

“ESTUDIO Y ANTEPROYECTO PARA EVACUACIÓN SEGREGADA DE AGUAS INDUSTRIALES Y PLUVIALES EN TERMINAL DE CARGA DE COMBUSTIBLES”

Autores: Infante, Patricia S.; Magistocchi, Luis M., Lerda, Ariel M.; Espina, Pablo G.

Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo.

Facultad de Ingeniería. Centro Universitario. Parque Gral. San Martín. C.P. 5500. Teléfono. 0261-4135005. int. 2129. Fax. 0261-4380120. E-mail: pinfante@uncu.edu.ar

SINOPSIS

El objetivo es diseñar un sistema de evacuación de aguas pluviales, con la finalidad de captar y separar las mismas de los efluentes industriales que se generan en la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto Luján de Cuyo.

Se realizó el estudio hidrológico del área, y la selección y diseño de los sistemas de captación, conducción y disposición final de las aguas pluviales.

Se realizó un relevamiento topográfico. Se dividió el área de estudio en zonas, de acuerdo a las características hidrológicas de las mismas (pendientes, superficies impermeabilizadas o con cubierta vegetal). Se calcularon coeficientes de escorrentía ponderados para cada área. Y con la tormenta de proyecto adecuada al riesgo hidrológico, se calcularon los caudales por área usando el método racional. Y se adoptaron y diseñaron las soluciones estructurales: acordonamiento de áreas específicas, canales de evacuación, algunas obras de arte en los mismos, un embalse de retención final y terraplenes de defensa.

Se realizó un análisis de la incidencia del sistema de evacuación propuesto en los valores de caudales de efluentes industriales, con la finalidad de evaluar cuantitativamente su influencia en la operatividad de la planta de tratamiento. Se estableció la importancia de mantener limpia la red de drenaje propuesta.

INTRODUCCIÓN.

El “Estudio y Anteproyecto para evacuación segregada de aguas industriales y pluviales en Terminal de Combustibles Luján de Cuyo y Cabecera Poliducto” ubicado en el Departamento de Luján de Cuyo en la Provincia de Mendoza, tiene como finalidad la separación de los caudales de origen pluvio-aluvional de los caudales originados como efluentes industriales. Para lo cual se realizó un estudio hidrológico del área bajo estudio, y el posterior diseño de un sistema de evacuación de los caudales superficiales.

Este estudio y el anteproyecto de las soluciones estructurales necesarias, forman parte del Proyecto Integrado de Tratamiento de Efluentes Líquidos (TIEL) que involucra las plantas terminales y unidades de proceso que se encuentren relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas industriales de Refinería Regional Luján de Cuyo.

DESARROLLO

La metodología usada en el desarrollo del presente estudio corresponde con los siguientes ítems.

Relevamiento topográfico.

El relevamiento topográfico fue realizado con el equipo de profesionales de la Cátedra de Topografía de la Facultad de Ingeniería, utilizando una estación total y nivelación por puntos.

Teniendo como base la información facilitada por la empresa, que consistió de un plano de planta del área bajo estudio, tanto en documentación gráfica como en archivo “dwg”; se procedió al chequeo “in situ” de dicha información y a la nivelación del predio de la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto Luján de Cuyo. Esto último arrojó la toma de alrededor de 2215 puntos con la estación total.

Las coordenadas y cotas respectivas de dichos puntos fueron ingresadas al software SURFER 32 para la obtención, y posterior calibración mediante las visitas de campo realizadas, de las curvas de nivel del área ya mencionada.

Posteriormente, se superpusieron las curvas obtenidas con la planimetría chequeada in-situ del área bajo estudio. El resultado del mismo es un panorama completo en cuanto a la topografía y la distribución de las distintas áreas de la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto Luján de Cuyo. Ver FIGURA N° 1. Debido a la magnitud del área bajo estudio, las curvas de nivel son globales, no revelan la presencia de las calles del área mencionada. Las cotas de los puntos están georeferenciadas al punto fijo ubicado en la Refinería Regional Luján de Cuyo en el mástil de la Playa de Estacionamiento frente al edificio principal de administración.

Hidrología aplicada.

Para el cálculo de caudales producidos por precipitaciones de origen pluvial, la Hidrología moderna ha desarrollado numerosos programas de computación cuya complejidad es variable; principalmente, en función del tipo y magnitud del área bajo estudio.

El presente estudio implica un área de trabajo que no se encuentra en el orden de aplicación de los citados programas de computación, o sea que, queda fuera del rango de aplicabilidad de los mismos. Y además es necesario considerar que el predio en donde está ubicada la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto, presenta un área fragmentada en sus características para el estudio de caudales, de modo que es necesario dividirla en áreas aún más pequeñas, (inaplicables para programas de computación), y que hacen aún más aplicable el Método Racional usado.

Teniendo en cuenta lo anterior, se aplica el Método Racional para cálculo de los caudales originados por precipitaciones pluviales. Este método se basa en la Ecuación N° 1, para el cálculo del caudal:

$$Q = 0.0028 \times C \times i \times A \quad (1)$$

En la cual C es el coeficiente de escorrentía adimensional, I es la intensidad de la precipitación en (mm/h) para el tiempo de concentración y de recurrencia de cada área a considerar, y A es el área en estudio en (Ha), y Q es el caudal superficial en (m³/s) que se origina por precipitación pluvial.

Áreas a considerar.

Con la finalidad de realizar el análisis y estudio de los caudales se ha dividido el área del predio de la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto en dos zonas, de acuerdo a las características hidrológicas de las mismas, a saber (ver FIGURA N° 2: Planta General):

- **Zona Norte**, denominada así porque está ubicada al norte de la Ruta Provincial N° 84 (Brandsen), cuyas características incluyen predominancia de suelo con vegetación natural, y recintos de tanques de almacenamiento. Esta zona no posee sistema de desagüe pluvial e industrial independientes en los recintos de tanques de almacenamiento. Es más, las tapas de piso que corresponden a los desagües pluviales son ciegas, de modo que no existe posibilidad de evacuación de los mismos a través de ellas. Se observa que existe un solo sistema de evacuación. Las calles, en su mayoría son de tierra, y presentan una gran pendiente las que tienen orientación oeste-este, mientras que las de orientación norte-sur tienen pendientes mucho menores. Esta zona presenta aporte de áreas vecinas, sobre todo desde el oeste, ya que el alambrado divisorio de las propiedades no posee cordón inferior (viga de fundación) que se interponga en el escurrimiento superficial.
- **Zona Sur**, denominada así porque está ubicada al sur de la Ruta Provincial N° 84 (Brandsen), cuyas características predominantes son superficies impermeabilizadas, ya sea de calles, como también, techos de construcciones y galpones. Esta zona posee sistema de desagüe industrial independiente del pluvial, sobre todo para los recintos de tanques de almacenamiento. El desagüe pluvial dentro de dichos recintos se separa del industrial, y se regula a través de válvulas, para erogarse en forma independiente cuando estas aguas pluviales no hayan estado en contacto con hidrocarburos. En el caso que exista tal posibilidad, las válvulas correspondientes se mantienen cerradas, y el volumen almacenado en el recinto se extrae, mediante bombas, y se dispone como residuo industrial. En cuanto a las pendientes, la pendiente general y predominante de esta zona tiene orientación oeste-este. Esta zona se encuentra independizada de aportes de áreas vecinas, ya que el límite oeste se encuentra perimetralmente recorrido por un alambrado con un cordón de hormigón (viga de fundación del alambrado) de cómo mínimo 0.30m de altura.

Elección y Cálculo del Coeficiente de Escorrentía.

El coeficiente de escorrentía es una variable muy importante para el cálculo de los caudales. Como su nombre indica, cuantifica la porción de la precipitación que escurre, o sea, el caudal superficial. El valor a adoptar depende del tipo de suelo a considerar, de la pendiente media del mismo y del tiempo de recurrencia que se usa en el estudio hidrológico a realizar.

Para este caso se adoptaron tres valores básicos de coeficiente de escorrentía, de acuerdo a los tiempos de recurrencia de 5 y 10 años (alternativas a evaluar), y a una pendiente media de los terrenos no mayores al 2%.

La adopción y cálculo final del coeficiente de escorrentía se realizó a través de una ponderación del tipo y magnitud de la superficie de cada área considerada. Los valores básicos utilizados se presentan en la Tabla N° 1:

TABLA N° 1: COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA UTILIZADOS

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE C
Superficie impermeabilizada (calles asfaltadas y hormigonadas, techos de edificaciones).	1.00
Suelos naturales, no modificados, sin calles.	0.4
Suelos parquizados.	0.34

Elección y Cálculo de la Intensidad de la precipitación.

En la zona de características aluvionales de la Provincia de Mendoza, en la cual se encuentra ubicada la Destilería de Luján de Cuyo, se produce un régimen de precipitaciones convectivas de verano, cuya corta duración y gran intensidad, producen caudales de escurrimiento considerables.

Para tormentas de estas características el CRA -INA (Centro Regional Andino del Instituto Nacional del Agua), a través de su red de pluviómetros ubicada en el piedemonte del Gran Mendoza, ha construido las curvas llamadas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), que pueden utilizarse en la zona en donde está emplazada la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto Luján de Cuyo (Se adjunta fotocopia de dicho gráfico).

