

ANEXOS

ANEXO N°1

ANEXO N°1 . ANALISIS DE VULNERABILIDAD

1. Metodología General

La vulnerabilidad, es el grado de incapacidad de un componente de un sistema para cumplir sus objetivos, bajo determinada condición operacional, constituye la inversa de la confiabilidad.

Los fines que se persiguen al realizar un análisis de vulnerabilidad son:

1º Durante la etapa de organización e implementación del Plan de emergencia, identificar los componentes críticos del sistema, proveyendo de capacidad de operación y mantenimiento de emergencia.

2º Luego de cada desastre evaluar la eficiencia del Plan, la evolución del sistema, y obtener la magnitud-efectos, o magnitud necesidades en relación a una determinada falla.

Este análisis permite identificar inicialmente los componentes potencialmente críticos del sistema.

1.1 Metodología de Análisis

Para realizar un análisis de vulnerabilidad se tienen que seguir los siguientes pasos:

1. Identificar y caracterizar los posibles desastres del área en cuestión.
2. Identificar y describir en forma separada los componentes del sistema de aducción , almacenamiento y distribución.
3. Suponer un desastre o emergencia y sus características y estimar los efectos del desastre supuesto sobre cada componente del sistema: línea de conducción, tanques , redes, conexiones domiciliarias, etc.
4. Estimar la demanda de agua, tanto en cantidad como en calidad, y las prioridades de abastecimiento durante y después del desastre.
5. Con la emergencia supuesta, determinar la capacidad útil remanente del sistema.
6. Si el sistema es capaz de cubrir la demanda, identificar los componentes críticos del sistema en cuanto a abastecimiento de agua se refiere y compararla con la demanda estimada.

7. Elaborar un informe de vulnerabilidad

El realizar un análisis de vulnerabilidad, consiste en identificar y caracterizar las posibles emergencias y desastres naturales causados por el hombre, teniendo en cuenta:

- a) Tipo, frecuencia, intensidad y características.
- b) Estudios actualizados tales como mapas topográficos, geológicos, sísmicos (fallas activas, potencialmente activas o inactivas, epicentros, etc), mapas de áreas inundables, etc.
- c) Identificación de lugares de riesgo potencial, tales como áreas inundables, sísmicas, (mapas de microzonificación), etc. Ver Flujograma de análisis de vulnerabilidad (fig. N°1).

1.2. Factores que Influyen en la Confiabilidad o Vulnerabilidad de un Sistema

Los factores que tienen una mayor influencia en la vulnerabilidad de un componente de un sistema son:

- a) Ubicación del sistema y sus características geográficas, topográficas y geológicas.
- b) Las fuentes de un sistema de abastecimiento de agua son los factores más importantes en la confiabilidad de dicho sistema, su número, tipo, características, caudales, calidad de las aguas, áreas de contribución, etc.
- c) Uno de los factores de mayor importancia positiva o negativa en la confiabilidad de un sistema lo constituyen las características tecnológicas del proyecto o tipo de solución tecnológica.
- d) Las normas y estándares, tanto de diseño como de construcción, especialmente por el establecimiento de la calidad de materiales, de seguridad, etc. influyen en la caracterización física del sistema.
- e) Los componentes, tipo y número de procesos, equipos, instalaciones, accesorios, su forma de interconexión, influyen en forma determinante en el grado de confiabilidad de un sistema.
- f) Las características de los servicios complementarios o auxiliares de un sistema influyen en la confiabilidad de un sistema, tales como energía eléctrica, sistemas, vías de comunicación, etc.
- g) En las condiciones de abastecimiento de agua en situación de desastre, está demostrado que el factor más afectado en estos casos, es la infraestructura administrativa y operacional.
- h) La existencia de programas regulares de operación y mantenimiento, así como el grado de tecnificación del personal, la disponibilidad de materiales, accesorios, equipos y repuestos, contribuirá a elevar el grado de confiabilidad de un sistema.

FLUJOGRAMA DEL ANALISIS DE VULNERABILIDAD

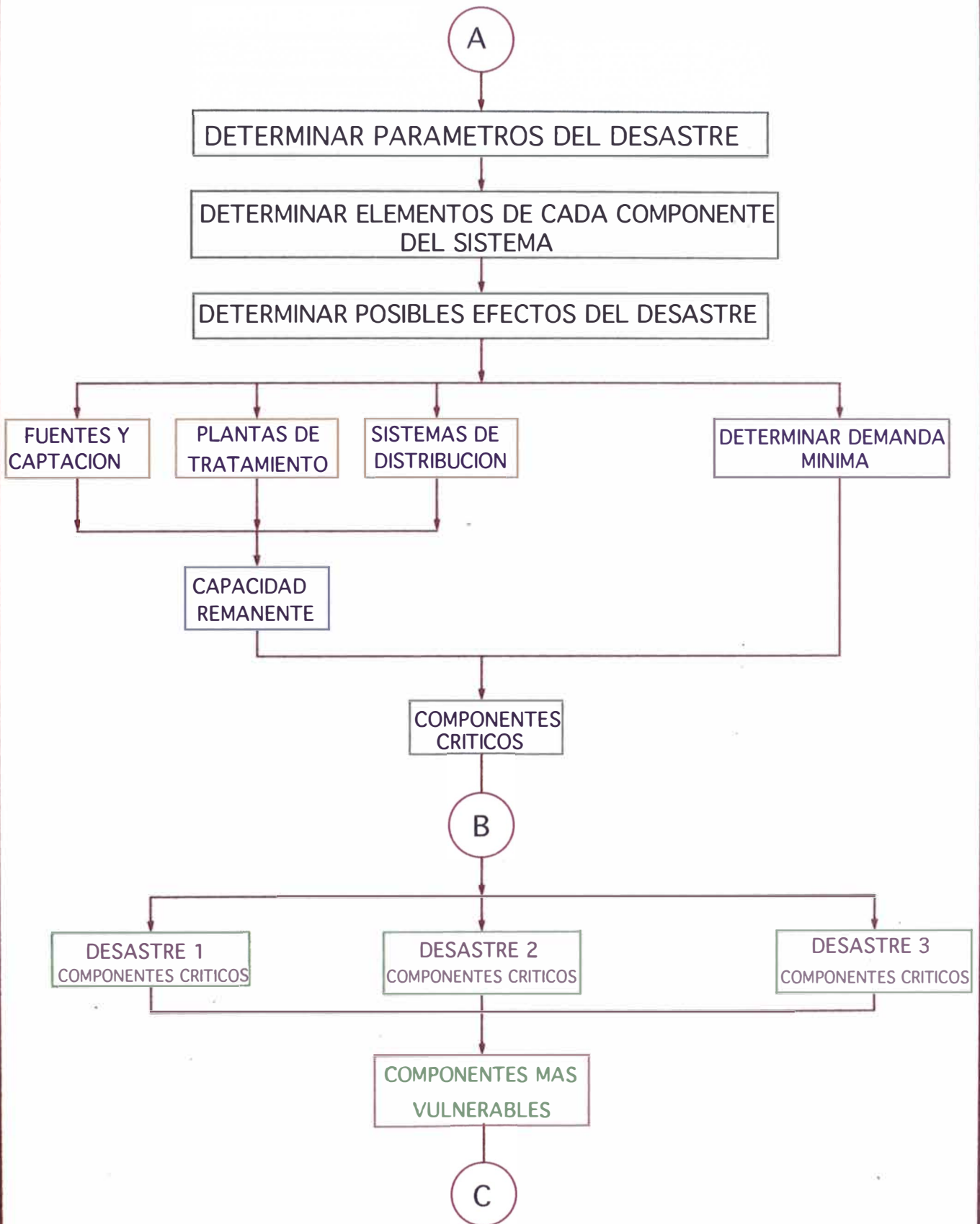


FIGURA 1

1.3. Análisis de Riesgos

La identificación de los posibles desastres que afectan el área del sistema, están basados en los registros históricos de la región, se realiza un estudio de magnitud frecuencia, determinándose el evento de diseño y los parámetros respectivos.

Al realizar el análisis de riesgo, primero debe realizarse la descripción detallada de cada componente.

El primer paso que se realiza al efectuar un análisis de vulnerabilidad es identificar el tipo de desastre natural que podría ocurrir en determinada zona y cuyos efectos podrían ser desastrosos

En la ciudad de Tumbes se han identificado como posibles desastres naturales a los sismos e inundaciones, haciendo el estudio histórico de éstos dos fenómenos vemos que Tumbes está en una zona sísmica. A través de los años, desde 1825 se han producido grandes inundaciones en Tumbes y en éstos últimos diez años en 1983 y 1992, como consecuencia del fenómeno "El Niño" se produjeron intensas precipitaciones que incrementaron el caudal del río Tumbes, haciendo que este se saliera de su cauce inundando centros poblados y sembríos.

El sismo de diseño, la inundación más probable y la escorrentía se calculan mediante métodos numéricos que determinan los valores de éstos.

Con estos resultados se construyen los mapas de microzonificación para cada desastre previsto. Con estos mapas se realiza el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de saneamiento de la ciudad de Tumbes.

Sobre éstos mapas de microzonificación sísmica y de peligro al fenómeno "El Niño", se han superpuesto los sistemas de agua potable y alcantarillado identificado los componentes críticos de cada sistema en particular y para cada tipo de desastre se ha encontrado su grado de vulnerabilidad.

1.3.1. Análisis de Riesgo Sísmico

El riesgo sísmico es una medida de la probabilidad de que un sismo más fuerte pueda ocurrir en una zona, en un cierto número de años, exceda o no, un determinado nivel de magnitud o aceleración.

Los elementos más importantes para la evaluación del riesgo sísmico son: la historia sísmica, la naturaleza de las fuentes sísmicas, la respuesta del sitio y los riesgos relacionados con la geología y el suelo.

1.3.1.1. Métodos Utilizados en la Evaluación del Riesgo Sísmico

a) Método de Allen Cornell , permite determinar el riesgo sísmico de la zona de localización de un proyecto, los resultados se obtienen en términos de parámetros de aceleración del terreno, versus el período de retorno promedio.

La información necesaria para el cálculo de este riesgo son el número de sismos que se obtienen de la relación histórica de sismos de la ciudad, su magnitud, durante un período de años(n), la longitud en km. de la falla principal más cercana y la profundidad media (h) en kms., de los hipocentros.

1.3.1.2. Planos de Riesgos Sísmicos

Se determina como consecuencia de la evaluación de las condiciones tectónicas, geológicas, fisiográficas y climáticas existentes.

El plano de zonas de riesgo se basa en un estudio de las características geológicas y tectónicas de la zona. Para su elaboración se necesita, básicamente, un plano geológico de la zona y su respectiva descripción, indicándose la estratificación del terreno, el tipo de material y espesor de cada estrato en una profundidad promedio de 100 metros. Debe conocerse la profundidad a la cual se encuentra el fundamento rocoso y la napa de agua subterránea.

Las zonas consideradas como de alto riesgo son aquellas:

- a) Ubicadas cerca a fallas principales o secundarias.
- b) Que existan consideraciones insatisfactorias, tales como taludes muy inclinados, suelos de baja cohesión, que cuando están secos pueden producir asentamientos o cuando están húmedos pueden producir licuefacción.
- c) En los que exista un rápido cambio de propiedades.
- d) En los que existan capas o lentes licuefactables y que puedan producir expansión lateral.
- e) Terrenos que por sus características químicas produzcan corrosión en tuberías o estructuras.

Los planos de vulnerabilidad son los planos de riesgos a los cuales se les ha superpuesto el esquema del sistema, facilitan el análisis de vulnerabilidad, pudiéndose determinar fácilmente los componentes que están ubicados sobre áreas de terrenos licuefactables, fallas, áreas inundables, etc.

1.4. Grado de Confiabilidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tumbes

Del grado de confiabilidad va a depender la vulnerabilidad de esta. Existen factores que favorecen a la confiabilidad de la Planta de tratamiento: el que esta cuente con capacidad de tratamiento adicional en los decantadores y filtros de la planta nueva es uno de ellos debido a las unidades en paralelo que trabajan.

El número de procesos para el tratamiento es mejorado al preverse la sedimentación y decantación antes de la filtración.

El hecho de que el tratamiento considere unidades independientes para cada función hace que este sistema sea más confiable; pues en el caso que una de ellas sufra un desperfecto, no afectará al proceso total.

Por condiciones topográficas y ubicación de la planta en el diseño de ésta, necesariamente ha tenido que incluirse estaciones de bombeo, por lo tanto el hecho de fallar una de las bombas es perjudicial, ya que para todo el proceso: almacenaje y distribución se depende de éstas; disminuyendo la producción y afectando la calidad del agua mientras dure la reparación.

La falta de energía diaria hace que las instalaciones queden inoperativas a partir de las 5.p.m en que se produce el corte de suministro eléctrico, quedando paralizado todo el sistema de tratamiento y la captación.

Uno de los factores que disminuye la confiabilidad de la producción de agua potable, es la falta de reservas de sustancias químicas por la falta de suficiente área de almacenaje; además de no existir las normas debidas para almacenar éstos productos químicos.

La operación y mantenimiento de ésta se lleva a cabo en forma deficiente debido a la falta de repuestos y materiales para la reparación de los equipos. Se dan muy pocos cursos de capacitación y entrenamiento para los operadores.

El mantenimiento inadecuado de este sistema incrementa la probabilidad y severidad de los daños en caso de producirse un desastre.

La seguridad física de la planta, así como de sus trabajadores no es contemplada en las actividades de esta. La importancia de la práctica de medidas de seguridad del personal son necesarias no sólo para proteger la salud del personal, sino también para las actividades de operación.

Los límites están desprotegidos, no existiendo el cerco perimétrico que corresponde a las inmediaciones, la vigilancia está restringida a la puerta de ingreso.

En la fase de análisis de riesgos sísmicos se ha efectuado un plano de riesgos, en donde se ha ubicado el esquema general del sistema de agua potable, se observa que las instalaciones de la planta de tratamiento están ubicadas sobre la zona N°2 siendo ésta una zona de vulnerabilidad media ante un fenómeno sísmico.

Se ha determinado que el grado de confiabilidad de la Planta de tratamiento, dependiente de cada uno de sus componentes es de 65% y el de vulnerabilidad de 35%. Se determina el grado de confiabilidad de cada uno de los componentes de los procesos de tratamiento y se ha encontrado que los procesos más confiables son la floculación y filtración en la planta nueva y el proceso más vulnerable la sedimentación.

1.5. Vulnerabilidad de la Planta de Tratamiento de Tumbes

La planta de tratamiento de Tumbes físicamente presenta la mayor parte de sus instalaciones expuestas a la intemperie, las condiciones de clima y características de suelo favorecen a los efectos de los desastres naturales y por la falta de vigilancia a sabotajes. A esto agregamos el curso errante del río Tumbes y sus cambios de caudal de estación en estación, además de la carencia de programas de operación y mantenimiento apropiados, la antigüedad de una de las plantas (más de 40 años) y errores de diseño y construcción en las otras plantas nuevas.

Los desastres más comunes que afectan a una planta de tratamiento en este caso a la de Tumbes, son las inundaciones, avenidas, sismos y atentados de origen humano.

Primero se debe de realizar la descripción detallada de cada uno de los componentes de la planta. Esta descripción para el caso de este estudio se ha realizado en el capítulo 2.

La planta de tratamiento comprende principalmente los siguientes procesos:

- a) Acondicionamiento previo: presedimentadores
- b) Pre-tratamiento: sedimentación, floculación, decantación
- c) Filtración lenta y rápida
- d) Desinfección: cloración

Componentes del Sistema

Se realiza una descripción específica de los componentes del sistema, indicando en las estructuras con que materiales han sido construidos, tipo de terreno sobre el cual está asentada, estado actual de la estructura.

Las tuberías serán descritas indicando el material, tipo de unión, tipo de conexiones domiciliarias, tipo de terreno sobre el que están construidos.

En el caso de los equipos o instrumentos se indicará: tipo, estado actual, tipo de anclaje, número de unidades, disponibilidad de repuestos.

Especificar niveles y cotas de terreno de instalación o edificación en el caso de equipos y estructuras.

En la descripción de las estructuras, equipos y tuberías se han indicado, materiales, estado de conservación y tipo de terreno sobre el cual se encuentran asentadas estas unidades de tratamiento.

En el caso de los equipos se han indicado también marca, tipo de energía y estado del anclaje. Con respecto a las tuberías se indica el material, antigüedad, tipo de unión y tipo de terreno en el que están instalados.

La planta de tratamiento se encuentra ubicada sobre terreno de origen residual compuesto de limos, arcillas y arenas compactas y medianamente compactas, cuyo comportamiento sísmico está considerado en la zona N°2 en donde podría producirse amplificación y posible asentamiento.

El abastecimiento de las poblaciones de Tumbes, Corrales La Cruz y Zorritos dependen de la planta de tratamiento, por ello es de importancia primaria que esta resulte indemne y siga operando después de un evento sísmico severo.

En caso de corte de la energía los dosificadores de productos químicos, floculadores, decantadores, equipos de bombeo y cloración son vulnerables.

Los sedimentadores tanto de la planta antigua como de la nueva, se encuentran apoyados sobre el terreno, lo cual hace que de producirse un sismo estas estructuras serán afectadas parcialmente, también el falso fondo de los filtros, sobre todo en las plantas antiguas, cuyo estado actual está bastante deteriorado.

