

01414  
CA

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION	
Depto. Recursos Hídricos	
Ofna. Archivo	No. 4

PROVINCIA DE ANTOFAGASTA

ESTUDIO DE LOS RIOS SAN PEDRO Y MILAMA  
EN SAN PEDRO DE ATACAMA

-----

Fernando Alamos C.

-----

1958

C O P I A MEMO INTERNO N° 5318 /

L.C.

SANTIAGO, 7 JUNIO 1957

REF: Estudio de los ríos San Pedro  
y Vilama en San Pedro de Ata-  
cama. Provincia de Antofagasta

DE: Jefe Depto. de Agricultura  
A: Jefe Depto. de Obras Civiles

Señor Jefe:

El H. Consejo en sesión ordinaria N°668 de fecha 20 de Marzo de 1957, adoptó el Acuerdo N° 4502 por el cual se autorizó al Vicepresidente Ejecutivo para invertir hasta la suma de cinco millones de pesos \$5.000.000.-) en la realización de estudios en los ríos San Pedro y Vilama, de la Provincia de Antofagasta, destinados a determinar las causas de salización de sus aguas, el grado de filtración y evaporación, la posibilidad de realizar obras de unificación de los cauces y, en general, la adopción de medidas necesarias para obtener el mejoramiento de las aguas.-

Para su cumplimiento será necesario, que ese Departamento se sirva designar, si lo tiene a bien, a un Ingeniero Civil para que en conjunto con un Ingeniero Agrónomo de la Sección Cobre de este Departamento procedan a hacer los estudios en el terreno, los que a nuestro juicio deberán referirse principalmente a las siguientes cuestiones:

- a) Reconocimiento de los cauces de los ríos y de sus afluentes para determinar los puntos en que sus aguas entran en contacto con depósitos de sales de sus riberas o están secavando o en peligro de socavarlas.-
- b) Toma de muestras de aguas, en todos aquellos sectores en que se presuma cambios en el tenor de salinidad, especialmente de Boro.-
- c) Estudio de las posibilidades de encauzar los sectores en que los ríos corren dispersos.-
- d) Estudio del mejoramiento de las bocatomas de los canales para indicar a la Asociación de Canalistas en formación, las obras necesarias que serían de su incumbencia.-
- e) Estudio de las variaciones del gasto de los ríos y sus afluentes para detectar las zonas en que se producen pérdidas por infiltración y determinar las obras de mejoramiento necesarias para evitarlas.-

CCORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
C H I L E

- 2 -

f) Detalle y presupuesto de las obras necesarias.-

Le agradecemos de antemano que el Ingeniero que se designe se ponga en contacto, a la brevedad posible, con este Departamento.-

Saluda atentamente a Ud.,  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

Guillermo Jul R.  
Jefe.-

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

ECS/VHR.  
18/3/58

SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

A.S. N° 97.-

*carpeta*

D.O.C. N° 2758

SANTIAGO, 27 MAR 1958



MEMORANDUM

A : Gerencia General  
De: Jefe Departamento de Obras Civiles

Ref.: Salinización de las aguas  
de los ríos San Pedro y  
Vilama.-

Con fecha 20 de Marzo de 1957 el Honorable Consejo de la Corporación adoptó el Acuerdo N° 4502 autorizando al Vicepresidente Ejecutivo para invertir hasta la suma de \$ 5.000.000.- en el estudio de las causas de salinización de las aguas de los ríos San Pedro y Vilama, el grado de filtración y evaporación, la posibilidad de realizar obras de unificación de los cauces y adoptar todas las medidas necesarias para obtener el mejoramiento de las aguas de estos ríos.-

Para la realización de un aspecto parcial de este trabajo el Departamento de Agricultura solicitó la colaboración de nuestro Departamento, quien somisionó para este efecto al Ingeniero don Fernando Alessio C., al que ha redactado el informe correspondiente que nos es grato adjuntar.-

Saluda atentamente a Ud.,

Fco. Javier Domínguez S.  
Jefe Depto. de Obras Civiles

Incl. informe.

*F. Alamos*  
*carpeta*

EHR/LCF

PARA DEPTO DE OBRAS CIVILES

SECCION TECNICA

ANTOFAGASTA, Abril 21, 1958.-

ACUSAMOS RECIBO INFORME ESTUDIOS  
RIOS SAN PEDRO VILAMA Y AFLUENTES

MEMORANDUM N° 87

A SR GERENTE ADMINISTRATIVO  
DE JEFE DEPTO. ANTOFAGASTA:

Tenemos el agrado de acusar recibo a la carta de fecha 26 de Marzo del presente enviada a este Departamento por el Ingeniero del Departamento de Obras Civiles de la institución Sr. Fernando Alamos C., en cuya comunicación se adjunta una copia del informe sobre el estudio de los rios San Pedro, Vilama y afluentes efectuado por el referido profesional.

De dicho estudio se desprende la necesidad de ejecutar varias obras de arte tendientes a corregir el grado de salinidad actual que contienen las aguas de los indicados cauces naturales y a evitar en parte la pérdida de ellas producidas por filtración y evaporación.

Estamos conviniendo con los usuarios de las referidas aguas la manera de realizar con el aporte de trabajo de ellos y con los pocos fondos de que disponemos para estas obras, los trabajos mas urgentes recomendados por el Sr. Alamos, pero consideramos indispensable para la mejor apreciación de los problemas que contiene el indicado informe se nos envíen los resultados de los análisis de las muestras de aguas que sacó el Sr. Alamos e indicación en un plano de los puntos donde ellas fueron obtenidas, pues debemos conocer la cosificación de las diversas sales disueltas y en especial aquellas que están perjudicando el desarrollo vegetativo de los cultivos.

Saludamos atentamente a Ud.,

*José Léniz Prieto*  
Jefe del Departamento

*Aguas Subterranas.*



24 ABR 1958

*Archivar*  
*24-6-58*

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

Santiago, 26 de Marzo de 1958

*Carpete*

Señor  
José Léniz P.  
Corporación de Fomento  
Antofagasta

Ref.: Envía Informe Estudio de los  
Ríos Sn. Pedro y Vilama.-

Muy señor mío:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. enviándole copia del informe sobre los ríos San Pedro de Atacama y Vilama.-

Ruego a Ud. tenga a bien disculparme por el atraso en el envío de esta copia.-

Le reitero una vez más mis agradecimientos por toda la cooperación que tuve del Departamento a su digno cargo durante mi estadía en esa.-

Quedando como su Atto. y S.S. lo saluda

Fernando Alamos C.  
Ing. Depto. Obras Civiles

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

ECS/FHR.  
18/3/58

CHILE

SECCION AGUAS SUBTERRANEAS



A.S. N° 97.-

D.O.C. N° 2758

SANTIAGO, 27 MAR 1958

*Archivar carpeta S.P. de A. [Signature]*

MEMORANDUM

A : Gerencia General  
De: Jefe Departamento de Obras Civiles

Ref.: Salinización de las aguas de los ríos San Pedro y Vilama.-

Con fecha 20 de Marzo de 1957 el Honorable Consejo de la Corporación adoptó el Acuerdo N° 4502 autorizando al Vicepresidente Ejecutivo para invertir hasta la suma de \$ 5.000.000.- en el estudio de las causas de salinización de las aguas de los ríos San Pedro y Vilama, el grado de filtración y evaporación, la posibilidad de realizar obras de unificación de los cauces y adoptar todas las medidas necesarias para obtener el mejoramiento de las aguas de estos ríos.-

Para la realización de un aspecto parcial de este trabajo el Departamento de Agricultura solicitó la colaboración de nuestro Departamento, quien comisionó para este efecto al Ingeniero don Fernando Alamos C., el que ha redactado el informe correspondiente que nos es grato adjuntar.-

Saluda atentamente a Ud.,

*Receba al Depto.  
Tomé conocimiento [Signature]*

*[Signature]*  
Fco. Javier Domínguez S.  
Jefe Depto. de Obras Civiles

Incl.: Informe.