La intensidad de precipitación que se usa en la Fórmula Racional para el cálculo de los caudales es la que corresponde a una duración de precipitación igual al tiempo de concentración de cada área considerada.

La elección de la intensidad de la precipitación está íntimamente relacionada al concepto de riesgo hidrológico y al de tiempo de recurrencia.

Los tiempos de concentración obtenidos para las dos áreas consideradas en este estudio corresponden a 8,5 minutos para la Zona Norte y 7,5 minutos para la Zona Sur.

Específicamente para estos tiempos de concentración, las intensidades de precipitación que se obtienen de las curvas IDF ya mencionadas son de 125 mm/h para un tiempo de recurrencia de 5 años y de 155 mm/h para un tiempo de recurrencia de 10 años.

Estas dos alternativas son las evaluadas, ya que los tiempos de recurrencia adoptados como usuales para los drenajes pluviales, en ciudades pequeñas van de los 2 a los 15 años.

Una estructura para el control del agua puede fallar si la magnitud correspondiente al tiempo de recurrencia de diseño se excede durante la vida útil de la estructura. Este riesgo hidrológico natural de falla se puede calcular usando la Ecuación N° 2:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R} \right)^n \quad (2)$$

Considerando una vida útil de diseño de 10 años, un tiempo de recurrencia de 10 años el riesgo es de 0.65, o sea que, hay un 65% de probabilidad que el caudal calculado (y por lo tanto las capacidades de evacuación de los canales), sea superado por lo menos una vez en 10 años.

La falla de un sistema de drenaje, no implica la falta de funcionamiento del mismo, sino que bajo un evento extremo que quede fuera del análisis realizado, este sistema se verá excedido en su capacidad de evacuación, que de cualquier manera mejora la situación actual de drenaje.

Determinación de caudales por zonas.

En función de las intensidades horarias ya mencionadas de 155mm/h (para un tiempo de recurrencia de 10 años) y 125 mm/h (para un tiempo de recurrencia de 5 años), con tiempos de concentración entre 7,5 y 8,5 minutos respectivamente, y los coeficientes de escorrentía ya definidos se han calculado los caudales de aporte de cada una de las zonas en que se divide el área bajo estudio.

Para el diseño de las soluciones estructurales de cada zona, se han adoptado los caudales superficiales obtenidos en el cálculo con una precipitación de 155 mm/h, que corresponde a un tiempo de recurrencia de 10 años.

En las páginas siguientes, en las Tablas N° 2 y 3, se resumen los resultados obtenidos en las dos zonas en que se dividió el estudio, considerando en cada una de ellas las áreas de distintas características hidrológicas. Las abreviaturas usadas responden a los siguientes significados::

- ✓ **TN**: terreno natural.
- ✓ **TK**: tanque de almacenamiento (impermeable).

Cabe aclarar que en las áreas parquizadas, si bien se calcularon sus caudales correspondientes, los mismos no aportan escorrentía superficial, ya que se proyecta aislarlos a través de acordonamiento perimetral. Y es por ello que no han sido sumados en el cálculo de los caudales.

Soluciones estructurales.

Analizando las magnitudes de los caudales y las direcciones de los mismos se han adoptado soluciones estructurales diferentes para ambas zonas en que se dividió el área bajo estudio. Ver FIGURA N° 3.

El cálculo de los canales y/o cunetas se ha realizado siguiendo la metodología normal en estos casos, primero se selecciona la traza, se realiza el perfil longitudinal de dicha traza, se eligen las pendientes de solera de los canales, teniendo en cuenta las alturas de desmonte y terraplén, se ha tratado que la mayoría de los canales queden en desmonte, o sea por debajo del nivel del terreno natural. Con estas pendientes se calculan las secciones transversales para la conducción de los caudales correspondientes.

Cabe aclarar que las trazas seleccionadas han sido chequeadas “in situ”, y las ubicaciones de las mismas están referidas a los ejes de terraplén de contención en los recintos de tanques de almacenamiento, o a construcciones existentes mediante medidas acotadas en los planos correspondientes.

TABLA N° 2: CAUDALES CALCULADOS DE LA ZONA NORTE

Zona	Sector	Suelo	Area (Ha)	Coef. Escorr.	Coef. Pond.	Precipit (mm/h) Tr=10años	Caudal m³/s	Caudal por recinto (m3/s)
Norte	Calle 1 +TN	TN	1,153	0,4	0,4	155	0,200	0,200
	Calle 2	Pavimento TN	0,065	1	0,51	155	0,028	0,081
			0,304	0,4		155	0,053	
	Calle 3	TN	0,158	0,4	0,4	155	0,027	0,027
	Calle 4	Pavimento	0,084	1	0,46	155	0,037	0,215
		TN	0,983	0,4		155	0,171	
		Sala Incendio	0,018	1		155	0,008	
	Calle A	Pavimento	0,146	1	0,51	155	0,063	0,194
		TN	0,729	0,4		155	0,127	
		Pileta	0,008	1		155	0,003	
		Sala	0,002	1		155	0,001	
	Calle B	Pavimento	0,154	1	0,54	155	0,067	0,155
		TN	0,508	0,4		155	0,088	
	Calle C	TN	0,879	0,4	0,4	155	0,153	0,153
	Calle D	TN	0,347	0,4	0,4	155	0,060	0,060
	Recinto 81	TK	0,021	1	0,46	155	0,009	0,041
		TN	0,184	0,4		155	0,032	
	Recinto 82	TK	0,028	1	0,48	155	0,012	0,043
		TN	0,175	0,4		155	0,030	
	Recinto 83	TK	0,016	1	0,45	155	0,007	0,039
		TN	0,183	0,4		155	0,032	
	Recinto 85	TK	0,009	1	0,41	155	0,004	0,098
		TN	0,541	0,4		155	0,094	
	Recinto 87	TK	0,012	1	0,44	155	0,005	0,037
		TN	0,185	0,4		155	0,032	
	Recinto90	TK	0,033	1	0,50	155	0,014	0,043
		TN	0,162	0,4		155	0,028	
	Recinto 91	TK	0,033	1	0,50	155	0,014	0,043
		TN	0,163	0,4		155	0,028	
	Recinto 92	TK	0,033	1	0,50	155	0,014	0,045
		TN	0,174	0,4		155	0,030	
	Recinto ab.		0,211	0,4	0,4	155	0,037	0,037
	Recinto 95	TK	0,028	1	0,48	155	0,012	0,043
		TN	0,176	0,4		155	0,031	
	Recinto 96	TK	0,028	1	0,48	155	0,012	0,046
		TN	0,196	0,4		155	0,034	
	Recinto 97	TK	0,039	1	0,44	155	0,017	0,102
		TN	0,489	0,4		155	0,085	
	Recinto 98	TK	0,039	1		155	0,017	0,064
		TN	0,270	0,4		155	0,047	
	Recinto 101	TK	0,113	1	0,52	155	0,049	0,125
		TN	0,438	0,4		155	0,076	
	Recinto 102	TK	0,113	1	0,52	155	0,049	0,125
		TN	0,437	0,4		155	0,076	
	Recinto 103	TK	0,113	1	0,52	155	0,049	0,125
		TN	0,437	0,4		155	0,076	
	Recinto 104	TK	0,039	1	0,48	155	0,017	0,063
		TN	0,268	0,4		155	0,047	
	Totales		10,93				2,204	2,204

