

Empresa de Transporte de Pasajeros
METRO S.A.


**INGENIERÍA DE DETALLE
OBRAS CIVILES
LÍNEA 4 – PROYECTO 1 – TRAMOS A3-D-E**

INFORME TÉCNICO

MANUAL DE MANTENCIÓN SISTEMA DE DRENAJE DE TUNELES

ZONA ESTACION LAS MERCEDES

PK 23+065 A PK 23+971

B	27 Ene-06	EMITIDO PARA APROBACIÓN	J.P.C.	L.B.V.	G.CH.S.		H.G.G.	
A	04-Nov-05	EMITIDO PARA APROBACIÓN	C.M.C.	L.B.V.	G.CH.S.		H.G.G.	
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISIÓN	Orig.	Rev.	J.Esp.	J.Proy.	D.Proy.	
 CONSORCIO ARA - INGENDESA			Nº ORDEN : B02530					
			Nº Documento : A3-INF-13-CE-024					REV. A
			Nº Cliente :					
			HOJA 1 DE 16					

MEMORIA DE CALCULO

INDICE

1	GENERALIDADES	1
2	DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS	1
2.1	Sistema de drenaje para la napa ubicado bajo radier	1
2.1.1	Túneles interestaciones y de acceso a talleres	1
2.1.2	Túneles Estación Las Mercedes y 3 vías	4
2.2	Sistema de drenaje de aguas superficiales ubicado sobre radier	6
3	CONTROLES A EFECTUAR	9
3.1	Sistema de drenaje para la napa ubicado bajo radier	10
3.2	Sistema de drenaje de aguas superficiales ubicado sobre radier	11
	ANEXO N°1: LISTADO DE POZOS Y CAMARAS	13
	ANEXO N°2: LISTADO DE PLANOS	14

1. GENERALIDADES

El sistema de drenaje comprende la conducción y el control de aguas que provienen tanto de las aguas superficiales que escurren sobre el radier de vías como de las aguas provenientes de la napa. En el primer caso las aguas se conducen hacia un punto bajo desde donde son evacuadas mediante bombas hacia el exterior de los túneles y en el segundo, las aguas se conducen a pozos de infiltración habilitados en distintos puntos del trazado.

El objetivo del sistema de drenaje de aguas provenientes de la napa es aliviar las sub-presiones que se puedan producir bajo los radieres de los túneles. La seguridad estructural de los túneles depende del adecuado funcionamiento del sistema de drenaje, por lo que es necesaria su correcta operación y mantenimiento.

Este manual tiene por objeto dar los lineamientos en cuanto a los procedimientos a efectuar relacionados con el correcto mantenimiento y control del sistema de drenaje de en el tramo de túneles comprendido entre los PK 23+065 y PK 23+971 de la Línea 4 y del túnel de acceso a talleres desde los PK 0+554 al PK 0+656 (Ver Figura 1).

2. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS

2.1 Sistema de drenaje para la napa ubicado bajo radier

El sistema de drenaje bajo el radier tiene como objetivo captar las aguas provenientes de la napa, está conformado por una alfombra drenante, un ducto colector, los pozos de infiltración y las cámaras de inspección. La disposición general del sistema de drenaje se muestra en la Figura 1. Dentro de este sistema de drenaje se distinguen 2 sistemas principales:

2.1.1 Túneles interestaciones y de acceso a talleres

Este sistema abarca a los túneles con radieres planos, en los cuales el drenaje bajo el radier fue construido directamente sobre el terreno, comprendiendo los túneles interestaciones norte, central y sur y el túnel de acceso a talleres. Este sistema aporta agua en cantidad importante ya que está directamente influenciado por la napa. El túnel interestación norte descarga sus aguas a los Pozos profundos N° 1 y N° 2. Los túneles interestaciones central y sur descargan las aguas que captan a los Pozos profundos N° 3 y N° 5 respectivamente mientras que el túnel de acceso a talleres descarga sus aguas a los Pozos profundos N° 7 y N° 8.

