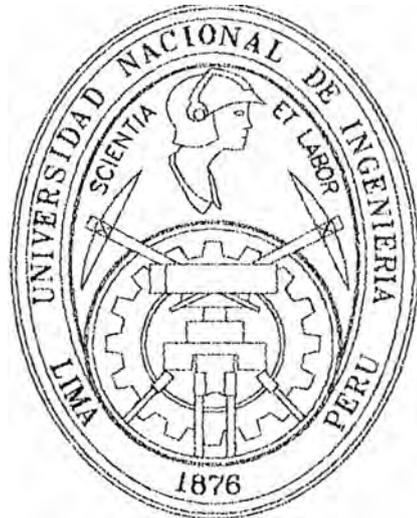


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA**



**GESTION AMBIENTAL APLICADA A LA
INDUSTRIA MINERA”**

CASO: MINA QUIRUVILCA

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

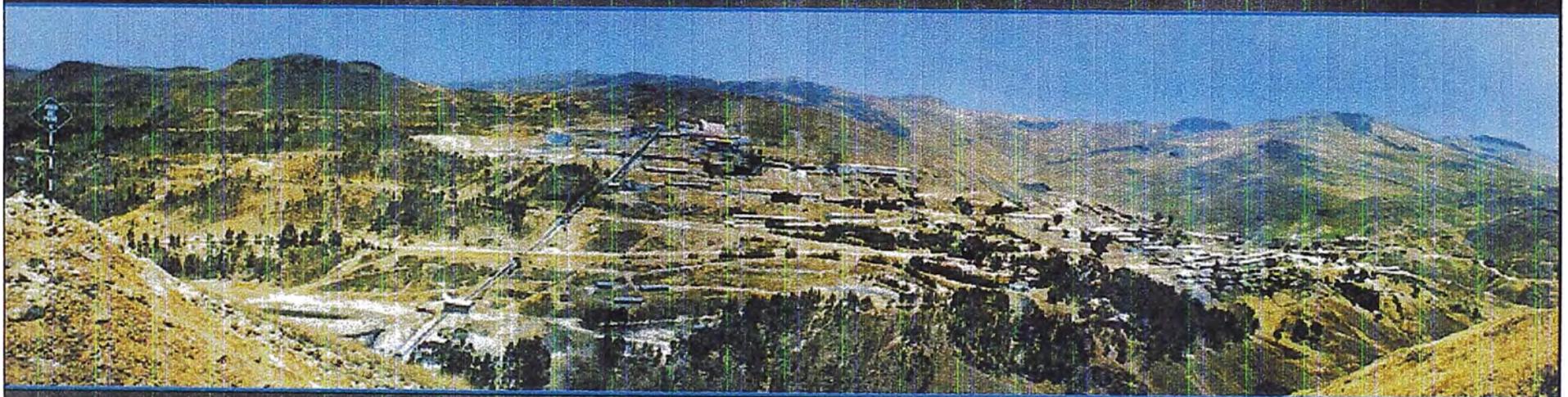
ANDRES ANTONIO DASSO CHOPITEA

**LIMA - PERU
2000**



CORPORACIÓN MINERA
NOR PERÚ

Quiruvilca



“GESTION AMBIENTAL APLICADA A LA INDUSTRIA MINERA”

CASO: MINA QUIRUVILCA

RESUMEN

PRESENTACION

ANTECEDENTES

1.- DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES

- A.- Ubicación
- B.- Historia
- C.- Geología
- D.- Reservas
- E.- Operaciones
- F.- Procesamiento de Minerales
- G.- Cuadro De Producción
- H.- Otros
- I.- Recursos Humanos

2.- PROYECTOS AMBIENTALES

- A.- Medio ambiente y estabilidad de presas de Relaves
- B.- Planta de Neutralización
- C.- Rehabilitación de Cancha de Relaves de Almirvilca
- D.- Estabilización de Cancha de Relaves Santa Catalina
- E.- Estabilización de la Cancha de Relaves San Felipe
- F.- Rehabilitación de los Relaves Derramados en el Río Moche

PRESENTACIÓN

- Objetivos
- Historia de CMNP
- Estrategia Ambiental en la Industria Minera
- Pasivos Ambientales recibidos
- Conclusiones

Objetivos

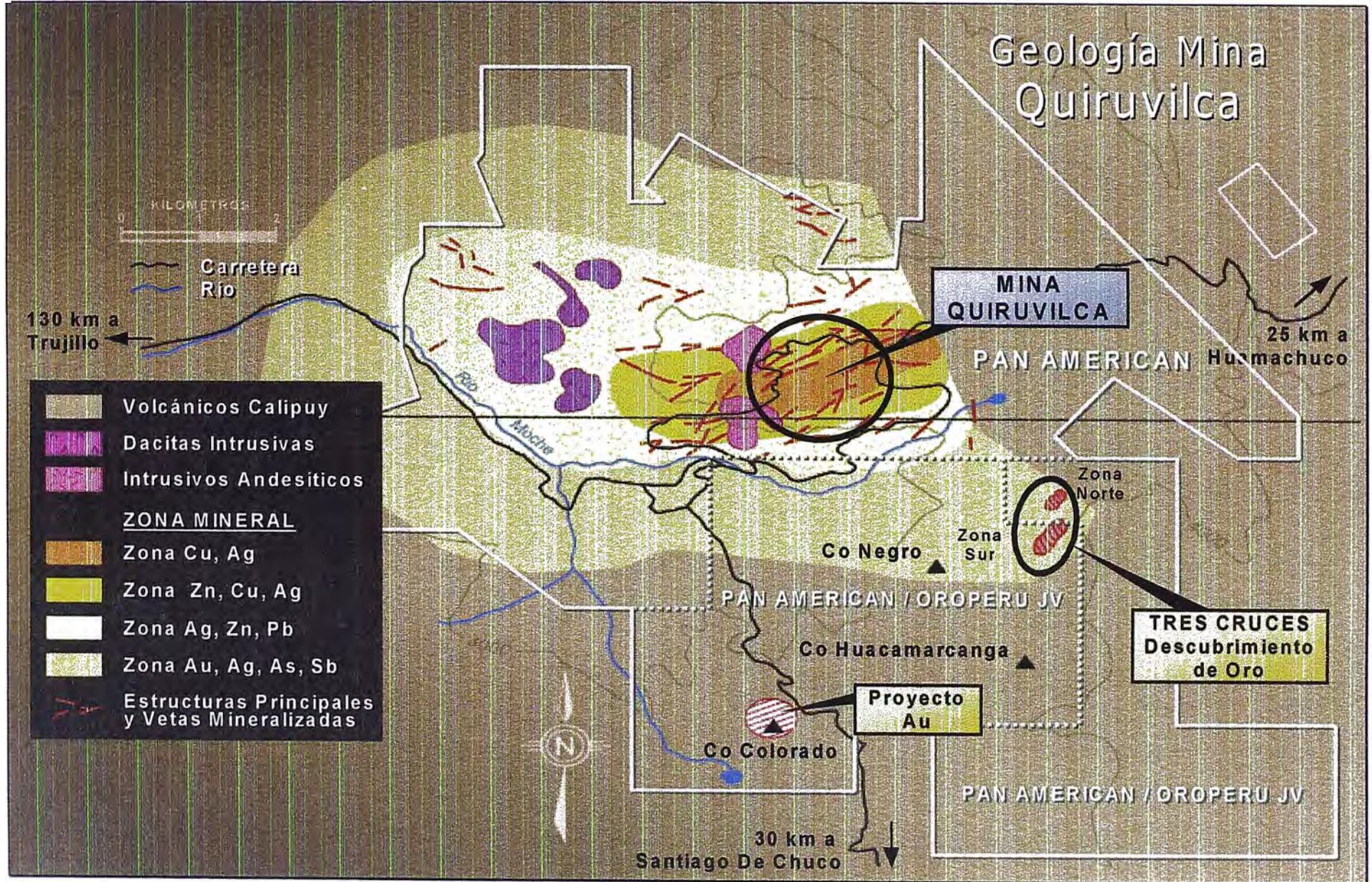
- Rehabilitación Económica y Ambiental de la Mina Quiruvilca
- Medidas Ambientales en Ejecución Comprendidas en el PAMA



Mina Quiruvilca, Perú

Plano de Ubicación





Breve Historia Antes de Setiembre del 95:

- Actividad minera registrada época de la Colonia
- 1921 se constituye Northern Perú Mining & Smelting Co. (ASARCO), Cobre 300 t/día.
- 1962: Falló la relavera Almirvilca (Richter 6), ésta vuelve a fallar en 1970, regando relaves en la cuenca Río Moche por 10 Km.
- 1967: Producción Cobre, Plomo y Zinc 1,100 t/día.
- 1978: Se constituyó Corporación Minera Nor Perú.
- 1980: Se amplió la capacidad a 1,650 t/d.
- 1985 - 1992: Mayor Crisis socio económica del país.
- 1985: Una huelga terminó en sangriento enfrentamiento. Se inició una escalada de violencia y asesinatos en 1992.
- 1992 - 1995: CMNP se encuentra en Quiebra Financiera.

A partir de Setiembre 95 a la Fecha:

- Setiembre 1995: Pan American Silver Corp. Adquiere CMNP.
- Staff 100 % peruano.
- Se inició un plan de inversiones y modernización de las operaciones
- Se incrementó la producción de 34,000 t/mes (1991-1995) a 50,000 t/mes a la fecha
- Se revirtió el flujo de caja mensual negativo de US\$400,000; a un flujo mensual positivo de US\$300,000
- Debido al tipo de yacimiento el uso de mano de obra es intenso. Los logros son debidos a una gestión gerencial moderna con planificación, ingeniería y motivación.

Plan de Inversiones en CMNP



Montos gastados y/o comprometidos a la fecha

TOTAL US\$22.1 Millones

ANTECEDENTES

Los objetivos principales de esta presentación, son demostrar como Corporación Minera Nor Perú S.A. (CMNP) dueña de la mina Quiruvilca, con más de 75 años de funcionamiento, teóricamente quebrada y con grandes pasivos económico y ambiental, puede ser reflotada, siendo el pasivo ambiental el principal y mayor problema de Corporación Minera Nor Perú S.A., y cuales han sido los avances en su remediación dentro del marco de la legislación Peruana, comprendidos en el Programa de Adecuación al Medio Ambiente (PAMA).

En Setiembre de 1995 Pan American Silver Corp. (PAS), adquirió y comenzó a trabajar en la Mina Quiruvilca de Corporación Minera Nor Perú S.A. Al momento del traspaso, las pérdidas al nivel operativo promediaban los \$400,000/mes, con una producción de 34,500 TM./mes, tres años y medio después, las operaciones generan un promedio de \$300,000/mes y un ritmo de producción de 45,000 TM./mes, con un estimado de 50,000 TM./mes para el segundo semestre de 1999 y una producción anual de 3.2 millones de Oz. troy de Plata.

Debido a la extensión y complejidad del sistema geológico de vetas angostas de alta ley de Plata, los métodos de minado son tradicionales, de mano de obra intensiva, con más de 100 tajos en operación. La utilización de tecnología de punta o mecanización es limitada, por lo que los logros alcanzados se deben principalmente a métodos de Gerencia modernos, buena practica de ingeniería y una motivación adecuada.

Como parte de la política mundial de PAS en asuntos ambientales, La Mina Quiruvilca debe cumplir con los estándares internacionales, así como con la legislación Peruana sobre la materia. Los principales logros en el cumplimiento del PAMA, los cuales representan el 85% de los montos comprometidos son:

La cancha de relaves más antigua de Almirvilca, la cual colapsara en el sismo de 1970, ha sido preparada para su cierre definitivo. La relavera de San Felipe, operada en la década de los 70, ha sido rehabilitada con la construcción de una berma de estabilización y un dique de contención de lodos, provenientes de la nueva planta de tratamiento de aguas ácidas.

Estabilización y aumento de capacidad a ocho años a la cancha de relaves Santa Catalina, en operación desde 1980.

- Planta de Tratamiento de Aguas Acidas: La planta de neutralización que utiliza el método de Lodos de Alta Densidad (LAD) con una capacidad de tratamiento de 300 m-cu/h, a un costo de inversión superior a los 4 millones de dólares, entrando en operación en Mayo de 1999, con un costo anual de operación estimado en 1.4 millones de dólares.
- Limpieza de los relaves derramados en la cuenca del río Moche, producto del colapso de la cancha Almirvilca, a la fecha se ha removido el 35% del volumen acumulado y se ha contorneado un 50% del área afectada para su futuro encapsulamiento.

En conclusión, a la fecha, desde la aprobación formal del PAMA, Marzo 97, Corporación Minera Nor Perú S.A. ha gastado más de 7 millones de dólares en asuntos ambientales, valor que representa el 12.5% de las ventas netas de ese período y aproximadamente 35% de la inversión total de los últimos tres años y medio.

Inversiones en PAMA US\$:

	Real	Programado
- Primer Año	2,641,292	1,361,484
- Segundo Año	4,607,200	3,573,385
- Total de la Inversión(US\$)	7,248,492	4,934,869
- Inversión real vs. programada	147%	

Como se puede observar, Corporación Minera Nor Perú S.A. no solo está cumpliendo con los compromisos del PAMA, sino que además se encuentra adelantado, teniendo en cuenta que el programa de adecuación termina oficialmente el 9 de Marzo del 2,002.

1- DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

A-Ubicación

Corporación Minera Nor Perú S. A. Opera la unidad minera Quiruvilca ubicada en el distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco departamento de la Libertad.

Geográficamente el área esta localizada en las vertientes del flanco occidental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre los 3,600 y 4,000 msnm. La zona ocupa las nacientes del río Moche, el cual descorre hacia la ciudad de Trujillo y desemboca en el Océano Pacífico.

Las instalaciones del emplazamiento minero se ubica a 3900 msnm en la localidad de Quiruvilca, situada a 6 km. de la planta concentradora y de las canchas de relaves, las mismas que están ubicadas en la localidad de Shorey a 3,700 msnm.

El área esta conformada por 7,800 hectáreas en un cuadrángulo aproximado de 6,000 mts en su eje Norte- Sur y 13,000 mts en el eje Este – Oeste.

Desde Trujillo se accede a la mina a través de la carretera afirmada que conduce a Santiago de Chuco, siguiendo la cuenca del río Moche en un recorrido de 126 km. Se destacan las siguientes localidades de Este a Oeste algunos antiguos yacimientos mineros hoy paralizados: Samne, Salpo, Yamobamba, Motil, La Paloma.

B-Historia

Quiruvilca es una de las minas más antiguas del Perú y fue probablemente trabajada desde la época de los Incas mediante pequeñas operaciones de exploraciones y explotación de minerales de Plata y Cobre.

En el año 1907 la Sociedad Minera Chimborazo integra una serie de pequeñas concesiones en el área de Quiruvilca y en el año 1911 cambio su razón social a la de Sociedad Minera Quiruvilca.

En 1921 se constituyo la empresa Northern Perú Mining and Smelting Co. Subsidiaria de la empresa multinacional ASARCO. Esta empresa adquirió el total de las concesiones de la Sociedad Minera Quiruvilca así como las Sociedad Minera Almiranta y a Elvira B. de Gildemeister. La Northern opero y amplio la Unidad beneficiando los minerales por fundición hasta 1930 año que por problemas de precios cierra temporalmente.

En 1936 se reabren las operaciones parcialmente operando en su totalidad en el año 1940 con la construcción de una concentradora de cobre de 300 t/día de capacidad.

Las capacidades operativas fueron ampliándose progresivamente, implementándose los circuitos de Plomo y zinc en 1967 con una capacidad instalada de 1,100 t/día

1963 Sismo intensidad V de mercali hace fallar a la única presa de relaves Almivircar debido a liquefacción, volviendo a fallar en 1970 regando relaves a lo largo de 10 km en la cuenca del río Moche.

1970 Entra a funcionar la presa de relaves San Felipe en reemplazo de Almivircar deja de operar 1980 y es Reemplazada por la presa actual Santa Catalina.

1972 se instala un sistema de recirculación de agua ácida para lixiviar minerales de la mina y producir precipitado de cobre.

1978 Norther Perú amplía su capital con la incorporación de empresarios peruanos y se cambia la razón social a Corporación Minera Nor Perú S.A. CMNP

1980 se amplía capacidad a 1650 t/día.

1981 se construye una línea de transmisión de 138 Kv. quedando así la unidad interconectada a sistema electro norte

1985 – 1992: El país enfrenta una de las crisis socio económicas mayores en su historia. Corporación empieza un periodo de inestabilidad con una huelga generalizada en 1985 la cual termina con sangriento enfrentamiento entre la policía y los trabajadores situación que encuentra su punto mas alto en 1992 con el asesinato de dos Ingenieros en la unidad en manos de elementos terroristas.

Setiembre 1995, Pan American Silver Corporation adquiere el 100 % de las acciones comunes de CMNP y el 98% de las laborales. Iniciando un plan de inversiones y modernización de las operaciones con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la empresa que a la fecha de la compra se encontraba quebrada.

C- Geología

Geología.-

Quiruvilca esta ubicado al borde este de una cuenca andesitica de la era terciaria, la misma que tiene una extensión aproximada de 65 por 110 km. Esta cuenca consta principalmente flujos andesiticos y flujos de brechas volcánicas de composición andesiticas intercaladas con flujos basálticos y ocasionalmente con sedimentos tufaceos lacustres.

Las rocas intrusivas en el distrito de Quiruvilca incluyen stocks, diques y tapones andesíticos, pórfidos cuarzo monzoníticos y una serie de stocks y diques ligeramente alterados de cuarzo.

La mina está ubicada cerca del punto focal del arco de Cajamarca, los pliegues en la región Quiruvilca tienen un rumbo aproximado de N30 W. Existen fallas regionales posiblemente influenciadas por la estructura granular por la estructura granular de los sedimentos plegados del Cretáceo subyacente. Estas fallas han controlado emplazamientos de los diques y vetas en Quiruvilca.

Las vetas se encuentran rellenando fallas y fracturas pre existentes, los rumbos predominantes de las principales vetas son N 60-70 E y E-W. Las veta de rumbo E-W generalmente causan desplazamientos en las vetas N60E.

El buzamiento de las vetas están en el orden de los 70 o W, aunque varían de la vertical hasta 40 o. La potencia varía de 10 cm hasta los 2 mts con un promedio de 40 cm.

Geología Económica.-

La mineralización en Quiruvilca está contenida en una serie de vetas que están rellenando fracturas y fallas originadas por presiones tectónicas durante la formación de La Cordillera de los Andes.

La mineralización cubre un área de 10 km. en el sentido E-W por 5 km N-S y se encuentra zonificada de manera concéntrica. Del centro hacia fuera estas zonas son;

Energita – Pirita:

Esta zona abarca un área aproximada de 2,800 x 700 m. En esta zona se concentra la mayor mineralización de cobre en forma de sulfosales de energita y tetrahedrita con una menor ocurrencia de calcopirita. Las leyes representativas de los minerales de esta zona son 0.62 gr/t de Au. , 86 gr/t de Ag., 2.2% Cu., 0.27%Pb. y 0.75% Zn.

Zona de Transición:

La zona abarca un área de 1,200 m en la dirección N-S por un largo mayor a 1,200 m en la dirección E-W. La mineralización es bastante compleja debido a que contiene energita con algo de esfalerita y galena con abundante pirita. Las leyes representativas son, 6.3 gr/t de Au., 158 gr/t Ag., 1.23% Cu., 1.20% Pb y 3.51% Zn.

Zona Plomo-Zinc:

El área de influencia de esta zona es de aproximadamente 2,000 m N-S por 3,000 m E-W. Sus principales minerales están compuestos por esfalerita y galena y en una menor cantidad tetrahedrita, tenatita, arsenopirita, marcasita y sulfosales de Pb-Sb, As y S.

Leyes representativas, 1.6 gr/t de Au., 212 gr/t de Ag., 0.41% Cu., 1.45% Pb y 4.8% Zn.

Zona Estibina:

Sus bordes no han sido definidos y se caracteriza principalmente por su abundante contenido de estibina con esfalerita, galena y sulfosales de plata (tetrahedrita). Encontrándose como minerales de ganga arsenopirita, cuarzo rodocrocita y calcita.

Leyes representativas de la zona son 0.31 gr/t de Au., 150 gr/t de Ag., 0.12% de Cu., 0.39% Pb y 0.86% Zn.

D-Reservas:

Las vetas en Quiruvilca tienden hacer extensas lateralmente y continuidad vertical con abundantes ramificaciones y cimoides. A la fecha se conocen 133 estructuras de las cuales 91 se incluyen en el calculo de reservas.

Exploraciones y Desarrollos, Con la compra de Pan American en Setiembre del 95 se inicia un programa agresivo de exploraciones con perforaciones diamantinas, que a la fecha estaba prácticamente limitada a cubicar por desarrollos. Para lo cual se rehabilita una Ly- 38 y se adquieren una Diamec 262, Diamec 232 y un Equipo Pacsack.