TABLA N° 3: CAUDALES CALCULADOS DE LA ZONA SUR

Zona	Sector	Suelo	Area (Ha)	Coef. Escorr.	Coef. Pond.	Precipit (mm/h) Tr=10años	Caudal m³/s	Caudal por Recinto (m3/s)
SUR	Calle E	Terraplén (TN) Pavimento TN	0,023	0,4	0,48	155	0,0039	0,0560
			0,036	1		155	0,0157	
			0,210	0,4		155	0,0365	
	Calle 5	Terraplén (TN) Pavimento TN	0,076	0,4	0,54	155	0,0132	0,0910
			0,089	1		155	0,0385	
			0,226	0,4		155	0,0393	
	Calle 6	Terraplén (TN) Pavimento Parquizado	0,061	0,4	0,68	155	0,0105	0,0516
			0,085	1		155	0,0369	
			0,028	0,34		155	0,0042	
	Calle D	Terraplén (TN) Parquizado Pavimento TN	0,024	0,4	0,48	155	0,0042	0,1345736
			0,027	0,34		155	0,0040	
			0,090	1		155	0,0390	
			0,504	0,4		155	0,0874	
	Calle F	Parquizado Pavimento	0,633	0,34	0,39	155	0,0934	0,1144
			0,049	1		155	0,0211	
	Calle 7	Parquizado Pavimento	0,165	0,34	0,67	155	0,0244	0,0965
			0,166	1		155	0,0721	
	Recinto 72	TK TN	0,028	1	0,49	155	0,0123	0,0420
			0,171	0,4		155	0,0297	
	Recinto 73	TK TN	0,028	1	0,48	155	0,0123	0,0421
			0,172	0,4		155	0,0298	
	Recinto 74	TK TN	0,028	1	0,47	155	0,0123	0,0504
			0,220	0,4		155	0,0382	
	Recinto 70	TK TN	0,028	1	0,49	155	0,0123	0,0418
			0,170	0,4		155	0,0295	
	Recinto 71	TK TN	0,028	1	0,48	155	0,0123	0,0424
			0,173	0,4		155	0,0301	
	Parquizado A	Parquizado	0,480	0,34	0,34	155	0,0709	0,0000
	Bombas	Recinto Calle G - H° Parquizado	0,011	1	0,43	155	0,0047	0,0106
			0,014	1		155	0,0059	
			0,147	0,34		155	0,0217	
	Cargadero de Camiones	Parquizado Cargadero Playa - H° TN	0,269	0,34	0,78	155	0,0397	0,1085
			0,250	1		155	0,1085	
			0,531	1		155	0,2306	
			0,142	0,4		155	0,0247	
	Cargadero de GLP	Parquizado Calibrador Pileta Calles de H° Planta Aditivos TN	0,591	0,34	0,57	155	0,0872	0,0035
			0,025	1		155	0,0110	
			0,008	1		155	0,0035	
			0,327	1		155	0,1419	
			0,024	1		155	0,0104	
			0,189	0,4		155	0,0329	
	Playa Estacionam. Camiones	Edificios Varios Parquizado Playa H° TN	0,233	1	0,84	155	0,1012	0,7444
			0,318	0,34		155	0,0469	
			1,383	1		155	0,6002	
			0,248	0,4		155	0,0431	
	Depósito		0,383	1	1	155	0,1663	0,1663
	Parquizado G		0,032	0,34	0,34	155	0,0047	0,0000
	Dep. Cal Viva		0,077	1	1	155	0,0336	0,0336
	Playa 2 - H°		1,372	1	1	155	0,5954	0,5954
	Playa 3 - H°		0,675	1	1	155	0,2930	0,2930
	Parquizado J		0,298	0,34	0,34	155	0,0439	0,0000
	Edific. Varios	Oficina - Sala de bombas Taller - S. E. N° 1	0,044	1	1	155	0,0192	0,0293
			0,023	1		155	0,0100	
	Trinchera profunda		0,049			155	0,0000	0,0000
	Parquizado K	Jardín Area del Sol	0,878	0,34	0,36	155	0,1296	0,0000
			0,025	1		155	0,0107	
	Pileta recuperadora		0,006	1	1	155	0,0028	0,0028
	Parque rezagos	Terreno con veg. nat.	1,197	0,4	0,4	155	0,2078	0,2078
	TOTAL		13,79				3,865	3,410

Soluciones estructurales en la Zona Norte.

Principalmente, se han adoptado cunetas de calle para la evacuación de los escurrimientos superficiales, ya que esta zona posee lugar para su construcción y no es una zona de tránsito vehicular frecuente, de modo que no representan un obstáculo en la transitabilidad.

En función de los caudales obtenidos en los cálculos del ítem anterior, se plantean las siguientes soluciones estructurales en esta zona, las trazas de las cuales pueden verse en la Figura N° 3: Soluciones Estructurales, y en forma detallada en la FIGURA N°4: Obras a realizar en Zona Norte. El detalle es el siguiente:

- Cuneta en Calle D: capta el escurrimiento oeste-este desde el predio vecino mediante una cuneta de calle ubicada en el costado este de la Calle D. Esta cuneta tiene un sifón en su trayecto.
- Alcantarilla N° 1: ubicada en el cruce de la cuneta anterior con la Calle 3. Esta alcantarilla es ciega (puente) y tiene una longitud igual al ancho de la Calle 3.
- Cuneta Calle 3: ubicada en el costado sur de la mencionada calle.
- Reja 4: ubicada en la intersección de la cuneta anterior con la Calle C. La orientación de las rejas a colocar debe ser norte-sur, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle C, que es el captado por ésta.
- Cuneta Calle C: ubicada en el costado este de dicha calle.
- Cuneta en Calle 4 (primer tramo): ubicada en el costado norte de dicha calle.
- Reja 5: ubicada en la intersección de la cuneta anterior con la Calle B. La orientación de las rejas a colocar debe ser norte-sur, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle B, que es el captado por ésta.
- Cuneta en Calle 4 (segundo tramo): ubicada a continuación de la Reja 5 y en el costado norte de la Calle 4.
- Reja 6: ubicada en la Calle 4. La orientación de las rejas a colocar debe ser oeste-este, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle 4, que es el captado por ésta.
- Cuneta Calle 4 (tercer tramo): ubicada inmediatamente al sur del alambrado límite de la Zona Norte. Se recomienda realizar barbacanas cada 1 metro en el cordón de apoyo de dicho alambrado.
- Alcantarilla 3: ubicada en la cuneta anterior en correspondencia con la entrada al predio de la Zona Norte. Esta alcantarilla es ciega (puente). La longitud de la misma corresponde al ancho total del Acceso a la Zona Norte.
- Salida Cuneta Calle 4 a cuneta de Ruta Provincial N° 84: se plantea una salida entubada con un diámetro de 0.6m en tubo de hormigón, hasta la cuneta de la ruta. La pendiente de la tubería es del 1.2%.
- Reja 1: ubicada en la Calle C. La orientación de las rejas a colocar debe ser norte-sur, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle C.
- Cuneta en Calle 2 (primer tramo): en la Reja 1 nace la Cuneta en Calle 2, conduciendo lo captado por la primera, más el aporte de la calle mencionada. En su recorrido presenta un sifón en correspondencia con una trinchera que aparece cerca de la Calle B. El Perfil Longitudinal N° 2 presenta las variaciones de cota de solera en cada caso.
- Reja 2: ubicada en la Calle B. La orientación de las rejas a colocar debe ser norte-sur, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle B.
- Cuneta en Calle 2 (segundo tramo): sobre el costado sur de la Calle 2 continúa la Cuneta en Calle 2, ahora con el aporte de la Reja 2 inclusive, y la parte de la Calle 2 que faltaba agregar.
- Reja 3: ubicada en la Calle A. La orientación de las rejas a colocar debe ser norte-sur, o sea, paralela al escurrimiento en la Calle A.

- Cuneta en Calle A: sobre el costado este de la Calle A se ubica esta cuneta, que además de conducir el caudal de la cuneta anterior, se le agrega el de la Calle A.
- Alcantarilla 2: en correspondencia con la salida hacia el norte que posee esta zona, se ubica una alcantarilla con un puente para el paso de vehículos.
- Reja 7: ubicada sobre la Calle A, tiene como finalidad captar el escurrimiento superficial directo de dirección norte-sur sobre la misma.
- Salida a campo de derrame: se juntan los caudales desde la Cuneta en Calle A con el de la Reja 7 en esta canalización, y terminan en un descampado ubicado al este de la Zona Norte. El cual aparentemente no tiene una función específica y pertenece a la misma empresa.
- Terraplén de contención ubicado al este: la finalidad del mismo es retener los volúmenes de agua transportados para su infiltración y evaporación, y así evitar el ingreso de agua hacia el terraplén del FFCC y hacia el norte del mismo.

El caudal máximo a incorporar por este sistema a la cuneta sobre la Ruta Provincial N° 84, es de $0.72\text{m}^3/\text{seg.}$, que resulta menor que la capacidad máxima de la misma, calculada en función de sus dimensiones geométricas y de la pendiente de fondo.

La cuneta ubicada en el costado norte de la Ruta Provincial N° 84 tiene una pendiente de fondo del 1.2% y continúa aproximadamente unos 300 metros más hacia el este, luego de lo cual desaparece su sección transversal revestida de hormigón y se transforma en una sección de tierra, que termina en un campo inculto de derrame de la misma, ubicado al norte de la mencionada ruta. De modo que el uso de la misma como parte del sistema de desagüe pluvial planteado no impacta sobre el funcionamiento de la misma, ni tampoco en la propiedad de ningún colindante, ni ninguna propiedad con fines específicos.

Los desagües pluviales de los recintos de tanques de la Zona Norte se proyecta realizarlos mediante una cámara de piso de 0.5m de profundidad, con 1m x 1m de sección transversal, colocada a nivel de piso, con rejas en la parte superior. Y la salida al sistema pluvial se realiza mediante tuberías de acero de 4" de diámetro con válvulas de salida de 4" de diámetro también. Las trazas de las tuberías de salida de cada recinto pueden verse en el Figura N° 3: Soluciones Estructurales y Figura N° 4: Obras a realizar Zona Norte.

El desagüe industrial de Recinto de Bombas se propone realizar con una Canaleta Colectora Perimetral de 0.2m de ancho y 0.2m de altura, con una reja en la parte superior, con una pendiente de fondo de 0.5% la que se conecta al sistema de desagüe industrial mediante una tubería enterrada de 3" de diámetro (ver FIGURA N° 4).

Las trazas de cunetas y entubados ubicadas en el FIGURA N° 3 y FIGURA N° 4, corresponden a los ejes de las canalizaciones. En dicho plano los recintos de los tanques de almacenamiento aparecen limitados por líneas que representan los ejes de los terraplenes de contención, o los ejes de los tabiques; como divisoria de aguas.

Las cunetas mencionadas tienen la misma pendiente de fondo que las pendientes de calle en donde están ubicadas, y tienen una profundidad constante e igual a 0.70m.