El comportamiento de las unidades estructurales continuas, tales como floculadores decantadores y filtros afectan al resto de los componentes.

El sistema de tuberías de la planta antigua, es de unión rígida las que como consecuencia de las vibraciones de un sismo se romperían.

A lo largo del cauce del río Tumbes, fuente principal de agua para la planta de tratamiento, se podrían producir posibles derrumbes y deslizamientos que incrementarían la turbiedad del agua ceándose problemas de mayor consumo de productos químicos para su tratamiento.

En caso de ocurrir un sismo se incrementaría la demanda de agua debido a que se producen incendios y fugas, causadas por posibles agrietamientos en las unidades de tratamiento y en las instalaciones, sobre todo en aquellas más antiguas. Estas fugas pueden causar deslizamientos posteriores o pérdida de la capacidad de soporte de los suelos ya que la mayor parte de las unidades está asentada sobre suelos medianamente compactos.

La captación de agua para la planta se encuentra ubicada en un recodo del río, por lo tanto sus estructuras podrían ser afectadas por derrumbes y deslizamientos interrumpiendo la alimentación hacia la planta, quedando no sólo desabastecida la ciudad de Tumbes sino además La Cruz, Corrales y Zorritos que tienen sus sistemas dependientes de Tumbes.

1.6. Análisis de Vulnerabilidad a las Inundaciones

Por seguridad y economía las estructuras sanitarias deben ser evaluadas en cuanto a la capacidad para soportar potenciales condiciones de inundación. Las principales estructuras deben ser diseñadas o protegidas con posterioridad a su construcción, de tal modo que los daños materiales ocasionados por las inundaciones sean los mínimos posibles y se reduzcan las molestias y riesgos a los usuarios.

La determinación de la inundación básica de diseño requiere de un complejo estudio que exige la intervención de un especialista. Se ha trabajado con el plano de microzonificación de inundaciones de la ciudad de Tumbes, resultando que el componente crítico del sistema de agua potable es la captación, debido a los cambios de cursos que sufre el río Tumbes al elevarse su cauce por efecto de las mareas y a las grandes cantidades de sedimentos que trae cuando se producen las avenidas.

Las inundaciones en la ciudad de Tumbes son originadas por dos causas: Las intensas precipitaciones que colmatan y se concentran en zonas planas con napa superficial, que además reciben el aporte de las partes altas y que no tienen posibilidad de descarga, y la segunda es el aumento del caudal del río Tumbes debido a las intensas precipitaciones caídas en su nacimiento, trayendo como consecuencia el desborde de este aguas abajo, haciendo su ingreso hacia la zona baja por el canal La Tuna, en la margen derecha del río Tumbes donde no existe la protección del malecón Benavides. En esta zona se encuentran ubicados el barrio San José, barrio FONAVI, el colegio El Triunfo, la Villa Naval y el Asentamiento Humano las Flores.

En la margen derecha cerca al cuartel Coloma se encuentra ubicada la cámara de bombeo de desagües N°1 la que no cuenta con ningún tipo de protección para proteger sus instalaciones de las inundaciones que han afectado gravemente todos sus equipos.

Esta cámara en estos casos ha tenido que trabajar con caudales superiores para los que fue diseñada, pues al desagüe doméstico se agregaron las aguas pluviales y de inundación. Al cesar la energía esta dejó de funcionar y las aguas negras fluyeron por los buzones formándose grandes lagunas de aguas contaminadas, afectando la salud de la población. La cámara de bombeo N°2 es también afectada por la inundación y por las lluvias ya que esta caseta no cuenta con la estructura apropiada para la ubicación de los equipos, los que son protegidos por improvisados techos de calaminas, inundándose todo el área donde se encuentra ubicada. A esto se agrega que en tiempos normales en la calle adyacente existe un colector que sufre rebalsamiento de las aguas negras contaminando diariamente esta zona. La otra cámara de bombeo N°3 ubicada en la prolongación de la Av. Alfonso Ugarte También se encuentra en una zona inundable por el río.

El otro problema de este sistema son las redes y colectores de alcantarillado que debido a su antigüedad sufrieron roturas, erosión y hundimiento de muchos de sus tramos los cuales no pudieron ser rehabilitados hasta meses después, ya que la

inundación se prolongó desde principios de 1992 hasta Mayo de 1992. Además este sistema ya había sufrido los efectos de las inundaciones de 1983 que dejaron al sistema en condiciones graves, por lo tanto el sistema es cada vez más vulnerable, corriendo el riesgo de que en una próxima inundación colapse .

El sistema de drenaje pluvial se encuentra en pésimas condiciones, pues debido a las grandes cantidades de sólidos que arrastran las lluvias el tirante ha disminuído y casi no cumplen con su función de evacuar las aguas de lluvias, en las diferentes partes de la ciudad.

En la avenida Teniente Vásquez podemos observar las alcantarillas de ingreso completamente colmatadas, estas están conectadas al desagüe doméstico. El dren de la Av. Mariscal Castilla que dá al malecón cuando el caudal del río crece se convierte en una molestia al permitir el ingreso de las aguas del río, inundando las calles adyacentes, en lugar de servir para eliminar las aguas de lluvia.

El suelo de la parte baja de la ciudad no permite la infiltración del agua de lluvias al tener una napa casi superficial, quedándose estas aguas sobre la superficie formándose grandes lagunas, y alturas de agua que ejercen presiones sobre las tuberías de desagüe muchas veces destruyendo tramos de éstas.

La Planta de Tratamiento de agua se encuentra en una cota superior a la de inundación por desborde del río, no corre este peligro, pero las precipitaciones inundan las instalaciones y el ingreso a éstas se torna imposible, ya que la pista es de tierra y con las lluvias, esto se convierte en una zona peligrosa y resbaladiza de difícil acceso para realizar las operaciones de emergencia.

El corte de energía eléctrica es un factor principal para que deje defuncionar la Planta de tratamiento; que además tiene que tratar agua con mayor turbidez, con el consiguiente aumento de productos químicos para realizar el tratamiento del agua.

La vulnerabilidad que presenta la planta de tratamiento a este fenómeno es media, la planta de tratamiento antigua ha soportado las fuertes lluvias de 1983 y 1992 funcionando en estas oportunidades en forma muy restringida, teniendo que cortar el suministro de agua hacia las poblaciones de Corrales, La Cruz y Zorritos. La planta nueva ha tenido una mejor respuesta a este tipo de fenómeno dado que sus instalaciones son recientes, aunque hubieron problemas en las unidades de tratamiento debido a la falta de energía eléctrica.

Las inundaciones de 1992 produjeron un 30% de redes de distribución inundadas y dañadas por los efectos de la inundación, otro tanto sufrieron las de desagües, trayendo como consecuencia hundimientos del terreno que provocaron la ruptura de tuberías tanto de agua como de desagüe, sobre todo lugares de pendiente pronunciada.

En la zona de nuevo Tumbes la inundación por efecto de las lluvias tuvo un efecto de permanencia de estos grandes charcos, debido a que es una zona completamente plana.

Actualmente en la ciudad antigua existen dos reservorios apoyados para almacenar el agua, el reservorio "El Tablazo" cuya capacidad es de 2,500 m³, ubicado en la cota más alta de la ciudad a 40.20 m.s.n.m sobre un terreno plano sumamente erosionable. Estos terrenos se encuentran completamente desprotegidos (son de tierra) por lo que las intensas lluvias vienen erosionando la base de este reservorio y la inundación de su caseta de válvulas que se encuentra ubicada en una depresión.

Las redes de desagüe de las zonas inundadas estuvieron sujetas a presiones debido a que el agua alcanzó en algunas, más de 1 metro de altura de inundación.

Los componentes críticos del sistema de alcantarillado lo constituyen las tres estaciones de bombeo de desagües, en el casco urbano antiguo las redes de desagüe, datan de más de 40 años y en menos de 10 años han sufrido dos inundaciones causadas por el fenómeno "El Niño".

La inundaciones de 1992 tuvieron duración de varios meses, y en las zonas con fuertes pendientes (como la calle Tumpis , Av. El Ejército, etc.), las tuberías fueron erosionadas por las fuertes precipitaciones, ya que más del 70% de los terrenos sobre los cuales se han contruido estos sistemas son de tierra, más del 50% de las tuberías son de fierro fundido y ya han cumplido su período de diseño, encontrándose muy deterioradas, muchos tramos de tuberías de C.S.N. de desagüe y de A.C. de agua potable han sido destruidas por la presión de las aguas de inundación.

El hecho de no contar con Planes de Emergencia para poder adoptar medidas más rápidas y organizarse durante la ocurrencia de un desastre natural hace que se incremente la vulnerabilidad de estos sistemas. Otro factor desfavorable es la falta de mantenimiento rutinario y recursos humanos y materiales insuficientes para enfrentar una emergencia de esta índole.

Durante las inundaciones que se produjeron en la ciudad de Tumbes, las fugas tanto de agua como de desagüe, fueron cuantiosas y el prolongado trabajo a presión por la altura de agua de inundación termina por destruir las tuberías.

Debido al desborde de los desagües mezclados con agua de lluvias e inundación, la población que habita estas zonas, se vieron afectadas por el brote de enfermedades de origen hídrico como el cólera, y producidas por vectores como, malaria y dengue, además de otras enfermedades gastrointestinales y de la piel.

Los trabajos de rehabilitación de los sistemas, se realizaron meses después cuando el nivel de inundación comenzó a bajar.

Debido a las grandes cantidades de sólidos que traía el agua del río Tumbes se suspendió el tratamiento del agua para evitar que se malogren las unidades de tratamiento. Los pozos fueron afectados ya que el nivel freático había aumentado y el agua de lluvias

ingresó a estos contaminándolos, además de la falta de energía para su funcionamiento, pues se carecía de grupos electrógenos de reserva.

La rotura de líneas de conducción de agua hacia Corrales, La Cruz y Zorritos y hacia la localidad de Puerto Pizarro, produjeron desabastecimiento de agua potable hacia éstos centros poblados.

El cierre de válvulas para proteger el almacenamiento no pudo efectuarse debido a que no se cuenta con planos de replanteo de válvulas, ni se les ha realizado mantenimiento alguno desde que el sistema fue contruido. En la actualidad cuando se produce alguna rotura en la línea matriz, se corta el abastecimiento a toda la ciudad para efectuar la reparación.

Las tres quebradas más importantes que atraviesan la ciudad de Tumbes y que durante las precipitaciones conducen grandes volúmenes de aguas produciendo erosión a su paso son : la quebrada Tumpis, El Nieto y Pedregal, evacuando hacia las zonas planas pobladas, ocasionando serios daños.

Las aguas represadas por la carretera Panamericana formaron grandes lagunas en el barrio San José, Villa Naval, Barrio FONAVI, A.A.H.H. Los Jardines y Salamanca.

Durante esta emergencia se detectaron problemas operacionales tales como:

- Falta de personal y recursos materiales para atender la emergencia.
- Carencia de sustancias químicas como: sulfato de aluminio, hipoclorito de calcio, gas cloro, cal hidratada, combustible, etc.
- Mal estado de los equipos electromecánicos, transformadores, generadores de emergencia, etc.

1.7 Posibles Efectos de un Desastre

Determinación de la presión, empujes, esfuerzos, deformaciones o erosiones que producen éstos fenómenos.

En caso no ser esta una situación de gran riesgo, una estimación de estos efectos basada en estudios efectuados sobre el comportamiento de los materiales, de los fenómenos y de la influencia del medio

1.7.1. Sismos

- Debido a la falta de corriente se interrumpe el funcionamiento de todos los equipos eléctricos. Las unidades de floculación, decantación y equipos de bombeo, dosificación y cloración, son muy vulnerables a la falta de energía eléctrica.
- Agrietamiento y destrucción de estructuras y tuberías.

Las estructuras más vulnerables en las plantas son los sedimentadores, sobre todo cuando están apoyados sobre el terreno, también el falso fondo de los filtros, el

cual dependiendo del tipo de diseño puede colapsar bajo la acción del esfuerzo generado por el sismo más el peso del lecho filtrante.

Las uniones rígidas en las instalaciones de tuberías de succión e impulsión traen como resultado la ruptura de las mismas a consecuencia de la vibración del sismo y el agrietamiento de muros y losas debido a anclajes rígidos de las tuberías, especialmente de tuberías normales a la dirección del sismo.

- Contaminación del efluente de la planta. Los derrumbes y deslizamientos de terrenos a lo largo de los cursos de agua producidos por un sismo incrementan notablemente la turbiedad creándose problemas adicionales de tratamiento.
- Interrupción de las comunicaciones. Los derrumbes y avalanchas cierran los caminos de acceso aislando los componentes del sistema y entorpecen las acciones.
- Incremento desmedido de la demanda de agua. Los incendios que se producen después de los sismos requieren un elevado consumo de agua para su control.

Las fugas causadas por el agrietamiento de las unidades y de las instalaciones ocasionan un fuerte desperdicio de agua y pueden ocasionar deslizamientos posteriores o pérdidas de capacidad de soporte de los suelos.

- Interrupción parcial o total de la alimentación de la planta. Las estructuras de captación y conducción suelen ser afectadas por los derrumbes y deslizamientos, interrumpiéndose la alimentación a la planta.
- Fallas de los anclajes de los equipos. Por lo general, los dosificadores y cloradores son los más afectados debido a la falta o al inadecuado diseño de los anclajes.
- Avenidas. Dependiendo de la magnitud de éstas, los daños pueden ser muy serios, pudiendo quedar inundada toda la ciudad y el sistema.

Los daños que se producen:

- Inundación parcial o total de las instalaciones.
- Acumulación de lodo y piedras dentro de las instalaciones.
- Interrupción del tratamiento debido al daño sufrido por las instalaciones.
- inundación de la captación y daños a la conducción interrumpiendo el servicio a la planta.

1.7.2 Efectos de las Inundaciones Producidas por "EL NIÑO" 1983.

- Efectos sobre el sistema de Agua potable y Alcantarillado:

- a) Daños cuantiosos por socavación del terreno, destruyendo líneas de conducción o amenazando su estabilidad.
- b) Daños a equipos de bombeo, causado por las prolongadas interrupciones del servicio.
- c) Daños a los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial:

- En muchas localidades se observó un reflujó entre las aguas negras y el curso del agua de lluvia e inundación del río Tumbes, lo cual trajo como consecuencia una alta contaminación fecal.
- Se observaron daños por socavación de tuberías de alcantarillado e impulsiones de aguas negras.
- Colectores total o parcialmente obstruídos.
- Tramos de colectores y buzones o pozos de inspección destruídos..

1. 7.3. Estimación de Efectos

1.7.3.1. Efectos de los Sismos

Los efectos que ejerzan los desastres sobre los sistemas, estarán actuando sobre las estructuras, equipos y tuberías.

Los efectos se pueden ponderar mediante un minucioso análisis de las características de los componentes del sistema.

En el caso en que el grado de riesgo o importancia de la estructura justifiquen efectuar un análisis estructural, se precisará la siguiente información:

1º El sismo de diseño y su correspondiente aceleración del terreno.

2º Plano geológico y tectónico del área del sistema, con esta información es posible calcular los esfuerzos y deformaciones máximas que el terreno va a transmitir a las estructuras, anclajes de los equipos y tuberías para que comparados con los esfuerzos y deformaciones que estos pueden soportar y dependiendo de sus características físicas, se establezca la magnitud del posible daño.

Dependiendo de las características geotécnicas del medio, las fallas de los elementos pueden fallar por :

- fallas
- licuefacción y deslizamiento
- efecto de propagación de ondas

1.8. Estimación del Impacto en el Sistema de Distribución de Agua Potable

1.8.1. Cuantificación de Daños

Para cada emergencia se debe de cuantificar los daños en cada componente, estimando el tiempo expresado en días por habilitar nuevamente el componente, o tiempo de rehabilitación ("Tr") que se efectúa en función de:

1. La magnitud del daño.
2. La disponibilidad de recursos humanos, financieros, transporte, equipos, materiales, etc. para llevar a cabo la rehabilitación.

3. La facilidad de acceso.

El tiempo necesario para que el sistema de distribución suministre agua, será denominado tiempo de rehabilitación compuesto T_r , siendo este el mayor tiempo requerido para que el conjunto de componentes del sistema de distribución (conducciones, tanques, redes, conexiones domiciliarias) suministre agua.

En base a la experiencia se hará la estimación de los " T_r ", estimándose valores mínimos y máximos de " T_r " para estimar aproximadamente el tiempo de rehabilitación compuesto (T_{rc}). Así T_{ra-b} quiere decir que el $T_{Rmín.}$ es de " a " días y el $T_{Rmáx.}$ es de " b " días.

1.8.2. Matriz Impacto de un Sistema de Distribución

En ella se presentan los tiempos de rehabilitación de cada uno de los componentes del sistema de agua potable.

En la columna (1) se colocan las zonas de presión o de abastecimiento con sus respectivos nombres.

Columnas (2)-(7) se anotará el T_{Ra-b} correspondiente a cada componente.

Columna (8) se anotará el T_{Rc1} que se obtenga como resultado de los T_{Ra-b} de las columnas (2) y (7).