Actualmente se están perforando un promedio de 1000 mts/mes. **VER cuadro de Perforación Diamantina.**

**Avances en Desarrollos y Exploraciones, y en
Perf. Diamantina**

	Des & Exp.	Op. Mina	Preparac	Avances	DDH
1990	4,549	724		5,273	
1991	3,712	175		3,887	
1992	4,129	60		4,188	
1993	4,785			4,785	
1994	5,937			5,937	
1995	4,699	138		4,837	781
1996	4,689	465		5,154	1,328
1997	6,301	1,036		7,337	8,517
1998	5,714	1,373	6,809	7,087	11,243
1999 *	1,060	489	2,404	1,550	3,301

**Corporación
Minera Nor Peru
RESERVES AND
RESOURCES
1999**

Reserves

ORE	t	g Au/t	g Ag/t	%Cu	%Pb	%Zn	VPT \$/t
Proven	2,146,840	0.63	220.70	0.99	1.71	5.04	58.55
Probable	1,368,040	0.55	232.50	0.68	1.85	5.50	60.62
Total Ore	3,514,880	0.60	225.30	0.87	1.76	5.22	59.36

LOW GRADE							
Proven	1,397,290	0.68	118.10	1.21	0.65	1.88	30.38
Probable	513,425	0.51	121.50	0.50	0.88	2.61	31.01
Total Low Grade	1,910,715	0.63	119.00	1.02	0.71	2.08	30.55

Total Ore + Low Grade	5,425,595	0.61	187.90	0.92	1.39	4.11	49.21
----------------------------------	-----------	------	--------	------	------	------	-------

Resources

Ore Indicated	2,639,295	0.23	219.20	0.42	1.92	5.34	57.11
Ore Inferred	1,515,005	0.20	224.40	0.45	2.03	5.63	59.58
Total Ore	4,154,300	0.22	221.10	0.43	1.96	5.45	58.01
L.G. Indicated	373,945	0.08	141.40	0.25	0.96	2.91	33.16
L.G. Inferred	204,210	0.02	164.80	0.23	0.98	2.69	34.31
Total Low Grade	578,155	0.06	149.70	0.24	0.97	2.83	33.57
Total Resources	4,732,455	0.20	212.40	0.41	1.84	5.13	55.02

CUADRO DE EVOLUCION DE RESERVAS

RESERVAS DE MINERAL

Mineral Probado + Probable + Accesible + Event. Accesible.

	TMS	Ag gr./TMS	Cu %	Pb%	Zn %
1989	1,900,872	312.3	0.49%	2.04%	5.53%
1990	1,593,650	337.0	0.46%	2.50%	5.56%
1991	1,517,850	326.7	0.42%	2.15%	5.85%
1992	1,844,200	265.7	0.39%	2.22%	6.15%
1993	1,420,000	304.8	0.43%	2.13%	5.83%
1994	2,344,000	240.3	0.40%	1.92%	5.11%
1995	3,078,000	208.8	0.46%	1.63%	4.70%
1996	2,612,100	223.8	0.43%	1.72%	5.14%
1997	2,904,395	248.0	0.60%	1.83%	5.68%
(*) 1998	3,515,000	225.3	0.87%	1.77%	5.21%
1999					
Indicado	2,639,295	219.2	0.42%	1.92%	5.34%
Inferido	1,515,005	224.4	0.45%	2.03%	5.63%
Total	4,154,300	221.1	0.43%	1.96%	5.45%

(*) Estimado al 31.12.98

E- OPERACIÓN:

La mina es accesible por nueve niveles, siendo el mas alto el nivel Eleodora a 3925 msnm y el mas profundo el nivel 340 a 3537 msnm con una diferencia vertical de 440 mts. Generalmente algunos de los niveles tienen conexión hacia superficie vía un sistema de piques. De las 91 vetas que conforman las reservas aproximadamente solo se trabajan 30 de las cuales 9 vetas conforman 65% de la producción (Zoila Gata, Satélite, Luz Angélica, Papelillo, Luchita, Cieneguilla, Deseada, Eva y Progreso).

La producción principal proviene de las zonas: Plomo- Zinc, Transición y Estibina.

Actualmente se encuentran en producción 100 tajos y aproximadamente de 30 a 40 labores de desarrollo y exploraciones, sub niveles de preparación y chimeneas. Aparte de siete accesos por superficie, dos piques y una rampa dan acceso a los niveles inferiores de la mina. Todo el sistema de extracción se concentra en el Nivel 220 en túnel de Almiricar localizado a 3650 msnm. El material es acarreado un promedio de tres km. a la planta de chancado en superficie.

Método de minado utilizado es el de corte y relleno un 50% se utiliza relleno hidráulico el restante relleno mecánico utilizando material de la roca encajonante. Perforación es realizada con equipo Jackleg con taladros de 8 pies, limpieza se utilizan winches eléctricos o neumáticos de 15 a 25 Hp. El promedio de los tajos está conformado en bloques de dos alas de 35 mts de largo con una chimenea central con una distancia vertical entre niveles de 60 mts.

Los desarrollos actualmente se realizan en estéril con una galería paralela a las vetas, las cuales se accedan vía ventanas cada 60 mts. Perforación con Jacklegs a una sección promedio de 2.2 m x 2.4 m, se utiliza dinamita de 65% para un avance promedio de 2 m, limpieza es con palas neumáticas.

Los equipos utilizados están conformados por: Jacklegs, Winches eléctricos de 15 y 20 Hp, Palas neumáticas, Locomotoras a batería de 5 ton. Y carros mineros de 40 pies cúbicos para acarreo secundario y locomotoras Trolley de 12 ton. Con carros de 120 pies cu.

CUADRO DE EQUIPO

- Perforadoras
- Winches de arrastre
- Palas neumáticas
- Locomotoras x tamaño
- Carros mineros x tamaño
- Compresoras x cfm
- Bomba de Relleno Hidráulico
- Piques sus características y especificaciones.

Relleno Hidráulico:

La primera planta de relleno hidráulico fue instalada en 1977 y repotenciada en 1991.

Las colas de la planta son bombeadas a la planta de relleno al pie de la cancha de Santa Catalina. El material es cicloneado la fracción gruesa es bombeada utilizando una bomba GEHO; 2,700 m hacia la planta de distribución de Luz Angélica o 4,300 m al área de Central. Las plantas de distribución están equipadas con tanques de almacenamiento de 170 m-cu.

F- Procesamiento de Minerales

Proceso de concentración standard, selectivamente flotando cobre, plomo y zinc.

La mayor del equipo es de la década de los 50 con algunas adiciones recientes. La ultima expansión previa a la compra por PAS fue hecha a inicios de 1980 incrementándose la capacidad nominal de 1100 tpd a 1650 tpd, siendo su mayor restricción la planta de chancado de dos etapas, una primaria con una chancadora de quijada ACME 15" x 24" y chancado secundario con una SYMONS de 3'. Pero debido a la naturaleza húmeda y arcillosa del material de mina, el cual era tratado con una planta de lavado en la época de lluvia se restringía la capacidad hasta 1000 tpd.

En 1996 se rediseño la planta a tres etapas siendo la unica inversión mayor en la planta.

Se cambio la chancadora primaria por una de mayor tamaño COMESA 24" x 36", se coloco una SYMONS de 4 ¼' en chancado secundario colocando la SYMONS de 3' como terciaria. De esta forma se incremento la capacidad real de chancado a 3,000 tpd dando amplio margen de recuperación en la época de lluvia. El resto de inversiones menores han estado dirigidas a mejorar la capacidad mecánica operativa de la planta.

La actual capacidad nominal de planta es de 2400 tpd además de haber logrado mejoras metalúrgicas importantes tanto en leyes de concentrado como en las recuperaciones durante estos últimos cuatro años.

Relaves: Actualmente se bombean todas las colas de la planta hacia la presa Santa Catalina, localizada aguas arriba de Almilvirca a una elevación de 3,780 m aproximadamente a 1480 metros al Este de la planta concentradora. Parte del relave es utilizado para relleno hidráulico de mina, el material restante para el crecimiento de la berma principal. Santa Catalina esta en operación desde 1980 y el volumen almacenado a la fecha asciende a 2.9 millones de toneladas. Se estima una capacidad máxima de 5.35 millones de metros cúbicos o 6.94 millones de toneladas. El área ocupada del deposito es de 30 hectáreas, con una altura máxima de 50 metros y taludes de 25° a 30°. Esta presa fue construida por el método de "aguas abajo".

F- CUADRO DE PRODUCCION

Mineral Tratado

	TMS	Leyes			
		Ag. grs.	Cu %	Pb %	Zn %
1989	437,528	233.10	0.27%	1.37%	4.07%
1990	417,044	218.10	0.25%	1.45%	4.16%
1991	383,880	239.30	0.31%	1.37%	4.03%
1992	339,265	213.30	0.22%	1.42%	4.11%
1993	398,702	225.90	0.22%	1.61%	4.62%
1994	465,495	221.80	0.23%	1.58%	4.50%
1995	452,716	209.80	0.37%	1.48%	4.42%
1996	459,660	211.00	0.41%	1.40%	4.72%
1997	508,560	200.57	0.41%	1.35%	4.79%
1998	537,705	205.70	0.34%	1.33%	4.62%
1999	577,274	205.38	0.38%	1.27%	4.65%
Presup 1999	618,684	209.83	0.39%	1.21%	4.62%

Producción de Concentrados

Concentrado de Cu

	TMS	Leyes		Contenido Fino		
		Ag. grs/TMS	Cu %	Ag. Kgs.	Cu TM	Rec. Cu %
1989	5,431	5,685.94	7.34%	30,882.44	398.66	33.75%
1990	2,762	7,781.14	10.01%	21,487.62	276.43	26.51%
1991	2,597	11,745.59	18.13%	30,506.82	470.89	39.57%
1992	1,096	15,285.59	17.74%	16,751.48	194.41	26.05%
1993	1,408	16,197.94	17.05%	22,806.70	240.06	27.37%
1994	2,350	14,048.57	16.58%	33,008.52	389.56	36.39%
1995	4,159	9,368.91	21.12%	38,965.30	878.38	52.44%
1996	5,988	7,640.93	19.23%	45,753.89	1,151.49	61.10%
1997	6,174	8,041.55	20.75%	49,648.53	1,281.11	61.44%
1998	6,633	9,274.18	18.81%	61,515.64	1,247.67	68.25%
1999	6,579	9,048.00	19.00%	59,526.79	1,250.01	56.98%
Presup 1999	7,448	8,800.00	19.00%	65,542.40	1,415.12	58.65%

Concentrado de Pb

	TMS	Leyes		Contenido Fino		
		Ag. grs/TMS	Pb %	Ag. Kgs	Pb TM	Rec Pb %
1989	9,312	5,064.68	52.86%	47,162.30	4,922.32	82.12%
1990	8,623	5,173.03	54.46%	44,607.04	4,696.09	77.66%
1991	7,928	5,285.14	55.11%	41,900.59	4,369.12	83.08%
1992	6,660	5,052.34	57.23%	33,648.58	3,811.52	79.12%
1993	9,047	4,824.00	60.59%	43,642.73	5,481.58	85.39%
1994	10,115	4,341.60	61.98%	43,915.28	6,269.28	85.24%
1995	8,772	3,479.31	62.31%	30,520.51	5,465.83	81.58%
1996	8,413	3,443.17	62.18%	28,967.39	5,231.20	81.29%
1997	9,148	3,572.80	61.01%	32,684.36	5,581.26	81.29%
1998	10,297	3,806.06	59.65%	39,191.00	6,142.16	85.89%
1999	10,677	3,683.32	59.71%	39,326.81	6,375.24	86.96%
Presup 1999	10,964	3,900.00	59.00%	42,759.60	6,468.76	86.41%

Concentrado de Zn

	TMS	Leyes		Contenido Fino		
		Ag. grs/TMS	Zn %	Ag. Kgs	Zn TM	Rec Zn%
1989	28,184	293.83	55.20%	8,281.25	15,557.46	87.37%
1990	27,631	372.34	55.46%	10,288.24	15,324.32	88.33%
1991	24,452	370.29	56.94%	9,054.18	13,922.74	90.00%
1992	22,348	421.03	55.68%	9,409.09	12,443.26	89.24%
1993	29,371	302.40	56.77%	8,881.66	16,673.67	90.52%
1994	32,697	289.03	57.15%	9,450.44	18,686.39	89.21%
1995	31,742	266.40	55.65%	8,456.02	17,664.31	88.28%
1996	34,603	193.42	56.23%	6,692.91	19,457.27	89.68%
1997	38,793	155.09	56.63%	6,016.38	21,968.38	90.18%
1998	38,474	142.74	58.26%	5,491.78	22,414.95	90.23%
1999	41,390	145.40	58.48%	6,018.11	24,204.87	90.17%
Presup 1999	43,943	150.00	58.50%	6,591.45	25,706.66	89.94%

Recuperaciones

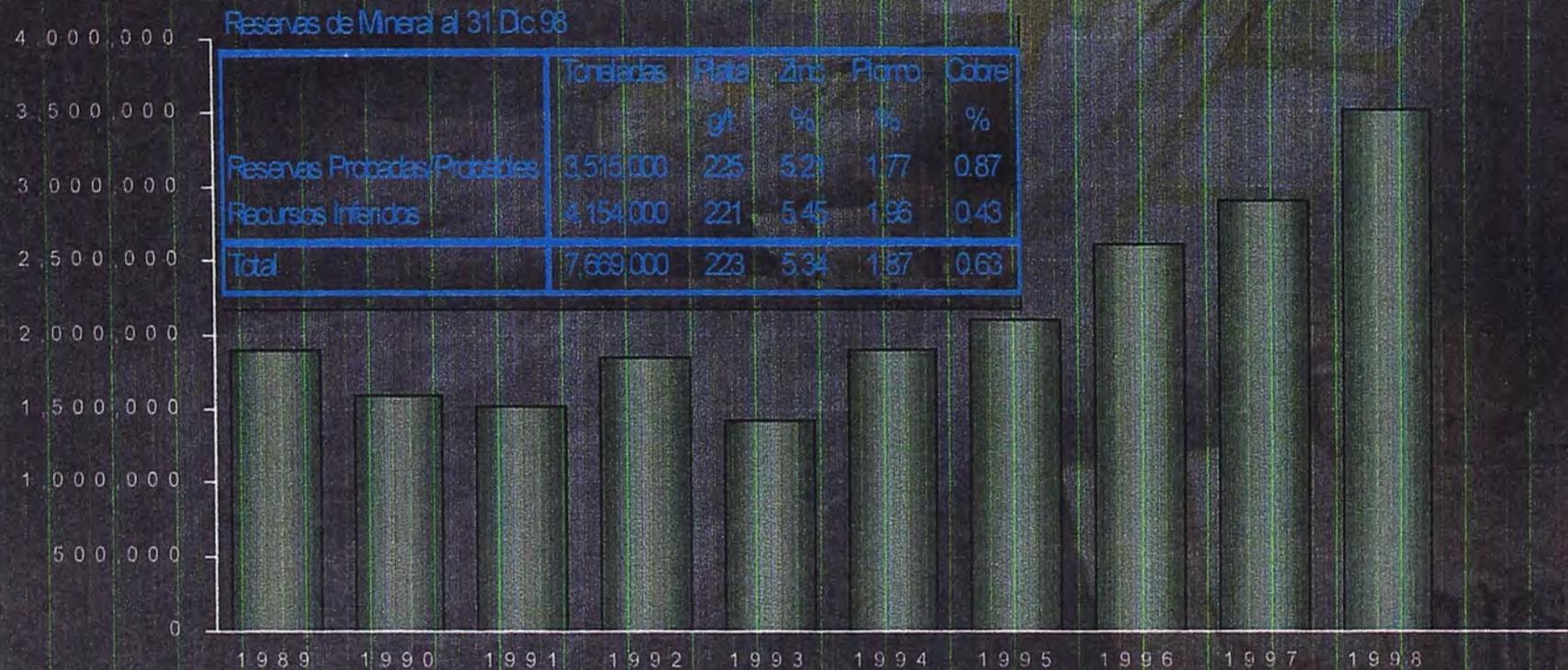
	Ag. Kgs	Recuperaciones			
		Rec Ag. %	Rec Pb %	Rec Zn %	Rec Cu %
1989	86,325.99	84.67%	82.12%	87.37%	33.75%
1990	76,382.89	83.89%	77.66%	88.33%	26.51%
1991	81,461.59	82.80%	83.08%	90.00%	39.57%
1992	59,809.16	82.73%	79.12%	89.24%	26.05%
1993	75,331.08	83.81%	85.39%	90.52%	27.37%
1994	86,374.25	83.67%	85.24%	89.21%	36.39%
1995	77,941.82	81.99%	81.58%	88.28%	52.44%
1996	81,414.19	83.94%	81.29%	89.68%	61.10%
1997	88,349.27	86.62%	81.29%	90.18%	61.44%
1998	106,198.41	87.58%	85.77%	90.22%	57.83%
1999	104,871.71	87.03%	86.67%	90.09%	57.68%
Presup 1999	114,893.45	88.50%	86.50%	90.00%	58.87%

Contenidos Finos en Concentrados

	Contenido Fino en Concentrados			
	Ag. Oz	Zn TM	Cu TM	Pb TM
1989	2,775,470	15,557.46	398.66	4,922.32
1990	2,455,789	15,324.32	276.43	4,696.09
1991	2,619,074	13,922.74	470.89	4,369.12
1992	1,922,926	12,443.26	194.41	3,811.52
1993	2,421,972	16,673.67	240.06	5,481.58
1994	2,777,021	18,686.39	389.56	6,269.28
1995	2,505,910	17,664.31	878.38	5,465.83
1996	2,617,550	19,457.27	1,151.49	5,231.20
1997	2,840,520	21,968.38	1,281.11	5,581.26
1998	3,414,389	22,414.95	1,247.67	6,142.16
1999	3,371,734	24,204.87	1,250.01	6,375.24
Presup 1999	3,693,943	25,706.66	1,415.12	6,468.76

Histórico de Reservas de Mineral en 10 Años

TMS

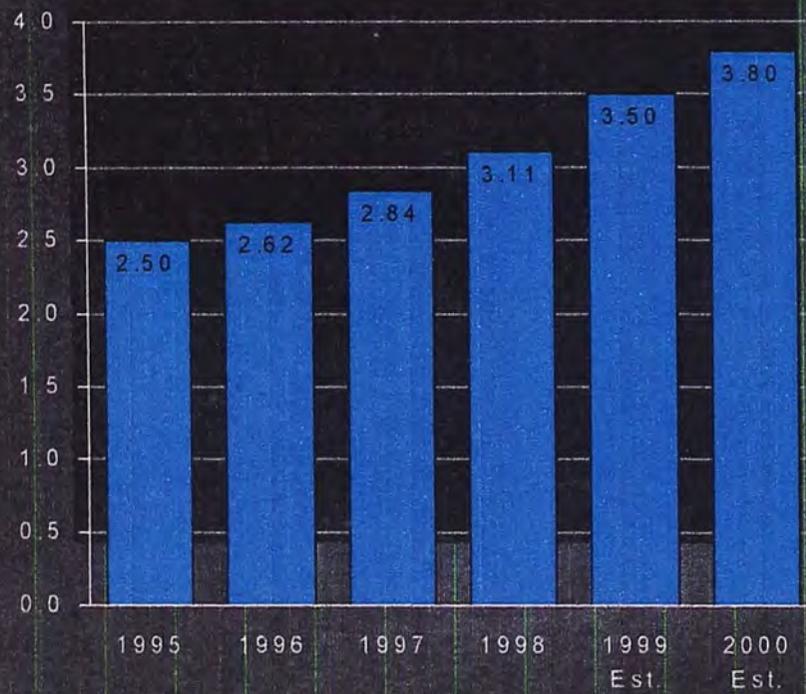




Producción de Quiruvilca

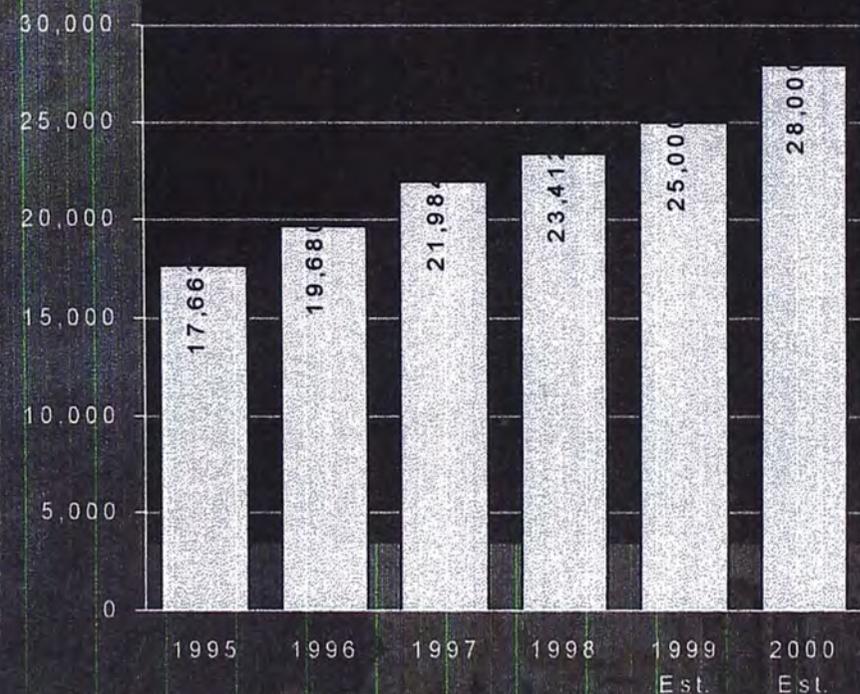
millones
de onzas

Plata



toneladas

Zinc



H- OTROS

1.- Planta de Cementación:

El agua ácida proveniente del nivel 220 de la mina es tratada en una planta de cemento de cobre con adición de chatarra de fierro. Para ello el agua de mina es clarificada en dos pozas de sedimentación, el agua clarificada se alimenta a 16 canaletas que contienen una cama de chatarra de fierro donde el cobre se precipita en forma de cemento con un contenido promedio de 52% Cu.

