artificiales de evaporación y/o infiltración, o disposición de efluentes en campos de derrame, el artículo 14 indica los requerimientos y estudios necesarios para la autorización de dichas prácticas, con el fin de demostrar que las operaciones que se propone realizar, no afectarán la calidad del agua freática.

(3) Con respecto a las regulaciones específicas relacionadas con los aspectos radiológicos, la ley 24.804 – Ley Nacional de la Actividad Nuclear- determina que la CNEA tendrá a su cargo ejercer la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos.

7-3- Requerimientos para vertido en cuerpos receptores

Se informan a continuación los valores de concentración permitidos para vertido a cuerpos receptores, contemplados en la Resolución N° 778/96 del DGI y modificatorias N° 627/00 y N°647/00.

Elemento	Valores máximos permitidos (1)
NO_3^- (mg/l)	10 – 45 (*)
NO_2^- (mg/l)	0,3
NH_4^+ (mg/l)	3
pH	6,5 – 8,5
$SO_4^=$ (mg/l)	250 – 600(*)
Cl^- (mg/l)	300 – 500(*)
$S^=$ (mg/l)	< 1
Na (mg/l)	250
Mn (mg/l)	0,1
Cr^{+6} (mg/l)	0,05 – 0,1(*)
Hg (mg/l)	< 0,001
As (mg/l)	0,05 – 0,1(*)
Cd (mg/l)	0,01
B (mg/l)	0,5
Fe (mg/l)	3
Cu (mg/l)	0,5

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 166
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 320
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 317

Elemento	Valores máximos permitidos (1)
Ni (mg/l	0,2
Co (mg/l)	0,05
Al (mg/l)	0,5
Pb (mg/l)	0,5
V (mg/l)	0,05
Se (mg/l)	0,02
Zn (mg/l)	2
Ra-226 (pCi/l)	5
U (µg/l)	100

(1) Se indican elementos químicos inorgánicos contemplados en el Anexo I-a) de las Resoluciones N°627/00 y N°647/00.
(*) Valor máximo tolerable

7-4- Estudios realizados

Se llevaron a cabo distintos estudios y se evaluaron las siguientes alternativas para la gestión del agua de cantera: (a) resinas de intercambio anionicas y catiónicas, (b) nanofiltración, (c) resinas de intercambio ionico anionicas-precipitación. Los estudios indicaron que la metodología más conveniente es la indicada en tercer lugar.

La metodología (a) es también adecuada, pero la (c) permite obtener concentraciones menores de As en los efluentes. La metodología (b) también es adecuada, pero es mas cara que la (c).

En el documento denominado INF-UEP-016/02– Asenjo–Perrino (03/06/04) Revisión 0 se dan detalles de la metodología (a), y en el documento denominado INF-UEP-028-04 – Perrino-Asenjo-Gruner-04-06-04 – Revisión 0, se realiza una comparación de alternativas.

Se describe a continuación la alternativa seleccionada.

7-4-1- Utilización de resinas de intercambio iónico y precipitación

De acuerdo a lo manifestado anteriormente el agua de cantera presenta contenidos de uranio, radio y arsénico superiores a los permitidos por las regulaciones para efectuar un vertido. El contenido de otros cationes y aniones está por debajo de los valores permitidos para vertido de acuerdo a los requerimientos de la Resolución 778/96 y modificatorias del DGI. Por lo tanto, el tratamiento de agua de cantera debe contemplar la reducción del contenido de los 3 iones mencionados. En la metodología estudiada el uranio es eliminado utilizando resinas de intercambio iónico anionicas y el radio y arsénico son eliminados por precipitación utilizando cloruro de bario y sulfato férrico respectivamente.

7-4-1-a- Estudios de laboratorio y a escala piloto industrial para fijación de uranio en resinas de intercambio iónico

Estudios de laboratorio: En el año 1997 se llevaron a cabo estudios de laboratorio utilizando resinas de intercambio ionico anionicas (Amberlite IR 400) para captación de uranio. Se utilizaron columnas de laboratorio de 30 cm de altura y 8 cm de diámetro.

Las pruebas se llevaron a cabo en régimen continuo, con 3 columnas operando en serie, conteniendo 0,5 litros de resina anionica (Amberlite IR 400) cada una. El caudal de trabajo fue de 4,5 l/h, y se tomaron muestras a la salida de cada una de las 3 columnas de la serie, para

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 324

conocer la evolución de la concentración de uranio. La cantidad de resina contenida en la columna se denomina Volumen de Lecho (VL). La concentración de uranio promedio en el líquido a tratar era 3380 ug/l. En tabla 1 se informan los resultados obtenidos.

Esta metodología de trabajo a escala industrial se denomina sistema de calesita. Utiliza 4 columnas, 3 de ellas trabajando en serie en fijación y una en elución. Así, al comienzo de la operación se trabaja con la serie 1-2-3, cuando se satura la columna 1 se saca de circuito para ser eluida y se trabaja en fijación con la serie 2-3-4, luego cuando se satura la columna 2 se saca de circuito para elución y se trabaja con la serie 3-4-1, ya que la columna 1 ya fue eluida e ingresa al circuito de fijación, continuándose con este proceso en forma continua.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 318

Tabla 1

Fijación circuito uranio

Muestra	Volumen de lecho (VL)	U (ug/l) 1° columna	U (ug/l) 2° columna	U (ug/l) 3° columna
1	432	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2	864	< 0,5	< 0,5	< 0,5
3	1296	10	< 0,5	< 0,5
4	1728	12	< 0,5	< 0,5
5	2180	17	< 0,5	< 0,5
6	2592	33	< 0,5	< 0,5
7	3024	36	< 0,5	< 0,5
8	3456	96	< 0,5	< 0,5
9	3888	40	< 0,5	< 0,5
10	4320	150	< 0,5	< 0,5
11	4752	180	< 0,5	< 0,5
12	5184	197	< 0,5	< 0,5
13	5616	220	< 0,5	< 0,5
14	6048	220	< 0,5	< 0,5
15	6480	288	< 0,5	< 0,5
16	6912	413	< 0,5	< 0,5
17	7344	591	17	< 0,5
18	7776	657	15	< 0,5
19	8208	682	19	< 0,5
20	8640	450	23	< 0,5
21	9072	495	23	< 0,5
22	9504	540	25	< 0,5
23	9936	620	26	< 0,5
24	10368	820	29	< 0,5
25	10800	800	28	< 0,5
26	11232	790	29	< 0,5
27	11664	800	30	< 0,5
28	12096	820	29	< 0,5
29	12528	990	32	< 0,5
30	12960	990	32	< 0,5
31	13176	1000	31	< 0,5

En este estudio la primera columna de la serie se retiró de circuito cuando habían pasado 13.176 VL (muestra 31), es decir 6588 litros de líquido (antes de que se haya producido la saturación). De esta forma se asegura que la concentración de uranio a la salida de la tercera columna (líquido tratado) se mantenga baja. En estos estudios se utilizaron resinas de

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 322
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 163
DIRECCION DE PROT REFOLI 319

intercambio ionico cationicas para fijación de radio.

7-4-1-b- Estudios a escala piloto industrial: En el año 1998, en base a los resultados de los estudios de laboratorio, se planificó un estudio de tratamiento de líquido a escala piloto-industrial. Se trabajó durante aproximadamente 7 meses y se procesaron 110.000 m^3 de líquido.

Para este estudio se utilizó el equipamiento de la planta industrial de producción de concentrado de uranio, principalmente los equipos de filtración, columnas de intercambio iónico, bombas y tanques intermediarios para preparación de reactivos químicos.

El estudio consistió en hacer pasar los líquidos a tratar por una serie de dos columnas de intercambio iónico conteniendo resina anionica Amberlite IR 400 (3,5 m^3 cada columna) para retener el uranio.

La saturación de la primera columna de la serie se producía luego de pasados aproximadamente 13.000 VL o sea 45.500 m^3 (13.000 VL $\times$ 3,5 m^3/VL), en acuerdo con los datos obtenidos en el laboratorio.

Luego, el uranio fijado en la columna fue eluido, precipitado con amoníaco, centrifugado, secado y envasado.

Se realizó un muestreo del líquido de entrada y salida del circuito. Se tomaron muestras instantáneas y muestras integradas. El resultado promedio del muestreo integrado se informa a continuación:

Entrada al circuito	Salida del circuito
U (µg/l)	U (µg/l)
3245	24

El contenido promedio de uranio obtenido en líquidos a la salida del circuito se encuentra por debajo de los valores permitidos para vertido (Resolución 778/96 y modificatorias del DGI).

En estos estudios se utilizaron resinas de intercambio ionico cationicas para fijar el radio

7-4-2- Estudios de laboratorio para precipitación de arsénico y radio

Durante el año 2003 (Referencia 4) se realizaron una serie de ensayos para disminuir la concentración de arsénico y radio-226 en las aguas de la cantera del Tigre III, por métodos diferentes a los estudiados anteriormente.

El agua de cantera tratada primeramente por resinas de intercambio ionico anionicas, fue sometida a procesos de precipitación para eliminación de arsénico y radio. La precipitación de As fue llevada a cabo en una primera etapa, utilizando $(SO_4)_3Fe_2$ en dosis de 80 mg/l. El agregado del sulfato férrico produce una disminución del pH del agua desde 8,2 a 6,5. Luego de esta etapa, se agrega cal (para ajustar el pH) en dosis de 58 mg/l y Cl_2Ba en dosis de 10 mg/l, para precipitar el radio. Los resultados obtenidos fueron:

Parámetro	Agua de cantera sin tratar	Agua de cantera tratada
U (µg/l)	2980	0,4 (*)
Ra-226 (pCi/l)	10	0,2
As (µg/l)	48	1,7

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 169
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 323
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 320

Ca (mg/l)	47	56
Hg (µg/l)	0,2	0,2
Ba (µg/l)	38	66
Mg (mg/l)	8,4	7,8
Na (mg/l)	220	180
K (mg/l)	5,8	6
Li (mg/l)	0,11	0,12
$SO_4^=$ (mg/l)	344	338
Cl^- (mg/l)	98	123
NO_3^- (mg/l)	<1	<1
NO_2^- (mg/l)	-	< 0,1
$CO_3^=$ (mg/l)	5	7
CO_3H^- (mg/l)	166	118
pH	8,2	8,3

(*) Valor muy bajo por haber utilizado para los ensayos resina virgen.
Agua de cantera sin tratar: Muestra 20.738-Laboratorio Regional Cuyo.
Agua de cantera tratada: Promedio Muestras 20785-20786-20787-Laboratorio Regional Cuyo.
Otro estudio de laboratorio similar se llevó a cabo posteriormente con el objeto de obtener nuevas muestras de líquido tratado y analizar iones que anteriormente no se habían analizado.

Parámetro	Agua de cantera sin tratar	Agua de cantera tratada
Al (mg/l)	< 1	< 1
Cd (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Zn (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Cu (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Co (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Cr (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Sr (mg/l)	2,3	1,8
Fe (mg/l)	< 0,2	< 0,2
Mn (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Mo(mg/l)	< 0,5	< 0,5
Ni (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Ag (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Pb (mg/l)	< 1	< 1
K (mg/l)	6,2	5,8
V (mg/l)	< 1	< 1
Hg (µg/l)	< 0,5	< 0,5
B (µg/l)	73	108
Ba (µg/l)	28	90
Be (µg/l)	0,42	0,28

Referencias: Muestras 22.559 y 22.560-Laboratorio Regional Cuyo y Certificados de análisis 162/05 y 662/05-Laboratorio Dioxitek.

7-5-Tratamiento industrial

En Anexo 2 se muestra el esquema del proceso a llevar a cabo para tratar el agua de cantera. Se proyecta construir una instalación con una capacidad de tratamiento de 40 m^3/h (200.000 m^3/a), compuesta por 4 columnas conteniendo resinas de intercambio ionico anionicas, para captación y recuperación del uranio y una serie de dos tanques agitados para precipitación de arsénico y radio. El líquido tratado, previo análisis químico, será enviado a un campo de vertido

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 324

DIRECCIÓN DE PROTE FOLI 120

de aproximadamente 20 ha, ubicado dentro del predio de CNEA. La ubicación del mismo se muestra en Anexo 3 y se indica como: área de gestión de agua de cantera.

La planta de resinas anionicas para recuperación del uranio, estará ubicada cerca del área donde se encuentra actualmente la planta de producción de concentrado de uranio. La elución de las columnas anionicas se realizará con sulfato de amonio, y los eluidos de esta operación se enviarán a precipitación de uranio para fabricación de concentrado de uranio (diuranato de amonio).

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 321

Para la precipitación de radio y arsénico se utilizarán dos tanques agitados en serie, ubicados en el área de gestión de efluentes sólidos y líquidos, sobre el borde sureste del dique denominado DN5 (Anexo 4 y plano O-G-004/02) Los residuos sólidos obtenidos de la precipitación de arsénico y radio serán enviados a diques impermeables de decantación para separar los precipitados del líquido tratado. Los diques de decantación serán construidos en el área del dique DN5 indicada con color anaranjado en Anexo 4. Se prevé una generación de 1200 m^3 /a de precipitado húmedo.

Se dispondrá de 5 diques de recepción de agua tratada y precipitados, que funcionarán en forma intermitente una semana cada uno. Se prevé el uso de los distintos sectores en forma rotativa, de acuerdo al siguiente diagrama de operación para cada uno de los sectores: 1 semana en proceso de carga, 3 semanas en proceso de muestreo y análisis de la calidad del líquido, y 1 semana en proceso de descarga.

Los precipitados serán trasvasados periódicamente al dique denominado DN8-DN9 indicado con color amarillo en Anexo 4. Este dique almacenará también líquidos y precipitados provenientes de otras operaciones de gestión de pasivos (tratamiento de residuos sólidos RS).

7-5-1- Circuito de fijación de uranio

Régimen de trabajo: 24 h/d, de lunes a viernes.
Cantidad de columnas: 3 en fijación y una en elución.
Tipo de resina: anionica Amberlite IR 400.
Volumen de resina por columna: 2,2 m^3
Caudal de tratamiento: 40 m^3/h (200.000 m^3/a)
Volúmenes de lecho (VL) a pasar para cargar una columna: 13.000 VL
Cantidad de líquido para cargar una columna: 2,2 m^3/VL. 13.000 VL = 28.600 m^3
Tiempo de carga de una columna: 28.600 m^3/40 m^3/h = 715 h = 29,8 días
Valor guía para definir el fin del ciclo de carga, de acuerdo a estudios de laboratorio: 1000 µg/l de U en efluente de 1° columna
Elución: solución de sulfato de amonio
Destino de los eluidos: precipitación y recuperación de uranio.

7-5-2- Circuito de precipitación de arsénico y radio

Volumen dique de recepción de líquidos: 2000 m^3
Régimen de trabajo: 8 h/d, de lunes a viernes.
Caudal de operación: 120 m^3/h (200.000 m^3/a)
Volumen tanque precipitación arsénico: 14 m^3
Cantidad de sulfato férrico a agregar: 80 mg/l
Volumen tanque de ajuste de pH y precipitación de radio:14 m^3
Cantidad de cal a agregar: 58 mg/l
Cantidad de cloruro de bario a agregar: 10 mg/l

Diques de acumulación de precipitados: 5 diques impermeables de 5.000 m^3 cada uno. El volumen semanal de liquido tratado será del orden de 5000 m^3. Los diques funcionarán en

forma intermitente una semana cada uno, estando cada uno de ellos 1 semana en proceso de carga, 3 semanas en proceso de muestreo y determinación de la calidad del agua y una semana en proceso de descarga.

7-5-3- Composición química del agua de cantera tratada.

Se informa a continuación valores de composición del agua de cantera tratada que se obtendrían a escala industrial, para los iones cuya eliminación se ha considerado prioritaria.

Elemento	Agua de cantera sin tratar	Agua de cantera tratada	Limites (2)
U (µg/l)	3000–4000 (1)	< 50	100
Ra-226 (pCi/l)	10 – 15 (1)	< 1	5
As (µg/l)	40-167 (1)	< 10	50

El contenido de iones convencionales se encontrará en el orden de valores indicados en las tablas presentadas en pág. 9 y 10.

(1) Rango posible de variación de concentración en agua de cantera.
(2) Resolución N°778/96 del DGI y modificatorias N° 627/00 y N°647/00.

La concentración de U, Ra-226 y As a la salida del circuito cumpliría con los requerimientos regulatorios de la Resolución 778/96 del DGI y modificatorias, exigidos para vertido a cuerpos receptores.

La composición química de los precipitados resultantes del tratamiento de agua de cantera es (Informe N°0676-Laboratorio CMFSR):

Elemento	Concentración
U	271 µg/g (*)
Ra-226	29,31 pCi/g (*)

(*) Determinaciones realizadas sobre precipitado seco.

7-5-4- Medida de seguridad

Se implementará un sistema para asegurar que no se producirán pérdidas por rotura de la cañería que conduce el líquido desde las canteras hasta la planta. El mismo consiste en la colocación de un medidor de presión del flujo de agua en la cañería, el cual en caso de disminuciones de presión por roturas de cañería, detendrá inmediatamente la bomba mediante un comando automático remoto.

7-5-5- Plan de muestreo de la operación de la planta

Se realizará el siguiente muestreo operacional:

Lugar de toma de muestra	Tipo de muestra	Frecuencia	Determinaciones				
			U	Ra-226	As	pH	General (*)
Alimentación sistema de tratamiento	Integrada	Semanal	X	X	X	-	X

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 122

Salida primera columna anionica	Puntual	Una vez por turno	X	-	-	-	-
Salida tercera columna anionica	Puntual	3 veces por turno	X	-	-	-	-
Salida segundo tanque precipitación	Puntual	3 veces por turno	-	-	-	X	-
Dique de acumulación de líquido tratado	Puntual	1 vez a la semana	X	X	X	X	X

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 326

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 323

(*) Determinaciones a definir a requerimiento de las autoridades regulatorias.

7-6- Características constructivas de los diques DN5 y DN8-DN9 – Referencia (6)

En plano OD-030/04 Rev 1 se muestra el dique DN5 con las 5 subdivisiones previstas (5.1-5.2-5.3-5.4-5.5). Al noreste del sector 5.5 se indica el dique pulmón que alimentará los líquidos a la planta de tratamiento, ubicada al sudeste de los sectores 5.4 y 5.5. También en el mismo plano se muestra el dique DN8-DN9 ubicado al noroeste del DN5.

El área total del DN5 es 1,7 ha a cota 1019 m.s.n.m. El volumen aproximado de cada uno de los sectores es 5000 m^3 y el volumen del dique pulmón es de 2000 m^3. El área total del dique DN8-DN9 es 3,7 ha a cota 1016 m.s.n.m y el volumen de acumulación es de 112.500 m^3.

En Anexo 5 se muestra un esquema de construcción del dique DN5.

En este dique, sobre la membrana bituminosa existente, hay precipitados acumulados provenientes de las operaciones de neutralización de efluentes llevadas a cabo anteriormente.

Estos precipitados serán estabilizados colocando una capa de roca de 2,5 m de espesor. Sobre esta capa se colocará una capa de 0,30 m de grava arenosa para rellenar las oquedades de la roca y luego se colocará una capa impermeable de 0,50 m, compuesta por 35% de arcilla de alta plasticidad y 65 % de grava.

Se colocará luego una capa de grava de 0,4 m donde se alojarán caños perforados de 150 mm de diámetro, que actuarán como caños de detección de fugas, y luego se colocará una membrana de polietileno, sobre la cual se acumularán los precipitados provenientes de las operaciones de tratamiento. Los caños de detección de fugas, actuarán como colectores de las pérdidas que se podrían producir por fallas en la soldadura de la membrana, enviando las pérdidas a un sistema de captación y recirculación, evitando cargas hidráulicas sobre la capa de arcilla.

En Anexo 6 se muestra un esquema de construcción del dique DN8-DN9. Este dique funcionó hasta la fecha como dique de evaporación de efluentes neutros, tiene una membrana bituminosa en su base y no contiene precipitados de operaciones anteriores.

Para proceder a su construcción, primeramente se colocará una capa de roca de 0,60 m para nivelación de la base y luego una capa de 0,30 m de grava arenosa para relleno de las

oquedades de la roca.

Se colocará luego una capa impermeable de 0,50 m, compuesta por 35% de arcilla de alta plasticidad y 65 % de grava, luego una capa de 0,40 m de grava donde se alojarán caños perforados de 150 mm, que actuarán como caños de detección y drenaje de fugas que puedan pasar la membrana de polietileno de 750 µ colocada arriba de la capa de grava. Los caños de detección de fugas, actuarán como colectores de las pérdidas que se podrían producir por fallas en la soldadura de la membrana, enviando las pérdidas a un sistema de captación y recirculación, evitando cargas hidráulicas sobre la capa de arcilla.

Sobre la membrana se colocará una capa de arena de 0,4 m donde se alojarán caños perforados de 150 mm que actuarán como drenaje de agua de precipitados, permitiendo de esta forma, un aumento rápido de la densidad de los mismos.

Sobre la capa de arena se colocará una manta filtrante de geotextil para evitar que los precipitados que se acumulen pasen a la capa de arena y puedan ingresar al caño de drenaje.

Tanto los caños de detección de fugas como los de drenaje de agua de los precipitados, descargarán en un pozo de bombeo para recirculación de los líquidos al mismo dique.

Verificación de seguridad de los cierres de los diques DN5 y DN8-DN9.

Desde el punto de vista de las solicitaciones estáticas y dinámicas, los cierres de los diques se encuentran sobredimensionados debido a que en los mismos se incorporará mayor cantidad de roca que la requerida por el diseño. Esta situación responde a la necesidad de tener taludes internos con bajos ángulos (1V:3H); esta condición es necesaria para evitar el deterioro de la membrana impermeable. Lo indicado favorece la estabilidad estática del talud.

El talud interno de los cierres estará protegido con la membrana de polietileno y con una capa de arcilla impermeable, y el talud exterior estará protegido con una capa de roca estéril, previéndose una cubierta multicapa sobre el mismo, cuando se finalicen las actividades.

La estabilidad al deslizamiento se favorece por la poca variabilidad de los parámetros de resistencia de la roca frente a situaciones no deseables tales como inundación del pedraplén por alguna fisura localizada de la capa de impermeabilización. Además, el enrocado no es tubificable.

Valoración de los coeficientes de seguridad

Estabilidad de taludes

Para su verificación se han fijado dos situaciones:

a) La verificación de la estabilidad del talud del pedraplén de cierre, en su condición más desfavorable, es la correspondiente al dique DN9 vacío, con inundación de la roca por rotura de la cañería de descarga de los precipitados del dique DN5 al dique DN8-DN9. Esta verificación se efectuó con el programa PCSTABL5 arrojando para el método de Jambu un coeficiente de seguridad f = 2,5 para cargas estáticas y de f = 1,9 con sismo.

b) Estabilidad de la cubierta de impermeabilización interna del dique: cálculos realizados dan un factor de seguridad F=1,61 que garantiza el no deslizamiento de la capa de arena sobrepuesta a la membrana, pero asimismo se interpone un geotextil entre la arena y la membrana de manera de disminuir las tensiones de corte, inducidas a la misma por los pequeños desplazamientos que podría sufrir la arena.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 328
PROTECCION FOLIO 144

Las características de estabilidad, las barreras redundantes para asegurar impermeabilidad (membrana y arcilla), y el sistema de caños de detección y recirculación de fugas, sumado a las características de neutralidad de los líquidos a acumular en los diques, definen un esquema de trabajo que hace prever un impacto ambiental poco significativo de los diques de acumulación de precipitados y efluentes líquidos.

DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 325

7-7- Gestión de los líquidos tratados

Para realizar la gestión del agua de cantera tratada, se plantea el vertido a un campo natural de vertido para su infiltración, dentro del predio de la CNEA. Este tipo de acciones están previstas en el artículo 14 de la Resolución 778 del DGI.

El agua de cantera tratada, se vertirá en un área de aproximadamente 20 ha, ubicada al noreste del área actual de acumulación de colas (Anexo 3), para proceder a su infiltración en el terreno. Se llevó a cabo un relevamiento topográfico de detalle de la misma. Se prevé el uso de aspersores de agua, trabajando en forma sectorial y alternada en distintas partes del área, para evitar el escurrimiento superficial y favorecer la infiltración.

El área se dividirá en 5 sectores de 4 ha cada uno. En cada sector de 4 ha se ubicarán 30 aspersores con un caudal de 8 m^3/h cada uno. El total de aspersores en las 20 ha será de 150. A su vez, cada sector de 4 ha se subdividirá en 6 sub – sectores de 0,66 ha cada uno, en los que se colocarán 5 aspersores en cada uno. Cada grupo de 5 aspersores funcionará un tiempo corto (aproximadamente 30 minutos) y luego se detendrá, y se pondrá en marcha otro grupo de 5 aspersores dentro de otro sub – sector, siguiendo esta secuencia pasando por todos los sub-sectores mencionados. Luego se comienza nuevamente el ciclo, que se repite varias veces al día.

Con una secuencia de este tipo, se estima que cada sector de 4 ha funcionará aproximadamente 1 día, 1 vez por semana, y cada subsector 8 veces en un día. De esta forma se favorecerá la infiltración de los líquidos, a efectos de no provocar una saturación del suelo para no generar escorrentía superficial.

Características del campo de vertido – Referencia (5)

Geología-Mapa geológico

El área seleccionada para el vertido e infiltración está localizada dentro del predio de expropiación de CNEA, en las inmediaciones de su borde sudeste, aproximadamente a 2000 metros al noreste de los diques de colas existentes. Se adjunta plano O-G-008/03 – Plano de Ubicación General.

Los trabajos de relevamiento topográfico y geológico comprenden una superficie de forma ovoide de aproximadamente 45 ha, en cuya extensión quedan incluidas las 20 ha necesarias para el vertido a campo natural.

El área estudiada fue mapeada geológicamente a escala 1:2.000 y en el plano resultante, Plano Geológico (O-D-006/02), se dibujó la red de huellas existentes, sondeos de control y estaciones topográficas; el Plano Topográfico (O-G-004/02), se dibujó a escala 1:1.000.