Columna (9) se anotará las fuentes alternas que puedan abastecer la zona en estudio, y que puede ser incluso otra zona.

Columna (10) se anotará el T_{Rc2} corregido una vez tomadas en cuenta las fuentes alternas y que corresponde a los tiempos de rehabilitación necesarios para suplir el requerimiento mínimo (RM).

Columna (11)-(13) se anotará respectivamente el kilometraje de la red y el número de conexiones domiciliarias industriales, etc, y de la población equivalente.

Columna (14) se anotará el requerimiento mínimo (RM) para la zona en estudio ($m^3/día$).

Columna (15) se anotarán las conexiones prioritarias a las que deberá restablecerse el servicio., ejm. hospitales

El siguiente es un modelo de una matriz de tiempo de rehabilitación e impacto de un sistema de distribución.

1.9. Determinación del Grado de Confiabilidad

Una vez elaborado el análisis de riesgos, y superpuesto a este el esquema general de las instalaciones de la planta de tratamiento (plano de vulnerabilidad del sistema) se determinará los componentes más afectados.

Determinar la capacidad útil remanente de cada proceso (Q_p), y la demanda mínima (Q_n).

La confiabilidad de una unidad de un proceso (C_u) = Q_p/Q_n teniendo en cuenta el número de unidades existente en paralelo se aplicará:

$$C_p = 1 - (1 - C_u)^m$$

El coeficiente de confiabilidad de cada proceso (C_p') es el menor coeficiente de confiabilidad y el grado de confiabilidad de todo el sistema de tratamiento (C_s)

1.9.1. Grado de Confiabilidad de la Planta

Los factores que influyen en la confiabilidad son:

- Redundancia. Está relacionada con el número de equipos o unidades existentes, funcionando en paralelo para mejorar la confiabilidad de la planta.
- Cargas y parámetros utilizados. Adoptando criterios de diseño conservadores se puede tener capacidad de tratamiento adicional.
- Número de Procesos.

La confiabilidad de la planta puede mejorarse cuando más de un proceso que es capaz de realizar una función dada es incluido en el sistema.

La confiabilidad de remover material en suspensión es mejorada al prever sedimentación antes de filtración.

- Flexibilidad o capacidad de interconexión de las unidades.
- Configuración de las unidades.

el uso de unidades que combinan dos o más funciones o procesos es menos confiable que el uso de unidades individuales.

- Flujo Hidráulico.

Al seleccionar un diseño, debe tenerse en cuenta el uso del flujo hidráulico, tratando de minimizar el uso de bombeo al estrictamente necesario.

- Confiabilidad de las instalaciones de la Planta. Está afectada por la confiabilidad de su fuente de energía eléctrica. Sin energía eléctrica, todos los equipos mecánicos y eléctricos cesan de operar.

Para asegurar la capacidad de operación durante el corte de energía, se tiene a menudo una fuente de reserva, tal como generadores de corriente, a gas o diesel. Además son necesarios sub-estaciones dobles de transformación, disyuntores primarios duplicados y otros componentes para mantener la integridad del sistema de suministro de energía eléctrica.

MATRIZ DE TIEMPOS DE REHABILITACION E IMPACTO AL SISTEMA DE DISTRIBUCION

ZONAS	CONDUCCIONES						TRC 1 (8)	FUENTES ALTERNAS (9)	TRC 2 (10)	DATOS DE LA RED			RM (14)	CONEXIONES PRIORITARIAS (15)
	PLANTA TANQUE (2)	TANQUE FED (3)	TANQUE (4)	TUBERIAS MATRICES (5)	FED (6)	CONEXIONES (7)				KM (11)	NUMERO DE CONEXIONES (12)	POBLACION EQUIVALENTE (13)		
1	0-0	0-0	0-0	1-3	1-2	0-1	1-3		1-3		2000	10000	294	HOSPITAL
2	0-0	0-0	0-0	3-4	0-2	0-1	3-4	1	2-4		1000	5000	147	
3	0-0	0-0	0-0	2-3	0-2	1-2	2-3	1	1-3		500	2500	23	
4	0-0	0-0	0-0	2-3	1-3	1-2	2-3	1	1-3		600	3000	29	
5	0-0	0-0	0-0	1-2	0-0	0-0	1-2		1-2		1400	7000	204	
6	0-0	0-0	0-0	1-3	0-1	0-0	1-3		1-3		650	3250	35	
7	2-3	70-80 1-2	0-0	50 2-3	65 1-3	65 0-1	2-3	1	1-3		1500	7500	262	

El mantenimiento de una reserva de sustancias químicas en la planta es también crítico para su confiabilidad.

- Operación y Mantenimiento. Una apropiada operación y mantenimiento es crucial para la confiabilidad de la planta.

1.10. Teorías Usuales de Vulnerabilidad del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Grado de confiabilidad de los componentes(Ce)

Este es función del caudal necesario(Qn) y el caudal producido(Qp).

$$CE = Q_p / Q_n$$

Tiempo de rehabilitación TR: Es función de :

1. La magnitud del daño.
2. La disponibilidad de los recursos humanos, financieros, transporte, equipo, materiales, etc. para la rehabilitación.
3. La facilidad de acceso.

Además se deberá de estimar el TRC hallándose los valores máximos y mínimos de TR.

Otro método sugiere la CE en términos de la escasez relativa, lo cual depende de la confiabilidad de descarga (CQ) y de volumen(CV).

$$Ce = \frac{CQ + CV}{2} \quad CQ = 1 - \frac{(Q_p)^n}{Q_n}$$

1.11. Cronología de las Operaciones en Caso de Desastre

Existen fenómenos naturales como los huracanes, cuyo impacto puede ser previsto, se puede con la anticipación suficiente declarar el estado de alerta y poner en marcha el plan de emergencia que se presentan en forma intempestiva, por lo tanto las alarmas prácticamente no se dan, otros fenómenos naturales y emergencias si pueden ser detectados, se pueden predecir y se pueden realizar los avisos con un sistema eficiente de alarma.

1.11.1. Cronología de las Etapas de un Desastre

La primera fase es la de la alarma, generalmente de duración muy corta (horas). Se inicia con la detección del peligro, o recibo de la información de la

inminencia de la presentación de determinado fenómeno y concluye al declararse el estado de alerta.

Segunda fase o etapa de alerta, es el período que transcurre desde el momento que se declara el estado de alerta; hasta que se presenta el impacto. La duración de esta etapa varía de acuerdo al fenómeno.

Tercera etapa o fase del impacto, es el período en que generalmente se da mayor destrucción, ocurren muertes y traumatismos, prevalece el pánico y el desorden.

Cuarta fase o de emergencia, comprende el período en que se procede a las operaciones de salvamento, administración de los primeros auxilios etc.

Quinta fase o de rehabilitación, ya ha comenzado durante la emergencia y en ella se va dando prioridad a la prestación de servicios habituales indispensables en instalaciones provisionales.

1.12. Predicción de la LLuvia y Riesgo de Inundación

La evaluación del riesgo de inundación se funda principalmente en la predicción de lluvia, aplicable a las zonas en donde el intervalo que separa la lluvia intensa de la inundación, puede ser corto. En otras regiones donde el agua fluye corriente abajo durante muchas horas, o varios días antes de causar daños, la predicción de las inundaciones se funda principalmente en el análisis de las medidas sucesivas del caudal, en distintos puntos a lo largo del río. Entre otros factores importantes, la lluvia total acumulada que ha caído y el estado actual de los ríos en relación con los niveles de inundación.

1.13. Análisis de Vulnerabilidad Líneas de Aducción Reservorios y Redes de Distribución

Con los mapas de microzonificación sísmica y vulnerabilidad al fenómeno "El Niño", se han hallado los mapas de vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

En cada uno de ellos se observan las áreas afectadas por las inundaciones o áreas inundables; las curvas de nivel permiten apreciar las alturas aproximadas de inundación y las zonas que posiblemente serán afectadas por un sismo.

La parte baja de la ciudad antigua constituye un lugar de riesgo potencial, debido a la falta de protección de la margen derecha del río, por donde este se desborda inundando la parte baja de la ciudad.

1.13.1. Inundaciones

Redes de Distribución

En el plano N° 9 de vulnerabilidad se han identificado 5 puntos de peligros :

El punto N°1 la planta de tratamiento en peligro por la variación del cauce del río.

En el punto N°2 la red de distribución es atravesada por la quebrada "El Nieto", que arrastra grandes cantidades de aguas de lluvia produciendo rotura de las tuberías.

El punto N°3 , la red de distribución es altamente vulnerable por la erosión de las lluvias en calles sin asfalto y de material fácilmente erosionable por las aguas de lluvia, y de fuerte pendiente.

El punto N°4 es vulnerable ya que el terreno está en zona plana, ubicada sobre la cota 40.00 m.s.n.m., existen problemas de erosión de suelos por la permanencia de las aguas de lluvias; aquí se encuentra ubicado el reservorio principal de la ciudad, llamado "El tablazo" de 2,500 m³ de capacidad y del tipo apoyado, construido de concreto postensado cuya rigidez favorecería al efecto negativo de las ondas sísmicas.

IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA
DE DISTRIBUCION Y MATRIZ DE IDENTIFICACION DE DAÑOS

COMONENTES DEL SISTEMA	DESASTRES	INUNDACION	TERREMOTO
CONDUCCIONES:			
TRAMO	1-2 Ø 16" A.C. 1085 m. enterrada	X	X
	2-3 Ø 16" 320 m. enterrada	X	X
	3-4 Ø 12" 680 m. enterrada	X	X
RESERVORIOS			
	Reservorio 1: concreto postensado 2,500 m3.	X	X
	Reservorio 2: concreto armado 280 m3.	X	X
	Reservorio 3: concreto armado 550 m3.		X
	Reservorio 4: concreto armado 1,000 m3.		X
ESTRUCTURAS ESPECIALES			
- Válvula reductora de presión A caja de concreto.			
- Estación de medición B estructura de concreto.			
REDES DE DISTRIBUCION			
- Zona de presión 1			
	Línea matriz NDMA.		
	Línea matriz MPO.	X	
	Línea matriz NO.		
	Red: PVC		
- Zona de Presión 4			
	Línea matriz TL		X
	Línea matriz TG	X	X
	Red: PVC	X	X
- Zona de Presión 3			
	Línea matriz JL		X
	Línea matriz LR	X	X
	Línea matriz RS	X	X
	Red: PVC	X	
- Zona de Presión 2			
	Línea matriz JSQ	X	X
	Línea matriz OQ	X	
	Línea matriz JN		
	Red: PVC		
- Zona de Presión 5			
	Línea matriz GJ	X	X
	Línea matriz GHI		
	Línea matriz JND		
	Red: PVC		X
- Zona de Presión 6			
	Línea matriz FE		X
	Línea matriz ECH		
- Zona de Presión 7			
	Línea matriz AB		
	Línea Matriz BC		X
	Línea matriz CHIDM		

ANEXO N°2

ANEXO N°2 PLANEAMIENTO PARA EMERGENCIAS

2.1. Integrantes de la Comisión de Emergencia

- 1.- Gerente General de EMAPATUMBES.
- 2.- Gerente General de ELECTRONOROESTE.
- 3.- Máximo Jefe de la Compañía de Bomberos.
- 4.- Jefe de la Policía local.
- 5.- Director Regional de la División de Ingeniería Sanitaria de salud Pública.
- 6.- El Alcalde de la ciudad y los funcionarios encargados del Departamento de ingeniería y de finanzas del Municipio.
- 7.- Máxima autoridad política local.
- 8.- Ingeniero de la oficina de gobernación.
- 9.- Ingeniero del servicio local de teléfonos.
- 10.- Máximas autoridades locales o regionales de las divisiones de ingeniería de las Fuerzas Armadas.
- 11.- Decano del colegio de ingenieros de la localidad.
- 12.- Funcionario de la dirección de caminos.
- 13.- Máxima autoridad regional de defensa civil.
- 14.- Representantes de agencias internacionales de ayuda.

La comisión de emergencia decidirá en su oportunidad las medidas a tomarse: evacuación de sectores de la población, demolición de viviendas que pongan en peligro la seguridad de sus ocupantes, tendido de un puente provisional en determinada zona, aprobación de una partida extrapresupuestal para adquisiciones de emergencia, coordinación de ayuda del ejército o la marina para cooperar con el mantenimiento y reparación de un determinado servicio, cuyas condiciones de emergencia lo coloquen en primera prioridad.

2.1.1. Integrantes de la Comisión a nivel de empresa

Estará integrada en su totalidad por los funcionarios de la Empresa.

- 1.- Directorio de la Empresa.
- 2.- Gerente General de la empresa local.
- 3.- Gerentes de Operación y Mantenimiento del servicio.

4.- Jefes de Suministros y Finanzas.

5.- Jefe o Gerente de Planificación.

6.- Jefe o Gerente de Diseño o Proyectos.

7.- Gerente de Obras.

8.- Representante del Comité de Evaluación y control del Plan de Emergencia, conformado por un ingeniero de mantenimiento, uno de proyectos y de obras, los que tendrán a cargo la labor de análisis, investigación y evaluación periódica del plan.

2.1.2 Funciones y Atribuciones de la Comisión

- Al directorio le compete dictar las políticas generales de la Empresa para afrontar las emergencias, aprobar el plan de emergencia, presentar al presidente de su comisión ante la comisión de emergencia local, apoyar y aprobar las acciones durante y después de la emergencia.
- Al director o gerente le corresponde implementar el plan, declarar la emergencia, llevar a cabo el seguimiento de las actividades del mismo y presidir la comisión.
- El jefe de planificación tiene la función de coordinar las acciones de los miembros de la comisión, programar de acuerdo con el presidente, las reuniones de la comisión, coordinar la labor del Comité de Evaluación y control del Plan de Emergencia.
- A los jefes de operación y mantenimiento les corresponde la ejecución del plan en los aspectos respectivos tanto en la etapa de alarmas como durante y después de la emergencia, así como de colaborar en la evaluación periódica del plan.
- Al jefe de proyectos le corresponde evaluar los daños de las estructuras mayores, plantear las soluciones de emergencia y de reconstrucción, así como apoyar en la labor de operación y reparaciones de emergencia.
- A los jefes de suministros y finanzas les corresponde adquirir y contratar los recursos y habilitar las bodegas previstas dentro del Plan de Emergencia.
- A la jefatura de obras le corresponde colaborar en la labor de reparaciones, en la puesta en función de las fuentes alternas, y en las obras de reconstrucción con el apoyo de contratistas.
- Al comité de evaluación y control del plan de emergencia le corresponde la responsabilidad de las estructuras, determinar los componentes críticos, formular el plan de emergencia y llevar a cabo la evaluación periódica del mismo, con el fin de actualizarlo corrigiendo los defectos que se fueran identificando.

2.2. Etapas para la Formulación e Implementación de un Plan de Emergencias

Ver figura N°2

Estas etapas consisten en:

1. Identificar las causas y efectos de la emergencia, mediante un plan de acción basado en las causas y efectos potenciales de estas, así como en los recursos disponibles para enfrentarlo.

Las causas pueden deberse a defectos de diseño o de operación del sistema, así como a sucesos naturales incontrolables.

2. El análisis de vulnerabilidad comprende un análisis integral del sistema, para determinar como responderá cada componente de éste ante cada uno de los desastres identificados. En esta etapa se determina la capacidad útil y los componentes del sistema.

3. Acciones a adoptar durante la emergencia, se analizan las actividades que deben programarse para disminuir la vulnerabilidad ante los desastres identificados siendo estas acciones: Previas y de emergencia.

a) Previas.- encaminadas a efectuar un estudio para determinar la organización y recursos para implementar las necesidades del plan.

b) Emergencia.- Se formulará una secuencia ordenada de acciones que deben iniciarse al recibirse la alarma de la inminencia de un desastre natural, o provocado por la mano del hombre.

La secuencia de estas acciones se pueden establecerse en:

- 1) Alarma
- 2) Apertura de los centros
- 3) Dirección del plan de emergencia
- 4) Evaluación de los daños
- 5) Plan específico.

4. Determinación de recursos. Precisar los recursos necesarios para implementar el plan, de acuerdo a la medida en que se piense atenuar la vulnerabilidad del sistema o incrementar su confiabilidad. La etapa inicial será implementada con los recursos disponibles.

Se determinarán las responsabilidades y funciones de cada uno de los miembros, así como las necesidades de personal durante la emergencia para labores de operación, mantenimiento, reparaciones, vigilancia, limpieza de escombros, etc, y los acuerdos que deben establecerse con otras instituciones, o empresas, para establecer programas de ayuda mutua.