2.- Logística de Concentrados:

Hasta 1996 los concentrados de Plomo y Zinc eran transportados vía cable carril construido en 1927 desde la concentradora en Shorey a la localidad de Samne, a una distancia de 40.1 km. y una caída vertical de 2,190 m. Desde ese punto el concentrado era cargado en camiones a hacia deposito en el puerto de Salaverry, para luego ser embarcados en lotes de 2,500 ton y 5,000 ton respectivamente. El concentrado de cobre era ensacado en bolsas de 50 Kg. enviado al puerto del Callao para su posterior embarque. El costo estimado de toda la operación hasta Salaverry sin contar las mermas por excesivo manipuleo fue de \$25.5 tms.

Actualmente el cable carril a sido desactivado y desarmado, siendo todo el transporte vía carretera y a granel a un costo promedio de \$14 por tms. El concentrado de cobre es enviado en camiones a la Oroya.

I- Recursos Humanos

- a) Se realizó la evaluación y descripción de puestos de trabajo a través de un nuevo esquema de categorización, que parte de un salario diario base para todos los trabajadores en planilla, hasta 6 nuevas categorías. Nota: El incremento original de salario proyectado en el presupuesto de 1999 fue de 2.00 nuevos soles, aplicado a 544 trabajadores en planilla diaria y a una tasa de cambio de 3.15, con un efecto neto de US\$ 190,000 incluyendo costos indirectos. El acuerdo final incluyendo la categorización alcanza la cifra de US\$ 180,000 a una tasa de cambio de 3.35. La nueva proyección del gobierno para el tipo de cambio es 3.5 a fines del presente año.
- b) Reducción y renovación de personal. Desde que PASC tomó control de la empresa, ha sido un objetivo constante incrementar la productividad usando los medios adecuado, y por lo tanto una reducción de personal era de esperarse. Desde Diciembre 1995 hasta Abril de 1999 la fuerza laboral ha sido reducida de 623 a 542 trabajadores, y en lo que respecta a la planilla mensual de empleados ha habido un incremento de 211 a 261, con una reducción neta de 241 trabajadores de compañía. El incremento en la planilla mensual se explica en parte por: A- 36 trabajadores de

planilla diaria han sido ascendidos a supervisores en planilla mensual. B- Se han creado nuevos departamentos o mejorado los existentes según requerimiento de la operación, por ej. Geología, de 4 a 10; Ingeniería y Planeamiento de 14 a 16; Seguridad y Medio Ambiente de 4 a 11; Recursos Humanos de 9 a 11; Sistemas de 6 a 8. Entendemos que de primera impresión podría parecer excesivo para una operación activa normal, pero bajo las condiciones en las que fue asumida y la falta de información apropiada, la magnitud del trabajo de ingeniería que requería la operación, incluyendo más de 10 millones de dólares en proyectos de construcción; la cantidad del personal está más que explicada. Reducción de trabajadores contratados: de 745 en Setiembre 1995 a 527 en Mayo 1999.

- c) Alta rotación. Ha sido realmente difícil encontrar trabajadores mineros capacitados, así como profesionales y/o técnicos. Por ejemplo en 1998, 11 ingenieros de minas renunciaron siendo algunos de ellos reemplazados por supervisores técnicos. Durante 1999 se retiraron el superintendente de mina, el jefe de geología y el jefe del Dpto. de Seguridad. Los sueldos están 20% por encima de otras operaciones de igual dimensión, pero es bastante difícil competir con operaciones de tajo abierto, que en muchos casos son más rentables.

d)

	Set 1995				1998				1999			
	Perm.	Temporal	Contratas	Total	Perm.	Temporal	Contratas	Total	Perm.	Temporal	Contratas	Total
Obreros												
Mina	420		366	786	294	102	606	1002	284	102	554	940
Faja 280				0				0		4		4
Planta	35		50	85	18	29		47	18	29		47
Ingeniería	3		5	8	5	9		14	5	9		14
Geología	6		6	12	1	19		20	1	31		32
Seguridad	4		87	91	1	1		2	1	1		2
Mantenimiento	79		22	101	38	10		48	26	10		36
Sistema Eléctrico	11		2	13	10	1		11	9	1		10
Cable carril	36		131	167				0				0
Administración	26		25	51	30	3		33	16	3		19
Lima Trujillo	3			3				0				0
Planta Agua				0				0		8		8
CAR				0		17		17				0
Sub-Total	623	0	694	1317	397	191	606	1194	360	198	554	1112
Empleados												
Mina	51			51	35	4		39	35	4		39
Planta	16			16	17	3		20	17	3		20
Ingeniería	3			3	13	12		25	13	12		25
Geología	7			7	6	1		7	6	2		8
Seguridad	3			3	3	5		8	3	5		8
Mantenimiento	21			21	9	23		32	9	23		32
Sistema Eléctrico	2			2	2			2	2			2
Administración	54	12		66	60	20		80	57	20		77
Lima Trujillo	38	4		42	28	7		35	28	7		35
Planta Agua				0				0		3		3
CAR				0		2		2				0
Sub-Total	195	16	0	211	173	77	0	250	170	79	0	249
Total General	818	16	694	1528	570	268	606	1444	530	277	554	1361

e) Comunicación & Sistemas

Tanto la comunicación como el área de sistemas han pasado grandes cambios. A la fecha estamos conectados en red a la Unidad minera.

El programa original establecía migrar de un sistema main frame a un ambiente windows en computadoras personales. La priorización se hizo tomando en cuenta los requerimientos de la operación y la compatibilidad con el año 2000.

Durante 1996-1997 además de gastos en hardware e infraestructura, las reservas geológicas se migraron a base PC, se puso en operación un sistema de Mantenimiento, se compraron Auto CAD y otras herramientas de dibujo, y todos los planos de mina fueron digitalizados. En 1997-1998 se instaló un sistema de Logística. En 1998-1999 está en proceso un sistema de Recursos Humanos, y se espera que la parte de Planillas entre en prueba en Julio, y en paralelo en Agosto.

La Contabilidad todavía está basada en un sistema main frame y su actualización está programada para el año 2000. Las medidas de contingencia para el problema del año 2000 serán probadas con el cierre contable de medio año.

**PRINCIPALES
INDICES**

**F. Costo Unitario y
Valor Unitario
(NSR)**

Año	Costo US\$	Producción t	Costo US\$/t	Valor US\$	NSR US\$/t	Contribución
1994	23,149,643	465,495	49.73	18,044,078	38.76	-10.97
1995	27,520,606	452,716	60.79	20,362,535	44.98	-15.81
1996	24,725,328	459,660	53.79	25,216,461	54.86	1.07
1997	24,776,247	508,560	48.72	30,050,561	59.09	10.37
1998	26,403,693	545,405	48.41	28,503,933	52.26	3.85
1999	27,536,989	618,684	44.51	28,271,127	45.70	1.19

Eficiencia de Mano de Obra (CMNP)

Año	Tareas	Producción	t/tarea
1997	125,201	304,318	2.43
1998	132,561	295,381	2.23
1999	123,824	321,781	2.60

Energía Eléctrica

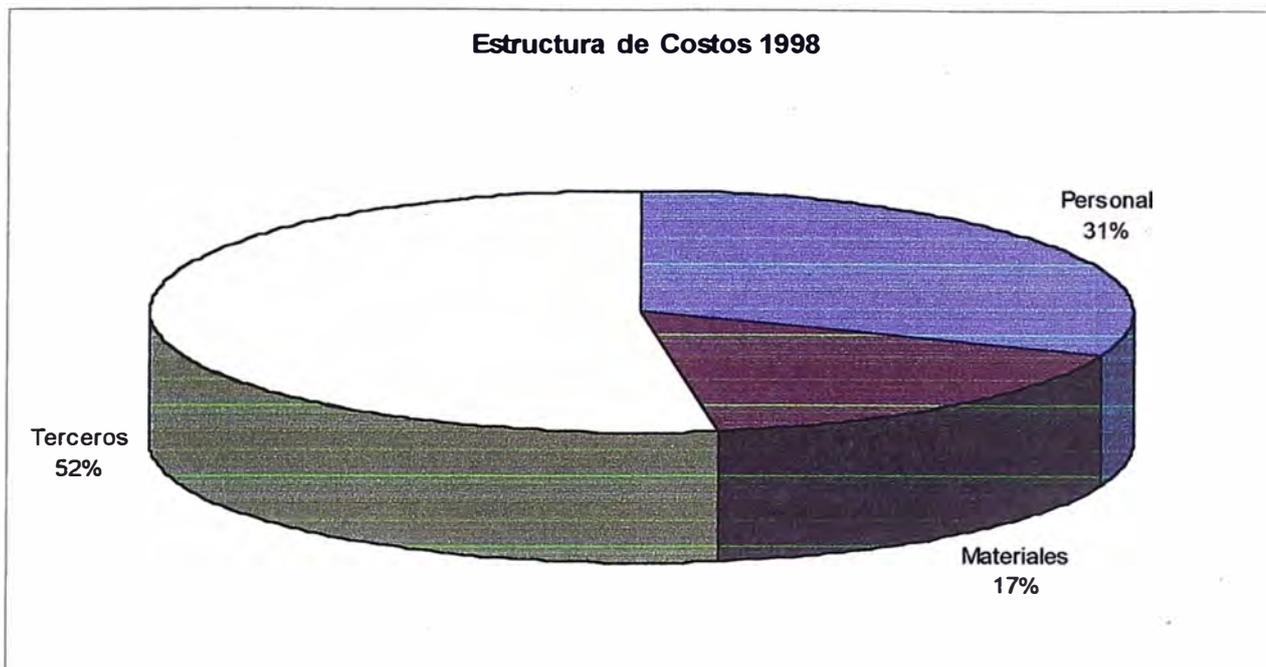
Año	Hidrandina kWh	Plazapampa kWh	Total kWh	Producción t	kWh/t
1994	33,994,500	967,800	34,962,300	465,495	75.11
1995	35,209,000	727,500	35,936,500	452,716	79.38
(*) 1996	38,180,677	1,055,100	39,235,777	459,660	85.36
(*) 1997	42,364,656	500,800	42,865,456	508,560	84.29
(*) 1998	41,345,257		41,345,257	545,405	75.81
(*) 1999	48,420,450		48,420,450	618,684	78.26

(*) Incluye consumo de proyectos

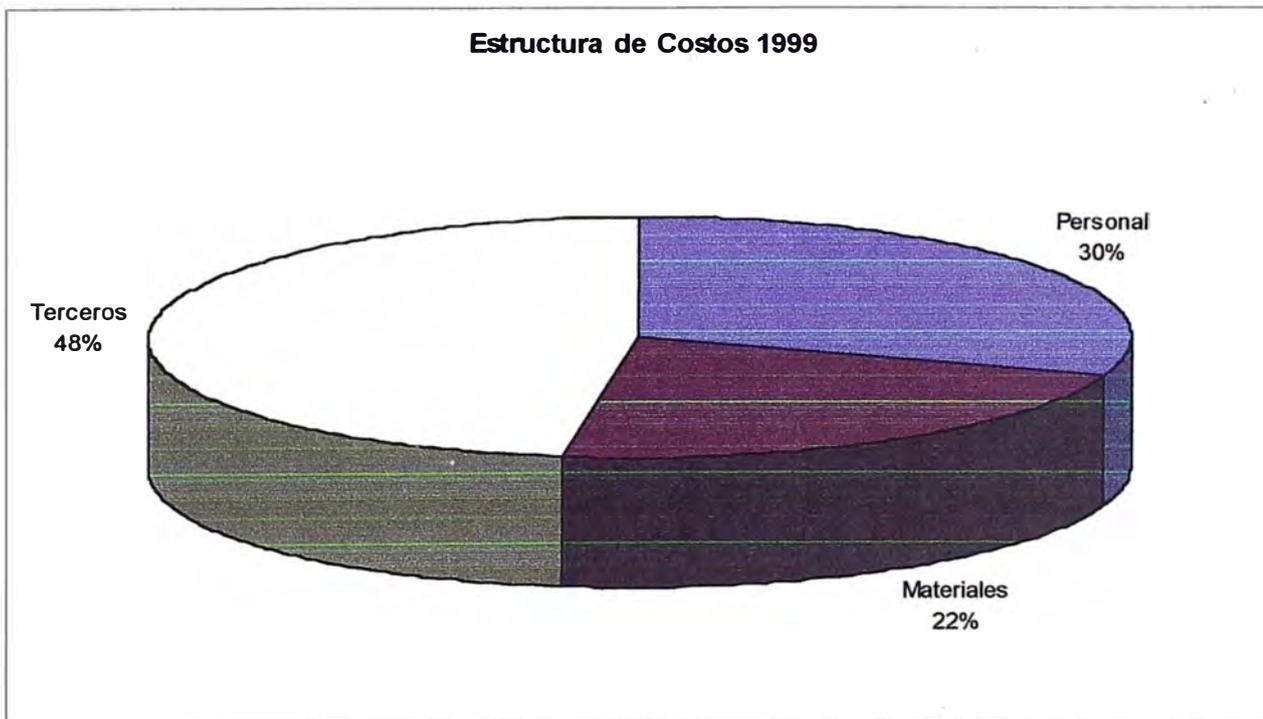
Composición del Costo

	545,405		618,684	
	1998	\$/TM	1999	\$/TM
Personal	\$8,170,720	\$14.98	\$8,250,312	\$13.34
Materiales	\$4,402,549	\$8.07	\$6,078,698	\$9.83
Terceros	\$13,830,424	\$25.36	\$12,943,979	\$20.92

Estructura de Costos 1998

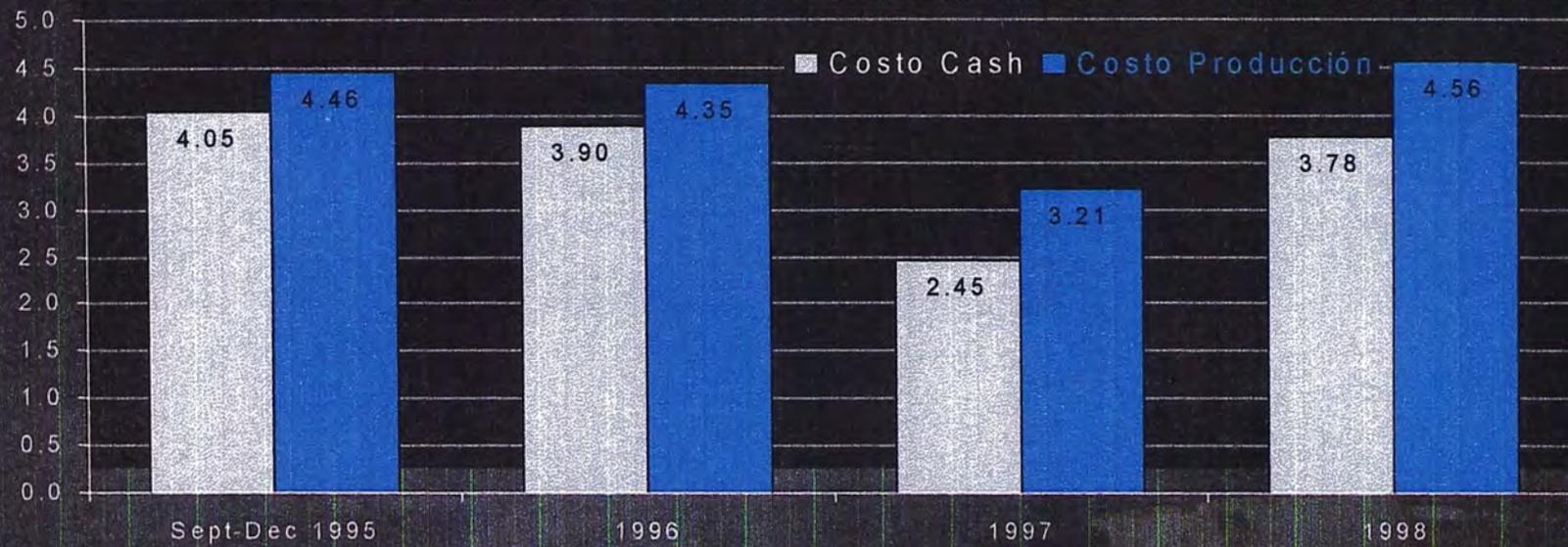


Estructura de Costos 1999



Costo de Producción

US\$ / onza
Plata



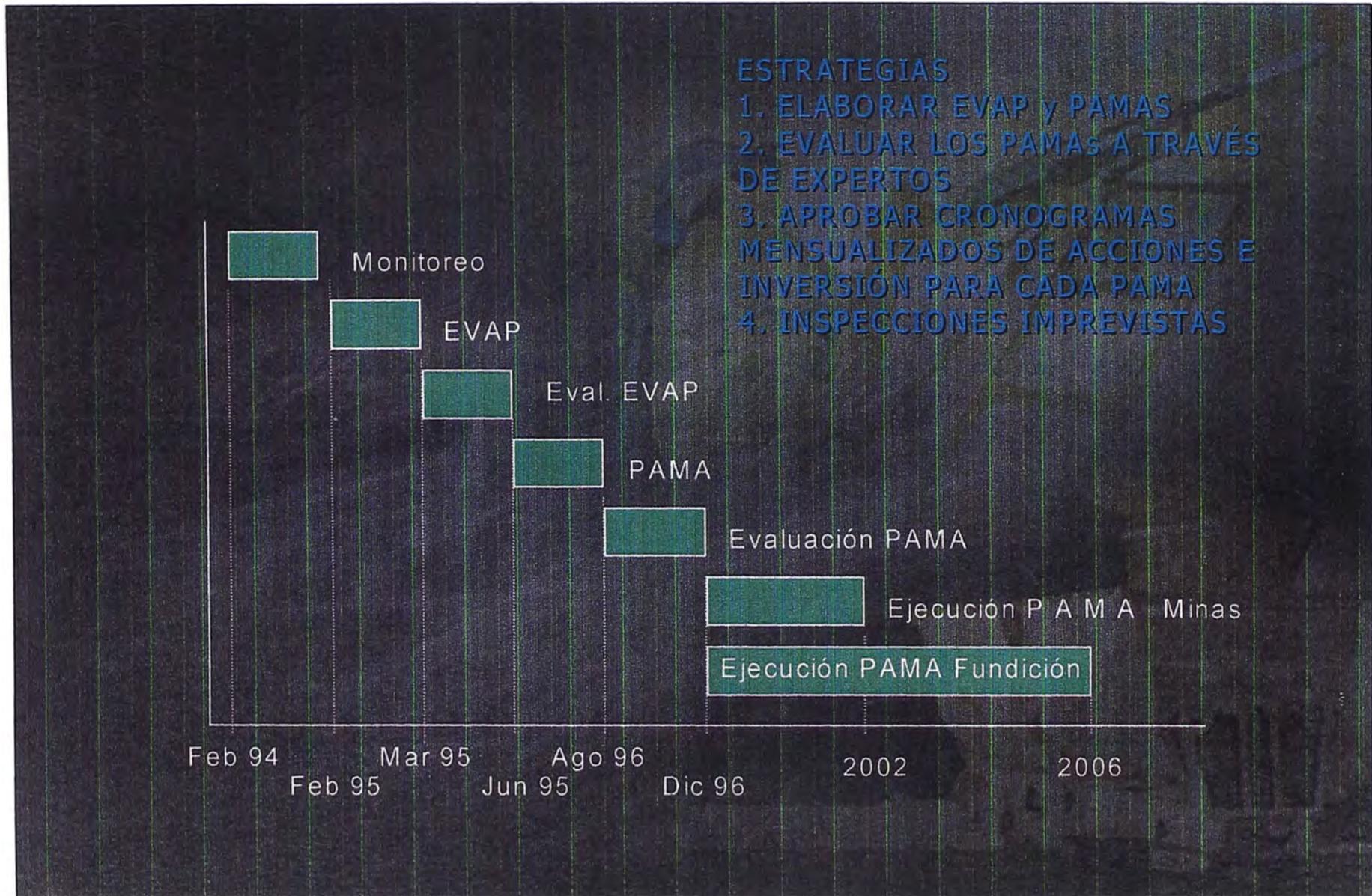
Costo cash = costo operativo + regalías e impuestos de producción + retorno neto