Las dimensiones hidráulicas de las soluciones estructurales propuestas se resumen en la Tabla N° 4, ver FIGURA N° 4: Obras a realizar Zona Norte:

TABLA N° 4: DIMENSIONES DE SOLUCIONES ESTRUCTURALES ZONA NORTE

N°	ELEMENTO	Q (m ³ /s) cálculo	Ancho Inferior (m)	Talud lateral H:V	Pendiente (m/m)	Altura total (m)	Ancho superior (m)
1	Cuneta Calle D	0.060	0.40	0.25	0.0020	0.70	0.75
2	Alcantarilla N° 1	0.060	1.00	0	0.0020	0.70	1.00
3	Cuneta Calle 3	0.088	0.40	0.25	0.0146	0.70	0.75
4	Alcantarilla bajo Reja 4	0.240	1.00	0	0.0146	0.70	1.00
5	Cuneta Calle C	0.240	0.40	0.25	0.0027	0.70	0.75
6	Cuneta Calle 4 (1)	0.348	0.40	0.25	0.0100	0.70	0.75
7	Alcantarilla bajo Reja 5	0.503	1.00	0	0.0100	0.70	1.00
8	Cuneta Calle 4 (2)	0.720	0.40	0.25	0.0100	0.70	0.75
9	Alcantarilla bajo Reja 6	0.612	1.00	0	0.0055	0.70	1.00
10	Cuneta Calle 4 (3)	0.720	0.40	0.25	0.0100	0.70	0.75
11	Alcantarilla N° 3	0.720	1.00	0	0.0100	0.70	1.00
12	Salida a cuneta RPN° 84	0.720	0.60	tubería	0.0120	0.60	0.60
13	Alcantarilla bajo Reja 1	0.115	1.00	0	0.0115	0.70	1.00
14	Cuneta Calle 2	0.200	0.40	0.25	0.0115	0.70	0.75
15	Alcantarilla bajo Reja 2	0.200	1.00	0	0.0115	0.70	1.00
16	Alcantarilla bajo Reja 3	0.281	1.00	0	0.0115	0.70	1.00
17	Cuneta Calle A	0.475	0.40	0.25	0.0055	0.70	0.75
18	Alcantarilla N° 2	0.475	1.00	0	0.0055	0.70	1.00
19	Alcantarilla bajo Reja 7	0.194	1.00	0	0.0200	0.70	1.00
20	Salida a campo	0.475	0.40	0.25	0.0200	0.70	0.75

Cabe aclarar que las dimensiones de las soluciones estructurales planteadas responden a las secciones hidráulicamente necesarias para evacuar los caudales calculados. Se recomiendan espesores de 0.10m en el revestimiento de hormigón de las cunetas.

En los cruces de cada cuneta o canal con las calles se ubican alcantarillas de drenaje de sección rectangular, cuyas longitudes corresponden a los anchos de calle, y sus dimensiones y armaduras deberán estar de acuerdo al cálculo estructural de cargas y empujes a realizar en la ingeniería de detalle. Las cotas de las alcantarillas se ajustarán en obra de acuerdo a los cruces de calle.

En general, los canales o cunetas mencionados tienen forma trapecial con una base inferior de 0.40 m, con pendientes laterales de 0.25:1 (H:V), con revestimiento mínimo de hormigón de 0.10m de espesor, con juntas transversales de contracción para el hormigón, cada 4 metros.

La forma trapecial en los canales ha sido adoptada porque produce un mejor perfil de velocidades a caudales menores que los de diseño, y así evita un aumento de la sedimentación del material de arrastre del agua cuando se conducen caudales menores a los de diseño.

El terraplén a construir tiene un ancho de coronamiento de 0.50m, una altura de 1.0 m, con pendientes laterales de 2:1 (H:V), cuyo material debe cumplir con las especificaciones de suelo GW-GC bien graduado, un nivel de compactación proctor del 95%, y una defensa de pedraplén (roca partida) en el talud mojado, para evitar la erosión del mismo. La ubicación de este terraplén no sólo protege el terraplén del FFCC, sino también una zona de movimientos de suelos que hay un poco más al norte de su ubicación.

En cuanto a las rejillas a colocar en la intersección de las cunetas con las calles, la forma de las mismas y su disposición con respecto a la dirección del flujo hacen que su eficiencia sea alta o baja. Rejillas paralelas al flujo poseen eficiencias más altas que las perpendiculares al flujo. De la misma manera la carga hidráulica sobre ellas también incide en su eficiencia, cargas menores tienen eficiencias mayores, a mayores cargas hidráulicas la eficiencia es menor. Se recomienda que las rejillas dejen un área libre de como mínimo el 60% del área total de la alcantarilla, para una eficiencia del 50% en la captación del agua. Se puede adoptar una separación entre ejes de rejillas (flejes metálicos o en forma de T) de 4 cm, considerando un espesor de rejillas de 1.2 cm. Esta separación podrá sufrir variaciones de acuerdo al cálculo estructural de las mismas.

En cuanto a las dimensiones de las rejas se puede consultar la Tabla N° 5:

TABLA N° 5: DIMENSIONES DE REJAS ZONA NORTE

Rejas	Carga sobre la reja (m)	Longitud de reja (m)	Qreja captado (m ³ /s)
Reja 1	0.04	8	0.10
Reja 2	0.03	8	0.07
Reja 3	0.02	6	0.03
Reja 4	0.05	8	0.14
Reja 5	0.06	8	0.19
Reja 6	0.02	10	0.05
Reja 7	0.04	25	0.32

Todas las rejas están planteadas con un ancho de 1m.

Como última medida, se recomienda tapar las trincheras en cruces de calle para evitar el ingreso de escorrentía superficial dentro de las mismas, se ha modelado la situación en que los caudales superficiales escurren en las calles y cunetas laterales.

Asimismo, se incluye el acordonamiento total de la trinchera norte-sur que se encuentra al este de la Zona Norte, ésta tiene una profundidad y ancho apreciables, la que se constituye en un verdadero canal de evacuación de escorrentías superficiales.

Soluciones estructurales en la Zona Sur.

El principio básico de adopción de las soluciones estructurales propuestas fue el de evitar la construcción de grandes colectores, sobre todo en esta zona, porque hay poco lugar para ellos, y se propone aprovechar las trincheras existentes y a desocupar en forma inmediata como colectores de escurrimientos superficiales.

En función de los caudales obtenidos, se plantean las siguientes soluciones estructurales en esta zona, las trazas de las cuales pueden verse en la FIGURA N° 3: Soluciones Estructurales y en la FIGURA N° 5: Obras a realizar en Zona Sur.

El escurrimiento superficial predominante tiene dirección oeste-este, y se ocupan las calles como parte del sistema de desagüe, se plantean las soluciones estructurales en función de esta dirección de escurrimiento y de la orientación de las calles, interceptando los caudales superficiales con un único canal colector de dirección sur-norte que recorre casi en su totalidad el límite este del área bajo estudio (ver FIGURA N° 5).

Se propone el acordonamiento de todas las zonas parquizadas, para evitar aporte de caudales a los de las calles. Así entonces, las calles conducen los escurrimientos superficiales hacia el este en donde se encuentra el colector mencionado.

El detalle es el siguiente, para la FIGURA N° 5:

- Colector Zona Sur: nace en el extremo sur del alambrado del límite este de la denominada Zona Sur, y su recorrido es paralelo a dicho alambrado, pasando al este del Depósito hasta llegar a la Trinchera Oeste-Este a desocupar ubicada entre la Playa de Hormigón 3 y el ya mencionado Depósito. Inicialmente este colector tiene sección revestida de hormigón trapezoidal, y luego se pasa a sección rectangular armada. Este pasaje de sección transversal se debe a que no hay demasiado lugar para colocar una sección transversal trapezoidal, cuyo ancho superior llegaría a los 1.8m para el caudal a evacuar. De modo que, con una sección transversal rectangular se puede conseguir una capacidad adecuada ocupando un ancho de alrededor de 1m.
- Conexión con Depósito de aguas pluviales: este depósito consiste de un tanque de fibrocemento parcialmente enterrado existente y que tiene como función ser un pulmón de almacenamiento transitorio de las aguas pluviales que proceden de los

recintos de los tanques de almacenamiento. Este depósito de aguas pluviales se conecta con el colector a través de una tubería de hormigón de 400 mm de diámetro, ubicada al sur del depósito (ver FIGURA N° 5). Esta tubería conduce el caudal pluvial proveniente de los recintos de los tanques de almacenamiento y del techo de la playa de carga de combustibles.

