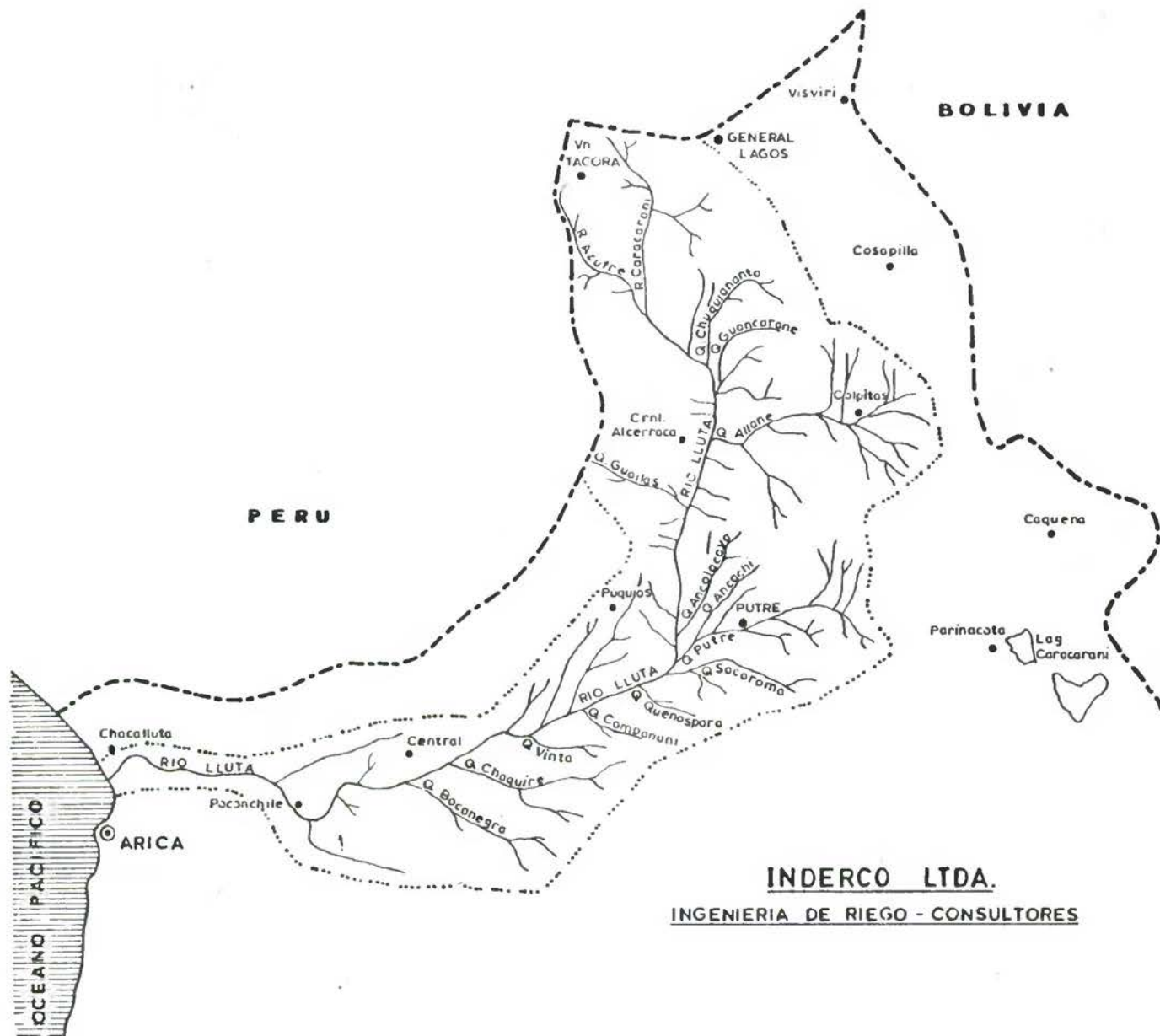


RG0-224
v.1 c.2

ESTUDIO DE LA RED DE DRENAJE DEL VALLE DEL RIO LLUTA



INDERCO LTDA.

INGENIERIA DE RIEGO - CONSULTORES

I N D I C E

Pág.

INTRODUCCION

1.	Antecedentes Históricos y Descripción del Sistema de drenaje	4
2.	Evaluación del estado actual de funcionamiento	7
2.1.	Metodología	7
2.2.	Resultado de la inspección visual	11
2.3.	Destape de los drenes	13
2.4.	Análisis de tubos	18
3.	Antecedentes complementarios para el análisis de la red de drenaje	20
3.1.	Características de los Suelos	20
3.1.1.	Agrupamiento de los Suelos	20
3.2.	Fuentes de recarga y dirección de los escurrimientos sub-superficiales	24
4.	Análisis crítico de la red	27
4.1.	Diseño	27
4.2.	Materiales empleados	31
4.3.	Mantenimiento del sistema	32
5.	Opciones de Mejoramiento	37
6.	Mantenimiento de la Red de Drenaje	41
7.	Costos	46
7.1.	Descripción de la red propuesta	46
7.2.	Cuadro resumen opción de mejoramiento	57
7.3.	Precios Unitarios	61
7.4.	Cubicación y Costos	68
7.5.	Costo Total Proyecto	100

8.	Factibilidad económica de Anteproyecto de Drenaje y lavado de Suelos	101
8.1.	Antecedentes	101
8.2.	Conclusiones y Recomendaciones	103
8.3.	Descripción del Proyecto	104
8.4.	Tamaño del Proyecto	105
8.5.	Superficies en producción	106
8.5.1.	Superficie actual	106
8.5.2.	Superficie del Proyecto	106
8.6.	Hipótesis de Trabajo	107
8.7.	Costos	109
8.7.1.	Costos de Inversión	109
8.7.1.1.	Costo total de construcción proyecto de drenaje	109
8.7.1.2.	Costo de habilitación y lavado en superficies nuevas	109
8.7.1.3.	Costo de habilitación y lavado en superficies actual <u>mente</u> en cultivo	109
8.7.1.4.	Costo de Proyecto	109
8.7.1.5.	Imprevistos	110
8.7.2.	Costo de Producción	110
8.7.2.1.	Maíz	110
8.7.2.2.	Alfalfa	110
8.7.2.3.	Costo de Mantenimiento y Conservación	110
8.8.	Cálculo de Beneficios	111
8.8.1.	Beneficio por ha. en superficie actualmente cultivada y mejorada por el drenaje	111
8.8.2.	Beneficio sobre superficie nueva incorporada	112
8.9.	Programa de Inversiones	112
8.10.	Programa de habilitación de superficies	113
8.11.	Evaluación	114
8.11.1.	Valor Neto Actualizado	116

8.11.2.	Sensibilidad del proyecto respecto a su vida útil	116
8.11.3.	Sensibilidad del proyecto con respecto a los gastos imprevistos	117
8.11.4.	Conclusiones	117
8.12.	Beneficios directos del proyecto	119
8.13.	Beneficios indirectos del proyecto	119
	Anexo I	122
	Anexo II	124
	Anexo III	126

ESTUDIO DE LA RED DE DRENAJE

DEL VALLE DEL RIO LLUTA

ESTUDIO DE LA RED DE DRENAJE DEL VALLE DEL RIO LLUTA

Introducción

El exceso de agua en la zona radicular de las plantas ejerce una gran influencia de los procesos vitales, alterando notablemente las condiciones del medio, limitando las posibilidades de crecimiento y producción de los vegetales cultivados.

Existe general acuerdo de que altos contenidos de humedad en el suelo no necesariamente serían perjudiciales para el crecimiento de las plantas, si no fuese por el hecho de que tales condiciones interfieren con la aireación del suelo. El llenado con agua de los poros del suelo desplaza el aire y obstruye la difusión gaseosa. Basta el bloqueo de los conductos en un punto para que se vuelva bastante ineficiente el intercambio de los gases del suelo con los de la atmósfera exterior. De este modo, el contenido de oxígeno en los suelos húmedos está limitado, no sólo por la pequeña cantidad de oxígeno disuelto en el agua, sino también por la baja difusión gaseosa a través de dichos suelos. La desaparición del oxígeno en el suelo inundado va acompañada por un aumento de la concentración de dióxido de carbono.

Después que se ha utilizado el oxígeno disuelto en un suelo inundado, se produce la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, resultando la formación de compuestos orgánicos parcialmente oxidados o reducidos, tales como el metano (gas de los pantanos), compuestos metílicos y aldehidos complejos. Las sustancias orgánicas tienden a ser alteradas, desde un estado de oxidación a uno reducido. Concentraciones tóxicas de iones ferroso y de sulfuro se pueden desarrollar en el término de unos cuantos días en suelos some

tidos a saturación. Concentraciones de iones manganosos tardan más para desarrollarse. Las condiciones reductoras llevan generalmente a una desaceleración de la velocidad de descomposición de la materia orgánica, lo cual significa que ésta tiende a acumularse.

La transpiración, la fotosíntesis, la extracción de nutrientes y aparentemente la respiración también, tienden a ser reducidas drásticamente cuando las raíces de las plantas están sumergidas.

Cuando las aguas de drenaje (así como las aguas de riego) son de mala calidad, como acontece en el Valle del Lluta, la presencia de niveles freáticos altos en el suelo permiten la salinización y/o sodificación de los suelos. Esta situación afecta al crecimiento de las plantas en tres formas. En primer lugar se produce una reducción de la velocidad y cantidad de agua que puede ser absorbida del suelo por las raíces de las plantas, restringiéndose así el abastecimiento de agua de la planta. En segundo lugar, cuando existe presencia de alta proporción de sodio, se producen condiciones físicas desfavorables del suelo. Por último, sales o iones que no son dañinos en bajas concentraciones se pueden acumular en el suelo en cantidades suficientes como para provocar toxicidad. Entre tales iones se encuentra el boro y el litio, que son tóxicos aún en cantidades pequeñas, y los iones de cloro, sodio y bicarbonato, que son tóxicos para ciertas plantas, cuando están presentes en concentraciones relativamente elevadas.

Como puede apreciarse, los efectos del mal drenaje y de la salinidad inciden directa o indirectamente en la capacidad productiva de los vegetales. Desafortunadamente, son justamente esas condiciones, con sus limitantes consecuencias, las que dominan el área objeto del presente estudio.

El análisis de los problemas existentes conduce a la conclusión que el camino de su posible solución tiene dos etapas: drenaje de los suelos, para permitir bajar los niveles freáticos, y posterior lavado de los suelos, labor que presenta fuertes limitaciones por la cantidad de las fuentes de agua.

El presente capítulo está concentrado en el análisis de la situación del mal drenaje y la proposición de alternativas de mejoramiento.

Existen en el área un sistema de drenaje, compuesto de drenes entubados, cuyas características y trazado se presentan en el punto 1. Dicho sistema se terminó de instalar en 1964. De acuerdo a los antecedentes compilados, el resultado del proyecto fué adecuado, lográndose el saneamiento de las tierras drenadas. Se puede afirmar que su diseño fué hidráulicamente suficiente, lo que se obtuvo mediante un sobredimensionamiento de la red. Sin embargo, este éxito fué sólo inicial, ya que paulatinamente se produjo un deterioro de las condiciones de funcionamiento del sistema. Este deterioro, cuyas causas se analizan en el punto 2 amenaza con producir en el mediano plazo una involución de las condiciones de mal drenaje de los suelos casi al estado previo a la construcción de la red. Tal situación conduciría a que la precaria condición agrícola actual de esta área del Valle de Lluta se vea aún más agravada.

1. Antecedentes Históricos y Descripción del Sistema de drenaje

La creación de la Junta de Adelanto de Arica, por Decreto Ley N° 13.039, promulgada el 15 de Octubre de 1958, dió a la ex-Caja de Colonización Agrícola los medios económicos para la iniciación de los trabajos de habilitación del sector de la Colonia Julio Fuenzalida Riveros, ubicada entre los kilómetros 14 y 30 (medidos desde la ciudad de Arica) del Valle del Lluta. Estos terrenos no habían podido asignarse a los parceleros por los problemas de drenaje existentes.

A mediados del año 1960, la Caja de Colonización designó al Ingeniero don Victor Pellegrini P. para que se abocase a la solución del problema de la habilitación de los terrenos. A cargo de los trabajos estuvo el Constructor Civil don Omar Reyes.

Con el objeto de obtener una cartografía base del área se contrató la ejecución de un plano topográfico, escala 1:5.000, con curvas de nivel a un metro. Simultáneamente, se realizó la recopilación de todos los antecedentes posibles, especialmente de trabajos ejecutados con anterioridad por la Dirección de Riego, en el sector de Rosario, de acuerdo a los estudios que había proyectado el Ingeniero Civil don Jorge Chavez.

De acuerdo a los antecedentes que se reunieron y por razones cuyos fundamentos técnicos no se ha esclarecido, el sistema de drenaje se realizó dándole una orientación general con una tendencia longitudinal respecto al Valle. No se realizó un diseño previo del sistema para todo el área sino que su trazado se decidió en la medida que avanzaban las obras.

El criterio general para el trazado de los drenes fué adoptar como adecuada la orientación que señalara la máxima pendiente del terreno. En el plano N° 5 se presenta el detalle del trazado de la red. La longitud total de la red alcanza a 125 km.

Inicialmente, los primeros drenes excavados se dejaron a tajo abierto. Sin embargo, según se informa, dado el costo de mano de obra necesaria para su mantención, se decidió entubarlos. La dimensión de los tubos se decidió de acuerdo a lo que se estimó que conducirían cuando el terreno estuviese bajo cultivo.

Los drenes secundarios se trazaron con tubos de 25 cm. de diámetro y 0,90 m. de longitud. Para los drenes colectores se utilizó tubos de 40 cm. de diámetro y 0,75 m. de longitud. Estos últimos tubos sirvieron para la construcción de cámaras de observación, las cuales se distribuyeron cada 100 metros. La longitud de los tubos se debió a que en la zona sólo habían moldes con esas medidas.

La separación considerada entre tubo y tubo, para permitir la entrada del agua, fué de una pulgada. Esta separación es excesiva y facilita la entrada de materiales a la línea.

Las cámaras de observación fueron provistas de una trampa para la acumulación de materiales que presentasen a las líneas. El fondo de las cámaras tiene un nivel 40 cms. más abajo que el nivel inferior de los tubos. El tubo de la cámara de observación que sobresale hacia la superficie fué rodeado con piedra bolón y mortero.

Como material envolvente de las líneas de tubos se utilizó una capa de bolones, colocados a mano, de 30 centímetros de espesor, cubriendo toda la sección. En la parte superior se ubicaron piedras más pequeñas.

La profundidad normal de los tubos es de 1,8 metros, variando desde 1,5 metros hasta 2,4 m., en algunos casos.

2. Evaluación del estado actual de funcionamiento

2.1 Metodología

El reconocimiento preliminar del área mostró que el sistema de drenaje presenta problemas que limita su buen funcionamiento, de tal modo que la eliminación de las aguas, producto de las fuentes de recarga del nivel freático, se ve restringida. Esta situación ha ido empeorando año a año, como se indicó en el capítulo introductorio.

Inspecciones técnicas anteriores al presente trabajo visualizaron las deficiencias señaladas. Es así como el Ingeniero Wilfred Benninson M., de la ex-Corporación de la Reforma Agraria, informa en 1976 que un porcentaje estimativo de 78% de los drenes y colectores se encuentran tapados "por la cual el Valle ha vuelto a la formación de vegas y ha perdido su capacidad de cultivo". Otro informe, evacuado por el Ingeniero Agrónomo Eduardo Jordán, del Servicio Agrícola y Ganadero, es más optimista. Otros informes, como el realizado por el Geólogo Don Gerardo Díaz del Río (CORFO, 1974), dan cuenta del mal estado de funcionamiento de los drenes, sin arriesgar estimaciones.

Si bien es cierto, han existido apreciaciones cualitativas y estimativas del estado de funcionamiento de la red, tanto de técnicos como por parte de los usuarios, no se había realizado una inspección cuantitativa que permitiese conocer objetivamente la situación existente.

La metodología de trabajo consistió en recorrer, uno a uno, cada dren integrante del sistema. Para la ubicación de los drenes, y como cartografía base para el vaciado de la información, se utilizó



Foto N° 1. Vista de una cámara. Se puede observar gran cantidad de maleza circundante.

un plano escala 1:5.000 del Departamento de Ingeniería de la desaparecida Caja de Colonización Agrícola. Este plano contiene el trazado completo de la red y levantamiento topográfico del área con isohipsas cada un metro. El trazado de la red fué chequeado mediante fotointerpretación, utilizando como base un set de fotografía aérea escala aproximada 1:12.500.

Como se indicó en el capítulo descriptivo de la red, cada línea de drenaje está provista de cámaras, a una distancia aproximada de 100 metros una de otra.

La observación del estado de funcionamiento de la red se hizo por inspección visual en cada una de estas cámaras.

Paralelamente, se observó la condición vegetacional en el terreno de cultivo y sobre los drenes, se anotó presencia de hundimiento y se entrevistó a los parceleros que se ubicó durante el recorrido.

Como consecuencia de este análisis fué posible elaborar un plano de funcionamiento de la red (plano N° 6). En este plano se clasificaron los drenes en tres categorías:

- a) buen funcionamiento
- b) regular funcionamiento, y
- c) escaso o nulo funcionamiento.

Por otra parte, a partir del estudio de suelos, se analizó las condiciones de drenaje en el perfil de suelos en toda el área de estudio, información que complementa la observación del funcionamiento de la red.



Foto N° 2. Cámara fuera de funcionamiento.

Con posterioridad al recorrido, se procedió a destapar algunos sectores de drenes que se consideraron útiles para investigar las causas del funcionamiento inadecuado de la red.

Por último, se obtuvieron muestras de tubos, las cuales fueron enviadas al Instituto de Ensayo de Materiales de la Universidad de Chile, Sede Arica.

Este conjunto de acciones permitió obtener una visión objetiva del estado actual del sistema de drenaje.

2.2. Resultado de la inspección visual

La labor del recorrido de los drenes fué dificultada en numerosas ocasiones por la exuberante presencia de malezas, adaptadas a las condiciones salinas y húmedas predominantes en el área (grama, brea, junquillo, totora), índice claro de las limitaciones existentes.

La ubicación de los drenes, además del auxilio de la cartografía básica mencionada y la visualización de las cámaras, se obtuvo mediante la localización de los lomos, producto del tapado de la red, que constituían la franja de protección que la Empresa Constructora señalara en su oportunidad. En algunos sectores reducidos, estos lomos han sido arados y puestos bajo cultivo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se ha respetado la indicación de abstenerse en su labranza. Por el contrario, estos lomos se presentan normalmente cubiertos de maleza.