Costo de Producción = Costo cash + Depreciación y amortización + rehabilitación

2.- PROYECTOS AMBIENTALES

Política Ambiental del Sector Minero

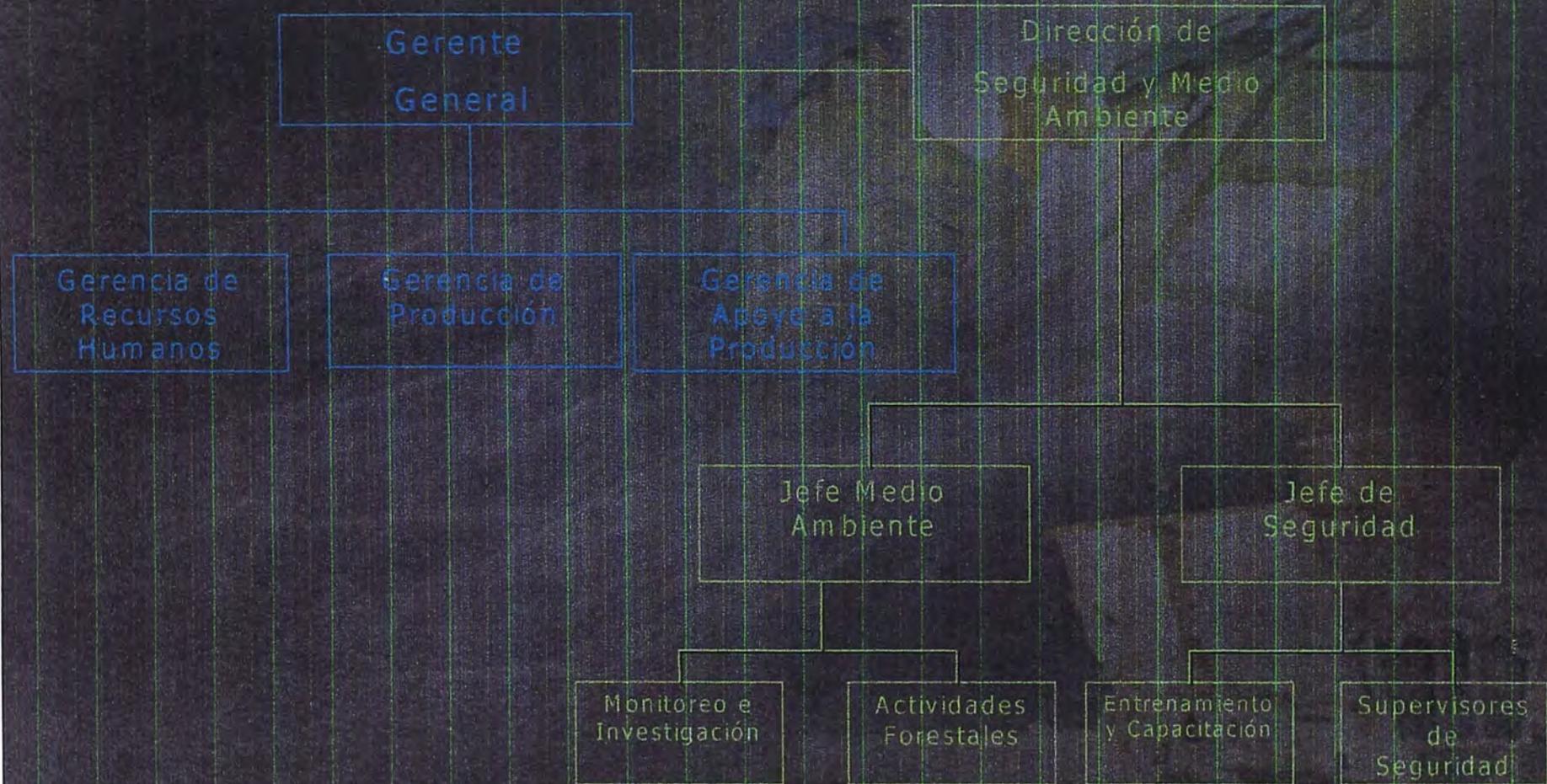
- Enmarcada dentro del estado normativo fiscalizador y promotor de las inversiones
- Misión:
 - Crecimiento del sector sin contaminar
 - Reducir sostenidamente los efectos anteriores sobre el ambiente
- Ojetivos para el desarrollo sostenible de la minería
 1. Adecuación ambiental de operaciones en marcha
 2. Eliminar pasivo ambiental histórico
 3. Operaciones nuevas sin problemas ambientales



RESPUESTA DE CORPORACIÓN MINERA NOR PERÚ S.A. A LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL SECTOR MINERO:

- Reestructuración Organizacional de la Empresa
- Cumplimiento de los Proyectos Ambientales del PAMA
- Desarrollo e Implantación de un Sistema de Gestión Ambiental

Estructura Organizacional de CMNP



IMPACTO AMBIENTAL DEL PASIVO RECIBIDO

- Impacto ambiental histórico
 1. Generación de aguas ácidas
 2. Colapso cancha de relaves de Almirvilca
 3. Relaves derramados río Moche
- Riesgo ambiental futuro
 1. Estabilización de relaveras
 2. Plan de cierre de relaveras inoperativas

Plan de Acciones e Inversiones del PAMA
Cronograma Modificado (Aprobado el
24.Nov.98)

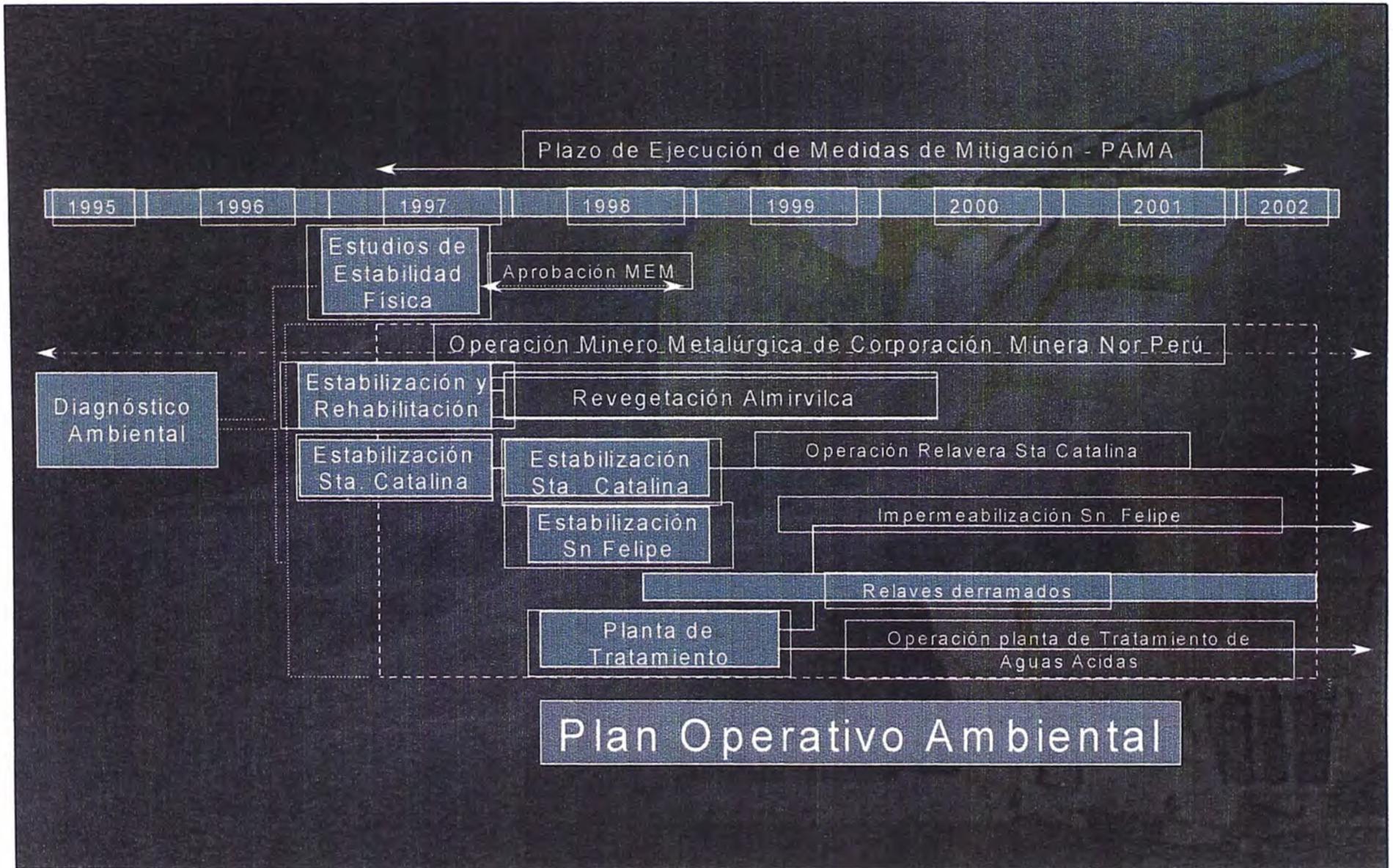
Item	Actividad	Inversiones en US \$					
		Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
A1	Manejo Integral y Tratamiento de Efluentes Adicionales	530,000	200,000	10,000	40,000	70,000	210,000
A2	Planta de Tratamiento de Aguas Acidas de Mina	3,700,000		3,700,000			
B1	Cancha de Relaves de Santa Catalina	362,250	362,250				
B2	Cancha de Relaves de Almirilca	507,750	507,750				
B3	Cancha de Relaves de San Felipe	1,090,000		840,000	250,000		
B4	Relaves derramados y Rehabilitación en el río Moche	112,620		50,000	51,120	11,500	
C2	Botadero de Desmonte Codiciada	50,000				50,000	
C3	Botaderos de desmonte mediano, pequeño y poco accesible	84,075		7,200			76,875
D1	Cierre Trincheras de explotación de afloramientos	171,528				85,000	86,528
E1	Manejo de aceites usados	101,600			20,000	81,600	
E4	Tratamiento de agua potable, desagües y relleno sanitario	195,600	50,000		20,000		125,600
Totales		6,905,423	1,120,000	4,607,200	381,120	298,100	499,003

Inicio 1er. Año 10.03.1997

Final 5to. Año 09.03.2002

MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (pasado y futuro)

- Generación de aguas ácidas
 - Planta de neutralización de aguas ácidas
- Canchas de relave: a) Almirvilca b) Santa Catalina c) San Felipe
 - Estabilización (a, b, c)
 - Rehabilitación (c)
 - Plan de cierre y Revegetación (a)
- Relaves derramados
 - Rehabilitación del área afectada río Moche



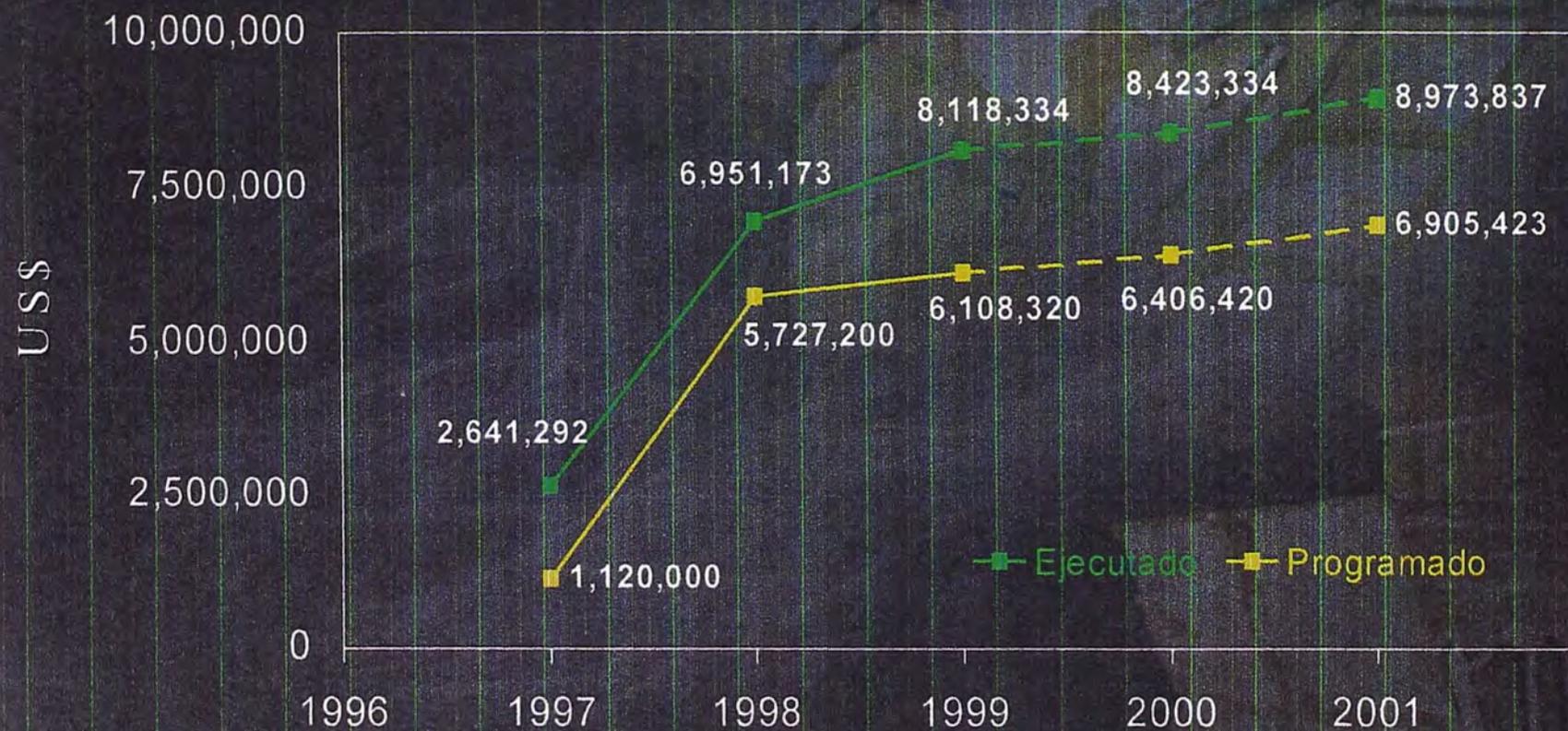
Respuesta Actividades Realizadas
Real vs Programado

Item	Actividad	Total US\$	1997		1998		1999	
			Real	Prog.	Real	Prog.	Real	Prog.
A1	Manejo y tratamiento de Efuentes	530,000	625	200,000	-	40,000	-	40,000
A2	Planta de tratamiento agua ácida	3,700,000	244,897	-	2,712,969	3,700,000	955,846	-
B1	Cancha Relaves Santa Catalina	362,250	1,875,485	362,250	665,677	-	-	-
B2	Cancha Relaves Almiralca	507,750	591,504	507,750	45,484	-	-	-
B3	Cancha Relaves San Felipe	1,090,000	2,002	-	806,783	840,000	147,268	250,000
B4	Rehabilitación río Moche	112,620	-	-	74,665	50,000	50,000	51,120
C2	Desmante Codiciada	50,000	-	-	-	-	-	-
C3	Desmontes otros	84,075	-	-	4,103	7,200	-	-
D1	Cierre Trincheras	171,528	-	-	-	-	-	-
E1	Manejo de aceites	101,600	-	-	-	-	-	20,000
E4	Tratamiento de agua potable y otros	195,600	126,778	50,000	-	-	14,047	20,000
Totales		6,905,423	2,541,292	1,120,000	4,309,591	4,607,200	1,167,161	381,120
Totales acumulados			2,541,292	1,120,000	6,951,173	5,727,200	8,118,334	6,108,320

Total Inversión Programada US\$ 6,108,320

Total Inversión Realizada US\$ 8,118,334

Inversiones PAMA Programado vs. Ejecutado



PAMA (1997 - 2001)

2. PROYECTOS AMBIENTALES

A- MEDIO AMBIENTE Y ESTABILIDAD DE PRESAS DE RELAVES

Siendo los pasivos ambientales el principal problema que afrontaba CMNP al momento de la compra por PAS y el objetivo principal de este trabajo, a continuación un resumen de los principales pasivos y los trabajos efectuados para su remediación. Cada área será tratada específicamente más adelante.

Antecedentes:

Los pasivos encontrados en la unidad minera Quiruvilca, han sido catalogados en dos áreas; Pasivos que impactan al medio ambiente, los cuales han sido considerados en el plan de remediación, mitigación y adecuación del PAMA y Estabilización y Rehabilitación de Presas de Relaves abandonadas y en operación.

Los principales problemas ambientales son Relaves de Planta y Drenaje de Agua Ácida.

La roca encajonante y la mineralización tienen un alto contenido de sulfuros, con muy poca alcalinidad, y es la principal fuente de drenaje de agua ácida. Relaves han sido depositados durante la vida de la mina en tres áreas principales: Santa Catalina (operando), San Felipe (1967-1980) y Almirvilca (cerrada 1967). La cancha de Almirvilca fue escenario de dos colapsos por licuefacción, debido a terremotos en 1963 y 1967, como resultado los relaves fluyeron aproximadamente 10 Km aguas abajo. Estos relaves se han depositado en terrazas aluviales a pocos metros aguas debajo del área de la cancha San Felipe. La estabilidad física del remanente de Almirvilca, San Felipe y Santa Catalina fueron evaluadas encontrándose en los tres casos posibles problemas de estabilidad dinámica ante la presencia de un evento sísmico de mediana o alta intensidad.

A la fecha las tres áreas han sido estabilizadas de acuerdo a las normas locales e internacionales sobre la materia. Los programas de estabilización de las tres canchas de relaves han sido aprobados mediante Resoluciones emitidas por la Dirección general de Minería.

Almirvilca.- ha cumplido con el plan de cierre definitivo al 97%, para lo cual se reforzó la berma que contenía los relaves remanentes, se contorneó de acuerdo a la topografía del lugar, se cubrió con una capa impermeable de arcilla de un espesor promedio de 500 mm y finalmente una cobertura de tierra vegetal y el sembrado correspondiente.

San Felipe; El deposito que se encuentra inoperativo desde 1980 ocupando un área aproximada de 14 hectáreas ha sido rehabilitada para la disposición de los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas ácidas, para lo cual se ha reforzado la presa actual tomando en cuenta las nuevas volumen y carteristas físicas de los lodos. Los trabajos fueron terminados en Diciembre 1997 y entro de nuevo en operación en Mayo 1999.

Santa Catalina; El plan de estabilización consiste de tres etapas, la primera completada en primer semestre 1996 y consistía de la construcción de una berma de estabilización al pie del dique principal. Segunda etapa de estabilización terminada a fines de 1997, comprendió el crecimiento de la berma principal y a la ves expandiendo la capacidad hasta fines del año 2000. Tercera etapa que comprende la elevación del dique principal 3 metros adicionales aseguran la vida de la cancha hasta el 2005.

Las principales causas de drenaje de agua ácida. En orden de importancia, son: Drenaje de agua de mina, Cancha de San Felipe, área de planta concentradora, Almirvilca, y Santa Catalina, a Setiembre de 1995 una pequeña planta de tratamiento de agua con el objetivo de tratar el agua de la planta de precipitados para uso en la concentradora durante la época de estiaje, consistentes en adición de cal.

Planta de tratamiento de Agua Acida: A principios de Mayo 1999 entrando en funcionamiento La planta de tratamiento de aguas de Quiruvilva utilizando el proceso de lodos de alta densidad, esta planta tratara un promedio de 160 m³ /h con una capacidad de diseño máxima de 300 m³/h, a un costo total de inversión incluida ingeniería de aproximadamente 4.3 millones de dólares y un costo de operación anual estimado de 1.4 millones de dólares anuales.

El resto de efluentes han o están siendo mitigados, los principales como Almirvilca han sido encapsulados, San Felipe están siendo cubiertos y los drenajes de Santa Catalina derivados a la planta de agua.

CUADRO RESUMEN ESPECIFICACIONES PLANTA DE AGUA CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE PLANTA DE AGUA ANTES Y DESPUES Y COMPARADO CONTRA STANDARES LEGALES

Organización y políticas

Las cifras de inversión que se muestran en los cuadros siguientes reflejan los montos comprometidos en El PAMA así como aquellos realizados en actividades conexas.

CUADRO PAMA Y CUMPLIMIENTO

CUADRO TOTAL DE INVERSIONES EN MEDIO AMBIENTE

De acuerdo con la legislación vigente D.Leg. N° 613: Código del Medio Ambiente y los recursos Naturales; D.Leg: N°109: Ley General de Minería y las normas

correspondientes al control del impacto al medio ambiente de las actividades de las compañías mineras con operaciones de mina y planta en curso. D.S. N°016-93-EM, modificado por D.S. N°059-93-EM.

Sobre la base de este marco legal, CMNP elaboro y presento la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP) de la unidad minera Quiruvilca (CMNP, 1995). Los resultados del EVAP complementados con monitoreos posteriores, han servido como base para la elaboración del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

B - PLANTA DE NEUTRALIZACION

PROCESO

El agente neutralizante es el **óxido de calcio** (CaO) que al reaccionar con el ácido sulfúrico (H₂SO₄) del agua ácida de mina produce el sulfato de calcio o yeso (CaSO₄). El proceso se completa con la oxidación de los metales disueltos inyectando oxígeno a la solución neutralizada y formando hidróxidos de hierro, zinc, plomo, etc. en forma de precipitados. Tanto el yeso como los hidróxidos quedan en solución en un agua neutra conformando un lodo.

El agua ácida tiene un pH que varía entre 1.5 a 2.0 con un contenido de metales disueltos que varían entre 2,500 a 3,500 mg/l. La neutralización debe realizarse a pH 7.2 como mínimo.

El proceso empleado se denomina “High Density Sludge” (HDS) o Lodos de Alta Densidad, mediante el cual la solución (lodo) es reciclada incrementado su densidad con los siguientes objetivos y resultados:

- Reduciendo el volumen del lodo en 20:1 facilitando su manejo hidráulico
- Propiciando el crecimiento de los cristales pues las nuevas moléculas se pegan o “incrustan” en las partículas existentes. Este mayor tamaño de cristales a su vez es factor clave para la separación líquido/sólido y por consiguiente en la calidad del agua tratada. Así mismo se reduce la incrustación en tanques, bombas y otros equipos de proceso aumentando su vida útil.
- Reducir los espacios para la disposición de lodos.

DESCRIPCION DE LA PLANTA

En primer lugar se dirá simplemente que existe una **planta de cal** en la que se prepara la solución o lechada de cal al 15% en peso. La cal tiene un contenido de CaO entre 70-75%. La descripción de esta planta no bien al caso por el momento.

La planta consta de un **tanque de almacenamiento de lechada de cal** que tiene una capacidad para abastecer a la planta de neutralización hasta por 8 horas a su máxima capacidad. El tanque posee un agitador para mantener los sólidos suspendidos. De este tanque y mediante bombas se dosifica la cal al proceso.