- Primera salida entubada a campo de derrame: mediante una tubería de hormigón de 850mm de diámetro se alivia el Colector de la Zona Sur, derivando al campo de derrame $1.1\text{m}^3/\text{seg.}$, y restaurando la capacidad de evacuación del colector, sin necesidad de aumentar su tamaño.
- Trinchera Norte-Sur : se propone usar esta trinchera existente y a desocupar, como colector pluvial en dirección norte-sur. Para lo cual también se deben colocar tramos de cordones de 0.35m de altura y 0.2m de ancho, para completar la sección transversal rectangular de escurrimiento (ver FIGURA N° 5). Esta trinchera vuelca su caudal en la Trinchera Oeste-Este.
- Reja 9 y Reja 10: a colocar sobre trinchera existente y a desocupar ubicada en la Playa de Estacionamiento de Camiones. Ésta colecta los escurrimientos superficiales de la playa mencionada y los conduce a la Trinchera Norte-Sur del ítem anterior. Las rejas tiene orientación norte-sur.
- Trinchera Oeste-Este: esta trinchera existente y a desocupar está dividida en dos partes, una se posee tuberías, y la otra está libre y se usa como drenaje de caudales superficiales. Ésta última es la que se propone usar como colector de los escurrimientos de la Trinchera Norte-Sur y de las Playas de Hormigón 2 y 3. Sobre esta trinchera se propone colocar la Reja 8 cuya longitud aproximada es de 25m y la orientación de la misma es norte-sur, y su función es captar los caudales superficiales de las mencionadas playas de hormigón. La Trinchera Oeste-Este termina en la unión con el Colector Zona Sur en donde nace la Segunda Salida entubada a campo de derrame.
- Segunda Salida entubada a campo de derrame: de la unión del Colector Zona Sur con la Trinchera Oeste-Este nace la salida mencionada con una tubería de hormigón de 1000 mm de diámetro, y cuyo destino final es el campo de derrame con vegetación natural que existe en el extremo este del área bajo estudio.
- Terraplén de contención ubicado al este: la finalidad del mismo es retener los volúmenes de agua transportados para su infiltración y evaporación, y así evitar el ingreso de agua hacia el terraplén del FFCC y hacia las propiedades vecinas, a través de la alcantarilla que existe en el mismo.
- Rejas y Alcantarillas en las entradas vehiculares: se propone colocar rejas de orientación norte-sur en el ancho total de las entradas. Las longitudes no se han determinado exactamente, sino en forma aproximadamente, ya que estas entradas están sujetas a modificaciones arquitectónicas en un futuro inmediato.
- Lomos de burro en las entradas vehiculares: en correspondencia con dichas entradas vehiculares se propone colocar lomos de burro para evitar el ingreso directo de esorrentías superficiales provenientes de la Ruta Provincial N° 84 hacia el interior de la Terminal de Combustibles .
- Acordonamiento de parquizaciones: se propone el acordonamiento perimetral de las principales áreas parquizadas, para evitar que las mismas incrementen las esorrentías superficiales (ver FIGURA N° 3: Soluciones Estructurales y Figura N° 5: Obras a realizar Zona Sur). La altura de estos cordones es de 0.25m.
- Barbacanas: en el extremo sur de la playa de acceso al Cargadero de Camiones. Las dimensiones de las mismas son de 0.20m de ancho ubicadas cada 5m.
- Desagüe Industrial en Recinto de Bombas, Planta de Aditivos, Purgas de camiones y Calibrador: se propone realizar una Canaleta Colectora Perimetral de 0.2m de ancho y 0.2m de altura, con una reja en la parte superior, con una pendiente de fondo de

0.5% la que se conecta al sistema de desagüe industrial mediante una tubería enterrada de 3" de diámetro (ver FIGURA N° 5).

Las dimensiones hidráulicas de las soluciones propuestas se encuentran en la Tabla N° 6:

TABLA N° 6: DIMENSIONES DE SOLUCIONES ESTRUCTURALES ZONA SUR

N°	ELEMENTO	Q (m ³ /s) cálculo	Ancho Inferior (m)	Talud lateral H:V	Pendiente (m/m)	Altura total (m)	Ancho superior (m)
1	Colector Zona Sur	0.410	0.50	0.5	0.0026	0.60	1.10
2	Colector Zona Sur	1.100	1.10	0	0.0010	1.10	1.10
3	Salida de depósito pluvial	0.257	0.40	tubería	0.0100	0.40	0.40
4	Salida 1 entubada a derrame	1.100	0.85	tubería	0.0060	0.85	0.85
5	Colector Zona Sur	1.130	1.10	0	0.0010	1.10	1.10
6	Trinchera Norte-Sur existente	0.773	2.50	0	0.0050	0.90	2.50
7	Trinchera Oeste-Este existente	0.773	1.00	0	0.0150	1.00	1.00
8	Salida 2 entubada a derrame	1.903	1.00	tubería	0.0140	1.00	1.00

Cabe realizar la misma aclaración que en el ítem anterior, que las dimensiones de las soluciones estructurales planteadas responden a las secciones hidráulicamente necesarias para evacuar los caudales calculados.

En cuanto a las rejas propuestas para esta zona, las dimensiones pueden consultarse en la Tabla N° 7:

TABLA N° 7: DIMENSIONES DE REJAS ZONA NORTE

Rejas	Carga h (m)	Longitud (m)	Qreja captado (m ³ /s)
Reja 8	0,02	25	0,114
Reja 9	0,05	30	0,541
Reja 10	0,05	10	0,180

Respecto del aporte pluvial correspondiente al techo del cargadero de camiones, el mismo es recolectado por una canaleta de techo ubicada en el costado sur del mismo, que baja a través de cuatro tuberías verticales (D=160mm) en correspondencia con cada isla. Éstas últimas se comunican mediante una tubería horizontal de 400 mm de diámetro, la que termina en el depósito pluvial existente de fibrocemento. Desde éste último hasta el Colector de la Zona Sur se instala una tubería de diámetro de 400 mm (ver FIGURA N° 5: Obras a realizar Zona Sur).

En cuanto al caudal superficial de la Trinchera Norte-Sur, el mismo vuelca sobre la Trinchera Oeste-Este que tiene una sección transversal de aproximadamente 1 m de ancho y la altura que queda con la profundidad de la misma. Sobre esta última trinchera se instalarán rejas de dirección norte-sur, para la captación de los escurrimientos superficiales de las playas de hormigón. Las rejas a colocar tienen una longitud de 25 m y un ancho de 1m, sobre la parte pluvial de la trinchera mencionada.

En correspondencia con las rejas planteadas, se ubican alcantarillas de sección rectangular, cuyas dimensiones y armaduras estarán de acuerdo al cálculo estructural de cargas y empujes a realizar en la ingeniería de detalle. Las cotas de las alcantarillas se ajustarán en obra de acuerdo a los cruces de calle.

La forma de las rejas y su disposición con respecto a la dirección del flujo hacen que su eficiencia sea alta o baja. Rejas paralelas al flujo poseen eficiencias más altas que las perpendiculares al flujo. De la misma manera la carga hidráulica sobre ellas también incide en su eficiencia, cargas menores tienen eficiencias mayores, a mayores cargas hidráulicas la eficiencia es menor.

Se recomienda que las rejas dejen un área libre de cómo mínimo el 60% del área total de la alcantarilla, para una eficiencia del 50% en la captación del agua. Se puede adoptar una separación entre ejes de rejas (flejes metálicos o en forma de T) de 4 cm, considerando un espesor de rejas de 1.2 cm. Esta separación podrá sufrir variaciones de acuerdo al cálculo estructural de las mismas.

El Colector Zona Sur tiene forma trapecial con una base inferior de 0.50 m, una altura de 0.6m, con pendientes laterales de 0.5:1 (H:V), con revestimiento mínimo de hormigón de 0.10m de espesor, y juntas transversales de contracción para el hormigón, cada 4 metros. A partir del depósito de cal viva se pasa a sección rectangular de 1.1m de ancho por 1.1 m de altura.

El terraplén a construir tiene una altura de 1.5 m, con un ancho de coronamiento de 0.50m, pendientes laterales de 2:1 (H:V), cuyo material debe cumplir con las especificaciones de suelo GW-GC bien graduado, un nivel de compactación proctor del 95%, y una defensa de pedraplén (roca partida) en el talud mojado, para evitar la erosión del mismo.

Se recomienda en esta zona, tapar las rejillas de piso que existen en las calles, para encauzar las escorrentías superficiales en las calles hasta llegar al Colector Zona Sur.

Así también, se recomienda tapar los cruces entre calles y trincheras, para evitar el ingreso de aguas pluviales a las mismas. Esto incluye la cuneta de piso que posee la Playa de Estacionamiento de Camiones y parte de la trinchera que la atraviesa.

IMPACTO DEL SISTEMA PLUVIAL PROPUESTO SOBRE EL SISTEMA DE DESAGÜE INDUSTRIAL. CAUDALES PLUVIALES QUE INGRESAN AL SISTEMA DE DESAGÜE INDUSTRIAL.

El objetivo del presente estudio es lograr una separación de los caudales de origen pluvial de los efluentes de origen industrial, y con el diseño de una red de drenaje pluvial evitar el ingreso de agua producto de las precipitaciones en el sistema de desagüe industrial.

Para realizar este análisis es necesario destacar ciertas circunstancias específicas, tanto en la Zona Norte como en la Zona Sur:

- **Zona Norte:** Se han separado los dos sistemas de desagüe, y el único aporte pluvial al sistema industrial, proviene de la canaleta perimetral del Recinto de Bombas.
- **Zona Sur:** también están los dos sistemas separados y con la propuesta de tapar las trincheras y rejillas en calles se captan los escurrimientos superficiales a través del sistema pluvial propuesto, de modo que no hay ningún aporte pluvial al sistema de desagüe industrial. Salvo en las zonas de desagüe industrial como son el Recinto de Bombas, las Purgas de Camiones del Cargadero, la Planta de Aditivos y el Calibrador.