Las numerosas cámaras de inspección que presenta el sistema se encuentran, en el mayor porcentaje de los casos, desprovistas de las tapas con que fueron dotadas originalmente. De este modo, las

cámaras quedan a libre disposición de niños o jóvenes, quienes introducen piedras o ramas, colaborando así a la obstrucción de las mismas. El mismo tipo de daño, sólo que intencionalmente, es realizado por algunos parceleros, quienes obstruyen el paso de agua en estas cámaras con el objeto de levantar hasta la superficie y utilizarla como agua de regadío. Afortunadamente, la ocurrencia de este tipo de problemas no es significativa. En este sentido, resulta conveniente destacar la desvinculación existente entre los parceleros y el sistema de drenaje, situación que se traduce en algunos casos en el desconocimiento absoluto de la ubicación de drenes o cámaras dentro de su propiedad. Existe, en general, poca conciencia de que la red de drenaje es un factor integrado al sistema productivo.

Existe un porcentaje, del orden de 5%, de cámaras que se encuentran destruidas parcial o totalmente. Sin embargo, tal situación no representa mayor incidencia en las condiciones de funcionamiento de la red.

Los colectores, especialmente en sus tramos finales, así como la salida de los mismos, resultan prácticamente inubicables por la presencia de una densa y alta vegetación natural, situación que indica claramente su escaso o nulo funcionamiento.

Las salidas y tramos finales de los colectores se encuentran obstruidos casi totalmente por material que ha ingresado a las líneas de tubos, como consecuencia de las crecidas que experimenta el río Lluta durante el verano.

En el plano N° 6 se muestra el trazado de la red con una simbología que representa su estado de funcionamiento.

De acuerdo al análisis realizado, se puede concluir que un 66,4% de la red se encuentra en un estado de escaso o nulo funcionamiento, 19,7% de ella presenta un regular funcionamiento y sólo el 13,9% restante un funcionamiento adecuado.

A la luz de estos antecedentes se puede afirmar que el grado de deterioro de la red es grave, requiriéndose de una acción decidida si se pretende modificar esta situación.

2.3. Destape de los drenes

En seis sectores distintos se destaparon las líneas de drenaje en tramos variables entre 4 y 6 metros, con el objeto de observar las condiciones de los ductos y su funcionamiento. Se pudo observar, además, algunos lugares destapados por los parceleros con el objeto de limpiar los tubos o simplemente de eliminarlos para dejar el dren abierto.

Dos sectores que presentaban hundimiento del terreno sobre los drenes fueron destapados. Era presumible encontrar que los tubos se hubieran quebrado, o bien, desalineados y hundidos parcialmente. Sin embargo, no se observó anomalía alguna en este sentido. El hundimiento de algunos sectores no parece afectar gravemente el funcionamiento de las líneas, salvo en los casos que implique entrada de material fino en los tubos. Estos hundimientos parecen encontrar su causa en mal acomodo del material de relleno y/o la penetración por esos lugares de aguas de escurrimiento superficial producto del regadío.

En cuanto al taponamiento de las líneas, se pudo observar que la principal causa de este fenómeno la constituye la presencia



Foto N° 3. Aspecto de un dren descubierto. Sobre el tubo se muestra materia que obtura la línea.



Foto N° 4. Masa radicular, mezclada con arcilla, que ob
turaba completamente un tubo de \emptyset 250 mm°



Foto N° 5. Dren colmatado con arena.

de raíces dentro de los tubos. Estas conforman en algunos casos verdaderas masas radiculares que obstruyen completamente un tramo de uno o más metros de un ducto de 250 mm. La ocurrencia de tramas radiculares se presenta en toda la red. Se encontró también raíces que rodeaban y sellaban por completo la junta de separación entre tubo y tubo, impidiendo la entrada del agua de drenaje.

Existen casos de drenes obstruidos por arenas finas y limo. Estos sólidos penetran por las juntas de los drenes, ya que el sistema no cuenta con material envolvente filtro protector. Se detectó también oclusiones con arena gruesa, la cual probablemente penetró por roturas en los tubos. Estos materiales no debieran provocar graves limitaciones dada la fuerte pendiente de las líneas, la cual permite su arrastre. Sin embargo, la presencia de tramas radiculares permite la acumulación de estos sólidos.

En toda el área es posible observar, dentro de las líneas, la existencia de precipitados de fierro constituyendo arcillas ferruginosas. Se ha señalado la posibilidad de que este material sea causa importante de taponamiento. La inspección realizada detectó con marcada presencia de estos precipitados. Sin embargo, su acumulación sólo es posible previa ocurrencia de una trama radicular densa que le sirva de sostén, ya que de otra manera resultan fácilmente arrastrados por el agua. El principal daño causado por los materiales férricos que se observó es el sellamiento de las juntas entre tubos, ya que ellos actúan como material cementante, limitando parcial o totalmente la entrada del agua a las líneas de drenaje.

2.4. Análisis de tubos

La labor de estapado de las líneas de drenaje permitió observar la fragilidad de algunos tubos. En ciertas oportunidades, el simple apoyo del pié del trabajador sobre el tubo era suficiente carga para provocar su trizadura y/o ruptura. En aquellos tubos más debilitados, era posible retirar trozos manualmente. Estos trozos, si se golpeaban contra una piedra, se disgregaban.

Con el fin de obtener una apreciación más objetiva del material empleado como ducto, se extrajeron cuatro tubos de muestras y se enviaron al Instituto de Ensayo de Materiales de Arica. Para ello, se ubicaron tubos que estuviesen en las mejores condiciones. No revestía mayor interés enviar a análisis tubos deteriorados, ya que su calidad era evidentemente inadecuada. Las muestras se obtuvieron de una línea de drenaje sometida a escaso trabajo, ya que el nivel freático alcanza el nivel de los drenes sólo en épocas de fuerte recarga. De este modo, los tubos extraídos eran sólidos y estaban en perfecto estado.

De acuerdo al informe expendido por IDIEM, los tubos no presentan problema en cuanto a la compresión diametral que soportan, ya que su resistencia (900 a 1.000 lb/pié lineal) permite calificarlos entre los rangos de tubos dren normal y tubo de calidad extra. Obviamente esta característica de los tubos se va alterado en la medida que se produce degradación del concreto que lo conforma. Por otra parte, el informe de IDIEM indica que la prueba de impermeabilidad de los tubos resultó absolutamente insatisfactoria, ya que estos filtraron abundantemente con sólo un metro de presión, impidiendo su medida a mayor carga. Esta situación pudiera parecer de menor importancia e incluso positiva tratándose de un tubo para drenaje.

Sin embargo, esta condición de los tubos resulta inadecuada, ya que la fácil penetración del agua al interior de la pared del tubo permite el acceso de agentes químicos que provocan alteración del concreto. Especialmente agresivos resultan los sulfatos, los cuales degradan el concreto.

En resumen, los tubos no resultan de calidad adecuada para el uso que se les destinó. Esta condición es explicable si se considera que ellos fueron construídos "in situ", utilizándose pisones manuales para el acomodo de la mezcla dentro de los moldes de fabricación. Como agravante final, es necesario agregar el hecho que los áridos utilizados en la confección de los tubos, corresponde a material extraído de la zona, con alto contenido de sales, en general, y de sulfatos, en particular.

3. Antecedentes complementarios para el análisis de la red de drenaje

En este subcapítulo se entregan algunos antecedentes de tipo general, con el objeto de complementar la información previa al análisis crítico de la red. Algunos de ellos han sido tratado en extenso anteriormente.

3.1. Características de los suelos

La falta de antecedentes morfológicos, químicos, físicos y físico químicos de los suelos del Valle de Lluta, con especial énfasis en la zona de estudio, motivó a efectuar un estudio detallado a escala 1:20.000 (Plano N° 1) del área de incidencia del trazado de la red de drenaje, la cual se presenta con detalle en el Libro I, Capítulo 2 titulado "Compilación y Evaluación de los antecedentes del Valle de Lluta".

Aquí sólo enfatizaremos los rasgos más resaltantes y que dicen tener relación directa con la ecaluación de la Red de Drenaje actual.

3.1.1. Agrupamiento de los suelos

Tres grandes grupos pueden diferenciarse en la zona de estudio y ellos están determinados por sus condiciones morfológicas y analíticas.

a) Suelos que ocupan posición baja, estratificados. Corresponden a las Series Huaylacán, La Palma y Rosario. Se caracterizan por ser suelos de origen aluvial; profundos; altamente estratificados; con texturas medias a gruesas, a excepción de el Suelo Rosario que pre

sentan una textura fina en el subsuelo; de colores oscuros debido a su alto contenido de materia orgánica; con nódulos salinos en sus primeras estratas, presumiblemente de cloruros y sulfatos; de estructura de bloques subangulares y angulares gruesos, débil; de consistencia ligeramente plástica, ligeramente adhesiva en mojado, friable en húmedo y ligeramente duro en suelto en seco; con un desarrollo radicular abundante grueso y entrelazado en las primeras estratas, debido principalmente a la grama salada (*Dischlis spicata*); buena porosidad; moteados ferruginosos prominentes, abundantes, desde las estratas superficiales, de color pardo rojizo. Con napa de agua libre fluctuante entre 60 y 175 cms. de profundidad.

Sus características químicas están dadas por pH fuertemente ácido a moderadamente alcalino; con una conductividad eléctrica de 4,5 a 99,8 mmhos/cm. a 25° C en las primeras estratas (0 a 55 cms. de profundidad); de 2,9 a 5,9 mmhos/cm a 25°C, en profundidad; con un porcentaje de sodio de intercambio de 6 a 56% en las primeras estratas (0 a 55 cms) y 6 a 15% en profundidad; con un contenido de Boro de 19 a 938 partes por millón en las primeras estratas (0 a 55 cms) y de 5 a 116 partes por millón en profundidad; con un contenido de cloruros de 20,4 a 1.086,4 miliequivalentes por litro en las primeras estratas (0 a 55 cms) y 12,4 a 26,9 en profundidad; con un contenido de sulfatos de 40,5 a 270 miliequivalentes por litro en las primeras estratas (0 a 55 cms) y de 16,2 a 47,5 en profundidad; con un contenido de materia orgánica de 2,0 a 42,9% en las primeras estratas (0 a 55 cms de profundidad) y de 0,1 a 4,6 en profundidad).

Presentan un drenaje externo o run off lento, drenaje interno muy lento, permeabilidad moderada a lenta. Clasificado en clase de drenaje pobre a muy pobre.

Se encuentran actualmente bajo una cubierta vegetacional de grama salada (*Distichlis spicata*) y brea (*Thessaria absinthoides*). Con los lugares más depresionados totora (*Tipha angustifolia*), junco (*Juncus procerus*) y cola de caballo (*Equisetum giganteum*). Ocasionalmente con cultivos de maíz y alfalfa.

Presentan costra salina superficial discontinua y ocupan una superficie de 808,7 has. del área estudiada o sea el 44%.

- b) Suelos que ocupan terrazas aluviales recientes, menos estratificados. Corresponden a las Series El Carmen y Santa Lucía. Se caracterizan por ser suelos aluviales recientes, ocupando preferentemente las terrazas bajas ribereñas, expuestas a inundaciones, poco estratificado, moderadamente profundos a medio; descansando sobre un substratum aluvial de arenas gruesas, gravas y piedras de litología heterogénea, De texturas moderadamente finas, media y moderadamente gruesa, de colores pardo a pardo grisáceo, de estructura de bloques subangulares gruesos y débiles a sin estructura, de consistencia plástica a ligeramente plástico y adhesivo en mojado, friable a suelto en húmedo y ligeramente duro en seco, con raíces finas abundantes a comunes y buena porosidad, con moteados ferruginosos en el subsuelo, prominentes, de color pardo rojizo. Sin napa de agua libre.

Las características químicas están dadas por un pH moderadamente ácido a neutro; con una conductividad eléctrica de 2,2 a 13,4 mmhos/cm. a 25° C; con un porcentaje de sodio de intercambio

de 8 a 13%; con un contenido de boro de 4 a 20 partes por millón; con un contenido de cloruros de 9,9 a 105,9 miliequivalentes por litro; con un contenido de sulfatos de 12,5 a 57,5 miliequivalentes por litro, y con un contenido de materia orgánica de 0,2 a 3,4%.

Presenta un drenaje externo o run off medio a lento, un drenaje interno lento, una permeabilidad moderada. Clasificados en clase de drenaje moderadamente bien drenado a imperfecto.

El Suelo Santa Lucía se encuentra actualmente bajo una cubierta vegetal de grama salada (*Distichlis spicata*). En los sectores más depresionados totora (*Ripha angustifolia*), brea (*Thesaria absinthoides*), junco (*Juncus procerus*), cola de caballo (*Equisetum giganteum*), cortadera (*Cortadera speciosa*) y chilca (*Baccharis sp.*). El Suelo El Carmen preferentemente maíz y alfalfa.

Ocupan una superficie de 297,1 has. del área de estudio, o sea, el 16%.

- c) Suelos que ocupan terrazas intermedias antiguas corresponden a las Series Carrunchos y Gentilar. Se caracterizan por ser suelos aluviales antiguos, ocupando preferentemente terrazas de posición intermedia en la parte central del área, moderadamente profundos a delgados. De texturas moderadamente gruesas a muy gruesas, de colores pardo a pardo oscuro hasta los 82 cms., luego colores varios en el substratum arenoso, de estructura de bloques subangulares, angulares gruesos, débil a no estructurado, de consistencia ligeramente plástico a no plástico y ligeramente adhesivo a no adhesivo en mojado, suelto, friable y firme en húmedo,

suelto a duro en seco, raíces finas comunes a escasas; poros comunes a escasos. Sin napa de agua libre ni fluctuante.

Las características químicas están dadas por un pH moderadamente ácido, con una conductividad eléctrica de 5,9 a 2,2 mmhos/cm. a 25° C, en el perfil; con un porcentaje de sodio de intercambio de 10%, con un contenido de boro de 19 a 4 partes por millón en el perfil, con un contenido de cloruros de 14,7 a 7,2 miliequivalentes por litro en el perfil, con un contenido de sulfatos de 53,5 a 9,3 miliequivalentes por litro y con un contenido de materia orgánica de 1,4 a 0,5% en el perfil.

Presentan un drenaje externo o run off lento a rápido, drenaje interno medio a rápido, permeabilidad moderada a moderadamente rápida; clasificada en clase de drenaje moderadamente bien drenado a excesivo.

El Suelo Carrunchos dedicado principalmente a cultivos de maíz, alfalfa y algo de tomate y hortalizas casera. El Suelo Gentilar con una vegetación rala de chilca (*Baccharis* sp).

Ocupan una superficie de 421,3 has. del área de estudio, o sea, el 23%.

3.2. Fuentes de recarga y dirección de los escurrimientos sub-superficiales

No existe un estudio integral del Valle que incluya el análisis de las fuentes de recarga del nivel freático y de la dirección de los flujos sub-superficiales. Un trabajo de investigación de esta naturaleza requiere una duración mínima de un año y la localización de una red de pozos de observación del nivel freático debidamente acotado. Estos pozos debieran instalarse con una densidad de uno por cada 20 hectáreas, como mínimo.

Sin embargo, el análisis de la fisiografía y topografía del Valle, características de suelos y de los antecedentes aportados por los mismos parceleros, en lo que se refiere a fluctuaciones del nivel freático en sus propiedades, permite conformar una aproximación.

La principal fuente de recarga de los mantos freáticos sub-superficiales la constituye el río Lluta y sus afluentes. El agua que infiltra desde el río, dada la fuerte estratificación de los suelos (que fluctúa de arenas gruesas a arcillas), al alcanzar estratas de mayor permeabilidad relativa tiende a desplazarse hacia zonas más bajas. La fuerte pendiente del Valle hace más efectivo este movimiento. La mayor acumulación, como es lógico se produce en la zona baja que corresponde a los terrenos de la Colonia.

Si bien es cierto que el problema básico de mal drenaje de la Colonia parece tener su origen en los escurrimientos sub-superficiales que se originan desde el río, el problema se ve agravado por el aporte que significa la percolación producto del riego. Esta se constituye en la segunda fuente de recarga del nivel freático y es responsable del ascenso del nivel durante los meses de Junio y Julio. En estos meses es cuando el agua se presenta más superficial, correspondiendo con la época en que se encuentra mayor cantidad de superficie bajo riego, ya que todos los parceleros desean cosechas para Agosto o Septiembre, cuando se obtienen los mejores precios.

En cuanto a la dirección de los escurrimientos sub-superficiales, si bien como se indicó no existe un estudio al respecto, dada la fuente principal de recarga y la fuerte pendiente del valle, con seguridad sigue una orientación longitudinal a éste, perpendicular a las curvas de nivel. Existen también sectores en los cuales el flujo tiende a orientarse hacia el río como dirección secundaria.

La dirección del flujo sub-superficial fué medida en una su perficie de 50 has., correspondiente a la única parcela dentro del área de estudio que no formaba parte de la Colonia. Esta parcela no fué dotada con drenes, por lo que se reunía condiciones para la medición, ya que no existían alteraciones artificiales de la profundidad del nivel freático. Las mediciones realizadas, como se puede apreciar en el croquis que se presenta en el Anexo IV, corroboran lo señalado en los párrafos anteriores.

4. Análisis crítico de la red

A continuación, a la luz de los antecedentes reunidos, se realiza un análisis crítico de la red de drenaje actualmente existente en la Colonia.

4.1. Diseño

El primer aspecto que llama la atención, en lo que se refiere al diseño del sistema, es la carencia de un proyecto previo, en el cual se formulase el trazado íntegro de la red. Esta situación es frecuente encontrarla en pequeños sistemas de nivel predial, en la Zona Central y Centro Sur del país, los cuales han sido ejecutados por los mismos propietarios. Sin embargo, en una obra de la envergadura de ésta que nos ocupa, hubiese resultado conveniente realizar investigaciones de drenaje correspondientes (orientación de los escurrimientos superficiales, fluctuaciones del nivel freático y su respuesta a fuentes de recarga, conductividad hidráulica de los suelos, análisis de la magnitud de la recarga, etc) y la posterior formulación de un proyecto.

Es probable que existiesen imperativos de tiempo que impidiesen un estudio más detenido, ya que la duración de las investigaciones de drenaje, incluyendo el proyecto, requieren a lo menos de un año (se necesita evaluar una temporada completa). Por otro lado, quizás las condiciones técnicas en materia de drenaje existentes en el país veinte años atrás no permitiesen visualizar esta deficiencia. Aún hoy en día, la experiencia existente en materias de proyectos de drenaje es prácticamente nula, ya que la agricultura nacional no ha concebido importancia a esta actividad, siendo éste, el del Valle de Lluta, el de mayor relevancia que se haya realizado.

Las decisiones técnicas para la ejecución de las obras tuvieron un apoyo en las experiencias de drenaje que llevaba a cabo la Dirección de Riego en el Valle. La realización de experiencias de campo es parte importante del programa para la ejecución de una obra de drenaje de esta magnitud. Desafortunadamente, la carencia del marco propio de un proyecto y de las investigaciones de drenaje integrales del área limitan su efectividad.

Pese a las limitaciones señaladas, el trazado de la red cumplió el objetivo de dotar al área de un sistema de drenaje. Sin embargo, la red se encuentra sobredimensionada, lo que podría haberse evitado.