Estratigrafía

Desde que Rodríguez y Valdiviezo mapearon la Estructura del Tigre en 1970 (CNEA, Rodriguez E.J y A. Valdiviezo, 1970-Informe sobre los resultados de la investigación geológica semirregional en el área de las manifestaciones nucleares de Sierra Pintada), se han producido

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 328

sucesivos avances en el conocimiento geológico regional de las principales unidades litoestratigráficas pérmicas del Grupo Cochicó. Consecuentemente, para este informe, se tomará como referencia la columna litoestratigráfica propuesta en el trabajo publicado por Mazzoni y Meza, 1997 (CNEA, Mazzoni M.M. y J.C. Meza, 1997. Sedimentología de debritas volcaniclástica en la Formación Los Reyunos, Sierra Pintada de San Rafael, Mza-Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología 4:59-77)

El área mapeada forma parte del flanco oriental del Anticlinal del Tigre y solamente afloran rocas del Pérmico Inferior, Grupo Cochico, cubiertas en parte por sedimentos cuartarios. El Grupo Cochico está compuesto por las formaciones Los Reyunos y Arroyo Punta del Agua.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 326

Formación Los Reyunos

Miembro Psefítico o Conglomerádico

Sus afloramientos principales constituyen una faja localizada en el borde sudoeste y oeste del área, encontrándose un afloramiento menor en el noroeste del área en cuestión. Son conglomerados y fanglomerados polimícticos con estratos gruesos y masivos, de textura mayormente clasto sostén, de colores que varían desde el rojizo, violáceo, verdoso y castaño rojizo, de clastos angulosos a subangulosos distribuidos en matriz arenosa a pelítica. Es común la intercalación de areniscas y areniscas conglomerádicas pardas, lentiformes con estratificación entrecruzada.

Por el sudoeste del área, en el labio ascendido de una importante falla, afloran conglomerados gruesos, comunes en los niveles medios y basales de la unidad litoestratigráfica. En el labio descendido de la falla, en la porción oeste y noroeste, se advierte la disminución en la energía de depositación, identificándose una zona transicional e interdigitada de contacto con areniscas del miembro suprayacente.

Miembro Andesítico

Su afloramiento es de escasa expresión areal, ocupando una delgada faja en el extremo sud sudoccidental del área. Se manifiesta como un banco masivo, de color gris oscuro, tenuemente estratificado e intercalado en conglomerado. Es una brecha epiclástica, de composición intermedia, en la que sus fenoclastos mayores alcanzan diámetros cercanos al metro, soportados por una matriz de igual composición mineralógica.

Miembro Toba Vieja Gorda

En la porción centro sur del área, intercalado en areniscas, se encuentra un horizonte volcaniclástico de aproximadamente tres metros de espesor real. Es la expresión distal del sexto ciclo de tobas cristalinas que en el flanco occidental del Anticlinal del Tigre alcanzan decenas de metros de espesor. Es un depósito de flujo piroclástico, masivo, de coloración morado a grisácea, característico por su abundancia en cristales y litoclástos.

En el área de estudio su extensión areal es muy pequeña, aunque adquiere importancia debido a que se convierte en un banco guía, posibilitando estructuralmente apreciar claramente algunas características de fallamiento, y estratigráficamente conocer el desarrollo de la columna litológica de la sucesión de unidades psamíticas superiores de la formación Los Reyunos.

Miembro Areniscas Atigradas

Es la litología de mayor difusión en el área, ocupando fundamentalmente su porción central y oriental. Son bancos de areniscas arcósicas de grano medio a fino, con abundante participación de material de procedencia piroclástica. Mineralógicamente están constituidas

por feldespatos, cuarzo y fragmentos líticos volcánicos. En general los feldespatos (plagioclasas) están alterados a sericita y caolinita, con avanzado estado de calcitización. Las areniscas presentan buena estratificación paralela con abundantes laminaciones originadas en cambios granulométricos y mineralógicos. Son frecuentes los entrecruzamientos de mediana y gran escala.

La base del paquete de areniscas se localiza al oeste del área y a medida que se asciende estratigráficamente se incrementa la participación de granulometrías más finas. El contacto con las litologías suprayacentes de la formación Arroyo Punta del Agua es normal y neto.

En la porción sudoeste de la zona de afloramiento de areniscas y estratigraficamente debajo del horizonte de toba, es frecuente la decoloración de la roca. Abundan los colores amarillo pálido a rojizo, puntualmente hasta ocre, es común la presencia de aureolas, especialmente a partir de los sistemas de diaclasas o de intensa fracturación superficial. Similar situación, aunque de reducido tamaño, se observa en la porción sur y noreste del área.

Este fenómeno se observa con frecuencia en areniscas del Anticlinal del Tigre, su origen se atribuye a procesos de oxidaciones por acción de acuíferos existentes en tiempos ligeramente posteriores a la diagénesis de la roca, es decir, más de 200 millones de años.

Si bien la arenisca constituye la roca portadora de la mineralización en Sierra Pintada, el flanco oriental del Anticlinal del Tigre carece de sectores anómalos, tanto en superficie como en subsuelo. No obstante, se efectuó el correspondiente control de antecedentes, verificándose en superficie que los valores radimétricos correspondan a los de areniscas estériles y en subsuelo perfilándose radimétricamente todos los sondeos.

Formación Arroyo Punta del Agua

Esta unidad formacional presenta regionalmente una extensa y compleja secuencia volcaniclástica intruida por rocas ácidas y básicas, pero en el área de estudio sólo se observa parcialmente su base sedimentaria.

Sus afloramientos se localizan sólo en su extremo sudeste, constituyendo una serie de lomas donde aparecen bancos de areniscas tufíticas y conglomerados de color pardo rojizo a verde oscuro. Son litologías similares a las descriptas para el miembro Psefítico de la formación Los Reyunos, sólo que los bancos conglomerádicos poseen clastos con mayor participación de rocas metamorfizadas, imprimiéndole un característico color oscuro.

Relleno moderno

Capas horizontales de suelo permeable aparecen directamente vinculadas a la red de escurrimiento superficial. En general rellenan los bajos con espesores que pueden alcanzar hasta el metro y medio, disminuyendo gradualmente hasta constituir una cobertura de unos pocos centímetros sobre las rocas pérmicas. En el plano geológico sólo fueron mapeados espesores mayores a 50 centímetros.

Perfiles verticales, en coincidencia con los mayores espesores, son muy bien expuestos por barrancas labradas por las esporádicas crecientes. Allí se aprecia la gradación normal de sus constituyentes clásticos, los cuales varían desde el tamaño grava gruesa a arena fina, dominando en todos los casos las granulometrías finas. En zonas de afloramiento de rocas pérmicas es frecuente la yacencia de regolito de la roca subyacente.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 331

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 328

Estructura

El Anticlinal del Tigre es una vieja estructura de plegamiento con 15 kilómetros de largo en dirección nor-noroeste. Como resultado de la flexión, las unidades litológicas estratiformes se vieron afectadas por un sistema de fallas directas, transversales al eje de la estructura, observándose un juego principal orientado este-noreste y otro subordinado de rumbo oeste-noroeste. También es frecuente la fracturación subparalela al eje de la estructura, generando bloques de variado tamaño.

El área de estudio está localizada en el flanco oriental del anticlinal parcialmente erosionado, muy cerca de su eje, en la porción centro sur. Consecuentemente, las unidades litoestratigráficas pérmicas más antiguas se ubican al oeste del área, con rumbos de fuerte componente norte-sur y con inclinación al este, graduando de subvertical a 30 grados.

El mapa geológico muestra en su sector sudoeste una importante falla subvertical, de rumbo N40O, cuyo labio ascendido expone conglomerados de la formación Los Reyunos que están en contacto con areniscas. Si bien la falla tiene más de 50 metros de rechazo vertical, son débiles las evidencias de su existencia, solo se observa una intensa fracturación en ambas litologías a lo largo de una reducida faja acompañando su rumbo. Paralelamente hacia el norte, en litología de areniscas y utilizando como nivel guía un banco de toba, reiteradamente se repite el fallamiento, aunque con pequeños rechazos y menores evidencias de fracturamiento vinculado.

Por el extremo noreste del área existen dos fajas con intensa fracturación en arenisca. Una de ellas coincide con el rumbo del fallamiento descripto anteriormente, mientras que la segunda, de rumbo N30E, posee similar arrumbamiento que una pequeña falla localizada en el extremo noroeste del área. Probablemente ambas fajas fracturadas respondan a fallamiento.

Teniendo en cuenta la frecuencia de fracturas con pequeño desplazamiento, orden centimétrico, y la presencia puntual de sectores fracturados con intensidad, es posible que la densidad de fallas sea mayor a la que muestra el mapa.

Todos los trabajos de detalle efectuados en la superficie de áreas adyacentes muestran tres direcciones predominantes de diaclasamiento. Un juego principal con rumbo ONO-ESE, otros secundarios NE-SO y NNO-SSE.

En el área de estudio se constataron los tres juegos de diaclasas. En la porción septentrional del área predominan las direcciones ONO-ESE y NNO-SSE, mientras que las direcciones NNO-SSE y NE-SO prevalecen por el sur y este, respectivamente. En general el diaclasamiento es de alto ángulo y con densidad variable, dependiendo de las características litológicas de cada estrato o banco.

Normalmente las fracturas se presentan abiertas, aunque es común identificar rellenos totales o parciales con calcita, en oportunidades acompañado por pátinas ocres o negras de óxidos de hierro y/o manganeso. En zonas con intensa fracturación se midieron hasta 5 centímetros de espesor de relleno de calcita, si bien normalmente no superan el centímetro.

Geomorfología

La morfología del área de estudio está subordinada fundamentalmente a la distribución y composición litológica de los afloramientos actuales, y en menor grado a la vieja estructura.

Es importante la interdigitación de los miembros Toba Vieja Gorda y Areniscas Atigradas en el ámbito del Anticlinal del Tigre. Allí, las tobas presentan relevantes espesores hacia el oeste, los cuales son rápidamente reemplazados por areniscas hacia el este, principalmente en el flanco oriental del anticlinal, donde se localiza el área.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 332

Consecuentemente el relieve del área está conformado por un suave bajo central con colinas dominantes en la periferia. Por el sur la estación topográfica N° 17 se instaló a los 1.019 m y por el oeste la estación topográfica N° 13 a los 1005 m, la altura aproximada de la parte central es de 992 m y la porción noreste del área, a la salida del cauce que drena el área, se halla a los 986 m. Por lo tanto, la diferencia de desnivel extremo alcanza a los 33 metros, siendo la pendiente general hacia el noreste.

Sin excepción las mayores cotas están vinculadas a afloramientos de conglomerados y/o brecha, los cuales presentan mayor resistencia a la acción de los agentes externos, conformando el relieve más abrupto del área. Por otra parte, la arenisca se degrada en forma homogénea y con mayor facilidad, propiciando un relieve de suaves lomadas, que solo se ve interrumpido por la acción del escurrimiento superficial del agua de lluvia en forma de pequeños cauces de escorrentía esporádica.

Mantos de relleno moderno aparecen suavizando el relieve en zonas adyacentes a la incipiente red de drenaje superficial. La erosión del agua sobre estos terrenos provoca barrancas verticales que pueden alcanzar alturas cercanas a los 2 metros.

Hidrogeología

A diferencia de lo que ocurre con la mayor parte de la superficie de expropiación, específicamente donde la CNEA desarrolla sus actividades, el área de estudio se halla enteramente incluida en la red de drenaje del arroyo Pavón.

La red de drenaje superficial del arroyo Pavón colecta las aguas de una pequeña porción de la vertiente oriental de la Sierra Pintada, drenando el sector este y sudeste de la superficie vecina al predio de expropiación. El arroyo de carácter temporario es tributario del río Diamante y su descarga se produce aguas abajo del dique Galileo Vitali, luego de recorrer algo más de 8 kilómetros en terrenos de pie de sierra.

El área de estudio está localizada en la margen izquierda de las cabeceras del arroyo Pavón, en el borde SE del área de expropiación. Allí la topografía impuesta por el cerro Bola al norte y los conglomerados del eje del Anticlinal del Tigre por el oeste, marcan la divisoria de aguas con la cuenca del Arroyo del Tigre que se extiende por el oeste. Por el sur y este, conglomerados de la formación Arroyo Punta del Agua y areniscas de la formación Los Reyunos conforman la divisoria de aguas con otra subcuenca que también es tributaría del arroyo Pavón.

La cabecera de la cuenca de drenaje superficial que incluye el área de estudio posee alrededor de 70 ha, en su porción sur se insertan las 40 ha objeto de este relevamiento. Allí, el clima semiárido de la región, con ocasionales lluvias torrenciales, posibilita el escurrimiento superficial del agua produciendo una pequeña red de drenaje superficial. El agua que logra infiltrarse conforma un acuífero por fisuración.

Las lluvias estivales han permitido el desarrollo de un pequeño cauce seco por el oeste y centro del área, mientras que desde el sur recibe otro afluente de menor importancia, conformando un arroyo seco sin nombre. De esa manera el área es drenada superficialmente hacia el NE. Luego de recorrer aproximadamente 2 kilómetros, con cauce encañonado y hacia el este, desemboca en el arroyo Pavón, justo antes del puente correspondiente a la ruta provincial N° 191. A partir de allí el Pavón abandona las serranías y desarrolla su cauce ancho y meandroso sobre terrenos cuartarios muy permeables.

Los dos cauces del área de estudio son angostos y están mayormente labrados en relleno moderno, erosionándolo con márgenes abruptos. En general el patrón de drenaje superficial es dendrítico, lo que indica pendiente suave, cierta permeabilidad y homogeneidad de las rocas

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 333

drenadas. No se observa vinculación con la estructura dominante del área.

Seis sondeos confirman la existencia de un acuífero resultante de la permeabilidad secundaria de las rocas pérmicas. Zonas de fracturación por fallamiento y fundamentalmente la abundancia de diaclasas constituyen superficialmente las vías de infiltración y circulación de agua necesaria para conformar el acuífero.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 330

En áreas circundantes y en terrenos de litologías similares se efectuaron perforaciones testigadas, hasta 30 metros, para evaluar las características de la roca en profundidad. Se realizaron trabajos de descripción del terreno perforado, recuperación normal y recuperación modificada (RQD), ensayos de absorción de agua (ensayos Lugeón), entre otros. La respectiva información detallada se encuentra en los informes parcial y final producido por el ex Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS, Victoria J. Et al, 1990. Estudio hidrogeológico en el sector del dique de colas del Proyecto Sierra Pintada, Mza. Informe Parcial y Final, inéditos)

La calidad de la roca en profundidad es regular a mala, estableciéndose la continuidad de la densa red de fracturación que se observa en superficie. Es notable la frecuencia de fracturas abiertas en progresivas cercanas a la superficie, a medida que se gana en profundidad, las mismas tienden gradualmente a cerrarse.

Respecto al comportamiento hidráulico de las rocas en subsuelo, los resultados obtenidos por el ex CRAS, a través de ensayos Lugeón, indican que la permeabilidad disminuye con la profundidad. Así a partir de los 20 a 30 metros son comunes los valores de 20 UL, mientras que para los 5 primeros metros son frecuentes los valores de 50 UL.

Cinco piezómetros (1P, 6, 1005, AP y 2P bis) están distribuidos perimetralmente en el área de estudio, mientras que otro (206) está ubicado en el centro (Plano O-G-004/02). Todos poseen agua freática y sus cotas de pelo de agua relevadas en marzo de 2003, permiten disponer de datos para obtener las curvas de igual cota de agua subterránea (Anexo 7).

En el mapa se observa que el agua subterránea se desplaza desde el SO hacia el NE sin que se visualicen divisorias de agua. Si bien la información piezométrica no es abundante las isopiezas indican la existencia de un manto saturado.

El agua se halla a profundidades que varían desde los 3 a 11 metros correspondiendo las mayores profundidades de agua con los piezómetros localizados a mayor cota topográfica. El análisis del plano piezométrico muestra la total correspondencia entre la dirección de escorrentía superficial y subterránea, es decir hacia el noreste.

No se ha observado ninguna zona de descarga del acuífero dentro del área estudiada, comportándose toda la cuenca, incluida la porción sur fuera del área, como zona de recarga.

El agua de la cuenca del arroyo Pavón era solo utilizada por los habitantes del puesto Pavón (actualmente deshabitado) y ocasionalmente por ganado, principalmente caprino y equino, que pastorea por la zona.

A unos 1.200 metros al ESE del centro del área de estudio se ubica el puesto citado, que está emplazado sobre la margen izquierda del arroyo Pavón y la fuente de agua para sus ex habitantes o posibles futuros habitantes es una pequeña vertiente sobre el mismo arroyo.

Dos aspectos hidrogeológicos principales permiten aseverar que el vertido de agua en el área de estudio no impactará sobre la vertiente del puesto Pavón.

a.- La red de escurrimiento superficial y el mapa de isopiezas muestran que la totalidad del agua escurre hacia el NE, alejándose de la vertiente. El agua proveniente del área de estudio

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 334

es volcada al arroyo Pavón, 2 kilómetros aguas abajo del puesto Pavón.

b.- Entre el área de estudio y la vertiente existen dos divisorias superficiales de agua. La de mayor importancia se extiende inmediatamente al este del área de estudio.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 331

Hidroquimica

De acuerdo al informe de laboratorio N° 0453 de fecha 25/04/03, se informa en la tabla siguiente el resultado del análisis químico del muestreo ejecutado en los pozos del área.

Pozo N°	6	1005	206	AP
Profundidad agua m (27/03/03)	11,80	3,71	4,62	10,00
Altura de la boca de pozo m.sn.m	997,82	984,85	992,94	998,10
Cota del agua m.s.n.m	986,02	981,14	988,32	988,10
U (µg/l)	19,10	68,80	49,50	19,30
Ra_{226} (pCi/l)	0,27	0,38	0,52	0,56
Cu (mg/l)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Pb (mg/l)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Zn (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
V (mg/l)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Mn (mg/l)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bi (mg/l)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Mo (mg/l)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Ba (mg/l)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Cd (mg/l)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cr (mg/l)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Li (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ni (mg/l)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Co (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ag (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Na (mg/l)	212	540	361	343
K (mg/l)	<2,00	10,00	10,00	14,00
Fe (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Mg (mg/l)	52	186	88	54
Al (mg/l)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Ca (mg/l)	9	300	320	200
P_2O_5 (mg/l)	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
$SO_4^=$ (mg/l)	234	3294	2212	1429
Cl^- (mg/l)	14	844	159	124
NO_3^- (mg/l)	<5,00	8,00	10,00	<5,00
NH_4^+ (mg/l)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
$CO_3^=$ (mg/l)	<10	<10	<10	<10
CO_3H^- (mg/l)	478	380	252	168
Dureza °F	42	194	142	78
Turbidez (NTU)	140	370	440	170
PH	7,57	7,60	7,82	7,65
Cond. (µS/cm)	986	6970	3370	2350

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 335
FOLIO 181
DIRECCION DE PROTEC REFOLIADO 332

7-8-Prueba de eficiencia

Antes del inicio de las operaciones industriales de tratamiento y vertido al campo de infiltración, se plantea llevar a cabo una prueba de eficiencia, con el objeto de comprobar que los parámetros comprometidos en el proyecto se cumplen en la práctica. La fecha de realización de la misma será acordada con las autoridades regulatorias, y se tomarán las muestras de agua que consideren necesarias.

Se operará la planta de resinas de intercambio iónico y precipitación a la capacidad de diseño, a fin de obtener aproximadamente 3000 a 4000 m^3 de líquido tratado, que se acumulará en un dique impermeable de 5000 m^3 de capacidad, y luego será analizado químicamente antes de enviarlo al campo de vertido.

Para probar el comportamiento de la metodología de vertido e infiltración dentro del campo de derrame seleccionado, se preparará un área de aproximadamente 1,5 ha donde se instalarán aspersores, los que se operarán en forma equivalente a lo definido para la etapa industrial, respetando las áreas de riego, tiempos de operación, tiempos de corte, etc.

Se llevarán a cabo observaciones para evaluar la capacidad de infiltración de los terrenos y otras características que se consideren necesarias para prever el comportamiento del área de vertido para las condiciones de operación que se obtendrían en la práctica industrial.

8- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL VERTIDO

8-1- Impacto sobre el suelo y la vegetación- Referencia (7)

El área de vertido de agua de cantera tratada, de aproximadamente 20 ha, presenta una composición florística muy similar a la del resto del área del complejo. Predominan las especies arbustivas, junto a algunas especies herbáceas, mayormente gramíneas y compuestas y unos pocos árboles de bajo porte. También se pueden apreciar algunos cactus. La mayoría de estas especies son de muy bajo consumo de agua, excepto aquellas que aprovechan cursos de agua subterráneos como la cortadera.

La distribución de las especies varía de acuerdo a la topografía del terreno el cual presenta una capa de suelo adecuada para el sostén de vegetación en las zonas más bajas, disminuyendo en espesor hacia los puntos más elevados. En las zonas más altas se producen afloramientos de roca en las que el sostén para las plantas se reduce a las grietas en la roca, observándose una cobertura vegetal de aproximadamente 20 % y una baja diversidad de especies. En los puntos más bajos, con mayor espesor de suelo, se pueden apreciar coberturas de hasta 60 % aproximadamente, con una mayor diversidad de especies.

Para evaluar el impacto del vertido sobre la vegetación natural se tuvo en cuenta parámetros tales como la conductividad eléctrica (CE) del agua tratada y el valor RAS, que presentan valores del orden de 1,3 mS/cm y 6, respectivamente. Valores de RAS por debajo de 8 se consideran ideales para un agua de riego, y por encima de 16 se consideran perjudiciales. Valores de conductividad menores a 0,7 mS/cm son ideales en un agua de riego, mientras que por encima de 3,0 mS/cm se consideran aguas inadecuadas.

No obstante su aceptable salinidad que no hace prever efectos perjudiciales en las plantas, para evitar cualquier acumulación de sales en el perfil es aconsejable aplicar agua en exceso con respecto a las necesidades de riego, la cual infiltre en el suelo, lavando el exceso de sales. Este excedente de agua se conoce como requisito de lixiviación (RL).

Tanto el caudal de agua a verter, como el régimen de trabajo del equipo de riego propuestos,

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 336

permiten cubrir el requisito de lixiviación durante todo el año, por lo que existe sobrada capacidad para lavar cualquier exceso de sales, sin contar con el aporte de agua pura de las lluvias. Inclusive pueden implementarse manejos como el riego nocturno, que permitirá la percolación de un volumen mayor de agua con menor evapotranspiración.

Debido al aumento de régimen hídrico en el área, es de esperar un cambio en la proporción de especies predominantes en el área de aplicación, más como producto de la dispar adaptación que tendrán las especies naturales presentes, con respecto a la situación anterior, que por un efecto negativo del riego en si.

La aparición de especies exóticas probablemente sea el cambio más notorio en la composición florística del área de aplicación. El riego proveerá agua suficiente durante todos los meses del año, y se espera un aumento en frecuencia de especies herbáceas anuales con respecto a la situación anterior, y un mantenimiento de las especies arbustivas. Esto se debe fundamentalmente a que las especies herbáceas aprovechan mas rápidamente el humedecimiento de los primeros centímetros del suelo que las especies arbustivas.

De producirse este ligero cambio en la composición y predominancia de especies, se debe tener en cuenta que al cesar las actividades de riego, el área retornará a su estado original, en el cual las especies exóticas que se hubieran desarrollado no tolerarían las condiciones de aridez.

Con el objeto de monitorear el efecto del vertido sobre la vegetación se demarcarán áreas de muestreo de dimensiones adecuadas, y se llevará a cabo antes del inicio de las actividades un relevamiento de especies significativas y de su frecuencia de aparición. Este relevamiento será repetido en forma anual durante el período operacional.

8-2- Impacto sobre la hidrogeología .

Con el objeto de evaluar el impacto de las actividades que se proponen sobre la hidroquímica del agua subterránea, se realizará una comparación entre los contenidos de iones del agua subterránea de la zona y la del agua a verter en el área. Se informa la composición química del agua subterránea de los pozos 6, 206, AP, ubicados sobre el área propuesta, y del pozo 1005, ubicado aguas abajo de la misma. La ubicación de los pozos se indica en plano O-G-004/02.

Los pozos mencionados se encuentran en un área separada por una divisoria de aguas respecto de la influencia de los diques de colas y efluentes líquidos; los cuales tienen su drenaje superficial y subterráneo hacia el arroyo El Tigre.

Los datos químicos del agua de los pozos mencionados corresponden a un muestreo llevado a cabo en diciembre de 2002 (Informe Laboratorio CMFSR N° 0453).

Elemento	Agua subterránea Pozo 1005	Agua subterránea Pozo 6	Agua subterránea Pozo 206	Agua subterránea Pozo AP
U (µg/l)	68,8	19,1	49,5	19,3
Ra –226 (pCi/l)	0,38	0,27	0,52	0,56

La composición química media del agua tratada a verter, para los iones mencionados es:

Elemento	Agua Tratada
U (µg/l)	< 50
Ra –226 (pCi/l)	< 1

Se observa que los contenidos de uranio y radio del agua tratada serían del orden de los valores promedio de estos iones en el agua subterránea. Por lo tanto no se espera que el agua que se infiltre pueda tener un impacto negativo sobre el agua freática.

Para el caso de los elementos convencionales, el muestreo de los pozos dio los siguientes valores:

Elemento	Agua subterr. Pozo 1005	Agua subterr. Pozo 6	Agua subterr. Pozo 206	Agua Subterr. Pozo AP
NO_3^- (mg/l)	8	< 5	10	< 5
NO_2^- (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
$SO_4^=$ (mg/l)	3294	234	2212	1429
Na (mg/l)	540	212	361	343
Cl^- (mg/l)	844	14	159	124
As (µg/l) (*)	6,6	0,87	1,1	-
Be (µg/l) (*)	0,4	0,5	0,5	-
B (µg/l) (*)	1540	328	772	-
Hg (µg/l) (*)	0,10	0,17	0,12	-
Ca (mg/l)	300	9	320	200
Cd(mg/l)	< 0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02
Ag (mg/l)	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1
Cu (mg/l)	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ni (mg/l)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Fe (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cr (mg/l)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Ba (mg/l)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Mo (mg/l)	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Mn (mg/l)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cond.(µS/cm)	6970	986	3370	2350
PH	7,6	7,57	7,82	7,65

(*) Certificado de Análisis 560/05 -Laboratorio Dioxitek.