Se realiza el siguiente estudio con la finalidad de evaluar la incidencia del sistema de evacuación pluvial propuesto, en la producción de efluentes industriales. El análisis corresponde a una comparación entre los caudales de efluentes industriales normales, es decir, bajo condiciones normales de operación, y los que se producen la precipitación que corresponde a la tormenta de proyecto adoptada en el estudio pluvial, incorporando y no incorporando el sistema de protección pluvial ya mencionado.

O sea que, se presenta un caudal para tratamiento industrial prácticamente constante durante la operación normal de la Terminal de Combustibles y Cabecera Poliducto; al producirse la precipitación que corresponde a la tormenta de proyecto, dicho caudal se ve aumentado en función del tiempo siguiendo una variación de forma aproximada a la de la FIGURA N° 6.

En dicho gráfico se pueden distinguir dos caudales: un caudal que llamamos “Caudal Base”, y uno llamado “Caudal Pico”. Cuando no hay precipitación alguna el “Caudal Base” es el que presenta el sistema de desagüe industrial, y cuando precipita éste último deja de ser aproximadamente constante y pasa a variar en función del tiempo tomando un valor máximo que es el llamado “Caudal Pico”.

En cuanto a los valores que toma el denominado “Caudal Base”, no se tienen antecedentes de los mismos, ya que el personal de mantenimiento no pudo aportar datos al respecto.

Entonces el análisis realizado consta de la comparación entre los valores del denominado “Caudal Pico” con o sin el sistema de desagüe pluvial propuesto como solución estructural hidráulica en este estudio.

Caudal Pico sin sistema de desagüe pluvial.

La situación sin el sistema pluvial propuesto, es la que se presenta actualmente en el área bajo estudio, cuando se produce una precipitación (tormenta de proyecto), se genera un “Caudal Pico” en los desagües industriales, originando un aumento apreciable del mismo.

Considerando que todo el caudal superficial de escurrimiento de la Zona Sur debido a precipitaciones, termina en los desagües industriales de la misma, se cuantifica el “Caudal Pico” en función de la precipitación de la tormenta de proyecto adoptada en el estudio pluvial realizado. Es necesario considerar las áreas de aporte de cada zona en que se dividió el área bajo estudio, además que las trincheras constituyen verdaderos colectores pluviales que terminan erogando más rápido y eficientemente los caudales de precipitación, sobretodo hacia la Pileta Recuperadora de la Zona Sur. En una ponderación de estas circunstancias, se considera entonces que la mitad del agua precipitada en las zonas de aporte de la Zona Sur termina en dicha Pileta Recuperadora, y por lo tanto, forma parte del “Caudal Pico”.

En cuanto a los desagües industriales de la Zona Norte, los mismos se encuentran enterrados y su destino final es un depósito que está parte enterrado y parte elevado por encima del nivel de piso (aproximadamente 1m), de modo que es imposible que los escurrimientos superficiales ingresen a la misma. Y es por ello que no se incluyen en el “Caudal Pico” que se quiere calcular.

De acuerdo a las áreas que corresponden a la Zona Sur, los coeficientes de escorrentía, y la precipitación de la tormenta de proyecto, el caudal es el siguiente:

- Caudal Pico $T_r=10$ años Zona Sur $Q_S = 0.79 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- **Caudal Pico $T_r=10$ años Total Sin Proyecto $Q_T = 0.79 \text{ m}^3/\text{seg.}$**

De modo que el “Caudal Pico”, ya definido; que corresponde a una tormenta de proyecto con un tiempo de recurrencia de 10 años es de $0.79 \text{ m}^3/\text{seg.}$ O sea que, el caudal de tratamiento se verá incrementado en $0.79 \text{ m}^3/\text{seg.}$, cuando se produzca la tormenta de proyecto.

Caudal pico con sistema de desagüe pluvial.

Suponiendo que todo el sistema pluvial se encuentra construido, las áreas parquizadas aisladas, los colectores en funcionamiento, las trincheras tapadas; sólo ingresa al sistema de desagüe industrial agua pluvial proveniente de las llamadas áreas industriales a saber:

- Recinto de Bombas (Zona Norte): Caudal $T_r=10$ años $Q = 0.007 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Recinto de Bombas (Zona Sur): Caudal $T_r=10$ años $Q = 0.016 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Área de Purgas (Zona Sur): Caudal $T_r=10$ años $Q = 0.014 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Planta de Aditivos (Zona Sur): Caudal $T_r=10$ años $Q = 0.010 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Calibrador (Zona Sur): Caudal $T_r=10$ años $Q = 0.011 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- **Caudal Pico $T_r=10$ años Total Con Proyecto $Q_T = 0.058 \text{ m}^3/\text{seg.}$**

Conclusiones.

O sea que, el “Caudal Pico Sin Proyecto” es de $0.79 \text{ m}^3/\text{seg.}$, mientras que el “Caudal Pico Con Proyecto” es de $0.058 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Lo que representa una disminución del 92 % en el caudal pico que se produce.

Esta conclusión es válida siempre y cuando el proyecto del sistema de drenaje pluvial que se propone se construya en forma completa.

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.

A continuación, se agrega la Tabla N° 8 para el cálculo del monto final de la presente propuesta de solución a la segregación de efluente industriales y escorrentías pluviales.

En dicha tabla se han incluido el alquiler de maquinarias con operarios para el movimiento de suelos y excavaciones. Asimismo como materiales y mano de obra para la construcción de los colectores y la instalación de las tuberías enterradas necesarias.

Se han realizado los cálculos de los montos en pesos y a la fecha de Junio de 2003.

TABLA N° 8: PLANILLA DE CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Excavación	Acequias	m ³	876	2,4	2102
	Colectores	m ³	343	2,6	892
	Alcantarillas	m ³	109	2,5	273
	Tuberías	m ³	1135	2,4	2724
	Terraplenes (camión + cargadora)	m ³	848	9,5	8056
Hormigón H-13	Rotura de Hormigones	m ²	417	8	3336
	Acequias + Colector	m ³	296	120	35520
	Alcantarillas	m ³	37	120	4440
	Cámaras	m ³	8,5	120	1020
	Cordones + L Burro	m ³	149	120	17880
Acero	Armadura colector (φ8)	barra	706	7,6	5366
	Armadura alcantarillas (φ8)	barra	346	7,6	2630
	Armadura sifón (φ8)	barra	25	7,6	190
	Armadura Cámaras (φ8)	barra	119	7,6	904,4
	Rejas (material, mano de obra y colocación)	m	203	600	121800
Caños	H° precomprimido 400mm	m	105	24,2	2541
	H° precomprimido 600mm	m	25	38,72	968
	H° precomprimido 850mm	m	75	90,75	6806
	H° precomprimido 1000mm	m	55	102,85	5657
	Acero φ 3"	m	166	16,9	2805
	Acero φ 4"	m	623	24,2	15077
	PVC 160 mm (desagüe techo)	Unidad	10	32	320
Válvulas	Exclusa 3"	Unidad	4	121	484
	Exclusa 4"	Unidad	17	181,5	3085,5
Canaleta	Embudos	Unidad	4	25	100
	Colectora de techo (30x30)	m	6,5	30	195
Mano de obra	Colectores, cunetas y tendido de tuberías	días	60	600	36000
TOTAL				\$ 281171	

RECOMENDACIÓN FINAL

La recomendación final, y no por ello menos importante, consiste en cumplir con una frecuencia de mantenimiento de la red de drenaje propuesta y las lagunas formadas por los embalses de retención. Esto se motiva en que las capacidades no se vean reducidas con el correr del tiempo por la deposición de material de sedimentación producto del arrastre de los escurrimientos superficiales debido a las tormentas, o cualquier otro elemento que obstruya el normal escurrimiento del agua.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Calvin Davis (2000) “*Tratado de Hidráulica*”. Editorial McGraw-Hill .

Francisco J. Domínguez (1974) “*Hidráulica*”. 5ª Edición. Editorial Universitaria.

Instituto de Hidráulica, UNCuyo (1993) “*Estudio Aluvional de la Ciudad de Mendoza*”.

Instituto de Cemento Portland Argentino (1971) “*Revestimiento de canales para riego*”.
Publicación N° 51 Serie H.

Instituto de Cemento Portland Argentino (1971) “*Recopilación de informaciones Técnicas sobre Temas Hidráulicos*”. Informaciones Técnicas HIDRÁULICA IH1.

Ven Te Chow; David R. Maidment y Larry W. Mays (1993) “*Hidrología Aplicada*”. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

Ven Te Chow (1994) “*Hidráulica de Canales Abiertos*”. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

FIGURAS.