Una característica del diseño del sistema de drenaje que resulta susceptible a crítica es la longitud de las líneas y colectores en algunos sectores. Los sistemas de drenaje entubados no resultan fáciles de inspeccionar y las fallas que se producen son difíciles de detectar. Si se agrega a ésto un ambiente agresivo, como es el del Valle del Lluta, se concluye que la excesiva longitud de algunos tramos es una fuente de problemas, especialmente en algunos sectores en donde la longitud alcanza a 3, 4 y hasta 7 Kms. Esta característica de la red dificulta su mantención.

En cuanto al sentido de los drenes, casi todo el sistema presenta una orientación longitudinal, tendiente a una paralela al eje mayor del valle. Esta tendencia obedece al criterio de trazar los drenes de acuerdo a la línea de mayor pendiente. Este concepto surgió, aparentemente, de la observación de experiencias de drenaje que se llevaban a cabo, por esa época, en la zona. Desafortunadamente, se desconoce la existencia de antecedentes técnicos que permitan calificar dichas experiencias. De acuerdo a la información que

se ha podido reunir, la interpretación de las experiencias realizadas fué de tipo más bien intuitivo, sin una fundamentación clara y objetiva. No se ha logrado encontrar argumentos convincentes que avalen la tesis que la orientación longitudinal de los drenes sea una alternativa adecuada, comparada con el trazado perpendicular a las líneas de flujo, que la técnica de drenaje aconseja.

La pendiente de los drenes corresponde a la dominante que presenta el área de estudio, ésto es a un valor fluctuante entre 1,8 y 2,0%.

Las especificaciones técnicas en relación a la pendiente, indica que ésta debe ser la máxima posible en términos normales para suelos de riego de modo de permitir así disminuir los diámetros de los tubos. Por otra parte, pendientes sobre 0,5% aseguran una velocidad del agua dentro de los tubos suficiente para impedir la acumulación de sólidos en suspensión dentro de las líneas, asegurando de ese modo su arrastre hasta trampas especialmente habilitada o su expulsión fuera del sistema. En áreas con relativamente fuerte pendiente, algunas veces la pendiente de los tubos tiene que ser limitada para prevenir la erosión en los alrededores inmediatos del tubo y, consecuentemente, el desplazo y la obstrucción. En suelos no cohesivos, como en sectores del área de estudio, no es recomendable el diseño de drenes con pendientes superiores a 1%. Sin embargo, en la Colonia el tipo de material envolvente utilizado (bolones, ver subcapítulo de descripción del sistema) minimiza la importancia del efecto citado, aunque inicialmente después del tapado de los drenes pudo producirse en alguna medida. Como se verá más adelante, el material envolvente empleado pudo ser causa de penetración de sólidos junto con el agua de drenaje, aunque por un efecto diferente al analizado.

El diámetro necesario de los tubos de drenaje depende de la cantidad de agua que va a fluir por los tubos, la pendiente de la línea, la rugosidad de las paredes y el tipo de flujo. Analizados estos factores es posible concluir que, en la mayor parte de las líneas (excluidas aquellas que funcionan como colectores), los requerimientos de drenaje se verían satisfechos con diámetros de tubos de 100 mm. Como se indicó en el subcapítulo descriptivo de la red de drenaje, los drenes tienen un diámetro de 230 mm. internos, por lo que se encuentran sobredimensionados. Por otra parte este sobredimensionamiento de los ductos ha impedido un deterioro más temprano de la red por taponamiento.

En el diseño del sistema se puede apreciar que todos los brazos colectores, ya sea que provengan de redes complejas y de gran longitud o simples drenes individuales, tienen su boca de salida directamente en el río. La situación actual de esas salidas es de total o casi completo taponamiento, no sólo por la acción de la masa de malezas que crecen sobre ellos imposibilitando su ubicación, sino por la penetración de material sólido desde el río, arrastrado por el agua que penetra hacia los drenes cuando se producen las crecidas. Este factor se considera muy crítico, ya que la obstrucción de las salidas de un sistema de drenaje atentan decisivamente contra el funcionamiento del mismo. Las características del comportamiento hidrológico del río Lluta parecen indicar la no conveniencia de un número elevado de salidas directas al río y la adopción de algunas medidas de seguridad para impedir el problema.

4.2. Materiales empleados

Como se indicó anteriormente, el tendido de la red se realizó con tubos de concreto de 250 mm. de diámetro, con 90 cm. de longitud (laterales) y de 400 mm. de diámetro con 75 cm. de longitud (colectores). El material envolvente empleado consistió en bolones, los cuales se ubicaron a los costados y sobre la línea de tubos.

Los tubos de concreto empleados, si bien presentan una resistencia a la ruptura por compresión satisfactoria, su alta permeabilidad limita seriamente su calidad, ya que permite la acción corrosiva de agentes químicos.

Los materiales comunmente usado para drenaje incluyen tubos de arcilla, concreto, plástico y asbesto cemento.

Los tubos de concreto, químicamente, son básicos y pueden reaccionar con los ácidos presentes en algunos suelos. En este sentido los sulfatos constituyen el agente químico más agresivo. El grado de acción puede depender principalmente del grado de acidez del suelo y de la permeabilidad de las paredes del tubo. Por lo tanto, los tubos de concreto instalados en suelos fuertemente ácidos deben ser de calidad extra o mejores.

La única forma de minimizar la acción de los sulfatos sobre los tubos de concreto es que éstos se asimilen, en su fabricación, a las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), en este caso, específicamente a la designada como ASTM C4 - 55. Esta norma, así como estándares de calidad para tubos de arcilla y plásticos se presentan en otra sección.

Los tubos plásticos y los de arcilla, son inmunes a la acción de los sulfatos, constituyendo una alternativa en condiciones difíciles.

En cuanto al material envolvente de la línea de tuberías, se puede señalar que su óptima selección constituye un factor importante. La primera finalidad del material envolvente consiste en facilitar la entrada del agua hacia los tubos, proveyéndoles de un medio poroso cercano y en conexión con las juntas y perforaciones. La segunda, es la de prevenir la entrada de partículas finas de suelo hacia el interior de las líneas. La entrada de material fino al tubo puede conducir a la sedimentación dentro de éste, reducción de la permeabilidad en la zona inmediata a las juntas y, algunas veces, al bloqueo de estas últimas. Excepto la sedimentación en el tubo, estos problemas no son fáciles de reparar.

El material envolvente utilizado (bolones) es un material grosero, que no tiene ningún efecto como elemento protector para impedir la entrada de materiales finos a las líneas de tubo. La finalidad de proveer de un sistema poroso que facilite la entrada del agua a los drenes la cumple en forma parcial. Los dos objetivos señalados son cubiertos en mejor forma al utilizar grava como material envolvente.

4.3. Mantenimiento del sistema

La atención del sistema se ha considerado el factor más determinante en el deterioro que ha sufrido el sistema de drenaje. La red se encuentra absolutamente enmalezada y obstruída en el grado que se ha informado en el punto 2.3. sin que exista una acción de cierta fuerza de parte de los parceleros por alterar esta situación. Cuando la ex-Caja de Colonización hizo entrega de las parcelas, proporcionó



Foto N° 6. Desarrollo de maleza sobre un dren.



Foto N° 7. Terreno hundido sobre una línea de drenaje.

a los colonos un terreno saneado y provisto de un sistema de drenaje funcionando. A medida que fueron apareciendo los problemas de deterioro, salvo esfuerzos aislados, la actitud general fué pasiva, limitándose la mayoría a dejar fuera de cultivo aquellos sectores más afectados. Como se indicó, los parceleros aparentemente no han integrado la situación de drenaje dentro de los factores productivos, lo que podría explicar en parte la inercia existente.

Desde el punto de vista del planteamiento del proyecto de drenaje es posible destacar dos omisiones. La primera de ella es de carácter formal y se refiere a la carencia de un sistema organizativo de los parceleros, debidamente reglamentado, con el objeto específico de preocuparse de la mantención del sistema. Dotar a un sistema de drenaje de la magnitud del presente de una adecuada organización de mantención es de tan vital importancia como las Asociaciones de Canalistas lo son para los cursos superficiales de aguas de riego. El esfuerzo aislado de cada parcelero difícilmente hubiese resultado una solución adecuada.

La segunda omisión se refiere a la carencia de cámaras de registro suficientemente amplias como para permitir la limpieza de los drenes en forma periódica. Las cámaras de inspección existentes resultan muy estrechas para estos fines. Esto es especialmente importante en un sistema de longitudinales tan extensas, como ya se ha señalado. Algunas acciones de limpieza de los drenes se han realizado descubriendo los tubos en algún sector, de modo tal que, retirando uno o dos tubos de la línea, fué posible acceder a ella. Desafortunadamente, este tipo de labores, por cierta dificultad en la operación y la falta de reglamentación, ha sido realizada en contados casos y frente a situaciones de taponamiento extremo, que se han solucionado sólo parcialmente. En resumen, es posible afirmar que el deterioro de la red, en lo que se refiere a su mantención, encuentra su causa

tanto en factores relacionados con la actitud del hombre de la zona como en limitaciones del proyecto mismo.

5. Opciones de mejoramiento

La condición actual del sistema de drenaje ha sido analizada en páginas anteriores. Los antecedentes disponibles indican que el funcionamiento de la red tiende a un total deterioro, el cual sólo puede ser detenido mediante una acción decidida de mejoramiento. La pasividad y escaso compromiso con el estado de la red de drenaje de los parceleros complican la posibilidad de una solución. Por lo tanto, desde un punto de vista práctico, cualquier posible opción de mejoramiento debe involucrar activamente a los productores.

Las opciones técnicas de mejoramiento que se plantean implican distintos grados de inversión y, en principio de posibilidad de éxito, como se verá más adelante. Sin embargo, barajar opciones que permitan un adecuado drenaje de las aguas, no aparece especialmente complejo, analizado desde un punto de vista estrictamente hidráulico. El verdadero problema consiste en asegurar el funcionamiento expedito de la red durante un tiempo prolongado (15 o más años).

Existen algunas experiencias de mejoramiento de la red, cuyo resultado muestran claramente el sentido del planteamiento que se realiza.

En el año 1969, parcialmente, y posteriormente en los años 1972 y 1973, la ex Corporación de Reforma Agraria habilitó los drenes de 10 parcelas dentro de la Colonia. Según un informe del inspector de inversiones agrícolas de la Junta de Adelanto de Arica, del 17 de Agosto de 1974, los drenes habilitados se encontraban ya a esa fecha "en su mayoría tapados y fallando".

Otro antecedente consignado en el mismo informe indica que un dren hecho por la Corporación de Reforma Agraria a fines de 1973, en un tramo de más o menos 200 metros, ubicado dentro de la parcela N° 6, colindante al sector parcela Uribaya, se encontraba en ese momento (10 meses después de su construcción) tapado y fuera de servicio.

De este modo, resulta ingenuo plantear opciones de habilitación o de recambio de parte del sistema si es que realmente no se cuenta con la seguridad de una mantención adecuada de las obras, que conduzca a obtener de ellas el provecho que es dable esperar. Es por ello que el planteamiento básico del presente estudio se orienta a enfatizar la necesidad de generar las condiciones, tanto del diseño de la red como de la organización de los usuarios, que permita la mantención que el sistema requiere.

Por otra parte, las opciones de mejoramiento que se analizan no pueden ser implementadas masivamente en el área sin antes ser sometidas a un período de prueba durante dos temporadas, en un sector piloto. Esta aseveración es muy importante, ya que la agresividad del ambiente no permite ser taxativo, de modo que la experiencia práctica resulta el mejor consejero para establecer un sistema de habilitación y mantención exitoso.

La primera opción de mejoramiento que se ha analizado es la más completa posible de considerar dentro de términos razonables. Tal opción consiste en descubrir un 40% de las líneas laterales actualmente existentes y proceder al recambio de los tubos antiguos de 250 mm, por otros nuevos de 150 mm, dimensión suficiente para la recarga estimada. El 60% de las líneas restantes podría ser circunstancialmente sometida a un proceso de habilitación mediante su limpieza, con un re

cambio estimado de 10% de los tubos, para el reemplazo de aquellos que resultasen dañados por la faena de limpieza o de aquellos que se encuentren en un estado extremo de deterioro por acción de agentes químicos y del tiempo. Esta trabajo de habilitación sólo se justificaría en aquellos casos en que el recambio de los drenes señalados no fuera suficiente para mantener el nivel freático a una profundidad razo
nable. Sin embargo, esta situación se considera de muy escasa probabilidad de ocurrencia.

Además de la acción de recambio señalada (40% de drenes la
terales), se procederá a descubrir todos los colectores y a excavar algunos nuevos, de acuerdo a la red de colectores que se propone y que se presenta en el plano, junto con la indicación de los drenes la
terales de recambio y aquellos que permanecen.

El sistema colector central propuesto respeta el trabajo actual de colectores y adiciona otros nuevos. Estos últimos tienen por objeto, en algunos casos, acortar la longitud de los laterales, y en otros, impedir la proliferación de brazos que se conectan direc
tamente al río, reuniéndolos en un colector que descarga en un sólo punto. El extremo de estos colectores estará provisto de una compuer
ta batiente, que permite la salida de flujo desde el colector, pero impide la entrada de agua desde fuera (producto de las crecidas).

Estos drenes colectores permanecerán abiertos mientras se habilitan y recambian los laterales. Es aconsejable que esta labor se haga por sectores, de modo que no permanezcan los colectores abier
tos durante un tiempo prolongado. Una vez concluida la faena en los laterales, se procederá a entubar los colectores y taparlos.

El tercer aspecto considerado en esta primera opción de me
joramiento es la construcción de cámaras de registro y limpieza, de a

cuerdo al plano N° 7 . Estas cámaras permitirán el acceso a las líneas de tubos con el fin de proceder a su limpieza, dentro del concepto de mantención de rutina que deberá imperar una vez habilitado el sistema. Estas cámaras deberán ubicarse en todas las intersecciones y cada 100 metros sobre colectores y laterales. Las cámaras actualmente existentes, si bien se presentan en cantidad adecuada, resultan muy estrechas para permitir la limpieza de las líneas.

La segunda opción de mejoramiento considera sólo la limpieza de los colectores actualmente existentes más el trazado de los nuevos colectores propuestos. Además en esta opción no se plantea el reemplazo del 40% de los drenes laterales, sino que su limpieza. En cuanto a las cámaras, su número es similar a la primera opción. Dado que la efectividad y vialidad de un proceso de habilitación por limpieza, sólo se puede establecer mediante la experiencia práctica, la posibilidad de éxito de esta opción no es evaluable. Por lo tanto, su costo estimativo se presenta a manera indicativa.

La tercera opción es de características similares a la anterior, diferenciando en que no considera el trazado de nuevos colectores. Por las mismas razones citadas, su costo se presenta como una indicación.

6. Mantenimiento de la Red de Drenaje

A menudo se asegura que los drenes entubados no requieren mantención. Es cierto que en algunas áreas drenadas, en países extranjeros, existen redes que han permanecido en buen estado de funcionamiento por muchos años, realizándose escasa o ninguna mantención. Sin embargo, la falta de adecuada mantención es la principal causa de fracaso en este tipo de redes, y en general, en cualquier sistema. Ya se ha analizado en páginas anteriores como este factor ha sido preponderante en el deterioro de las condiciones de la red existente en la Colonia, de tal modo que resulta innecesario insistir en el tema. A continuación se entregan normas y antecedentes que, eventualmente, debieran permitir elaborar un reglamento de mantención del sistema una vez realizado su mejoramiento. La indebida atención a este aspecto, como ya se ha señalado, significará que cualquier esfuerzo que se realice para modificar las difíciles condiciones actuales será inútil.

Deberá impedirse el desarrollo de malezas sobre los drenes, ya que la agresividad que las caracterizan permite que su sistema radicular penetre en los tubos produciendo obstrucciones como las que se han informado. Resulta aconsejable arar y cultivar en forma regular los terrenos ubicados sobre las líneas de tubos, ya que la acción de los cultivos anuales no tiene las características nocivas de las malezas. Por lo demás, una de las ventajas de la utilización de drenes entubados sobre drenes abiertos es justamente la posibilidad de utilizar todo el terreno, por lo cual mantener sin cultivo esos sectores permitiendo el exuberante desarrollo de malezas no reporta beneficio alguno.

Las salidas de los colectores deben ser mantenidas limpias si se quiere obtener un adecuado beneficio del sistema. Sedimentos y todo tipo de residuos reducen la capacidad de las salidas y pueden (como actualmente ocurre) obstruirlas absolutamente. Un buen sistema de drenaje puede fracasar por esta causa. Las salidas deben, por otra parte, protegerse para impedir la entrada de roedores y otros animales pequeños. Esto se consigue ubicando en la salida una compuerta batiente, de modo tal que resulta abierta por el flujo de agua y permanece cerrada cuando no hay escurrimiento. Este sistema tiene la ventaja adicional de impedir la entrada de flujo inverso a la línea de tubos en el caso de eventuales crecidas. Otra alternativa es proveer a la salida de una rejilla. De cualquier manera, debe realizarse una inspección periódica de las salidas de los colectores, único método que asegura su funcionamiento expedito.

El taponamiento de las líneas por raíces o sedimentos es el principal problema de mantención. Las opciones de mejoramiento analizadas contemplan la construcción de cámaras de inspección y limpieza. Por otra parte, el sistema actual cuenta con cámaras de inspección a proximadamente cada 100 metros. La inspección regular de dichas cámaras es una operación de rutina de las que no puede prescindirse. Por otra parte, debe tomarse debida nota de las observaciones de los usuarios en cuanto a la ocurrencia de taponamiento. Las cámaras de limpieza señaladas deberán tener en su fondo una trampa para sedimentos, la cual debe ser limpiada periódicamente para permitir su correcto funcionamiento. La faena de limpieza de los tubos, por medio de las cámaras, es una labor que debe estar sujeta a una programación regular. De este modo se impide el desarrollo de raíces o la acumulación de materiales en un grado tal que impida su remoción. En esos casos, la única alternativa es destapar la línea y proceder a la limpieza directa de los tubos. En cuanto a los métodos de limpieza de las líneas,

no existe en el país experiencia en la materia. A continuación de indicar algunos métodos que se practican en países con tradición en materias de drenaje:

- a) Introducir en el dren una varilla o tubo semi-rígido (P.V.C., por ejemplo), a cuyo extremo se ha acoplado una punta con una válvula. Al introducir la válvula se abre, y el mecanismo suelta el material sedimentado en el tubo. Al jalar la válvula para retirarse cierra y permite arrastrar gran parte del sedimento. En caso de obstrucción por raíces se acopla una espiral de acero, con la cual se puede tratar de romper y jalar las raíces afuera. Es un método simple y barato que puede usarse en tramos de hasta 200 metros de longitud.
- b) Lavar con agua a baja presión, introduciendo una manguera en la cual se bombea agua con presión hasta 15 atmósfera. Procedimiento sencillo, que no requiere de equipo muy especializado.
- c) Lavar con agua a alta presión (80 atmósfera). Este método requiere una máquina especial que consiste básicamente de una bomba de tres pistones, con capacidad de alrededor de 100 l/min. a 80 atmósferas, montada sobre un trayler, impulsado por un tractor agrícola de 50 HP y accionado desde la toma fuerza del tractor. Bombea agua en una manguera de alta presión que tiene en su extremo una boquilla con un hueco central y tres huecos laterales hacia atrás. Por el hueco central se produce un fuerte chorro de agua hacia adelante, que suelta el material sedimentado en el tubo. Por los huecos laterales se producen chorros hacia atrás que arrastran el material hacia la salida. En efecto de los chorros hacia atrás combinado con la pulsación del bombeo permite que la manguera sea impulsada dentro del tubo.