ESTUDIO DE LOS RIOS SAN PEDRO Y VILAMA

Capítulo I.-

Introducción

Durante el mes de Mayo de 1957, el Jefe del Departamento de Agricultura, solicitó al Jefe del Departamento de Obras Civiles, mediante Memorandum que más adelante acompaño, los servicios de un Ingeniero Civil para que en conjunto con un Ingeniero Agrónomo de dicho Departamento, efectuasen un estudio de los Ríos San Pedro y Vilama, en San Pedro de Atacama, Provincia de Antofagasta.- Dicha designación re cayó en mi persona.-

Sec.Est.Agr.29.4.57

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

MEMO INTERNO N° \_\_\_\_\_/

SANTIAGO,

REF: ESTUDIO DE LOS RIOS SAN  
PEDRO, VILAMA EN SAN PEDRO  
DE ATACAMA PROV. ANTOFAGASTA

De: Jefe Departamento de Agricultura  
A : Jefe Departamento de Obras Civiles

Señor Jefe:

El H. Consejo en sesión ordinaria N° 668 de fecha 20 de Marzo de 1957, adoptó el siguiente Acuerdo N° 4502:

"1°.- Autorízase al Vicepresidente Ejecutivo de la  
"Corporación de Fomento de la Producción para invertir hasta la suma de  
"\$ 5.000.000.- en la realización de estudios en los ríos San Pedro y Vi-  
"lama, de la Provincia de Antofagasta, destinados a determinar las cau-  
"sas de salinización de sus aguas, el grado de filtración y evaporación,  
"la posibilidad de realizar obras de unificación de los cauces y, en

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 2 -

"general, la adopción de medidas necesarias para obtener el mejoramiento  
"de las aguas.-

"2°.- El gasto se imputará al ítem "Estudios de los  
"ríos San Pedro y Vilama" del Fondo de Fomento y Progreso de las Provin-  
"cias de Tarpacá, Antofagasta, Atacama y O'Higgins, correspondiente a la Pro-  
"vincia de Antofagasta, para 1957.-"

Para su cumplimiento será necesario, que ese Depar-  
tamento se sirva designar, si lo tiene a bien, a un Ingeniero Civil para  
que en conjunto con un Ingeniero Agrónomo de la Sección Cobre de este De-  
partamento procedan a hacer los estudios en el terreno, los que a nuestro  
juicio deberán referirse principalmente a las siguientes cuestiones:

1.- RIO SAN PEDRO:

- a) Reconocimiento de los cauces del río y sus afluentes para determinar los puntos en que sus aguas entran en contacto con depósitos de sales de sus riberas o están socavando o en peligro de socavarlas.- Especial hincapié en el río, Salado afluente de San Pedro.-
- b) Toma de muestras de aguas, en botellas de polietileno, en todos aquellos sectores en que se presume cambios de salinidad o de boro, especialmente en las confluencias.-
- c) Estudio de las posibilidades de encauzar los sectores en que el río corre disperso.-
- d) Estudio del mejoramiento de las bocatomas de los canales para indicar a la Asociación de Canalistas en formación, las obras necesarias que serían de su incumbencia.-
- e) Estudio de las variaciones del gasto del río y sus afluentes para detectar las zonas en que se producen pérdidas por infiltración y determinar las obras de mejoramiento necesarias.-
- f) Investigación de probables pérdidas de aguas por mal uso en las zonas de riego superiores, de Río Grande y San Bartolo, antecedentes que servirán para incorporar al control de la Junta de Vigilancia del río ambas zonas y para exigir la formación de Asociaciones de Canalistas o

una organización equivalente, que conduzca al uso racional de las aguas y no en desmedro de los regantes de más abajo como ahora sucede.-

g) Detalle y presupuesto de las obras necesarias.-

2°.- RIO VILAMA:

- a) Toma de muestras para análisis de sus aguas en la misma vertiente terminal, en sus afluentes y en otros puntos en que se presume cambios de su salinidad y contenido de boro, como Guatín, a la salida del valle, antes de la planta azufrera "Vilama", después de ésta y después de la de "Purico".- Estas últimas muestras deben dar indicación de la probable contaminación de azufre.-
- b) Reconocimiento general del cauce del río y de sus afluentes para determinar posibles zonas de contaminación de sales y boro, y estudiar los medios de contrarrestarlas.-
- c) Investigar probables pérdidas de aguas en Guatín, posiblemente por mal uso de esa zona cordillerana de riego, como asimismo en el ayllu de Vilama, a la salida del valle.-
- d) Estudio de los medios de contrarrestar las pérdidas visibles por filtración en el canal que toma todas las aguas del río poco antes de la planta azufrera Vilama.-
- e) Defensa contra la contaminación de azufre delante de las dos plantas azufreras.-
- f) Estudio de las variaciones del gasto del río y sus afluentes para detectar las pérdidas por infiltración.-
- g) Detalle y presupuesto de las obras necesarias.-

Saluda atentamente a Ud.,

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

Guillermo Jul R.

Capítulo II.-

Río San Pedro de Atacama o Atacama

El Río, San Pedro nace de la Cordillera de los Andes, en las laderas del Volcán Tatio, posee varios brazos que a medida que escurren hacia aguas abajo, se van unificando hasta formar el San Pedro, el cual frente a la Planta Azufrera el Tatio escurre con un caudal aproximado a los 800 (lt/seg.) bajo el nombre de Putana.-

El Tatio fué mi primer punto de contacto con el Río San Pedro; allí el Río entra en una meseta plana de muy poca pendiente, escurriendo en zigzag durante 3 Km., hasta pasar frente a la Planta Azufrera.- En este sector el agua es de un sabor dulce y agradable durante casi todo el año, exepcto cuando se producen grandes lluvias, pues en esos días el Río acarrea sal en suspensión, probablemente de la erosión que produjo la lluvia en la cordillera salobre.- Esto se puede apreciar no sólo en dicha zona sino que a través de todo el Río San Pedro, pues en las orillas existe una gruesa capa salobre formada por las aguas que en las creces han abandonado el cauce y que posteriormente se han infiltrado el subsuelo habiendo dejado las sales y otras materias en suspensión sobre el suelo.-



A continuación de la Planta Azufrera El Tatio el Río Putana escurre por una quebrada rocosa, en una longitud aproximada de unos 2 Km., sin sufrir pérdidas ni contaminación apreciable hasta que recibe las Aguas del Río

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 5 -

Jauna, (300 lts/seg.), junto con el cual forman en definitivo el Río San Pedro con un caudal del orden de los 1.100 lts., caudal que se conserva constante a través de todo el recorrido hasta llegar unos 40 a 50 Km. aguas abajo a la confluencia con el Río Salado.-

Las aguas del Río Jauna, al igual que las del San Pedro son dulces y agradables al gusto.- Después de esta confluencia el San Pedro escurre por una quebrada rocosa y de aproximadamente 200 mts. de profundidad, con gran aumento de la velocidad de escurrimiento de sus aguas debido a la fuerte pendiente que posee su lecho rocoso.-

Debido a esta gran profundidad de la quebrada me fué imposible seguir el cauce del Río, pudiendo volver a él más o menos 5 Km. aguas abajo, lugar hoy denominado "Ojo Salado".