La composición química del agua tratada para elementos convencionales, de acuerdo a ensayos de laboratorio es:

Elemento	Agua de cantera tratada
NO_3^- (mg/l)	< 1
NO_2^-(mg/l)	< 0,1
$SO_4^=$ (mg/l)	< 400
Na (mg/l)	< 250
Cl^- (mg/l)	< 200
As (µg/l)	<10
Be (µg/l)	< 0,5

B (µg/l)	< 150
Hg (µg/l)	< 0,5
Ca(mg/l)	< 100
Cd (mg/l)	< 0,02
Ag (mg/l)	< 0,1
Cu (mg/l)	< 0,2
Ni (mg/l)	< 0,2
Fe (mg/l)	< 0,2
Cr (mg/l)	< 0,05
Ba (mg/l)	< 0,1
Mo (mg/l)	< 0,5
Mn (mg/l)	< 0,1
Cond.(µS/cm)	< 1400
pH	8,3

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 338
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 124
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 335

Se observa que el agua tratada tendría contenidos de iones convencionales del orden de los valores naturales del agua subterránea de la zona. Por lo tanto, no se espera que el agua que se infiltre pueda tener un impacto negativo sobre la hidroquímica del agua subterránea.

Por otra parte, teniendo en cuenta los volúmenes y forma de vertido previstas, no se esperan impactos ambientales significativos por salinización o escurrimiento superficial y subterráneo. No obstante estas consideraciones, se prevé realizar durante la prueba de eficiencia ensayos de permeabilidad y agregado de perforaciones de control piezométrico, sobre el área de prueba.

A efectos comparativos se informa que sobre la cuenca del arroyo Pavón, de aproximadamente 2700 ha, precipita alrededor de 9.000.000 m^3 (9 Hm^3) de agua por año, por lo que el agua tratada que se vertiría a dicha cuenca (200.000 m^3/a) representa un mínimo porcentaje del agua total anual que llueve sobre la misma.

8-3- Contingencias

A pesar de la baja probabilidad de rotura del muro NE del dique DN8-DN9, que provocaría una pérdida de líquidos, existe un dique de seguridad aguas abajo, construido al NE del dique citado, con una capacidad de almacenaje de aproximadamente 30.000 m^3. Además existe otro dique de seguridad al norte del dique DN7-DN10, con una capacidad de almacenaje de aproximadamente 20.000 m^3. En Anexo 3 se muestra la ubicación de los mismos.

Una pérdida de líquido de cualquiera de los sectores del dique DN5, producida por una rotura en algún sector del muro de separación entre los diques DN5 y DN8-DN9, sería contenida por éste último. El volumen total de todos los sectores del dique DN5 es 25.000 m^3 y el volumen del dique DN8-DN9 es 112.500 m^3. Una rotura de los muros E o SE del dique DN5, se considera muy poco probable ya que los mismos se encuentran recostados sobre el terraplén del camino perimetral que rodea dichos diques, que tiene 16 m de ancho. El muro SO se encuentra recostado sobre una zona natural con topografía mas elevada. Además, hay que tener en cuenta que en caso de una contingencia en alguno de los sectores del dique DN5, el líquido contenido en el mismo puede ser trasvasado rápidamente por gravedad hacia el dique DN8-DN9 a través de las cañerías de conexión que existen entre los citados diques.

Una pérdida de líquido del dique DN8-DN9, producida por una rotura en algún sector del muro NE del citado dique, sería interceptada y contenida por el dique de seguridad de 30.000 m^3 mencionado, el que se encontrará conectado con el dique de seguridad de 20.000 m^3. Si bien el piso y el muro de los citados diques de seguridad no son impermeables, los mismos actuarían como atenuadores de derrame, evitando la salida directa de líquidos hacia el arroyo

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 339
FOLIO 135
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 336

de Gendarmería que desemboca en el arroyo El Tigre.

De esta forma, ante una contingencia que implique una salida inesperada de líquidos de los diques de gestión, los diques de seguridad permitirían contener mas del 40% del volumen de líquido del dique DN8-DN9.

El efecto de atenuación y la capacidad de almacenaje de los diques de seguridad, permitiría disponer del tiempo necesario para tomar acciones, como ejemplo reparar la rotura que originó la pérdida y/o proceder al rebombeo de los líquidos hacia el dique DN8-DN9. Además hay que tener en cuenta que cualquier derrame imprevisto desde los diques mencionados, en los que principalmente se acumularán efluentes de tratamiento de residuos sólidos (RS), sería de líquidos neutralizados.

Por razones de seguridad, a efectos de prevenir posibles derrames por efectos de una lluvia extraordinaria o por el oleaje que podría provocar un fuerte viento, se prevé una operación de los diques a una cota 0,5 m menor que la cota de coronamiento.

8-4 -Riesgos a la población

Desde el punto de vista de los riesgos potenciales al público, las acciones a llevar a cabo no tendrán influencia sobre el abastecimiento de agua a la población ya que, además de tratarse de un vertido de agua tratada y que sería diluido naturalmente en la cuenca del Pavón, la toma de agua de bebida para la ciudad de San Rafael, se encuentra ubicada aguas arriba del punto de descarga del arroyo Pavón en el río Diamante.

El abastecimiento de agua del Puesto Pavón, actualmente deshabitado, que está ubicado a orillas del arroyo del mismo nombre a 1,2 km de la zona de vertido, se realiza a partir de una vertiente cercana al puesto, ubicada aproximadamente 2000 m aguas arriba del punto de descarga superficial del área de vertido en el arroyo Pavón.

8-5- Plan de monitoraje ambiental

Se prevé una determinación mensual de niveles piezométricos del agua de los pozos 6, 206, AP y 1005, y toma de muestras mensuales para análisis hidroquímicos del agua de los pozos indicados. El río Diamante será muestreado mensualmente aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga del arroyo Pavón en el mismo.

9- CONCLUSIONES

La metodología propuesta para gestionar el agua de cantera, utilizando resinas de intercambio ionico – precipitación, y vertido de los líquidos en un campo natural de derrame, se considera un esquema viable de llevar a la práctica, tendría un impacto poco significativo sobre el ambiente e implica un importante avance en la gestión de los pasivos del CMFSR.

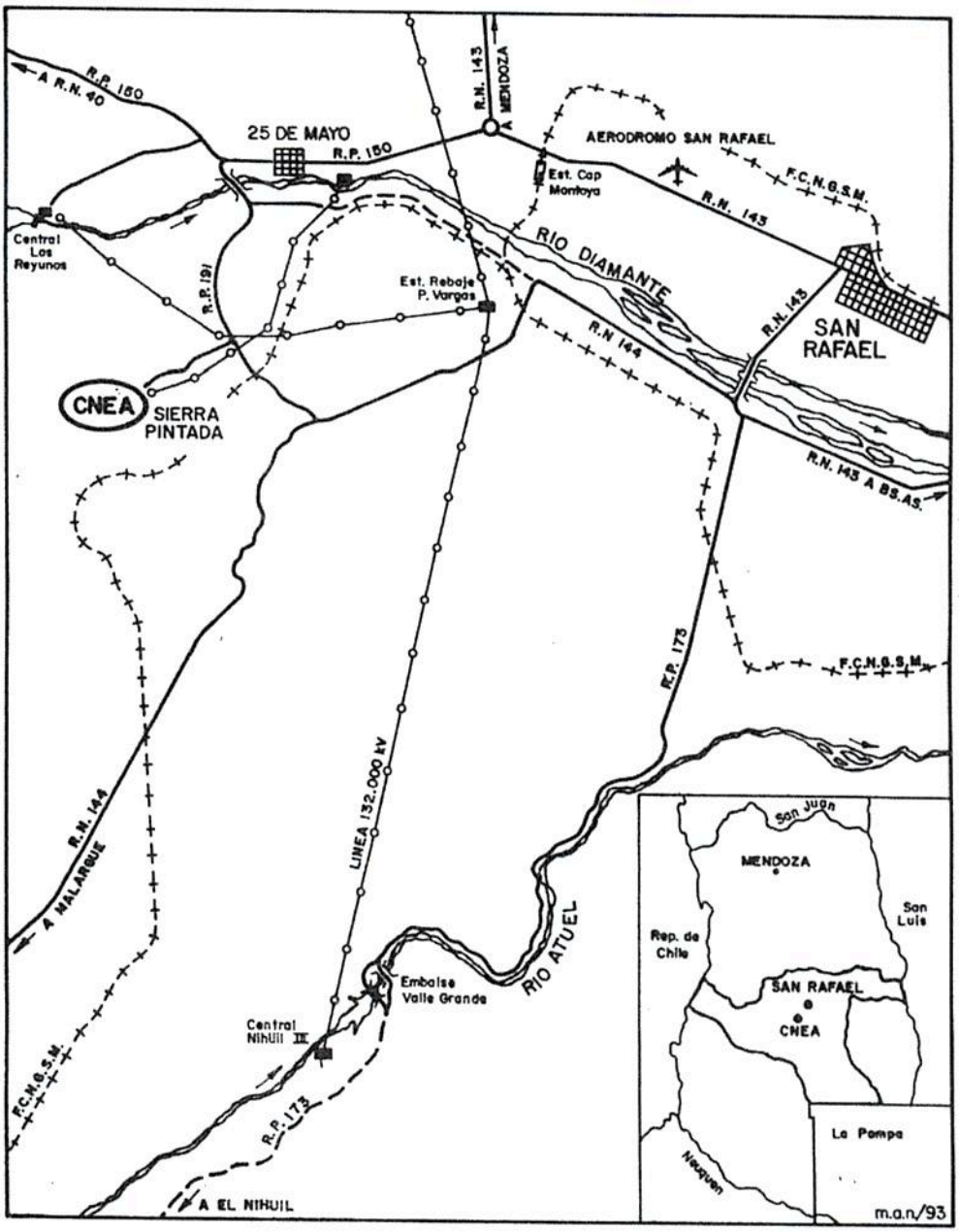
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 186

Anexo 1

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 340

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 337

PLANO DE UBICACION



Camino asfaltado

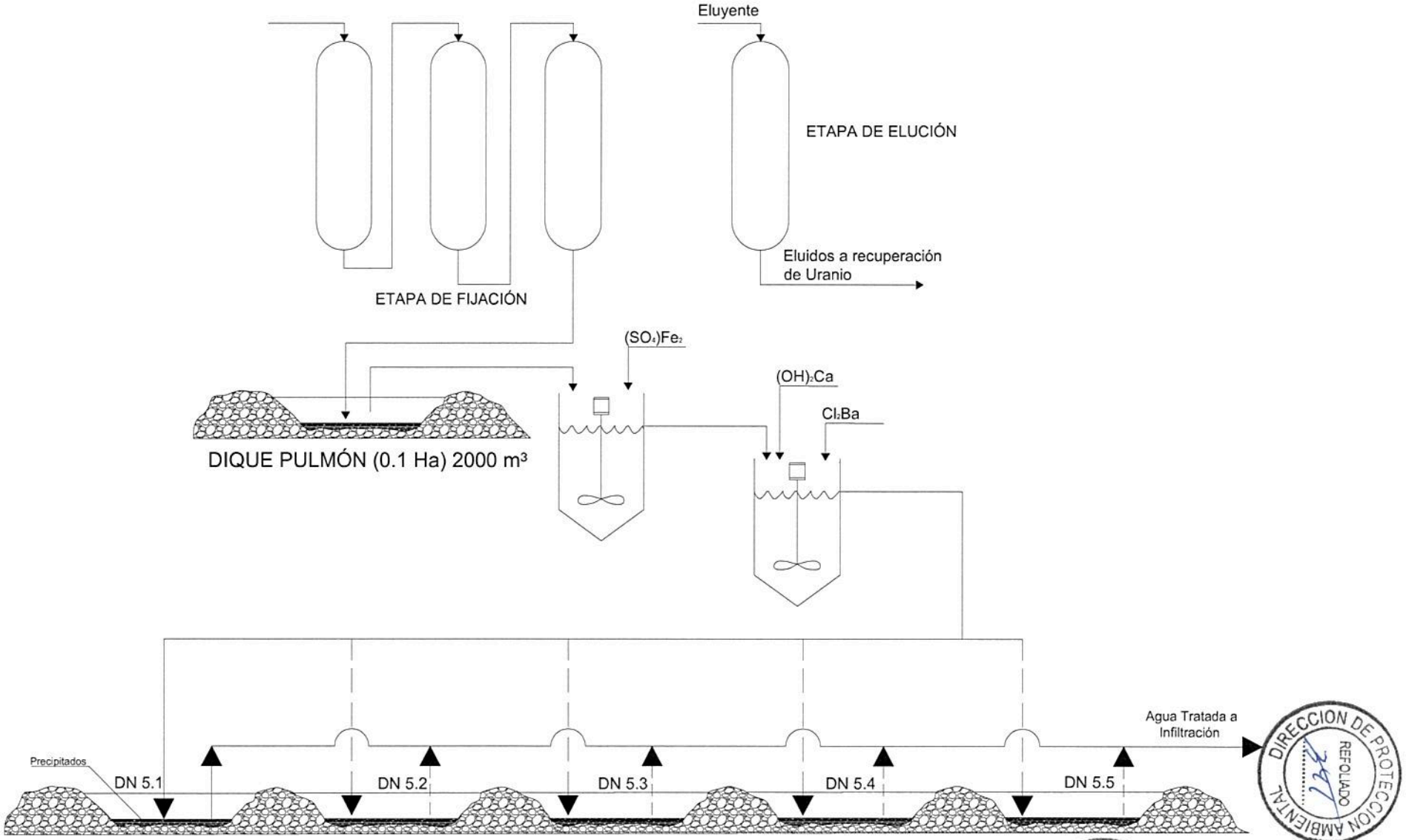
Camino consolidado

ESCALA GRAFICA

0 5 10 km

ESQUEMA DE TRATAMIENTO AGUA DE CANTERA

Anexo 2



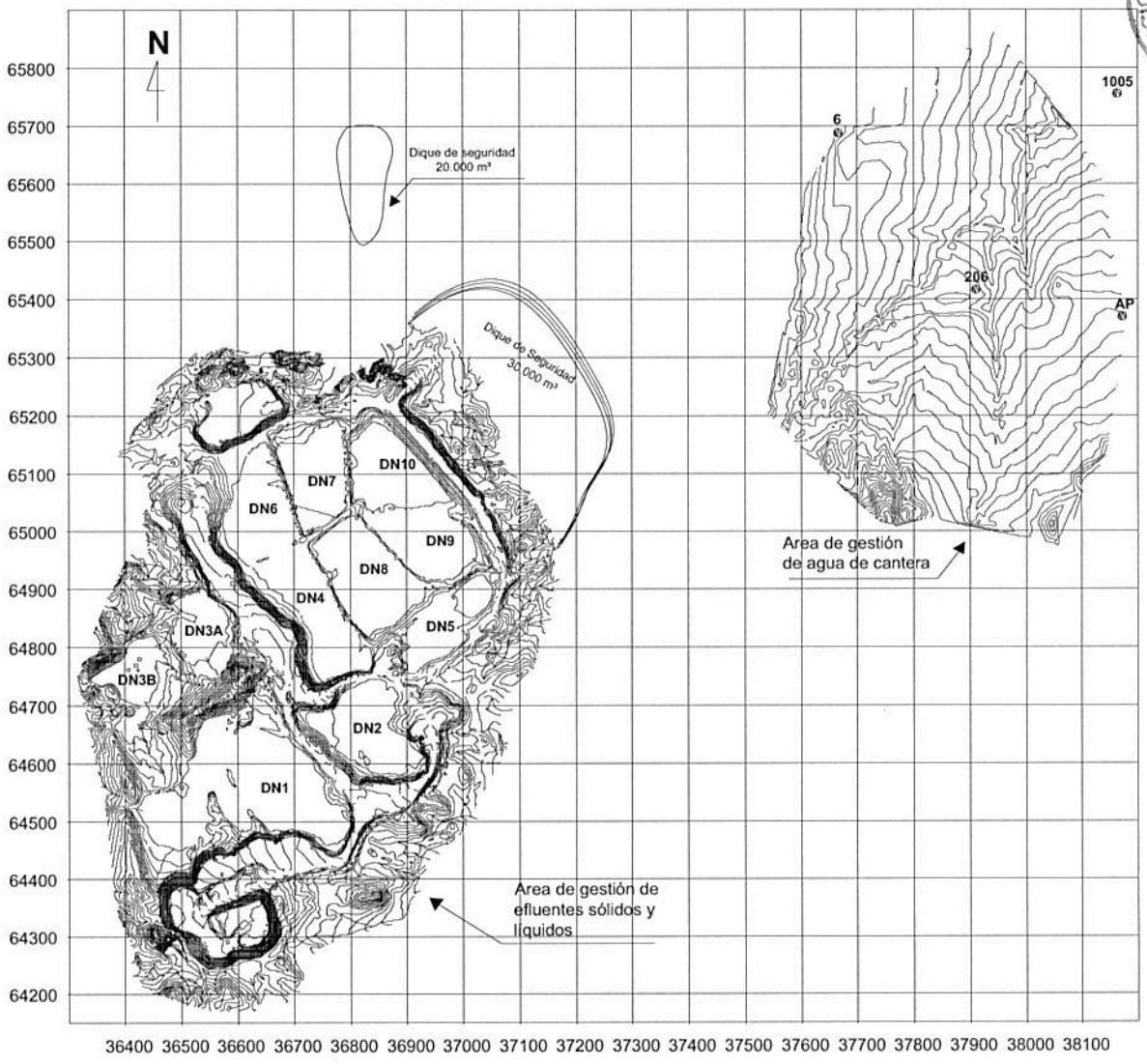
Diques de Decantación Impermeables 5000 m^3 c/u

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 336
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 134

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 342
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 186
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 339

Anexo 3

PLANIMETRÍA GENERAL ÁREA DE DIQUES Y UBICACIÓN ÁREA DE VERTIDO

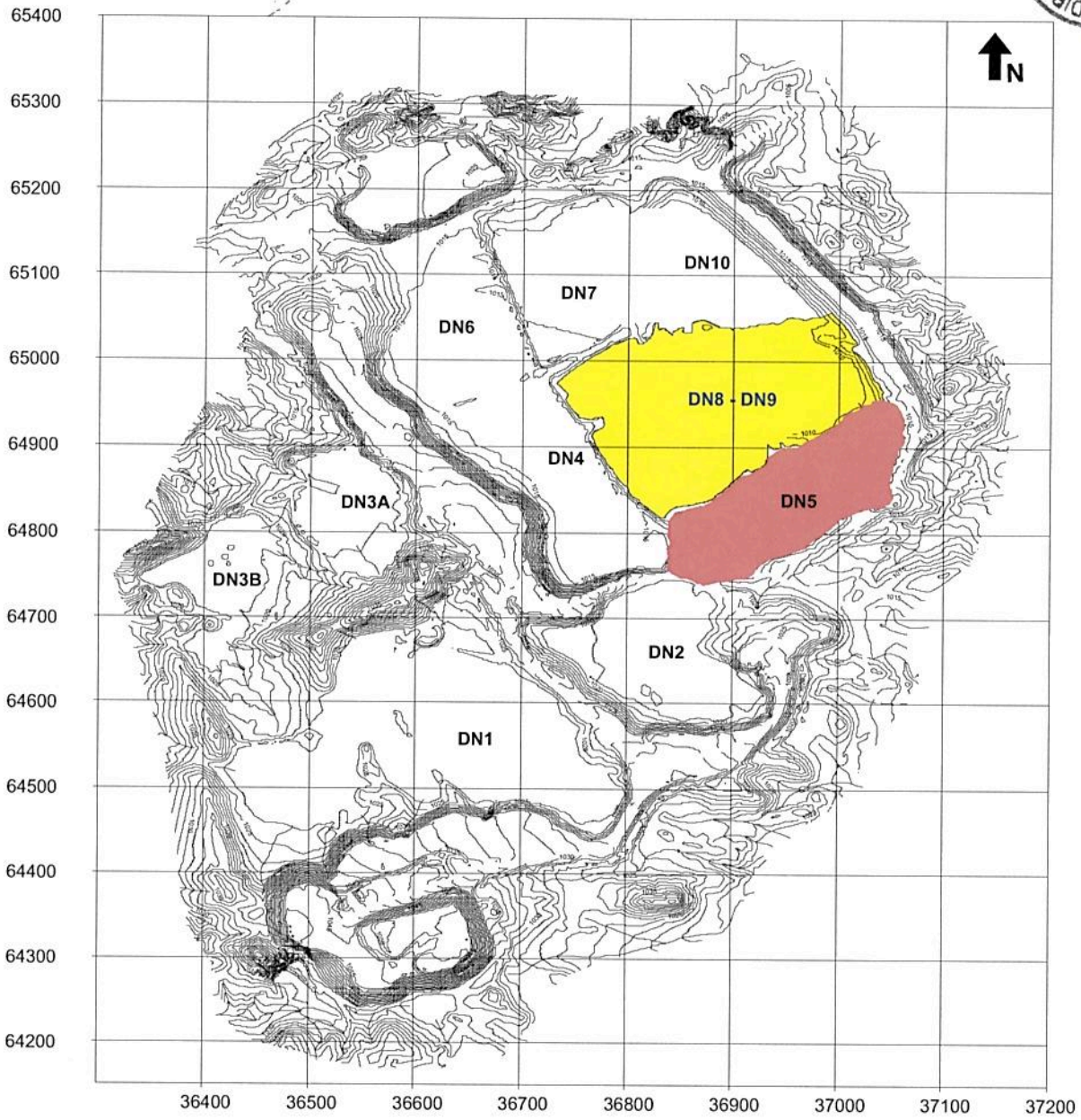


DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 343

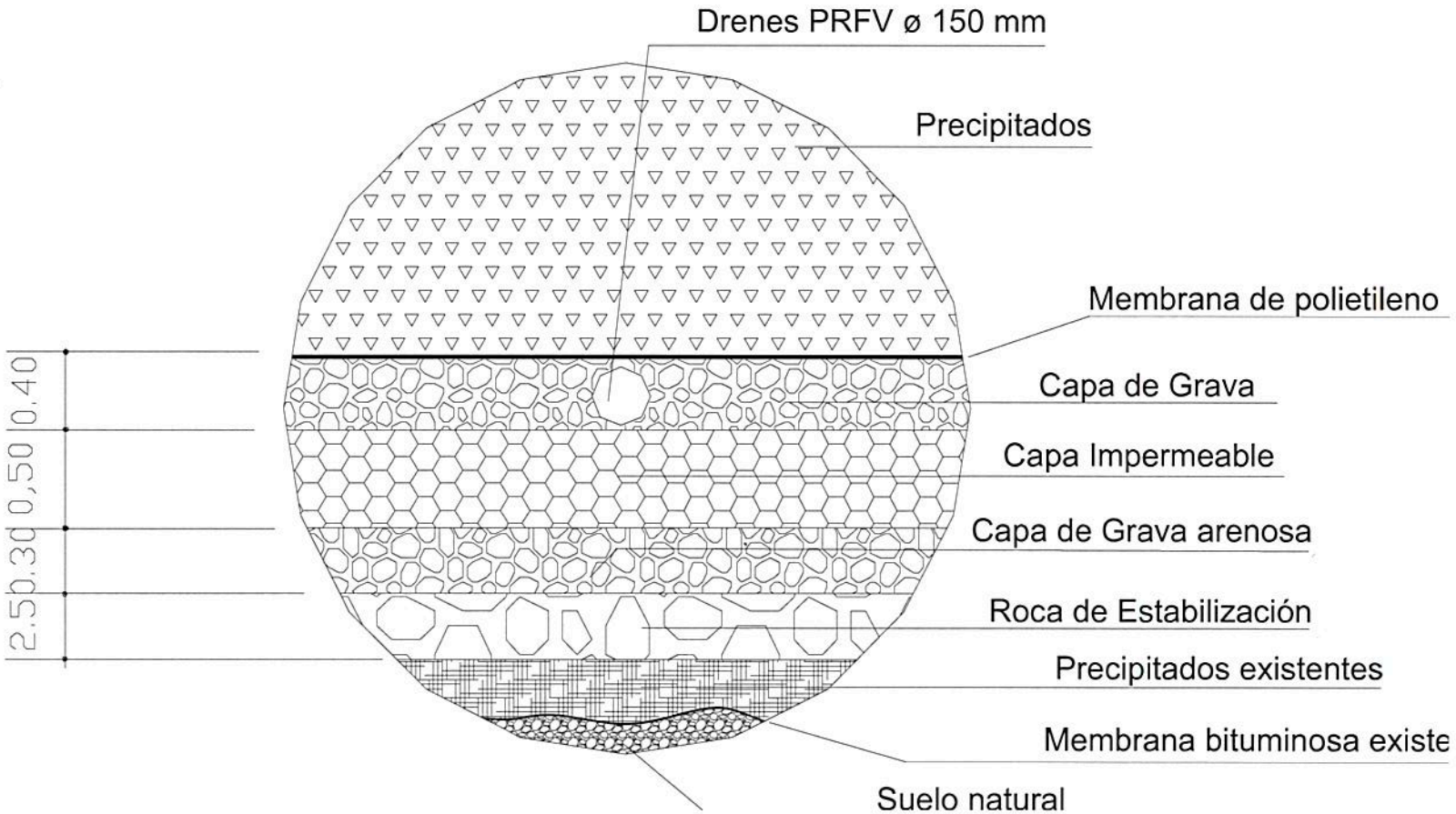
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 340