Estos métodos se informan como una indicación. La experiencia en el terreno permitirá decidir y desarrollar los procedimientos adecuados para la faena de limpieza. Sólo es importante recalcar una vez más la absoluta necesidad de la observación periódica de estas prácticas.

Algunas veces se producen hoyos (hundimientos) sobre los drenes, cuya ocurrencia en el actual sistema ya se ha informado. Estos hoyos pueden producirse por defectos en la instalación de los tubos, al permitir una separación excesiva entre ellos. Otra causa puede ser la ruptura de tubos. Estos hundimientos pueden ser producidos ocasionalmente por cobertura inadecuada de los drenes y altas presiones dentro de las líneas.

Este tipo de fenómeno permite la entrada de material a las líneas de drenaje, y si no son reparadas rápidamente, el daño puede aumentar. Para hacer las reparaciones el dren debe ser descubierto en el lugar del hundimiento y reemplazar los tubos o acomodarlos convenientemente.

La incidencia de depósitos ferruginosos ha sido analizado en páginas anteriores. Estos depósitos no afectan seriamente el funcionamiento del dren, salvo cuando provocan sellamiento de las juntas. Gas de dióxido de sulfuro puede ser inyectado a la línea desde tanque de gas comprimido. El gas debe ser mantenido en la línea por espacio de 24 horas.

Las normas indicadas deben ser complementadas por aquellas que dicte la experiencia práctica de mantención del sistema en el área de estudio.

La única forma de asegurar una conservación adecuada de la red es mediante la constitución de una asociación de usuarios, tal como existe para la operación de canales, la cual recaude los fondos necesarios, elabore y ejecute los programas necesarios para el buen funcionamiento del sistema. La constitución de esta asociación resulta vital para el éxito del programa de mantención. Sin lugar a dudas, la acción de cada usuario en particular es importante. Sin embargo, su labor en forma aislada conducirá inevitablemente a un nuevo fracso. La asociación de mantención y operación del sistema de drenaje deberá tener especial preocupación en la inspección y funcionamiento de los colectores. Deberá dictar un reglamento que establezca claramente las normas de mantención y las sanciones para los infractores.

7. Costos

En el presente punto se analiza el costo de la primera opción de mejoramiento descrita.

- Descripción de la red de colectores propuesta, dividida en trazo existente y nuevo trazado; y red de laterales, clasificada en laterales de recambio y laterales que permanecen.
- Cuadro resumen del mejoramiento propuesto de la red.
- Precios unitarios de las faenas y obras a realizar para el mejoramiento y conservación de la red.
- Cubicación, costo parcial por sector y total de la opción de mejoramiento propuesta.

El costo total del mejoramiento representa un total de \$ 33.443.591, vale decir, US\$ 857.527,9. Esta cifra significa un costo por hectárea de \$ 33.257, esto es US\$ 852.

La segunda opción de mejoramiento descrita representa, estimativamente un 40% del costo señalado, y la tercera, un 25%.

El costo de mantención anual significa \$ 2.362.449 (US\$ 60.575), vale decir \$ 2.349 por hectárea (US\$ 60/ha).

7.1. Descripción de la red propuesta

Los siguientes cuadros entregan una descripción detallada de cada tramo de la red de colectores y laterales, de acuerdo a la opción de mejoramiento propuesta.

Se ha dividido el área de proyecto en dos: área oriente con, 760,5 ha. drenadas y área poniente, con 245 ha, lo que hace un total de 1.005,6 ha.

El área oriente consta de 22 sectores y el área poniente , con 9, lo que hace un total de 31.

Para el cálculo de los colectores y laterales se adoptó una recarga de 10 mm/día, magnitud más que suficiente para asegurar un adecuado dimensionamiento de las tuberías.

En los cuadros descriptivos se han considerado las siguientes codificaciones:

NT	:	Nuevo trazado
s/c	:	dren no codificado en proyecto original
XXX	:	número de proyecto original
XXX-1	:	Primer tramo de un dren codificado en <u>pro</u> yecto original
XXX-2	:	Segundo tramo de un dren codificado en <u>pro</u> yecto original.

AREA POTENTE

Sector	Superficie drenada ha.	RED COLECTORES PROPUESTA													
		Trazado existente						Nuevo trazado							
		Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades				
RED DE LATERALES						RED DE LATERALES									
			Permanecen			Recambio									
			Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades
1	6,3														
TOTAL				720		8							1.830		
2	25,3	207	0-450	460	350									90	150
			450-870	410	350										
			870-1.040	170	350										
						227-4	0-50	50	250						
							50-120	70	250						
							120-220	100	250						
							220-350	130	250						
							350-720	370	250						
TOTAL				1.040		12		720					1.100	1.140	16
3	27,5														
							0-0		250						
							0-70	70	250						
							70-200	130	250						
							200-270	70	250						
							270-390	120	250						
							390-460	70	250						
							460-550	90	250						
							550-640	90	250						
TOTAL								640					2.750	1.500	12
4	33,5	207	1.040-1.130	60	300										
			1.100-1.650	550	300										
			1.650-1.720	70	250										
		215	0-50	50	300										
			50-410	360	300										
							0-40	40	250						
							40-110	70	250						
							110-170	60	250						
							170-220	50	250						
							220-260	60	250						
							260-350	70	250						
							350-400	50	250						
							400-450	50	250						
TOTAL				1.090		11		450					3.520	1.500	14

Sector		RED DE COLECTORES PROPUESTA													RED DE LATERALES							
		Superficie drenada		Trazado existente			Nuevo trazado			Permanecen			Remedio			Cámaras						
		ha.	Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades
5		28,1	237	0-20 20-470 0-260	20 450 260	250 250 250						274	200	250	274-M	100	250					
		TOTAL			730							241	340	250		830						9
6		67,7	215	410-410 410-460 460-500 500-510 510-620 620-710 710-810 810-910 910-1.010	— 50 40 10 110 90 100 100 100	300 300 300 300 300 250 250 250						216	100	250								
		TOTAL			730		8					202	860	250								
7		7,0	273	0-160	160	250						273	180	250								
		TOTAL			160		2					272	190	250								
8		4,6										275	290	250								
		TOTAL										S/C-2	120	250								
9		44,1	208	0-50 50-150 150-250 250-350 350-450	— 50 100 100 100	— 300 300 300 250						271	300	250	271	360	150					
		TOTAL			450							275	290	250								
		TOTAL			600		8					272	190	250		2.800						25

Sector	Superficie drenada ha.	RED COLECTORES PROPIEDAD										RED DE LATERALES						
		Trazado existente					Nuevo trazado					Permanecen		Recambio				
		Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades
9		208	450-550	100	250										260	180	150	
			550-650	100	250										265	280	150	
			650-750	100	250													
			750-860	110	250													
	TOTAL			860		10									1,570			17
P E S U M E N																		
1	6,3			720		8										1,830		16
2	26,3			1,040		12		720								1,700	1,780	13
3	27,5							640								2,760	1,500	14
4	33,6			1,090		11		450								3,570	1,590	9
5	28,1			730		8										1,450	630	25
6	67,7			600		8										4,710	2,850	
7	7,0			160		2										370		
8	4,4															310		
9	44,1			860		10										2,620	1,590	17
TOTAL	245,0			5,200		59		1,810		25						19,270	10,150	94

Sector	Superficie drenada ha.	RED COLECTORES PROPUESTA																	
		Trazado existente						Nuevo trazado						REC DE LATERALES					
		Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	
10	33,3	114	0-130 130-530	130 800	400 400														
	TOTAL			930		9		1.000			9		740		350			3	
11	78,2	114	930-930 930-1.030	100	400 400														
			1.030-1.150 1.150-1.290 1.290-1.330 1.330-1.510	120 140 100 120	400 400 400 400														
			1.510-1.810 1.810-1.900 1.900-2.020 2.020-2.230 2.230-2.340 2.340-2.450 2.450-2.570 2.570-2.690 2.690-2.820 2.820-3.000	300 90 100 230 110 110 120 120 130 180	350 350 350 300 300 300 300 300 300														
	TOTAL			2.070		19						4.280		2.870				26	
12	34,8																		
								0-50 50-330	50 280	250 250									
									330		4		1.760		390			3	
13	83,1							0-150 150-360 360-470 470-670 670-850 850-930 930-1.070 1.070-1.180	150 210 110 200 180 80 140 110	350 350 350 250 250 250 250 250									
			0-470	470	300														
								0-280 280-380 380-490	280 100 110	300 250 250									
								490-600	110	250									
	TOTAL			470		4		1.780			18		1.020		3.070			31	

Sector	Superficie drenada ha.	RED COLECTORES PROPUESTA											RED DE LATERALES						
		Trazado existente				Nuevo trazado				Permanecen			Recambio						
		Código	Traza mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Traza mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	
14	62.2	114	3.600-3.120 3.120-3.200 3.200-3.300 3.300-3.400 3.400-3.500 3.500-3.600 3.600-4.150	120 80 100 100 100 100 550	300 300 300 300 300 300 250														
		111-8	0-100 100-200 200-320	100 100 120	250 250 250														
						LT-7	0-100 100-200 200-300	100 100 100	250 250 250										
TOTAL				1.670		16		300		3		4.600		2.640			24		
15	22.0					LT-8	0-120 120-340	120 220	250 250										
		99	0-200	200	250														
		96	0-190 190-360	190 170	250 250														
TOTAL				560		6		340		4		970		970			10		
16	10.5					NT-9	0-70 70-220	70 150	250 250										
TOTAL								220		3		660							
17	31.1	143	0-730 730-1.060 1.060-1.200 1.200-2.000	730 350 120 800	350 350 350 350														
TOTAL				2.000		19						1.560		1.490			15		
18	13.4	143	2.000-2.080 2.080-2.810	80 730	300 300														
						NT-10	0-90 90-170	90 80	250 250										
TOTAL				810		8		170		2		1.780		790			7		

AREA ORIENTE		RED COLECTORES PROPUESTA												RED DE LATERALES						
Sector	Superficie drenada ha.	Trazado existente						Nuevo trazado						Permanecen			Pecanbio			
		Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Trazo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades		
19	13.2	143	2.810-3.070	260	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	3.070-3.530	460	300	N-11	0-80	80	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	80-160	80	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	TOTAL			720		7		160		2			1.070		750				7	
20	51.8	143	3.530-5.720	2.190	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	N-12	0-90	90	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	90-190	100	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	TOTAL			2.190		22		190		2			770		700				7	
21	36.1	143	5.720-5.720	---	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	5.720-5.820	100	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	5.820-5.920	100	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	5.920-6.020	100	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	6.020-6.690	670	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	TOTAL			970		10		---				1.690		520					4	
22	81.4	42	0-40	40	400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	40-80	810	400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	80-980	130	400	N-13	0-200	200	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	200-410	210	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	410-540	130	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	540-700	160	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	700-1.270	570	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	1.270-1.340	70	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	---	---	---	---	1.340-1.420	80	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		84	0-350	550	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		92	0-700	200	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	200-460	260	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	460-590	130	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		---	590-760	170	250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	TOTAL			2.290		22		1.420		15			2.600		2.150				21	

AREA ORIENTE		RED COLECTORES PROPIETA										RED DE LA TERIALES							
Sector	Superficie drenada ha.	Trazado existente					Nuevo trazado					Permanecen			P-cambio				
		Código	Tramo m.	Longitud m.	Díametro m.	Cámaras Unidades	Código	Tramo m.	Longitud m.	Díametro m.	Cámaras Unidades	Código	Longitud m.	Díametro m.	Código	Longitud m.	Díametro m.	Código	Unidades
23	53,5	42	980-1.130 1.130-1.530 1.530-1.980	150 500 250	350 350 350							71	830	250					
		68	1.980-2.100 2.100-2.450 0-500 500-650 650-760	270 350 500 150 110	350 300 250 250						NT-14	0-70 70-140 140-190	70 70 50	250 250 250					
												59	710	250					
												57	190	250					
												55	450	250					
												67	600	250					
												66	720	150					
												63	360	250					
												61	300	250					
												61-A	90	250					
												62	300	150					
												63	360	250					
	TOTAL			2.600		24		250		4			3.970		2.900				29
24	24,3	COL-5	0-40 40-120 120-200 200-290	40 80 80 90	250 250 250 250							49	430	250					
												47	420	250					
	TOTAL			290		4							850		1.140				12
25	9,2	54	0-110 110-260	110 150	250 250														
	TOTAL			260		3							400		690				7

Sector		RED COLECTORES PROPUESTA											RED DE LATERALES								
		Superficie drenada ha.				Trazado existente			Nuevo trazado				Permanecen			Recambio		Cámaras Unidades			
Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro mm.	Cámaras Unidades	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.	Díámetro mm.	Código	Longitud mt.		Díámetro mm.		
26	52	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0-380	380	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	380-670	240	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	670-710	50	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL		670		9										1,050			1,520				14
27	COL-4	0-170	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	170-240	70	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	390	250	—	—	—	—	—	—
	240-340	100	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	360	250	—	—	—	—	—	—
	340-410	70	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL		410		5										750							
28	COL-4	410-490	80	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	490-700	210	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	700-790	90	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	790-900	110	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	900-950	50	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	320	250	—	—	—	—	—	—
	950-990	40	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	990-1,070	80	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	330	250	—	—	—	—	—	—
TOTAL		660		8										650			1,230				12
29	22	0-400	400	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	COL-3	0-60	60	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		60-220	160	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		220-320	100	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL		720		7										900			750				7
30	15.4	0-430	430	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	COL-1	430-560	130	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		560-950	390	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	COL-2	0-50	50	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		50-170	70	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		120-170	50	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		170-200	30	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		200-260	60	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL		430		350										160	250		290				150

AREA ORIENTE		RED COLECTORES PROPUESTA										REO DE LATERALES												
Sector	Superficie drenada ha.	Trazado existente				Nuevo trazado				Permanecen			Recambio		Cámaras Unidades									
		Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro na.	Cámaras Unidades	Código	Tramo mt.	Longitud mt.	Díámetro na.	Código	Longitud mt.	Díámetro na.	Código		Longitud mt.	Díámetro na.							
30		COL-2	260-310 310-350	50 40	250 250								12	350	250									
	TOTAL			1.300		17								1.540			11	1.000					9	
31	35,8	COL-1	0-0 0-20 20-50 50-120 120-160 160-220 220-260 260-300 300-350		20 30 70 40 60 40 40 50	250 250 250 250 250 250 250 250 250																		
	TOTAL			350		8								2.580				2.250					22	
		R E S U M E N																						
10	33,3			930		9								740				350					3	
11	78,2			2.070		19								4.280				2.870					26	
12	34,8													330				390					3	
13	83,1			470		4								1.780				3.070					31	
14	62,2			1.470		15								300				2.442					24	
15	22,0			560		6								970				970					10	
16	10,5													220										
17	31,1			2.000		19								1.560				1.490					15	
18	19,4			810		8								1.780				790					7	
19	13,2			720		7								1.070				750					7	
20	51,8			2.190		22								190				700					7	
21	30,1			970		10								1.690				520					4	
22	61,4			2.290		22								2.600				2.150					21	
23	53,5			2.600		24								3.970				2.900					29	
24	24,3			290		4								850				1.140					12	
25	9,2			260		3								400				690					7	
26	23,9			670		9								1.050				1.520					14	
27	12,7			410		5								750										
28	17,2			660		8								650				1.230					12	
29	17,5			720		7								900				760					7	
30	15,4			1.300		17								1.540				1.000					9	
31	35,8			350		8								2.580				2.250					22	
TOTAL	760,6			21.740		227								39.140				27.980					270	

7.2. Cuadro resumen opción de mejoramiento

En este Cuadro se presenta un resumen de los cuadros entregados en el punto 7.1.

Area Oriente

Sector	Colectores		Laterales		Total	% Perm.	% Rec.
	Traz. Ex.	Nuevo Traz.	Perm.	Recambio			
10	930	1.000	740	350	1.090	68	32
11	2.070	—	4.280	2.870	7.150	60	40
12	—	330	1.770	390	2.160	82	18
13	470	1.780	3.960	3.070	7.030	56	44
14	1.470	300	4.600	2.440	7.040	65	35
15	560	340	970	970	1.940	50	50
16	—	220	660	—	660	100	—
17	2.000	—	1.560	1.490	3.050	51	49
18	810	170	1.780	790	2.570	69	31
19	720	160	1.070	750	1.820	59	41
20	2.190	190	770	700	1.470	52	48
21	970	—	1.690	520	2.210	77	23
22	2.290	1.420	2.600	2.150	4.750	55	45
23	2.600	250	3.970	2.900	6.870	58	42
24	290	—	850	1.140	1.990	43	57
25	260	—	400	690	1.090	37	63
26	670	—	1.050	1.520	2.570	41	59
27	410	—	750	—	750	100	—
28	660	—	650	1.230	1.880	35	65
29	720	—	900	760	1.660	54	46
30	1.300	—	1.540	1.000	2.540	61	39
31	350	—	2.580	2.250	4.830	54	46
TOTAL	21.740	5.160	39.140	27.980	67.120	58	42

Tubería:

	∅ 400	∅ 350	∅ 300	∅ 250	∅ 200	∅ 150
Colectores	2.900	5.070	6.520	13.060	—	—
Laterales	—	—	—	350	—	27.630
	2.900	5.070	6.520	13.410	—	27.630

Sector	Superficie	m.l. Dren	m.l. Dren/ha
10	33,3	3.020	90,7
11	78,2	9.220	117,9
12	34,8	2.490	71,6
13	83,1	9.280	111,7
14	62,2	8.810	141,6
15	22,0	2.840	129,1
16	10,5	880	83,8
17	31,1	5.050	162,4
18	19,4	3.550	183,0
19	13,2	2.700	304,5
20	51,8	3.850	74,3
21	30,1	3.180	105,6
22	81,4	8.460	103,9
23	53,5	9.720	181,7
24	24,3	2.280	93,8
25	9,2	1.350	146,7
26	23,9	3.240	135,6
27	12,7	1.160	91,3
28	17,2	2.540	147,7
29	17,5	2.380	136,0
30	15,4	3.840	249,4
31	35,8	5.180	144,7
TOTALES	760,6	95.020	124,9

Area Poniente

Sector	Colectores		Laterales		Total	% Perm.	% Rec.
	Traz. Ex.	Nuevo Traz.	Perm.	Recambio			
1	720	—	1.830	—	1.830	100	—
2	1.040	720	1.700	1.780	3.480	49	51
3	—	640	2.760	1.500	4.260	75	35
4	1.090	450	3.520	1.590	5.110	69	31
5	730	—	1.450	830	2.280	64	36
6	600	—	4.710	2.860	7.570	62	38
7	160	—	370	—	370	100	—
8	—	—	310	—	310	100	—
9	860	—	2.620	1.590	4.210	62	38
TOTAL	5.200	1.810	19.270	10.150	29.420	66	34

Tubería:

	∅ 400	∅ 350	∅ 300	∅ 250	∅ 200	∅ 150
Colectores	—	1.040	1.670	4.300	—	—
Laterales	—	—	—	380	—	9.770
TOTALES	—	1.040	1.670	4.680	—	9.770

Sector	Superficie	m.l. Dren	m.l. Dren/ha.
1	6,3	2.550	404,8
2	26,3	5.240	199,2
3	27,5	4.900	178,2
4	33,6	6.650	197,9
5	28,1	3.010	107,1
6	67,7	8.170	120,7
7	7,0	530	75,7
8	4,4	310	70,5
9	44,1	5.070	115,0
TOTALES	245,0	36.430	148,7

Resumen

Area	Colectores		Laterales		Total	% Perm.	% Rec.
	Traz. Ex.	Traz. Nuevo	Perm.	Recambio			
Oriente	21.740	5.160	39.140	27.980	67.120	58	42
Poniente	5.200	1.810	19.270	10.150	29.420	66	34
TOTAL	26.940	6.970	58.410	38.130	96.540	60	40

Tubería:

Area	∅ 400	∅ 350	∅ 300	∅ 250	∅ 150
Oriente	2.900	5.070	6.520	13.410	27.630
Poniente	---	1.040	1.670	4.680	9.770
TOTAL	2.900	6.110	8.190	18.090	37.400

Area	Superficie	m.l. Dren	m.l. Dren/ha
Oriente	760,6	95.020	124,9
Poniente	245,0	36.430	148,7
TOTAL	1.005,6	131.450	130,7

7.3. Precios Unitarios

Se presenta a continuación un detalle de los distintos pre
cios unitarios considerados para el cálculo del costo del mejoramien
to y de la mantención de la red.