En este lugar se produce una situación bastante delicada, el Río San Pedro al chocar contra una punta rocosa se desvía casi en ángulo recto, llendo a chocar en la ladera opuesta contra un cerro de sal, el cual por ser de un material rocoso y absorbente no ofrece dificultad para que el Río se introduzca en él y llegue a formar un túnel, volviendo posteriormente a su cauce natural aproximadamente unos 200 mts. hacia aguas abajo, trayendo consigo un fuerte contenido de sal.-



Hoy en día los propietarios de las zonas de cultivo de Río Grande, San Bartolo y San Pedro se han tenido que preocupar de este problema, debido a que con ese fuerte contenido de sal, no pueden aprovechar las Aguas del

Río San Pedro pues impide todo cultivo y saliniza las tierras y por este motivo se organizaron y construyeron una defensa de Piedra con el objeto de impedir que el Río San Pedro se introdujera en el Cerro de Sal; esta defensa resistió bien hasta que vino una nueva crece, la cual deshizo la defensa en un sector dejándola parcialmente inutilizada; es necesario construir una obra semejante a ésta, pero más grande con el fin de que las creces no pasen sobre ella.-

Después de observar este sector me ví obligado a abandonar nuevamente el Río, subir la quebrada, para volver a descender en la zona de Río Grande aproximadamente unos 10 Km. aguas abajo del Ojo Salado.-

En Río Grande la quebrada se ensancha, permitiendo una pequeña zona de cultivos en terrenos delgados y de regular calidad, tanto el lecho de la quebrada como ambas laderas son de roca y aparentemente no producen contaminación alguna;



En Río Grande como así también en otras 30 partes diseminadas a través de todo el Río San Pedro y del Vilama, tomé muestras de agua en botellas de Polietileno para poder constatar mediante análisis químicos, posibles contaminaciones no detestadas por el gusto.- En Río Grande, las aguas del San Pedro poseen un sabor igualmente salino que las detectadas después de pasar por la zona denominada "Ojo Salado", por lo cual no creí necesario estudiar con mayor detalle este sector.- Igual cosa ocurre entre Río

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 17 -

Grande y el Establecimiento Minero de San Bartolo ubicado aproximadamente a unos diez kilómetros aguas abajo de Río Grande.- El caudal de San Pedro se mantiene en los 1.100 lts/seg. iniciales y la calidad del agua no ha sufrido, aparentemente, nuevos cambios.-

Entre el Establecimiento Minero de San Bartolo y el Ayllu de San Bartolo, a unos 7 km. aproximadamente hacia aguas abajo, existe el sector de mayor importancia para este estudio. Apenas el Río San Pedro deja atrás el Establecimiento de San Bartolo, entra a bordear una cordillera de sal, que se encuentra en mayor concentración en la ribera Oriente, que en la Poniente, esta situación se prolonga aproximadamente en 2 de los 7 Km, en esta parte el Río corre encajonado en un lecho rocoso de pendiente fuerte, y es prácticamente imposible evitar la salinización en este sector; sólo se podría evitar en las partes más peligrosas haciendo defensas de piedra al igual que en el Ojo Salado.-

Aguas abajo de estos 2 Km., o sea en los 5 Km. restantes, la situación cambia radicalmente; el Río San Pedro continúa bordeando la Cordillera de Sal, pero ahora separa dicha Cordillera de la Cordillera sin Sal la quebrada se ensancha algo y permite una franja de cultivos entre el Río y la Cordillera sin sal.-



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 18 -

En esta zona al ir el Río bordeando la Cordillera de Sal, se saliniza fuertemente y se produce no sólo un Ojo Salado sino que una "zona de ojos de Sal" con continuos derrumbes de trozos de sal que caen al lecho del Río, siendo disuelto por sus aguas. Gracias a que esto se produce en una zona cercana a un poblado, los pobladores se han preocupado de hacer pequeñas defensas provisorias en las zonas en que el río comienza a erosionar peligrosamente la Cordillera de Sal.-

Hoy en día las aguas salobres del río San Pedro, deben su salinidad, casi en su totalidad, a estos 7 km. en que el Río bordea la Cordillera de Sal, entre el Establecimiento de San Bartolo y el Ayllu de San Bartolo, su solución la plantearé más adelante.-



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE



Una vez que el Río San Pedro llega a la zona de cultivos del Ayllu de San Bartolo, deja de bordear la Cordillera de la Sal, alejándose definitivamente de ella y escurriendo por un cauce de Roca y Rápido, sin sufrir disminución de caudal ni contaminación aparente hasta aproximadamente unos 5 Km. aguas abajo donde recibe las aguas del Río Salado.-



Debo hacer notar que en las zonas de cultivo de Río Grande y San Bartolo, se riegan los terrenos por el método de inundación y cuando sus propietarios lo desean, sin haber control ni turnos sobre estas aguas pudiendo esto traducirse en perjuicio de los Propietarios de aguas abajo (Cuchabrachi a San Pedro de Atacama).-

El Río Salado es de características muy semejantes al San Pedro tiene su nacimiento en contrafrentes cordilleranos y está separado de éste sólo por un cordón de cerros que en partes se angosta notoriamente (Frente Establecimiento de San Bartolo).- Sus aguas en su nacimiento son dulces y su caudal en la zona de Lican es del orden de los 50 lts/seg. Siguiendo el escurrimiento del Río desde Lican hacia aguas abajo podemos observar en sus orillas, al igual que en el San Pedro, una gruesa <sup>costra</sup>/salina, probablemente provocada por las mismas causas que en aquél.- Unos 3 Km. aguas abajo

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 10 -

llegamos al cruce del Río Salado con el camino de vehículos a Río Grande, en esta parte el río escurre por un lecho de roca sana, sin contaminación posible, sus aguas son aún dulces, pero su caudal es de sólo unos 25 lts/seg. Parece ser que existe una corriente subterránea en este sector.-

Unos 2 ó 3 Km. más hacia aguas abajo el Río Salado cruza con el camino de vehículos al Establecimiento de San Bartolo, ahí pude observar que el Río ha aumentado notoriamente su caudal, el cual es del orden de los 150 lts/seg. y su sabor ya es algo salobre, continuando a pié por el lecho del Río Salado pude observar que en esta zona existe nuevamente una Cordillera de Sal, sin lugar a dudas una prolongación de la que atravieza el Río San Pedro en los 2 primeros Km. aguas abajo del Establecimiento de San Bartolo, pero aquí no se encuentra como una Cordillera de Sal compacta, sino como reventones aislados.- El Río Salado bordea en esta Cordillera en una longitud aproximada de 3 Km. escurriendo por un cauce sumamente estrecho, siendo prácticamente imposible buscarle un nuevo cauce para que así



Debido a que es un caudal relativamente chico (150 lts/seg.) y que la velocidad de escurrimiento no es muy excesiva (menos de un metro por seg.) el agua del río Salado escurre un buen tiempo en contacto con la sal, salinizándose en tal proporción que una vez recorrido los 3 Km., es prácticamente una salmuera.-