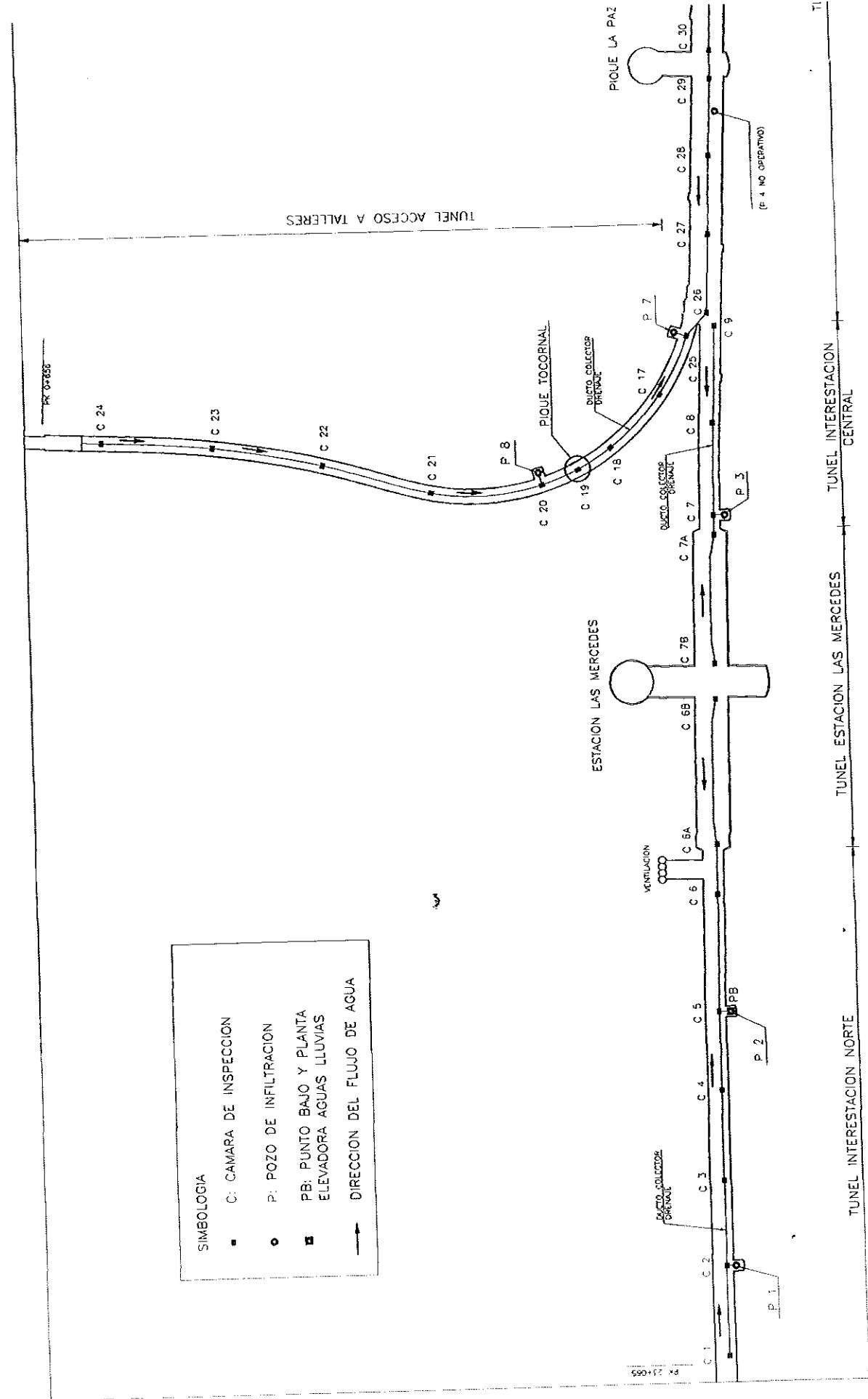


Figura 1: Sistema de drenaje. Disposición general

En las figuras 2 y 3 se muestran esquemáticamente los elementos que constituyen el sistema de drenaje de la napa.

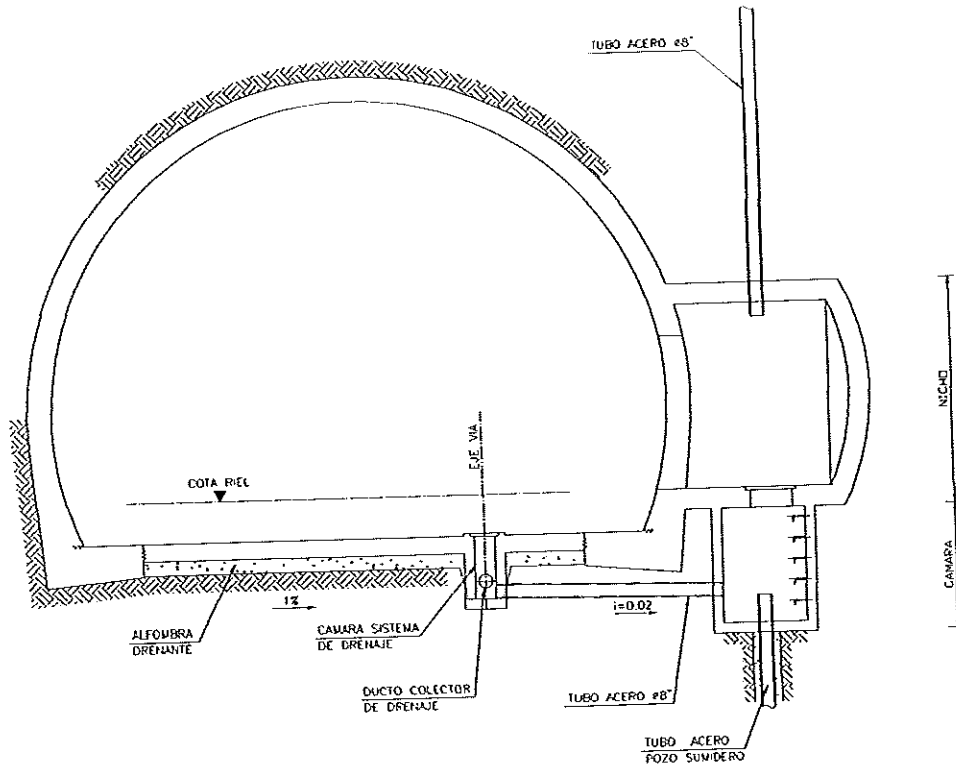


Figura 2: Sección túnel interestaciones frente a pozo.