7.3.1. Construcción de Cámaras

7.3.1.1. Mano de Obra:

Cuadrilla 1 maestro y 2 ayudant <u>es</u>	\$	900/día	
Leyes Sociales (120%)	\$	1.080	
Desgaste herramientas	\$	50	
		<hr/>	
	\$	2.030	
Rendimiento: en obra gruesa, terminaciones, <u>incluidos es</u> <u>calines</u> tapas y anillos 0,6 cámaras/cuadrilla/día. Cáma <u>ra</u> ras 1,5-2,0 mts.			
Total mano de obra Cámara	\$		3.383

7.3.1.2. Materiales:

Cámara de 2,00			
Ladrillos: 210	\$	5	\$ 1.050
Mortero de pega: 0,664 m3	\$	924	\$ 614
Hormigón Tipo "C"; 0,075 m3	\$	2.942	\$ 221
Fierro Ø 10: 9,2 Kgr.	\$	53	\$ 488
Hormigón 170 Kgr · cem/m3:			
0,268 m3	\$	2.170	\$ 582
			<hr/>
Sub - Totales			\$ 6.338
Gastos Generales y Utilidad (20%)			\$ 1.268
			<hr/>
			\$ 7.606
			<hr/> <hr/>

T O T A L

7.3.2. Excavaciones a máquina:

Retro Ford 4.500	
Rendimiento: 15 m ³ /hora	
Costo IVA incluido	\$ 655/hora
Petróleo	\$ 150/hora
T O T A L	\$ 805/hora

Valor por m³ \$ 805:16 = 50,3

Gastos Generales y Utilidad
(20%) \$ 10

Valor adoptado por m³ \$ 60

7.3.3. Relleno y emparejamiento:

Retro Ford 4.500	
Rendimiento: 80 m ³ /hora	
Costo IVA incluido	\$ 655/hora
Petróleo	\$ 150/hora
T O T A L	\$ 805/hora

Valor por m³ \$ 805:80 = \$ 10,06

Gastos Generales y Utilidad 2,00

Valor adoptado por m³ \$ 12.

7.3.4. Colocación de Tubería:

7.3.4.1. Mano de Obra:

Cuadrilla 1 maestro, 4 jornaleros	\$ 1.050/día
Leyes Sociales (120%)	\$ 1.260
Desgaste herramientas (5%)	\$ 53
	2.363

Rendimiento: una cuadrilla
coloca 90 tubos día (8 hrs)
Costo mano de obra por tubo
\$ 2.363:90 = \$ 26,25

Se adopta \$ 26 por tubos

7.3.4.2. Materiales:

Tubos de c.c. - Botay Arica,
puesto en obra.

∅ 150	250	300	350	400
\$ 90	180	226	310	345

7.3.4.3. Sub - Total tubos colocados

∅ 150	250	300	350	400
\$ 116	206	252	336	371

7.3.4.4. 5% adicional por roturas

\$ 6	10	13	17	19
------	----	----	----	----

7.3.4.5. 20% Gastos Generales y Utilidad

\$ 24	43	53	71	78
-------	----	----	----	----

7.3.4.6. Total Tubo colocado

∅ 150	250	300	350	400
\$ 146	259	318	424	458

7.3.5. Filtros

7.3.5.1. Mano de Obra:

1 maestro y 2 jornaleros	\$ 750
Leyes Sociales (120%)	\$ 900
Desgaste herramientas (0,05)	\$ 38
	<hr/>
	\$ 1.688

Rendimiento:

1 cuadrilla coloca 40 mts. día
de filtro, 6 de un promedio de
 $0,14 \times 40 = 5,6$ m³/día

\$ 1.688:5,0 = \$ 301,4 el m³.

Se adopta \$ 301 el m³ por colocación de filtro

7.3.5.2. Materiales:

Gravilla: m³ puesto en obra \$ 690
(IVA incluido)

Malla plástica Ø 0,5 mm
0,5 mts. de ancho por 1 mt.
de long. vale \$ 7 el mt. para
1 m³ de gravilla se necesitan
7,14 mts. de malla.

\$ 50 x m³ de gravilla

Total materiales \$ 740

7.3.5.3. Gastos Generales y Utilidad
(20%)

\$ 148

7.3.5.4. Total filtro por m³

\$ 1.189

7.3.6. Bolones:

Mano de Obra:

4 jornaleros \$ 600

Leyes Sociales (120%) \$ 720

\$ 1.320

Rendimiento:

Remoción, selección y colocación
100 mts. día a 0,20 m³ x m.l. son
20 m³ día. $1.320:20 = \$ 66$ el m³.

\$ 66 el m³

Gastos Generales y Utilidad (20%)

\$ 13

T O T A L

\$ 79 el m³

7.3.7. Mantenición Anual

7.3.7.1. Limpieza:

7.3.7.1.1. Mano de Obra:

Cuadrilla de 8 jornaleros y un capataz	\$ 1.500 día (8 hrs)
Leyes Sociales (120%)	\$ 1.800
Desgaste herramientas (10%)	\$ 150
	<hr/>
	\$ 3.450

Rendimiento: una cuadrilla
posee un rendimiento estima
do de 600 m.l. de drenaje dia
rio.

Costo de mano de obra por m.l. \$ 5.75

7.3.7.1.2. Maquinaria:

Camión Cisterna con grupo moto bomba incorporado	
Valor arriendo hora	\$ 390
Combustible	\$ 157
	<hr/>
Total hora	\$ 547

Rendimiento: su rendimiento
está supeditado al rendimien
to de una cuadrilla, luego,
en una hora realizará una lon
gitud equivalente de 600 m.l.
diarios/8 hrs. = 75 m.l.

Costo por m.l. 547:75 \$ 7.29

7.3.7.1.3. Herramientas:

Varillas de limpieza, en una longitud de 200 mts. y dos carros de arrastre.

Valor nueva: \$ 120.000

Vida útil estimada: 30 años

Valor anual: \$ 4.720

longitud de drenaje a limpiar
anualmente 72.040 m.l.

Valor anual por m.l. de drenaje \$ 0.07

7.3.7.1.4. Costo anual neto limpieza anual \$ 13.11

7.3.7.2. Conservación:

Se estima la necesidad de reemplazo de un 0,5% de tubos de la red, por efecto de taponamientos que obligarán a descubrir sectores de ella:

Costo promedio de tubería colocada \$ 259 el m.l.

Remoción y reubicación de filtro y bolones \$ 39 el m.l.

Excavación y relleno del sector \$ 102 el m.l.

\$ 400 el m.l.

Como se considera sólo un 0,5% de reemplazo el costo del metro lineal de conservación de red será
400 x 0.005

\$ 2.00

7.3.7.3. Costo mantención anual	\$ 15,11 el m.l.
Gastos Generales y Utilidad (20%)	\$ 3,00
	<hr/>
Total mantención anual	\$ 18,11 el m.l.
	<hr/> <hr/>

Mes base, Enero de 1980.

7.4. Cubicación y Costos

En este punto se presenta un detalle de la cubicación de cada sector y del costo que representa su mejoramiento, todos ellos calculados con mes base Enero de 1980.-

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.1.	Sector 1				
I.1.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 720 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. - mts.				
	<u>T O T A L</u> 720 mts.		979,2	60	58.752,00
I.1.2.	Rellenos 720 mts.	m3	1.238,4	12	14.860,00
I.1.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.1.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.1.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.1.6.	Tubería Ø 250 720 mts.				
	Colocación	m1	720,0	259	186.480,00
	filtro	m3	21,6	1.189	25.682,40
	bolones	m3	165,6	79	13.082,40
I.1.7.	Tubería Ø 150 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.1.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	N.T.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	--	--	--
	<u>TOTAL SECTOR</u>				\$ 359.705,60

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI DAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.2.	Sector 2				
I.2.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 1.040 mts.				
	T.N. 720 mts.				
	Laterales R. 1.780 mts.				
	T O T A L 3.540 mts.	m3	3.454,4	60	207.264,00
I.2.2.	Rellenos 3.540 mts.	m3	4.368,8	12	52.425,60
I.2.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.2.4.	Tubería Ø 350 1.040 mts.				
	Colocación	m1	1.040,0	424	440.960,00
	filtro	m3	41,6	1.189	49.462,40
	bolones	m3	156,0	79	12.324,00
I.2.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.2.6.	Tubería Ø 250 720 mts.				
	Colocación	m1	720,0	259	186.480,00
	filtro	m3	21,6	1.189	25.682,40
	bolones	m3	165,6	79	13.082,40
I.2.7.	Tubería Ø 150 1.780 mts.				
	Colocación	m1	1.780,0	146	259.880,00
	filtro	m3	35,6	1.189	42.328,40
	bolones	m3	516,2	79	40.779,80
I.2.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	12	7.606	91.272,00
	N.T.	Nº	8	--	60.848,00
	Laterales R.	Nº	16	--	121.696,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.604.485,00
					=====

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI DAJ	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.3.	Sector 3				
I.3.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. - mts.				
	T.N. 640 mts.				
	Laterales R. 1.500 mts.				
	T O T A L 2.140 mts.	m3	2.910,4	60	174.624,00
I.3.2.	Rellenos 2.140 mts.	m3	3.680,8	12	44.169,60
I.3.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1.	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.3.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.3.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.3.6.	Tubería Ø 250 640 mts.				
	Colocación	m1	640,0	259	165.760,00
	filtro	m3	19,2	1.189	22.828,80
	bolones	m3	147,2	79	11.628,80
I.3.7.	Tubería Ø 150 1.500 mts.				
	Colocación	m1	1.500,0	146	219.000,00
	filtro	m3	30,0	1.189	35.670,00
	bolones	m3	435,0	79	34.365,00
I.3.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	--	7.606	68.454,00
	N.T.	Nº	9		68.454,00
	Laterales R.	Nº	13		98.878,00
	TOTAL SECTOR				\$ 875.378,20
					=====

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.4.	Sector 4				
I.4.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 1.090 mts.				
	T.N. 450 mts.				
	Laterales R. 1.590 mts.				
	T O T A L 3.130 mts.	m3	4.256,8	60	255.408,00
I.4.2.	Rellenos 3.130 mts.	m3	5.383,6	12	64.603,20
I.4.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.4.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.4.5.	Tubería Ø 300 1.020 mts.				
	Colocación	m1	1.020,0	318	324.360,00
	filtro	m3	40,8	1.189	48.511,20
	bolones	m3	204,0	79	16.116,00
I.4.6.	Tubería Ø 250 520 mts.				
	Colocación	m1	520,0	259	134.680,00
	filtro	m3	15,6	1.189	18.548,40
	bolones	m3	119,6	79	9.448,40
I.4.7.	Tubería Ø 150 1.590 mts.				
	Colocación	m1	1.590,0	146	232.140,00
	filtro	m3	31,8	1.189	37.810,20
	bolones	m3	461,1	79	36.426,90
I.4.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	11	7.606	83.666,00
	N.T.	Nº	8		60.848,00
	Laterales R.	Nº	14		106.484,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.429.050,30

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.5.	Sector 5				
I.5.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 730 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 830 mts.				
	T O T A L 1.560 mts.	m3	2.121,6	60	127.196,00
I.5.2.	Rellenos 1.560 mts.	m3	2.683,2	12	32.198,40
I.5.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.5.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.5.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.5.6.	Tubería Ø 250 940 mts.				
	Colocación	m1	940,0	259	243.460,00
	filtro	m3	28,2	1.189	33.529,80
	bolones	m3	216,2	79	17.079,80
I.5.7.	Tubería Ø 150 620 mts.				
	Colocación	m1	620,0	146	90.520,00
	filtro	m3	12,4	1.189	14.743,60
	bolones	m3	179,8	79	14.204,20
I.5.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	9	--	68.454,00
	TOTAL SECTOR				\$ 702.333,80
					=====

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.6.	Sector 6				
I.6.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 600 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 2.860 mts.				
	T O T A L 3.460 mts.	m3	4.705,6	60	282.336,00
I.6.2.	Rellenos 3.460 mts.	m3	5.951,2	12	71.414,40
I.6.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.6.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.6.5.	Tubería Ø 300 300 mts.				
	Colocación	m1	300,0	318	95.400,00
	filtro	m3	12,0	1.189	14.268,00
	bolones	m3	60,0	79	4.740,00
I.6.6.	Tubería Ø 250 470 mts.				
	Colocación	m1	470,0	259	121.730,00
	filtro	m3	14,1	1.189	16.764,90
	bolones	m3	108,1	79	8.539,90
I.6.7.	Tubería Ø 150 2.690 mts.				
	Colocación	m1	2.690,0	146	392.740,00
	filtro	m3	53,8	1.189	63.968,20
	bolones	m3	780,1	79	61.627,90
I.6.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	N.T.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	25	--	190.150,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.384.527,30

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.7.	Sector 7				
I.7.1.	Excavaciones				
	Colector T.E. 160 mts.				
	T.N. - mts.				
	Lateral R. - mts.				
	<u>T O T A L</u> 160 mts.	m3	217,6	60	13.056,00
I.7.2.	Rellenos 160 mts.	m3	275,2	12	3.302,40
I.7.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.7.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.7.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.7.6.	Tubería Ø 250 160 mts.				
	Colocación	m1	160,0	259	41.440,00
	filtro	m3	4,8	1.189	5.707,20
	bolones	m3	36,8	79	2.907,20
I.7.7.	Tubería Ø 150 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.7.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	2	7.606	15.212,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	--	--	--
	<u>TOTAL SECTOR</u>				\$ 81.624,80

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.8.	Sector 8				
I.8.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. - mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. - mts.				
	<u>T O T A L</u> - mts.	m3	--	--	--
I.8.2.	Rellenos - mts.	m3	--	--	--
I.8.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.8.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.8.5.	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.8.6.	Tubería Ø 250 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.8.7.	Tubería Ø 150 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.8.8.	Cámaras				
	Colectores	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	--	--	--
	Laterales P	Nº	--	--	--
	<u>TOTAL SECTOR</u>				--

Obra: DRenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA PONIENTE</u>				
I.9.	Sector 9				
I.9.1.	Excavaciones				
	Colectores T.E. 860 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.590 mts.				
	T O T A L 2.450 mts.	m3	612,0	60	36.720,00
I.9.2.	Rellenos 2.450 mts.	m3	774,0	12	9.288,00
I.9.3.	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.9.4.	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.9.5.	Tubería Ø 300 350 mts.				
	Colocación	m1	350,0	318	111.300,00
	filtro	m3	14,0	1.189	16.646,00
	bolones	m3	70,0	79	5.530,00
I.9.6.	Tubería Ø 250 510 mts.				
	Colocación	m1	510,0	259	132.090,00
	filtro	m3	15,3	1.189	18.191,70
	bolones	m3	117,3	79	9.266,70
I.9.7.	Tubería Ø 150 1.590 mts.				
	Colocación	m1	1.590,0	146	232.140,00
	filtro	m3	31,8	1.189	37.810,20
	bolones	m3	461,1	79	36.426,90
I.9.8.	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	10	7.606	76.060,00
	N.T.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	17	--	129.302,00
	TOTAL SECTOR				\$ 850.771,50

Obra: Drenaje, Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.1.	Sector 10				
II.1.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 930 mts.				
	T.N. 1.000 mts.				
	Laterales R. 350 mts.				
	T O T A L 2.280 mts.	m3	3.100,8	60	186.048,00
II.1.2	Rellenos 2.280 mts.	m3	3.921,6	12	47.059,20
II.1.3	Tubería Ø 400 930 mts.				
	Colocación	m1	930,0	458	425.940,00
	filtro	m3	65,1	1.189	77.403,90
	bolones	m3	46,5	79	3.673,50
II.1.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.1.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.1.6	Tubería Ø 250 1.000 mts.				
	Colocación	m1	1.000,0	259	259.000,00
	filtro	m3	30,0	1.189	35.670,00
	bolones	m3	230,0	79	18.170,00
II.1.7	Tubería Ø 150 350 mts.				
	Colocación	m1	350,0	146	51.100,00
	filtro	m3	7,0	1.189	8.323,00
	bolones	m3	101,5	79	8.018,50
II.1.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	9	7.606	68.454,00
	T.N.	Nº	9	--	68.454,00
	Laterales R.	Nº	3	--	22.818,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.280.132,10