Después de este sector el Río Salado entra en una zona en que la quebrada se ensancha y abandona la cordillera salobre, escurre así

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 11 -

durante unos 7 Km. aproximadamente hasta confluir con el San Pedro, perdiendo gradualmente su caudal, pues teníamos que en la zona salobre poseía 150 lts/seg., mientras que en la confluencia sólo lleva un caudal del orden de los 80 a 100 lts/seg.- De ir el resto de las aguas en forma subterránea, probablemente, éstas también serán salobres.-

Una vez que el San Pedro ha recibido las aguas del Salado, escurre por su cauce normal, de roca sana, sin nuevas contaminaciones ni pérdidas hasta llegar a la zona de Cuchabrachi.



donde la quebrada se ensancha notoriamente y permite una zona de cultivos que llega hasta San Pedro de Atacama a unos 10 Km. aproximadamente aguas abajo.-En este sector el Río escurre serpenteando a lo ancho de la quebrada, dejando zonas aisladas de cultivo, en el resto de ella, debido a ésto en las grandes creces o por otros motivos el Río está en condiciones de variar su cauce e introducirse en las zonas de cultivo, con los consiguientes daños que ésto provóca.-

A través de este sector existen innumerables canales que captan las aguas del Río y van a regar los diversos predios agrícolas, no existe unificación en el sistema de riego y es bastante difícil darse cuenta en detalle de todas las bocatemas y canales existentes.-



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 12 -

Tampoco es fácil unificarlos, pues los canales actuales no permiten un caudal mayor, no por ser pequeña su sección de escurrimiento, sino porque sus paredes de contención no permiten una presión mayor, rompiéndose en caso de que ésta se produzca.- El peor inconveniente de este serie de canales, es el modo en que los usan sus propietarios, pues riegan o no riegan sus predios, los canales están continuamente captando aguas del Río San Pedro; tal es así que cuando no riegan, las aguas escurren a través de los canales y vuelven a caer al Río, al extremo inferior de éstos; Como se podrá suponer esto acarrea una gran infiltración, pues el agua no escurre por un sólo cauce, sino que se dispersa por diez o más cauces.-

Citaré a continuación los canales principales que riegan las diversas zonas de cultivos existentes entre Cuchabrachi y San Pedro de Atacama:

Cuchabrachi

Varas

Cácaro

Catarpi

Tambillo

Guacher

Capi

Silo

Turbina o Del Cura

Tolache

Matriz o Principal

Este último capta las restantes aguas del Río San Pedro, conduciéndolas a regar los predios de San Pedro de Atacama y siguientes, hasta consumirse totalmente.-

Problemas de Salinización en el Río San Pedro

De lo anteriormente expuesto puede deducirse que los problemas principales son:

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 13 -

- 1°.- Salinización en el Río Salado.
- 2°.- Escurrimiento del Río San Pedro por mal cauce en la Planta Azufrera El Tatio y posibles contaminaciones de Azufre en ese sector.-
- 3°.- Salinización en la zona denominada "Ojo Salado"
- 4°.- Salinización en el sector Establecimiento San Bartolo - Aylo San Bartolo.
- 5°.- Escurrimiento del Río San Pedro entre las zonas de Cuchabrachi y San Pedro de <sup>A</sup>tacama.-
- 6°.- Mejora de los canales existentes y sus bocatomas en este sector.-
- 7°.- Vigilancia de aguas en Río Grande, San Bartolo, Cuchabrachi a San Pedro, etc., en general en todo el Río San Pedro.-

- - - o - - -

SOLUCIONES

- 1°.- Como expresé anteriormente esta salinización de las aguas del Río Salado se producen en una zona de aproximadamente 3 Km. de longitud ubicada aguas abajo del Cruce del Río Salado con el Camino de Vehículos al Establecimiento Minero de San Bartolo; debido a que en este sector el cauce del Río es excesivamente estrecho no es conveniente pensar en construir un nuevo cauce; La solución deberá ser construir defensas de piedras, lo más grandes que se puedan, en forma de muro de contención a lo largo de todos los sectores en que el Río choca con la cordillera de Salme es imposible por el momento dar cifras sobre longitudes de estos muros, pues son varios sectores de poca longitud cada uno, lo más conveniente sería organizar una cuadrilla de trabajadores de la zona y con ellos construir estos muros de piedras trabados entre sí dando la mayor firmeza posible para evitar su destrucción con las creces.- No veo necesario el uso de cemento u otros materiales.-

Debo hacer presente que considero que éste no es el Problema más urgente; considero así los puntos 3° y 4° que más adelante detallo.-

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 14 -

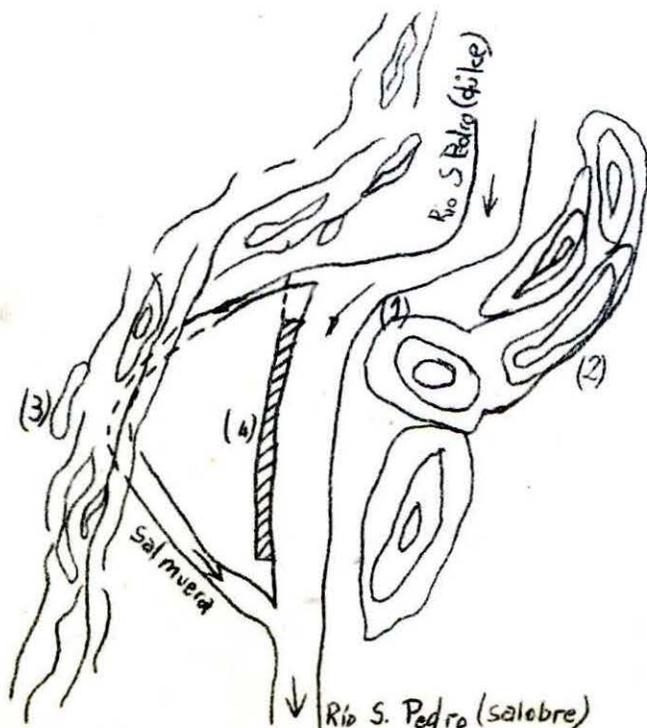
2°.- En la zona anterior a la Planta Azufrera El Tatio, el Río Putana escurre serpenteando en un sector de más o menos 3 Km., el cual podría mejorarse notoriamente si se hiciese un cauce al Río; enumero este problema como complementación del estudio del Río San Pedro, pero considero que es el problema de menor importancia de todo el Río Atacama

En esta misma zona la Planta Azufrera de El Tatio posee sus canchas de desechos o relaves del Azufre, las cuales quedan en contacto con las márgenes del Río Putana.- Estimo que debe exigírsele a la Planta la construcción de un muro que separe sus canchas de desechos con el Río Putana, si se desea que no haya contaminación de azufre en sus aguas.-

3°.- En la zona del Ojo Salado, el problema es muy semejante al que se produce en el Río Salado, la solución de un nuevo cauce sería sumamente cara pues habría que efectuar un canal en roca usando explosivos creo lo más conveniente sería efectuar en Piedra un muro lo suficientemente grande como para que no fuera arrastrado por las creces.-