FLUJOGRAMA DE ESTUDIO PARA LA FORMULACION DEL PLAN DE ACCION PARA EMERGENCIAS

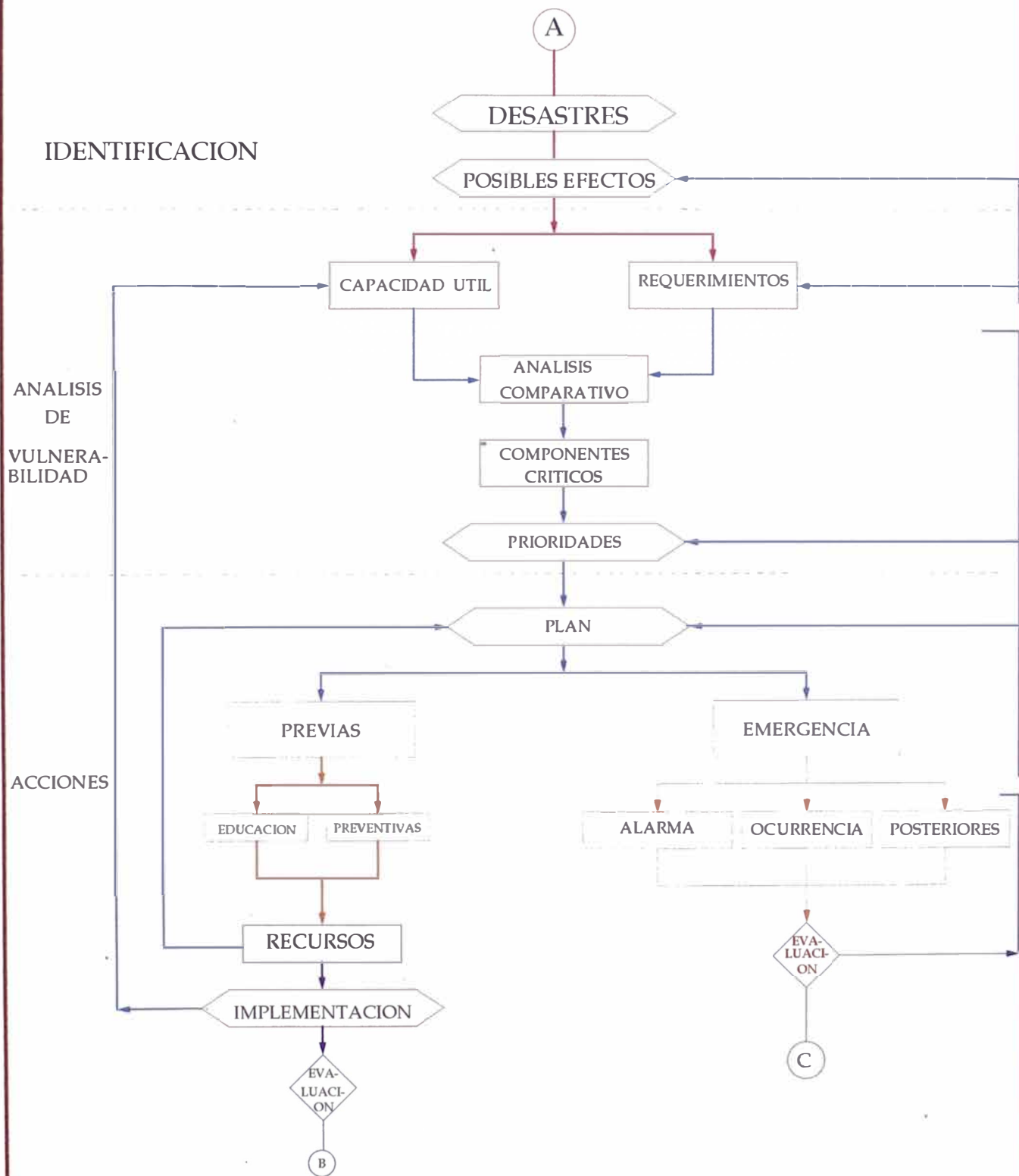


FIGURA N°2

FUENTE: MANUAL DE PREPARACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA AFRONTAR SITUACIONES DE EMERGENCIA. OPS-OMS-CEPIS

5. Formulación del plan.

Elaborar un documento del plan de acción completo a desarrollarse, para ser sometido a la aprobación de la empresa.

2.2.1. Contenido de un Plan de Acción para Emergencias.

Un plan de acción para emergencias debe contener:

1. Justificación: Antecedentes de problemas operacionales y de pérdidas económicas por incidencia y/o intensidad de los desastres naturales.
2. Objetivos.- Indicando incluso etapas para su cumplimiento, de acuerdo a un cronograma tentativo.
- 3.- Análisis de las acciones básicas para la obtención del Plan:
 - Análisis de vulnerabilidad: desastres en la región: Vulnerabilidad del sistema: sismos, inundaciones, otros.
 - Análisis económico: establecimiento de prioridades, fondos disponibles, etapas de implementación.
 - Clasificación de emergencias
 - Implementación del Plan: Comisión de emergencia, Centros de operaciones, Comunicaciones, transporte, almacenes, seguridad y vigilancia, oficina de información al público, personal, archivos y registros técnicos, planes de ayuda coordinada.
 - Planes específicos de emergencia: sismos, inundaciones, sequías, otros.
 - Planes específicos como: falla de la corriente eléctrica, fracaso de la planta de agua, fallas estructurales en presas, estructuras de tratamiento y almacenamiento, líneas de distribución, contaminación química, microbiológica o radiológica.

2.2.1.1. Plan de Abastecimiento de Agua para Emergencias

Este plan tiene como elementos funcionales:

- a) Iniciación de la emergencia. Declaratoria que debe ser solicitada por el comité de emergencia al directorio de la empresa quien declarará el estado de emergencia interna de la empresa basándose en información necesaria y periódica de(SENAMHI, PROYECTO ESPECIAL PUYANGO TUMBES, MINISTERIO DE AGRICULTURA) caudales del río Tumbes y precipitaciones en la zona.
- b) Notificación será de responsabilidad del comité de emergencia.
- c) La implementación del plan consiste en tres etapas:
 1. **Etapa de alerta** es la etapa en que la empresa de agua potable, la operaciones de comercio, la industria y estatales deben estar coordinadas para controlar la eficiencia de su sistema de almacenamiento y distribución de agua.

La empresa de agua potable debe ser instruída para controlar la captación de agua cruda del "puente Viejo", las estaciones de bombeo de agua para Tumbes, Corrales, La Cruz y Zorritos, y de la propia captación y otras instalaciones para asegurar un mínimo de pérdidas de agua en la operación del sistema, acelerar el monitoreo de la demanda de agua de bebida e incrementar la revisión de información sobre pronósticos del clima.

- **Etapa de restricciones** .- Orientar a la limitación voluntaria del consumo de agua.
- **Etapa de Emergencia** .- En esta etapa las medidas de restricción voluntarias se convierten en obligatorias, que son puestas en vigor por los inspectores de la empresa de agua.

2.2.2. Evaluación de Daños

Con los informes de los daños se cuantificará la capacidad útil remanente del sistema. en el sistema para suministrar agua, y brindar la información necesaria para la toma de decisiones con respecto a las medidas de emergencia para el abastecimiento y para priorizar las reparaciones.

El Plan de Emergencia debe tener establecidos claramente los procedimientos, las unidades y los funcionarios que tienen a su cargo la responsabilidad de la inspección de las estructuras, la evaluación y el informar al control Central Operativo de Emergencia sobre los mismos.

La metodología para la evaluación de los daños y del impacto de los mismos en el sistema, con los datos reales obtenidos de los reportes de los daños, para evaluar éstos, se emplearán las matrices de impacto. Esta evaluación debe llevarse a cabo en el menor tiempo posible, y los procedimientos para que la información llegue al centro de control, y la metodología para el procesamiento de los informes de daños, con el objeto de determinar la capacidad remanente y las necesidades de abastecimiento.

2.2.3. Información General de la Emergencia

Inmediatamente ocurrido el impacto, el Centro de Operaciones deberá informarse sobre la situación general del área. Es necesario verificar la gravedad de la situación con los organismos oficiales que tienen a su cargo la coordinación de todas las actividades de emergencia, como son Defensa Civil y otras instituciones.

Toda la información será vertida en un plano general del área afectada , y pegarse en la pared del centro de emergencia. Teniendo claves de colores para cada uno de los sistemas y tipos de daños, y que servirán para ir preparando un cuadro de la

situación que será muy valioso para el planeamiento de las acciones que adoptará la empresa durante la emergencia.

2.2.4. Comunicación Dentro de la Empresa

La primera actividad a realizarse en el centro de Emergencia, en el Centro Alterno y en todos los centros de comunicaciones, consiste en rehabilitar el sistema de comunicaciones de la empresa. De inmediato deberá establecer contacto con el Centro Alterno, con los Centros de comunicaciones y con las plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, tanques y otras instalaciones, en el orden que indique el procedimiento del Plan de Emergencia a fin de obtener los primeros informes de la situación en las instalaciones, y de informarse si se han iniciado los procedimientos para la situación de emergencia que establece el Plan.

2.2.5. Organización para la Evaluación de Daños

Se asignarán áreas a los Centros de Comunicación, de tal manera que desde estos se organice la inspección y evaluación de los daños en los sistemas. Los límites de áreas entre Centros se establecerán considerando a cual centro le es más fácil inspeccionar determinada área, en función básicamente de los recursos asignados al centro y de la vulnerabilidad de las vías de transporte del centro hacia cada área.

2.2.6. Procedimiento para la Inspección

El Plan de Emergencia debe establecer los procedimientos de inspección para cada estructura. Estos procedimientos deben contener:

- a. Funcionario responsable de la inspección y personal que conforma el grupo de inspección.
- b. Rutas principales y alternas para llegar a las instalaciones.
- c. Procedimientos para la inspección inicial luego de una emergencia, funcionarios a cargo, informe preliminar al funcionario responsable de la inspección y el Centro de Emergencia.
- d. Procedimiento para la inspección subsecuente durante y después de la emergencia y para los informes al Centro de Emergencia.
- e. Responsables de mantener actualizados los procedimientos, de distribuirlos y de capacitar personal responsable de la ejecución de los mismos.
- f. Procedimientos para informar los resultados de las inspecciones.

2.2.7. Procedimientos de Seguridad para las Estructuras

Deben establecerse y mantenerse actualizados los procedimientos de seguridad para las estructuras, que estén íntimamente ligados con el vaciado de agua en caso de emergencia. En este plan deben tenerse en cuenta los tiempos de vaciado, los mapas de posible inundación por falla y por vaciado.

Con el procesamiento de los informes de daños se cuantificará la capacidad útil remanente en el sistema para suministrar agua, determinar las necesidades de agua por zonas, y brindar la información necesaria para la toma de decisiones con respecto a las medidas de emergencia para el abastecimiento y para priorizar las reparaciones.

2.2.8. Planos de Ubicación de Daños

Mapas a escala 1:12500 y 1:50000. Estos consisten en los planos de tuberías con sus respectivas válvulas, delimitación de las zonas de presión y de abastecimiento, y las referencias más notorias. Las fuentes alternas de abastecimiento irán con un determinado color.

2.2.9. Matrices del Impacto, Capacidad Remanente y Necesidades por Zonas

En dichas matrices se anotan, de acuerdo con los informes de daños, los tiempos de rehabilitación para cada componente del sistema, y los tiempos de rehabilitación compuestos para el sistema. Esta matriz tiene las ventajas que se puede ir actualizando conforme se van llevando a cabo las reparaciones, y estableciendo la diferencia entre el abastecimiento remanente y el requerimiento mínimo. Los datos de la red anotados: kilometraje, número de conexiones y población equivalente, definen el área y la población a abastecerse. La capacidad remanente de cada componente se anota sobre los tiempos de rehabilitación

2.2.10. Acciones Previas a un Posible Desastre

Las acciones previas son el conjunto de actividades que deben llevarse a cabo con anterioridad a la emergencia, son encaminadas a pronosticar la vulnerabilidad del sistema, detectando los componentes críticos del mismo, planteando y priorizando aquellas soluciones que eliminen, o al menos mitiguen los efectos de la emergencia.

Son las actividades destinadas a planear y organizar la propia empresa, para hacer frente al problema de abastecimiento de agua de toda la comunidad, durante y después de la emergencia hasta restablecer completamente el servicio.

Están orientadas a coordinar con otros sistemas de agua potable o con otras instituciones como Defensa Civil, Policía, Bomberos, etc. los planes de acción conjunta

mediante los cuales la comunidad organizada hará frente en forma efectiva a las emergencias.

La planificación o acciones previas a la ocurrencia de emergencias tienen los siguientes objetivos:

- a. Identificar las posibles emergencias y desastres y las áreas de riesgo en la zona en cuestión.
- b. Llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad para el sistema.
- c. Analizar los componentes críticos, plantear las alternativas de solución y establecer la factibilidad técnica y económica de las mismas.
- d. Planificar dentro de la empresa, las actividades operativas para hacerle frente a las emergencias.
- e. Confeccionar, ejecutar, actualizar y evaluar el cronograma de implementación de acciones previas estableciendo las actividades, prioridades, tiempos de ejecución y costos.
- f. Elaborar, implementar y evaluar periódicamente el plan de emergencia.

El análisis de vulnerabilidad de un sistema de agua potable y la aplicación a los diferentes componentes del mismo, incluyendo el componente operativo, de mantenimiento y de servicio de la empresa, constituye la primera etapa de las acciones previas.

El tiempo de rehabilitación "Tr" se ha establecido como parámetro de medición de vulnerabilidad. Este tiempo es expresado en días y es necesario para rehabilitar en forma parcial o en su totalidad del componente, es función tanto de la magnitud del daño y de la facilidad de acceso al sitio durante la emergencia y disponibilidad de los recursos de la empresa para la rehabilitación.

Los componentes críticos serán aquellos cuyos tiempos de rehabilitación serán mayores o más vulnerables, deberá dárseles a estos mayor atención en el planeamiento previo para afrontar emergencias y durante la ocurrencia de la misma, si no se hubiesen tomado las medidas previas de protección.

Una vez determinada la vulnerabilidad de un componente crítico se estudian y analizan las alternativas posibles para eliminar o disminuir su vulnerabilidad.

A continuación se presentan tres ejemplos; para cada componente afectado se ha realizado el análisis de vulnerabilidad a las inundaciones y se dan alternativas de solución para cada uno de los componentes críticos.

Ejemplo N°1

ANALISIS DE VULNERABILIDAD Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA COMPONENTES CRITICOS

HOJA
P=1

EMERGENCIA SUPUESTA:

Intensas lluvias, con duración de 3-4 meses, produciendo grandes avenidas en el río Tumbes provocando inundaciones que alcanzarán niveles de agua de 1-1,5 m. en las zonas bajas causando problemas en la captación de agua cruda durante y después de estas avenidas.

DESCRIPCION DEL COMPONENTE:

Caseta construida de concreto armado, sobre una pequeña formación rocosa, en la cota 8.00 m.s.n.m., consta de dos niveles donde están ubicados los equipos de bombeo con sus respectivas tuberías de succión de fierro, los tableros de control eléctrico se encuentran ubicados en el segundo nivel y las 2 tuberías de impulsión de agua cruda que van hacia la planta de Tratamiento.

EFFECTOS SOBRE EL COMPONENTE:

Obstrucción de las canastillas de succión o en el peor de los casos, el alejamiento del cauce del río hacia la margen izquierda quedando esta captación inoperativa.

$$Tr = 3$$

$$Trc = 5$$

ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

1. Cambio de las tuberías de succión por tuberías flexibles.
2. Adquisición de equipo eléctrico de emergencia.
3. Protección o enrocado de la margen izquierda del río.

MEDIDAS DE EMERGENCIA:

Distribución de agua en camiones cisternas del ejército, provenientes de los pozos Andrés Araujo y Lishner Tudela.

Ejemplo N° 2

ANALISIS DE VULNERABILIDAD Y ALTERNATIVAS

DE SOLUCION PARA COMPONENTES CRITICOS

HOJA
P=2

EMERGENCIA SUPUESTA:

Períodos de turbiedades elevadas en el agua del río, causadas por deslizamientos en las márgenes del mismo debidos a las fuertes lluvias.

DESCRIPCION DEL COMPONENTE:

Planta de Tratamiento de 320 litros por segundo, floculadores hidráulicos, pre-sedimentadores, sedimentadores, decantadores y filtros. El laboratorio cuenta con turbidímetro, comparador de cloro y cristalería menor.

EFFECTOS SOBRE EL COMPONENTE:

Debido a las altas turbiedades la planta de tratamiento produce agua de baja calidad, y cantidad limitada, ya que se tiene que cerrar el ingreso de agua cruda por las grandes cantidades de lodo; la carrera de los filtros disminuye y los operadores en general no están capacitados adecuadamente para enfrentar esta situación

ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

1. Dotar al laboratorio Central de EMAPATUMBES de equipo de laboratorio adecuado tal como equipo de prueba de jarras.
2. Capacitar a los operadores en el uso de este equipo y en la operación de la planta, ante las calidades de agua esperadas.

MEDIDAS DE EMERGENCIA:

Como medida de emergencia a corto plazo se propone que la operación de la planta sea auxiliada por el personal profesional de la empresa.