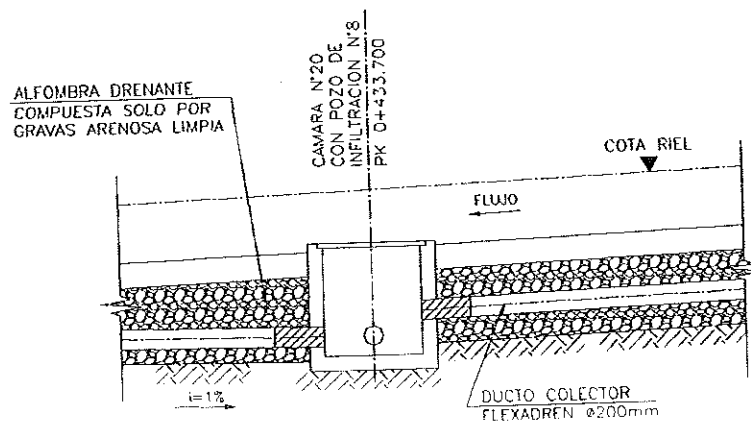


Figura 3: Cámaras de inspección

2.1.2 Túneles Estación Las Mercedes y 3 vías.

Este sistema de drenaje abarca los Túneles Estación Las Mercedes y 3 vías y corresponde al relleno permeable de gravas que se ubica entre el radier de los túneles y la estructura anular del revestimiento. El agua que conduce este sistema corresponde a la que penetra al interior de estos túneles a través del revestimiento de hormigón en la parte ubicada bajo el radier y por lo tanto tiene un grado bajo de permeabilidad y consecuentemente un caudal que es bastante menor que para los túneles interestaciones de radieres planos. El túnel Estación Las Mercedes descarga las aguas que se captan al norte del túnel de acceso hacia el Pozo N° 2 y las que se captan al sur de ese túnel hacia el Pozo N° 3. El túnel de 3 vías descarga sus aguas al Pozo N° 7.

En la figura 4 se muestran esquemáticamente los elementos que constituyen el sistema de drenaje para la napa, en los túneles Estación Las Mercedes y 3 vías

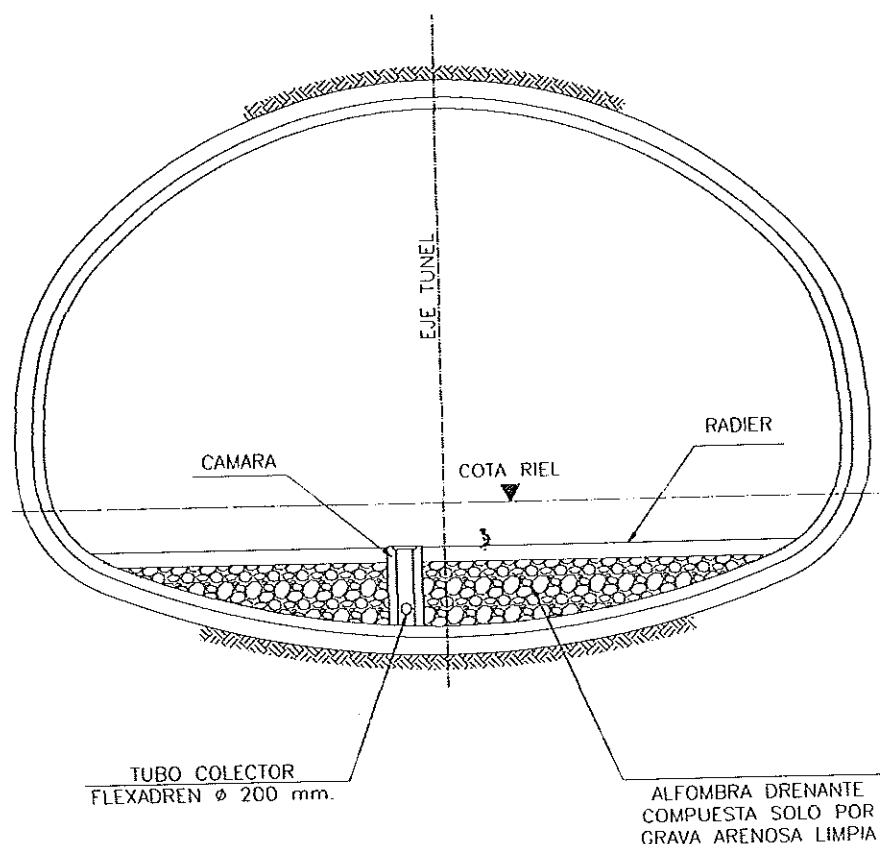


Figura 4: Sección túnel de 3 vías

En el túnel 3 vías, el drenaje a través de las gravas se ha interrumpido frente al túnel La Paz y en el pantalón de la bifurcación al túnel de acceso a talleres por sendos macizos de hormigón, por los cuales se han colocado tubos de conexión insertos en el hormigón (ver Figuras 5 y 6).