Anexo 4

Planimetría General área de diques –Ubicación DN5- DN8-DN9

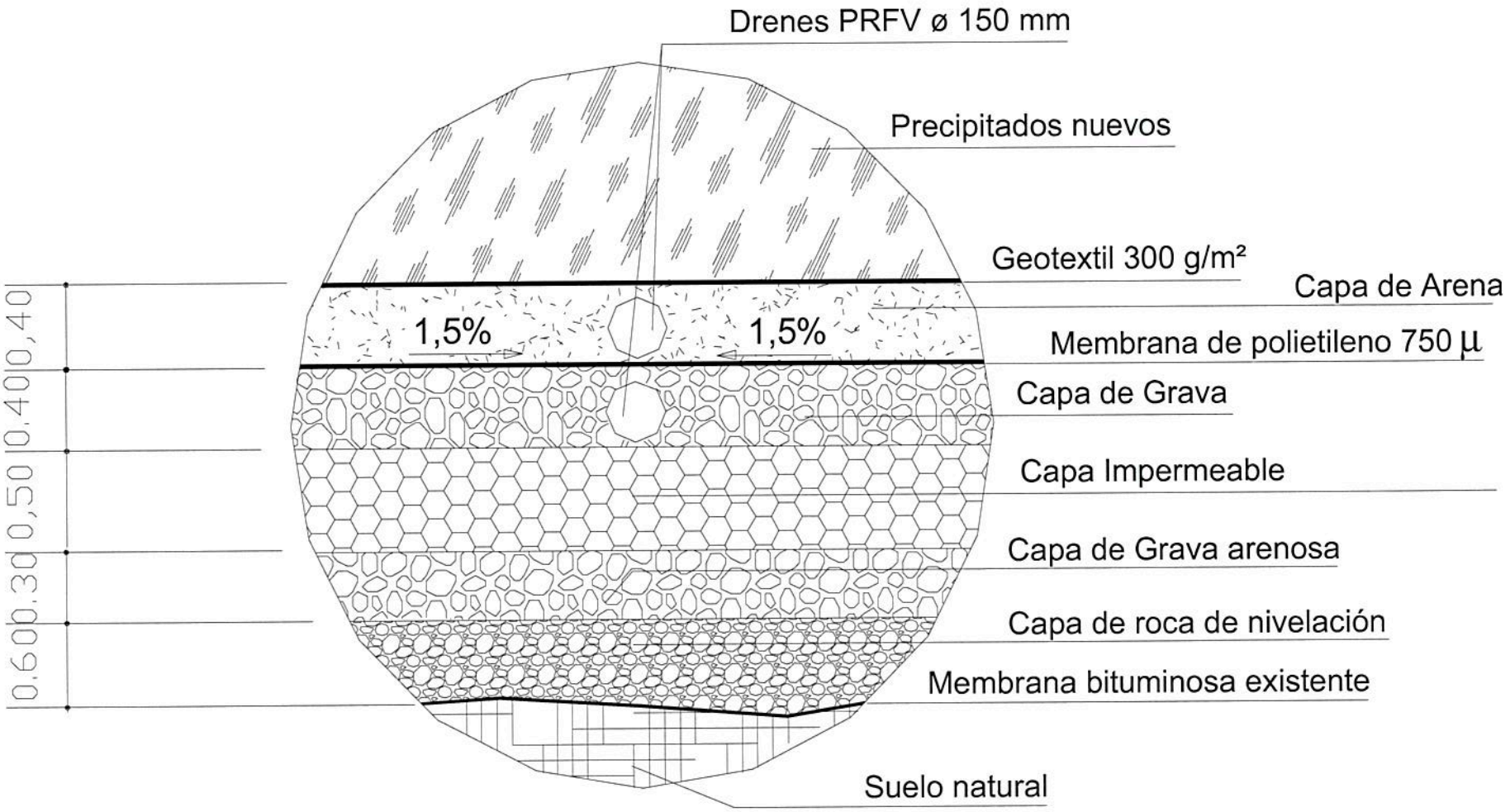


ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DIQUE DN5 **Anexo 5**



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 341
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 344

ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DIQUE DN8-DN9 **Anexo 6**



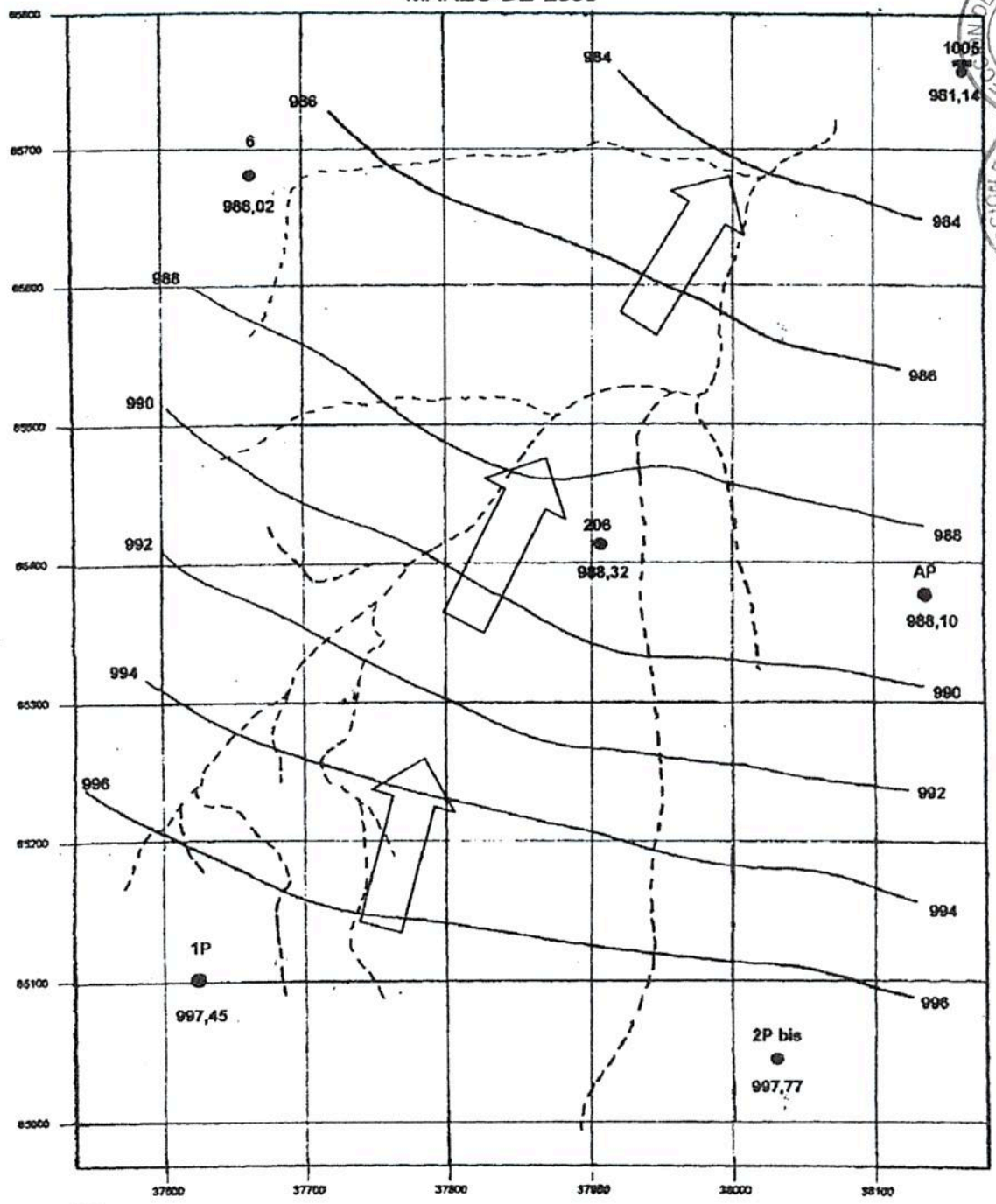
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 342

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 345

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL

Anexo 7

CURVAS DE IGUAL COTA DE AGUA SUBTERRANEA
MARZO DE **2003**



206 988,32 Piezómetro, Nº y cota del agua subterránea (m.s.n.m.)

986 Curva de igual cota de agua subterránea

Dirección de flujo subterráneo

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 347
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 344

3. Informe Construcción Diques DN 8-9 DN5 Base de los diques

C.N.E.A. GT y MA	PNGRR UNIDAD EJECUTORA PRAMU	INFORME	Informe INF-UEP- 040/05

Título : **CONSTRUCCIÓN DIQUES DN8-DN9 y DN5.**
INFORMACION ADICIONAL: BASE DE LOS DIQUES

ÍNDICE

1.Objetivo pág. 2
2. Alcance pág. 2
3. Referencias pág. 2
4. Introducción pág. 2
5. Descripción de la base de los diques pág. 2
6. Conclusiones pág. 5

Figura 1
Figura 2
Figura 3
Foto 1
Foto 2

CONTROL DE DOCUMENTACION
LIBERADO
FIRMA Silvak FECHA 16/11/05.

CONTROL DE DOCUMENTACION
COPIA CONTROLADA Nº 05
FIRMA FECHA 02/12/05

Preparó fecha/firma	Revisó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Aprobó Fecha/firma	Revisión	Pág: 1 de 9
Asenjo A. Perrino	10/11/05 LIC. NOLBERTO LUIS GIORDANO COORDINADOR TÉCNICO PRAMU ING. ARMANDO R. ASENJO			0	
09/11/05		11/11/05			

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL PUBLICO

CONSTRUCCIÓN DIQUES DN8-DN9 y DN 5
INFORMACION ADICIONAL: BASE DE LOS DIQUES

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 349

1-OBJETIVO

Presentar información adicional relacionada con la construcción de los diques DN8, DN9 y DN5.

2- ALCANCE

Presentar a las Autoridades Regulatorias de incumbencia información adicional relacionada con la construcción de los diques DN8-DN9 y DN5.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 346

3- REFERENCIAS

(1) INF-UEP-031/04- Construcción diques DN8-DN9 y DN5- Asenjo A. –Perrino J.
(2) "Interacción en contacto de pulpa con terreno natural en diques de efluentes neutralizados- Complejo Minero Fabril San Rafael-División Planta"- Juan Perrino.
(3) Informe de Laboratorio CMFSR 0436, de fecha 18-11-02, e Informe A, de fecha 04-12-97.

4- INTRODUCCIÓN

La CNEA, presentó a las autoridades regulatorias de la provincia de Mza el Informe INF-UEP-031/04 –Construcción diques DN8-DN9 y DN5. Posteriormente, con fecha 01/06/05, la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental (DSyCA), por medio de informe técnico 207/2005, indica que los diques DN8-DN9 y DN5 *''serán construidos sobre una base que consiste de una membrana bituminosa existente y una capa de precipitados (lodos radiactivos) provenientes de las operaciones de neutralización de efluentes llevados a cabo anteriormente. Se ha observado que la CNEA no ha evaluado la situación ambiental de dicha base".* Solicita también *''incluir en el informe una evaluación de dicho pasivo ambiental",* refiriéndose a los lodos de precipitación. A continuación se dará la información adicional a efectos de responder a los requerimientos de la DSyCA.

5- DESCRIPCION DE LA BASE DE LOS DIQUES DN8, DN9 y DN5.

Estos diques se construirán sobre la misma área de gestión que se ha estado utilizando hasta la fecha. Se ha tomado esta decisión a efectos de no impactar otras áreas con nuevos diques, teniendo en consideración que las áreas actuales de gestión, con ciertas adecuaciones, dispondrían de capacidad adicional para alojar residuos. En Figura 1, se muestra una planimetría general del área y se indica en color amarillo la ubicación del dique DN8-DN9 y en color anaranjado el dique DN5.

Los diques DN8- DN9, han funcionado como diques de evaporación de efluentes neutralizados. No contienen precipitados cálcicos provenientes de operaciones de neutralización de efluentes ácidos, conteniendo solamente algunos depósitos de sales producto de la evaporación de efluentes neutros.

El dique DN5 contiene 7500 m^3 de precipitados cálcicos provenientes de la neutralización con cal de efluentes ácidos de proceso. Tanto en el caso de los diques DN8-DN9 como en el caso del dique DN5, existe una membrana bituminosa en la base de los mismos, sobre la cual se han depositado las sales y los precipitados.

Se informa a continuación la composición química de los precipitados existentes en los diques, para muestras obtenidas de material tomadas del dique DN1.

Parámetro	Concentración
U (µg/g)	308
Ra (pCi/g)	27,7
Fe (g/100g)	4,8
Ca (g/100g)	14,1
Al(g/100g)	4,5
Na (g/100g)	0,52
K (g/100g)	0,23
Mg (g/100g)	0,28
Mn (µg/g)	324
As (µg/g)	36
Hg (µg/g)	0,26
Pb (µg/g)	0,63
Cr (µg/g)	6
Ni (µg/g)	20
$SO_4^=$ (g/100g)	45
SiO_2 (g/100g)	3,79
P_2O_5 (g/100g)	0,52
NO_3^- (g/100g)	1,24
$CO_3^=$ (g/100g)	0,42
Cl^- (g/100g)	0,02
NO_2^- (ug/g)	< 0,5
NH_4^+ (ug/g)	< 0,5

Estos precipitados están compuestos principalmente por sulfato de calcio, sílice, hierro y aluminio, y contienen también uranio, radio y otros iones que estaban presentes en los efluentes ácidos de proceso que fueron neutralizados, y que precipitaron durante el proceso de neutralización. En los precipitados, el uranio está presente principalmente como sulfato básico de uranilo y diuranato de calcio, y el radio como sulfato de calcio y radio, especies insolubles y estables en el tiempo.

El riesgo potencial de contaminación ambiental que representan estos precipitados, debido a posibles fenómenos de migración de los iones que contienen, ha sido estudiado por medio de una calicata llevada a cabo en un dique de acumulación de precipitados que no posee impermeabilización (dique DN 1). En la zona de acumulación de precipitados, el 70% del área está impermeabilizada con membrana asfáltica y el 30% restante no posee impermeabilización, estando los precipitados en contacto directo con el material del suelo natural.

Para llevar a cabo los estudios, en la zona correspondiente al dique DN1, cuya base no está impermeabilizada, se ejecutó una calicata, con el dique seco, luego de 3 años de inactividad del mismo. En figura 1, indicado con color azul se muestra la ubicación del dique y la calicata de muestreo (CM).

En el dique existen espesores de precipitados de hasta 4 metros, y en la etapa operacional existió una carga hidráulica de aproximadamente 6,5 metros en este dique (Referencia 2).

La calicata se realizó con una cargadora frontal, ingresando por el borde noreste del dique DN1, avanzando 50 metros hacia adentro. En los últimos metros la calicata se profundizó hasta aproximadamente 1,5 m por debajo del nivel del piso natural, existiendo por encima del mismo aproximadamente 4 metros de precipitados. En fotos 1 y 2 se muestra la calicata realizada. En el extremo de la calicata se realizó un muestreo del perfil de precipitados, de la zona de contacto suelo-precipitados y del suelo hasta 1,5 metros de profundidad. En Figura 2 se

muestra un detalle de la zona de muestreo. Se tomaron 5 muestras de material sólido: (a) muestra M1, sobre precipitado, (b) muestra M2, sobre precipitado, a nivel de contacto suelo-precipitado, (c) muestra M3, sobre suelo, a nivel de contacto suelo-precipitado, (d) muestra M4, sobre terreno natural, (e) muestra M5, sobre terreno natural.

El objetivo del estudio fue evaluar la posible migración de uranio y radio desde los precipitados hacia el terreno natural.

Se obtuvieron los siguientes resultados (Referencia 3):

Parámetro	Muestra M1	Muestra M2	Muestra M3	Muestra M4	Muestra M5
Uranio (µg/g)	193	470	5,30	2,30	2,30
Radio (pCi/g)	5,66	78,9	1,63	0,93	1

Asimismo, con el objeto de obtener los valores "blanco" de la zona, se tomaron muestras de suelo en una zona suficientemente alejada al dique DN1, para asegurase que la zona no estaba influenciada por las actividades.

Se obtuvieron los siguientes resultados (Referencia 3):

Parámetro	Muestra MA Suelo rocoso	Muestra MB Suelo vegetal
Uranio (µg/g)	2,6	2,41
Radio (pCi/g)	1,25	0,9

Los resultados de los estudios nos permiten observar que en la muestra M3, tomada en la zona de contacto precipitado-suelo, se observa un aumento en la concentración de uranio con respecto a los valores blanco, y que en las muestras M4 y M5, tomadas en suelo natural a 0,65 m y a 1,5 m respectivamente bajo el piso del dique, se observan ya los mismos contenidos de uranio y radio que en las muestras MA y MB, consideradas valores blanco de la zona.

Esto nos indica que no existe migración significativa de uranio ni radio desde los precipitados a los terrenos bajo los mismos, pese a que el dique funcionó durante más de 10 años con una carga hidráulica de 6,5 m de efluentes neutralizados. Este fenómeno se debe principalmente, al alto grado de estabilidad química de los precipitados, que presentan muy poca tendencia a liberar el uranio y el radio contenido.

Con respecto a la estabilidad mecánica de estos precipitados, que quedarán en la base del dique DN5, la misma será lograda a través del agregado de roca de cantera, que permitirá crear una nueva base estable para construir nuevos diques sobre el área de precipitados. El agua liberada por los precipitados en esta etapa, será bombeada fuera del dique para ser gestionada por evaporación en el dique DN1.

En la figura 3 se muestra el esquema de construcción del dique DN5, donde se puede observar la capa de roca de estabilización de los precipitados, la capa de grava arenosa que rellenará las oquedades de la roca, la capa impermeable de arcilla y grava , la capa de grava donde se alojarán los caños de detección de fugas y finalmente, la membrana impermeable de polietileno (Referencia 1).

En la figura citada, se puede observar que los precipitados existentes, estabilizados mecánicamente con roca, quedarán contenidos en un volumen sin circulación de agua, que

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 108
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 352
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 349

en su parte superior tendrá la superficie impermeable generada por la capa de arcilla y la membrana de polietileno, y en su parte inferior la membrana bituminosa existente, y no estarán sometidos a carga hidráulica ninguna.

La preparación de la base de los diques, con la metodología descripta, resume la metodología de gestion de los precipitados existentes en los diques.

Con respecto a la humedad residual de los precipitados, la misma se presenta principalmente como "agua de combinación", que forma parte de la estructura cristalina de los mismos, y que dadas las condiciones en las que quedarán gestionados, dificilmente sería liberada al ambiente.

6- CONCLUSIONES

La respuesta a los requerimientos de la DSyCA puede sintetizarse de la siguiente forma:

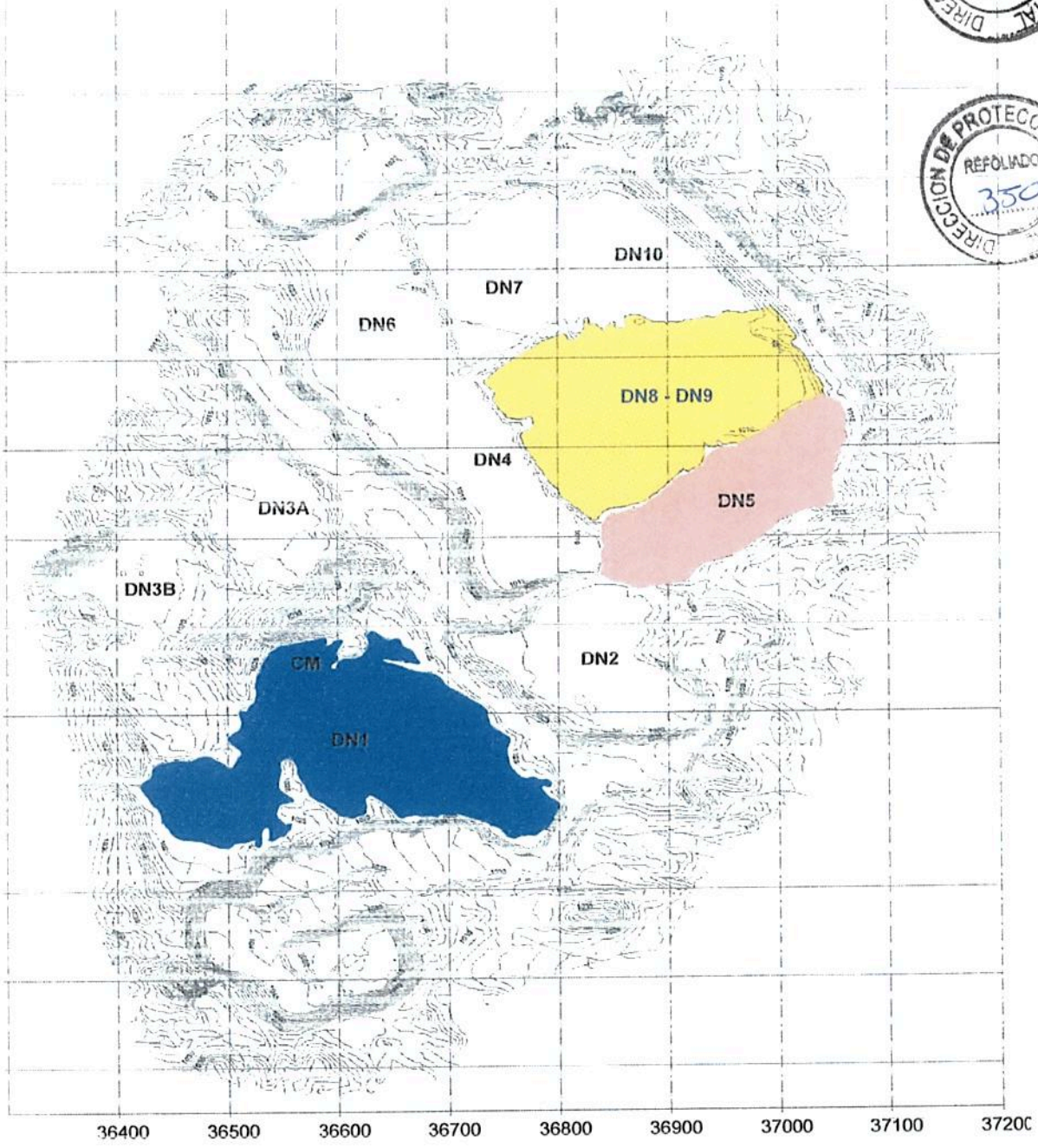
- La construcción de nuevos diques sobre el area de precipitados, implica gestionar los precipitados existentes.
- Los precipitados existentes son estables desde el punto de vista químico, dadas las especies químicas que forman parte de los mismos, y basándonos en los estudios de migración llevados a cabo.
- Los precipitados existentes serán estables desde el punto de vista físico, dada la roca de cantera que se colocará en los mismos.
- Los precipitados existentes, cuya humedad residual estará presente como agua combinada, quedarán confinados en un volumen sin circulación de agua, lo que minimiza los riegos de transferencia de contaminantes al ambiente por medio del agua.

FOLIO 199
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 353
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 350

Figura 1

Planimetría General área de diques

Ubicación Diques DN1-DN5-DN8-DN9



CM:Calicata de Muestreo DN1

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 354

Figura 2

Detalle Zona de Muestreo

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 351

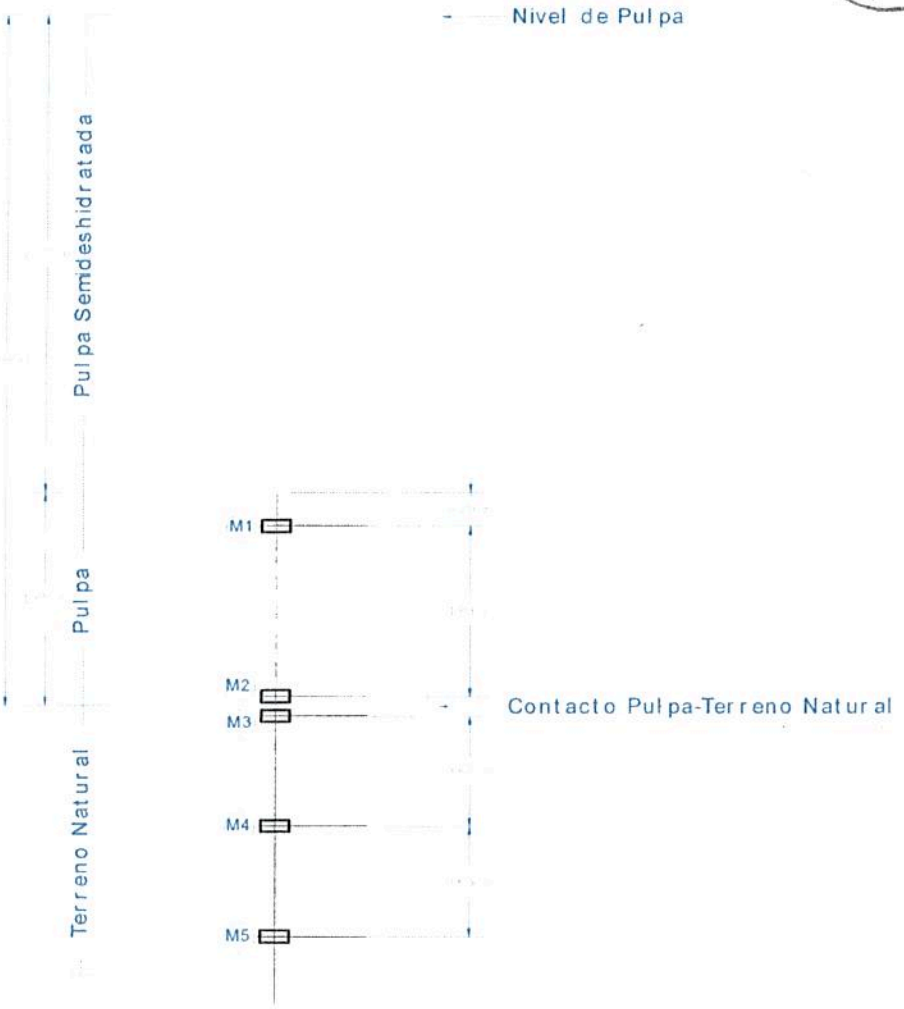
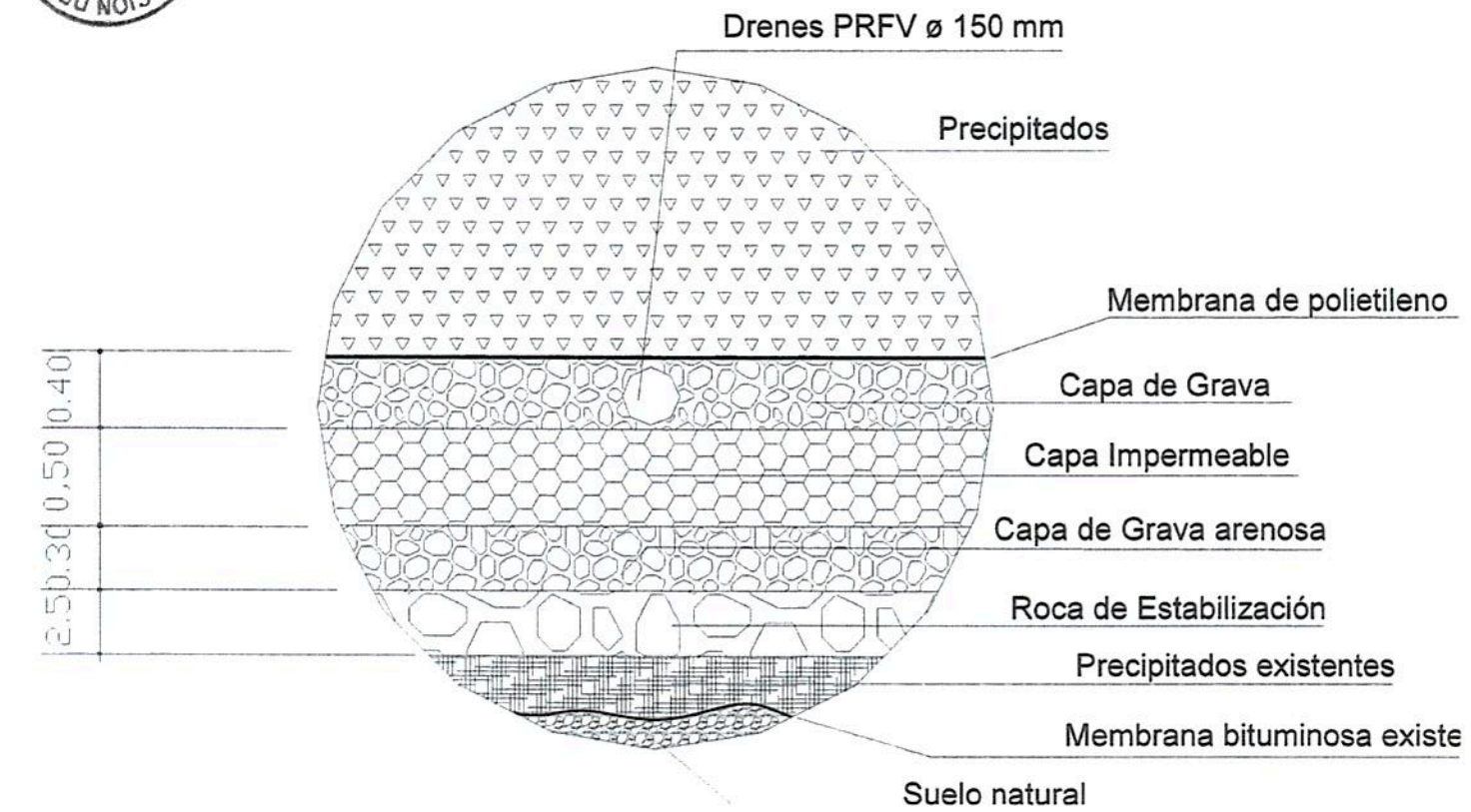