Ejemplo N° 3

<u>ANALISIS DE VULNERABILIDAD Y ALTERNATIVAS</u> <u>DE SOLUCION PARA COMPONENTES CRITICOS</u>		HOJA P=3
<u>EMERGENCIA SUPUESTA:</u>	Falta de sulfato de aluminio.	
<u>DESCRIPCION DEL COMPONENTE:</u>	Planta de Tratamiento de la empresa que requieren 3,000 toneladas de sulfato de aluminio al año.	
<u>EFECTOS SOBRE EL COMPONENTE:</u>	No se puede llevar a cabo el tratamiento.	
<u>ALTERNATIVAS DE SOLUCION:</u>	<ol style="list-style-type: none">1. Optimizar el uso del sulfato, determinando y aplicando las dosis óptimas mínimas necesarias.2. Realizar un análisis a fondo del problema y establecer un cronograma de compras con holguras suficientes.	
<u>MEDIDAS DE EMERGENCIA:</u>	Resolver la emergencia actual con una compra directa. Utilizar cloruro férrico	

APENDICES

APENDICE A

PROMEDIOS MENSUALES EFICIENCIAS DE FILTRACION

(AÑO 1989)

MES	Ua	Ue	Ef
ENERO	41.00	4.80	88.30
FEBRERO	38.00	4.50	88.20
MARZO	29.50	4.70	84.10
ABRIL	22.90	4.90	78.60
MAYO	8.00	4.80	40.00
JUNIO	6.20	3.50	43.50
JULIO	6.20	3.10	50.00
AGOSTO	6.70	2.60	61.20
SETIEMBRE	5.90	2.30	61.00
OCTUBRE	5.70	2.50	56.10
NOVIEMBRE	5.60	2.80	50.00
DICIEMBRE	25.00	5.00	80.00

FORMULA $Ef = \frac{Ua - Ue}{Ua} \times 100$

Con:

Ef = Eficiencia (%)

Ua = Unidades de Turbidez Nefelométricas

Ue = Unidades de Turbidez Nefelométricas

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE B

PROMEDIOS MENSUALES EFICIENCIAS DE FILTRACION

(AÑO 1990)

MES	Ua	Ue	Ef
ENERO	17.80	5.00	71.90
FEBRERO	19.60	6.00	69.40
MARZO	17.20	5.00	70.90
ABRIL	28.50	6.00	79.00
MAYO	21.00	7.90	62.40
JUNIO	14.80	7.50	49.30
JULIO	10.20	4.50	55.90
AGOSTO	12.20	6.00	50.80
SETIEMBRE	10.90	6.00	45.00
OCTUBRE	9.40	2.30	75.50
NOVIEMBRE	9.20	3.50	62.00
DICIEMBRE	9.90	2.30	76.80

FORMULA $Ef = \frac{Ua - Ue}{Ua} \times 100$

Con:

Ef = Eficiencia (%)

Ua = Unidades de Turbidez Nefelométricas

Ue = Unidades de Turbidez Nefelométricas

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE C

PROMEDIOS MENSUALES EFICIENCIAS DE FILTRACION

(AÑO 1991)

MES	Ua	Ue	Ef
ENERO	24.90	5.20	79.10
FEBRERO	31.40	14.90	52.50
MARZO	13.30	4.30	667.70
ABRIL	15.00	5.00	66.70
MAYO	14.20	8.70	38.70
JUNIO	6.60	3.60	45.50
JULIO	10.00	4.50	55.00
AGOSTO	11.00	4.50	59.10
SETIEMBRE	8.70	4.90	43.70
OCTUBRE	9.80	5.20	46.90
NOVIEMBRE	9.60	5.00	47.90
DICIEMBRE	14.80	6.00	59.50

FORMULA $Ef = \frac{Ua - Ue}{Ua} \times 100$

Con:

Ef = Eficiencia (%)

Ua = Unidades de Turbidez Nefelométricas

Ue = Unidades de Turbidez Nefelométricas

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE D

PROMEDIOS MENSUALES EFICIENCIAS DE FILTRACION

(AÑO 1992)

MES	Ua	Ue	Ef
ENERO	15.90	6.00	62.30
FEBRERO	22.10	7.40	66.50
MARZO	25.80	9.00	65.10
ABRIL	19.90	6.90	65.30
MAYO	22.50	6.00	73.30
JUNIO	17.90	6.00	66.50
JULIO	17.60	3.00	83.00
AGOSTO	17.80	5.00	71.90
SETIEMBRE	13.60	5.00	63.20
OCTUBRE	14.20	4.50	68.30
NOVIEMBRE	14.50	4.50	69.00
DICIEMBRE	15.70	5.60	64.30

FORMULA $Ef = \frac{Ua - Ue}{Ua} \times 100$

Con:

Ef = Eficiencia (%)

Ua = Unidades de Turbidez Nefelométricas

Ue = Unidades de Turbidez Nefelométricas

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE E
VOLUMEN CAPTADO Y DESINFECTADO 1992

LOCALIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB
PTA.TRATAMIEN												
VOL..CAPTADO	487,855	484,493	367,411	257,374	485,641	529,544	557,628	568,302	591,152	612,548	594,208	570,714
VOL.DESINFECT	480,695	477,288	360,704	251,772	478,168	522,051	549,383	560,228	528,589	603,463	585,449	562,340
P. HOSPITAL												
VOL..CAPTADO	25,596	28,706	27,151	16,070	27,994	29,160	28,642	21,578	29,743	30,391	30,002	25,596
VOL.DESINFECT	12,798	14,353	13,575	8,035	13,997	14,580	14,321	10,789	14,871	15,195	15,001	12,798
SAN JACINTO												
VOL..CAPTADO	16,819	20,045	6,336	7,315	20,448	19,238	19,066	17,741	19,181	20,333	20,621	20,045
VOL.DESINFECT	16,819	20,045	6,336	7,315	20,448	19,238	19,066	17,741	19,181	20,333	20,621	20,045
S.JUAN VIRGE												
VOL.CAPTADO	17,979	17,979	12,298	8,532	13,014	25,502	22,248	26,833	22,563	22,626	22,149	23,013
VOL.DESINFECT	17,979	17,979	12,298	8,532	13,014	25,502	22,248	26,833	22,563	22,626	22,149	23,013

Enero a Diciembre: San Juan de la Virgen y San Jacinto utilizó pastillas de cloro.

Enero a Diciembre: Pampas de Hospital utilizó Hipoclorito de calcio.

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE F

VOLUMEN CAPTADO Y DESINFECTADO 1993

LOCALIDA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB
PTA.TRATAMIE												
VOL.CAPTADO	526,810	419,617	532,403	407,365	406,960	522,411	480,385	515,677	535,580	640,105	614,583	563,498
VOL DESINFECT	517,791	412,196	523,980	400,257	408,042	515,088	476,407	513,627	529,395	630,337	588,623	555,035
P DE HOSPITAL												
VOL CAPTADO	28,447	20,477	31,687	28,577	29,419	25,790	30,002	21,542	20,505	32,206	29,805	31,039
VOL DESINFECT	24,224	10,234	15,843	14,288	14,709	12,895	18,001	10,771	10,252	16,103	14,902	15,519
SAN JACINTO												
VOL CAPTADO	18,835	14,515	19,469	14,918	14,803	20,620	21,398	31,687	29,937	20,678	20,736	----
VOL DESINFECT	18,835	14,515	19,469	7,459	7,401	10,310	10,699	15,843	14,968	10,339	10,368	----
SAN J VIRGEN												
VOL CAPTADO	19,089	20,111	23,591	13,369	22,032	22,330	22,588	25,218	26,487	27,963	20,009	28,185
VOL DESINFECT	19,089	20,111	23,591	6,684	11,016	11,165	11,294	12,609	13,243	13,981	10,004	14,092

Enero a Marzo: San Juan y San Jacinto utilizaron pastillas de cloro

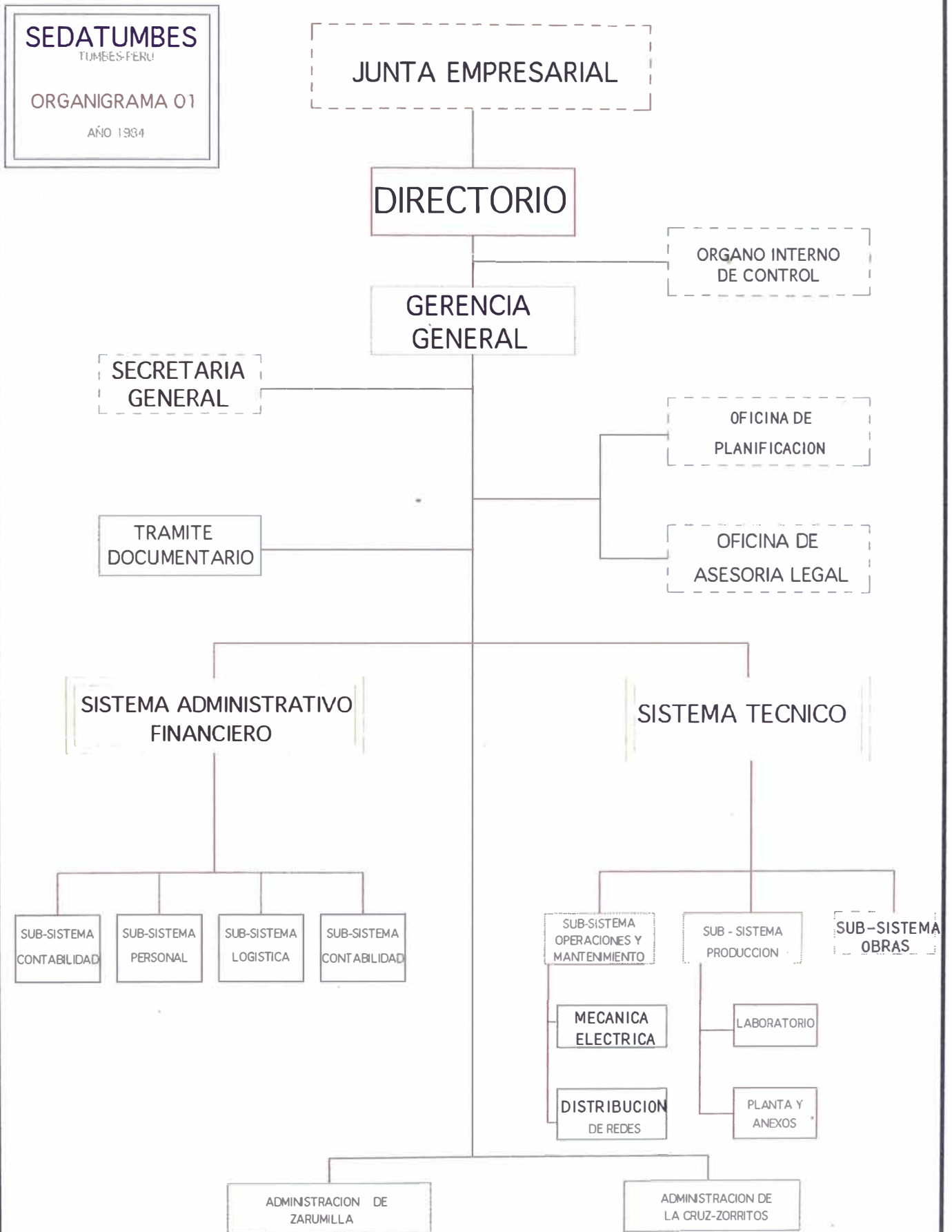
Abril a Diciembre: San Juan y San Jacinto utilizaron HTH (Hipoclorito de calcio)

Enero a Diciembre: Pampas de Hospital utilizó Hipoclorito de Calcio.

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

APENDICE G

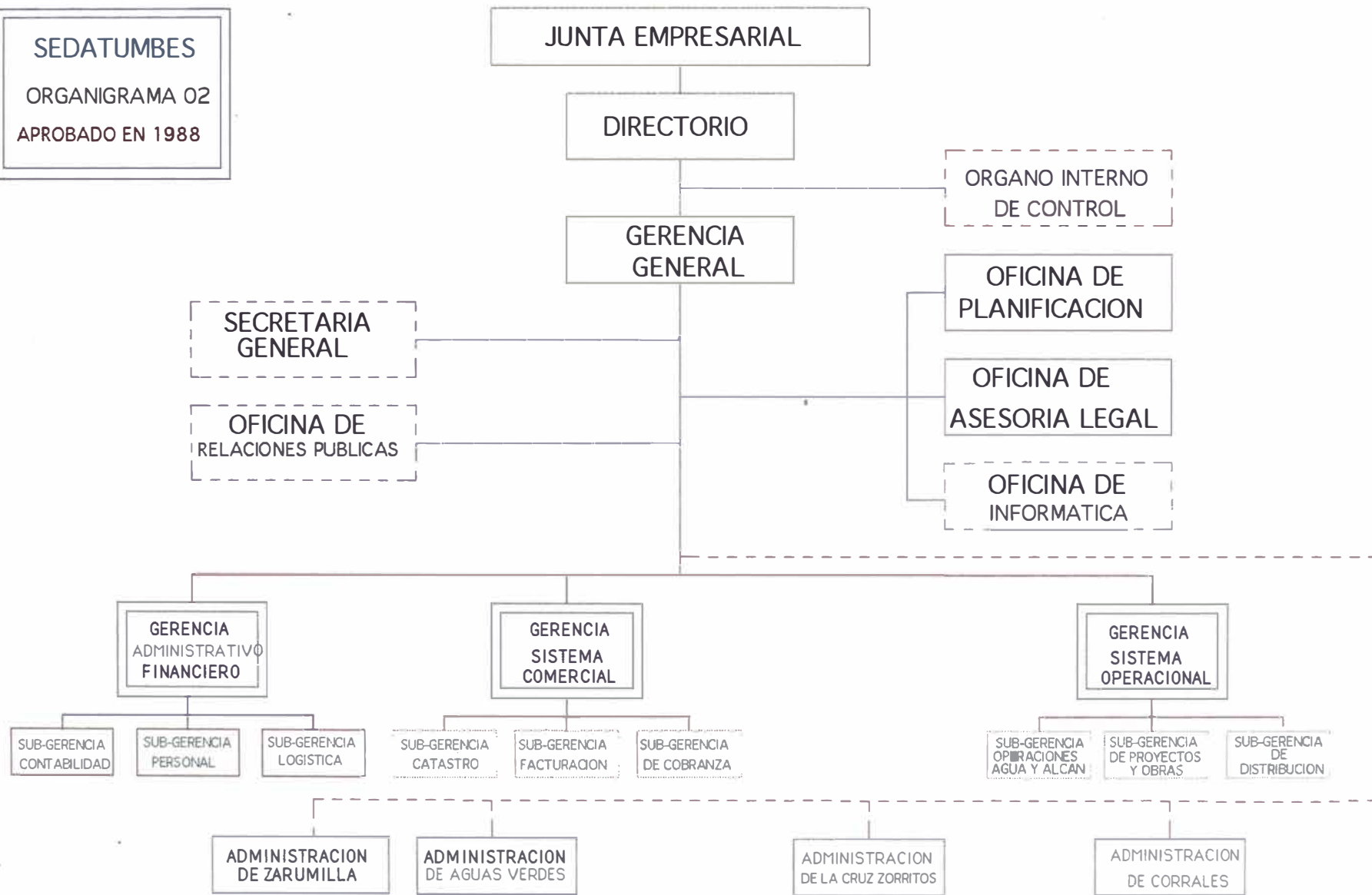
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL



ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL

APENDICE H

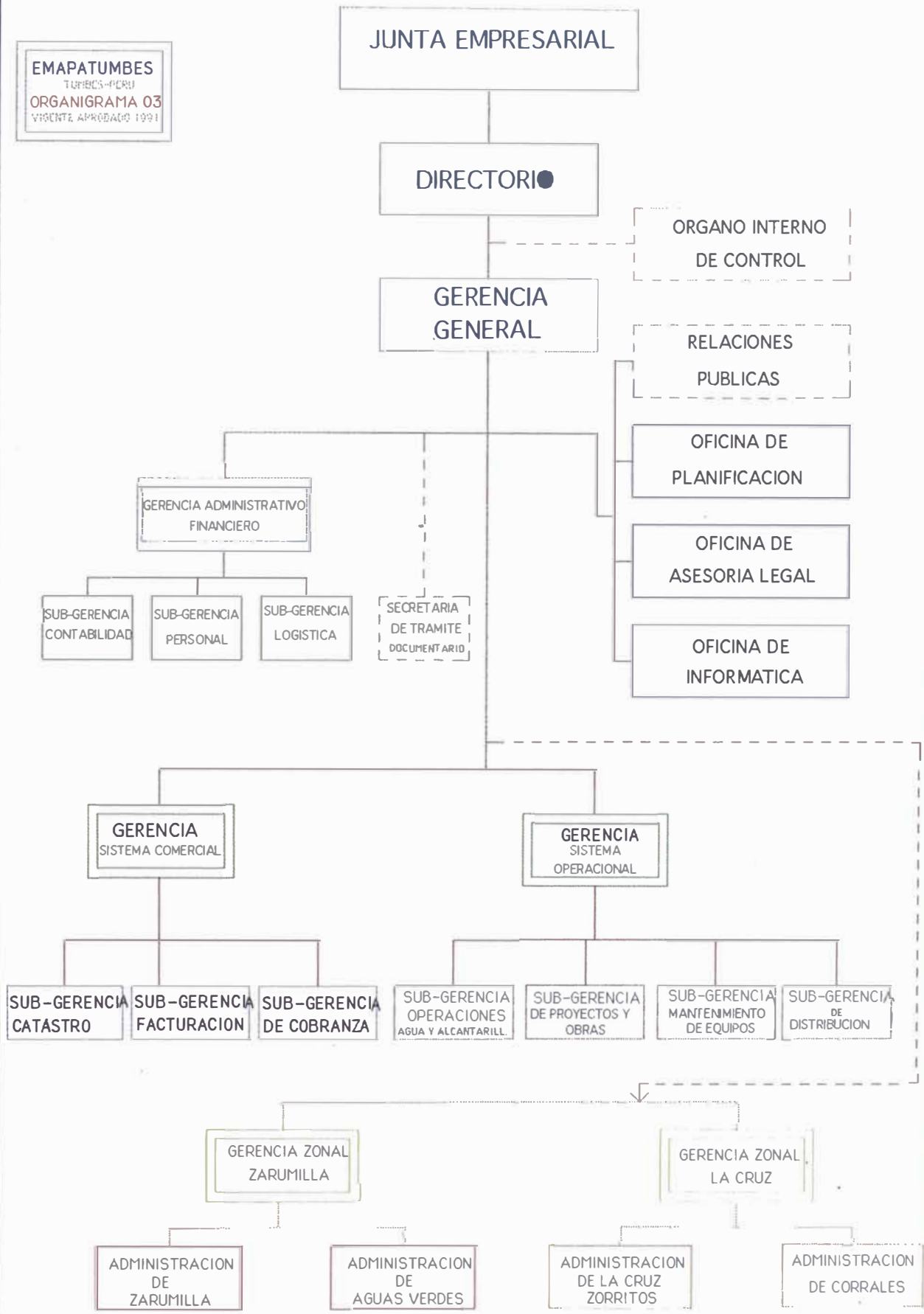
SEDATUMBES
ORGANIGRAMA 02
APROBADO EN 1988



ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL

APENDICE I

EMAPATUMBES
TURBES-PERU
ORGANIGRAMA 03
VIGENTE APROBADO 1991



FOTOGRAFIAS

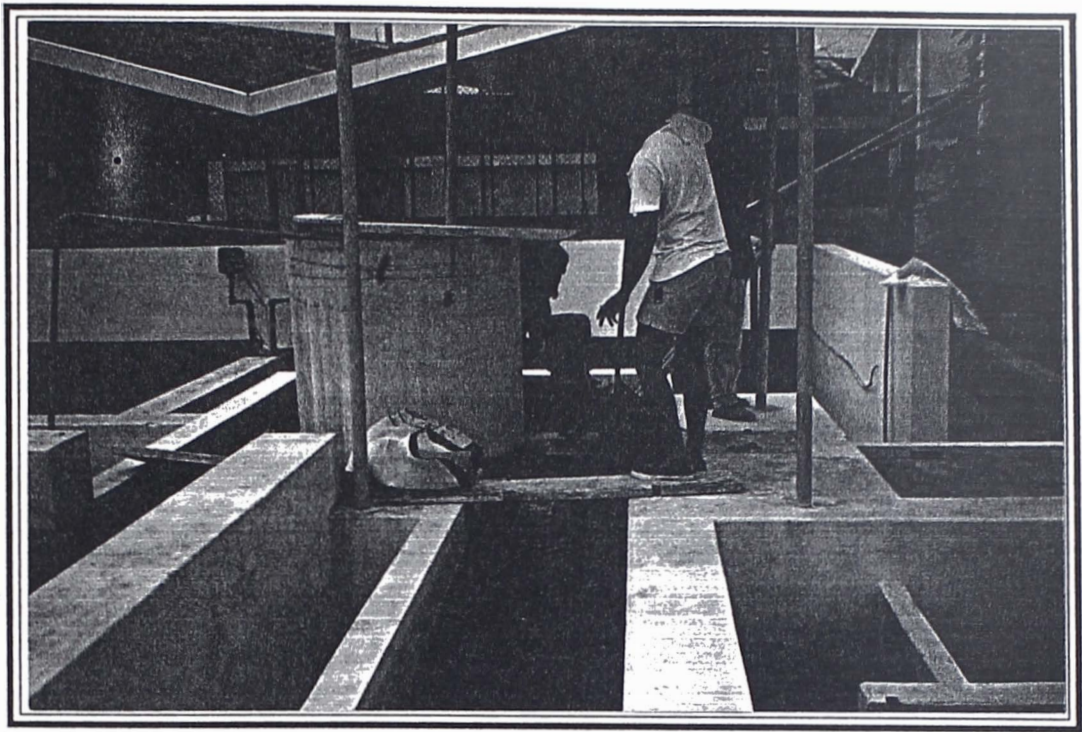


Foto 1: SISTEMA DE MEZCLA RAPIDA, actualmente consiste de un mezclador mecánico de paletas y un dosificador de emergencia.



Foto 2: FLOCULADOR PLANTA NUEVA, vista de los compartimentos que conforman este floculador del tipo hidráulico. El ingreso es a través de una compuerta de hierro ubicada en el canal de ingreso.

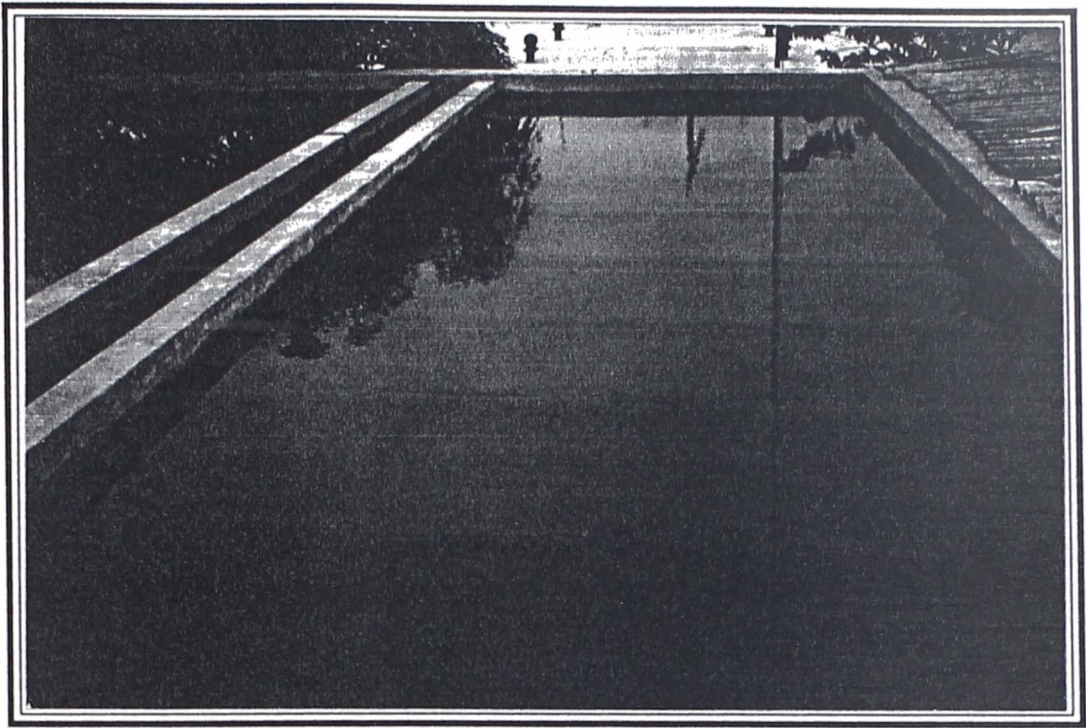


FOTO 3: PLANTA PULSATOR: Cuenta con un Decantador Pulsator hacia donde llega el agua luego de ser tratada en los sedimentadores.

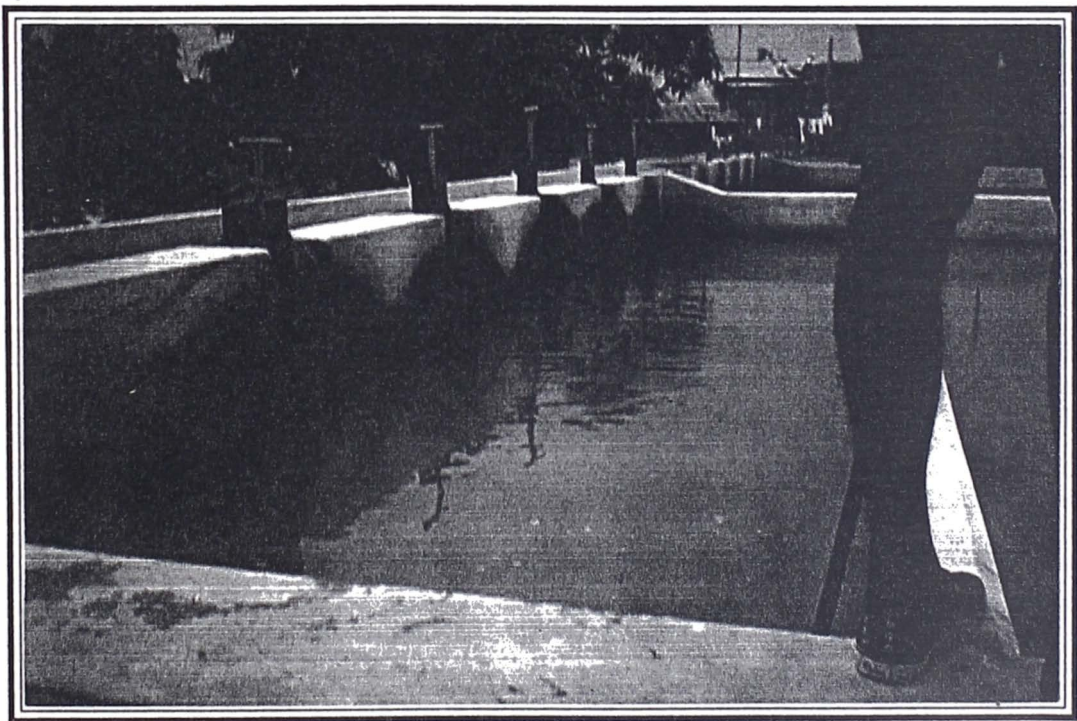


Foto 4: Aspecto que presentan los PRE-SEDIMENTADORES de la Planta Nueva, con sus respectivas compuertas de ingreso de agua cruda (6 por unidad).

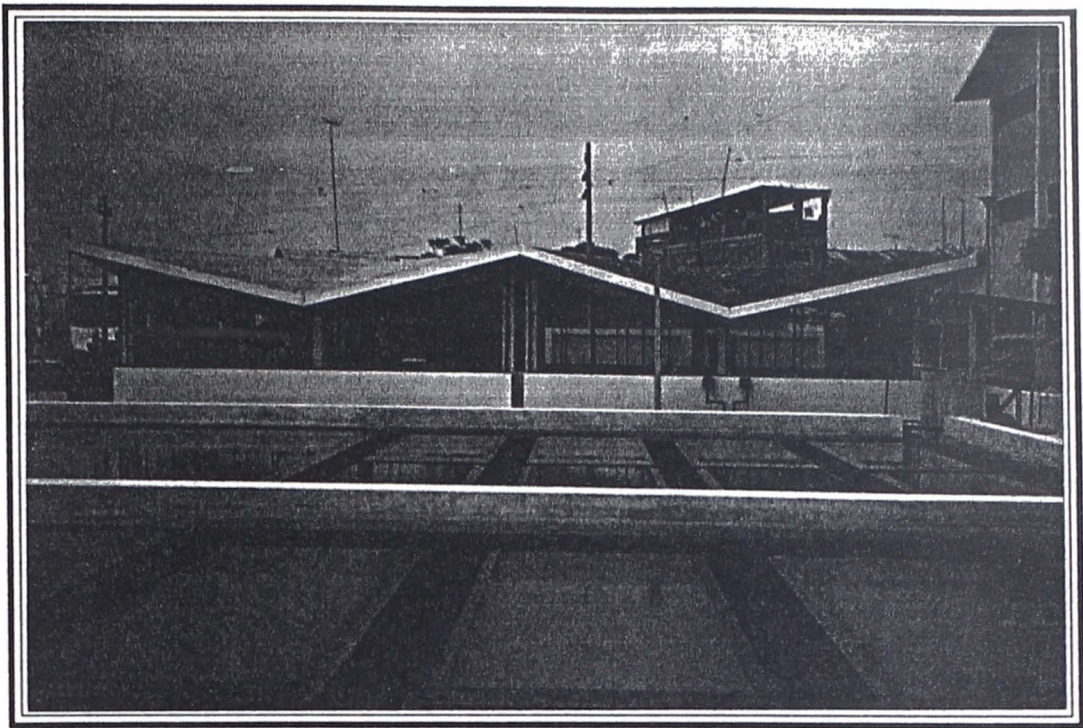


Foto 5 : En primer plano se aprecian los SEDIMENTADORES de la Planta Nueva y al fondo la sala de control de válvulas de los filtros.

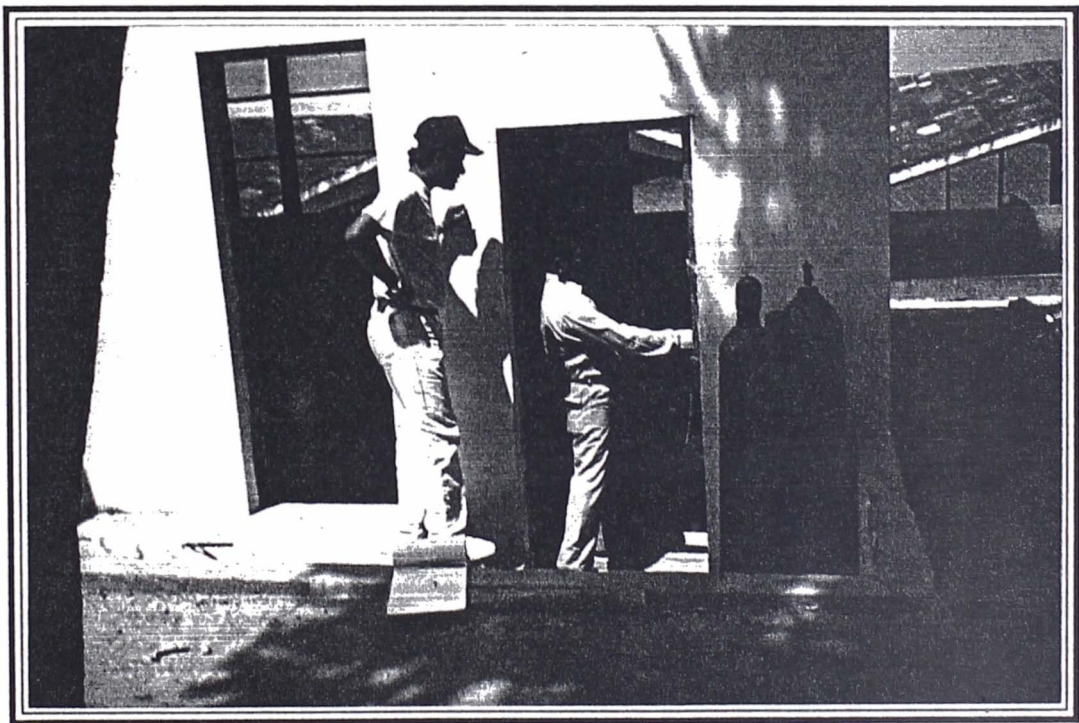


Foto 6: Técnico controlando la cloración; se puede apreciar que los balones de cloro de cloro gas permanecen a la intemperie debido a la falta de espacio en la sala de cloración de la Planta Antigua.

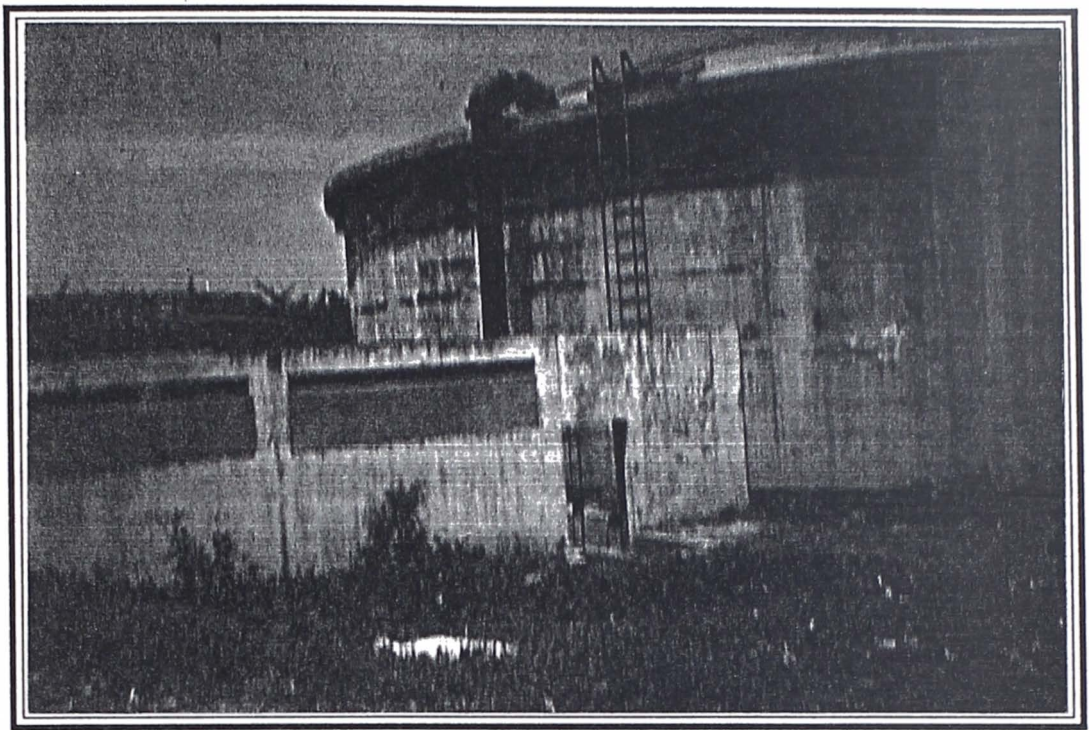


FOTO 7: Reservorio "El Tablazo": 2,500 m³ de capacidad, se encuentra ubicado en la cota más alta de la ciudad de Tumbes abasteciendo a gran parte de la ciudad antigua y a las partes altas. Este reservorio tiene una antigüedad de 6 años (1988-1994).