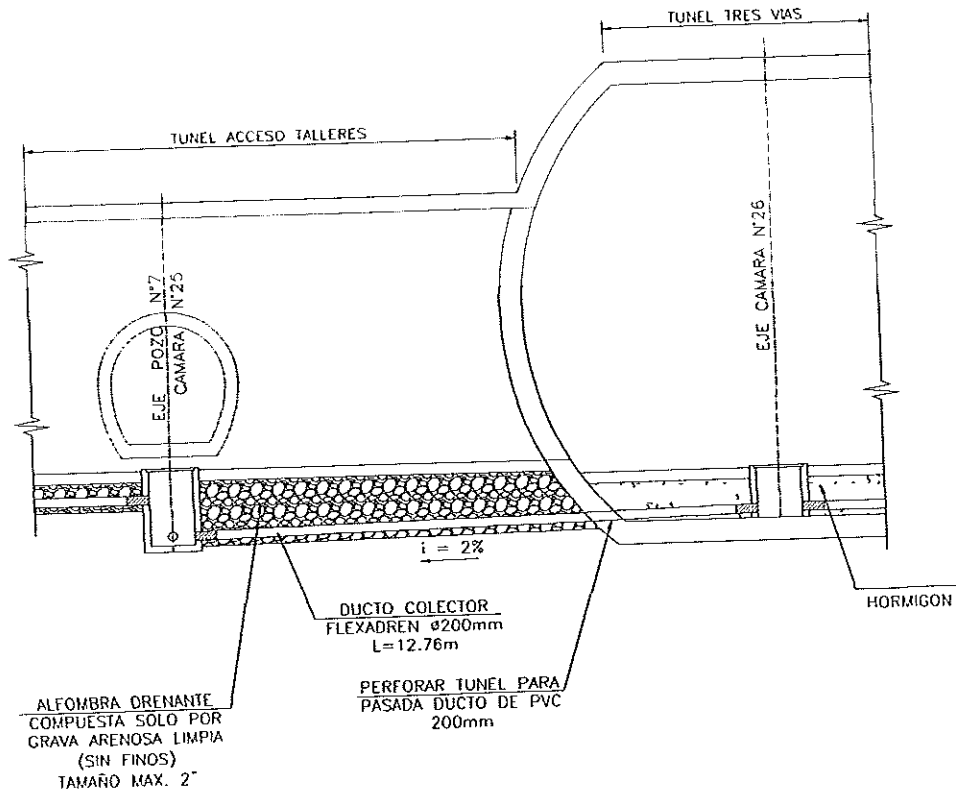


Figura 5: Conexión de cámaras 25 y 26

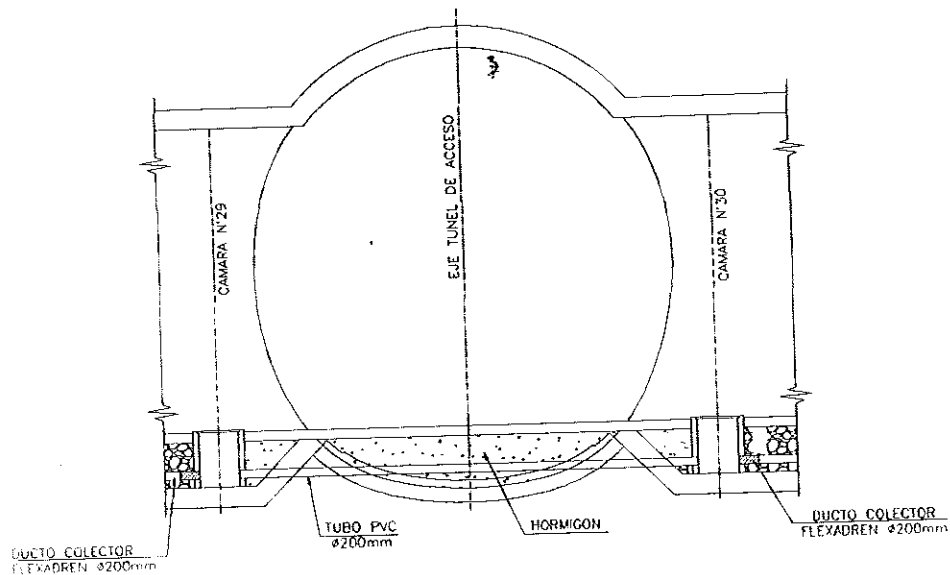


Figura 6: Conexión de cámaras 29 y 30

2.2 Sistema de drenaje de aguas superficiales ubicado sobre radier

El sistema de drenaje sobre el radier tiene como objetivo principal el captar y conducir las aguas lluvias, las aguas superficiales y, en el caso del túnel de 3 vías de La Paz, parte de las aguas que provienen de la napa a través de perforaciones drenantes (Ver Figuras 7 a 13). Las aguas son conducidas a través de las canaletas de vías hasta el punto más bajo del trazado (PK 23+219,65), desde donde son conectadas a la sentina de la estación de bombeo y finalmente evacuadas por las bombas de la planta elevadora de aguas lluvias hacia el exterior.