Figura 3

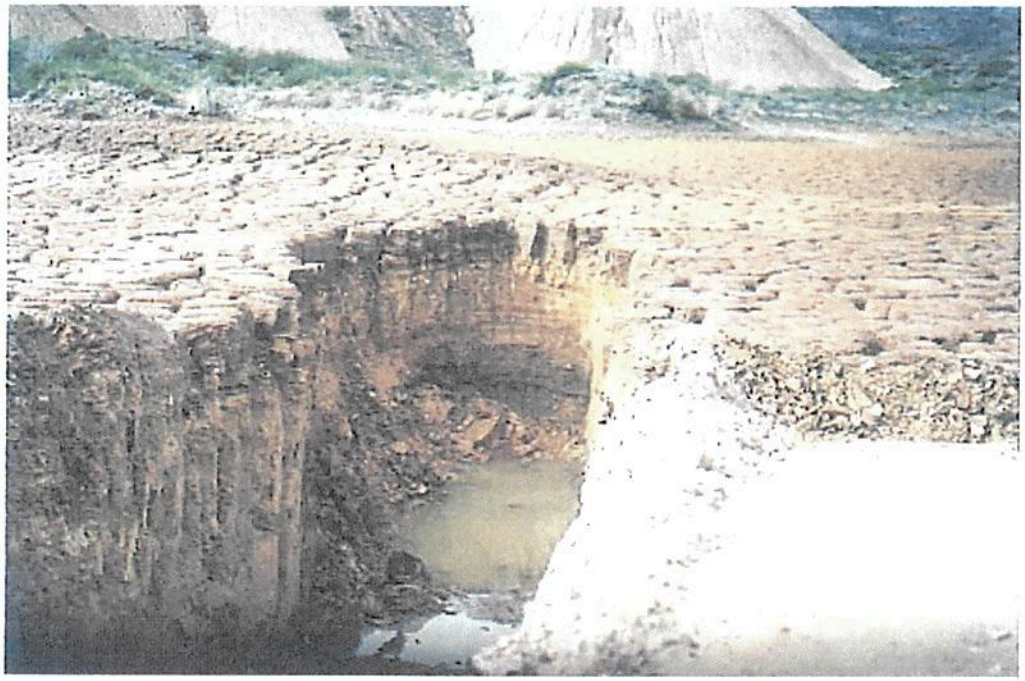

Drenes PRFV ø 150 mm
Precipitados
Membrana de polietileno
Capa de Grava
Capa Impermeable
Capa de Grava arenosa
Roca de Estabilización
Precipitados existentes
Membrana bituminosa existe
Suelo natural
2.50 0.30 0.50 0.40

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
356

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
353

FOTO Nº1

FOTO Nº2



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 353
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 357
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 359

4. Informe EIA Tratamiento RS

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
FOLIO 204

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 353

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO 355

C.N.E.A.	GEMA / PAGINA:	UNIDAD EJECUTORA PAMU	INFORME TÉCNICO	Informe INF-UEP-034/05

Título: TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS) DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL
METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

Índice:

1- Objetivo Pág. 2
2- Alcance Pág. 2
3- Referencias Pág. 2
4- Introducción Pág. 2
5- Información general del sitio Pág. 2
6- Regulaciones Pág. 3
7- Tratamiento de residuos sólidos (RS) Pág. 4
8- Evaluación de impacto ambiental de las actividades Pág. 10
9 -Plan de monitoraje ambiental Pág. 12
10- Conclusiones Pág. 13

Anexo 1- Plano de ubicación Pág 14
Anexo 2: Proceso de purificación nuclear Pág. 15
Anexo 3- Proceso de tratamiento de residuos sólidos (RS) Pág. 16
Anexo 4- Ubicación planta de tratamiento de residuos sólidos (RS) Pág. 17
Anexo 5: Ubicación dique DN8-DN9. Pág. 18
Anexo 6: Esquema construcción dique DN8-DN9 Pág. 19
Anexo 7: Ubicación diques de seguridad Pág. 20

Planos:
Plano O-D-003/02
Plano O-D-030/04 Rev. 1

CONTROL DE DOCUMENTACION
LIBERADO
FIRMA Sergio Apas FECHA 25/04/05

Preparó fecha/firma	Revisó Fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Aprobó Fecha/firma	Revisión	Pág.: 1 de 20
				0	
A. Asenjo					
	25/04/05				
Perrino					
22/04/05					INF-UEP-034/05

CONTROL DE DOCUMENTACION
COPIA CONTROLADA Nº 04
FIRMA FECHA 25/04/05

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 356
FOLIO 005
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 356

TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS) DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL
METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

1- OBJETIVO

Describir la metodología de tratamiento de los residuos sólidos (RS) del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), y realizar la evaluación de impacto ambiental de las actividades.

2- ALCANCE

Presentar a las Autoridades Regulatorias de incumbencia la metodología de tratamiento de los residuos sólidos (RS) y la evaluación del impacto ambiental de las actividades.

3- REFERENCIAS

(1) INF-UIP-043/98-C. Martin (26/06/98)Plan de Preparación del Proyecto de Restitución de la Minería del Uranio-Sitio San Rafael.
(2) Evaluación de Impacto Ambiental- Rehabilitación y Remediación Sincrónica del Complejo Minero Fabril San Rafael e Integración de la Planta de Producción de dióxido de uranio- CNEA-UTN Avellaneda –Año 2004.
(3) CMFSR- Area Experimental - Ensayos de Recuperación de uranio a partir de Residuos sólidos (RS)- Perrino - Iglesias - Abril de 2000.
(4) UPESN-UAAU-IP-Código MD-002/02-Tratamiento de Residuos Sólidos-Grunner 10/06/02
(5) INF-UEP-030/04- A. Liseno-Diques de efluentes líquidos y Residuos Sólidos-Proyecto de Reactivación del CMFSR.

4- INTRODUCCION

El presente documento ha sido redactado tomando como base los documentos citados en las referencias. Contiene una síntesis de los antecedentes e información de base del CMFSR, realizándose además una descripción de la metodología de tratamiento de los residuos sólidos (RS), de la infraestructura necesaria para realizar las tareas, y una evaluación del impacto ambiental de las actividades que se proponen.

5- INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO - Referencia (1)

El Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) se encuentra ubicado en la Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael, Distrito Cuadro Benegas, entre las coordenadas geográficas 34° 40´ 18´´ y 34° 37´ 08´´ de latitud sur y 68° 37´ 50´´ y 68° 34´ 40´´ de longitud oeste, a 11 Km. al SO de la Villa 25 de Mayo, a 38 Km. al O de la ciudad de San Rafael y a 240 km al S de la ciudad de Mendoza.

El acceso al área de ubicación del CMFSR se realiza por las rutas nacionales N° 143 y 144 y provinciales N° 150 y 191, totalmente asfaltadas, y desde la última a través de un acceso también asfaltado. En Anexo 1 se adjunta: "Plano de Ubicación".

La Villa 25 de Mayo es el centro poblado mas cercano, con 2.100 habitantes y la ciudad de San Rafael, con una población total de 126.000 habitantes está ubicada a 38 km al este del CMFSR.

El área ocupada por el CMFSR, de 2.007 ha, es propiedad de la Provincia de Mendoza y está cedida a la CNEA, con destino a la explotación, funcionamiento y producción de uranio.

En el año 1976 se iniciaron las actividades de explotación minera. La planta de tratamiento y concentración entró en operación en setiembre de 1979 y su capacidad nominal es 120 tU/a.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 360
FOLIO 360
DIRECCION DE PRO REFOLI 357

El clima de la zona es de tipo continental semiárido, la temperatura media anual es de 14,7 ℃, la precipitación media anual es de 410,9 mm, con nevadas ocasionales, no frecuentes. Los datos meteorológicos corresponden al periodo 1995-2000.

Los vientos son poco frecuentes y de baja intensidad, salvo durante los meses de agosto y septiembre. La intensidad media anual es de 6 km/h y con predominancia del E. La humedad relativa ambiente media anual es de 58%, y el Indice de evaporación neta anual es de 1301,1 mm.

La flora del área abarcada por el CMFSR y sus alrededores, está constituida por vegetación baja arbustiva leñosa, y una fauna natural propia de la zona.

El arroyo El Tigre (módulo 0,16 m^3/s) es un pequeño tributario del río Diamante (módulo 36 m^3/s), que desemboca en el tramo comprendido entre las obras de la presa El Tigre y el dique derivador Galileo Vitali, aguas abajo y próximo al dique compensador El Tigre. El río Diamante abastece de agua para consumo humano y para riego a la ciudad de San Rafael y otros asentamientos poblacionales

En la zona de influencia inmediata al CMFSR, alrededores, y del arroyo El Tigre aguas abajo del Complejo las únicas actividades que se desarrollan son la crianza de caprinos y en menor escala ovinos, bovinos, equinos y mulares, a partir de pequeños criadores asentados en puestos de construcción precaria. Además, en el límite norte del predio cedido a la CNEA se encuentra en explotación una cantera de lajas, roca de aplicación, destinadas fundamentalmente a su uso en la construcción de viviendas.

Desde el punto de vista sismológico, podemos indicar que, de acuerdo al XII Congreso Geológico Argentino (Mendoza 1993), en el trabajo presentado por los Dres. Bastías, Tello, Perucca y Paredes (I.N.G.E.O. - C.O.N.I.C.E.T.), la Provincia de Mendoza, en una faja de 300 Km. al este de la Cordillera de los Andes, ha sufrido movimientos sísmicos. Según la calificación suministrada por el I.N.P.R.E.S. (Tablas Cirsoc 103), el Bloque de San Rafael estaría por debajo de los valores que se le atribuyen a la zona ubicada al norte del Río Tunuyán, considerada de máxima actividad sísmica.

En diciembre/02, Carlos Costa y Hector Cisneros (Universidad Nacional de San Luis), realizan un estudio detallado dentro del área del Complejo y zona circunvecina llegando a la conclusión que dentro del ámbito del primero no existen evidencias de estructuras con movimientos cuaternarios (neotectónica) y que las estructuras regionales que muestran claramente rasgos de actividad tectónica cuaternaria se encuentran a distancias no menores a 10 km.

Se puede agregar también que del control y estudio de las estructuras geológicas de los Yacimientos Dr. Baulíes y Los Reyunos, desde el inicio de los trabajos a la actualidad, no se han identificado fallas activas que muestren indicios de actividad sísmica neotectónica. Esto se corrobora con el control de los puntos topográficos de base diseminados en toda el área, los cuales no han sufrido desplazamientos relacionados a estos fenómenos en los últimos 25 años.

En el documento citado en Referencia (2), presentado a las Autoridades Regulatorias provinciales en junio/04, se realiza un análisis detallado de la información general y de base del sitio (Tomo I - Capítulos 3 y 5 y Tomo II - Capítulo 6).

6- REGULACIONES

Se pueden mencionar varias leyes, decretos y normas que tienen incumbencia en el tema que nos ocupa, que se enumeran a continuación: a) "Ley Nacional de la Actividad Nuclear N°24.804", b) Decreto 456/97 "Código de Minería", c) Ley Nacional N°24.585 "Protección Ambiental para la Actividad Minera" y Decreto N°1939, d) Ley Provincial N°5.961 "Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente" y su Decreto Reglamentario N°2.109, e) Decreto N°1149/96, f) Decreto Gobierno de Mendoza 1939, h) Convenio "Autoridad Regulatoria Nuclear -

CNEA - Ministerio de Ambiente y Obras Publicas de Mendoza - Municipalidad de San Rafael - Universidad Nacional de Cuyo", i) Ordenanza Municipal N°5.382.

De lo mencionado, se considera de carácter relevante :
(1) Ley de Ambiente N° 5961 de la Provincia de Mendoza, que tiene por objeto la preservación del ambiente en toda la Provincia de Mendoza. Prevé la otorgación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para autorizar la ejecución de la obra propuesta, requiriéndose por parte del proponente, la presentación de la Manifestación General de Impacto Ambiental.

(2) Con respecto a las regulaciones específicas relacionadas con los aspectos radiológicos, la ley 24.804 - Ley Nacional de la Actividad Nuclear- determina que la CNEA tendrá a su cargo ejercer la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos.

7 - TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS)

7-1- Origen de los residuos sólidos (RS)

Estos residuos provienen de la neutralización de efluentes del proceso de purificación nuclear que se realiza en la planta de producción de dióxido de uranio (Córdoba). Se describe a continuación en forma breve, el proceso que se realiza en la planta donde son generados los residuos sólidos (RS).

El concentrado de uranio (yellow cake) producido en el Complejo Minero Fabril San Rafael o adquirido en el exterior, es un material que tiene un contenido de uranio del orden del 70%, siendo el resto impurezas provenientes del mineral, pudiéndose mencionar el hierro, fósforo, aluminio, sulfato y sílice entre las principales.

Este concentrado, para poder transformarlo en dióxido de uranio (UO_2), que es el combustible nuclear, debe ser sometido a una serie de procesos químicos, siendo el primero de ellos el proceso de purificación nuclear, que permite eliminar del concentrado las impurezas que lo acompañan.

Para proceder a la purificación nuclear (Anexo 2), el concentrado de uranio es disuelto primeramente en ácido nítrico. Luego las soluciones obtenidas son filtradas y sometidas a un proceso de purificación utilizando un proceso de extracción líquido-líquido con un disolvente orgánico denominado TBP (tributil fosfato), que fija el uranio. Luego, por medio de otros procesos químicos, el uranio fijado en el TBP es recuperado y convertido a UO_2.

Las soluciones ácidas estériles del proceso de extracción líquido-líquido, que contienen las impurezas del concentrado y pequeñas cantidades de uranio, son sometidas a un proceso de neutralización utilizando amoníaco gaseoso. Este proceso genera un efluente líquido neutro y precipitados (residuos sólidos (RS)) que luego de filtrados, son almacenados en tambores de 200 litros, y trasladados a San Rafael para ser acumulados transitoriamente en trincheras cavadas en las colas de mineral.

7-2- Cantidad y localización de los residuos sólidos (RS)

Existen 5.223 tambores conteniendo 1.067.604 kg de precipitados húmedos. El total de uranio en los tambores es 14.249 kg, con un tenor medio de uranio de 1,33%. El objetivo principal del tratamiento es recuperar el contenido de uranio de los precipitados. Se indican a continuación las coordenadas de las trincheras de acumulación y la cantidad de tambores en cada una de ellas.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 362
FOLIO 206
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 359

Trinchera	Cantidad	Coordenadas			Z (Cota) (1) m.s.n.m
		Punto	X	Y	
1	673	1	65.209,3	36.638,5	1022,5
		2	65.203,4	36.642,0	1022,6
		3	65.186,6	36.603,4	1023,5
		4	65.181,2	36..604,4	1023,6
2	939	1	65.222,9	36.631,9	1022,9
		2	65.227,1	36.628,0	1023,0
		3	65.186,9	36.584,5	1023,7
		4	65.191,4	36.580,9	1023,4
3	736	1	64.441,1	36.670,2	1028,6
		2	64.449,1	36.671,1	1028,6
		3	64.438,7	36.717,1	1028,7
		4	64.431,2	36.716,5	1028,8
4	575	1	64.428,4	36.682,5	1030,5
		2	64.437,7	36.646,2	1031,2
		3	64.429,8	36.644,8	1031,6
		4	64.422,6	36.680,9	1030,6
5	568	1	64.363,1	36.636,9	1034,8
		2	64.363,3	36.631,1	1035,1
		3	64.324,0	36.638,6	1036,6
		4	64.322,4	36.633,3	1036,4
6	796	1	64.311,8	36.619,5	1036,9
		2	64.311,5	36.614,4	1037,2
		3	64.362,7	36.617,8	1035,5
		4	64.362,3	36.612,0	1035,8
7	462	1	64.403,8	36.621,1	1033,7
		2	64.397,3	36.621,3	1033,8
		3	64.393,3	36.592,8	1034,7
		4	64.399,1	36.592,4	1034,6
8	474	1	64..358,6	36.537,0	1040,7
		2	64.366,6	36.532,9	1040,6
		3	64.392,6	36.567,6	1038,2
		4	64.385,7	36.572,9	1038,3

(1) indica la cota del piso de la trinchera

Se adjunta plano O-D-003/02, donde se indica la ubicación de las trincheras en las colas de mineral, de acuerdo a las coordenadas indicadas en el cuadro anterior.

7-3- Composición química de los residuos sólidos (RS)

Se informa a continuación la composición química de los residuos sólidos (RS), indicando el rango de variación de la concentración de iones. Dicho rango, en algunos iones, es grande; esto se debe a que los concentrados tratados tienen composiciones diferentes debido a sus distintos orígenes. Los datos corresponden a muestreos integrados de varios lotes de tambores recibidos en el CMFSR. En el caso del uranio, predominan los tambores con concentraciones comprendidas entre 0,9 y 1,5%. La humedad del material varía entre 40 y 70 %.

Ion	Concentración (en base seca)
U (%)	0,9 – 8
Ra (pCi/g)	40-90
Fe (%)	2 – 4
$SO_4^=$ (%)	0,2 – 0,5

FOLIO 308
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 363

Cr (%)	< 0,1
$CO_3^{=}$ (%)	0,5
NO_3^{-} (%)	4 –9
P (%)	0,5 – 2

Otros análisis químicos llevados a cabo sobre una muestra tomada de un tambor depositado en trinchera 8, dieron los siguientes resultados:

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 360

Ion	Concentración (en base seca)
Al (g/100g)	2,08
Na (µg/g)	1720
K (µg/g)	1220
Li (µg/g)	< 10
Mg (µg/g)	1020
Sr (µg/g)	520
Co (µg/g)	30
Ag (µg/g)	<10
Be (µg/g)	1,7
B (µg/g)	9
V (µg/g)	41
Pb (µg/g)	87
Mn (µg/g)	383
Ni (µg/g)	22
Cu (µg/g)	18
Zn (µg/g)	16
As (µg/g)	535
Mo (µg/g)	79
Cd (µg/g)	2,3
Ba (µg/g)	35
Hg (µg/g)	0,19
Pb (µg/g)	30

Fuente de Información:
Muestra 26.668 Laboratorio Geoquímica - Regional Cuyo.
Certificado 561/05-Laboratorio Dioxitek (Córdoba)

7-4- Estudios realizados- Referencia (3)

La metodología de tratamiento de los residuos sólidos (RS) ha sido desarrollada por personal de la División Planta de Concentración del CMFSR, habiéndose llevado a cabo estudios de laboratorio y experiencias a escala piloto - industrial.

El proceso de tratamiento estará compuesto por las siguientes etapas:

a) Lavado con agua de los residuos sólidos (RS) para eliminar nitrato soluble.
b) Disolución del residuo sólido (RS) con ácido sulfúrico hasta pH 0,5.
c) Decantación para eliminar impurezas y restos de orgánico.
d) Dilución hasta pH 1,3.
e) Recuperación del uranio disuelto por resinas de intercambio ionico
f) Neutralización con cal de efluentes ácidos de proceso.
g) Acumulación de precipitados en diques y evaporación de soluciones neutras.

Luego de haber realizado varias experiencias a escala de laboratorio para definir las condiciones de

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 364
FOLIO 20

operación, se llevó a cabo una experiencia de lavado y disolución a escala industrial en la que se procesaron aproximadamente 12.000 kg de residuos sólidos (RS).

A partir del líquido de disolución obtenido, el que fue decantado y diluido para ajustar pH, se llevó a cabo una experiencia piloto de fijación en columnas de resina de intercambio ionico a escala industrial, y neutralización de los efluentes ácidos de proceso hasta pH 7, obteniendo de esta forma muestras de efluente liquido y precipitado, para análisis químico, los que dieron los siguientes resultados:

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 361

Analito	Concentración Líquido	Concentración Precipitado seco
U	< 1000 µg/l (1)	234 µg/g
Ra-226	1,14 pCi/l (2)	3,3 pCi/g
Al	< 1 mg/l	2200 µg/g
Cd	< 0,1 mg/l	3 µg/g
Zn	< 0,1 mg/l	230 µg/g
Cu	< 0,1 mg/l	27 µg/g
Co	< 0,1 mg/l	< 10 µg/g
Cr	< 0,1 mg/l	90 µg/g
Sr	2,6 mg/l	320 µg/g
Li	0,14 mg/l	< 10 µg/g
Mg	49 mg/l	700 µg/g
Mn	3,8 mg/l	1300 µg/g
Mo	< 0,5 mg/l	< 10 µg/g
Ni	< 0,1 mg/l	< 10 µg/g
Ag	< 0,1 mg/l	< 10 µg/g
Pb	< 1 mg/l	< 20 µg/g
K	13 mg/l	190 µg/g
Na	230 mg/l	900 µg/g
V	< 1 mg/l	< 20 µg/g
Hg	0,2 µg/l	< 0,1 µg/g
As	1,0 µg/l	15 µg/g
NO_3^-	103 mg/l	< 10 µg/g
Cl^-	113 mg/l	<5 µg/g
NH_4^+	54 mg/l	< 10 µg/g
Ca	800 mg/l	24,3 g/100g
Fe	< 0,5 mg/l	2,25 g/100 g
$SO_4^=$	2060 mg/l	45 g/100g
P_2O_5	15,9 mg/l	1,35 g/100g
$CO_3^=$	13 mg/l	5,65 g/100 g
Dureza	2480 mg/l	-
Cond.	3380 µS/cm	-
pH	7,9	-

(1) Valor medio de distintos ensayos

Fuente de Información:
Laboratorio de Geoquímica Regional Cuyo (CNEA). Número de muestra 22.488 y 22.489 . Fecha 15/02/05
(2) Laboratorio CMFSR - Informe N° 0652

Los valores de concentración de iones en líquido informados disminuirían en el dique

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 365
PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 341

aproximadamente un 30%, debido a la dilución que produciría el agua del lavado que se le hace a los residuos sólidos (RS) en la primera etapa, que también es enviada al dique. Como excepción, la concentración de nitrato aumentaría a valores de 400 a 600 mg/l, debido al aporte de ese ion que se hace con el agua de lavado.

Algunas variaciones en la composición de los líquidos se podrían llegar a presentar, teniendo en cuenta los rangos de variación de concentración de iones en los residuos sólidos (RS)

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 362

7-5- Descripción del proceso de tratamiento a escala industrial - Referencia (4)

En Anexo 3 se muestra un esquema del proceso a utilizar, y en Anexo 4 se indica la ubicación de la planta.

Se procederá a la extracción de los tambores de la escombrera retirando el material sólido (colas de mineral) que está tapando los tambores, utilizando topadora y pala mecánica. El espesor de la capa de tapado es variable entre 3 y 15 m. Luego de eliminado por medios mecánicos (espátula o cepillo) el material sólido que pueda estar adherido a los tambores, los mismos serán montados sobre tarimas de madera, subidos a un camión con un autoelevador y trasladados hasta la planta de tratamiento.

Para proceder a la carga del residuo sólido (RS) en el tanque de disolución, los tambores serán subidos por medio de un elevador hasta una plataforma ubicada a nivel de la parte superior del tanque de lavado y disolución, y conducidos hacia la zona de carga por medio de un sistema de rodillos. El tambor será alojado luego en un soporte adecuado, elevado y volcado en el tanque, disponiéndose de un sistema de chorro de agua dirigido al interior del tambor, para asegurar la evacuación total del contenido del tambor. Se procesarán 12 tambores por batch y por día, y 240 tambores / mes.

Una vez en el tanque, los residuos sólidos (RS) serán primeramente lavados con agua (3 lavados) con una relación líquido-sólido L/S= 10/1 para extraer el nitrato soluble. El agua de lavado será enviada a la cisterna de desechos y luego a la planta de neutralización. Una vez finalizada la etapa de lavado, se adicionará ácido sulfúrico hasta pH 0,5 para proceder a la disolución de los residuos sólidos (RS), con una relación liquido-sólido L/S=10/1 y una dosificación de ácido de 900 kg SO4H2 / t residuo húmedo.

Luego, la disolución será trasvasada a 3 tanques de decantación para separar impurezas y restos de líquido orgánico que estaban ocluidos por el sólido. El orgánico recuperado se acumulará en tambores, para su posterior purificación y reutilización en la planta de producción de dióxido de uranio (Córdoba).

La disolución limpia será diluida con agua en una cisterna para obtener un líquido de pH 1,3. La dilución se llevará a cabo con una relación líquido-líquido L/L = 6/1.

La recuperación del uranio disuelto se llevará a cabo por medio del siguiente proceso: a) fijación en resinas de intercambio ionico , b) elución de las resinas, c) precipitación, d) secado y envasado del concentrado de uranio.