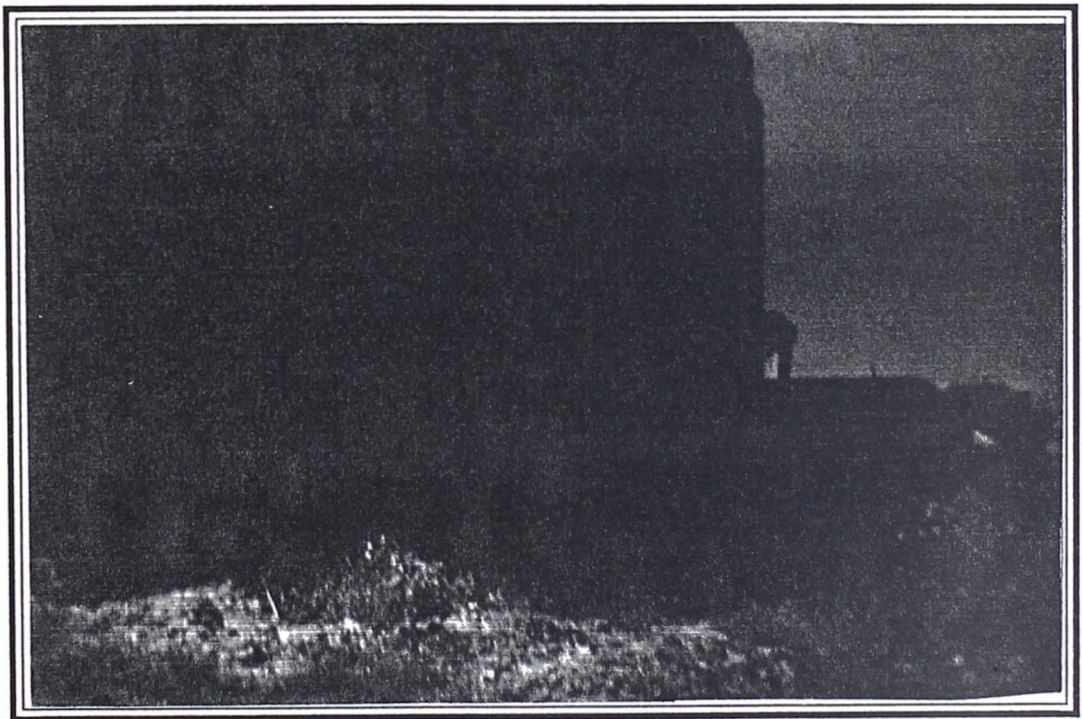


Foto 8: Reservorio apoyado "ANDRES ARAUJO" de 550 m³ de capacidad, al igual que los otros reservorios el área donde se encuentra no ha sido cercada, convirtiéndose en letrina y botadero de basura .

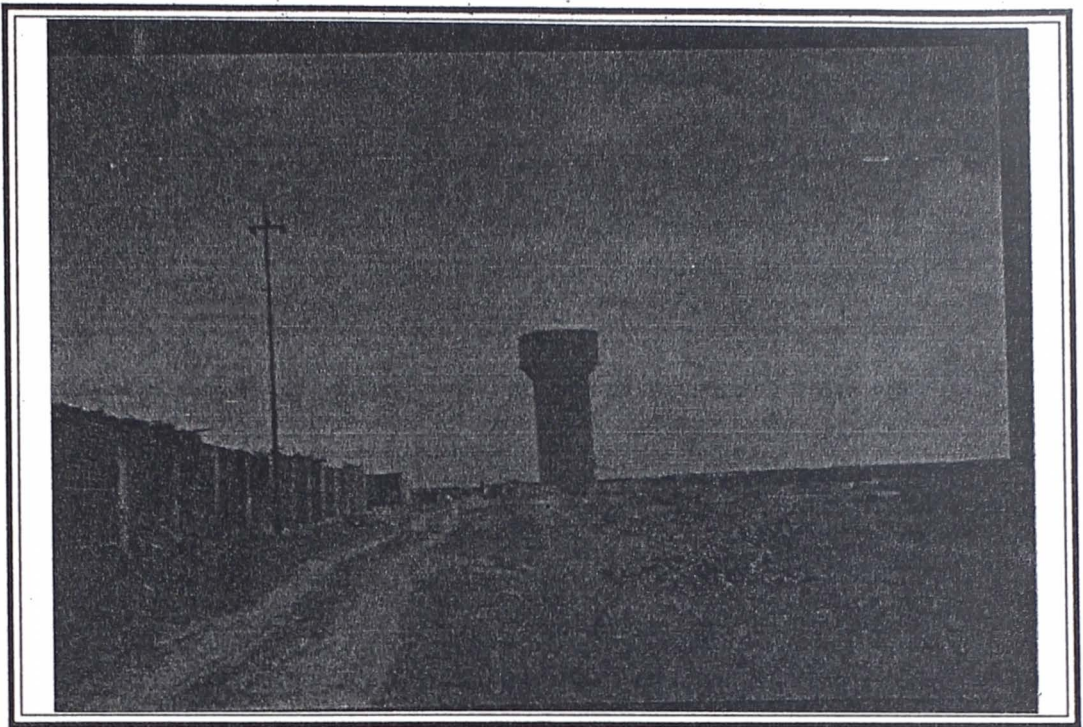


Foto 9: Reservorio elevado de 1,000m³ de capacidad "LISHNER TUDELA", es el único de este tipo en el distrito de Tumbes, su capacidad es suficiente para abastecer a las poblaciones aledañas.

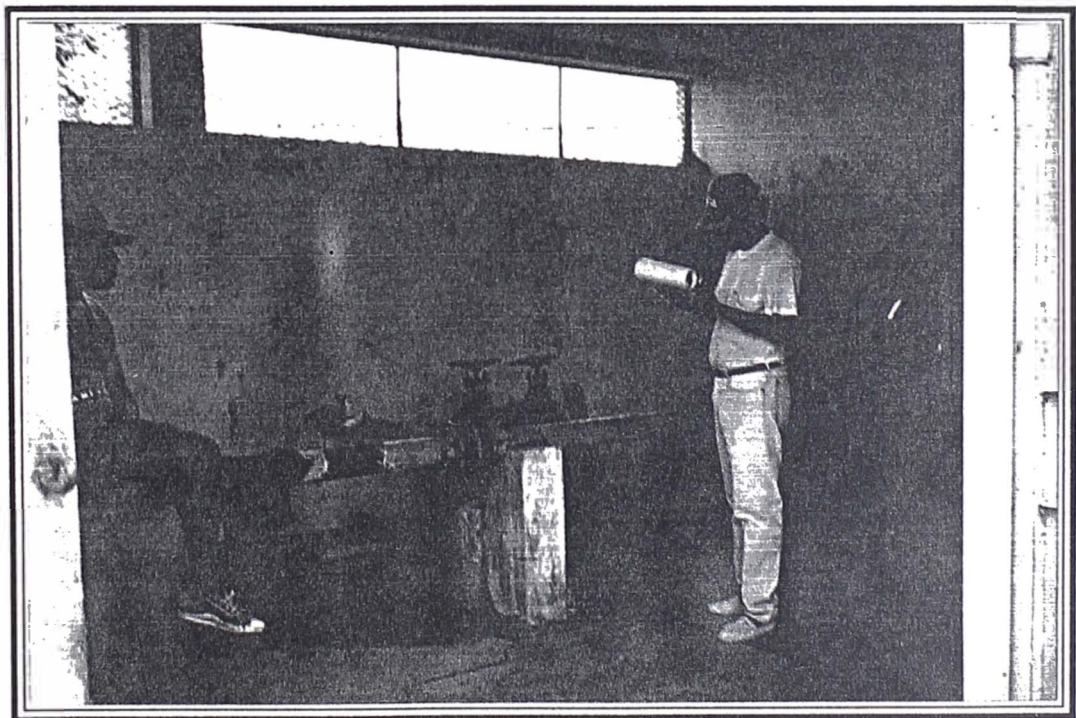


Foto 10: Caseta de Bombeo y Pozo "PUYANGO", en esta caseta se aprecia en el piso las rajaduras producidas por el golpe de ariete dentro de las tuberías de impulsión.

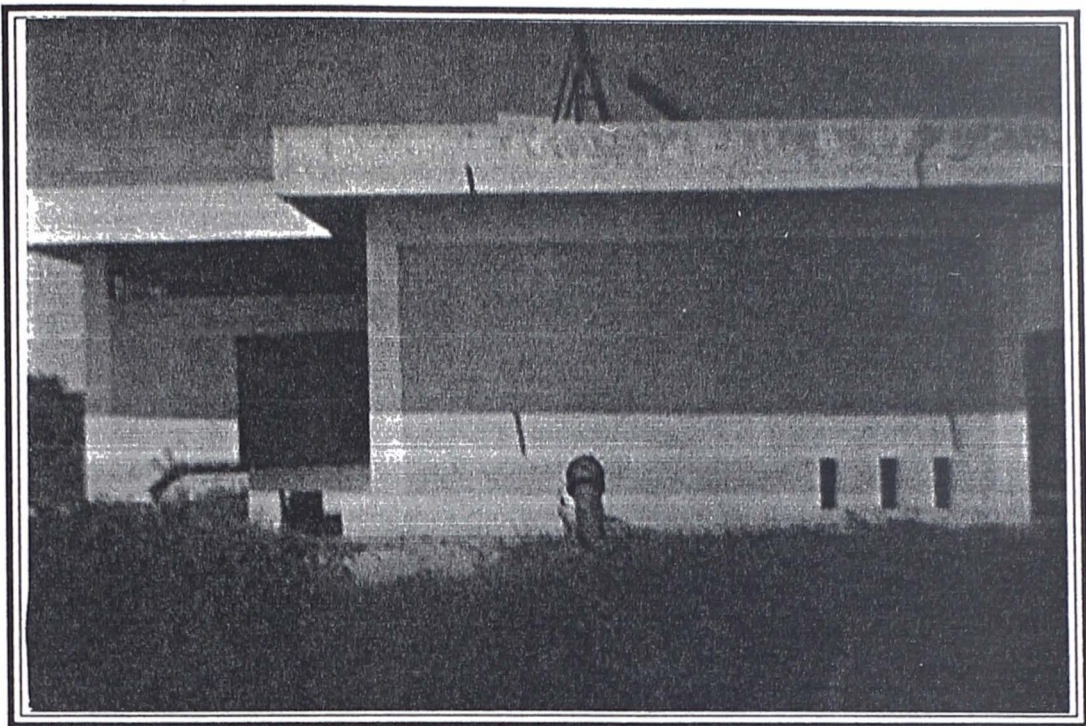


Foto 11 : Caseta de Bombeo y pozo "LISHNER TUDELA", cuenta con grupo electrógeno de emergencia. A pesar de su reciente inauguración, luego de solo 4 meses de funcionamiento surgieron desperfectos debido a que el cable eléctrico que hace funcionar el equipo de succión era muy corto . En la actualidad funciona con 11 tubos de succión menos habiendo disminuído la producción de agua de este pozo.

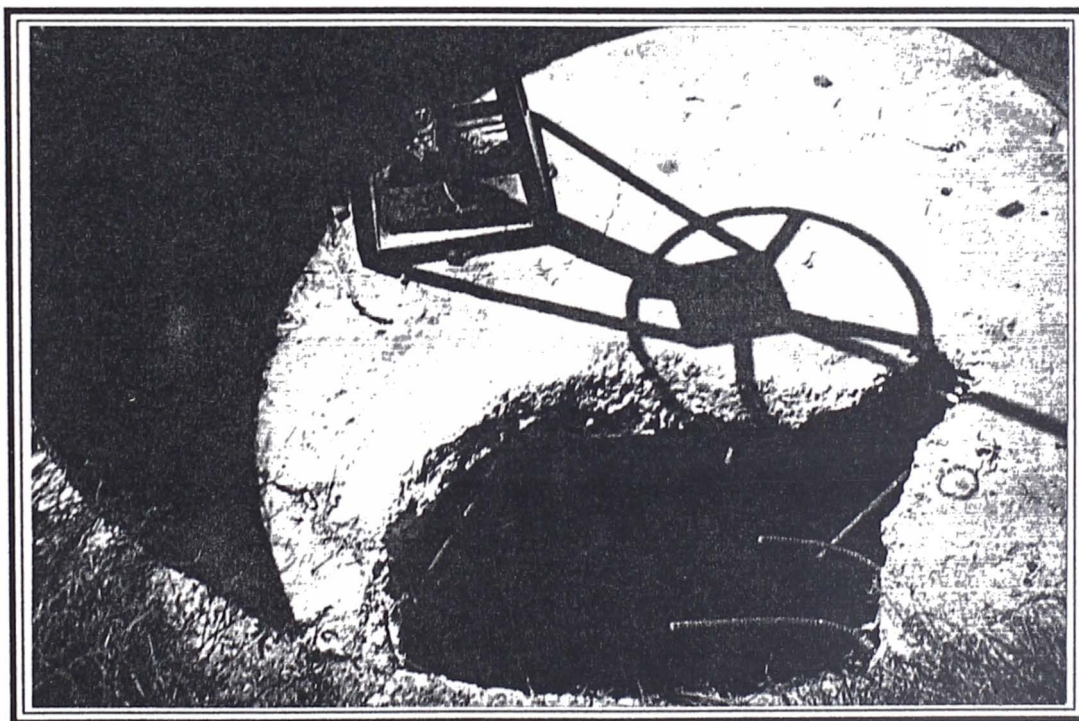


Foto 12 : Buzón de inspección de la cámara de Bombeo de Desagües N°1.



Foto 13 : Cámara de Bombeo de Desagües N°2: Esta caseta no cuenta con las estructuras adecuadas y como se aprecia, los equipos provisionalmente se encuentran protegidos por techos de calaminas. De ocurrir fuertes lluvias inunda todo este ambiente incluyendo la cámara húmeda.

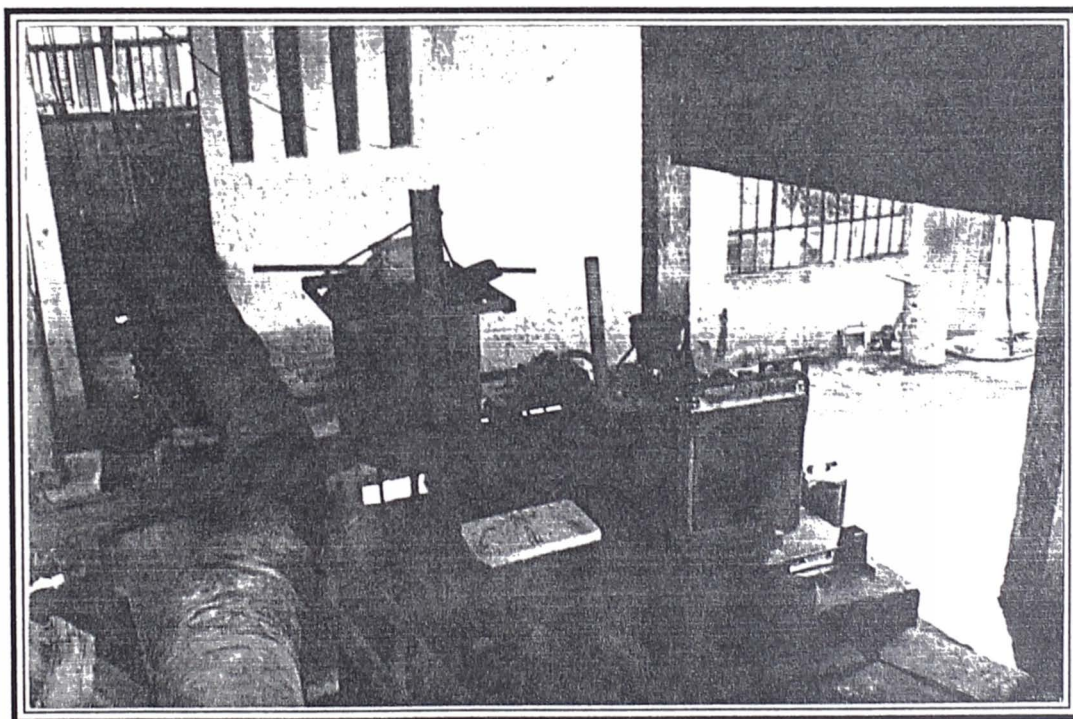


Foto 14 : En esta vista se aprecia el grupo electrógeno de emergencia de la cámara de bombeo de desagües N°1 y por un lado pasa la tubería de rebose, como se puede ver este es un ambiente inadecuado y mal distribuido.