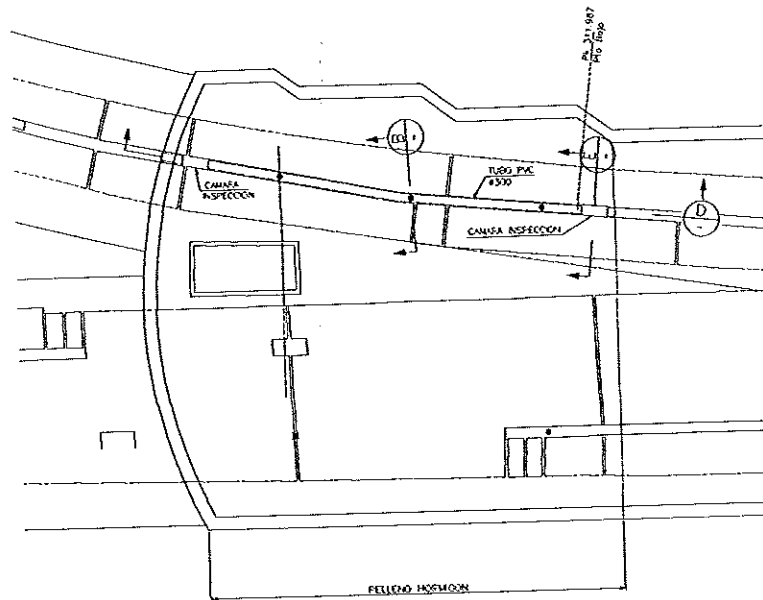


Figura 7: Transición Túnel 3 vías. Perforaciones drenantes. Planta

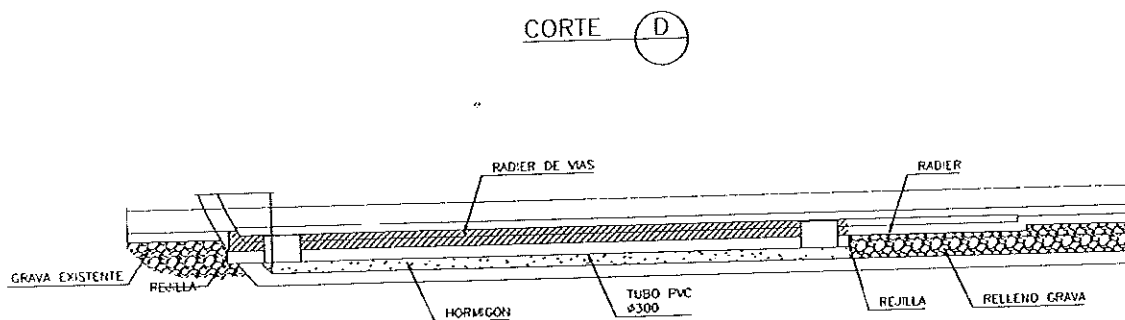


Figura 8: Transición Túnel 3 vías. Tubo de PVC de conexión cámaras

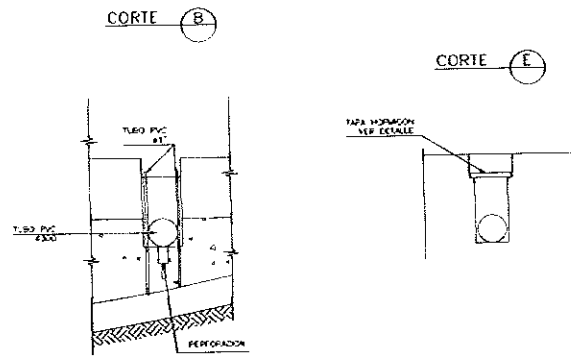


Figura 9: Transición Túnel 3 vías. Perforaciones drenantes

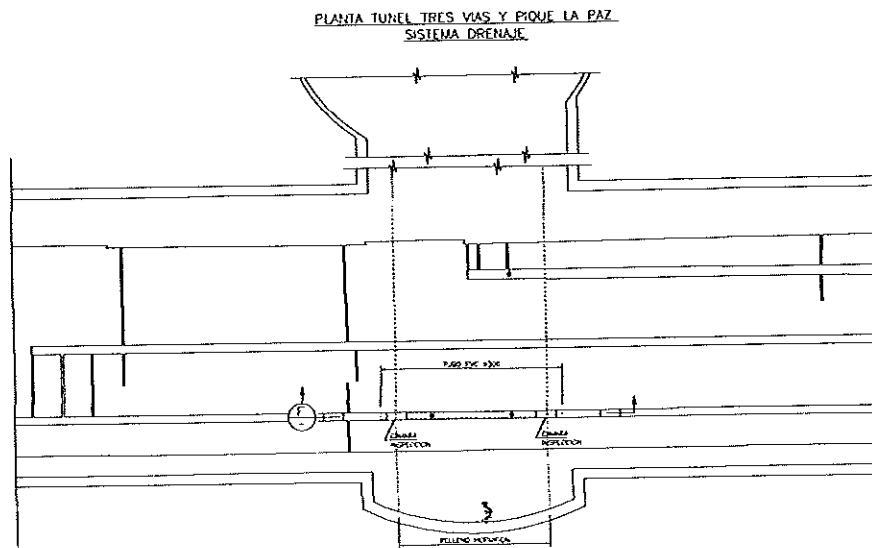


Figura 10: Túnel 3 vías. Pique La Paz. Perforaciones drenantes

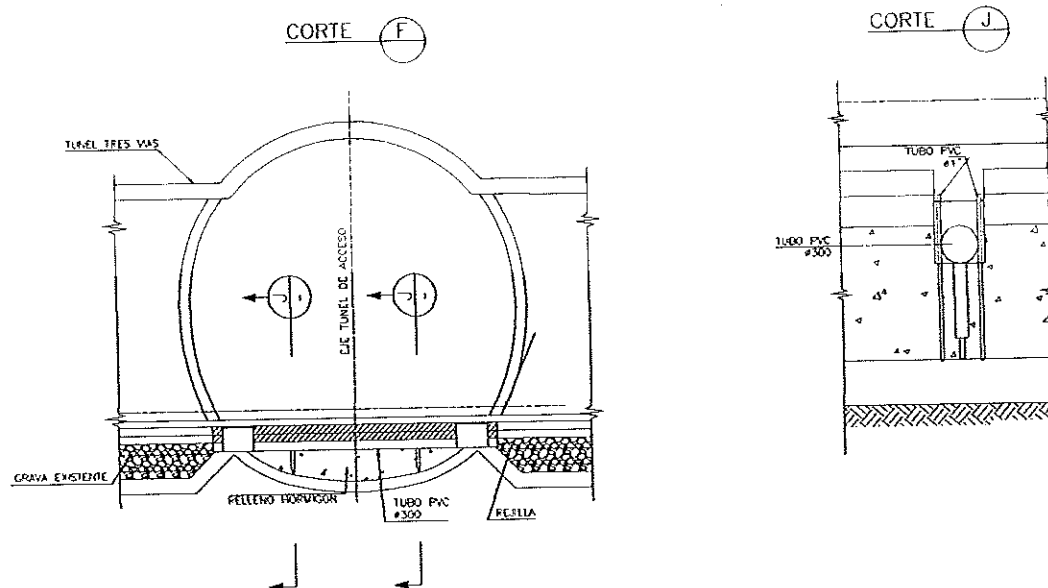


Figura 11: Túnel 3 vías. Pique La Paz. Perforaciones drenantes

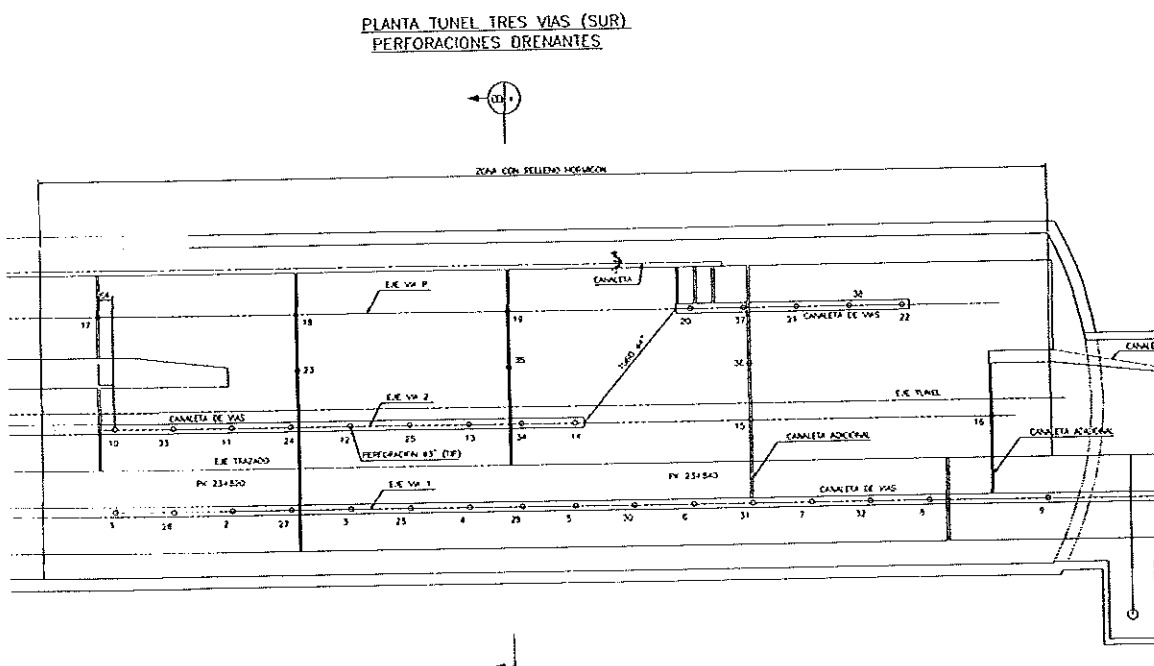


Figura 12: Túnel 3 vías zona sur. Perforaciones drenantes

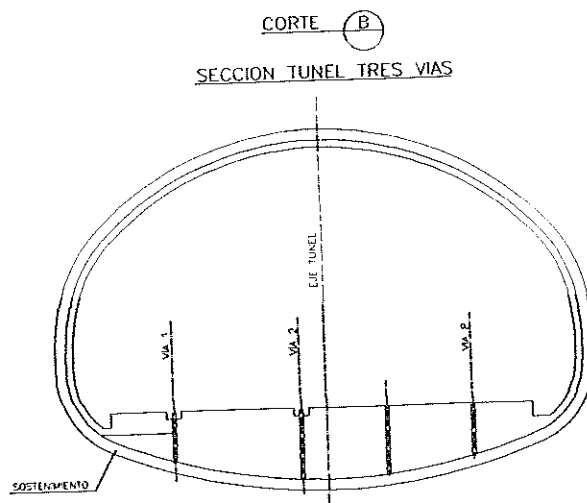


Figura 13: Túnel 3 vías zona sur. Perforaciones drenantes

3. CONTROLES A EFECTUAR

Para una correcta operación del sistema de drenaje, es necesario que se numeren en el interior de los túneles todos los pozos profundos, las cámaras del sistema de drenaje y las perforaciones drenantes del radier del Túnel Tres Vías Sur.

La inspección del sistema de drenaje deberá ser efectuada por personal experimentado y con pleno conocimiento del sistema en cuanto a su disposición y funcionalidad. Dadas las características de los controles a efectuar y teniendo en cuenta además las limitaciones que impondrá la operación del tren, se deberá contar con un equipo compuesto al menos de 2 personas en visita inspectiva. Se estima que de no haber imprevistos de importancia, ella deberá efectuarse y completarse en un par de días.

A continuación se indican los controles que se deberán efectuar junto con la periodicidad requerida. Durante los meses de invierno se deberá duplicar la frecuencia señalada, excepto para la planta elevadora de aguas lluvias. Además, se deberán inspeccionar los sistemas después de un frente de mal tiempo (lluvia fuerte por más de 2 días). Esta última inspección deberá realizarse en dos etapas, una inmediatamente después de finalizada la lluvia y la otra una semana después.