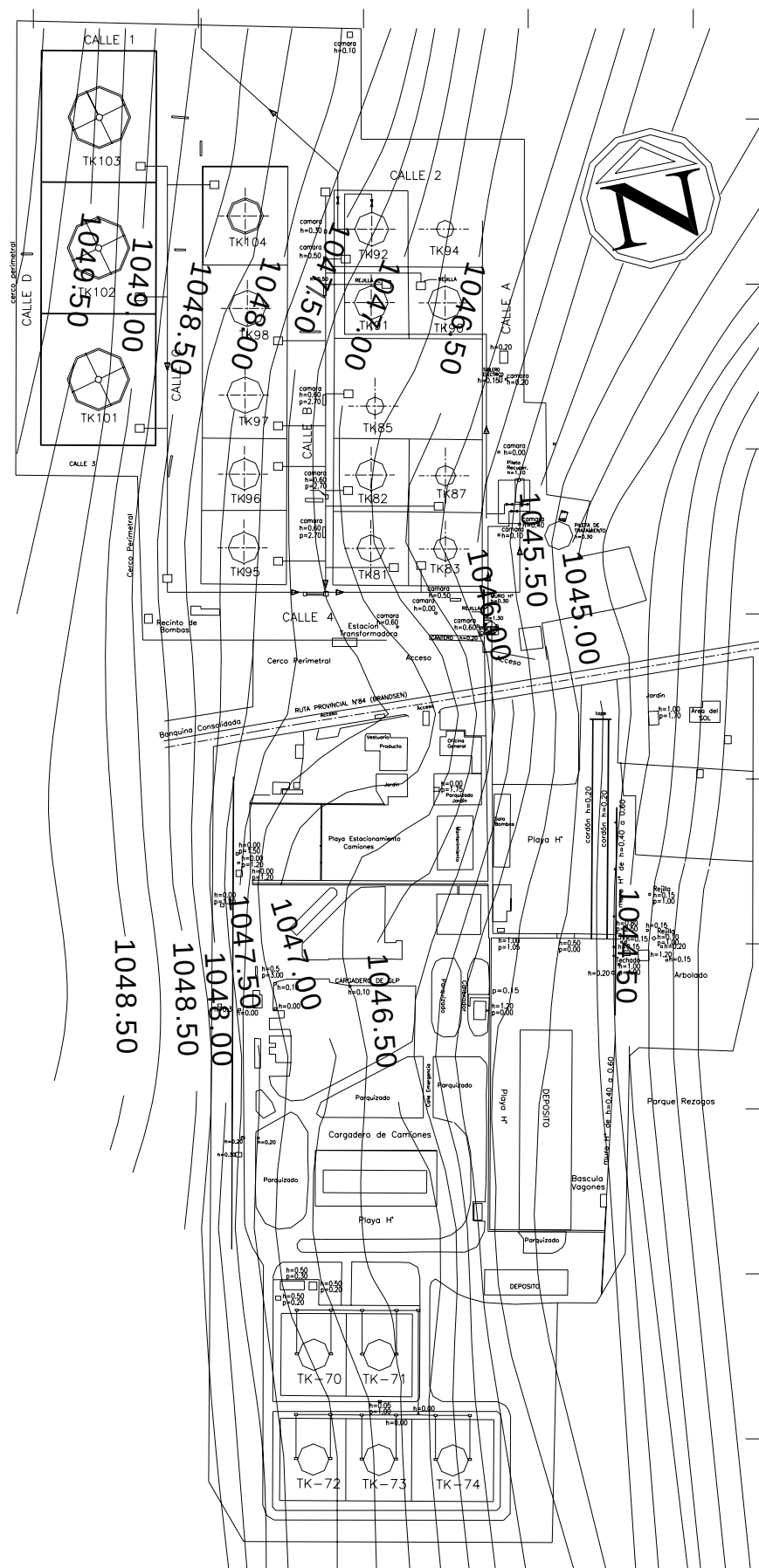


FIGURA N° 1: CURVAS DE NIVEL OBTENIDAS.