Me parece que con unos doscientos jornales (Por ejemplo veinte hombres durante diez días) bastaría para construir un muro lo suficientemente sólido para evitar esta grave continuación de sal, que hoy es el problema de mayor gravedad en todo el recorrido del Río San Pedro y es el que requiere más pronta solución.-

Para una mejor comprensión, haré un esquema de la zona del Ojo Salado:



1. Puntilla rocosa
2. Cerro de roca sana
3. Cerro de Sal
- 4.-Obra construída por los propietarios de aguas abajo, consistente sólo en piedras. La zona punteada es la que se llevó el Río.- La solución sería reconstruir este muro, haciendo uno 3 veces más resistente que el actual.-

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 15 -

4°.- Como se deduce de lo anterior, este problema se divide en dos: el primero para solucionar los primeros 2 Km. y el segundo para solucionar los 5 Km. restantes.-

Los primeros 2 Km. podrán solucionarse al igual que el Ojo del Salado, es decir acumulando piedras en sus orillas y encauzando así lo más posible el río San Pedro.-

En los otros 5 Km., la naturaleza nos proporciona una solución mucho más favorable, puesto que el río separa la Cordillera de la Sal, de la Cordillera sin Sal, lo lógico será encauzar el Río bordeando la cordillera sin sal, o sea por la parte alta de la actual zona de cultivos.- Este canal deberá tener una obra de toma diseñada como para que el Río no se introduzca en el canal cuando vengan las creces, pues de hacerlo así desbordaría el canal rompiendo todas las propiedades actualmente cultivadas.- Para esto estimo que la obra de toma, debe de ser construída lo suficientemente sólida y teniendo uno de sus costados (el del Río) más bajo que el otro, para actuar como vertedero por donde puedan escurrir los excesos de agua que en ella se hayan introducido.-

Tambien deberá tener una compuerta de Fierro destinada a cerrar el cauce para efectuar las limpieas del canal o cuando se estime conveniente.- En general esta obra deberá ser construída para conducir un caudal del orden de los 1.200 a 1.500 lts/seg.- Mayores detalles de esta obra se podrán dar una vez que se tengan los detalles topográficos de la zona.- Una cubicación o un estudio de costos en este momento resulta aventurado.-.-

Debo hacer presente que la construcción de esta obra sería la que a largo plazo acarreará los mayores beneficios a los Propietarios de los Predios Agrícolas de San Bartolo y en general a todos los ubicados aguas abajo, como así también será la de mayor costo.-

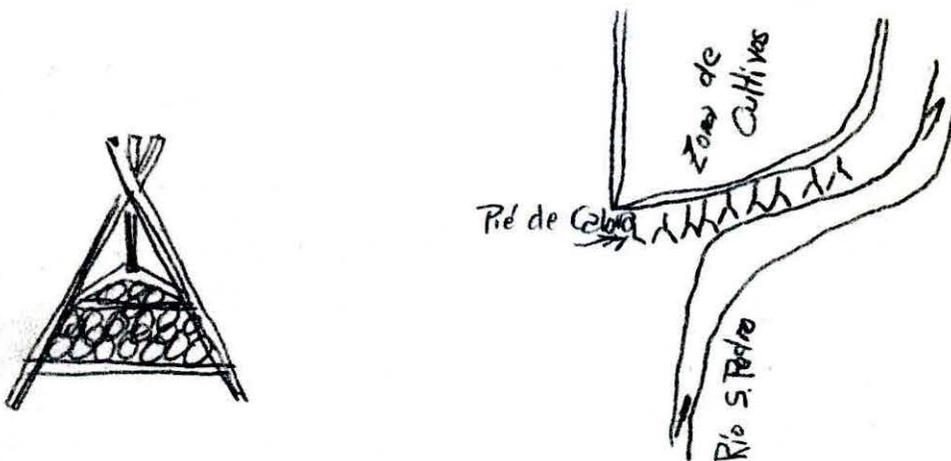
5°.- Entre Cuchabradhi y San Pedro de Tacama el río escurre, como dije anteriormente serpenteando en un lecho incierto; debido a esto en reiteradas ocasiones ha variado su cauce, llevándose terrenos de cultivo.-

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

-16 -

Es necesario encauzar el río en un sólo lecho, canalizándolo en casi su totalidad, esta sería una obra sumamente cara por lo que me permito proponer una solución momentánea más económica, esta es la construcción de defensas de piedras, vulgarmente denominadas "Pie de Cabra", en los sectores en que el Río choca o promete chocar con zonas de cultivo.-

Los Pie de Cabra consisten en tres vigas de madera, colocadas en forma de trípode y teniendo en su interior un relleno de bolones y material pesado, fuertemente amarrado y trabado con alambres.-



Esta situación se produce aproximadamente unas cinco veces en este sector y estimo que en c/u. de ellos bastaría con construir unos 10 Pié de Cabra para solucionar momentáneamente esta dificultad.-

6°.- En cuanto a la mejora de los actuales canales y bocatomas puedo decir lo siguiente: Debido a las condiciones Topográficas de la Zona, no es posible unificarlos totalmente en un sólo canal y más aún veo con dificultad el unificar algunos de ellos aunque sea parcialmente.- Baso este juicio en la calidad de los terrenos atravesados por dichos canales, los cuales son muy permeables y no permitirán servir de base a grandes canales cuyas aguas harían gran presión sobre el fondo y costados del lecho. Además la unificación de los canales en uno sólo, traería como único beneficio la ordenación de los derechos de aguas, cosa que también se puede lograr mediante otros métodos, como ser la mejora de las bocatomas de los canales.-

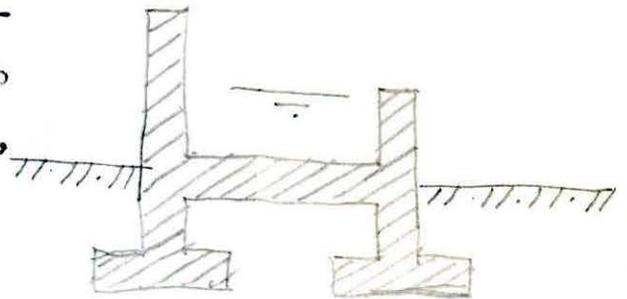
CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 17 -

Las bocatomas actuales consisten simplemente en tacos de tierray piedra en el lecho del Río mediante los cuales logran desviar éste captando parte o la totalidad de sus aguas y encauzándolos hacia los canales; como puede suponerse en cualquier crece del Río descuido del Propietario, el Río puede introducirse totalmente por uno de estos cauces, rompiéndolo y llevándose las tierras de cultivo adyacentes a dicho canal.-

Es necesario modificar este sistema para lo cual propongo la construcción de una bocatoma en concreto, para cada uno de los canales que existen en la actualidad; estas

bocatomas tendrán la forma esquemática que indica la figura, teniendo uno de sus costados más bajo que el otro, con el fin de evacuar los excesos de agua que a él se introduzcan deberá tener además, sólidas zapatas de fun



dación para evitar así que en las creces del Río se puedan erosionar en sus bases y producirse destrucción de ellas.-

Las dimensiones definitivas de cada una, serán funciones de la Topografía del terreno, de los derechos de agua que tengan que servir y de los antecedentes hidrológicos de la zona.- Por este motivo sólo me permito indicar la forma esquemática que ellas deben tener.-

Cada Bocatoma deberá tener además una compuerta de madera con candado, la cual al cerrarse no permitirá escurrimiento alguno dentro del canal. Las llaves deberán estar todas en manos de una sola persona especialmente designada para la vigilancia de las aguas y organización de los turnos.