Los efluentes líquidos provenientes del proceso de fijación en resinas de intercambio ionico, serán enviados a una planta de neutralización a ubicar sobre el cierre NE del dique DN8-DN9 , donde se adicionará cal para llevar el pH a 7, con una dosificación de cal de 5 Kg/m^3. Luego de esta etapa los efluentes serán enviados al dique DN8-DN9 donde se producirá la separación de los precipitados de los líquidos neutralizados, por decantación natural.

En Anexo 5, se muestra un esquema general del área de diques y se indica en color amarillo la ubicación del dique DN8-DN9, y la ubicación de la futura planta de neutralización.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 366

Los precipitados serán acumulados en el dique y los líquidos neutralizados serán gestionados por evaporación natural dentro de la misma área. Se prevé que la gestión de los residuos sólidos (RS) genere un total de 130.000 m^3 de efluentes líquidos y 9000 m^3 de precipitados húmedos (1300 m^3 de precipitado seco).

La gestión de los tambores se llevará a cabo en dos años, generándose 65.000 m^3 por año de efluentes.

La cantidad total de efluentes líquidos que generará el proceso (130.000 m^3) ha sido determinada de acuerdo a la siguiente metodología:

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 363

Base de cálculo: 1 batch de 12 tambores

Lavado: 90 m^3 (3 lavados de 30 m^3 cada uno)
Disolución: 30 m^3
Dilución: 180 m^3
Total: 300 m^3

El proceso genera 300 m^3 de efluentes por cada 12 tambores, o sea 25 m^3/tambor.
Cantidad total de efluentes a generar: 25 m^3/tambor . 5223 tambores = 130.575 m^3

7-6- Características constructivas del dique DN8-DN9 - Referencia (5)

En Anexo 6 se muestra un esquema de construcción del dique DN8-DN9 y en plano OD-030/04 Rev. 1 se muestra una vista en planta del dique.

Este dique funcionó hasta la fecha como dique de evaporación de efluentes neutros, tiene una membrana bituminosa en su base y no contiene precipitados de operaciones anteriores.

Para proceder a su construcción, primeramente se colocará una capa de roca de 0,60 m para nivelación de la base y luego una capa de 0,30 m de grava arenosa para relleno de las oquedades de la roca.

Se colocará luego una capa impermeable de 0,50 m, compuesta por 35% de arcilla de alta plasticidad y 65 % de grava, luego una capa de 0,40 m de grava donde se alojarán caños perforados de 150 mm, que actuarán como caños de detección y drenaje de fugas que puedan pasar la membrana de polietileno de 750 µ colocada arriba de la capa de grava. Los caños de detección de fugas, actuarán como colectores de las pérdidas que se podrían producir por fallas en la soldadura de la membrana, enviando las pérdidas a un sistema de captación y recirculación, evitando cargas hidráulicas sobre la capa de arcilla.

Sobre la membrana se colocará una capa de arena de 0,4 m donde se alojarán caños perforados de 150 mm que actuarán como drenaje de agua de precipitados, permitiendo de esta forma, un aumento rápido de la densidad de los mismos.

Sobre la capa de arena se colocará una manta filtrante de geotextil para evitar que los precipitados que se acumulen pasen a la capa de arena y puedan ingresar al caño de drenaje.

Tanto los caños de detección de fugas como los de drenaje de agua de los precipitados, descargarán en un pozo de bombeo para recirculación de los líquidos al mismo dique.

El área del dique DN8-DN9 es de aproximadamente 3,7 ha a cota 1016 m.s.n.m, y tiene un volumen de acumulación estimado en 112.500 m^3. La capacidad de evaporación de este dique es del orden de 37.000 m^3/a. Se acumularán en el mismo 9000 m^3 de precipitado húmedo, como resultado de las actividades de gestión de residuos sólidos (RS) .

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 367
DIRECCION DE PROTECCION FOLIO 413
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 364

En el plano citado se puede observar la ubicación de los caños de drenaje de agua de precipitados (sobre la membrana), los caños de captación de fugas (bajo la membrana) y los caños de conexión entre el dique DN8-DN9 y el dique DN5. También se indican las bocas de acceso a pozos de inspección (BAFP 81-82-83), bocas de acceso a pozos intermedios de captación de líquidos drenados (BAFP-84-85-86-91-92), pozo final de captación de líquidos drenados (BAPCP) y pozo de bombeo y recirculación de líquidos drenados (BAPBFP 93).

Se menciona el dique DN5, aunque no forma parte directa del proyecto de tratamiento de residuos sólidos (RS). No obstante es necesario citarlo por ser contiguo al dique DN8-DN9, y al tener ambos una pared en común el análisis de seguridad de los cierres que se realiza a continuación, requiere una evaluación del conjunto DN5-DN8-DN9. El dique DN5 será utilizado para gestión del agua de cantera, operación que generará 1200 m^3/a de precipitado, que serán trasvasados al dique DN8-DN9.

Verificación de seguridad de los cierres del los dique DN8-DN9

Desde el punto de vista de las solicitaciones estáticas y dinámicas, los cierres de los diques se encuentran sobredimensionados debido a que en los mismos se incorporará mayor cantidad de roca que la requerida por el diseño. Esta situación responde a la necesidad de tener taludes internos con bajos ángulos (1V:3H); esta condición es necesaria para evitar el deterioro de la membrana impermeable. Lo indicado favorece la estabilidad estática del talud.

El talud interno de los cierres estará protegido con la membrana de polietileno y con una capa de arcilla impermeable, y el talud exterior estará protegido con una capa de roca estéril, previéndose una cubierta multicapa sobre el mismo, cuando se finalicen las actividades.

La estabilidad al deslizamiento se favorece por la poca variabilidad de los parámetros de resistencia de la roca frente a situaciones no deseables tales como inundación del pedraplén por alguna fisura localizada de la capa de impermeabilización. Además, el enrocado no es tubificable.

Valoración de los coeficientes de seguridad

Estabilidad de taludes

Para su verificación se han fijado dos situaciones:

a) La verificación de la estabilidad del talud del pedraplén de cierre, en su condición mas desfavorable, es la adoptada para el dique DN9 vacío, con inundación de la roca por rotura de la cañería de descarga de los precipitados del dique DN5 al dique DN8-DN9. Esta verificación se efectuó con el programa PCSTABL5 arrojando para el método de Jambu un coeficiente de seguridad f = 2,5 para cargas estáticas y de f = 1,9 con sismo.

b) Estabilidad de la cubierta de impermeabilización interna del dique: cálculos realizados dan un factor de seguridad F = 1,61 que garantiza el no deslizamiento de la capa de arena sobrepuesta a la membrana, pero asimismo se interpone un geotextil entre la arena y la membrana de manera de disminuir las tensiones de corte, inducidas a la misma por los pequeños desplazamientos que podría sufrir la arena.

8- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

8-1- Operaciones de extracción de tambores de la escombrera

La extracción de los tambores de la escombrera implica realizar operaciones de excavación con pala mecánica y topadora sobre las colas de mineral.

Esta operación, debido a sus características específicas y a la sequedad superficial de las colas de

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 368
FOLIO 214
DIRECCION DE PROTEC REFOLIAD 365

mineral, podría originar voladuras de material fino fuera del área de depósito de las colas.

Para evitar un impacto sobre el suelo fuera del área de colas, se ha previsto un sistema de pulverización de agua sobre el área de trabajo, para humectar la superficie de la escombrera con objeto de controlar posibles voladuras de materiales finos, debiéndose evitar excesos de agua a fin de no crear anegamientos o escorrentías de agua sobre las colas. Además se ha considerado no conveniente realizar operaciones de destape de trincheras con vientos de una velocidad superior de 20 a 25 km/h.

El contenido de los tambores que estén rotos será trasvasado a otro recipiente sano, dentro de la misma trinchera. Se prevé que estas operaciones de trasvase se lleven a cabo sobre una bandeja de acero inoxidable, para evitar derrame de residuos sólidos (RS) sobre la escombrera.

Los tambores, limpiados superficialmente a fin de eliminar el material de colas que pudiera haberse adherido, serán colocados sobre tarimas de madera y cargados en camiones por medio de un autoelevador, para ser trasladados hasta la planta de tratamiento. El camino entre la escombrera y la planta será mantenido húmedo por medio de riego con camión regador.

Las operaciones de extracción de tambores de las escombreras y traslado hasta la planta de tratamiento, llevadas a cabo en las condiciones planteadas, hacen prever un impacto ambiental mínimo

8-2- Operaciones de lavado, disolución y decantación de los residuos sólidos (RS)

Teniendo en cuenta que los residuos sólidos (RS) contenidos en los tambores están en forma de pasta con distintos grados de humedad, no existe riesgo de voladuras de materiales contaminantes a las zonas circundantes a la planta.

Las posibles pérdidas de residuos sólidos (RS) que podrían producirse desde la zona de carga al tanque de disolución, o pérdidas de líquidos en la zona de los tanques de disolución y decantación, serán recuperadas.

Para ello se dispondrá de pisos impermeabilizados con membrana en la zona bajo los tanques, sistemas de lavado de pisos con agua a presión y canaletas que conducirán las soluciones de lavado a la cisterna de desechos. La fijación del uranio contenido en las soluciones se llevará a cabo en las columnas de la planta de concentración existente, que ya dispone de los sistemas de lavado y recuperación de pérdidas.

Los tambores usados serán lavados para eliminar restos de material adherido y las soluciones de lavado se enviarán a la cisterna de desechos. Los tambores rotos, no recuperables, serán aplastados y luego enterrados en la escombrera de colas de mineral. Los tambores sanos, una vez limpios, serán almacenados en una playa para su posterior reutilización. Las bolsas de polietileno que contienen el residuo sólido (RS) dentro del tambor, serán alojadas dentro de tambores, los que luego serán enterrados en la escombrera de colas de mineral.

Las operaciones de tratamiento, dadas sus características específicas (vía húmeda) y los sistemas de recuperación de pérdidas planteados, hacen prever un mínimo impacto ambiental.

8-3- Operaciones de acumulación de precipitados y evaporación de los efluentes en el dique.

La acumulación de precipitados y evaporación de los efluentes se llevará a cabo en el dique DN8-DN9 que será construido sobre un área donde ya existe una membrana bituminosa en la base (Anexo 5). La capa de arcilla y la membrana de polietileno que se colocará, constituyen barreras impermeables seguras que evitarán la salida de soluciones o precipitados al medio ambiente. Los caños de detección de fugas colocados bajo la membrana de polietileno, constituyen una medida

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 369
FOLIO 215
REFOLIADO 366

de seguridad adicional, complementaria a las barreras impermeables mencionadas.

Los líquidos a acumular en el dique, son líquidos neutros, y los precipitados cálcicos producidos, dadas las condiciones químicas en las que son generados, son estables en el tiempo. Además es importante destacar que la composición química de los precipitados a generar es similar a la de los precipitados ya acumulados en los diques, que fueron generados en las operaciones de neutralización de efluentes ácidos de la planta de concentración.

Teniendo en cuenta las características químicas de los líquidos y los sólidos a acumular, y las características constructivas del reservorio de almacenaje, se considera que las operaciones de acumulación de precipitados y evaporación de efluentes no tendrán un impacto ambiental significativo.

8-4- Contingencias

Ante una pérdida de líquidos producida por la rotura del muro NE del dique DN8-DN9, existe un dique de seguridad aguas abajo, construido al NE del dique citado, con una capacidad de almacenaje de aproximadamente 30.000 m^3. Además existe otro dique de seguridad al norte del dique DN7-DN10, con una capacidad de almacenaje de aproximadamente 20.000 m^3. En Anexo 7 se muestra la ubicación de los mismos.

Una pérdida de líquido del dique DN8-DN9, producida por una rotura en algún sector del muro NE del citado dique, sería interceptada y contenida por el dique de seguridad de 30.000 m^3 mencionado, el que se encontrará conectado con el dique de seguridad de 20.000 m^3. Si bien el piso y el muro de los citados diques de seguridad no son impermeables, los mismos actuarían como atenuadores de derrame, evitando la salida directa de líquidos hacia el arroyo de Gendarmería que desemboca en el arroyo El Tigre.

De esta forma, ante una contingencia que implique una salida inesperada de líquidos del dique DN8-DN9 , los diques de seguridad permitirían contener mas del 40% del volumen de líquido del citado dique.

El efecto de atenuación y la capacidad de almacenaje de los diques de seguridad, permitiría disponer del tiempo necesario para tomar acciones, como ejemplo reparar la rotura que originó la pérdida y/o proceder al rebombeo de los líquidos hacia el dique DN8-DN9. Además hay que tener en cuenta que cualquier derrame imprevisto desde los diques mencionados sería de líquidos neutralizados.

Por razones de seguridad, a efectos de prevenir posibles derrames provocados por una lluvia extraordinaria o por el oleaje que podría provocar un fuerte viento, se prevé una operación del dique a una cota 0,5 m menor que la cota de coronamiento.

9- PLAN DE MONITORAJE AMBIENTAL

El Complejo Minero Fabril San Rafael dispone de una amplia red de muestreo de aire, agua y aluviones, disponiéndose de datos estadísticos recopilados durante mas de 20 años. Así, el posible impacto ambiental de las operaciones de acumulación de precipitados y efluentes líquidos en el dique DN8-DN9, quedará controlado a través del monitoreo normal del área del CMFSR, que ya dispone de puntos de muestreo específicos en el área de influencia del dique DN8-DN9.

Los posibles impactos de las operaciones de extracción de tambores de la escombrera serán controlados a través de monitoreo de aire (material particulado en suspensión) en la zona de la trinchera que se esté abriendo.

En el documento citado en Referencia (2), presentado a las Autoridades Regulatorias en junio/04, se presenta la caracterización ambiental de base del CMFSR.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 370
FOLIO 216
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 367

En el Tomo II del citado documento, pág. 6–91, item 6.2.1.2, se presenta información relacionada con el monitoreo de aguas superficiales, en pág. 6-108, item 6.2.1.3 se presenta información relacionada con el monitoreo de aguas subterráneas, y en pág. 6-115, item 6.2.1.4, se presenta información relacionada con monitoreo de aire.

10-CONCLUSIONES

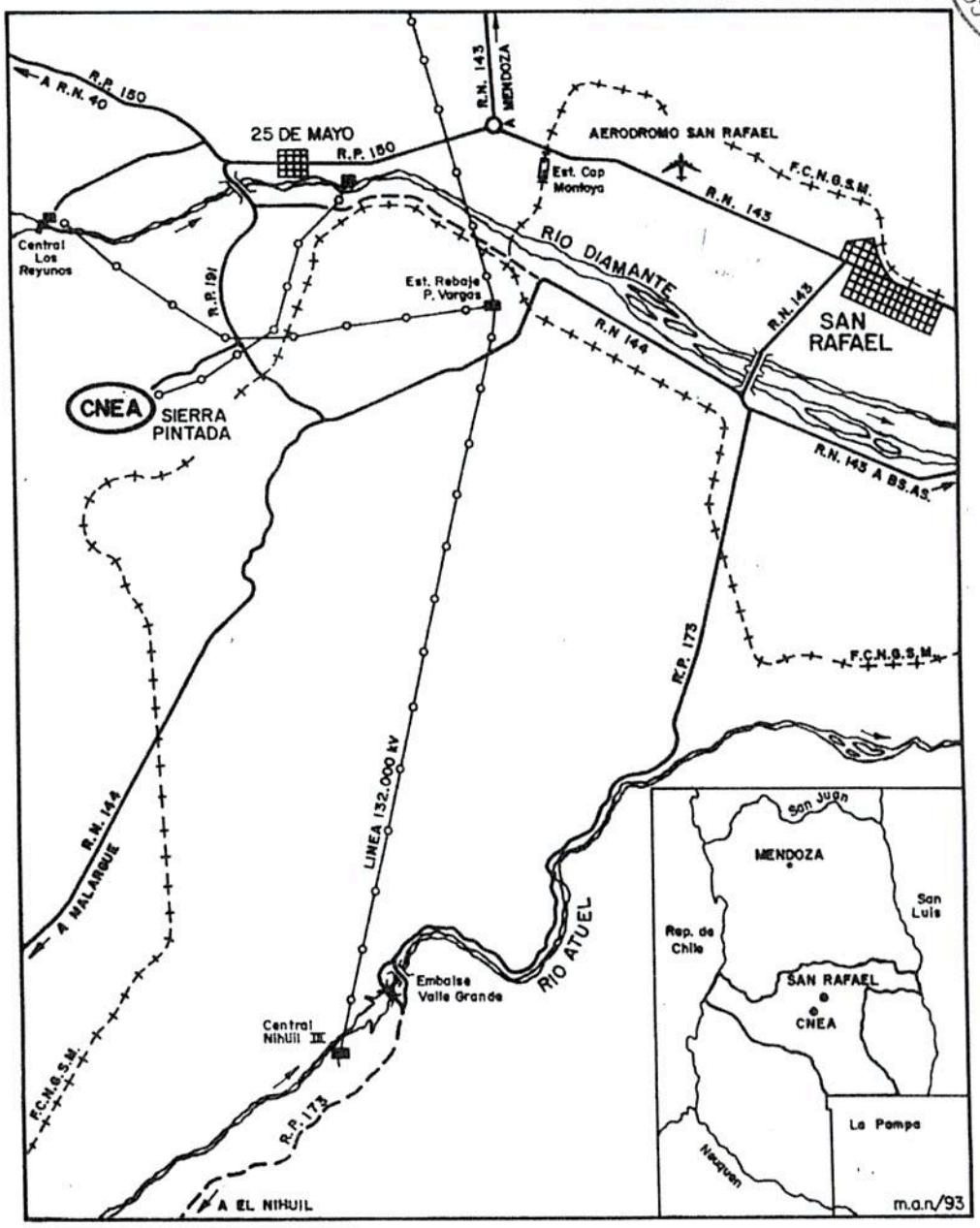
La metodología propuesta para gestionar los residuos sólidos (RS), se considera un esquema viable de llevar a la práctica, tendría un impacto poco significativo sobre el ambiente e implicará un importante avance en la gestión de los pasivos del CMFSR. A futuro, toda partida de residuos sólidos (RS) que pudiera ingresar al Complejo, será tratada por la metodología descripta y no será acumulada en el área.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 374

Anexo 1

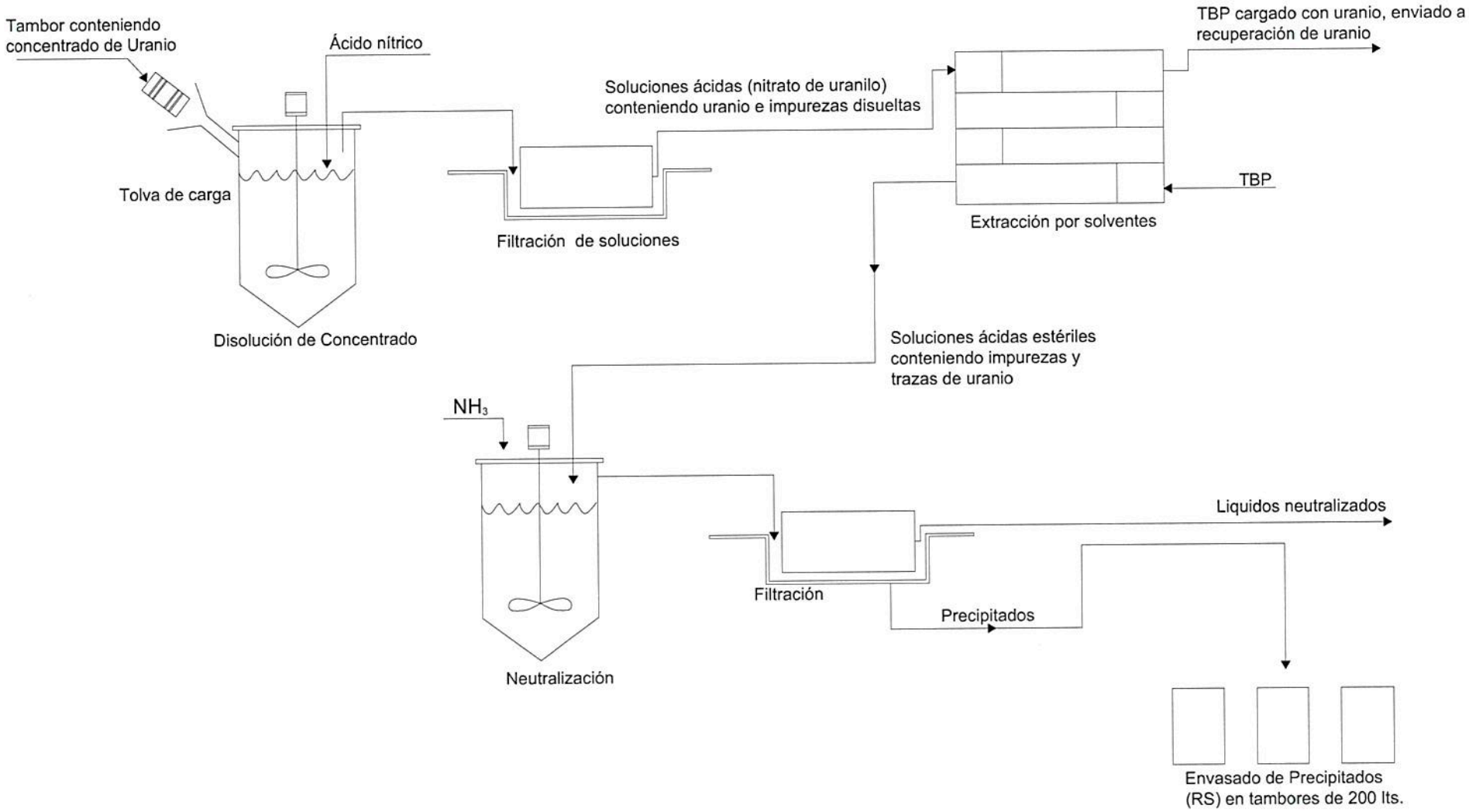
PLANO DE UBICACION

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 368



PROCESO DE PURIFICACIÓN NUCLEAR

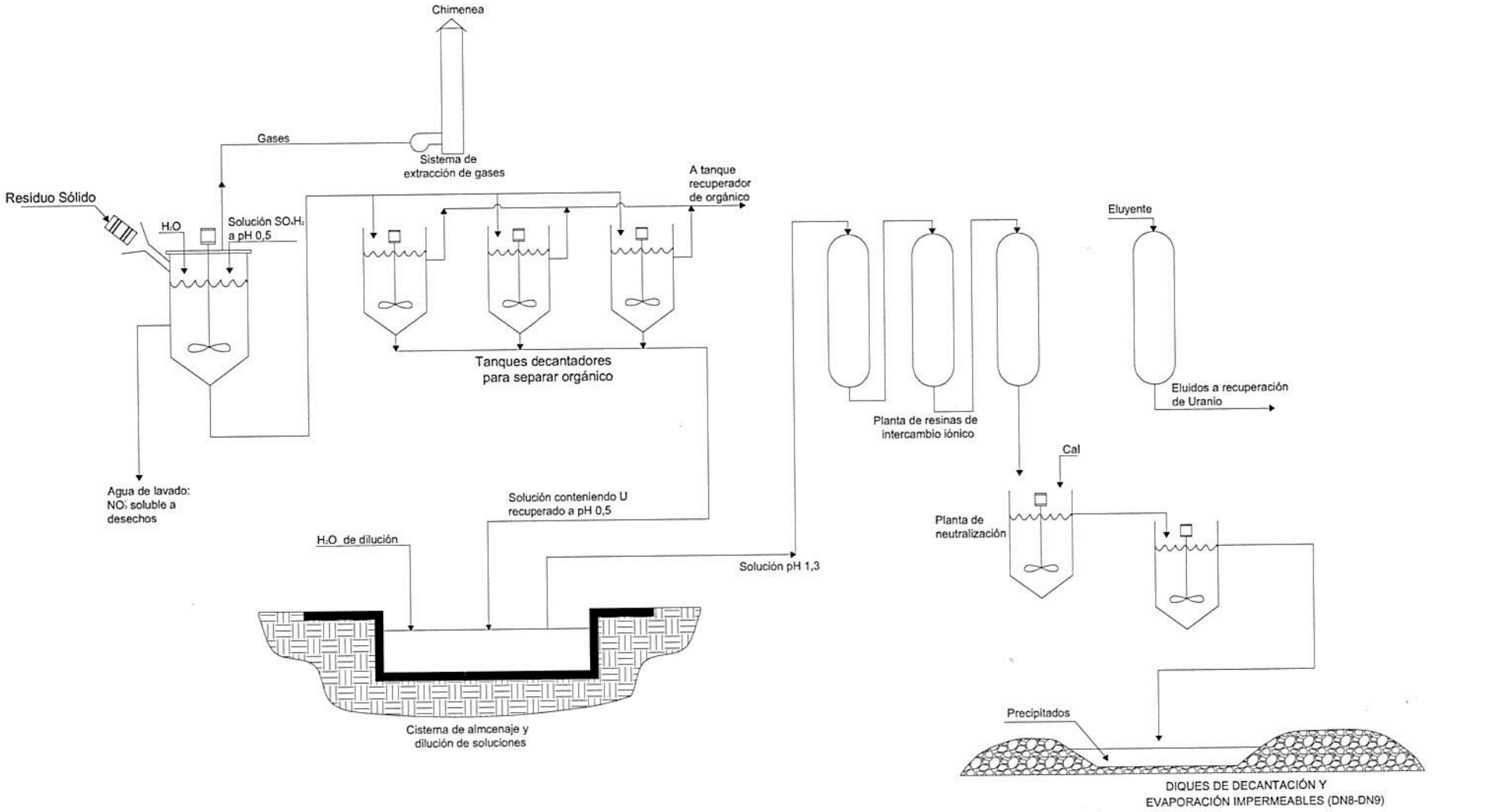
Anexo 2



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 368
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 372
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 378

ESQUEMA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS)