3.1 Sistema de drenaje para la napa ubicado bajo radier

Los controles que se deberán efectuar en el sistema de drenaje bajo radier son los siguientes:

ITEM	ACCIONES A EJECUTAR	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
1	Pozos de infiltración	
	Inspeccionar al interior de los nichos el estado de las tapas de los pozos profundos, de manera que no ingresen materiales o basuras al interior de los pozos. Los pozos siempre deberán estar tapados con sus respectivas tapas.	2 semanas
	Revisar en superficie (calle) que las cámaras que contienen la parte superior del tubo de drenaje del pozo, estén selladas sin posibilidad de filtrar agua al interior de los túneles.	4 semanas
	Abrir las tapas de los pozos profundos y chequear el nivel de agua interior de la cámara. El nivel de agua no podrá sobrepasar el nivel de la rejilla del pozo sumidero. En caso de que el nivel esté por sobre esta rejilla, se deberá realizar una limpieza a la rejilla de protección del tubo, ya que es factible que esté colmatada con basuras. En caso que se limpie la rejilla y aún persista que el agua no pueda irse libremente por el tubo hacia las napas profundas, se deberán instalar bombas de alivio de emergencia en la cámara del pozo y evacuar el agua hacia las canaletas de vías. Si falla el pozo N°7, se instalará una bomba de alivio la que evacuará las aguas hacia el pozo N°3. Lo antes posible se deberá desarrollar nuevamente el pozo con la Empresa Capta-agua o una empresa equivalente en el rubro, de manera de habilitar nuevamente el sistema de drenaje. Las bombas de emergencia operarán hasta rehabilitar el pozo.	2 semanas
	Medir el nivel de agua en el interior del pozo de infiltración (interior del tubo), con respecto a la cota de riel a través de una sonda piezométrica. Efectuar registro de cada nivel de agua al interior de cada uno de los pozos de infiltración.	2 semanas
	Revisión y lavado con chorro a presión de sentina para prevenir el acumulamiento de flotantes, costras en las paredes y acumulación de lodos en el fondo	1 mes
2	Cámaras de Drenaje	
	Chequear el estado de las tapas de las cámaras, no pudiendo existir tapas quebradas y sin sus manillas de izaje.	2 semanas
	Chequear que las tapas de las cámaras del sistema de drenaje estén selladas en su contorno (con silicona o un producto resistente al flujo de agua) y en su apoyo, la goma perimetral de borde de dureza shore 20, sin que pueda ingresar agua contaminada a su interior o por cualquier otro punto.	2 semanas
	Chequear que el tubo de PVC ubicado en cada cámara, esté en su posición (que sobresalga de la tapa unos 15 cm), con su rejilla superior y con el respectivo sello en su contorno.	2 semanas
	Chequear a través del tubo de PVC que el nivel de agua al interior de todas las cámaras, no supere la cota -50 cm. medidos con respecto a la cota superior de la tapa de la cámara, se deberán monitorear los niveles de agua en cada inspección y nunca podrán sobrepasar la cota -30 cm bajo el nivel superior de la tapa, si llegan a este nivel se deberá realizar la limpieza inmediata del ducto colector del tramo aguas abajo de la cámara hasta limpiar el sistema de modo que el agua escurra libremente.	2 semanas
	Chequear periódicamente si sale agua por los tubos de PVC ubicados en cada cámara de drenaje. Si esto ocurriera, deberá hacerse una limpieza inmediata del ducto colector del tramo aguas abajo de la cámara hasta limpiar el sistema de modo que el agua escurra libremente. La limpieza de los tubos se ejecutará con agua a presión y se deberá sacar todo el material depositado al interior de las cámaras obstruidas. Si la limpieza se ejecuta con camión HidroJet, la presión máxima será de 40 Bares, los cuales deben ser controlados en cada prueba.	2 semanas
3	Ductos de conexión en Túnel Tres Vías en zonas del pantalón de la bifurcación a túnel de acceso a talleres y frente al Pique La Paz.	
	Chequear el correcto funcionamiento del ducto de conexión entre cámaras N° 25 y N° 26 (Figura 5) en la zona del pantalón. De igual forma chequear la conexión entre las cámaras N° 29 y N° 30 (Figura 6) frente al Pique La Paz. Revisar que el interior de los tubos estén limpios de cualquier material o sedimento.	2 semanas

3.2 Sistema de drenaje de aguas superficiales ubicado sobre radier

Los controles que se deberán efectuar en el sistema de drenaje sobre radier son los siguientes:

ITEM	ACCIONES A EJECUTAR	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
	CANALETAS DE VIAS Y PERFORACIONES	
1	Canaletas de vías	
	Limpiar las canaletas de vías, de manera que no se acumule sedimentación o basuras que puedan ingresar al sistema de drenaje.	2 semanas
2	Perforaciones drenantes en Túnel Tres Vías	
	Chequear que el tubo de PVC ubicado en cada perforación drenante (ver Figuras 7 a 13), esté en su posición, que sobresalga de la tapa unos 15 cm, con su rejilla superior y con el respectivo sello en su contorno.	2 semanas
	Revisar que el interior de las perforaciones estén limpios de cualquier material o sedimento.	2 semanas
	Chequear el correcto funcionamiento del ducto de conexión entre cámaras en la zona del pantalón (Figura 8). De igual forma chequear la conexión entre las cámaras frente al Pique La Paz (Figura 11).	2 semanas
	PLANTA ELEVADORA DE AGUAS LLUVIAS	
	ASPECTOS MECANICOS	
1	Impulsión	
	Revisión y mantención revestimiento exterior y pintura	3 meses
	Revisión y ajuste de sistema de anclaje, sujeciones, abrazaderas	3 meses
	Inspección y limpieza de descarga a cámara exterior	1 mes
2	Válvulas e interconexiones	
	Revisión y mantención buen estado y sello de empaquetaduras	3 meses
	Revisión y mantención sellos y apertura-cierre de las válvulas de compuerta	3 meses
	Revisión y mantención sello de cierre y movilidad de clapeja en válvulas de retención	3 meses
	Revisión y limpieza manifold de salida, evitando la acumulación excesiva de costras para conservar el revestimiento	3 meses
3	Sentina y obras civiles	
	Limpieza exterior permanente, con lavado de piso y verificación de sello de las tapas.	1 semana
	Revisión y lavado con chorro a presión de sentina para prevenir el acumulamiento de flotantes, costras en las paredes y acumulación de lodos en el fondo	1 mes
4	Bombas sumergidas	
	Solicitar revisión periódica del proveedor de bombas, que incluya al menos: extracción y limpieza de equipos; comprobación guías y ajuste codo descarga; comprobación del motor, impulsor, anillos, rodamientos, cables, controles de nivel, cadenas, colador, etc. Comprobación funcionamiento y ajustes de parámetros eléctricos (tableros, controles de nivel, sistema de alarma, puesta a tierra, etc.)	1 año