El proceso de neutralización se inicia en el **tanque de mezcla rápida** en el que se recibe el agua ácida y se neutraliza con una mezcla de cal y lodos que reciclan del proceso. Este tanque posee un agitador que produce una gran turbulencia pues su objetivo principal es la homogeneización de los dos pH's tan extremos que allí ingresan y obtener el valor de 7.2. Este tanque descarga en el **tanque reactor**.

El tanque reactor tiene como función la oxidación de los metales disueltos y precipitar los hidróxidos. Para este fin consta de un agitador de diseño especial que rompe y dispersa las burbujas de aire buscando el tamaño más pequeño posible optimizando la reacción química del oxígeno con los iones metálicos. Posee asimismo en el fondo y debajo del agitador un difusor que recibe el aire comprimido y lo reparte en toda la sección del tanque. El reactor entrega todo su producto al **espesador/clarificador**.

El espesador/clarificador se encarga de la densificación de los lodos y la clarificación del agua tratada y es esencialmente un tanque sedimentador circular de gran diámetro y fondo cónico. Al sedimentarse los sólidos estos son extraídos por el fondo del equipo y el agua clarificada rebosa por la parte superior. Una rastra ayuda a recolectar los sólidos sedimentador y dirigirlos hacia en vértice del fondo cónico.

Una **planta de floculante** prepara almacena y dosifica este reactivo que actúa como aglomerador de partículas optimizando la sedimentación de los sólidos en el espesador/clarificador.

Una batería de **bombas** equipadas con variadores de velocidad reciclan de manera controlada una porción de los lodos a la cabeza del proceso, al tanque de Lodos/Cal.

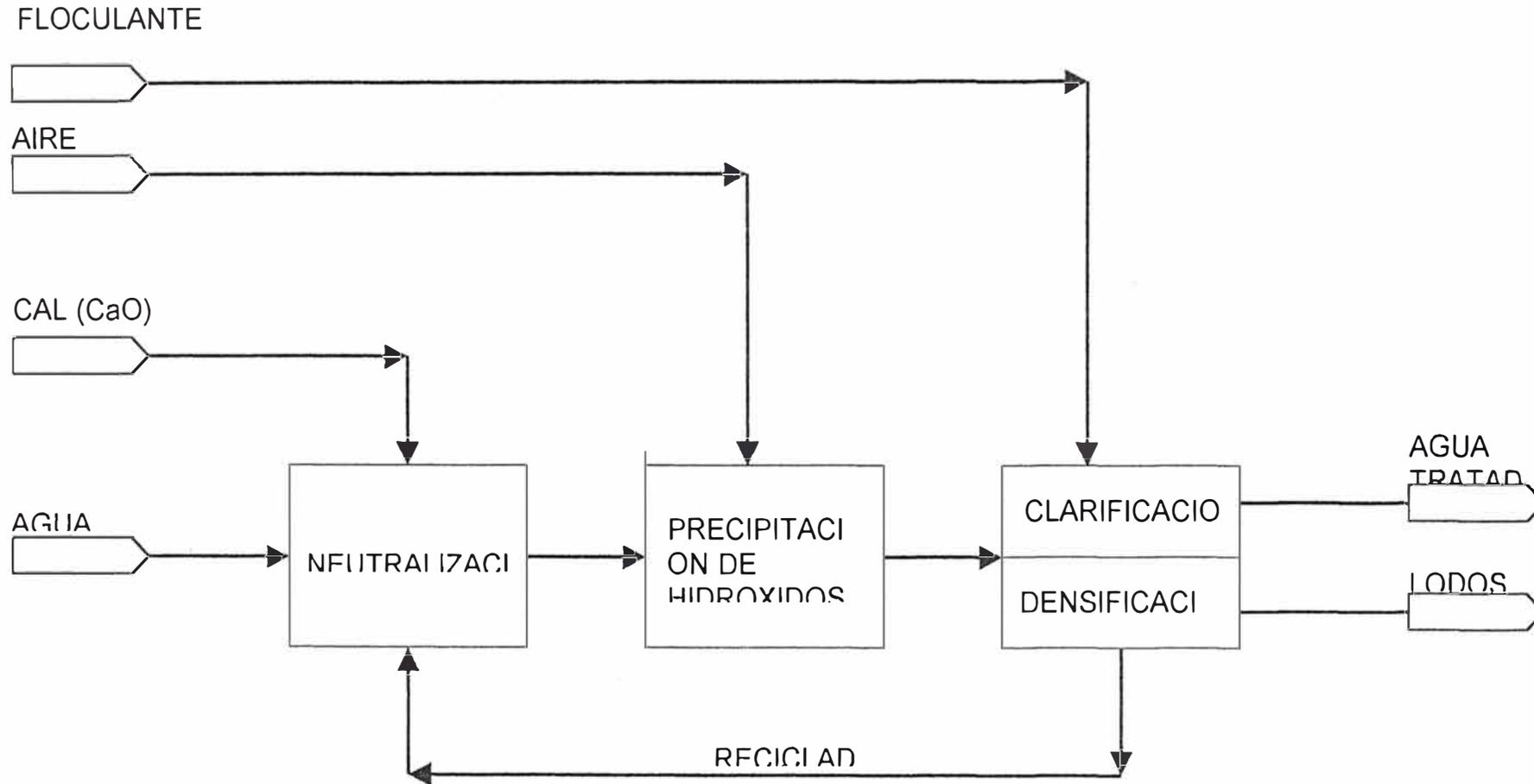
El aire que lleva el oxígeno al tanque reactor es comprimido en una **batería de sopladores** que son compresores de lóbulos de baja presión (15 psi)

La planta es monitoreada por un **sistema de control** que registra diversas variables del proceso como pH de lodos y agua tratada, caudales de agua, lodos y aire, densidad de lodos, turbidez de agua, presión y temperatura de aire, etc. Así mismo controla de manera automática las principales variables que determinan el proceso y son:

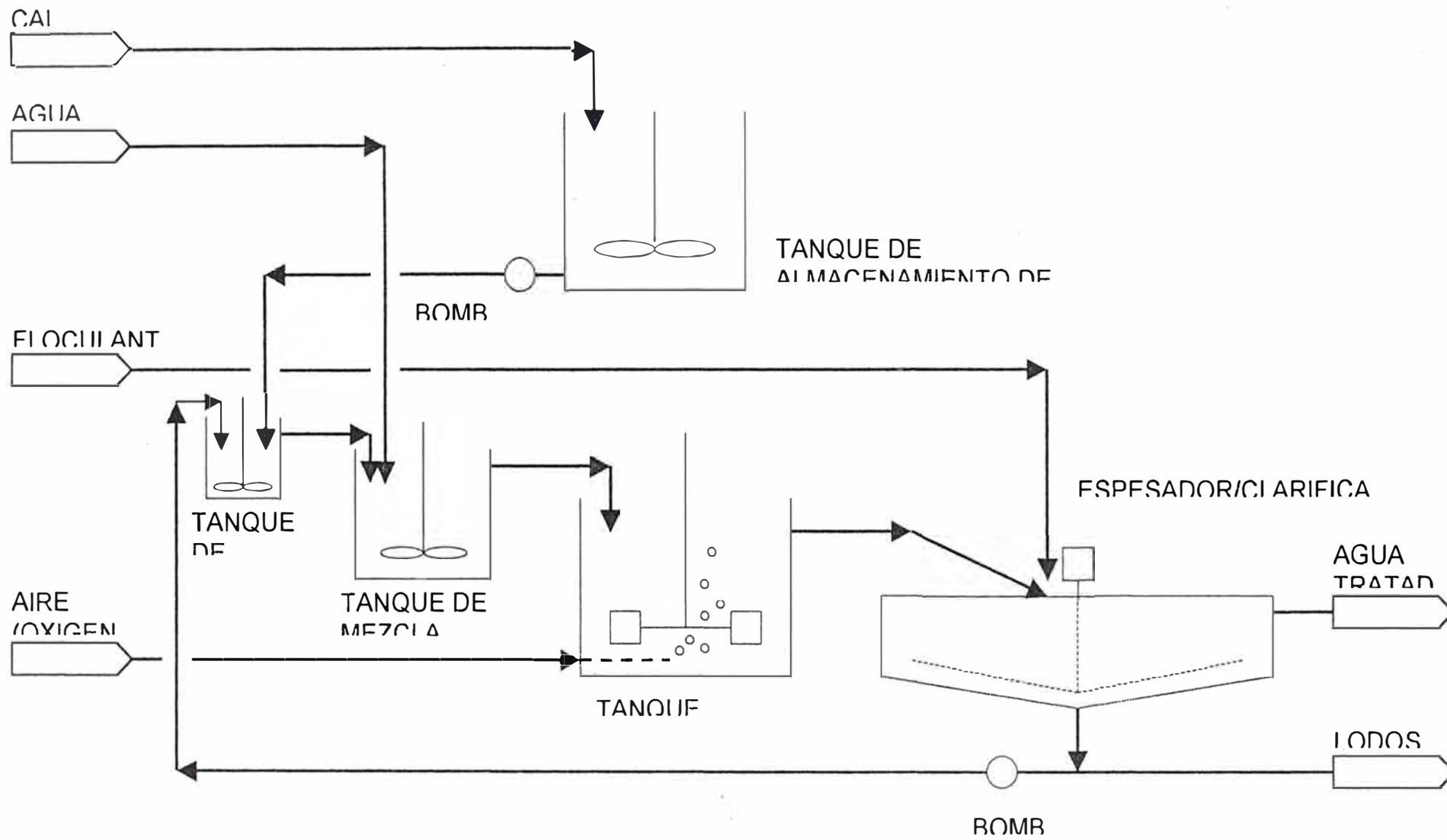
- pH en el tanque de mezcla rápida, controlando la dosificación de cal
- Densidad de lodos en el espesador/clarificador y ratio de reciclado de lodos, controlando la velocidad (rpm) de las bombas de reciclado de lodos.
- Nivel de la interfase de lodos en el espesador/clarificador controlando la válvula que descarga lodos fuera del proceso a la cancha de disposición.

(DIAGRAMAS DE BLOQUES)

PLANTA DE NEUTRALIZACION
PROCESO DE LODOS DE ALTA DENSIDAD
DIAGRAMA DE BLOQUES



PLANTA DE NEUTRALIZACION
PROCESO DE LODOS DE ALTA DENSIDAD
DIAGRAMA DE FLUJO



C- REHABILITACION DE CANCHA DE RELAVES ALMIRVILCA

Ubicación:

Se encuentra ubicada a 1 Km al Este de la planta concentradora de Shorey, aguas abajo del depósito de relaves de Santa Catalina.

Objetivo:

Reducir la generación de aguas ácidas producto del proceso de lixiviación en la cancha de relaves.

Incrementar la estabilidad física de la cancha de relaves en situaciones estáticas y pseudo estáticas.

Descripción:

Como se sabe la Cancha de Almirvilcar falla en 1963 a causa de un sismo intensidad V Mercali por licuefacción, es rehabilitada parcialmente y vuelve a falla en 1979.

Por la situación que se encontró la cancha de relaves inoperativa desde 1970, se procedió a mejorar la estabilidad física. Para ello se construyó una berma de roca que reforzó ambos diques existentes, el dique principal y el dique de emergencia. Asimismo se mejoró el manejo de aguas superficiales controlando el ingreso al interior de la cancha. Para reducir la generación de aguas ácidas se procedió a reconfigurar la geometría de la superficie de la cancha, se colocó una superficie impermeable y finalmente, una capa de tierra vegetal y la plantación de especies nativas.

Actividades Realizadas:

Uno de los objetivos del primer año del PAMA fueron las actividades en la cancha de relaves de Almirvilca. Estas se vienen desarrollando desde 1996 antes de la aprobación del PAMA y sus avances se indican en paréntesis:

- 1- Diseño de la medida de mitigación (100%), Se contrata a la empresa Klohn Crippen Consultants Ltd. De Canadá para el diseño de la rehabilitación de la cancha de relaves.
La ejecución estuvo bajo la responsabilidad de MASSA Contratistas Generales S.R. Ltda. Y supervisada por la Empresa SVS Ingenieros S.A.
- 2- Construcción de la berma de estabilización de dique principal (100%), consiste en material granular grueso altamente permeable utilizado como relleno de estabilización. Esta conformado por roca de cantera con una granulometría de 100% pasando los 800 mm. Y no más de 20% pasando los 10 mm.

La colocación de los materiales se efectúa en capas de espesor no mayores a 600 mm, compactándolos con cuatro pasadas de un vehículo de orugas de un peso mínimo de 14 ton.

- 3- Construcción de la berma de estabilización del dique de emergencia (100%), similar al anterior.
- 4- Reconformado de la superficie de relaves (100%), Se procedió a desbrozar y despejar todo tipo de vegetación y tierra. Se niveló la zona de relaves de acuerdo a los trazos y curvas indicadas en los planos. La nivelación incluye la distribución de los materiales in-situ, mediante tractores y retroexcavadoras.
- 5- Colocación de cobertura/revestimiento impermeable(100%), consiste en la colocación de una cobertura de mezcla grava-limo-arena bien clasificada. El área trabajada es de 12 hectáreas, las características principales:
 - Pendiente máxima de 3H:1V
 - Espesor de la capa 400 mm. a 600 mm
 - Dos capas cada una las cuales no excedan lo 300 mm c/u, compactados a una densidad Convencional Proctor de 90%
- 6- Construcción de canales de derivación (100%), consiste en la excavación de cualquier material para la construcción de cunetas y canales de drenaje. Se toma en cuenta los caudales máximos de la cuenca.
- 7- Revegetación final del Área (60%), consistente en la colocación de una cobertura de suelo orgánico sobre la cobertura impermeable para sembrío y cultivo.

DATOS PRINCIPALES:

Método de construcción: Presa de arranque y disposición por puntos múltiples sin cicloneo.

Altura dique principal	12 mt.
Talud Aguas abajo:	1.5H: 1V
Área Total	12 Ha.

Factores de Seguridad

Caso	Factores
Estático	1.5
Pseudo Estático	1.3
Post Liquefacción	1.1

Información de Obra y Movimientos
Cumplimiento de Normas Vigentes

R:D N0 440-96-EM/DGM, cumpliendo con los factores de seguridad mínimos para condiciones estáticas y pseudo estáticas determinados en los Estudios de Estabilidad Física de Deposito de Relaves

R.D. No. 19-97-EM/DGAA, sobre la uniformisacion en la elaboración de Estudios de Estabilidad de Depósitos de Relaves Mineros

D- ESTABILIZACION DE CANCHA DE RELAVES SANTA CATALINA

Ubicación:

1.5 Km. al este de la planta Concentradora de Shorey, aguas arriba de la cancha Almirvilca.

Objetivo:

Incrementar la estabilidad física de la cancha de relaves ante situaciones estáticas y pseudo estática, asimismo incrementar la vida útil de la cancha en ocho años adicionales.

Descripción:

La cancha de relaves de Santa Catalina se encuentra en operación desde 1980. Esta cancha fue construida mediante el método “Aguas Abajo” con mejoras en el manejo del agua superficial. Asimismo para su operación se requirió la construcción de un dique adicional diseñado para contener agua denominado “dique Intermedio”.

La actividad operativa de disposición final de relaves incrementa la cantidad de agua al interior de la cancha lo que reduce el factor de seguridad de la misma en condiciones pseudo estáticas y post liquefacción. Es decir, la presencia de estados parciales de saturación favorece la ocurrencia del fenómeno de liquefacción, con la presencia de un sismo de mediana o alta intensidad, por lo que se requería la estabilización de ambos diques.

Para lo cual se construyo una berma de roca para el dique principal y otra para reforzar el dique intermedio. Asimismo para el control del nivel de agua dentro de la cancha se instalaron nueve piezometros en tres secciones del dique principal. En el dique intermedio por diseño no requiere la instalación de piezometros.

Area del Deposito:	30 Ha.
Area del Dique principal:	3 Ha
Area del Dique intermedio:	1 Ha.

Altura Actual:

Dique Principal 16 mt en la parte superior con un talud de 1.6H:1V –25 en la parte inferior con un talud de 2.2H:1V – cota 3812.2 msnm .

Altura y longitud del Dique Intermedio:

Altura máxima 11 mt. Con taludes de 2.2H:1V y 1.5H:1V

Cota: 3810.5 msnm

Longitud: 400 mt y 8 mt. Ancho.

Altura fina concluida la II etapa

Altura presa principal: 3817.0 msnm

Altura dique intermedio 3815.9 msnm

Volumen promedio anual de relaves: 720,000 Tm/año

Vida de la cancha en años

Ampliación : I Etapa 3 años (Feb. de 1997)

II etapa 5 años

Diseño Presa Principal

Los taludes encontrados en el momento del estudio fueron:

1.6H:1V a 2.2H:1V con áreas locales de 1.1H:1V

Elevación sobre cota encontrada 4.8 mt para 8 años

De acuerdo a los estudios de estabilidad se propuso la construcción de una berma de estabilización, para ser construida en tres etapas. Una previa de emergencia construida en a principios de 1996 y subsecuentemente las correspondientes para asegurar el crecimiento a ocho años.

Cresta de presa de 3812.2 msnm con una berma de un ancho de cresta máximo de 50 mt. Que va disminuyendo a 20 mt y 25 mt en los estribos izquierdos y derechos respectivamente.

La elevación de la cresta de la berma es de 3791 mt con taludes Aguas Debajo de 2.5H:1V.

A medida que la cresta de la presa vaya siendo elevada a los 3817 mt el ancho de la cresta de la berma se ira reduciendo a manera que el terraplén de relaves va invadiendo.

Factor de Seguridad

Condición de Carga	Factor Mínimo Alcanzado
Estática	2.2
Seudoestática	1.3
Post - Liquefacción	1.1

Diseño Dique Intermedio

Elevación 7.6 mt en 8 años

Taludes:

Aguas arriba	2.5H:1V
Aguas abajo	2.0H:1V
Cresta de la presa:	5.0 mt de ancho

Factor de Seguridad

	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo
Estática	1.4 – 1.6	2.2
Pseudoestática	1.1 – 1.4	1.5
Descenso Rápido de Nivel de Agua	1.2 – 1.3	N/A

Actividades realizadas:

Uno de los del primer año del PAMA fueron las actividades en la cancha de Santa Catalina desarrolladas desde 1996 hasta 1998.

Diseño de la medida de mitigación (100%), Se contrata a la empresa Klohn Crippen Consultants de Canadá quienes diseñaron proyecto para rehabilitar la cancha.

Construcción de la berma de estabilización del dique principal (100%), consiste en material granular grueso altamente drenable utilizando como relleno de estabilización. Esta conformado por roca de cantera de granulometría 100% pasando los 800 mm y no más de 20% pasando los 10 mm.

Construcción de la berma del dique intermedio (100%), el dique intermedio tiene como función principal contener el agua y consistió en el refuerzo utilizando material seleccionado de préstamo similar al anterior.

Colocación de geotextiles (100%), con la finalidad de controlar la migración de relaves finos hacia la berma de estabilización y de drenaje.

Prolongación de tubería de drenaje (100%), consiste en la extensión de la tubería de decantación existente.

Colocación de nueve piezómetros (100%), para el control del nivel freático colocados durante la construcción de la berma.

Mantenimiento de cunetas y canales de drenaje (100%)

Cumplimiento de Norma Legales Vigentes

E- ESTABILIZACIÓN DE LA CANCHA DE RELAVES SAN FELIPE

Area del deposito	14 Ha
Altura de Cresta	25 mt
Altura de dique Lodos	27 mt

Talud antes de realizar trabajos:

Máximo	1.9H:1V
Promedio	2.8H:1V

Taludes Finales:

Método de Construcción: Línea central sobre presa de arranque

Factores de Seguridad

Actividades realizadas:

Durante 1998 se termino en su totalidad las actividades de estabilización de la cancha. Esta medida de mitigación fue uno de los objetivos más importantes del segundo año del PAMA.

Diseño de la medida de mitigación (100%), Se contrato a la empresa Klohn Crippen para el diseño del proyecto y para evaluar la estabilidad física del mismo considerando la relavera como deposito final de LAD. Asimismo se contrato a la empresa Simons para la evaluación de estabilidad química de los LAD y su implicancia sobre los relaves existentes. Ambos estudios concluyen que la disposición de LAD pueden ser depositados en la cancha de relaves de San Felipe una ves terminado los trabajos de estabilización del dique principal y la berma de lodos.

Construcción de la berma de estabilización de dique principal (100%), consiste en material granular grueso altamente drenable utilizado como relleno de estabilización. Esta conformado por roca de cantera de granulometria 100% pasando 800 mm y no mas de 20% pasando 10 mm.

Colocación de Geotextiles (100%), con la finalidad de controlar la migración de relaves finos hacia la berma de estabilización, que pueda alterar su capacidad de drenaje, se instalo geotextiles de características descritas por el proyectista.

Prolongación de tubería de drenaje (100%), consiste en la extensión de la tubería de decantación existente, esta tubería recibe el agua decantada de la superficie de la cancha.

Colocación de piezometros (100%), consiste en la colocación de seis piezometros para el seguimiento y control del nivel freatico y fueron instalados en el talud del dique estabilizado. Esta actividad se realiza en paralelo a la construcción de la berma de estabilización.

Construcción del dique de LAD (100%), consiste en la construcción de un dique en la superficie de la relavera.

Cobertura impermeable del Talud del dique principal (100%), consiste en la cobertura con material impermeable para reducir la generación de aguas ácidas y reducir la erosión eólica y de escorrentia en el talud del dique.