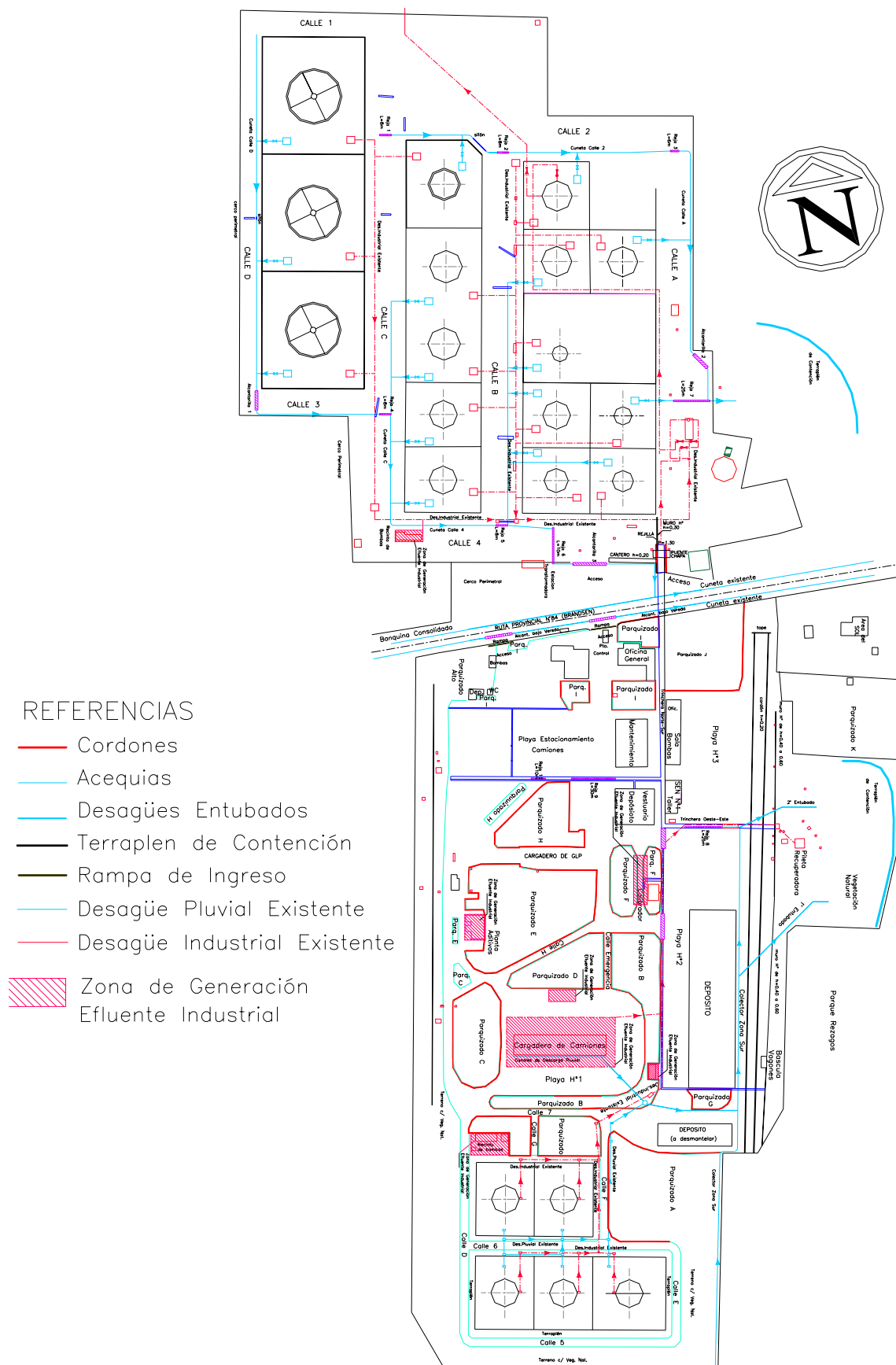


FIGURA N° 3. SOLUCIONES ESTRUCTURALES

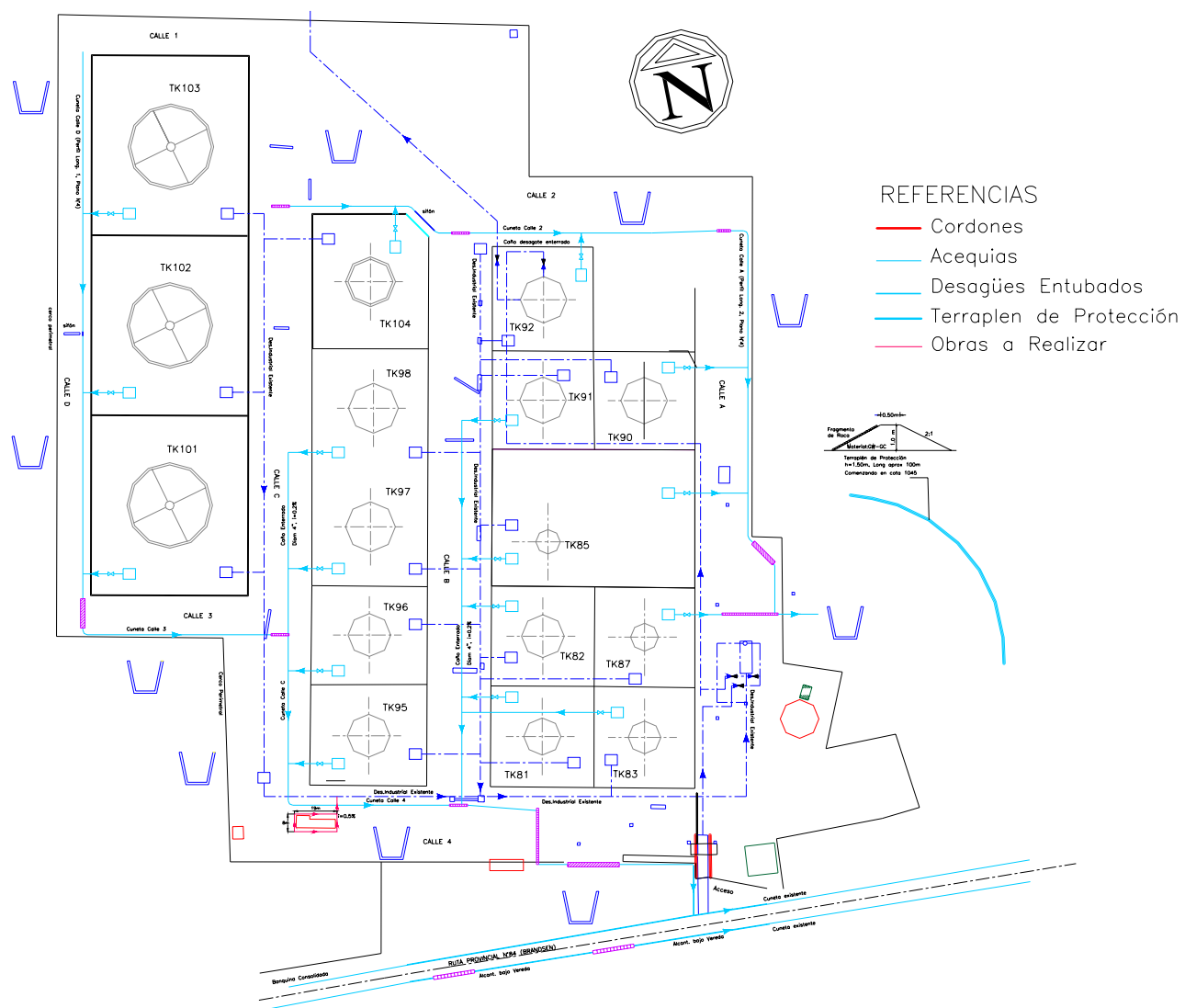


FIGURA Nº 4. OBRAS A REALIZAR EN ZONA NORTE

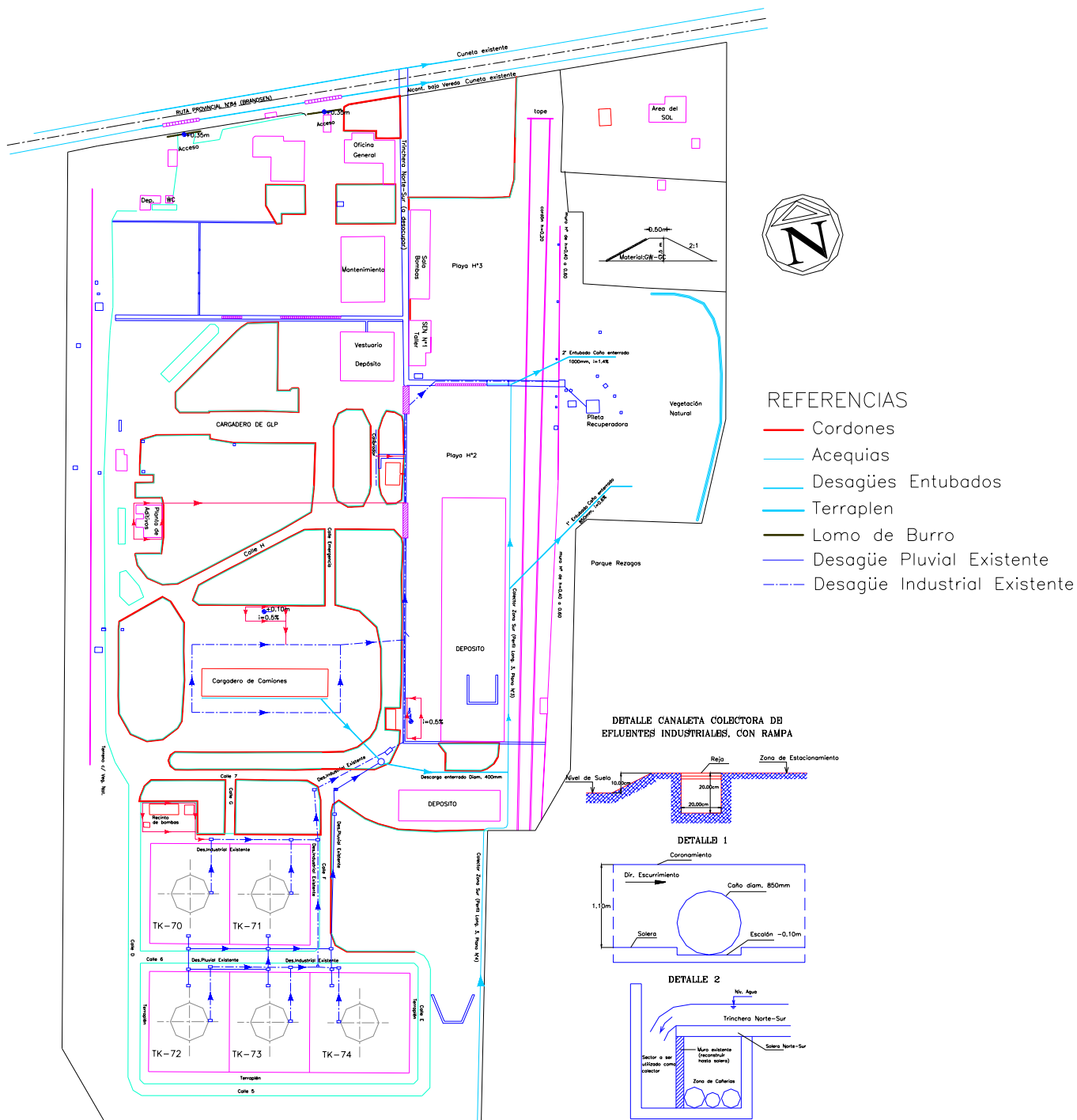


FIGURA Nº 5. OBRAS A REALIZAR EN ZONA SUR

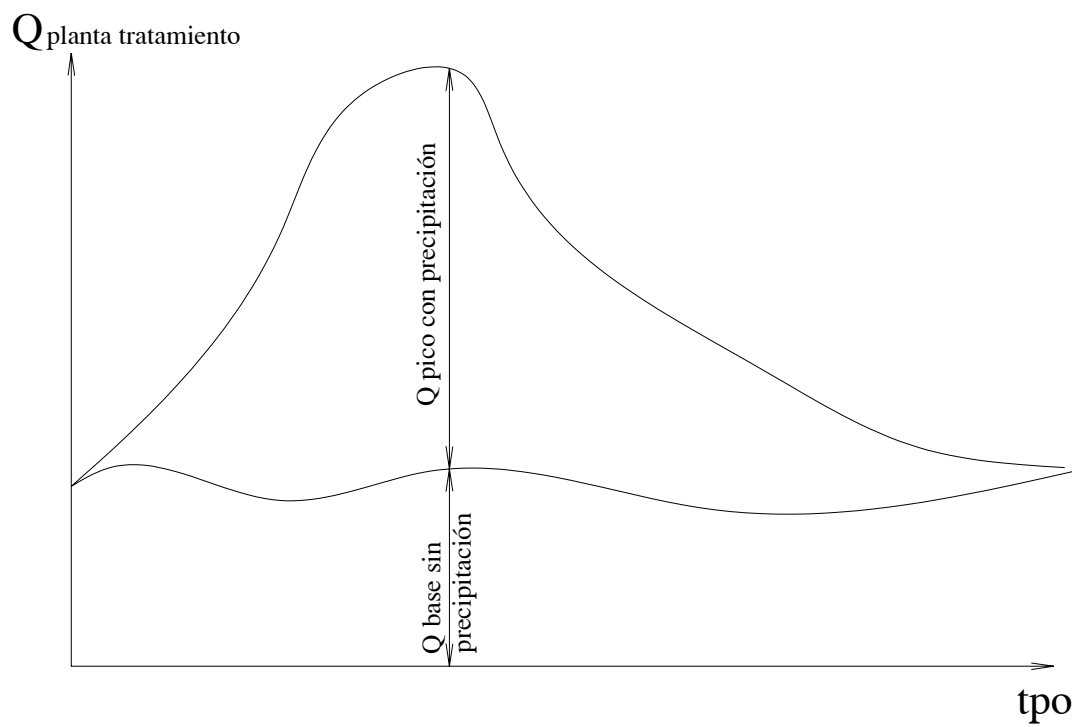


FIGURA N° 6: HIDROGRAMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO CON PRECIPITACIÓN

CURRÍCULO RESUMIDO DE LOS AUTORES.

INFANTE, PATRICIA SUSANA

Ingeniera Civil – Especialista en Ingenierías Ambiental.

Profesora Adjunta Efectiva de las Cátedras de: “Hidráulica General”, “Hidrología I” y “Obras Hidráulicas I”, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Profesional Responsable del Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Profesional Responsable del Laboratorio de Hidráulica Experimental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Docente en la “Maestría en Ingeniería Ambiental” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

MAGISTOCCHI, LUIS MARÍA

Ingeniero Civil Hidráulico.

Profesor Extraordinario de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Director de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Ex - Director del Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

LERDA, ARIEL MARIANO

Ingeniero Civil.

Pasante del Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

ESPINA, PABLO GABRIEL

Estudiante avanzado de la Orientación Hidráulica de la Carrera de Ingeniería Civil de la de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Pasante del Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.