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.2.	Sector 11				
II.2.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 2.070 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 2.870 mts.				
	<u>T O T A L</u> 4.940 mts.	m3	6.718,4	60	403.104,00
II.2.2	Rellenos 4.940 mts.	m3	8.496,8	12	101.961,60
II.2.3	Tubería Ø 400 580 mts.				
	Colocación	m1	580,0	458	265.640,00
	filtro	m3	40,6	1.189	48.273,40
	bolones	m3	29,0	79	2.291,00
II.2.4	Tubería Ø 350 720 mts.				
	Colocación	m1	720,0	424	305.280,00
	filtro	m3	28,8	1.189	34.243,20
	bolones	m3	108,0	79	8.532,00
II.2.5	Tubería Ø 300 770 mts.				
	Colocación	m1	770,0	318	244.860,00
	filtro	m3	30,8	1.189	36.621,20
	bolones	m3	154,0	79	12.166,00
II.2.6	Tubería Ø 250 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.2.7	Tubería Ø 150 2.870 mts.				
	Colocación	m1	2.870,0	146	419.020,00
	filtro	m3	57,4	1.189	68.248,60
	bolones	m3	832,3	79	65.751,70
II.2.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	19	7.606	144.514,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	26	--	197.756,00
	<u>TOTAL SECTOR</u>			\$	2.358.262,70

Obra: Drenaje. Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI DAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.3.	Sector 12				
II.3.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. - mts.				
	T.N. 330 mts.				
	Laterales R. 390 mts.				
	T O T A L 720 mts.	m3	979,2	60	58.752,00
II.3.2	Rellenos 720 mts.	m3	1.238,4	12	14.860,80
II.3.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.3.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.3.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.3.6	Tubería Ø 250 330 mts.				
	Colocación	m1	330,0	259	85.470,00
	filtro	m3	9,9	1.189	11.771,10
	bolones	m3	75,9	79	5.996,10
II.3.7	Tubería Ø 150 390 mts.				
	Colocación	m1	390,0	146	56.940,00
	filtro	m3	7,8	1.189	9.274,20
	bolones	m3	113,1	79	8.934,90
II.3.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	--	7.606	--
	T.N.	Nº	4	--	30.424,00
	Laterales R.	Nº	3	--	22.818,00
	TOTAL SECTOR				\$ 305.241,10
					=====

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.4.	Sector 13				
II.4.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 470 mts.				
	T.N. 1.780 mts.				
	Laterales R. 3.070 mts.				
	T O T A L 5.320 mts.	m3	7.235,2	60	434.112,00
II.4.2	Rellenos 5.320 mts.	m3	9.150,4	12	109.804,80
II.4.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.4.4	Tubería Ø 350 670 mts.				
	Colocación	m1	670,0	424	284.080,00
	filtro	m3	26,8	1.189	31.865,20
	bolones	m3	100,5	79	7.939,50
II.4.5	Tubería Ø 300 750 mts.				
	Colocación	m1	750,0	318	238.500,00
	filtro	m3	30,0	1.189	35.670,00
	bolones	m3	150,0	79	11.850,00
II.4.6	Tubería Ø 250 830 mts.				
	Colocación	m1	830,0	259	214.970,00
	filtro	m3	24,9	1.189	29.606,10
	bolones	m3	190,9	79	15.081,10
II.4.7	Tubería Ø 150 3.070 mts.				
	Colocación	m1	3.070,0	146	448.220,00
	filtro	m3	61,4	1.189	73.004,60
	bolones	m3	890,3	79	70.333,70
II.4.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	4	7.606	30.424,00
	T.N.	Nº	18	--	136.908,00
	Laterales R.	Nº	31	--	235.786,00
	TOTAL SECTOR			\$	2.408.155,00

Obra: Drenaje. Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.5.	Sector 14				
II.5.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 1.470 mts.				
	T.N. 300 mts.				
	Laterales R. 2.440 mts.				
	T O T A L 4.210 mts.	m3	5.725,6	60	343.536,00
II.5.2	Rellenos 4.210 mts.	m3	7.241,2	12	86.894,40
II.5.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.5.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.5.5	Tubería Ø 300 600 mts.				
	Colocación	m1	600,0	318	190.800,00
	filtro	m3	24,0	1.189	28.536,00
	bolones	m3	120,0	79	9.480,00
II.5.6	Tubería Ø 250 1.170 mts.				
	Colocación	m1	1.170,0	259	303.030,00
	filtro	m3	35,1	1.189	41.733,90
	bolones	m3	269,1	79	21.258,90
II.5.7	Tubería Ø 150 2.440 mts.				
	Colocación	m1	2.440,0	146	356.240,00
	filtro	m3	48,8	1.189	58.023,20
	bolones	m3	707,6	79	55.900,40
II.5.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	16	7.606	121.696,00
	T.N.	Nº	3	--	22.818,00
	Laterales R.	Nº	24	--	182.544,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.822.490,80

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.6.	Sector 15				
II.6.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 560 mts.				
	T.N. 340 mts.				
	Laterales R. 970 mts.				
	T O T A L 1.870 mts.	m3	2.543,2	60	152.592,00
II.6.2	Rellenos 1.870 mts.	m3	3.216,4	12	38.596,80
II.6.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.6.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.6.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.6.6	Tubería Ø 250 900 mts.				
	Colocación	m1	900,0	259	233.100,00
	filtro	m3	27,0	1.189	32.103,00
	bolones	m3	207,0	79	16.353,00
II.6.7	Tubería Ø 150 970 mts.				
	Colocación	m1	970,0	146	141.620,00
	filtro	m3	19,4	1.189	23.066,60
	bolones	m3	281,3	79	22.222,70
II.6.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	6	7.606	45.636,00
	T.N.	Nº	4	--	30.424,00
	Laterales R.	Nº	10	--	76.060,00
	TOTAL SECTOR				\$ 811.774,10

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI DAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
II.	<u>AREA ORIENTE</u>					
II.7.	Sector 16					
II.7.1	Excavaciones					
	Colectores T.E.	- mts				
	T.N.	220 mts.				
	Laterales R.	- mts.				
	T O T A L	220 mts.	m3	229,2	60	13.752,00
II.7.2.	Rellenos	220 mts.	m3	378,4	12	4.540,80
II.7.3	Tubería Ø 400	- mts.				
	Colocación		m1	--	--	--
	filtro		m3	--	--	--
	bolones		m3	--	--	--
II.7.4	Tubería Ø 350	- mts.				
	Colocación		m1	--	--	--
	filtro		m3	--	--	--
	bolones		m3	--	--	--
II.7.5	Tubería Ø 300	- mts.				
	Colocación		m1	--	--	--
	filtro		m3	--	--	--
	bolones		m3	--	--	--
II.7.6	Tubería Ø 250	220 mts.				
	Colocación		m1	220,0	259	64.750,00
	filtro		m3	6,6	1.189	7.847,40
	bolones		m3	50,6	79	3.997,40
II.7.7	Tubería Ø 150	- mts.				
	Colocación		m1	--	--	--
	filtro		m3	--	--	--
	bolones		m3	--	--	--
II.7.8	Cámaras					
	Colectores T.E.		Nº	--	--	--
	T.N.		Nº	3	7.606	22.818,00
	Laterales R.		Nº	--	--	--
	TOTAL SECTOR					\$ 117.705,60

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI D/A	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.8.	Sector 17				
II.8.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 2.000 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.490 mts.				
	T O T A L 3.490 mts.	m3	4.746,4	60	284.784,00
II.8.2	Rellenos 3.490 mts.	m3	6.002,8	12	72.033,60
II.8.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.8.4	Tubería Ø 350 2.000 mts.				
	Colocación	m1	2.000,0	424	848.000,00
	filtro	m3	80,0	1.189	95.120,00
	bolones	m3	300,0	79	23.700,00
II.8.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.8.6	Tubería Ø 250 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.8.7	Tubería Ø 150 1.490 mts.				
	Colocación	m1	1.490,0	146	217.540,00
	filtro	m3	29,8	1.189	35.432,20
	bolones	m3	432,1	79	34.135,90
II.8.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	19	7.606	144.514,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	15	7.606	114.090,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.869.349,70

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.9.	Sector 18				
II.9.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 810 mts.				
	T.N. 170 mts.				
	Laterales R. 790 mts.				
	T O T A L 1.770 mts.	m3	2.407,2	60	144.432,00
II.9.2	Rellenos	m3	3.044,4	12	36.532,80
II.9.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.9.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.9.5	Tubería Ø 300 810 mts.				
	Colocación	m1	810,0	318	257.580,00
	filtro	m3	32,4	1.189	38.523,60
	bolones	m3	162,0	79	12.798,00
II.9.6	Tubería Ø 250 170 mts.				
	Colocación	m1	170,0	259	44.030,00
	filtro	m3	5,1	1.189	6.063,90
	bolones	m3	39,1	79	3.088,90
II.9.7	Tubería Ø 150 790 mts.				
	Colocación	m1	790,0	146	115.340,00
	filtro	m3	15,8	1.189	18.786,20
	bolones	m3	229,1	79	18.098,90
II.9.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	T.N.	Nº	2		15.212,00
	Laterales R.	Nº	7		53.242,00
	TOTAL SECTOR				\$ 824.576,30

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNI DAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.10.	Sector 19				
II.10.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 720 mts.				
	T.N. 160 mts.				
	Laterales R. 750 mts.				
	T O T A L 1.630 mts.	m3	2.216,8	60	133.008,00
II.10.2	Rellenos 1.630 mts.	m3	2.803,6	12	33.643,20
II.10.3	Tubería Ø 400 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.10.4	Tubería Ø 350 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.10.5	Tubería Ø 300 720 mts.	m1	720,0	318	228.960,00
	Colocación	m3	28,8	1.189	34.243,20
	filtro	m3	144,0	79	11.376,00
	bolones	m3			
II.10.6	Tubería Ø 250 160 mts.	m1	160,0	259	41.440,00
	Colocación	m3	4,8	1.189	5.707,20
	filtro	m3	36,8	79	2.907,20
	bolones	m3			
II.10.7	Tubería Ø 150 750 mts.	m1	750,0	146	109.500,00
	Colocación	m3	15,0	1.189	17.835,00
	filtro	m3	217,5	79	17.182,50
	bolones	m3			
II.10.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	7	7.606	53.242,00
	T.N.	Nº	2	--	15.212,00
	Laterales R.	Nº	7	--	53.242,00
	TOTAL SECTOR				\$ 757.498,30

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.11.	Sector 20				
II.11.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 2.190 mts.				
	T.N. 190 mts.				
	Laterales R. 700 mts.				
	<u>T O T A L</u> 3.080 mts.	m3	4.188,8	60	251.328,00
II.11.2	Rellenos 3.080 mts.	m3	5.297,6	12	63.571,20
II.11.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.11.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.11.5	Tubería Ø 300 2.190 mts.				
	Colocación	m1	2.190,0	318	696.420,00
	filtro	m3	87,6	1.189	104.156,40
	bolones	m3	438,0	79	34.602,00
II.11.6	Tubería Ø 250 190 mts.				
	Colocación	m1	190,0	259	49.210,00
	filtro	m3	5,7	1.189	6.777,30
	bolones	m3	43,7	79	3.452,30
II.11.7	Tubería Ø 150 700 mts.				
	Colocación	m1	700,0	146	102.200,00
	filtro	m3	14,0	1.189	16.646,00
	bolones	m3	203,0	79	16.037,00
II.11.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	22	7.606	167.332,00
	T.N.	Nº	2		15.212,00
	Laterales R.	Nº	7		53.242,00
	<u>TOTAL SECTOR</u>			\$	1.580.186,20

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.12.	<u>AREA ORIENTE</u>				
I.12.1	Sector 21				
I.12.2	Excavaciones				
	Colectores T.E. 970 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 520 mts.				
	T O T A L 1.490 mts.	m3	2.026,4	60	121.584,00
I.12.3	Tubería Ø 400 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.12.4	Tubería Ø 350 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
I.12.5	Tubería Ø 300 300 mts.	m1	300,0	318	95.400,00
	Colocación	m3	12,0	1.189	14.268,00
	filtro	m3	60,0	79	4.740,00
	bolones	m3			
I.12.6	Tubería Ø 250 670 mts.	m1	670,0	259	173.530,00
	Colocación	m3	20,1	1.189	23.898,90
	filtro	m3	154,1	79	12.173,90
	bolones	m3			
I.12.7	Tubería Ø 150 520 mts.	m1	520,0	146	75.920,00
	Colocación	m3	10,4	1.189	12.365,60
	filtro	m3	150,8	79	11.913,20
	bolones	m3			
I.12.8	Cámaras	Nº			
	Colectores T.E. 10	Nº	10	7.606	76.060,00
	T.N. --	Nº	--	--	--
	Laterales R. 4	Nº	4	7.606	30.424,00
	TOTAL SECTOR				\$ 668.763,20

Obra: Drenaje' LLuta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.13.	Sector 22				
II.13.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 2.290 mts.				
	T.N. 1.420 mts.				
	Laterales R. 2.150 mts.				
	T O T A L 5.860 mts.	m3	7.969,6	60	478.176,00
II.13.2	Rellenos 5.860 mts.	m3	10.079,2	12	120.950,40
II.13.3	Tubería Ø 400 980 mts.				
	Colocación	m1	980,0	458	448.840,00
	filtro	m3	68,6	1.189	81.565,40
	bolones	m3	49,0	79	3.871,00
II.13.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.13.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.13.6	Tubería Ø 250 2.730 mts.				
	Colocación	m1	2.730,0	259	707.070,00
	filtro	m3	81,9	1.189	97.379,10
	bolones	m3	627,9	79	49.604,10
II.13.7	Tubería Ø 150 2.150 mts.				
	Colocación	m1	2.150,0	146	313.900,00
	filtro	m3	43,0	1.189	51.127,00
	bolones	m3	623,5	79	49.256,50
II.13.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	22	7.606	167.332,00
	T.N.	Nº	15	7.606	114.090,00
	Laterales R.	Nº	21	7.606	159.726,00
	TOTAL SECTOR			\$	2.842.887,50

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.14.	Sector 23				
II.14.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 2.600 mts.				
	T.N. 250 mts.				
	Laterales R. 2.900 mts.				
	T O T A L 5.750 mts.	m3	7.280,0	60	469.200,00
II.14.2	Rellenos 5.750 mts.	m3	9.890,0	12	118.680,00
II.14.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.14.4	Tubería Ø 350 1.120 mts.				
	Colocación	m1	1.120,0	424	474.880,00
	filtro	m3	44,8	1.189	53.267,20
	bolones	m3	168,0	79	13.272,00
II.14.5	Tubería Ø 300 350 mts.				
	Colocación	m1	350,0	318	111.300,00
	filtro	m3	14,0	1.189	16.646,00
	bolones	m3	70,0	79	5.530,00
II.14.6	Tubería Ø 250 1.380 mts.				
	Colocación	m1	1.380,0	259	357.420,00
	filtro	m3	41,4	1.189	49.224,60
	bolones	m3	317,4	79	25.074,60
II.14.7	Tubería Ø 150 2.900 mts.				
	Colocación	m1	2.900,0	146	423.400,00
	filtro	m3	58,0	1.189	68.962,00
	bolones	m3	841,0	79	66.439,00
II.14.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	24	7.606	182.544,00
	T.N.	Nº	4	7.606	30.424,00
	Laterales R.	Nº	29	7.606	220.574,00
	TOTAL SECTOR			\$	2.686.837,40

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.15.	Sector 24				
II.15.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 290 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.140 mts.				
	T O T A L 1.430 mts.	m3	1.944,8	60	116.688,00
II.15.2	Rellenos	m3	2.459,6	12	29.515,20
II.15.3	Tuberías Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.15.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.15.5	Tubería Ø 300 mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.15.6	Tubería Ø 250 290 mts.				
	Colocación	m1	290,0	259	75.110,00
	filtro	m3	8,7	1.189	10.344,30
	bolones	m3	66,7	79	5.269,30
II.15.7	Tubería Ø 150 1.140 mts.				
	Colocación	m1	1.140,0	146	166.440,00
	filtro	m3	22,8	1.189	27.109,20
	bolones	m3	330,6	79	26.117,40
II.15.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	4	7.606	30.424,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	12	7.606	91.272,00
	TOTAL SECTOR				\$ 578.289,40

Obra: Drenaje

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.16.	Sector 25				
II.16.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 260 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 690 mts.				
	T O T A L 950 mts.	m3	1.292,0	60	77.520,00
II.16.2	Rellenos 950 mts.	m3	1.634,0	12	19.608,00
II.16.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.16.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.16.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.16.6	Tubería Ø 250 260 mts.				
	Colocación	m1	260,0	259	67.340,00
	filtro	m3	7,8	1.189	9.274,20
	bolones	m3	59,8	79	4.724,20
II.16.7	Tubería Ø 150 690 mts.				
	Colocación	m1	690,0	146	100.740,00
	filtro	m3	13,8	1.189	16.408,20
	bolones	m3	200,1	79	15.807,90
II.16.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	3	7.606	22.818,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	7	7.606	53.242,00
	TOTAL SECTOR				\$ 387.482,50

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.17.	Sector 26				
II.17.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 670 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.520 mts.				
	T O T A L 2.190 mts.	m3	2.978,4	60	178.704,00
II.17.2	Rellenos 2.190 mts.	m3	3.766,8	12	45.201,60
II.17.3	Tubería Ø 400 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones				
II.17.4	Tubería Ø 350 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación	m3	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones				
II.17.5	Tubería Ø 300 380 mts.	m1	380,0	318	120.840,00
	Colocación	m3	15,2	1.189	18.072,80
	filtro	m3	76,0	79	6.004,00
	bolones				
II.17.6	Tubería Ø 250 640 mts.	m1	640,0	259	165.760,00
	Colocación	m3	19,2	1.189	22.828,80
	filtro	m3	147,2	79	11.628,80
	bolones				
II.17.7	Tubería Ø 150 1.170 mts.	m1	1.170,0	146	170.820,00
	Colocación	m3	23,4	1.189	27.822,60
	filtro	m3	339,3	79	26.804,70
	bolones				
II.17.8	Cámaras	Nº	9	7.606	68.454,00
	Colectores T.E.	Nº	--	--	--
	T.N.	Nº	14	7.606	106.484,00
	Laterales R.				
	TOTAL SECTOR				\$ 969.425,30

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.18.	Sector 27				
II.18,1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 410 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. - mts.				
	<u>T O T A L</u> 410 mts.	m3	557,6	60	33.456,00
II.18.2	Rellenos 410 mts.	m3	705,2	12	8.462,40
II.18.3	Tubería Ø 400 410 mts.				
	Colocación	m1	410,0	458	187.780,00
	filtro	m3	28,7	1.189	34.124,30
	bolones	m3	20,5	79	1.619,50
II.18.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.18.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.18.6	Tubería Ø 250 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.18.7	Tubería Ø 150 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.18.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	5	7.606	38.030,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	--	--	--
	TOTAL SECTOR				\$ 303.472,20

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.19.	Sector 28				
II.19.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 660 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.230 mts.				
	T O T A L 1.890 mts.	m3	2.570,4	60	154.224,00
II.19.2	Rellenos 1.890 mts.	m3	3.250,8	12	39.009,60
II.19.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.19.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.19.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.19.6	Tubería Ø 250 660 mts.				
	Colocación	m1	660,0	259	170.940,00
	filtro	m3	19,8	1.189	23.542,20
	bolones	m3	151,8	79	11.992,20
II.19.7	Tubería Ø 150 1.230 mts.				
	Colocación	m1	1.230,0	146	179.580,00
	filtro	m3	24,6	1.189	29.249,40
	bolones	m3	356,7	79	28.179,30
II.19.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	12	7.606	91.272,00
	TOTAL SECTOR				\$ 788.836,70