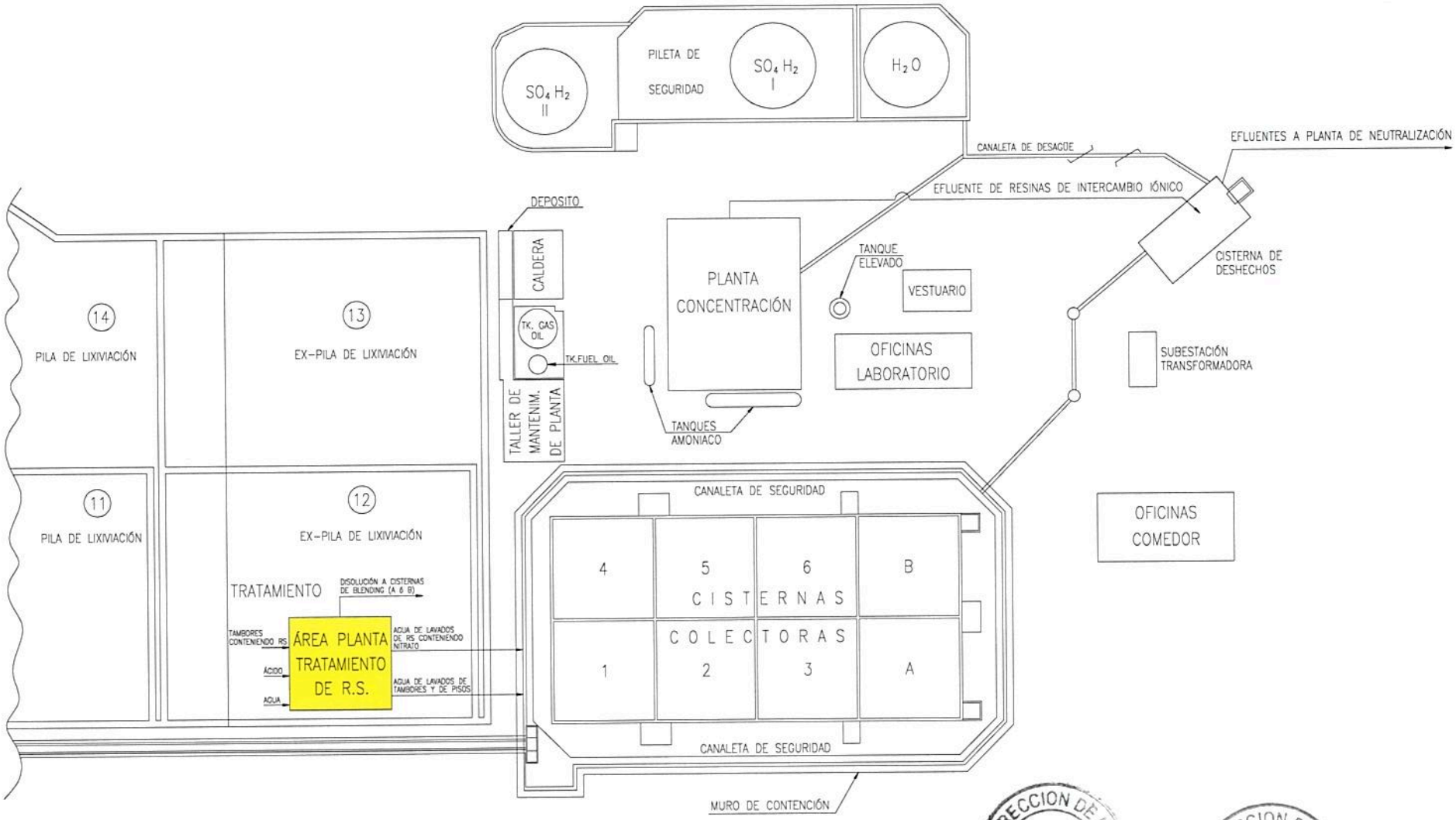
Anexo 3



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIADO 370
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIADO 223
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIADO 24

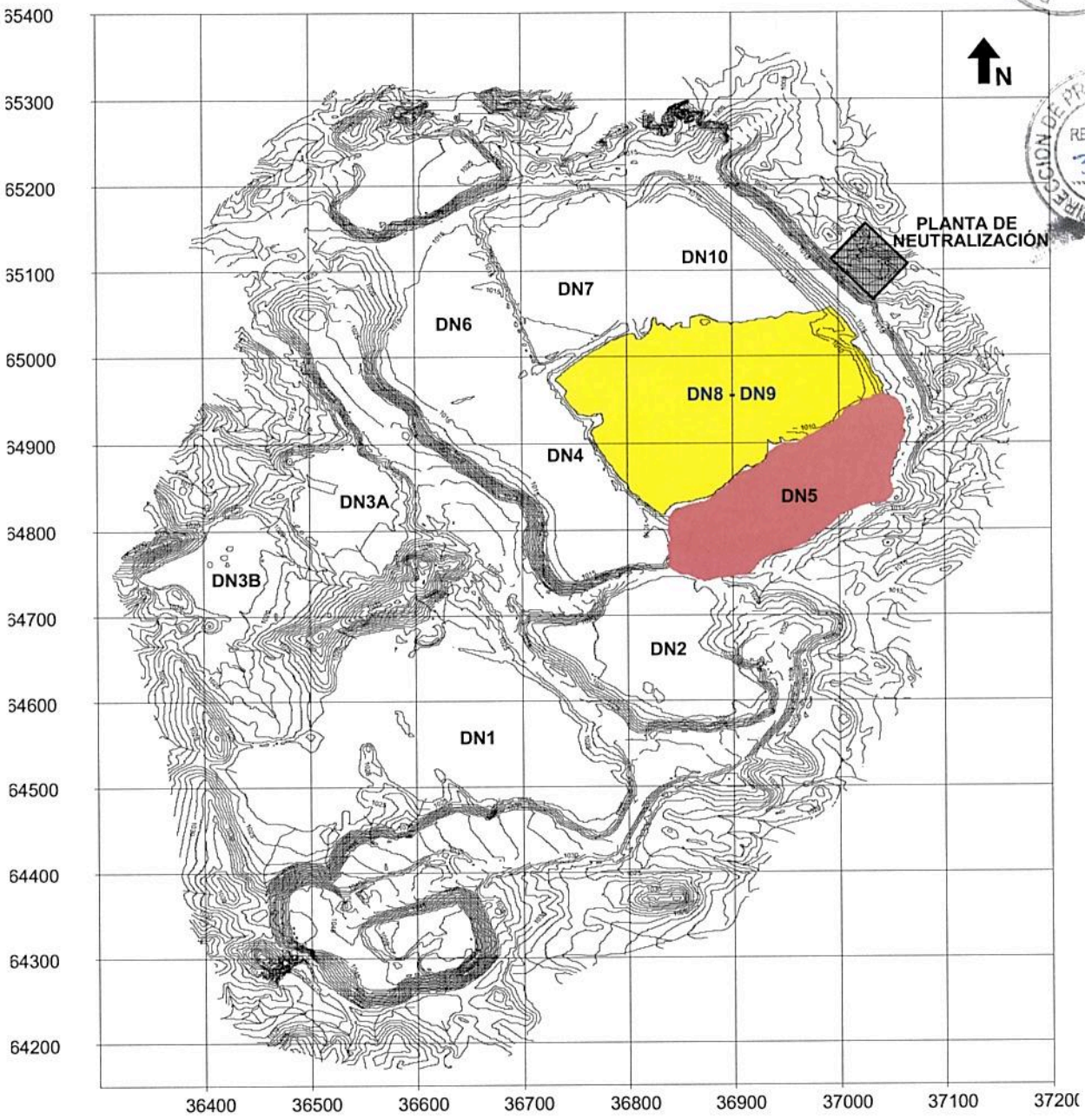
Anexo 4

ESQUEMA UBICACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RS)



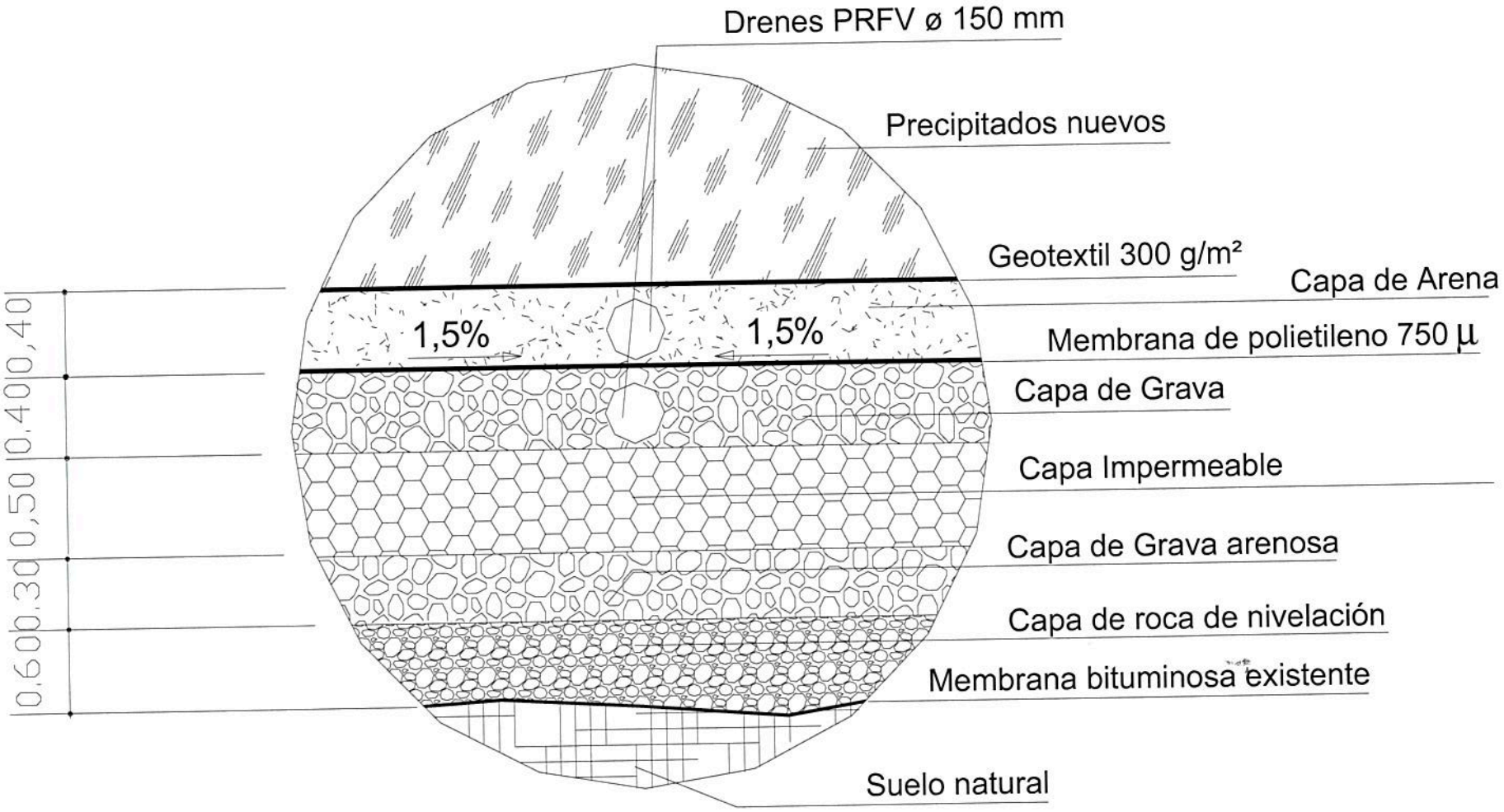
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 371
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 374
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 375

Planimetría General área de diques –Ubicación DN5- DN8-DN9 Anexo 5



ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DIQUE DN8-DN9

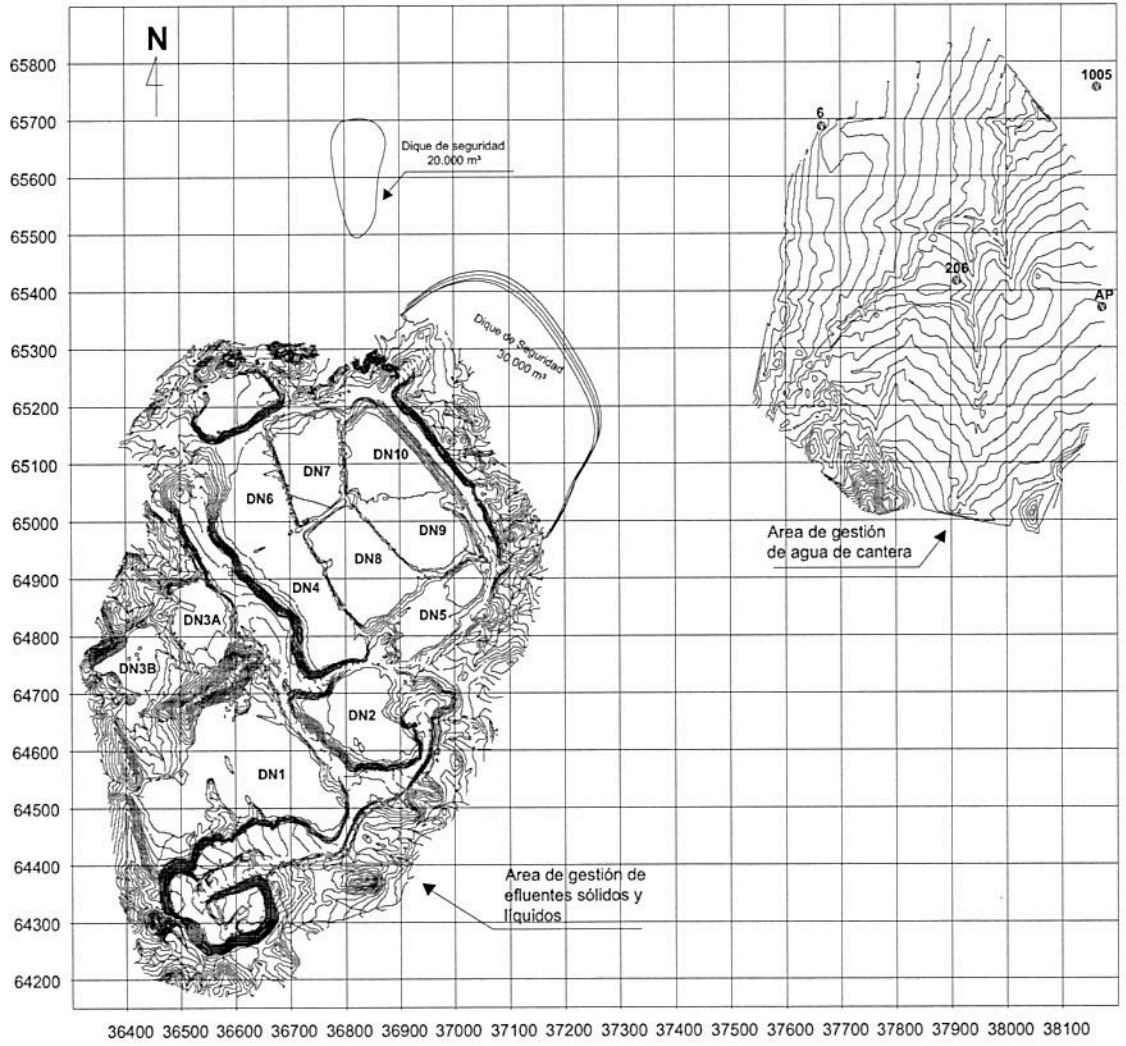
Anexo 6



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 373
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 376
DIRECCION FOLIO 22

PLANIMETRÍA GENERAL ÁREA DE DIQUES Y UBICACIÓN ÁREA DE VERTIDO

Anexo 7



DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 334
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 377
FOLIO 223

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 226
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 378
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 375

5. Informe Impacto del vertido de agua de cantera

C.N.E.A.	GTyMA / PNGRR	UNIDAD EJECUTORA PRAMU	INFORME TÉCNICO	Informe INF-UEP-032/04

Título: PROYECTO REACTIVACIÓN CMFSR
IMPACTO DEL VERTIDO DE AGUA DE CANTERA EN LA VEGETACIÓN Y SUELO DEL ÁREA DE GESTIÓN

Índice:

1.0	Objetivo	Pág. 2
2.0	Alcance	Pág. 2
3.0	Abreviaturas y Definiciones	Pág. 2
4.0	Generalidades	Pág. 2
5.0	Impactos	Pág. 3
5.1	De la calidad del agua en la calidad del suelo	Pág. 3
5.2	Del aumento del régimen hídrico en la vegetación	Pág. 5
6.0	Monitoreo Sugerido	Pág. 6
7.0	Conclusiones	Pág. 6

CONTROL DE DOCUMENTACION
COPIA CONTROLADA Nº 3 - Ing. Castillo
FIRMA | FECHA 14/02/05

CONTROL DE DOCUMENTACION
LIBERADO
FIRMA | FECHA 14/02/05

Preparó fecha/firma	Revisó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Aprobó fecha/firma	Revisión	Pág.: 1 de 6
J. P. Bonetto 25/01/05	15/02/05			"0"	

LIC. NORBERTO LUIS GIORDANO
JEFE INGENIERIA RESTITUCION AMBIENTAL
PRAMU

Ing. Alberto CASTILLO
Coordinador Técnico
Unidad Ejecutora Proyecto PRAMU

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 376
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 380
DIRECCION DE PROTECCION REFOLIADO 377

IMPACTO DEL VERTIDO DE AGUA DE CANTERA EN LA VEGETACIÓN Y SUELO DEL ÁREA DE GESTIÓN

1.0 OBJETIVO

El presente informe técnico tiene por objetivo establecer el nivel de impacto que tendría el vertido de agua de cantera tratada en la vegetación y el suelo que la sustenta, del área de gestión.

2.0 ALCANCE

Las conclusiones del informe se refieren tanto al suelo de las aproximadamente 20 has que conforman el área de gestión, entendiéndose como tal al material capaz de permitir el anclaje y la nutrición de la vegetación a través de su sistema radicular, como a las plantas presentes en dicha área.

3.0 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1 Abreviaturas

PRAMU	Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio
UEP	Unidad de Ejecución del Proyecto PRAMU
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
GTyMA	Gerencia de Tecnología y Medio Ambiente
PNGRR	Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos
CMFSR	Complejo Minero Fabril San Rafael

4.0 GENERALIDADES

El área de gestión presenta una composición florística muy similar a la relevada con anterioridad en el resto del complejo. Predominan las especies arbustivas, entre las que se destacan: jarilla hembra (Larrea divaricata), pichana o pichanilla (Senna aphylla), piquillín (condalia microphyllas), alpataco (Prosopis alpataco), tomillo (Acantholippia seriphioides), olivillo (Hyalis argentea), romerillo (Senecio subulatus), molle (Schinus faxiculatus), retamillo (Neosparton aphyllum), senecios (Senecio sp.), ala de loro (Monttea aphylla), entre otras. Las especies herbáceas más comunes son mayormente coirones (Stipa sp.) y algunas especies de la familia de las compuestas (ó asteráceas), como la manzanilla de campo (Anthemis cotula). También se pueden apreciar algunos ejemplares de árboles de bajo porte como el chañar brea (Crecidium praecox), así como algunos cactus. La mayoría de estas especies son de muy bajo consumo de agua, excepto aquellas que aprovechan el agua freática, como la cortadera (Cortaderia rudiuscula). La distribución de las especies varía de acuerdo a la topografía del terreno, el cual presenta una pendiente de aproximadamente 3 % con bajada hacia el noreste, haciéndolo susceptible a la erosión. Es así que por acción de las lluvias se ha acumulado una capa de suelo adecuada para el sostén de vegetación en las zonas más bajas, disminuyendo en espesor hacia los puntos más elevados. En estos puntos más altos se producen afloramientos de roca en los que el sostén para las plantas se reduce a las grietas en la roca, observándose una cobertura vegetal de aproximadamente 20 % y una baja diversidad de especies. En los puntos más bajos, con mayor espesor de suelo, se pueden apreciar coberturas de hasta 60 % aproximadamente, con una mayor diversidad de especies.

Para evaluar el impacto de la aplicación de agua tratada sobre la vegetación natural se tuvo en cuenta tanto el efecto del agua y el régimen de riego en las plantas como su efecto en el suelo que las sustenta.

5.0 IMPACTOS

5.1 De la calidad del agua en la calidad del suelo

La calidad del agua junto con el manejo que se haga del riego determinarán que el suelo se mantenga apto para el sustento de la vegetación. La conductividad eléctrica (CE) del agua tratada y el valor RAS calculado a partir de los contenidos de Na (180mg/L), Ca (56 mg/L) y Mg (7,8 mg/L), según la fórmula

$$RAS = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca]+[Mg]}{2}}},$$

en la que las concentraciones deben ingresarse en meq/L, presentan valores de 1,3 dS/m y 5,9, respectivamente. El valor RAS indica el riesgo de dispersión de los coloides del suelo, producto del reemplazo de los cationes Ca y Mg presentes en el complejo de intercambio del suelo, por el Na aportado con el agua. El catión monovalente Na no es capaz de mantener la cohesión entre las partículas de arcilla de la misma manera que los divalentes Ca y Mg, provocando pérdida de estructura del suelo y generando serios inconvenientes de permeabilidad, los cuales afectan a su vez la subsistencia de la vegetación. Debido a que un mayor electrolito en la solución de suelo ayuda a la cohesión de los coloides del suelo, a mayor valor de CE, menor es el riesgo de daño por efecto del NA. Es así que estándares internacionales (FAO) establecen que para valores de CE por encima de 1,2 dS/m, valores de RAS de 3 a 6 no implican restricción alguna para el uso del agua en irrigación. Por otro lado, la gruesa textura del suelo del área de aplicación (arenoso-franco) y la considerable presencia de calcita son características que evitan la aparición de problemas de drenaje (superficial) aún con valores más elevados de RAS.

Una elevada salinidad del agua de riego, reflejada en los valores de CE, puede ocasionar la deposición de sales en la superficie del suelo y la zona de influencia de las raíces. La presencia de sales puede elevar la capacidad osmótica del suelo hasta niveles en los que el agua no puede ser tomada del suelo por las raíces de las plantas, muriendo toda vegetación por estrés hídrico. Valores menores a 0,7 dS/m en un agua de riego no implican ninguna restricción para su uso, mientras que por encima de 3,0 dS/m se consideran aguas inadecuadas. En aguas con valores de CE entre 0,7 y 3,0 dS/m, las restricciones de uso pueden ir en aumento de acuerdo fundamentalmente a la tolerancia a la salinidad de las plantas que van a ser regadas, siendo aconsejable efectuar un lavado de las sales que pudieran acumularse en el perfil. En este sentido, para la gestión del agua decantera tratada se debe incorporar como práctica de manejo de riego la aplicación de agua en exceso, la cual infiltre en el suelo, lavando la acumulación de sales del perfil. Este excedente de agua se conoce como requisito de lixiviación (RL), y se calcula mediante la fórmula

$$\text{2)}\quad RL = \frac{CEa}{5(CEs) - CEa},$$

donde CEa es la conductividad eléctrica del agua de riego, y CEs es la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, que equivale al valor de CE del suelo que son capaces de tolerar las plantas que se desarrollan en él. Debe destacarse que este tipo de cálculo se aplica mayormente en riego de cultivos económicos, por lo que la susceptibilidad a la salinidad del suelo de los diversos cultivos se encuentra tabulada. Difícilmente se hayan determinado cuantitativamente las tolerancias a la salinidad del suelo de cada una de las varias especies naturales presentes en el área de aplicación. Sin embargo, al ser naturales de un ambiente de bajas precipitaciones donde la dilución de las sales del suelo es baja, y las aguas freáticas contienen elevados tenores de sales, su tolerancia es alta. Para los cálculos del RL se utilizó un valor de CEs = 1 dS/m, valor bajo, no tolerado apenas por algunas pocas especies muy sensibles a la salinidad. De esta manera se cuenta con un margen de seguridad. El RL así calculado se estableció en 0,35, es decir, que el total del agua aplicada debe exceder en 35 % el agua

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 228

requerida.
El agua requerida es el agua evaporada del suelo y de la superficie de las plantas más el agua transpirada por la vegetación. Se la determina como evapotranspiración de un cultivo (ETc) y se la calcula según la fórmula

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 382

3) ETc = ETo x Kc,

donde ETo es la evapotranspiración potencial, calculada a partir de una serie de parámetros climáticos del área a regar, y Kc es el coeficiente del cultivo a regar, valor tabulado para la mayoría de los cultivos. Para este caso la ETo mensual fue calculada por el método Penman - Monteith, recomendado por FAO, con una serie de datos climáticos de 14 años (1988 - 2001) tomados en el CMFSR. Los cálculos fueron corroborados con el programa CROPWAT for Windows, Versión 4.2. El Kc utilizado corresponde al de especies de bajo consumo de agua (sin diferenciar), teniendo en cuenta también la evaporación de porciones de suelo sin cobertura (40 % de cobertura de suelo, promedio, con proyección del canopeo sobre el suelo en arbustivas). Se llegó a un valor de Kc de 0,33.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 378

A los valores mensuales de ETc se les agregó el RL según la fórmula

4) LNR = ETc / (1-RL),

para obtener la lámina neta de riego (LNR), la cual fue ajustada por un coeficiente de eficiencia del sistema de riego, de 0,9, según pruebas efectuadas con los aspersores, para obtener la lámina bruta de riego (LBR). Los valores mensuales obtenidos desde ETo hasta LBR se presentan en la Tabla 1.

Mes	ETo (mm)	ETc (mm)	LNR (mm)	LBR (mm)
Enero	176	58	89	112
Febrero	143	47	72	90
Marzo	114	38	58	73
Abril	78	26	40	50
Mayo	50	16	25	31
Junio	38	13	20	25
Julio	42	14	22	27
Agosto	68	22	34	42
Septiembre	90	30	46	58
Octubre	136	45	69	87
Noviembre	157	52	80	100
Diciembre	179	59	91	113

Tanto el caudal como el régimen de trabajo del equipo de riego propuestos permiten cubrir el requerimiento de agua del mes más exigente, por lo que existe sobrada capacidad para lavar cualquier exceso de sales, sin contar con el aporte de agua pura de las lluvias. Inclusive pueden implementarse manejos como el riego nocturno, que permitirá la precolación de un volumen mayor de agua con menor evapotranspiración. Esta evaluación de mínimo riesgo de sodificación y salinización del suelo está sujeta a que la capacidad de infiltración y drenaje del suelo permitan recibir los caudales de agua previstos de aplicar según el plan de trabajo del equipo de riego. La aplicación de volúmenes de agua sensiblemente menores a la LBR no sería suficiente para un lavado adecuado de las sales.
De acuerdo a lo informado como resultado de los ensayos, el tratamiento del agua de cantera permite cumplir con las normativas de calidad del agua, no solo en cuanto a la salinidad y sodicidad, sino también a contenido de U, Ra y As, de manera que no se temen efectos perjudiciales en las plantas. En riego por aspersión existe además la posibilidad de daño de hoja por concentración de sales. Los contenidos de sulfatos, cloruros y sodio podrían generar cierto daño de este tipo en cultivos económicos, sin embargo las plantas del área de riego presentan en su mayoría características morfológicas que minimizan el área foliar y la evaporación, como

adaptación a la escasez de agua, por lo que la incidencia de quemado de hoja no tendrá un impacto significativo.