A modo de adelantar datos estimo que hoy día, cada una de estas bocatomas costará aproximadamente unos \$200.000.- (doscientos mil pesos). Por lo tanto con un monto de dos a dos y medio millones de pesos, podrían construirse las once bocatomas.-

7°.- Todas las obras anteriormente expuestas deberán estar debidamente vigiladas por un personal competente y capaz, que se preocupe de su buena mantención y funcionamiento, para lo cual creo totalmente necesario la

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 18 -

creación de una Asociación de Canalistas, Junta de Vigilancia o cualquiera otra Asociación destinada a lograr los fines antes dichos.- Esta entidad deberá nombrar un Juez de Aguas quien teniendo conocimiento de los derechos de aguas de cada uno estará en condiciones de no permitir abusos de los Propietarios de los Predios superiores, en perjuicio de los ubicados aguas abajo.-



Capitulo III.

Río Vilama

Este río hace en la Cordillera, de la vertiente termal conocida como "Baños de Puritana", a una temperatura media de 33° C. y con un caudal aproximado a los 250 litros por segundo.-



"Baños de Puritana"

Hacia aguas abajo y a unos 200 metros de la Terma, el Río recibe como afluentes: 1) El Río Frío, con un caudal de 25 lts/seg. a 10°C de temperatura.- 2) Vertiente de agua fría de unos 15 lts/seg. a 12°C y 3) Vertiente de agua caliente de unos 20 lts/seg. a 35°C.-

Una vez que se han mezclado todas estas aguas, el caudal del río es aproximadamente de unos 310 lts/seg. y con una temperatura media de 30°C.-

Desde su nacimiento hasta la confluencia con el Puripica el río recibe el nombre de la Terma de la cual nace "Puritama", y desde dicha confluencia hasta consumirse en las zonas de cultivo de San Pedro de Atacama, se llama Vilama.-

Aproximadamente un Km, hacia aguas abajo del nacimiento del río Puritama, la totalidad de las aguas se encajona en una quebrada

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

-20 -

profunda y rocosa, que impide toda contaminación y pérdida; esta situación se prolonga aproximadamente en unos seis Km., hasta llegar al Ayllu de Guatín.-

Guatín es una pequeña zona de cultivos, ubicada aproximadamente a los tres mil metros sobre el mar, cultivándose principalmente la alfalfa y dedicándose sus propietarios al pastoreo de Llamas.-



"Ayllu de Guatín"

- 1.- Cauce del Río Puritama
- 2.- Zona de cultivos
- 3.- Cauce del río Puripica
- 4.- Confluencia de los ríos Puripica y Puritama formando el río Vilama.-



"Pastoreos en Guatín"

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 21 -

El Río Puritama escurre por el lado Norte del Aylo de Guatin, mientras que su afluente (el Puripica) lo hace por el costado Sur del Aylo.-

El Puripica disminuye notoriamente su caudal desde un Km. antes de llegar a Guatin, donde posee aproximadamente unos 80 lts/seg. hasta su confluencia con el Puritama, en el extremo inferior del Aylo, donde sólo posee un caudal aproximado de 15 lts/seg.-

El Río Vilama, formado por la confluencia de los ríos Puritama y Puripica, entra en una quebrada de lecho rocoso (sin materias extrañas), de unos 150 mts. de profundidad, no apreciándose contaminación ni pérdidas, hasta llegar a unos 7 kms. aguas abajo de Guatin, a una zona más abierta y de posible acceso, denominada "Calar", en esta zona el río lleva un caudal aproximado a los 350 lts/seg. y su curso puede sufrir pequeñas variaciones, produciéndose así pérdidas de agua por abandono del cauce.-

Dos km. aguas abajo de "Calar", el río recibe un aporte de caudal de varias vertientes que nacen en sus orillas, estando algunas de ellas captadas para dar Agua Potable al Pueblo de San Pedro de Atacama y a la Población de la Planta Vilama, a los cuales llegan después de ser conducidos por tuberías de fierro; además de la cañería destinada al Agua Potable, la Planta Azufrera Vilama capta aguas del Río Vilama mediante una tubería de Rocalit de aproximadamente unos 200 mm. de diámetro, destinándola a diversos usos industriales, refrigeración, etc.-

Aguas abajo de las cañerías y por lo tanto después que éstas han extraído del Río el caudal que transportan, el Río Vilama lleva un caudal aproximado a los 350 lts/seg.- A continuación, hacia aguas abajo el Río Vilama gira en ángulo recto y enfrenta la Planta Azufrera Vilama.- En la curva la corriente de agua sufre una disminución apreciable de velocidad, pudiendo ser allí donde se produce gran pérdida de agua por infiltración al subsuelo.



"Cauce del Río Vilama frente a las cañerías del Agua Potable"

- 1.- Las dos cañerías de Fierro
- 2.- La cañería de Rocalitt
- 3.- Planta Azufrera Vilama
- 4.- Cauce actual y zona de infiltración del Río Vilama.-

Enseguida el Río corre por lecho ripioso en una longitud aproximada de un Km. dividiéndose en partes, en dos o más brazos, allí se encuentra el cruce del camino, que va de San Pedro de Atacama a Guatín, con el Río Vilama, el cual contribuye a la creación de otros brazos de agua en el Río.- Al extremo inferior de esta zona, el caudal es de sólo unos 200 lts/seg. aproximadamente.-

Aguas abajo y frente a la Planta Azufrera Vilama, el río es encauzado en un canal, escurriendo así hasta entrar al Pueblo de San Pedro de Atacama, sin sufrir pérdidas apreciables en su caudal, no así en su calidad, pues el Río Vilama bordea las Plantas Azufreras Vilama y Purico sin que se hayan construido defensas que eviten que el viento arrastre los relaves de estas Plantas y contamine las aguas del Río Vilama.-

En estas condiciones el Río Vilama entra en San Pedro de Atacama donde riega parte de los predios existentes; el resto de los predios es regado por el Río Atacama.-



"Ayullo de Vilama"

Problemas de Infiltración y Contaminación en el Río Vilama.-

De lo anteriormente expuesto se deduce la existencia de tres problemas fundamentales en el estudio del aprovechamiento de las aguas del río Vilama, a saber:

- 1°.- Pérdidas de agua, por infiltración, en el Río Puripica.
- 2°.- Pérdidas de agua, por infiltración, en el Río Vilama, en la zona comprendida entre el nacimiento de las cañerías del Agua Potable y la Planta Vilama.- y
- 3°.- Contaminación de Azufre al pasar el Río Vilama frente a las Plantas Azufreras Purico y Vilama.-

Soluciones:

Cualquiera de las soluciones que a continuación se detallan, estará supeditada al estudio de calidad de aguas del Río Vilama y a su aprovechamiento agrícola.-