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.20.	Sector 29				
II.20.1	Excavaciones				
	Colectores T.F. 720 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 760 mts.				
	T O T A L 1.480 mts.	m3	2.012,8	60	120.768,00
II.20.2	Rellenos 1.480 mts.	m3	2.545,6	12	30.547,20
II.20.3	Tubería Ø 400 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.20.4	Tubería Ø 350 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.20.5	Tubería Ø 300 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.20.6	Tubería Ø 250 720 mts.	m1	720,0	259	186.480,00
	Colocación filtro	m3	21,6	1.189	25.682,40
	bolones	m3	165,6	79	13.082,40
II.20.7	Tubería Ø 150 760 mts.	m1	760,0	146	110.960,00
	Colocación filtro	m3	15,2	1.189	18.072,80
	bolones	m3	220,4	79	17.411,60
II.20.8	Cámaras	Nº	7	7.606	53.242,00
	Colectores T.E.	Nº	--	--	--
	T.N.	Nº	7	7.606	53.242,00
	Laterales R.	Nº	7	7.606	53.242,00
	TOTAL SECTOR				\$ 629.488,40

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.21.	Sector 30				
II.21.1	Excavaciones				
	Colectores T.F. 1.300 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 1.000 mts.				
	T O T A L 2.300 mts.	m3	3.128,0	60	187.680,00
II.21.2	Rellenos 2.300 mts.	m3	3.956,0	12	47.472,00
II.21.3	Tubería Ø 400 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.21.4	Tubería Ø 350 560 mts.	m1	560,0	424	237.440,00
	Colocación filtro	m3	22,4	1.189	26.633,60
	bolones	m3	84,0	79	6.636,00
II.21.5	Tubería Ø 300 - mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.21.6	Tubería Ø 250 740 mts.	m1	--	--	--
	Colocación filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.21.7	Tubería Ø 150 1.000 mts.	m1	1.000,0	146	146.000,00
	Colocación filtro	m3	20,0	1.189	23.780,00
	bolones	m3	190,0	79	22.910,00
II.21.8	Cámaras				
	Colectores T.E. N° 17	N°	17	7.606	129.302,00
	T.N. N° --	N°	--	--	--
	Laterales R. N° 9	N°	9	7.606	68.454,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.127,809,20

Obra: Drenaje Lluta

ITEM	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
II.	<u>AREA ORIENTE</u>				
II.22.	Sector 31				
II.22.1	Excavaciones				
	Colectores T.E. 350 mts.				
	T.N. - mts.				
	Laterales R. 2.250 mts.				
	T O T A L 2.600 mts.	m3	3.536,0	60	212.160,00
II.22.2	Rellenos 2.600 mts.	m3	4.472,0	12	53.664,00
II.22.3	Tubería Ø 400 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.22.4	Tubería Ø 350 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.22.5	Tubería Ø 300 - mts.				
	Colocación	m1	--	--	--
	filtro	m3	--	--	--
	bolones	m3	--	--	--
II.22.6	Tubería Ø 250 350 mts.				
	Colocación	m1	350,0	259	90.650,00
	filtro	m3	10,5	1.189	12.484,50
	bolones	m3	80,5	79	6.359,50
II.22.7	Tubería Ø 150 2.250 mts.				
	Colocación	m1	2.250,0	146	328.500,00
	filtro	m3	45,0	1.189	53.505,00
	bolones	m3	652,5	79	51.547,50
II.22.8	Cámaras				
	Colectores T.E.	Nº	8	7.606	60.848,00
	T.N.	Nº	--	--	--
	Laterales R.	Nº	22	7.606	167.332,00
	TOTAL SECTOR			\$	1.037.051,30

7.5. Costo Total Proyecto

Sector	Costo Sector	Costo Area
1	359.705,60	
2	1.604.485,00	
3	875.378,20	
4	1.429.050,30	
5	702.333,80	
6	1.384.527,30	
7	81.624,80	
8	—	
9	850.771,50	
TOTAL AREA PONIENTE		\$ 7.287.876,50
10	1.280.132,10	
11	2.358.262,70	
12	305.241,10	
13	2.408.155,00	
14	1.822.490,80	
15	811.774,10	
16	117.705,60	
17	1.869.349,70	
18	824.576,30	
19	757.498,30	
20	1.580.186,20	
21	668.763,20	
22	2.842.887,50	
23	2.686.837,40	
24	578.289,40	
25	387.482,50	
26	969.425,30	
27	303.472,20	
28	788.836,70	
29	629.488,40	
30	1.127.809,20	
31	1.037.051,30	
TOTAL AREA ORIENTE		\$ 26.155.715,00

Costo Total Proyecto \$ 33.443.591,50

Superficie drenada 1.005,60 has.

Costo total Proyecto por ha. drenada \$ 33.257,35.-

Base mes Enero de 1980.-

8. Factibilidad económica de Anteproyecto de Drenaje y lavado de suelos

8.1. Antecedentes

El sector bajo del Valle del río Lluta es un área afectada por nivel freático alto, lo que unido a la mala calidad de las aguas, limita seriamente las posibilidades agrícolas de esta estratégica zona de Chile, puerta de entrada al país por el Norte.

Parte importante de este sector perteneció en la década del 60 a la Colonia Julio Fuenzalida, creada por el proceso de reforma agraria que ejecutó la ex Caja de Colonización Agraria, predecesora de la hoy también desaparecida Corporación de la Reforma Agraria. En la actualidad, dichos terrenos se encuentran en manos de asignatarios individuales.

La Caja de Colonización, tuvo serias dificultades para constituir en su oportunidad la Colonia reformada, debido a la condición de mal drenaje imperante, situación que fue solucionada gracias a la acción conjunta de la Caja de Colonización y la Junta de Adelanto de Arica (creada en 1958), aportando la primera los técnicos y la segunda los medios económicos para la ejecución de una red de drenes entubados, con lo cual se drenaron los pantanos existentes y permitió el descenso del nivel freático, incorporando en estas condiciones dichos suelos a la producción agrícola.

Esta red benefició directamente un área de 1.005 ha., y su ejecución se desarrolló entre los años 1962 y 1964. Desafortunadamente, el buen funcionamiento del sistema fue efímero, constatándose los primeros problemas al cabo del tercer a cuarto año de estar en funciones.

En la actualidad el deterioro del sistema es evidente, en contrándose el 66,4% de la red fuera de servicio, el 19,7% tiene un funcionamiento regular y solo el 13,9% restante presenta un funcionamiento de regular a bueno. Tales condiciones hacen preveer, en un mediano plazo, un agravamiento insostenible de la ya precaria situación existente.

El deterioro de la red se explica por la falta de adecuada mantención, la cual nunca pudo efectuarse, por carecer de una organización de los usuarios responsable de ella y por defectos en la concepción del sistema, ya que la red no fue dotada de cámaras adecuadas que permitieran el acceso a la red, generándose así taponamientos imposibles de solucionar sin tener que descubrir el sector afectado. Otro factor importante, es la presencia de tubos rotos o totalmente desgradados producto de la agresividad del medio (exuberante desarrollo de malezas con raigambre profunda) y el alto contenido de sulfatos que poseen las aguas.

El acucioso estudio del estado de la red actual, generó inicialmente tres alternativas de solución al problema.

- a) Limpieza del sistema actual
- b) Limpieza de laterales y reemplazo de la tubería de los colectores, con construcción de cámaras de limpieza en esta red
- c) Reemplazo de la tubería de los colectores, con construcción de cámaras de inspección, modificando en sectores su trazado actual, evitando el elevado número de evacuaciones al río. Reemplazo de la tubería de los laterales, uno por medio.

Las primeras dos alternativas fueron desestimadas por el alto riesgo de fracaso que presentaban, aún cuando presentaban un

costo de ejecución relativamente más bajo. Luego en el presente estudio sólo se analizará la factibilidad económica de la alternativa "c".

8.2. Conclusiones y Recomendaciones

El estudio de la factibilidad económica del anteproyecto de drenaje, arroja como primera conclusión, que la ejecución de un proyecto de esta envergadura, realizado en forma aislada, no es rentable, o sea que los beneficios directos por él generado, no son suficientes para recuperar la inversión en él realizada.

Sin embargo, cualquier proyecto que se desee ejecutar en el sector, necesita primero que dicha red de drenes haya sido construída, ya que los suelos en las actuales condiciones no permiten introducir nuevos cultivos y en los actuales sus rendimientos son bajísimos.

Cultivos tecnificados de maíz realizados por la Universidad del Norte, a nivel experimental, y de un productor particular (Parcela 24) han obtenido rendimientos de 35.000 unidades de choclos por ha., en suelos sin problema de drenaje.

Si se extrapola esta experiencia y se analiza económicamente el proyecto, pero con los rendimientos obtenidos con tecnificación, se logra un VAN = + 190.239.555 para 20 años, valor que permite afirmar que es posible financiar el proyecto de drenaje y un proyecto de asistencia técnica que asegure la obtención de los rendimientos referidos.

Luego no es recomendable pensar en la ejecución del drenaje y lavado de suelos, como un proyecto aislado. Los problemas del Valle son tantos y de tan variadas causas, que se debe realizar un proyecto integral, que abarque todos los aspectos referidos al suelo, agua y planta.

8.3. Descripción del proyecto

Los terrenos en estudio, poseen una red de drenaje entubados, cuyo funcionamiento en la actualidad es deficiente, (prácticamente nulo).

Analizados los antecedentes recopilados en la inspección realizada en terreno, se concluyó que los principales problemas de la red son los siguientes:

- a) Taponamiento de la red por efecto de la acción de masas radiculares, que al introducirse en los tubos, disminuye primero su sección, permitiendo la decantación de sólidos en suspensión, los que son retenidos por las raíces configurando así verdaderos tapones impermeables que abarcan toda la sección del tubo.
- b) Degradación de los tubos del drenaje, por efecto de las sales disueltas en las aguas (alto contenido de sulfatos), lo cual limita su resistencia y posibilita su destrucción.
- c) Imposibilidad de efectuar una mantención de la red, ya que la actual red no dispone de cámaras adecuadas que permitan el acceso a ella para la extracción de los tapones antes descritos o los sólidos que por otros efectos se hallan depositados, las cámaras actuales sólo permiten una inspección visual.

- d) Taponamiento de las descargas de los colectores al lecho del río por efecto de las crecidas y la inexistencia de elementos de seguridad que impidan el acceso del material que estas crecidas acarrearán dentro de la red.

En estas condiciones, se plantea como única alternativa viable, el recambio del 100% de la red de colectores, modificando en algunos sectores su trazado, dotando a esta red de cámaras de inspección cada 100 mts. y cámaras de seguridad en su descarga al río.

En cuanto a los laterales, se plantea su recambio dren por medio (de los existentes) y dotar a esta red del número de cámaras necesarias para efectuar su limpieza.

Junto a ello, se plantea la necesidad de crear una organización de los usuarios, de modo que dicho organismo se responsabilice de la ejecución de la mantención de la red, planteada en a lo menos una limpieza al año de todos los ductos y un recambio de tubos estimado en un 0.5% anual. Ello garantiza una vida útil del sistema de 15 años como mínimo.

8.4. Tamaño del Proyecto

El sector de la ex Colonia Julio Fuenzalida, delimita una superficie física de 1.844,6 ha., de las cuales, según el estudio de suelos realizado para el proyecto, 1.705,3 ha. son aptas para cultivos. El área de mal drenaje (imperfecto, pobre o muy pobre) abarca una superficie de 1.030,1 ha. o sea el 60,4% de la superficie apta para cultivo, el resto, 675,2 ha. presenta drenaje moderado a excesivo

Esta situación justifica la actual red de drenaje que sirve a un área de 1.005,6 ha., superficie que será servida por la nueva red, que conserva prácticamente el trazado actual, sólo presenta ligeras modificaciones en la red de colectores.

8.5. Superficies en producción

8.5.1. Superficie actual

Conforme a la encuesta realizada por la D.G.A. sede Arica, en el sector de la ex Colonia se cultivaron 626,5 ha., de las cuales 535,8 ha. corresponden a siembras de maíz y 90,7 ha. a cultivos de alfalfa, cifras corroboradas por el estudio actual (ver plano vegetacional).

De esta superficie bajo cultivo 425,8 ha. corresponden a suelos influenciados directamente por el drenaje actual, o sea un 68% de los cultivos de la ex Colonia se desarrollan en suelos drenados.

8.5.2. Superficie de Proyecto

Si bien es cierto, el proyecto de drenaje se realizará sobre una superficie de 1.005,6 ha., la explotación de dicha superficie está limitada por las disponibilidades de recursos hídricos del sector. El análisis de estos recursos (Tomo I, Cap. 3) arrojó como conclusión que en el sector de la ex Colonia es posible regar 700 ha. con seguridad hidrológica tipo 85% y 850 ha. con seguridad tipo 50%, en un régimen de óptima distribución del período de siembra.

Luego en el área directamente influenciada por la red de drenaje, corresponderá proporcionalmente una superficie de riego de 476 ha. con seguridad tipo 85% y 578 ha. con seguridad tipo 50%.

Para el estudio de factibilidad económica del proyecto, se considerará una inversión sobre 1.005,6 ha. (recambio de la red) y una superficie en producción de 476 ha.

8.6. Hipótesis de trabajo

- i) La actual red de drenaje tiene severos problemas de funcionamiento. De no efectuarse un mejoramiento de dicha red, los sue los beneficiados directa o indirectamente por el sistema de drenaje, se irán deteriorando paulatinamente debido principalmente al ascenso de los niveles freáticos.

Este ascenso implica un aumento de la salinidad de los sue los generado por el depósito de las sales que estas aguas contienen, contribuyendo a ello las aguas de riego.

Determinar un porcentaje de deterioro es aventurado con los antecedentes existentes, sin embargo, para los efectos del presente estudio, se estimó como cifra conservadora que 60 ha. actualmente productivas quedarían marginadas en un período de 20 años.

Distribución año a año de superficie marginada

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sup. Acumulada (ha)	-	1	2	2	2	3	4	5	6	7	9	11	13	16	20	25	31	39	48	60

- ii) La ejecución del mejoramiento de la red de drenaje, la habilitación y lavado de suelos, implicará una disminución del tenor salino y mantendrá los niveles freáticos bajo la zona radicular de los cultivos. Estas consecuencias influirán mejorando los rendimientos, cuyo aumento se estima en un 30%, cifra conservadora comparándola con resultados obtenidos en otras zonas del país, pero estimada adecuada para el sector, dada la interrelación de otros factores que tienen influencia en la producción.

- iii) Los costos de producción consideran el actual nivel tecnológico de la zona, cualquier introducción de nueva tecnología, se considera producto de un programa de asistencia técnica no evaluado en el presente estudio.

- iv) Los canales de comercialización actuales, la infraestructura del sector y la demanda de los mercados de consumo tradicionales (Arica - Santiago) son capaces de absorber el aumento de producción generado por el proyecto, ya que éste sólo representa un 13,7% de la oferta total actual del Valle.

8.7. Costos (Moneda base Enero de 1980)

8.7.1. Costos de Inversión

8.7.1.1. Costo total de construcción proyecto de drenaje

Considera: el reemplazo de 72.690 m.l. de tubería, la construcción de 741 cámaras de inspección y limpieza sobre una superficie total drenada de 1.005,6 ha.

\$ 33.443.591,50.-

8.7.1.2. Costo de habilitación y lavado en superficies nuevas (por ha)

Considera: destrucción de la vegetación natural, limpieza, amontonamiento y nivelación, aradura y rastraje, aplicación e incorporación de mejoradores químicos, apretilados y riego de lavados, destrucción de pretilas, aradura y rastraje.

\$ 25.435,00.-

8.7.1.3. Costo de habilitación y lavado en superficies actualmente en cultivo (por ha)

Considera: aplicación e incorporación de mejoradores químicos, apretilados y riegos de lavados, destrucción de pretilas, aradura y rastraje.

\$ 17.725,00.-

8.7.1.4. Costo de Proyecto

Ejecución del proyecto de drenaje y supervisión de su construcción, estimados en un 5% del costo de construcción del proyecto de drenaje.

\$ 1.672.179,00.-

8.7.1.5. Imprevistos

Dado el nivel de anteproyecto y que las cubica
ciones fueron realizadas en base a datos de .
aproximación aceptable, se considerará un item
imprevistos de un 10% sobre todos los costos
del proyecto.

8.7.2. Costos de Producción

8.7.2.1. Maíz; costo por ha

Considera: 46,25 jornadas hombre; 2,25 jornadas
tractor 25 Kg/ha. de semilla, aplicaciones de
urea, superfosfatos y pesticidas \$ 31.764,00.-

8.7.2.2. Alfalfa (heno) costo por ha.

Considera: establecimiento prorrateado en 4 años
y la alfalfa en producción de heno, semilla a ra
zón de 50 Kg/ha. y aplicaciones de fertilizantes
y pesticidas. \$ 39.400,00.-

8.7.2.3. Costo de Mantenición y Conservación por ha/año

Considera: limpieza de la red y conservación de
la misma (reemplazo de 0.5% del total de la tu-
bería de la red al año). \$ 2.349,00.-

8.8. Cálculo de Beneficios (Moneda base Enero 1980)

Los beneficios que produce la explotación agrícola, están directamente relacionados con los rendimientos obtenidos en los diferentes cultivos. En capítulos anteriores se ha mencionado que en la actualidad, en el Valle del río Lluta, los cultivos predominantes son el maíz y la alfalfa. El tomate se está reimplantando en el Valle de Azapa. En el Valle de Lluta este cultivo es escaso y se encuentra hoy sólo a nivel de cercos familiares.

Los rendimientos actuales en el Valle son:

Maíz : 10.000 unidades por ha. cosechado en verda (choclo)
Alfalfa: 10.000 Kgr. heno por ha año (se consideran entre 4 y 6 cortes año).

Precios de comercialización

Conforme a los datos obtenidos en la zona, en la temporada 1979-1980, se comercializó la unidad de choclo por mayor a \$ 5 sin I.V.A., y se estimó un valor promedio de \$ 4 el Kgr. de heno sin I.V.A.

8.8.1. Beneficio por ha., en superficie actualmente cultivada y mejorada por el drenaje

Cultivo	Rendimiento Actual	Rendimiento Proyecto	Diferencia Rendimiento	Precio por unidad	Beneficio por ha.
Maíz	10.000	13.000	3.000	\$ 5.0	\$ 15.000
Alfalfa	10.000	13.000	3.000	\$ 4.0	\$ 12.000

Cabe hacer presente, que en la actual temporada (Junio-Julio de 1980), los cultivos realizados en la Parcela N° 24 se han obtenido un rendimiento de 30.000 a 35.000 unidades de maíz (choclo) por ha, y que su comercialización realizada en forma directa, ha sido colocada en Santiago (Supermercados Almac) a \$ 15 la unidad. El transporte lo efectúan con camiones propios. (Antecedentes proporcionados por el Ing. Agrónomo Sr. José Longueira.) Estos rendimientos se han obtenido mediante aplicación de tecnología nueva en el Valle y sus terrenos no tienen problemas de drenaje.