Cumplimiento de Normas Vigentes:

Se han cumplido las siguientes normas ambientales:

R.D No. 440-96-EM/DGM, cumpliendo con los factores de seguridad mínimos para condiciones estáticas y pseudo estáticas determinados en los estudios correspondientes.

R.D. N0 19-97-EM/DGAA, sobre la uniformacion en la elaboración de Estudios de Estabilidad de Depósitos de Relaves Mineros

F- REHABILITACION DE LOS RELAVES DERRAMADOS EN EL RIO MOCHE

Ubicación: Aguas debajo de la planta de Shorey en una extensión de 10Km hasta el punto denominado Puente Constancia

Objetivo:

Reducir la generación de Agua Acidas producto del proceso de lixiviación, asimismo devolver la cuenca a su estado natural.

Descripción:

Producto del colapso de la cancha de relaves de Almirvilca en 1963 y 1970 se depositaron relaves en el lecho del río Moche. La propuesta original en el PAMA fue el reconformado de los relaves hacia la rivera para su posterior encapsulamiento. Sin embargo buscando incrementar la eficiencia del objetivo propuesto se recuperaron relaves del río y se emplearon en la estabilización de la cancha de San Felipe. Durante 1998, esta actividad a permitido recuperar 90,000 m³ de relaves de un total aproximado de 300,000 mt³. El resto de los relaves deberán ser nuevamente cubicados para definir la inversión total de la mitigación de los próximos años.

Actividades realizadas:

Caracterización de los relaves derramados (100%), se realizo el muestreo y análisis granulometrico para determinar la calidad de los mismos y el cumplimiento de las especificaciones técnicas para su empleo como material de préstamo en la estabilización del dique de San Felipe. Para el diseño de la estabilidad física se contrato a Klohn Crippen.

Recuperación de relaves (100%), consiste en extracción, acarreo y transporte de relaves seleccionados de la zona existente en lecho del río para su colocación como material de préstamo de acuerdo a las indicaciones de los planos. La recuperación permitió la redistribución de los relaves in situ mediante tractores, motoniveladoras, cargadores y compactadores en conformidad con las especificaciones técnicas.

Actividades futuras:

Renunciación parcial de los relaves restantes hacia la rivera del río, conformando un talud natural hacia el eje principal del río con empleo de equipo pesada.
Construcción de canales de derivación, consiste en la excavación de cualquier material para la construcción de cunetas y canales de drenaje para el control de ingreso de aguas de escorrentias.

Impermeabilización y revegetación de las áreas reconformadas, consiste en la colocación de una capa impermeable ya sea de arcilla compactada o de LAD, para su posterior revegetación. El programa se desarrollará a partir segundo semestre de 1999 hasta el término del periodo de adecuación.

Cumplimiento de Normas Vigentes:

Con el término del proceso de adecuación se cumplirá con las siguientes normas ambientales:

Ley General de Aguas, cumpliendo con aguas de clase III, agua para riego y consumo de animales. R.M. N0. 011-96-EM/VMM, Anexo 1, niveles máximos permisibles de emisión para las unidades minero – metalúrgicas.



MANEJO AMBIENTAL Y MITIGACIÓN DE LAS AGUAS ÁCIDAS DE MINA

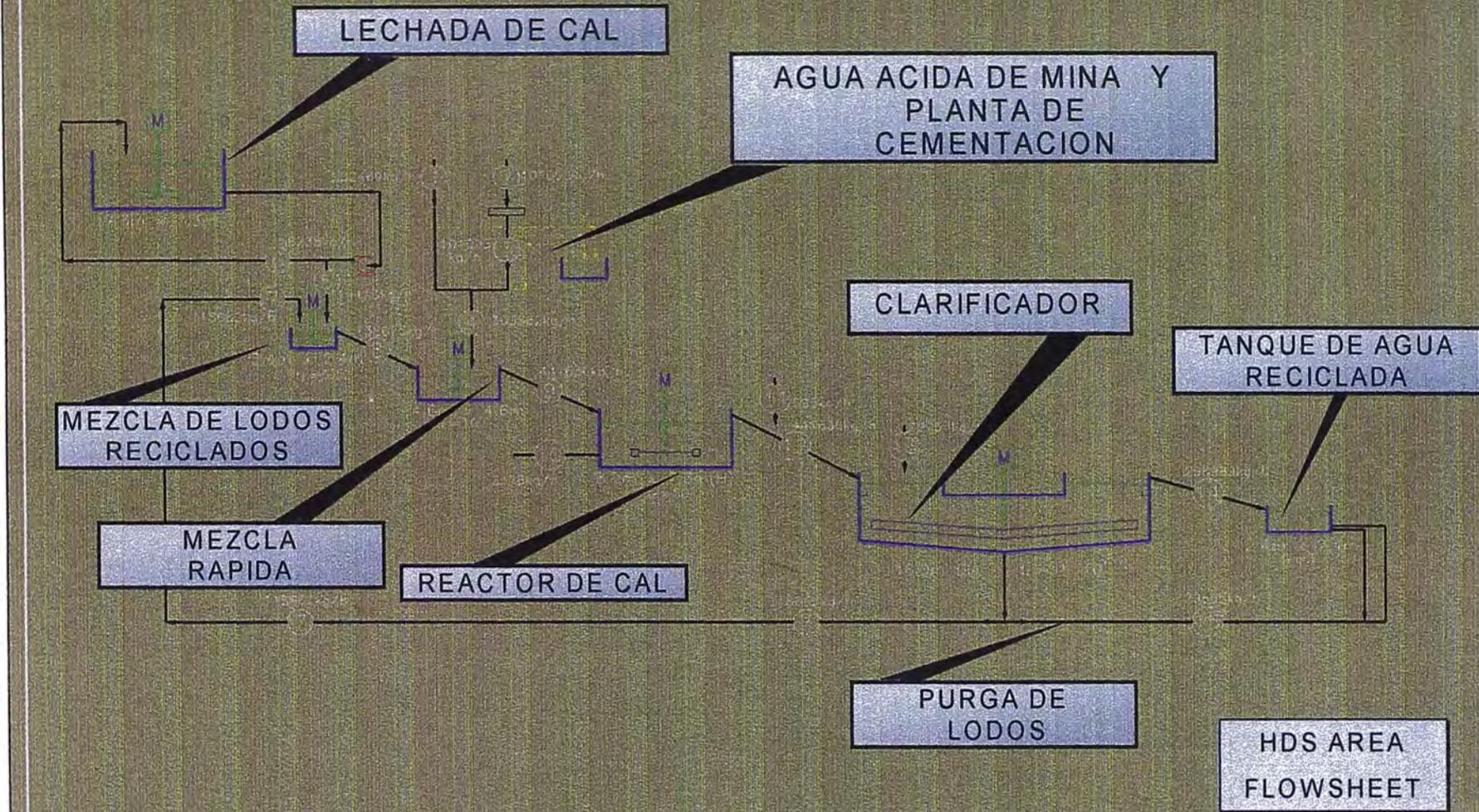
Objetivo:

- Mitigar el impacto negativo de la operación minera en el río Moche

Acciones:

- Evaluación y Proyecto Piloto
- Determinación de parámetros de diseño
- Construcción y puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas ácidas de mina

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PLANTA DE NEUTRALIZACION HDS



Planta de Neutralización Proceso de Lodos de Alta Densidad

FLOCULANTE



AIRE (OXIGENO)



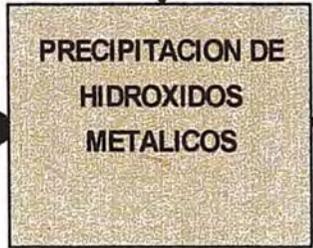
CAL (CaO)



AGUA ACIDA



Diagrama de Bloques



AGUA TRATADA



LODOS



RECICLADO

Poza de Regulación

Reactores: Lechada de cal (verde)

Lodos - cal (rojo) Clarificador

PLANTA DE NEUTRALIZACIÓN

DATOS DE PROCESO

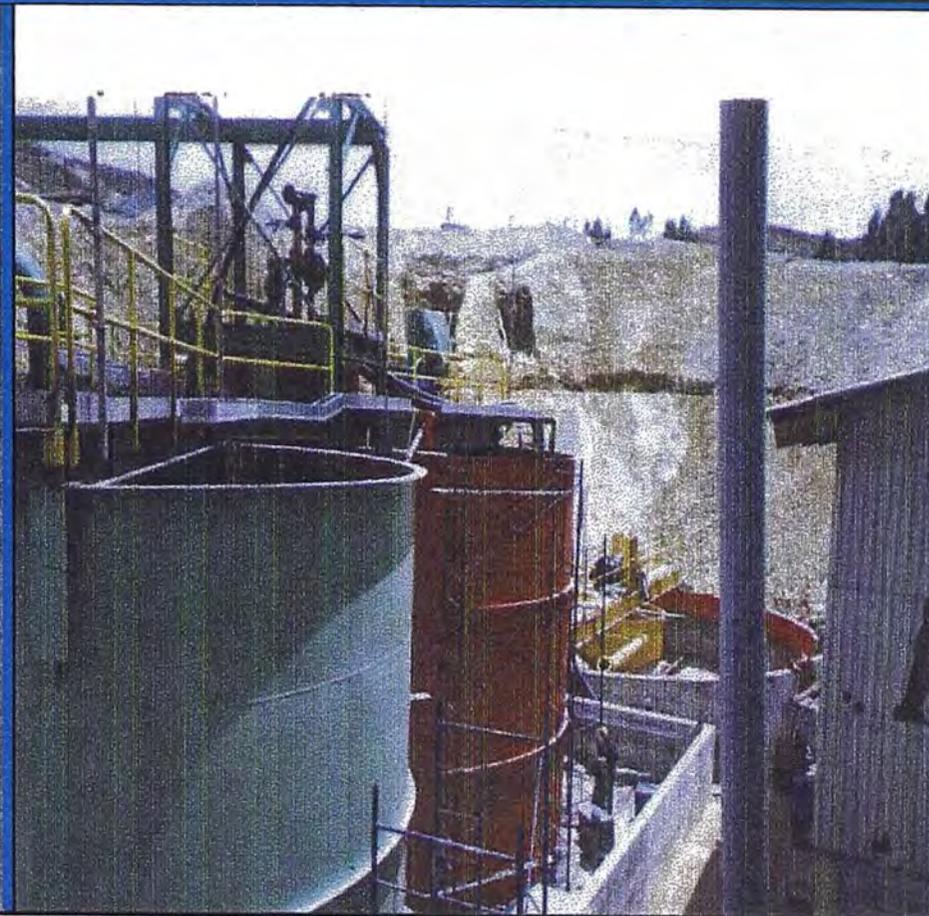
Caudal máximo 300 m³/Hr

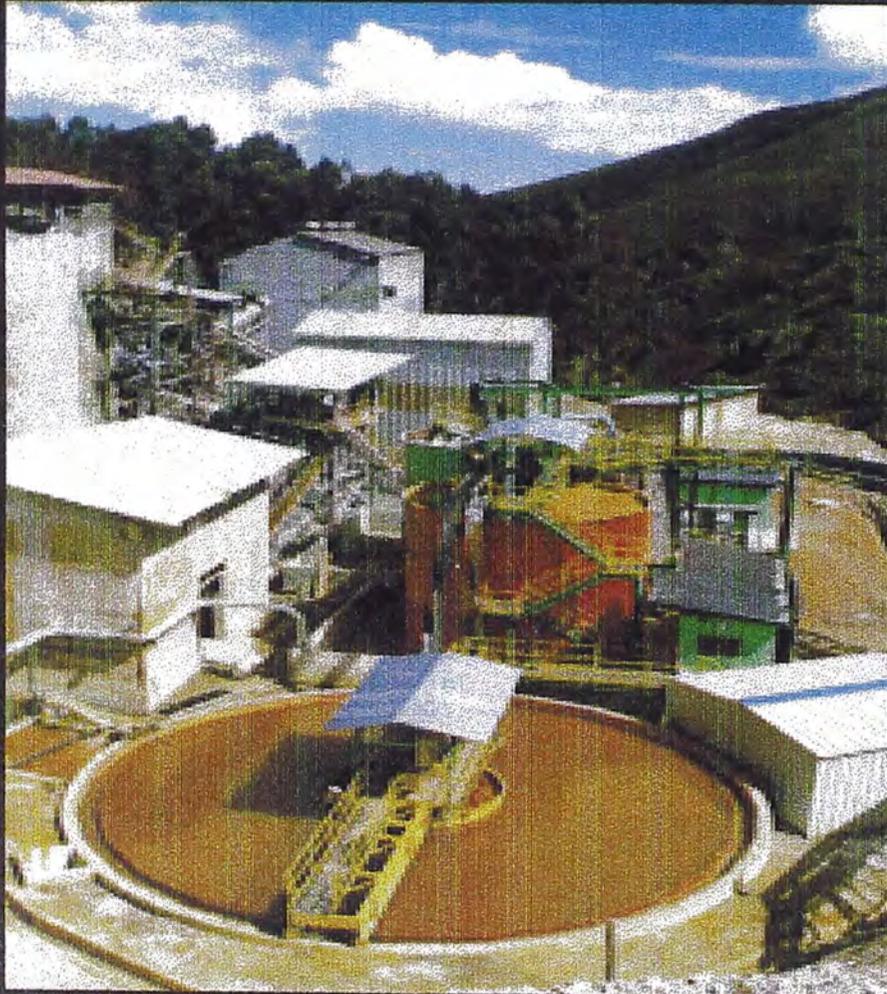
Caudal Promedio 170 m³/Hr

Efluente

Ppm	pH	TSS	Cu	Pb	Zn	Fe
Entrada	2.2	580	155	1.6	274	1800
Final	7.4	22	0.1	0.1	0.6	0.2

Capacidad de Poza: 20,000 m³



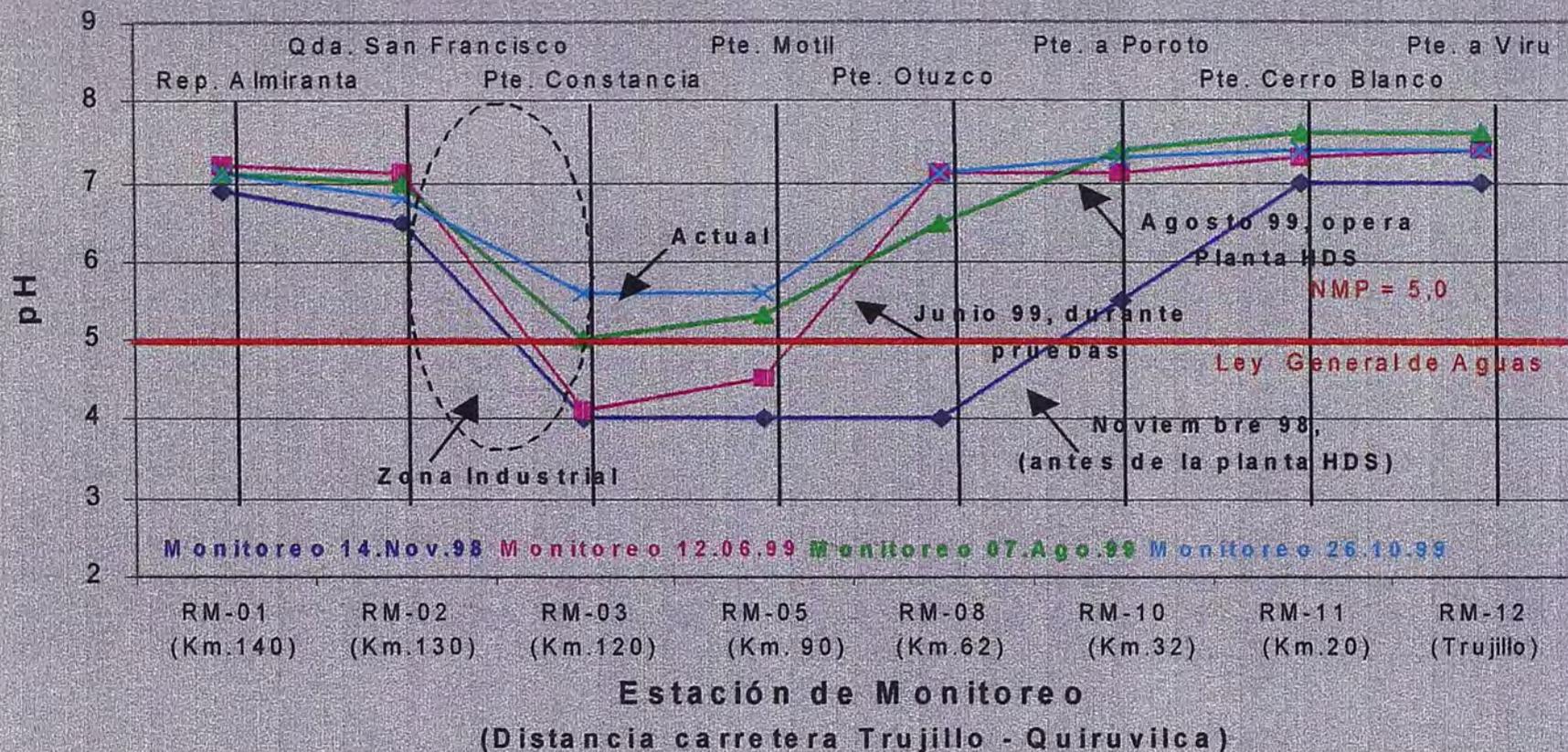


Generación de sólidos $20\text{Kg}/\text{m}^3$
Densidad Promedio 30% sólidos
Consumo:

Cal	4.5gr/lt
Floculante	3.9mg/lt

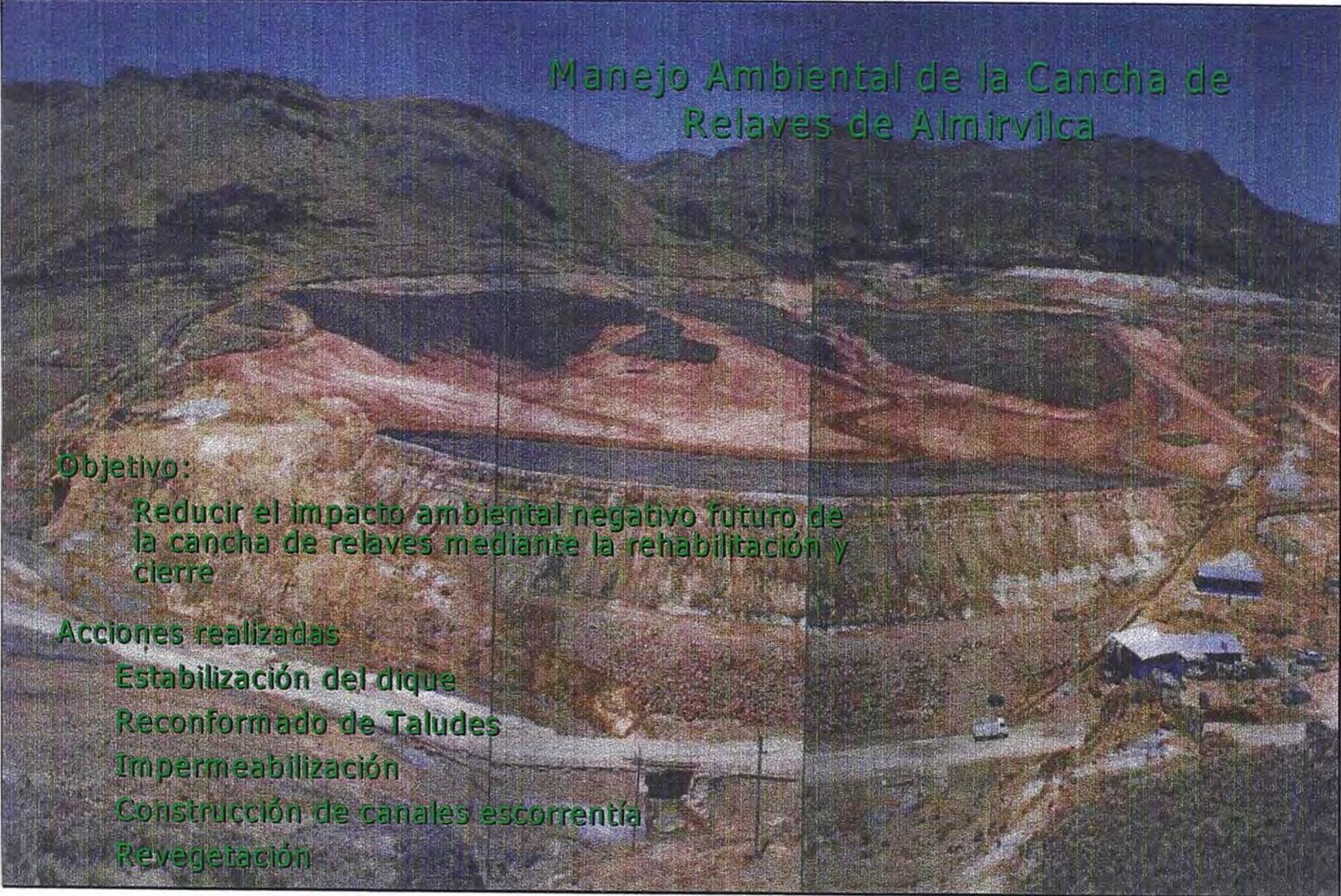
Costo Total/ m^3	US\$ 0.66
Costo prom ./mes:	US\$80,000
Costo de Capital:	US\$3,900,000