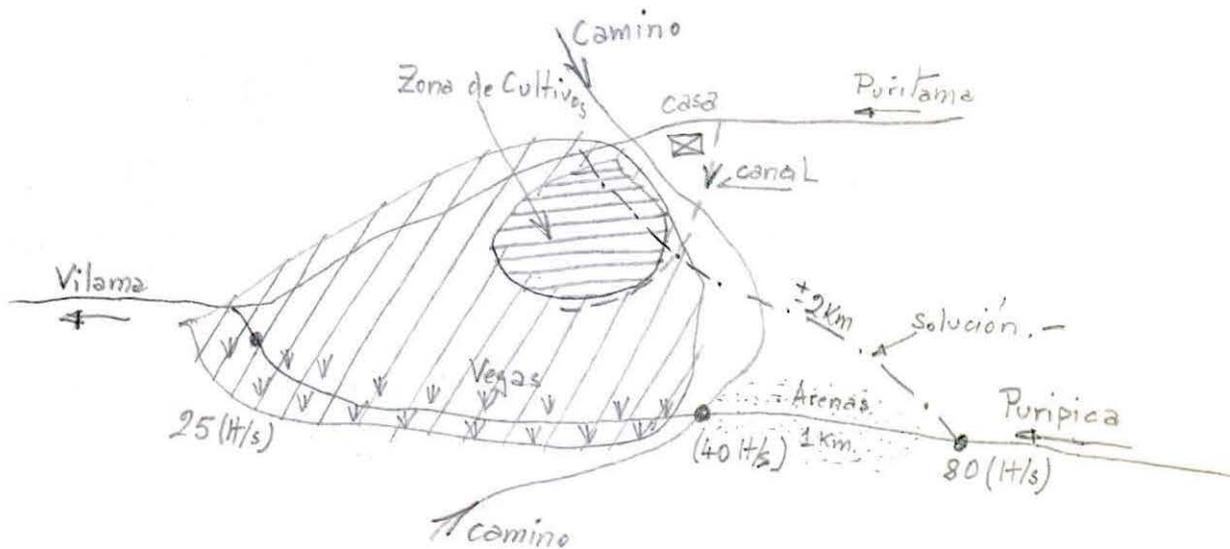
- 1°.- Como he dicho anteriormente el Río Puripica hasta un Km. antes de llegar al Ayullo de Guatin, lleva un caudal aproximado de 70 a 80 lts/seg. mientras que a su entrada al Ayullo, sólo lleva 40 lts/seg. y al extremo inferior del Ayullo de Guatin, o sea donde el Puripica vacia sus aguas al Puritama, su caudal se ha reducido a sólo 15 lts/seg.-

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 24 -

Esta notable pérdida por infiltración, se debe principalmente a que desde 1 Km. aguas arriba de Guatin, hasta la confluencia de los Ríos Puripica y Puritama; el Puripica escurre primero por una zona arenosa y después por una zona vegosa (En el Aylo), escurriendo en ambas por donde el desnivel se lo permite, sin haber canalización alguna y dispersándose en una amplia franja de terreno, sin volver al cauce principal, las aguas que de él se separan.-

Para evitar esta pérdida de aguas, sería necesario canalizar el Río Puripica desde 1 Km. antes de llegar a Guatin, separándolo de su actual cauce y desviándolo hacia el Norte, conduciéndolo así a confluir con el Puritama aguas arriba de su confluencia actual, lo más cerca posible de la casa del propietario de la zona de cultivos, con lo cual se evitaría que pasara sobre la zona vegosa del Aylo.-



"Esquema Representativo de dicha Zona"

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 25 -

Si consideramos un caudal de 80 lts/seg. y damos al canal una pendiente 5°/oo (cinco por mil), necesitaremos que la sección de escurrimiento sea aproximadamente de 0,19 m<sup>2</sup>. y si consideramos una longitud de dos Km., tendremos que el Movimiento de Tierra necesario para construir este canal, será aproximadamente de un volumen de cuatrocientos metros cúbicos.-

2°.- La mayor pérdida de caudal la sufre el Río Vilama al atravesar la zona comprendida entre la aducción de las cañerías de Agua Potable del Pueblo de San Pedro de Atacama y el comienzo de la canalización del Río Vilama, la cual se efectúa frente a la Planta Azufrera Vilama.-

Entre estos puntos existe una longitud aproximada de mil doscientos metros (nótese que éstas medidas, son sólo apreciaciones visuales). La solución a este problema de infiltración podrá ser entubación del Río Vilama en este sector, prolongación de la canalización hacia aguas arriba de la Planta Azufrera, o cualquier otro método que tienda a evitar la infiltración notoria que allí se produce.- De hacerse cualquiera de estas soluciones, es aconsejable que ésta se efectúe en forma paralela y contigua a la cañería de Rocalitt que posee la Planta Azufrera Vilama, pues así quedará defendida de las creces del Río Vilama.-

Considero que éste es el problema más grave que posee actualmente el Río Vilama y es aquél que al solucionarlo, acarreará mayores beneficios a San Pedro de Atacama.-

Con el fin de evitar las pérdidas de aguas que se producen por abandono del cauce, en el cruce del camino de vehículos con el Río, será necesario construir un Sifón o un Puente, con lo cual se evitaría la formación de nuevos cauces provocados por los vehículos.-

3°.- En cuanto a la contaminación de Azufre que se produce en las aguas del río Vilama al pasar éstas frente a las Plantas Vilama y Purico, se produce debido al arrastre, que provoca el viento y otros agentes atmosféricos, de los desechos que se encuentran esparcidos en las canchas de desechos que poseen dichas Plantas Azufreras.-

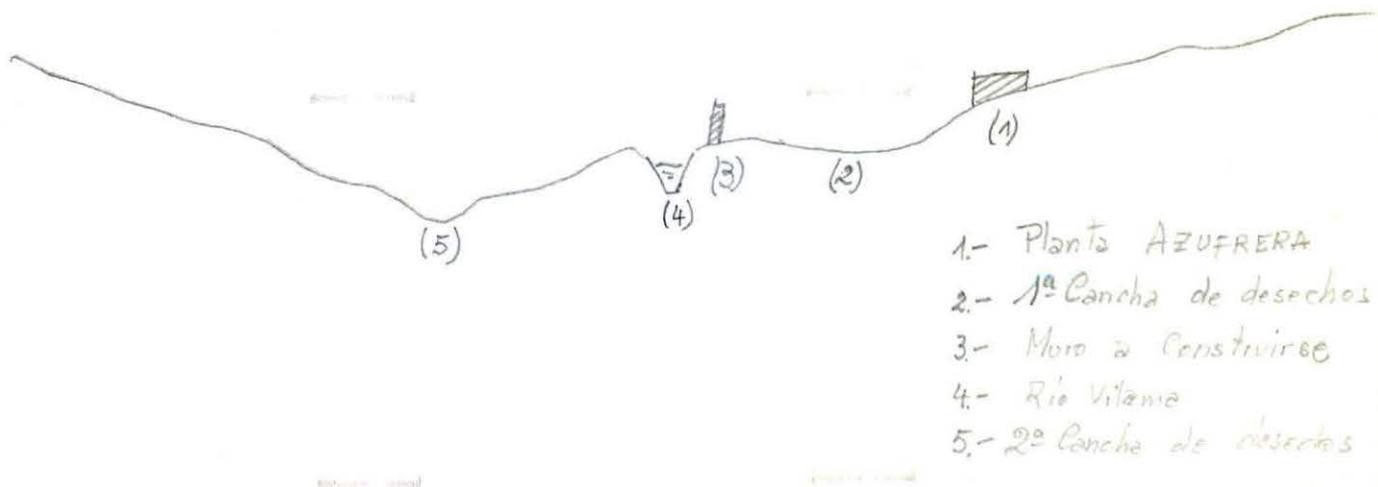
CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
CHILE