8.8.2. Beneficio sobre superficie nueva incorporada

Cultivo	Rendimiento Proyecto	Precio por unidad	Ingreso por ha.	Costo por ha.	Beneficio por ha.
Maíz	13.000	\$ 5,00	\$ 65.000	\$ 31.764	\$ 33.236
Alfalfa	13.000	\$ 4,00	\$ 52.000	\$ 39.400	\$ 12.600

8.9. Programa de Inversiones

Conforme a lo planteado en los capítulos precedentes, el proyecto de mejoramiento de drenaje deberá realizarse por etapas. La primera etapa considera la ejecución de un área piloto (estimada en 10% del área total), el cual deberá ser ejecutado el año 1 y controlado su funcionamiento a modo experimental durante los dos años siguientes (2 y 3).

Las conclusiones de dicho control, implicará las modificaciones necesarias del proyecto definitivo, el cual se realizará sobre el 90% restante en dos etapas consecutivas.

El programa de habilitación, se realizará inmediatamente construído el drenaje y sólo sobre las superficies efectivamente en producción.

Programa de Inversiones (en porcentaje del total)

Año	Drenaje	Habilitación	Proyecto (*)
1	10%	---	100%
2	---	10%	---
3	---	---	---
4	45%	---	---
5	45%	45%	---
6	---	45%	---

8.10. Programa de habilitación de superficies

Para determinar la superficies en producción año a año, se ha considerado:

- a) Que la superficie actual, en el transcurso de 20 años se verá disminuída en 60 has
- b) Que por disponibilidades de recursos hídricos, el sector influenciado por el drenaje, puede regar 476 ha. en un año tipo 85% de seguridad hidrológica.

(*) ESTUDIO TECNICO

Distribución de superficie proyecto bajo cultivo año a año

Año	Superficie Mejorada	Superficie Incorporada	Superficie Total
1	—	—	—
2	47	1	48
3	46	2	48
4	46	2	48
5	160	2	262
6	423	53	476
7	422	54	476
8	421	55	476
9	420	56	476
10	419	57	476
11	417	59	476
12	415	61	476
13	413	63	476
14	410	66	476
15	406	70	476
16	401	75	476
17	395	81	476
18	387	89	476
19	378	98	476
20	366	110	476

8.11. Evaluación

La evaluación económica del proyecto, se realizó en base a una tasa de descuento de un 16% para el año 1981 y de un 12% para los años 1982 y siguientes, en el Cuadro N° 1 se presenta en detalle el cálculo del valor actual neto, la primera columna detalla los años considerados, la segunda contiene la superficie considerada en producción y que será mejorada por el proyecto, la tercera columna contiene la superficie incorporada a la producción por el proyecto, la cuarta y quinta columna contiene los ingresos del proyecto, ya deducidos los costos de producción generados por las superficies anteriormente enumeradas.

CUADRO Nº 1 - EVALUACION ECONOMICA

Año	Sup. Act. mejorada	Sup. incorporada	Ingresos	Parciales	Ingreso total	Costos Parciales		Mantenición	Costo total	Costo +10% Imp.	Flujo 10% Imp.	V.A.N.
						Drenaje	Habilitación					
1	-	-	-	-	-	5.016.538	-	-	5.016.538	5.518.191	- 5.267.364	- 5.518.191,00
2	47	1	676.800	29.109	705.909	-	850.800	236.215	1.087.015	1.195.716	- 489.807	- 5.940.438,41
3	46	2	662.400	58.218	720.618	-	-	236.215	236.215	259.836	+ 460.782	- 5.585.772,47
4	46	2	662.400	58.218	720.618	15.049.616	-	236.215	15.285.831	16.814.414	- 16.093.796	- 16.646.040,48
5	260	2	3.744.000	58.218	3.802.218	15.049.616	3.800.860	1.299.184	20.149.660	22.164.626	- 18.362.408	- 27.913.395,22
6	423	53	6.091.200	1.542.766	7.633.966	-	4.186.360	2.362.154	6.548.514	7.203.365	+ 430.601	- 27.677.488,26
7	422	54	6.076.800	1.571.875	7.648.675	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.050.306	- 25.207.055,34
8	421	55	6.062.400	1.600.984	7.663.384	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.065.015	- 22.994.871,99
9	420	56	6.048.000	1.630.092	7.678.092	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.079.723	- 21.014.009,80
10	419	57	6.033.600	1.659.202	7.692.802	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.094.433	- 19.240.243,91
11	417	59	6.004.800	1.717.419	7.722.219	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.123.850	- 17.647.403,20
12	415	61	5.976.000	1.775.637	7.751.637	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.153.268	- 16.217.052,36
13	413	63	5.947.200	1.833.854	7.781.054	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.182.685	- 14.932.651,73
14	410	66	5.904.000	1.921.181	7.825.181	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.226.812	- 13.776.098,28
15	406	70	5.846.400	2.037.616	7.884.016	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.285.647	- 12.731.854,84
16	401	75	5.774.400	2.183.160	7.957.560	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.359.191	- 11.786.521,19
17	395	81	5.668.000	2.357.813	8.025.813	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.427.444	- 10.931.711,31
18	387	89	5.572.800	2.590.683	8.163.483	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.565.114	- 10.149.138,04
19	378	98	5.443.200	2.852.662	8.295.862	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.697.493	- 9.433.785,94
20	366	110	5.270.400	3.201.968	8.472.368	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 5.873.999	- 8.775.295,40
21	352	124	5.068.800	3.609.491	8.678.291	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 6.079.922	- 8.166.743,34
22	334	142	4.809.600	4.133.449	8.943.049	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 6.344.680	- 7.599.732,60
23	312	164	4.492.800	4.773.843	9.266.643	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 6.668.274	- 7.067.654,09
24	274	202	3.945.600	5.879.978	9.825.578	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 7.227.209	- 6.552.763,59
25	250	226	3.600.000	6.578.589	10.178.589	-	-	2.362.154	2.362.154	2.598.369	+ 7.580.220	- 6.070.582,77

La sexta columna totaliza los ingresos anteriores, las columnas séptima, octava y novena contienen los costos parciales del proyecto, en la séptima columna, en el año 1 se consideró la suma de los gastos de inversión de la primera etapa del drenaje \$ 3.344.359 y del costo estimado del estudio del proyecto \$ 1.672.179, que totaliza \$ 5.016.538. En la décima columna se totalizan los costos de inversión, y en la undécima columna se presentan los costos de inversión aumentados en un 10%, considerando así los imprevistos.

La duodécima columna presenta la diferencia entre los ingresos y los costos totales de inversión año a año, lo que representa el flujo de los ingresos netos del proyecto, y la decimo tercera columna, el monto del Valor Neto Actualizado año a año.

El cuadro mencionado, se ha realizado para un período de 25 años, para visualizar la variación del VAN con respecto a la vida útil. La vida útil del proyecto se estableció en 15 años, los cuales se cumplen en el año 20 dado que sólo el año 5 el proyecto se encuentra totalmente terminado.

8.11.1. Valor Neto Actualizado

Conforme a los cálculos realizados en el Cuadro N° 1, el Valor Neto Actualizado del proyecto, al año 20 es negativo y de un monto igual a -8.775.295,40, o sea, los ingresos netos del proyecto pueden financiar sólo el 80% de las inversiones del proyecto.

8.11.2. Sensibilidad del proyecto con respecto a su vida útil

	TIR	B/C
El VAN del proyecto para 15 años es = -12.731.854,84	2,3%	0,71
El VAN del proyecto para 25 años es = - 6.070.582,77	9,5%	0,67

Luego con 5 años adicionales de operación sólo es posible amortizar el 30% del valor del VAN para 20 años.

8.11.3. Sensibilidad del proyecto con respecto a los gastos imprevistos

Se consideró variar los imprevistos de un 5% a un 15%, los valores obtenidos para el año 20 son los siguientes:

			TIR	B/C
-	Imprevistos 5%	VAN = -6.686.801,49	8,1%	0,85
-	Imprevistos 10%	VAN = -8.775.295,40	7,1%	0,81
-	Imprevistos 15%	VAN = -10.833.788,63	6,1%	0,77

8.11.4. Conclusiones

De los antecedentes expuestos, se deduce que el proyecto de drenaje, habilitación y lavado de suelos, considerado como un proyecto independiente, no es rentable. Sin embargo, en el desarrollo del presente estudio se ha hecho hincapié que los problemas del Valle no son sólo los problemas de drenaje, sino adicionales a este existe el problema de la salinidad de las aguas, escasez de recursos hídricos para satisfacer la demanda de todos sus suelos aptos para cultivos, bajo nivel tecnológico de producción etc.

En estas condiciones, se ha planteado reiteradamente, que la solución debe ser el resultado de un estudio integral del Valle.

A modo de ejemplo, se calculó el mismo proyecto pero con rendimiento de los cultivos que es posible obtener si se realizara una acción decidida en cuanto a tecnificación de ellos, mediante asistencia técnica u otros programas.

Para ello se consideraron los rendimientos obtenidos en el Valle tanto por la Universidad del Norte (a nivel experimental) como el productor de la Parcela N° 24 de la ex Colonia Julio Fuenzalida. Ellos han logrado rendimientos de 35.000 unidades de choco por ha. En estas condiciones la superficie mejorada produciría un ingreso de \$ 102.400 ha/año y la superficie incorporada generaría un ingreso de \$ 117.109 ha/año, ambos valores con los costos de producción ya deducidos.

Aplicando estos valores, conservando los costos de inversión y mantención, y adicionándole un 10% de imprevistos, el valor neto actualizado al año 1 (para 20 años) es de + \$ 190.239.555, o sea cualquier programa adicional que se contemple para el sector y que sea necesario ejecutar para obtener los rendimientos anteriormente señalado, deberá generar una inversión total menor que \$ 190.239.555 para que sea rentable.

8.12. Beneficios directos del proyecto

El proyecto de drenaje de la ex Colonia Julio Fuenzalida, beneficia directamente a 1.005,6 has., las cuales en la actualidad presentan serios problemas debido al deterioro de las condiciones de funcionamiento del sistema actual de drenaje, produciendo un paulatino ascenso del nivel freático, regenerándose en grandes sectores los antiguos pantanos que habían sido desecados.

Junto a ello, la salinidad de los suelos y de las aguas de riego inciden directa o indirectamente en la capacidad productiva de los vegetales, traduciéndose en pobres rendimientos de los cultivos.

La construcción del drenaje permitirá: mantener en producción los suelos actualmente cultivados, posibilitar la incorporación de otros ya marginados de la producción y detener definitivamente el avance de los pantanos, desecando los ya regenerados.

Esta acción, permitirá a los actuales agricultores permanecer en sus predios y prosperar, evitando de este modo el éxodo de ellos a otros lugares y por ende impidiendo un mayor abandono del Valle que en la actualidad ya es evidente.

8.13. Beneficios indirectos del proyecto

La ejecución del nuevo proyecto de drenaje del Valle del río Lluta, genera una serie de beneficios indirectos, que si bien no pueden ser evaluados dentro de su rentabilidad, no por eso dejan de tener una enorme importancia para la toma de decisiones en su ejecución.

Estos beneficios serían los siguientes:

- Además del aumento de los rendimientos de los cultivos como efecto directo del drenaje, considerado en los beneficios directos, se puede lograr un mayor incremento de estos rendimientos al posibilitar la aplicación de un programa de asistencia técnica, que generará un fuerte aumento de la productividad, que en las actuales condiciones es impracticable.
- Con la aplicación de un programa de asistencia técnica, podrán generarse otro tipo de programas complementarios, como inversiones en infraestructura agrícola, captar nuevos mercados nacionales e internacionales y prospección de nuevas fuentes de agua de agua para regadío.
- Como efecto de las obras de drenaje desaparecerán los pantanos, principal fuente generadora de plagas de insectos, especialmente jerjeles, que actualmente crean condiciones sanitarias deficientes en el valle y en la vecina ciudad de Arica. Consecuencia directa de este saneamiento, será lograr un ambiente adecuado para el desarrollo normal de las actividades agrícolas, actualmente muy deprimidas, incidiendo en el bajo rendimiento de ellas y evitar el posible retorno a las condiciones que permitieron el desarrollo del paludismo.
- El turismo. de acuerdo a los beneficios planteados en el punto anterior, podrá tener un mayor auge en cuanto al número de turistas y a una temporada más prolongada, que podría alcanzar a todo el transcurso del año.

- De cumplirse lo expresado en los puntos anteriores, se producirá una mayor plusvalía tanto en el sector agrícola, como en el urbano.
- Al crearse mejores condiciones de vida y generarse expectativas favorables para el desarrollo agrícola y actividades relacionadas con ella, posibilitará la generación de nuevas fuentes de trabajo, tanto en el sector rural como urbano.
- El Valle del río Lluta por su ubicación geográfica, presenta condiciones geopolíticas muy especiales, que de por sí el estado está obligado a fomentar todo proyecto o actividad que vaya en beneficio de un mayor desarrollo integral de la zona limítrofe.

INDERCO LTDA.

SANTIAGO, Julio de 1980.-

A N E X O I

Tubos de concreto para drenaje de calidad aceptable

Con el objeto de definir algunas de las propiedades físicas de los tubos de concreto para drenaje que permitan dominarlos "buena calidad", la American Society for Testing Materials entrega las especificaciones y normas que se indican a continuación, designadas bajo la serie ASTM C4 - 55.

Los principales requisitos se refieren a la resistencia mínima del tubo a la ruptura y a la máxima absorción del agua de porciones de tubos secados en estufa desde los 230 hasta los 280° F y luego hervidos durante 5 horas. Dos clases de tubos son designados normales y de calidad extra, de acuerdo con las propiedades físicas que aparecen en la table 1.

Tabla 1

Requisitos para las pruebas físicas de dos clases de tubos de concreto para drenes

DIAMETRO INTERIOR	<u>TUBO DREN NORMAL</u>		<u>TUBO DREN CALIDAD EXTRA</u>	
	MAXIMA RESISTENCIA PROMEDIO A LA RUPTURA POR DE ACUERDO AL METODO DE APOYO EN 3 ARISTAS O PUNTOS (Lb/PIE LINEAL)	MAXIMA ABSORCION PROMEDIO POR LA PRUEBA DE EBULLICION DE 5 HORAS (%)	MAXIMA RESISTENCIA PROMEDIO A LA RUPTURA POR DE ACUERDO AL METODO DE APOYO EN 3 ARISTAS O PUNTOS Lb/PIE LINEAL)	MAXIMA ABSORCION PROMEDIO POR LA PRUEBA DE EBULLICION DE 5 HORAS (%)
4	800	10	1100	8
5	800	10	1100	8
6	800	10	1100	8
8	800	10	1100	8
10	800	10	1100	8
12	800	10	1100	8
15	870	10	1100	8

18	930	10	1200	8
21	1000	10	1400	8
24	1130	10	1600	8
27	1230	10	1800	8
30	1330	10	2000	8
33	1430	10	2200	8
36	1530	10	2400	8
42	1730	10	2800	8

En la fabricación de tubos es posible ajustarse a las normas ASTM si se establecen y mantienen ciertos procedimientos de manufactura. Estos son:

- a) Agregados bien clasificados y suficiente cemento
- b) Un máximo de agua para la mezcla
- c) Adecuada vibración de los materiales
- d) Fraguado adecuado.

Por otra parte, se deben tomar medidas especiales para seleccionar un cemento adecuado, para producir tubos que puedan durar en suelos con contenidos altos de sulfatos. La máxima resistencia al sulfato se obtiene con cemento cuyo contenido de aluminato tri-cálcico no exceda el 5%, de modo tal que la relación hierro - alumina alcance valores cercanos a 1.

A N E X O II

Normas de calidad para tubos de arcilla

Los tubos de arcilla constituyen uno de los materiales de drenaje más utilizado en el mundo, aunque en los últimos años ha sufrido fuerte competencia de los materiales plásticos.

Existen numerosas normas de calidad dictadas en diferentes países en donde el uso de tubos de arcilla es común (Holanda, Bélgica, Finlandia, Alemania, Irlanda, Inglaterra, etc), las cuales difieren levemente. A continuación se entrega la norma vigente en Alemania, denominada Especificación Nacional DIN 1180.

Los principales puntos se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 1

Norma DIN 1180 para tubos de arcilla

DIAMETRO (mm)	TOLERANCIA DIAMETRO INTERNO (mm)		ESPESOR DE PARED (mm)	OBLICUIDAD DEL EXTREMO DEL TUBO PARA 2 CALIDADES (mm)		RESISTENCIA MINIMA A LA RUPTURA (Kg)	
				I	II	I	II
50	+3	-2	8 - 12	3	5	900	700
65	+3	-2	9 - 14	4	6	1050	850
80	+4	-2	10 - 16	4	6	1200	1000
100	+5	-3	11 - 18	5	7	1400	1200
130	+7	-4	12 - 21	6	7	1700	1450
160	+7	-4	14 - 23	8	8	2000	1700
200	+10	-6	16 - 26	9	9	2400	2000
250	+13	-8	19 - 30	11	11	2900	2400
300	+15	-9	22 - 34	13	13	3400	2800

Además, se especifica que los tubos deben tener apariencia suave, sonido de "timbre claro" al ser golpeado, libres de fisuras, extremos regulares, rectos (máxima curvatura de 4 o 5 mm. para la Clase I y II respectivamente), sección circular (diam. mínimo/diam. máximo no inferior a 0,88 para un tubo aislado y a 0,94 como promedio de una partida completa), resistente a la helada.

A N E X O III

Norma de calidad para drenes plásticos (P.V.C)

a.- Resistencia a la deformación

Una muestra de 200 mm. se coloca durante diez minutos entre dos platos planos, bajo una carga de 15 Kg. La temperatura debe ser de 20° C. Se permite una deflexión máxima de 20% del diámetro original.

b.- Resistencia al impacto

Se mantienen 20 muestras de 200 mm. a 0° C. durante un lapso igual a 10 minutos por cada milímetro de espesor de pared. Antes de diez segundos después de removido del frío, la muestra se coloca en un block con una escotadura en V de 120° y se golpea con un peso que se deja caer desde una altura, de acuerdo a la siguiente tabla.

Diámetro exterior	40	50	60	75	90	100	125
Peso (Kg)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
Altura de caída (m)	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

El peso tiene una base esférica de 25 mm. de diámetro. De veinte muestras, sólo una puede quebrarse. Se permiten fracturas y perforaciones. Si dos o tres tubos se quiebran, se realiza un segundo test sobre 40 muestras. Del total de 60 muestras, sólo se permite 3 quebradas.