Evolución de pH en el Río Moche



Resultados de Parámetros
Químicos de la Etapa de Pruebas
Octubre 1999

	Efluente de Mina	Planta LAD	Estación de Control	N.M.P. Ley de Aguas
pH	2,0	7,9	5,6	5-9
Arsénico	10,6	<0,1	<0,1	0,20
Cobre	141	<0,01	0,53	0,50
Plomo	2	0,1	0,13	0,10
Fierro	1770	0,2	10,9	1,00
Zinc	470	0,4	2,97	25



Manejo Ambiental de la Cancha de Relaves de Almirvilca

Objetivo:

Reducir el impacto ambiental negativo futuro de la cancha de relaves mediante la rehabilitación y cierre

Acciones realizadas

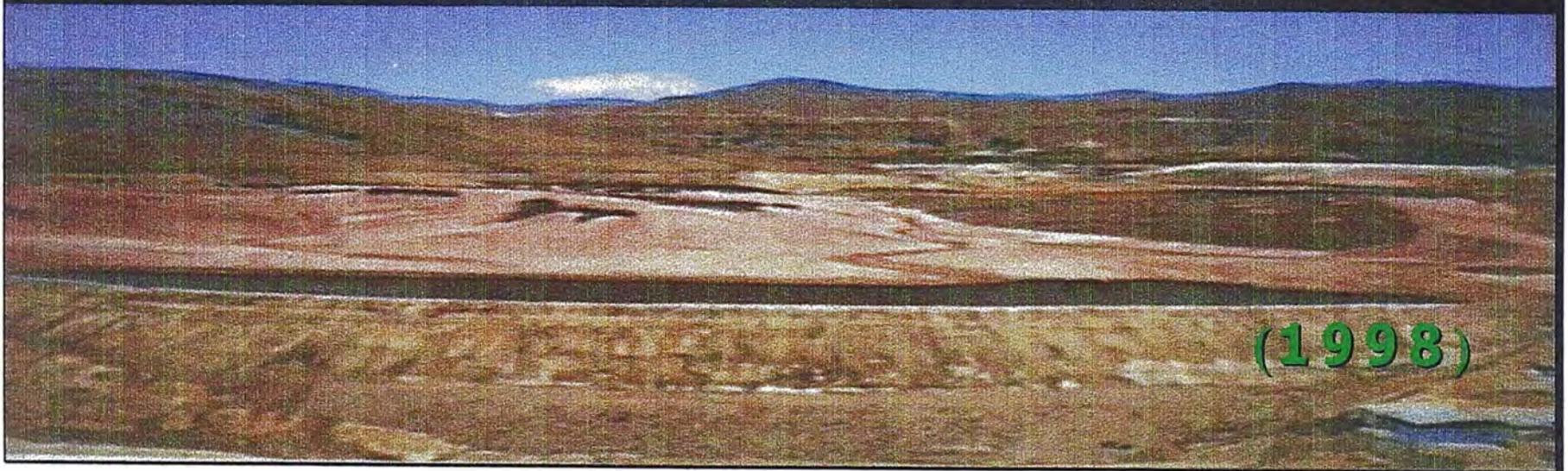
Estabilización del dique

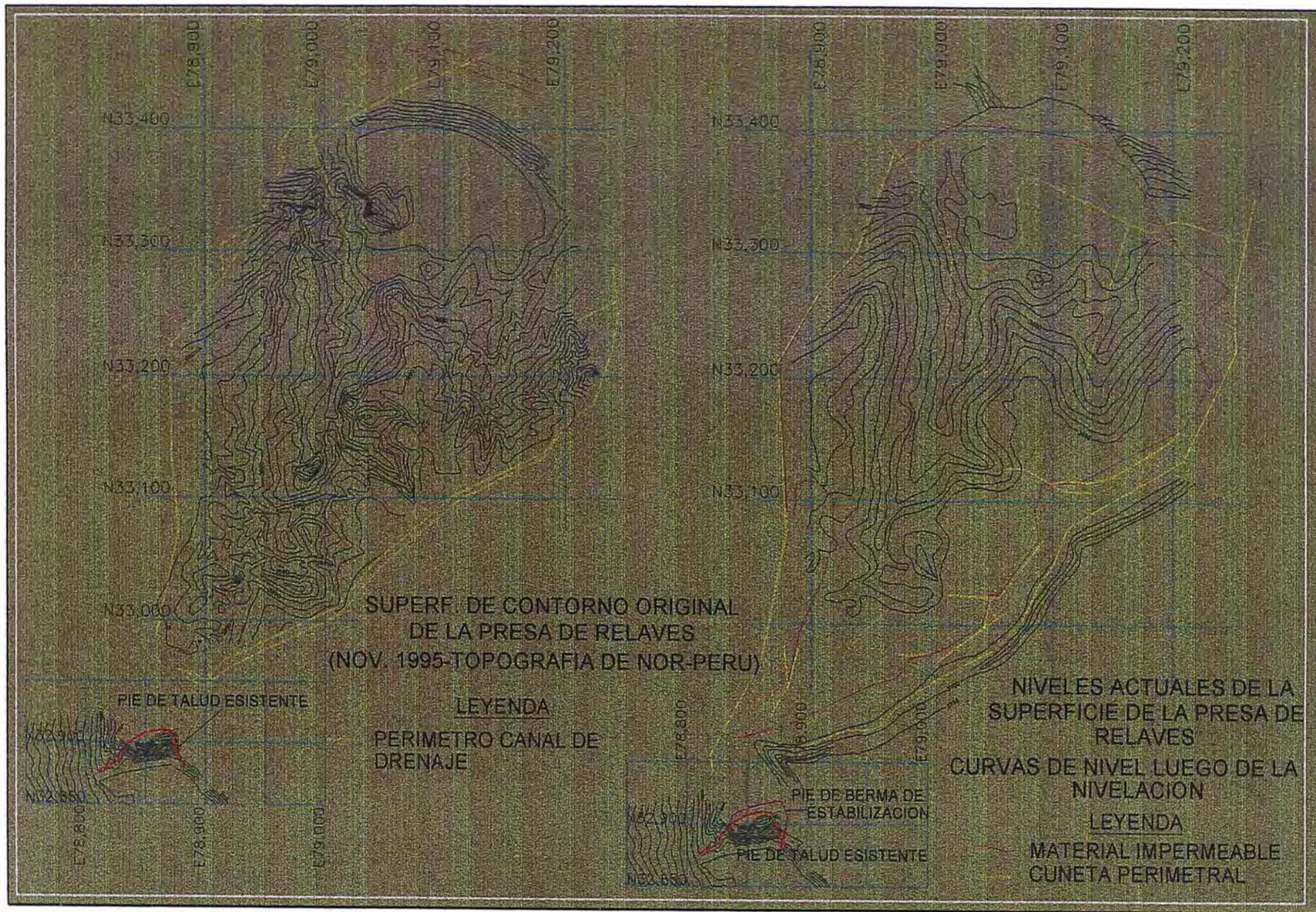
Reconformado de Taludes

Impermeabilización

Construcción de canales escorrentía

Revegetación



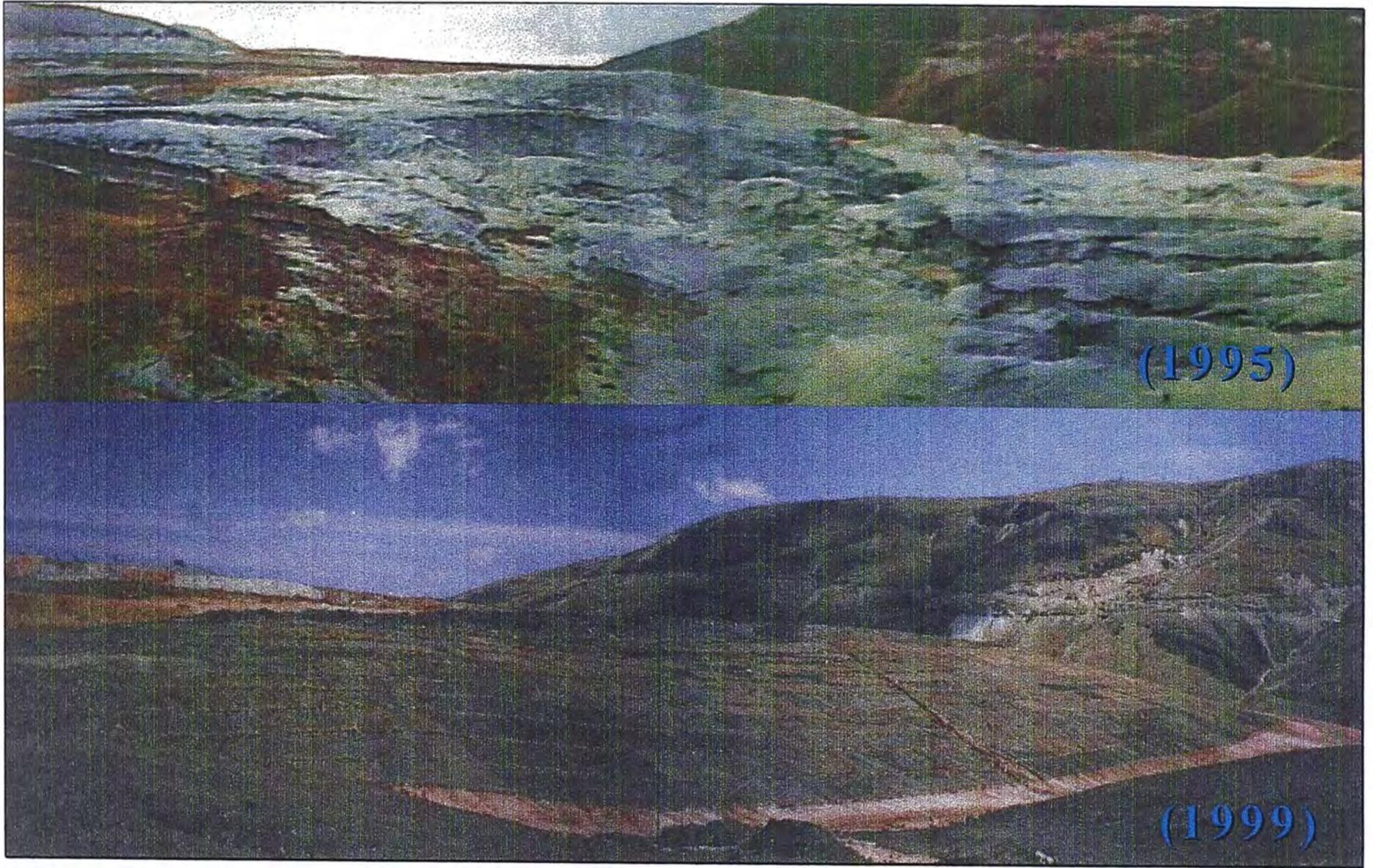




(1996)



(1998)



(1995)

(1999)



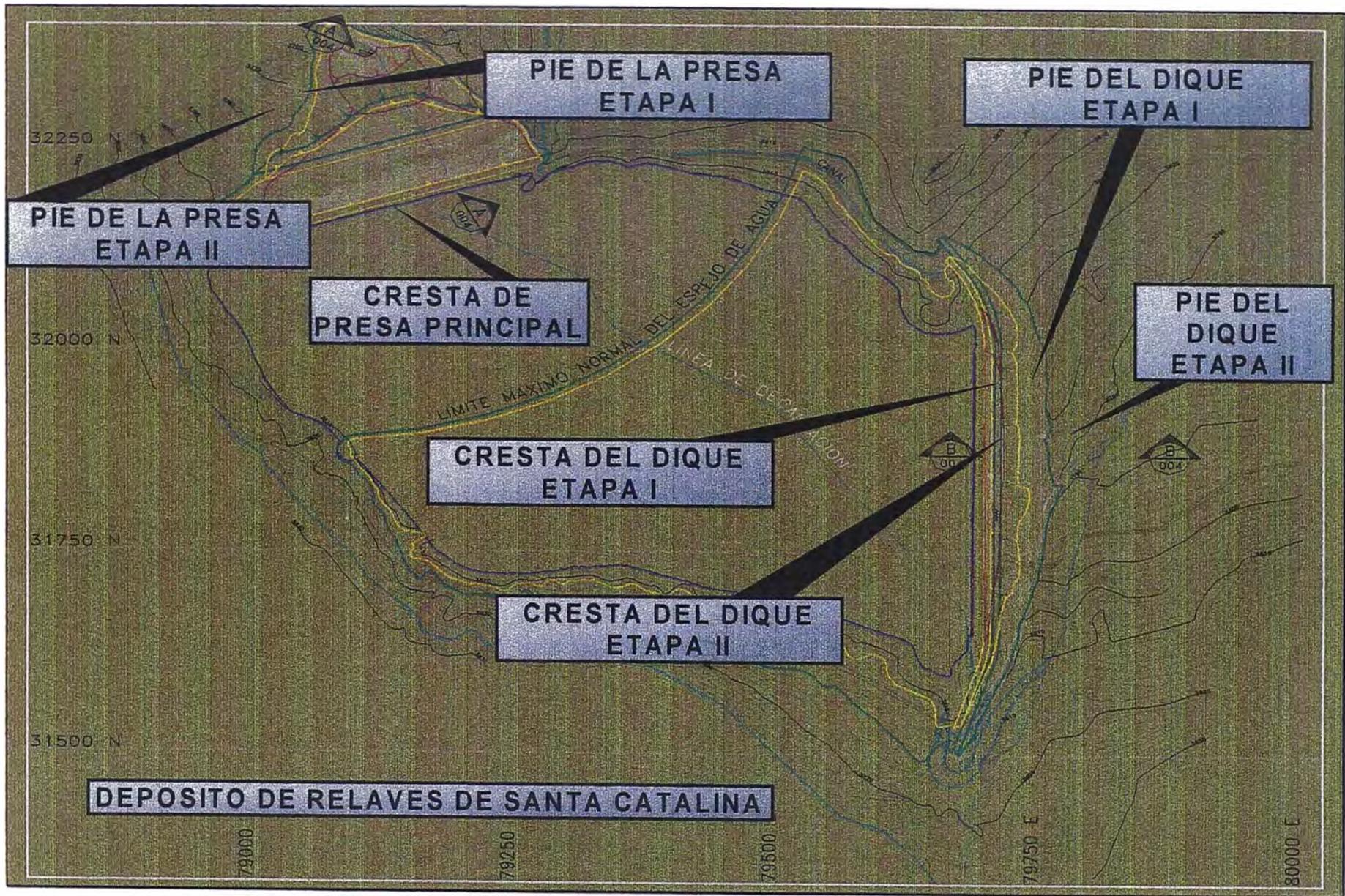
MANEJO AMBIENTAL DE LA CANCHA DE RELAVES SANTA CATALINA

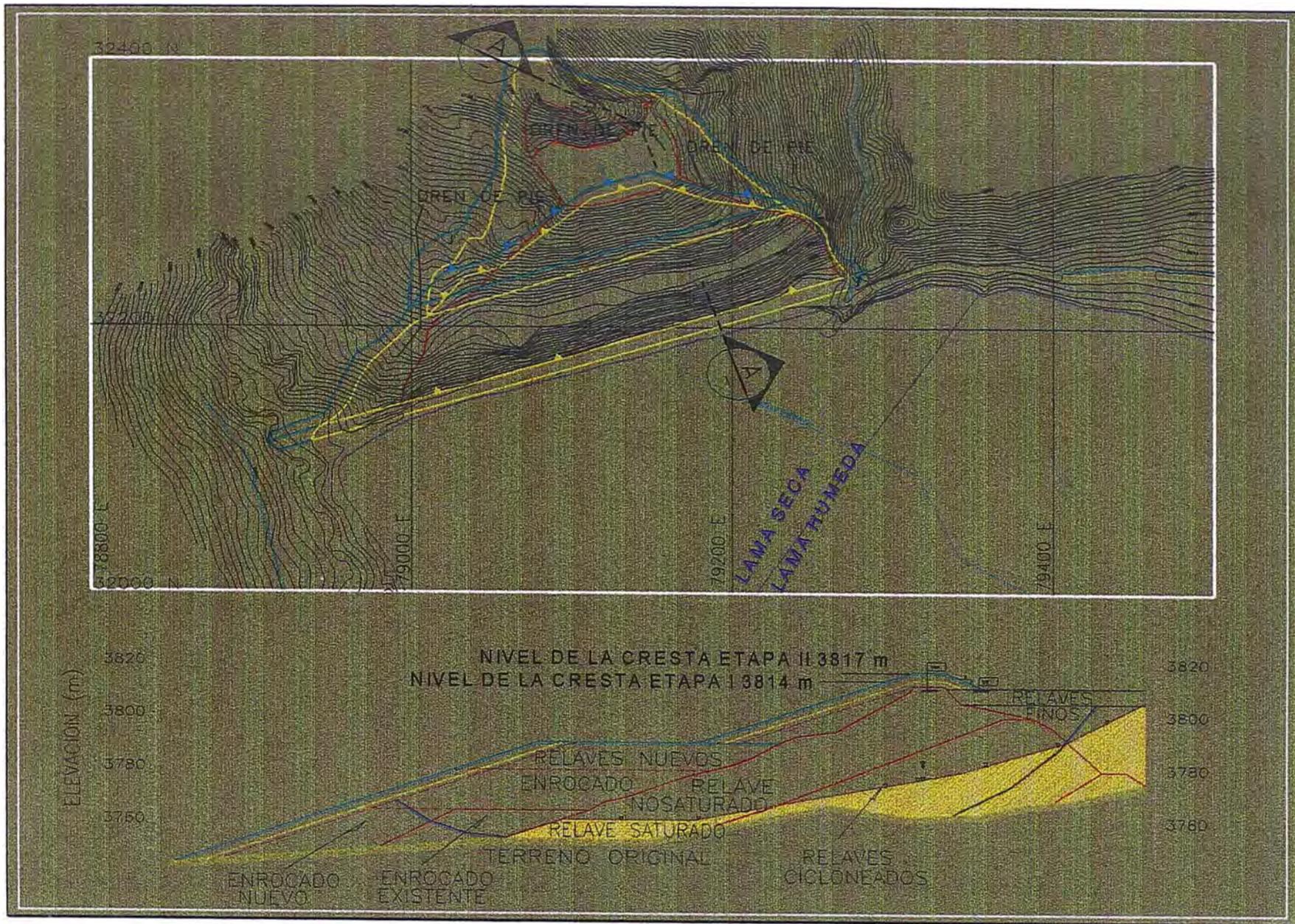
Objetivo:

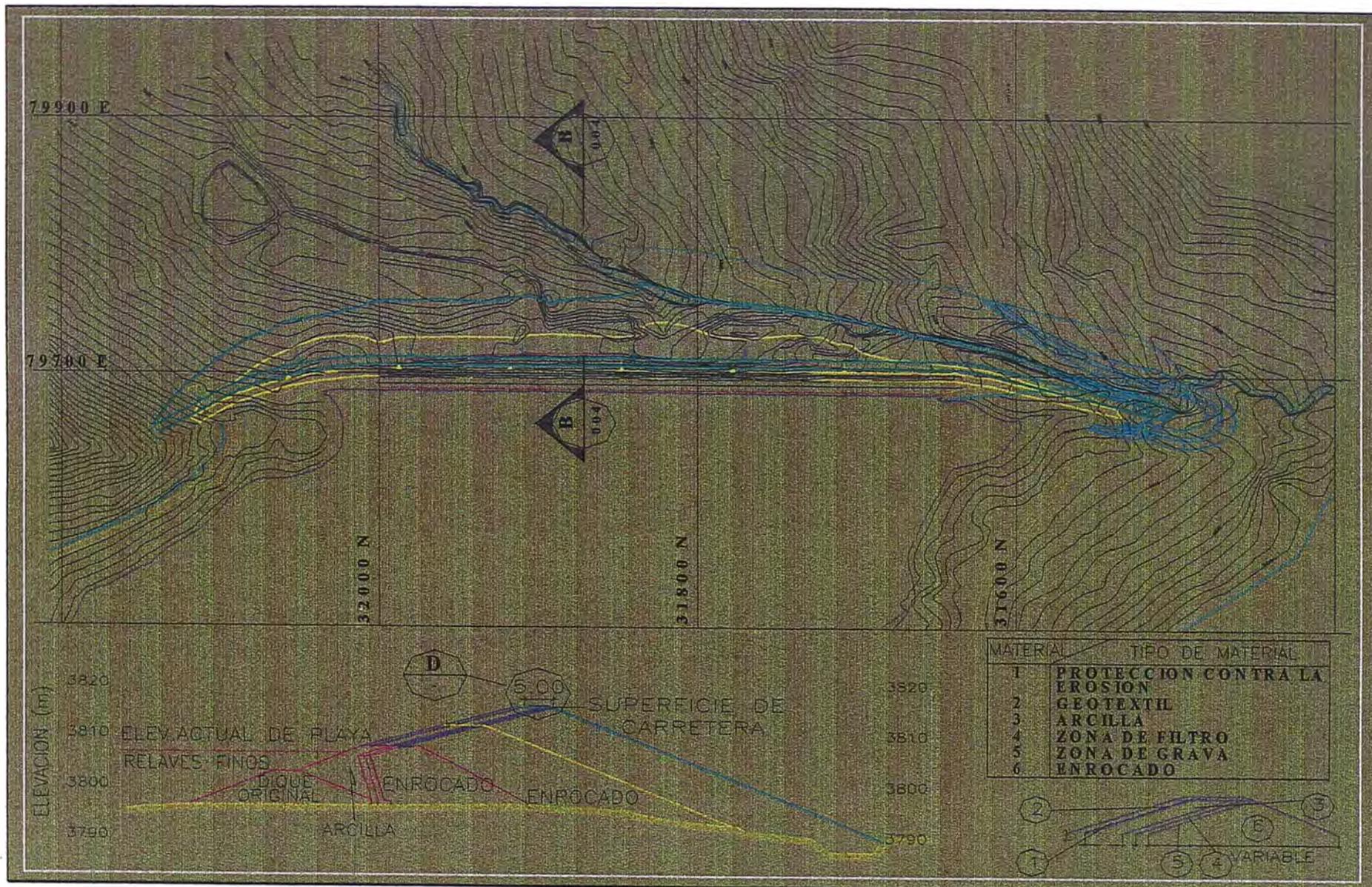
- Garantizar estabilidad presente y futura ampliando su capacidad a ocho años más