Bibliografía de consulta:

- Ayers RS, Westcot DW. 1985. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Draoinage Paper nº 29, Revision 1. Food and Agriculture Organization, Rome. Disponible internet: http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.HTM
- Martin DL, Gilley JR. 1993. Irrigation Water Requirements. Chapter 2, National Engineering Handbook Part 623. Soil Conservation Service, USDA, Washington DC. Pp 284.
- Richards LA (Ed.). 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook 60. United States Salinity Laboratory, USDA, Washington DC. Pp 160.
- Watson J, Knowles T. 1999. Leaching for Maintenance. Factors to Consider for Determining the Leaching Requirement for Crops. Arizona Water Series Number 22. University of Arizona, Arizona. Disponible internet: http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1107.pdf
- Bauder J. Quality and Characteristics of Saline and Sodic Water Affect Irrigation Suitability. Department of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University. Disponible internet en: http://waterquality.montana.edu/docs/methane/irrigation_suitability.pdf
- Quirk JP. Sodic Soils. Disponible internet en: http://www.science.org.au/nova/035/quirk.htm

5.2 Del aumento del régimen hídrico en la vegetación

Los ambientes áridos y semiáridos están caracterizados por ser el agua el principal recurso limitante. Ante la escasez de este recurso tan fundamental (sumada a las otras limitaciones edáficas derivadas), la vegetación ha desarrollado una amplia variedad de mecanismos de adaptación para lograr prosperar en este tipo de ambientes. Las precipitaciones, además de escasas, presentan una importante variabilidad espacial y temporal, midiéndose en el corto plazo en eventos o pulsos de lluvias con sus respectivos períodos secos entre lluvias, y determinando en el largo plazo períodos húmedos y de sequía. Esta variabilidad permite que cada una de las especies adaptadas tenga sus momentos de mayor y menor aprovechamiento de los recursos, pudiendo comportarse mejor y peor en su competencia con otras especies, respectivamente. Esta diferenciación en adaptación y el aprovechamiento de las distintas oportunidades que otorga la variabilidad en los pulsos de recursos (en este caso, lluvias) permiten el mantenimiento de una rica diversidad florística en ambientes tan difíciles, a través del tiempo.
Alteraciones en el régimen hídrico a nivel regional producen una alteración en la composición de especies. Sin embargo, este efecto se ha verificado mayormente para disminuciones en la provisión de agua, requiriéndose varios años para que dicha alteración sea significativa y detectable por los métodos de muestreo actualmente en uso. La duración y la escasa extensión del área de riego propuestas lejos están de producir un cambio de magnitudes similares. Es esperable, no obstante, un cambio en la proporción de especies predominantes en el área de aplicación, más como producto de la dispar adaptación que tendrán las especies naturales presentes, con respecto a la situación anterior, que por un efecto negativo del riego en si. El riego anulará el efecto de la variabilidad de los eventos de lluvias, unificando la provisión de agua a lo largo del año. Difícilmente se pueda predecir a nivel de especie la respuesta a este cambio de régimen hídrico, pues implica también un cambio a nivel microbiológico del suelo, y por ende a nivel nutricional, por ejemplo, ante el cual cada especie responderá con mayor o menor prontitud. Otros recursos pasarán a ser limitantes. Estudios sobre el comportamiento de la vegetación de zonas áridas ante diversos eventos de lluvia han demostrado que las especies herbáceas aprovechan más rápidamente el humedecimiento de los primeros centímetros del suelo que las especies arbustivas, debido a sus sistemas radiculares más superficiales que dependen en gran medida de los pulsos cortos de lluvias. Las arbustivas, por el contrario, utilizan el agua acumulada a mayor profundidad, producto de lluvias más prolongadas, y algunas especies utilizan el agua freática, independizándose de las lluvias. Una consecuencia frecuentemente registrada durante períodos húmedos es la aparición de especies exóticas, tanto gramíneas como de hoja ancha, generalmente anuales, a partir del banco de semillas presente en el suelo cuya germinación no resultaba viable bajo las condiciones de aridez. Con probabilidad la aparición de especies exóticas

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 384
FOLIO 230
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 381

sea el cambio más notorio en la composición florística del área de aplicación. El momento del año en que se producen las lluvias es tan fundamental para la competencia entre estos tipos de vegetación como el volumen y duración de las lluvias. Lluvias de primavera favorecen a las especies herbáceas anuales, mientras que las lluvias de invierno favorecen a las especies arbustivas. El riego proveerá agua suficiente durante todos los meses del año, por lo que si bien se espera un aumento en frecuencia de especies herbáceas anuales con respecto a la situación anterior, particularmente en las porciones descubiertas del suelo, el stand de especies arbustivas ya consolidado se mantendrá relativamente constante.
De producirse este ligero cambio en la composición y predominancia de especies, se debe tener en cuenta que al cesar las actividades de riego, el área retornará a su estado original, en el cual las especies exóticas que se hubieran desarrollado no tolerarían las condiciones de aridez. Cualquier disminución en la frecuencia de alguna de las especies arbustivas menos favorecida por el riego puede ser rápidamente revertida, habida cuenta de que toda la zona circundante al área de riego cuenta con la flora original y su capacidad de reproducción intacta.

Bibliografía de consulta

- Elmore AJ, Mustard JF, Manning SJ. 2003. Regional Patterns of Plant Community Response to Changes in Water: Owens Valley, California. Ecological Applications 13:443-460.
- Sala OE, Golluscio RA, Lauenroth WK, Soriano A. 1989. Resource Partitioning Between Shrubs and Grasses in the Patagonian Steppe. Oecologia 81:501-505.
- Golluscio RA, Sala OE, Lauenroth WK. 1998. Differential Use of Large Summer Rainfall Events by Shrubs and Grasses: A Manipulative Experiment in the Patagonian Steppe. Oecologia 115:17-25.
- Chesson P, Gebauer RLE, Schwinning S, Huntly N, Wiegand K, Ernest MSK, Sher A, Novoplansky A, Weltzin, JF. 2004. Resource Pulses, Species Interactions, and Diversity Maintenance in Arid and Semi-arid Environments. Oecologia 141:236-253.
- Powell KB, Vincent RB, Depuit EJ, Smith JL, Parady FE. 1990. Role of Irrigation and Fertilization in Revegetation of Cold Desert Mined Lands. Journal of Range Management 43: 449-455.
- Ecological Impacts of Irrigating Native Vegetation With Treated Sewage Wastewater. Disponible internet en: http://www.stoller-esser.com/NERP/irrigation_circle.htm

6.0 MONITOREO SUGERIDO

Para llevar adelante un seguimiento del impacto previsto por la aplicación del agua de cantera tratada, según lo evaluado, se puede llevar adelante un muestreo adecuado con mínimo requerimiento de mano de obra e insumos. Se sugiere demarcar áreas de muestreo de aproximadamente 100 m^2 en puntos de la zona de riego que abarquen características de vegetación distintas; mínimamente una en la zona de mayor cobertura de suelo y diversidad de especies, y otra en la zona de mayor afloramiento de areniscas y menor cobertura y diversidad. Paralelamente se demarcará un mismo número de áreas de muestreo en puntos cercanos de similares características edáficas, dentro de lo posible, pero fuera de la zona de riego, a manera de contraste. En dichas áreas se puede llevar a cabo, en cada mitad del año, un relevamiento de especies significativas y un conteo de frecuencia de aparición, así como un muestreo de suelo para medición de pH y CE. Según las necesidades se pueden ampliar tanto el número de muestreos como los análisis de suelo y plantas.

7.0 CONCLUSIONES

La aceptable calidad del agua y el criterio de manejo del riego, que contempla el lavado de las sales que quedaran en el perfil del suelo, permiten minimizar el impacto negativo que pudiera producirse sobre el suelo del área de gestión.

El aumento de régimen hídrico en el área de gestión sugiere la posibilidad de un cambio en la prevalencia de especies, sin que ello implique una modificación significativa. Dada la extensión del área de gestión y la duración del riego, cualquier cambio será reversible en el corto plazo.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
384

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL
REFOLIADO
382

6. Material Cañería de PEAD

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CENTRAL REFOLIADO 386

	GERENCIA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS DEPARTAMENTO TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE URANIO	ESP-PMP_ DTPU-096 Rev.0:
	ESPECIFICACION	Página 1 de 6

TÍTULO: MATERIAL CAÑERIA DE PEAD

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA CENTRAL REFOLIADO 383

1. OBJETIVO

Establecer las propiedades del material a utilizar en cañerías de transporte de agua de cantera

2. ALCANCE

Este documento y sus requerimientos son de aplicación mandatoria en cañerías para el transporte de agua de cantera.

Preparó		Revisó			Intervino calidad	Aprobó
M. Colombo		Ing. Julián López			Ing. R. Ponte	Ing. R. Gruner

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones
0	14/04/11	Versión original

FECHA DE VIGENCIA: 11 MAYO 2011

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	LIBERADO
Distribuyó:	Fecha: 4 MAY 2011
	Firma: ING. HECTOR RAUL PONTE GESTION DE CALIDAD

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 387
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 389

INDICE

1. OBJETIVO 1
2. ALCANCE 1
3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES 3
3.1 Abreviaturas 3
3.2 Definiciones 3
4. REFERENCIAS 3
4.1 Antecedentes 3
4.2 Documentación Aplicable 3
4.3 Documentación afectada 3
5. RESPONSABILIDADES 3
6. DESARROLLO 3
6.1 Introducción 3
6.2 Compuesto de polietileno 4
6.3 Requisitos geométricos 4
6.4 Aspecto superficial y designación 5
6.5 Requisitos Físicos, Químicos y Mecánicos 5
6.6 Ensayos 6
6.6.1 Resistencia a la presión hidrostática 6
6.6.2 Alargamiento de rotura 6
7. REGISTROS 6

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1 Abreviaturas

GPMP Gerencia Producción de Materias Primas

DTPU GPMP – Departamento de Tecnología de Producción de Uranio

CNEA Comisión Nacional de Energía Atómica

PEAD Polietileno de alta densidad

3.2 Definiciones

No aplicable.

4. REFERENCIAS

4.1 Antecedentes

No aplicable.

4.2 Documentación Aplicable

No aplicable.

4.3 Documentación afectada

No aplicable.

5. RESPONSABILIDADES

No aplicable.

6. DESARROLLO

6.1 Introducción

La materia prima utilizada para las cañerías debe ser de un compuesto de polietileno PE 80 SDR 17, que contenga sólo aquellos antioxidantes, estabilizadores UV, pigmentos y otros aditivos, dispersos de manera uniforme. El tubo será de Ø 160 mm, de color negro, (conducción de agua no potable).

6.2 Compuesto de polietileno

Caracteristica		Unidad	Requisito		Método de Ensayo
			Mínimo	Máximo	
Densidad del compuesto		Kg/m^3	930	-	ISO 1183-1 ISO 1183-2 ISO 1183-3
Contenido de negro de humo		g/100 g	2	2,6	ISO 6964
Dispersión del negro de humo[a]	**Grado de dispersión**	-		Grado 3	ISO 18553
	Apariencia	-	Debe ser del tipo A (A1, A2 o A3)		
Contenido de agua a 165ºC +-5ºC (Sólo se aplica si el contenido de materiales volátiles es mayor que 350 mg/kg)		mg/kg		300	ISO 15512
Contenido de materiales Volátiles		mg/kg		350 En caso que sea mayor, debe cumplir lo indicado en contenido de agua.	EN 12099
Tiempo de inducción a la oxidación a 200ºC (estabilidad térmica)		min	20		ISO 11357-6
Índice de fluidez del compuesto (190ºC y 5kg)		-	0,15	1,40	ISO 1133

[a] En caso de discrepancia, las probetas para la dispersión del negro de humo se preparan por el método de compresión.

6.3 Requisitos geométricos

Los tubos serán de Ø160 mm. con una tolerancia en su diámetro exterior medio de +1mm y una ovalización máxima de 3,2 mm.. el espesor nominal de la pared es de 9,5 mm. y una tolerancia de 1,1 mm.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 390
FOLIO 236

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 387

6.4 Aspecto superficial y designación

Observadas a simple vista, las superficies internas y externas de los tubos deben estar libres de fisuras, ampollas, quemaduras, levantamiento superficial y heterogeneidad en su color, u otros defectos.

Se permiten pequeñas rayaduras u ondulaciones a lo largo del tubo, pero el espesor mínimo en esa zona, no debe ser menor que el espesor nominal especificado.

Los extremos de los tubos deben presentar un corte limpio y perpendicular al eje.

Los tubos deben estar designados con la sigla PE-80, el diámetro y espesor nominales en milímetros, la presión nominal, en megapascal o bares. y la identificación de producción

6.5 Requisitos Físicos, Químicos y Mecánicos

Caracteristica	Unidad	Requisito		Método de Ensayo
		Mínimo	Máximo	
Alargamiento de rotura	%	350	-	ISO 6259-1 ISO 6259-3 10.3
Reversión Longitudinal	%	-	3	ISO 2505-1 ISO 2505-2
Variación de índice de fluidez por transformación (190°C 5kg y 10 min)	%	-	20	ISO 1133
Resistencia requerida MRS	MPa	8,0		
Tensión de diseño	MPa	6,3		
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	-	Rotura Dúctil		ISO 13953
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	-	Se ensaya a 80°C durante 165h a 8,0 bar. No debe presentar fallas.		ISO 13479
Coeficiente mínimo global de diseño C		1,25		

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 391
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL FOLIO 237
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 388

6.6 Ensayos

6.6.1 Resistencia a la presión hidrostática

El ensayo se realizará en 3 probetas diferentes, a 20º C, durante 100 hrs., a una tensión de ensayo de 10 MPa.

Las probetas no se deben romper ni presentar pérdidas durante el período de ensayo.

6.6.2 Alargamiento de rotura

El ensayo se realizará según las normas ISO 6259-1 e ISO 6259-3 con una velocidad de ensayo de 50 mm/min con una probeta Tipo 1.

7. REGISTROS

No aplicable.

FOLIO 238
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 392
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 389

7. Soldadura Cañería de PEAD

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 373
FOLIO 235
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 390

CNEA	**GERENCIA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS** **DEPARTAMENTO TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE URANIO**	ESP-PMP_ DTPU-097 Rev.: 0
	ESPECIFICACION	Página 1 de 7

TÍTULO: SOLDADURA CAÑERIA DE PEAD

1. OBJETIVO

Establecer el método de soldadura a utilizar en cañerías de transporte de agua de cantera

2. ALCANCE

Este documento y sus requerimientos son de aplicación mandatoria en cañerías para el transporte de agua de cantera.

Preparó		Revisó			Intervino calidad	Aprobó
M. Colombo		Ing. Julián López			Ing. R. Ponte	Ing. R. Gruner

REVISIONES

Rev.	Fecha	Modificaciones
0	14/04/11	Versión original

FECHA DE VIGENCIA: 11 MAYO 2011

DISTRIBUCIÓN	ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia Nº:	LIBERADO
Distribuyó:	Fecha: 4 MAY 2011
	Firma: ING. HECTOR RAUL PONTE GESTION DE CALIDAD C. N. E. SAN RAFAEL

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 394
FOLIO 840
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 395

INDICE

1. OBJETIVO 1
2. ALCANCE 1
3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES 3
3.1 Abreviaturas 3
3.2 Definiciones 3
4. REFERENCIAS 3
4.1 Antecedentes 3
4.2 Documentación Aplicable 3
4.3 Documentación afectada 3
5. RESPONSABILIDADES 3
6. DESARROLLO 3
6.1 Introducción 3
6.2 Consideraciones Previas 3
6.3 Descripción del método 4
6.4 Preparación de la soldadura 4
6.4.1 Limpieza de extremos de tubería o accesorios 4
6.4.2 Sujeción de los componentes 4
6.4.3 Cepillado de los extremos de la tubería o accesorio 4
6.4.4 Alineamiento 4
6.5 Parámetros de soldadura 4
6.6 Procedimiento de unión por soldadura a tope 5
6.7 Ensayos 6
6.7.1 Examen visual de la unión 6
6.7.2 Resistencia a la presión hidrostática 7
7. REGISTROS 7

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1 Abreviaturas

GPMP Gerencia Producción de Materias Primas

DTPU GPMP – Departamento de Tecnología de Producción de Uranio

CNEA Comisión Nacional de Energía Atómica

PEAD Polietileno de alta densidad

3.2 Definiciones

No aplicable.

4. REFERENCIAS

4.1 Antecedentes

No aplicable.

4.2 Documentación Aplicable

No aplicable.

4.3 Documentación afectada

No aplicable.

5. RESPONSABILIDADES

No aplicable.

6. DESARROLLO

6.1 Introducción

En este documento se desarrollará la especificación de soldadura de la cañería de Ø160 mm de PE 80 SDR 21 utilizada para el transporte de agua de cantera

6.2 Consideraciones Previas

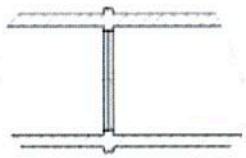
La zona a soldar debe estar protegida contra condiciones atmosféricas y climáticas desfavorables, (humedad y temperaturas por debajo de los 5 ºC).
El extremos del tubo a soldar debe estar precalentados, y libres de golpes, y agentes contaminantes, (aceite, suciedad, etc.).

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 396
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 242

6.3 Descripción del método

Para tubos de diámetro y espesores de pared mayores a 90 mm. y 3 mm. respectivamente, se recomienda la soldadura a tope. Esta consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que esté a una temperatura de 210-225 ºC y a continuación comunicar una determinada presión previamente tabulada.
Los equipos utilizados para esta soldadura deben cumplir con la norma ISO 12676-1

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 393



6.4 Preparación de la soldadura

6.4.1 Limpieza de extremos de tubería o accesorios

Se debe limpiar la superficie interior y exterior del la tubería o del accesorio a ser unido, con un paño o tela libre de pelusas o hilachas. Se debe eliminar toda partícula extraña. Si la tubería presenta una capa de protección externa, ésta se debe retirar lo suficiente para que la tubería pueda ser sujetada por las mordazas del equipo de fusión. Se debe limpiar la herramienta de cepillado y las placas calefactores.

6.4.2 Sujeción de los componentes

Sujetar los componentes en el chasis del equipo, mediante mordazas de sujeción y hacer los ajustes necesarios para lograr la alineación. Un elemento de apoyo o mesa de alineamiento, podría ser necesario para asegurar el alineamiento y reducir la presión de arrastre.

6.4.3 Cepillado de los extremos de la tubería o accesorio

Mediante la herramienta de cepillado o rectificador, cepillar el extremo de la tubería o del accesorio hasta obtener superficies limpias y paralelas para ser unidas. El cepillado se debe continuar hasta obtener viruta continua en los dos extremos a soldar.

6.4.4 Alineamiento

Remover la viruta de los extremos de la tubería o accesorio. Limpiar los extremos de la tubería con alcohol o con una tela seca. Una vez realizada la limpieza se debe proceder, en forma inmediata al calentamiento.

6.5 Parámetros de soldadura

Los parámetros de soldadura, por orden de importancia en la calidad de las soldaduras, se indican a continuación:

a. Tiempo de calentamiento (t2)

Para obtener suficiente zona fundida.

b. Tiempo enfriamiento (t5)

Tiempos de enfriamiento demasiado cortos pueden dar roturas frágiles debido a tensiones internas.

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 397
FOLIADO 263
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL REFOLIADO 394

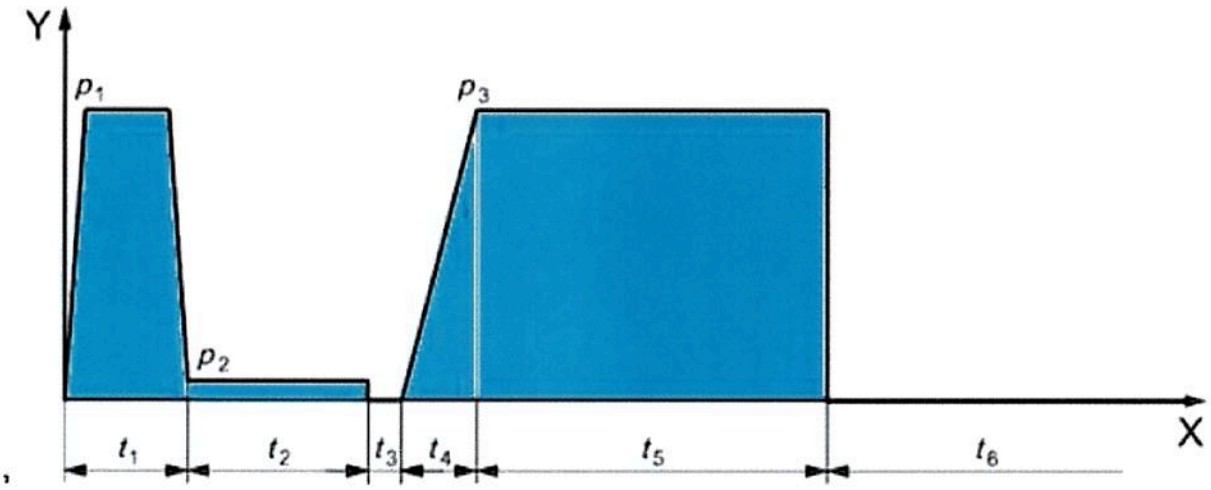
c. Rampa de presión (t4)
Después del calentamiento, los extremos de los tubos deben ser juntados rápidamente, pero la presión debe ser gradual.

d. Retirar placa y cerrar (t3)
Esta operación debe ser realizada en el menor tiempo posible, menos de 10 segundos es lo recomendado. Es importante que el tiempo sea pequeño para que las superficies fundidas de los tubos no se enfríen.

e. Presión de fusión (p1)
Puede variar en el rango de 0.10-0.22 N/mm2. Valores más bajos no son aconsejables cuando la fuerza de arrastre (p2) sea alta. El valor de p1 es el que viene en la tabla de la máquina más la presión de arrastre. El valor de p2 suele ser un 10% de p1.

f. Temperatura (T)
Puede variar entre 200–230 ºC sin diferencia significativa en la resistencia de la soldadura. No es posible mejorar la resistencia de la unión subiendo la temperatura de la placa.

.



,

6.6 Procedimiento de unión por soldadura a tope

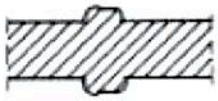
1. Emplazar la máquina. En caso necesario, por lluvia, frío o viento, montar una tienda o similar
3. Colocar y alinear en la máquina los tubos o accesorios de PE
4. Refrentar los tubos hasta que se limpie totalmente la superficie transversal de los tubos
5. Retirar el refrentador
6. Retirar la viruta sin tocar las superficies a unir
7. Controlar el paralelismo, confrontando los extremos de los tubos a soldar (tolerancia máx. 0,5 mm)
8. Controlar desalineación (tolerancia máxima 10% del espesor del tubo)
9. Limpiar las caras de la placa de soldar con isopropanol (alcohol). Las placas deben estar teflonadas
10. Comprobar con un termómetro de contacto que la temperatura de la placa esté entre 210-225ºC
11. Comprobar la presión de arrastre y anotar en la ficha de soldadura
12. Calcular p1, la presión para la formación del bordón inicial (presión de soldadura tabulada + presión de arrastre) y anotar en la ficha

13. Poner la placa entre los tubos a soldar
14. Presionar los extremos de los tubos a la placa, a la presión calculada p1, hasta formar un bordón inicial uniforme y de altura h
15. Reducir la presión a p2 = 10% p1, para el calentamiento
16. Pasado el tiempo de calentamiento t2 (tabulado en cada máquina), separar los tubos de la placa
17. Retirar la placa y unir rápidamente los extremos de los tubos en un tiempo máximo t3
18. Aumentar progresivamente la presión, (rampa de presión) desde cero a la presión requerida p 1, en un tiempo t4 y mantenerla durante un tiempo t5
19. Dejar enfriar la soldadura en esta posición sin quitar la presión p1 ni aflojar las abrazaderas.
20. Pasado el tiempo de enfriamiento aflojar las abrazaderas y retirar el tubo o la máquina.

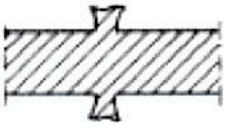
6.7 Ensayos

6.7.1 Examen visual de la unión

Las superficies interiores y exteriores de los accesorios de unión, examinados visualmente, deben ser limpias, libres de rebabas, cavidades y otros defectos superficiales que pudieran alterara sus propiedades. Después de realizada la fusión, examinadas visualmente sin aumento deben estar libres de material fundido fuera del accesorio excepto el cordón de soldadura generado por el proceso normal de fusión.
Se debe verificar la simetría, el alineamiento y el ancho del cordón de soldadura.

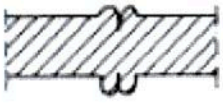


1.- Cordón redondeado
Soldadura correcta



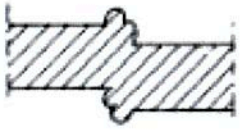
2.- El cordón es demasiado estrecho y alto
Exceso de presión

3.- El cordón es muy pequeño
Presión insuficiente



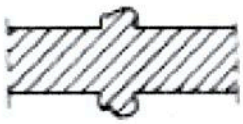
4.- Una hendidura profunda en el centro del cordón

Temperatura insuficiente o tiempo de transición demasiado largo



5.- Desalineamiento
La desviación máxima permitida es del 10% del espesor de pared

6.- Diferentes espesores de pared
Se recomienda utilizar accesorios electrosoldables



7.- Los materiales tienen diferentes temperaturas de fusión

Si no hay cumplimiento se debe rechazar la unión y se debe cortar para rehacer.

6.7.2 Resistencia a la presión hidrostática

El ensayo deberá ser efectuado, a una temperatura de 20° C, durante 1 hr., a una tensión de ensayo de 10 MPa.
Las cañerías no se deben romper, deformar ni presentar pérdidas durante el período de ensayo.
A efectos de realizar la prueba se cierran las cañerías mediante bridas ciegas.

7. REGISTROS

No aplicable.

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FOLIO 206 REFOLIADO 400
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL REFOLIADO 397

8. Dispositivo Apertura Segura de Tambores