ITEM	ACCIONES A EJECUTAR	FRECUENCIA DE INSPECCION
	PLANTA ELEVADORA DE AGUAS LLUVIAS	
	ASPECTOS ELECTRICOS	
1	Panel fuerza y control	1 mes
	Verificar el montaje correcto de los aparatos	
	Revisar gabinete (chapas, gomas, bisagras, pintura)	
	Limpieza de gabinete	
	Revisar conexiones eléctricas	
	Medir aislación	
	Prueba de aparatos (interruptores, reles, contactores, partidores, etc.)	
	Revisar marcado de cables	
	Medir tensión de alimentación	
2	Alimentadores	1 mes
	Revisar aislación	
	Medir caída de tensión	
	Revisar conexiones eléctricas	
	Revisar canalizaciones	
	Revisar marcado de cables	
3	Motores	1 mes
	Revisar conexiones	
	Revisar canalización	
	Revisar estado general según el grado de protección	
	Revisar marcado de cables	
4	Control	1 mes
	Revisar conexiónado	
	Medir aislación	
	Revisar sensores	
	Prueba de funcionamiento PLC	
	Revisar canalización	
	Revisar marcado de cables	
5	Alumbrado	
	Revisar conexiónado	3 meses
	Revisar estado general de equipo de alumbrado según grado de protección	1 mes
	Prueba de funcionamiento interruptor	1 mes
	Revisar canalización	3 meses
	Limpieza de equipos	1 mes
	Medir tensión de alimentación	1 mes
	ASPECTOS SANITARIOS	
1	Calidad del agua	
	Se deberá tomar una muestra de agua, la que se enviará a un laboratorio para un análisis químico-sanitario.	1 mes

ANEXO N°1: LISTADO DE POZOS Y CAMARAS

A continuación se detalla un listado de los pozos y cámaras del sistema de drenaje de la napa:

LISTADO DE POZOS

NUMERO	PK	TUNEL
1	23+106,511	INTERESTACION NORTE
2	23+219,650	INTERESTACION NORTE
3	23+442,206	INTERESTACION CENTRAL
4	23+620,000	3 VIAS (NO OPERATIVO)
5	23+859,051	INTERESTACION SUR
7	0+334,120	ACCESO A TALLERES
8	0+433,700	ACCESO A TALLERES

LISTADO DE CAMARAS

N°	PK	TUNEL
1	23+066,511	INTERESTACION NORTE
2	23+106,511	INTERESTACION NORTE
3	23+144,511	INTERESTACION NORTE
4	23+184,511	INTERESTACION NORTE
5	23+219,650	INTERESTACION NORTE
6	23+271,750	INTERESTACION NORTE
6A	23+293,248	ESTACION LAS MERCEDES
6B	23+360,587	ESTACION LAS MERCEDES
7	23+442,206	INTERESTACION CENTRAL
7A	23+431,948	ESTACION LAS MERCEDES
7B	23+371,587	ESTACION LAS MERCEDES
8	23+483,206	INTERESTACION CENTRAL
9	23+524,206	INTERESTACION CENTRAL
10	23+859,051	INTERESTACION SUR
11	23+906,211	INTERESTACION SUR
12	23+930,154	INTERESTACION SUR
13	23+944,083	INTERESTACION SUR
14	23+971,933	INTERESTACION SUR
17	0+363,000	ACCESO A TALLERES
18	0+395,000	ACCESO A TALLERES
19	0+412,475	ACCESO A TALLERES
20	0+433,700	ACCESO A TALLERES
21	0+480,000	ACCESO A TALLERES
22	0+530,000	ACCESO A TALLERES
23	0+580,000	ACCESO A TALLERES
24	0+630,000	ACCESO A TALLERES
25	0+334,120	ACCESO A TALLERES
26	23+530,000	3 VIAS
27	23+565,000	3 VIAS
28	23+600,000	3 VIAS
29	23+634,398	3 VIAS
30	23+646,898	3 VIAS
31	23+687,687	3 VIAS
32	23+729,687	3 VIAS
33	23+771,687	3 VIAS
34	23+813,687	3 VIAS
35	23+855,750	3 VIAS

ANEXO N°2: LISTADO DE PLANOS

A3-PLA-12-CE-433 V1
A3-PLA-12-CE-434 V1
A3-PLA-12-CE-434-1 V0
A3-PLA-12-CE-435 V1
A3-PLA-12-CE-438 V0
A3-PLA-12-CE-448 V2
A3-PLA-12-CE-453 V0
A3-PLA-12-CE-454 V0
A3-PLA-12-CE-455 V0
A3-PLA-13-CE-412 V1
A3-PLA-12-CE-350 V2
A3-PLA-12-CE-355 V0
A3-PLA-13-ST-311 V2

3