- 26 -

En la actualidad no existe separación alguna entre las canchas de desechos y el cauce del Río Vilama, por lo cual algún medio de la naturaleza puede provocar que dichos desechos caigan al Río; debo hacer notar que las Plantas Azufreras han construido canchas de cemento por las cuales pasan gran parte de sus desechos por sobre el cauce del Río Vilama, botándolos en un sector apropiado para ésto.-

Para evitar las contaminaciones de Azufre que pueda provocarse debido al arrastre, por el viento u otros agentes atmosféricos, de las partículas de desechos, bastaría con construir una separación entre dichas canchas y el cauce del Río Vilama; esta separación podría materializarse en un muro de ladrillo o cemento de una altura no mayor a un metro, en toda la longitud de las canchas.-

La situación puede apreciarse en las fotografías adjuntas y para mayor claridad, en el perfil siguiente:



" Planta Azufrera Vilama "

- 1.- Planta Azufrera
- 2.- Cancha de desechos
- 3.- Cauce del Río Vilama
- 4.- San Pedro de Atacama
- 5.- Camino de vehículos
- 6.- Cruce del camino con el Río Vilama
- 7.- Cañería de Rocalitt a la Planta Azufrera Vilama



"Planta Azufrera Purico"

- 1.- Planta Azufrera
- 2.- Cancha de desechos
- 3.- Cauce del Río Vilama

Cualquier solución a este problema, creo deberá ser de costo de las Plantas Azufreras, las cuales deben evitar las contaminaciones de las aguas destinadas al Pueblo de San Pedro de Atacama.-

Estudio de Costos:

Como indiqué anteriormente, en la introducción, este estudio es un anteproyecto de las obras a realizarse y con el se pretende individualizar los problemas de aguas y circunscribirlo en determinados sectores dando sólo cifras aproximadas sobre caudales y longitudes.-

Para efectuar un estudio de costos destinado a solucionar los

problemas existentes tanto en el Río Vilama como en el Atacama, es previo conocer los detalles Topográficos en las zonas en las cuales se producen estos problemas, como así también un estudio de precios unitarios de cañerías, mano de obra etc., en la zona de San Pedro de Atacama.-

A pesar de las consideraciones hechas, me permito adelantar lo siguiente:

- 1°.- Canalización de Puripica: Deberá hacerse un movimiento de tierra de unos 400 m<sup>3</sup>., en un terreno que podríamos clasificar como semi-duro
- 2°.- Infiltraciones en el Río Vilama: Posible entubación con cañerías del proyecto Agua Potable Antofagasta, actualmente en desuso y de una longitud aproximada a los 1.200 metros y un Sifón o 1 Puente de un costo actual aproximado de \$ 200.000.- (doscientos mil pesos).
- 3°.- Contaminación de las aguas: De costo de las Azufreras.- Serán muros de un metro de altura por 15 ó 20 cms. de espesor y la longitud aproximada sería unos 400 (cuatrocientos) metros para la Azufrera Vilama y unos 250 mts. (doscientos cincuenta metros) para la Planta Azufrera Purico.-

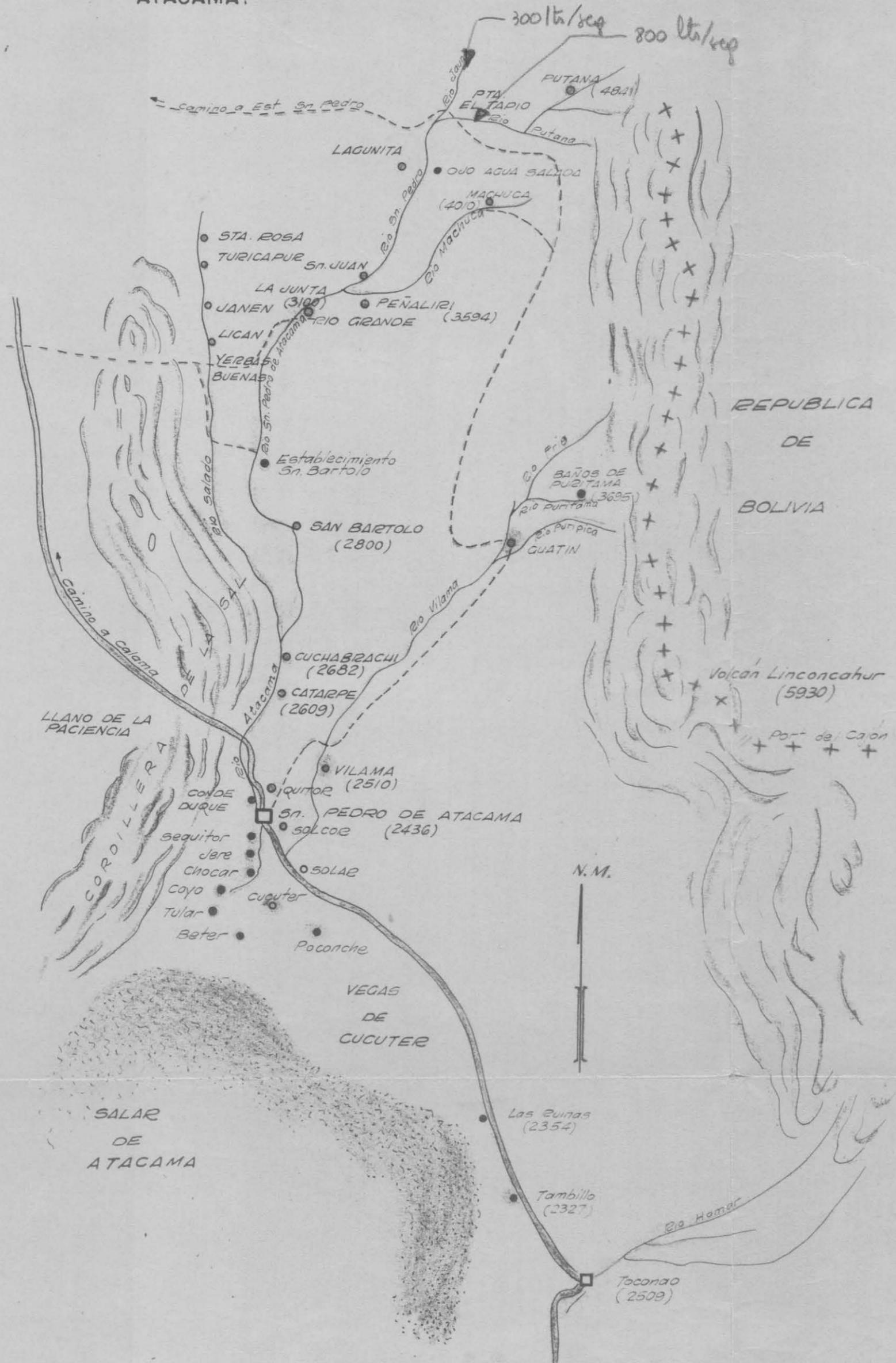
- - - - - 0 - - - - -

.....  
  
Fernando Alamos Gerda  
Ingeniero Civil  
15-3-58

# Corporación de Fomento de la Producción

## Dpto. de Antofagasta

CROQUIS DE LA HOYA HIDROGRAFICA DE LOS RIOS Y AFLUENTES DE LA ZONA DE SAN PEDRO DE ATACAMA.



Eleuterio Herrera R.  
Ing. Agr.