Acciones:

- Evaluación
- Diseño de ampliación
- Estabilización dique principal
- Estabilización dique intermedio







Cancha de Relaves de
Santa Catalina (1995)





Segunda Etapa de Estabilización (1998)





Segunda Etapa de Estabilización (1998)



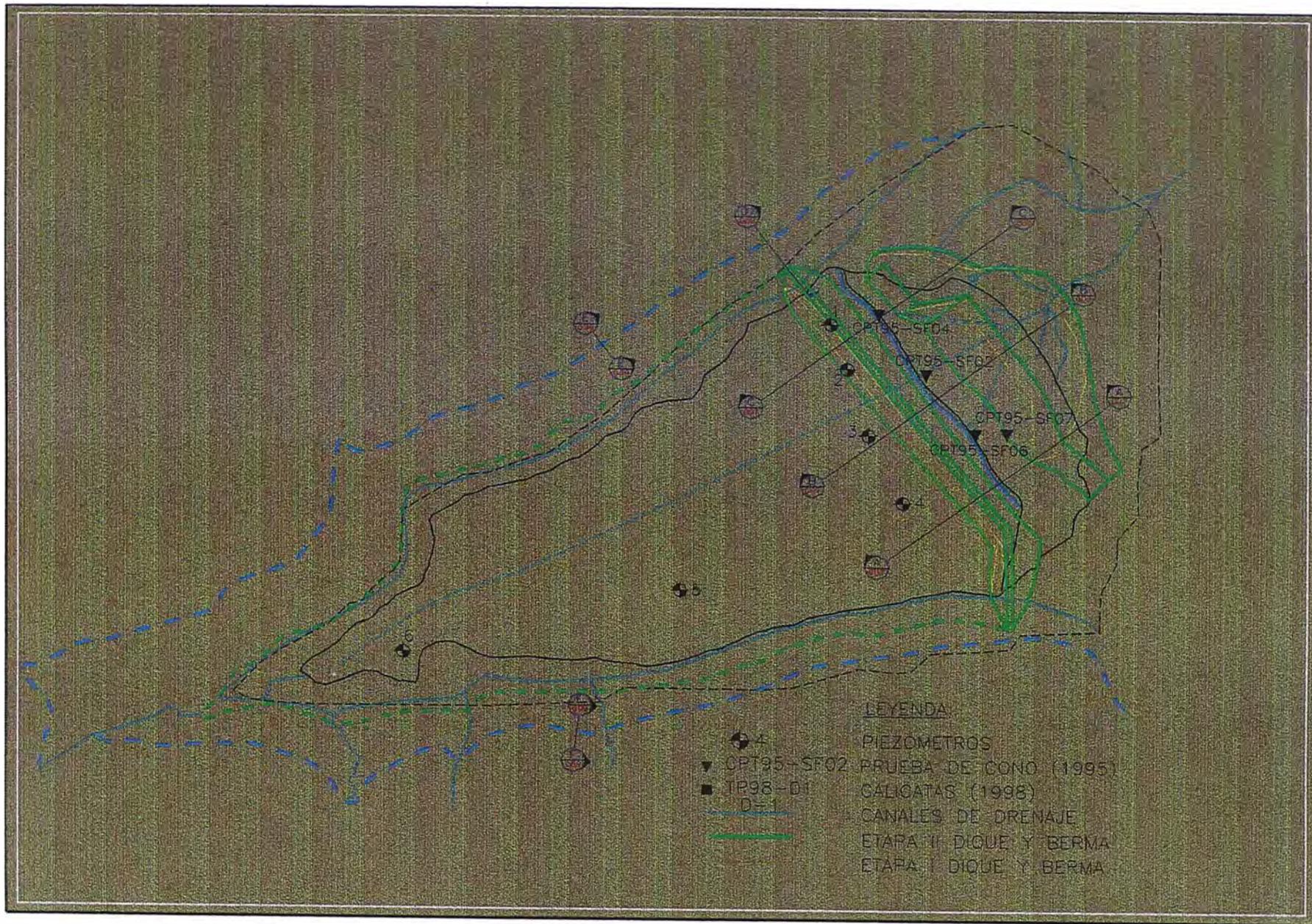
Manejo Ambiental de la Cancha de Relaves de San Felipe

OBJETIVO

- Estabilización y diseño de depósito de lodos de alta densidad

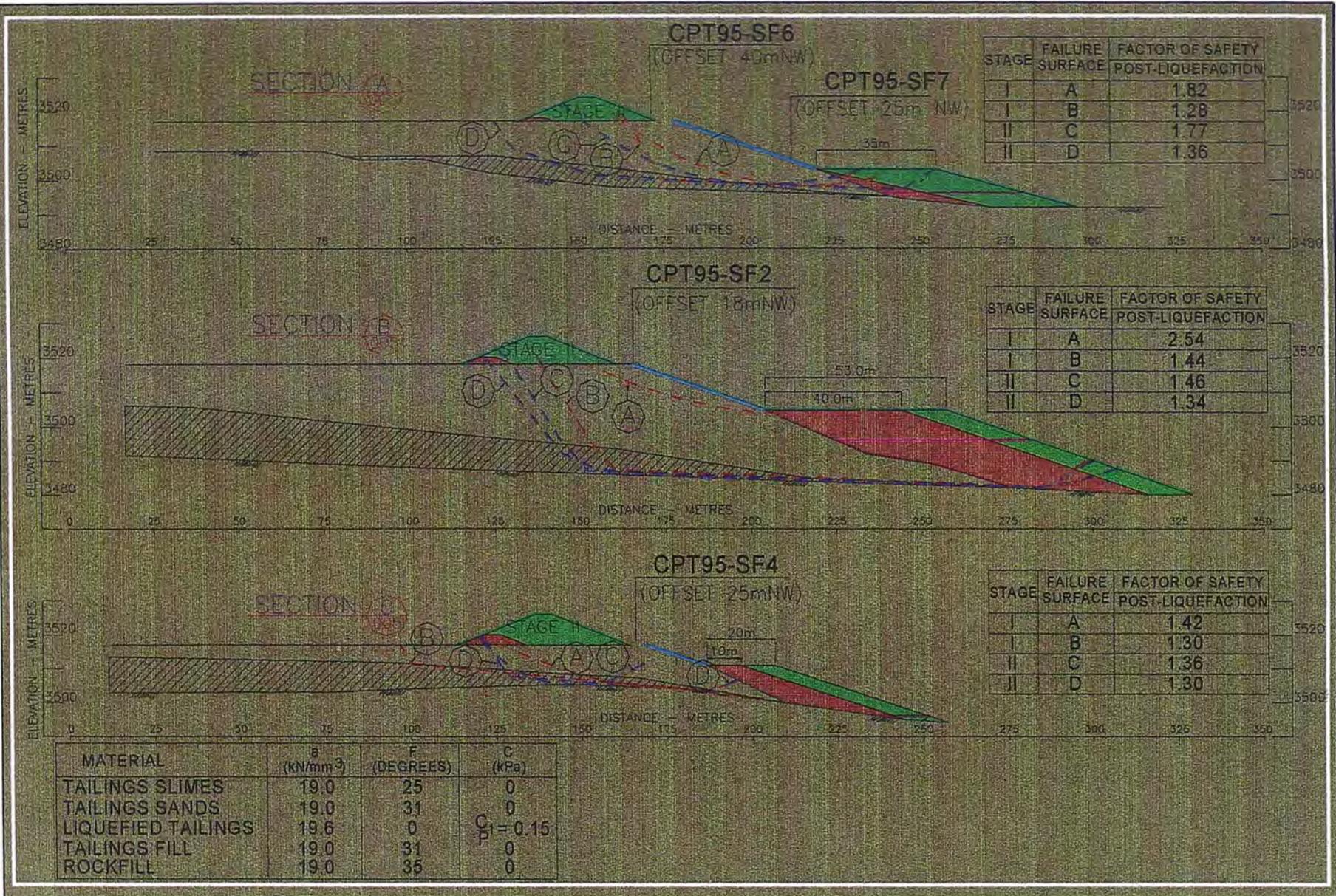
ACCIONES

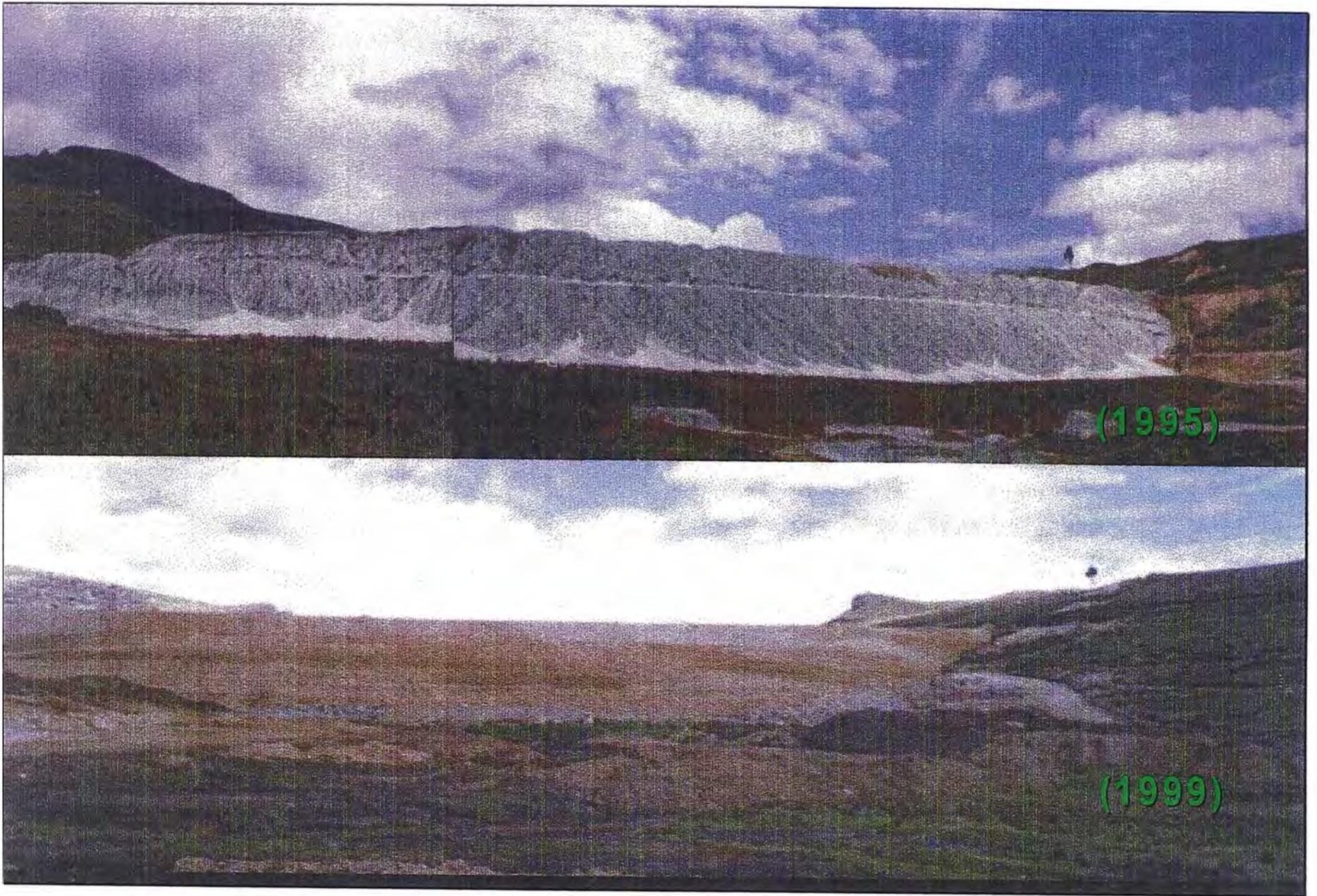
- Evaluación
- Investigación comportamiento físico químico de LAD
- Diseño tomado en cuenta nuevo uso
- Estabilización dique principal
- Construcción berma de contención de LAD



LEYENDA

- + PIEZOMETROS
- ▼ OPT95-SF02 PRUEBA DE CONO (1995)
- TR98-D1 CALICATAS (1998)
- - - D=1 CANALES DE DRENAJE
- ETAPA II DIQUE Y BERMA
- ETAPA I DIQUE Y BERMA



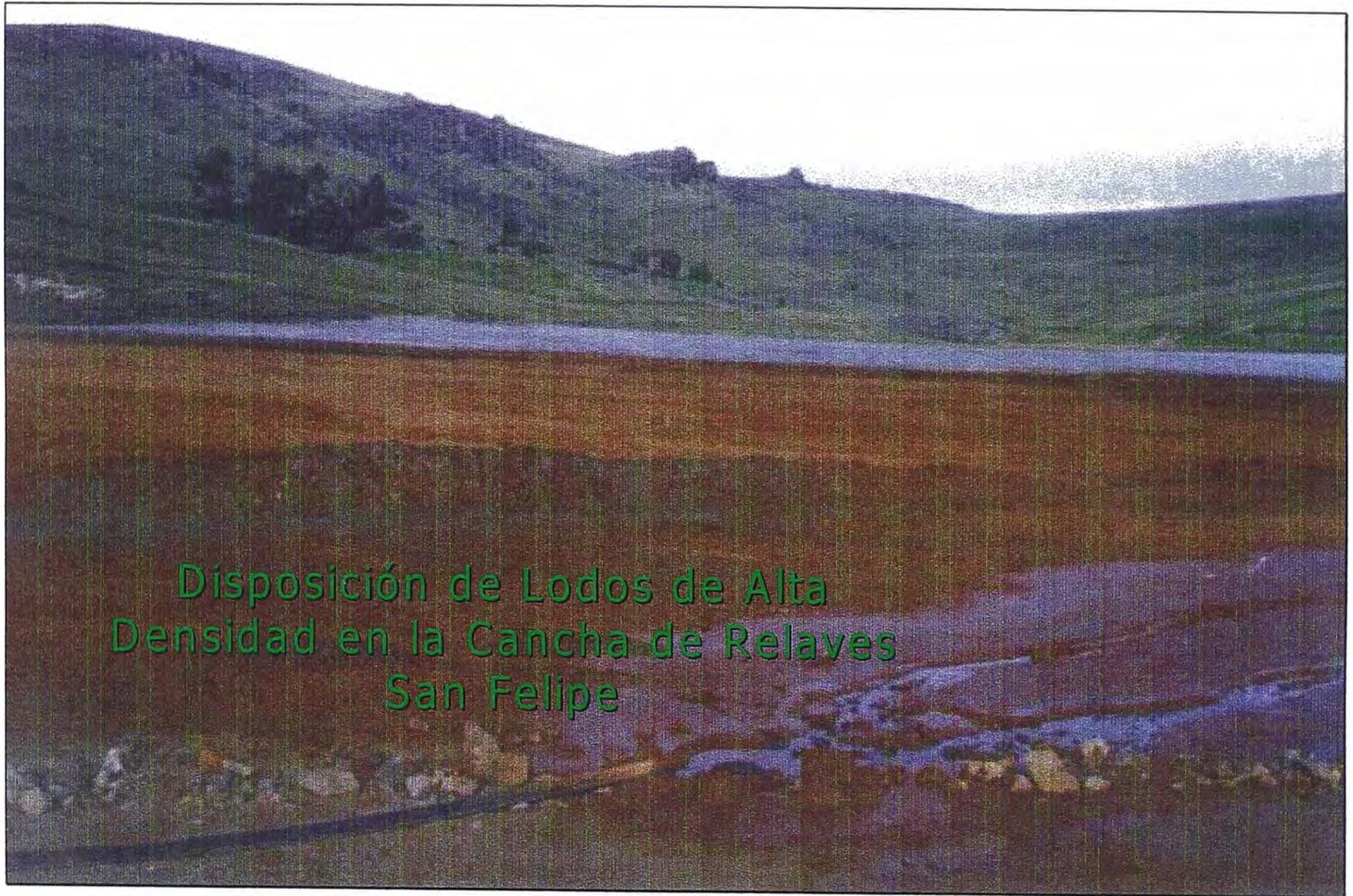


Trabajos en Ejecución San Felipe

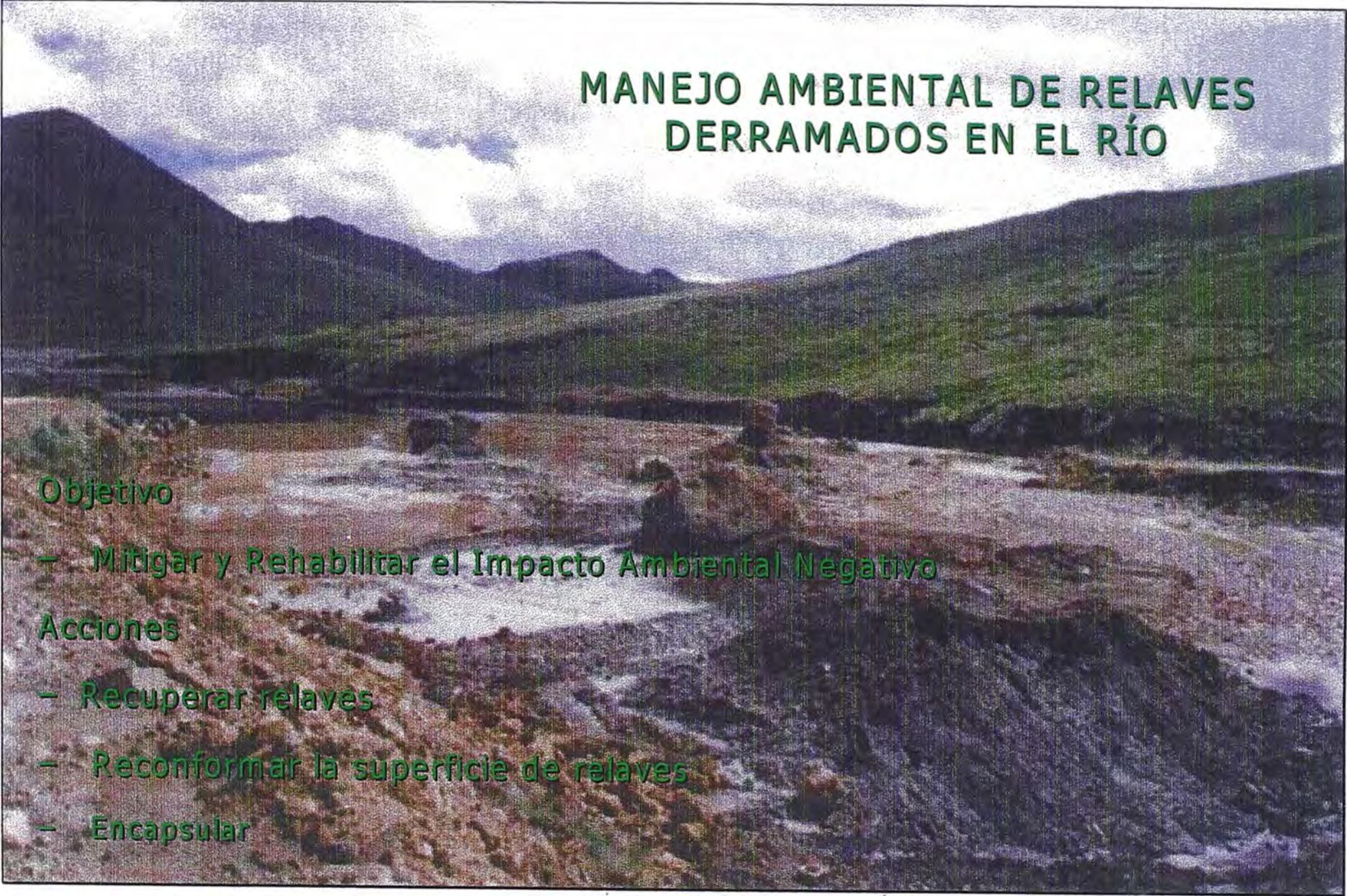


San Felipe a la fecha





Disposición de Lodos de Alta
Densidad en la Cancha de Relaves
San Felipe



MANEJO AMBIENTAL DE RELAVES DERRAMADOS EN EL RÍO

Objetivo

- Mitigar y Rehabilitar el Impacto Ambiental Negativo

Acciones

- Recuperar relaves
- Reconformar la superficie de relaves
- Encapsular



Rio Moche 1999



DIFICULTADES

Antes de la operación:

- Económico Financiero
- Convencimiento ambiental
- Legal regional

Durante la operación:

- Aprendizaje del Manejo Operativo
- Actividades complementarias de la operación

CONCLUSIONES:

- La incorporación de sistemas y herramientas de gestión permitió la recuperación financiera y productiva de nuestra empresa
- El manejo Ambiental de Nor Perú es una externalidad positiva para la cuenca del río Moche, considerada una de las más pobres del Perú
- La inversión de US\$ 8M permite la recuperación progresiva de la calidad ambiental y el control de nuestro impacto ambiental