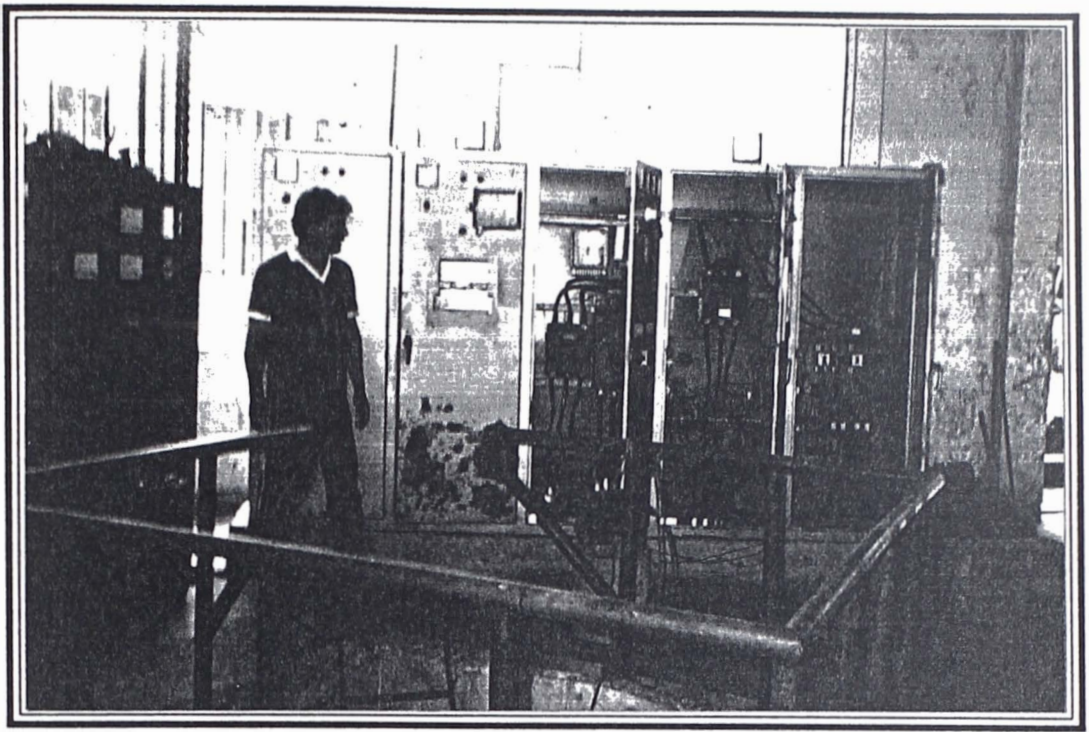


Foto 15 : **Tableros eléctricos de la cámara de bombeo de desagües N°1**

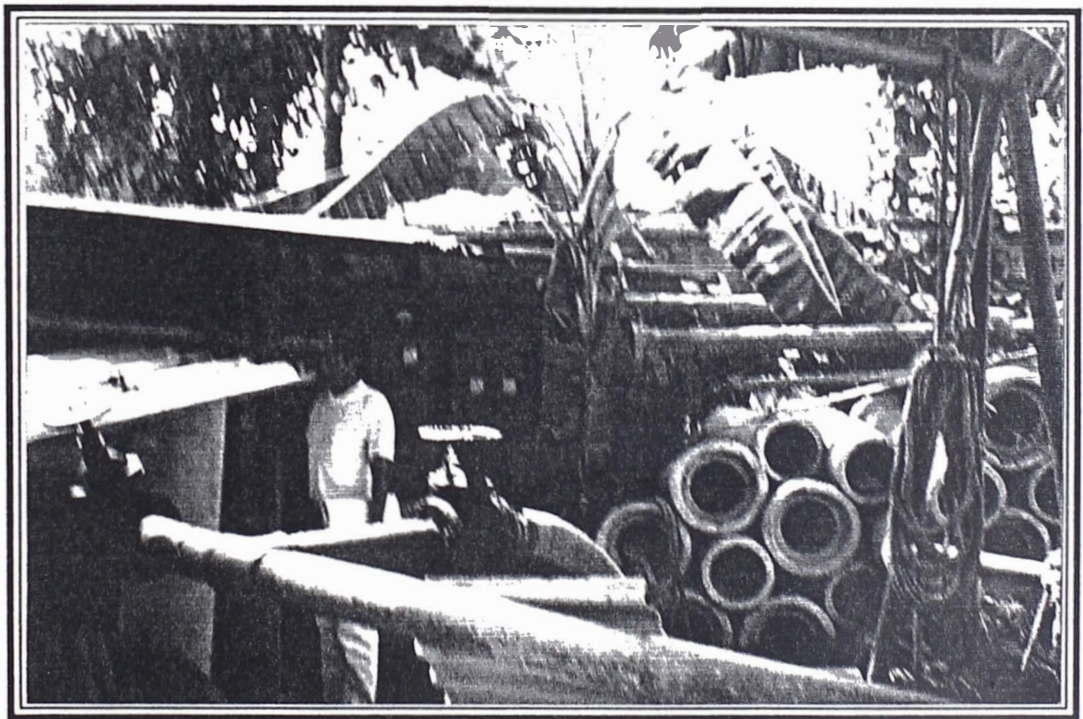


Foto 16: **En la fotografía se aprecia la falta de protección de los tableros de la cámara de bombeo de desagües N°2, al no contar con la estructura necesaria para el funcionamiento de esta.**



FOTO 17: Emisor de desagües de Tumbes ubicado en la margen derecha del río Tumbes artaviesa el canal "LA TUNA"

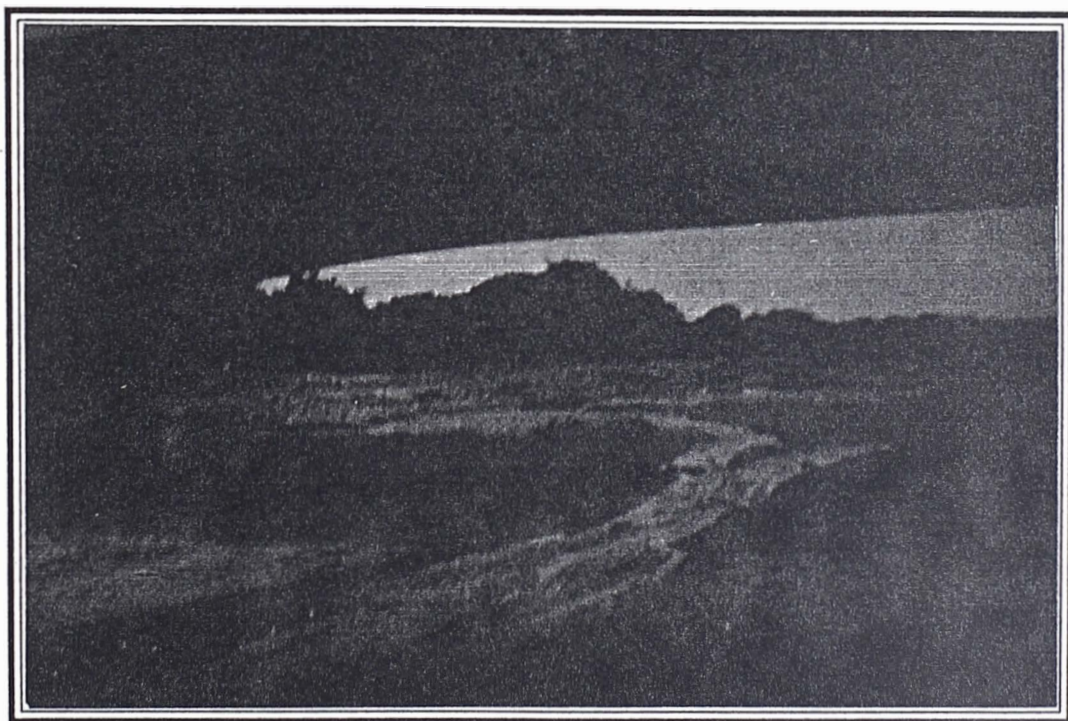


Foto 18 : En la quebrada "EL PEDREGAL" se observa la falta de un control del saneamiento ambiental al haberse construido el emisor de la Urbanización "ANDRES ARAUJO" cuyo punto de descarga es esta quebrada. Esto constituye un foco de contaminación queda un aspecto desagradable con fuerte olor y atraviesa la Panamericana Norte.

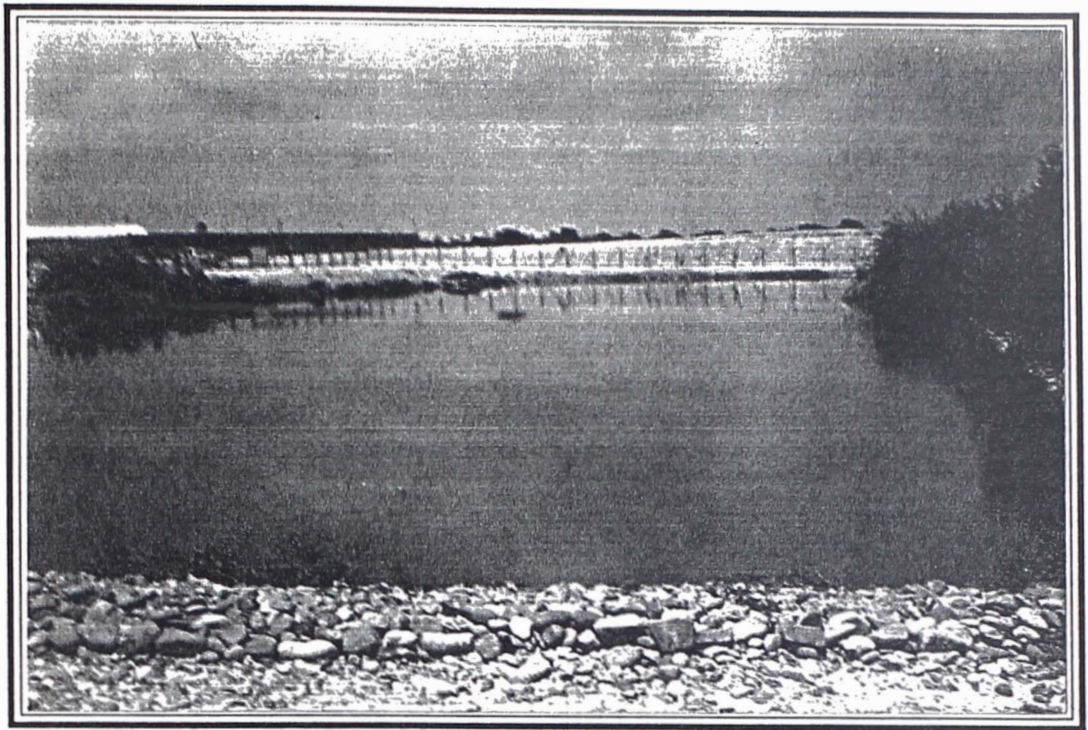


Foto 19 : Laguna de Estabilización "LISHNER TUDELA"(primaria). Su funcionamiento es bueno a pesar que el ingreso de agua servida es por un costado.

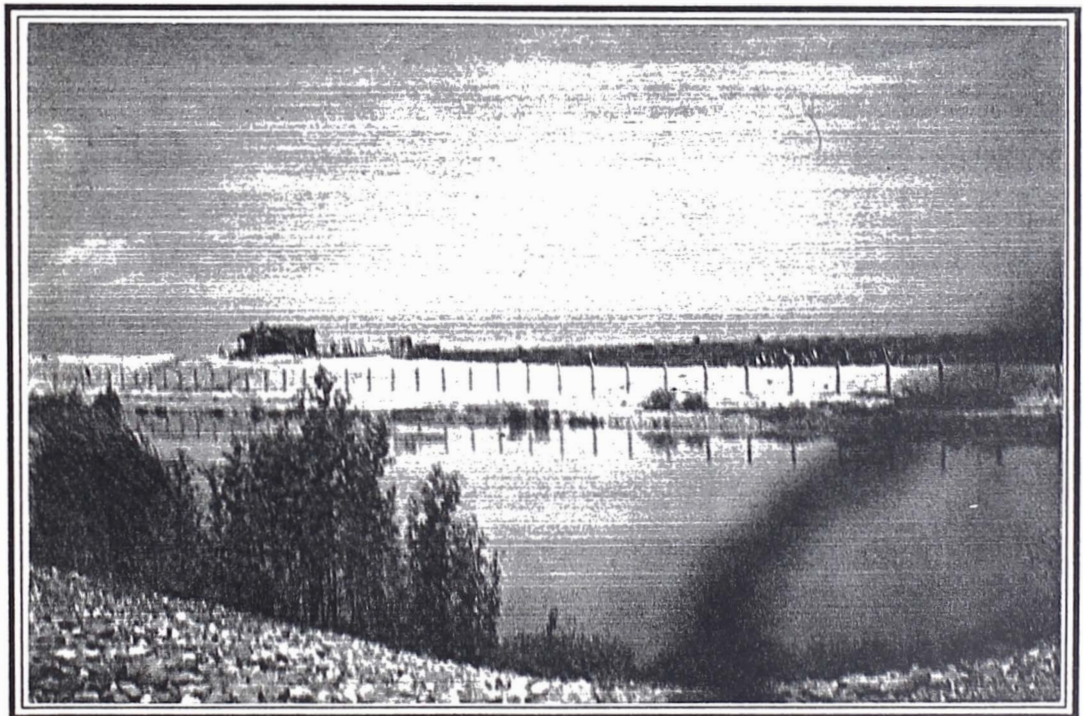


Foto 20 : Laguna de estabilización "LISHNER TUDELA"(secundaria): el agua tratada que resulta está constituida por nutrientes que podrían servir para riego de sembríos, pero lamentablemente este efluente va a terminar en una quebrada.

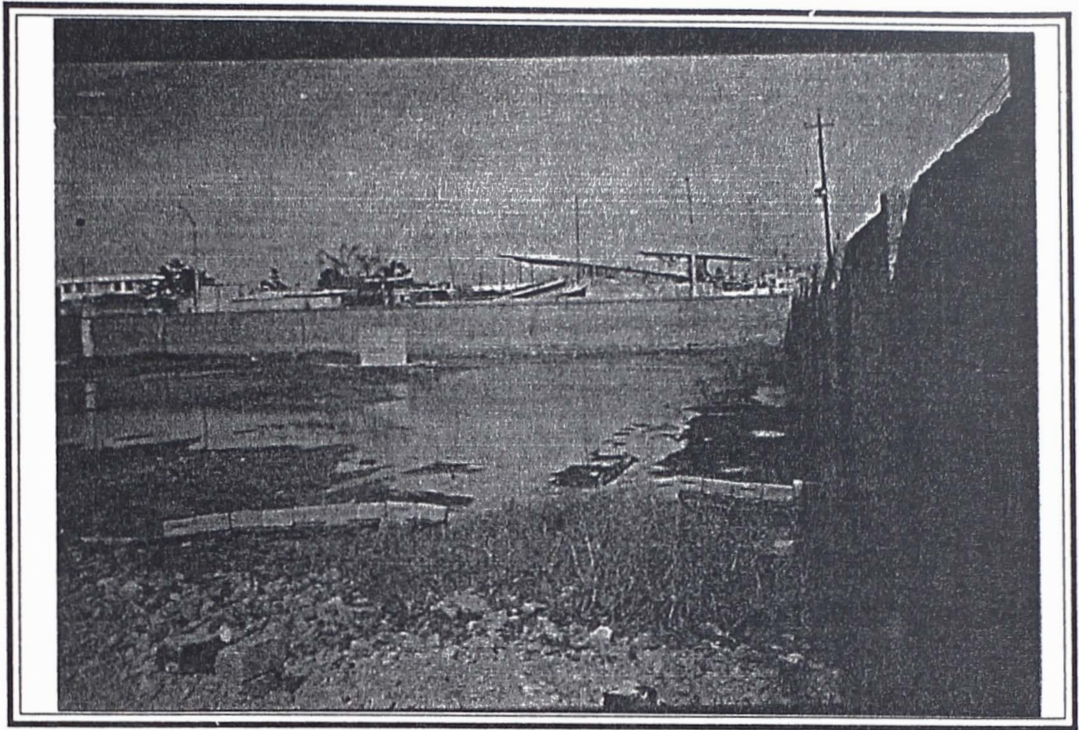


Foto 21 : En esta vista podemos apreciar la inundación que se produjo en el año 1992, como consecuencia del fenómeno "El Niño" que trajo consigo fuertes precipitaciones pluviales que dieron origen a las grandes avenidas en el río Tumbes.



Foto 22 : Los efectos del fenómeno "El Niño" se hicieron sentir gravemente en la ciudad de Tumbes(y en todo el departamento), afectando las zonas agrícolas, las viviendas, salud, aspecto ambiental y económica y socialmente. Los charcos que se formaron con aguas de lluvias y desagües sirvieron de criaderos a los zancudos, apareciendo la malaria, dengue y además recrudesció el cólera por la contaminación del agua potable y la mala disposición de las excretas.

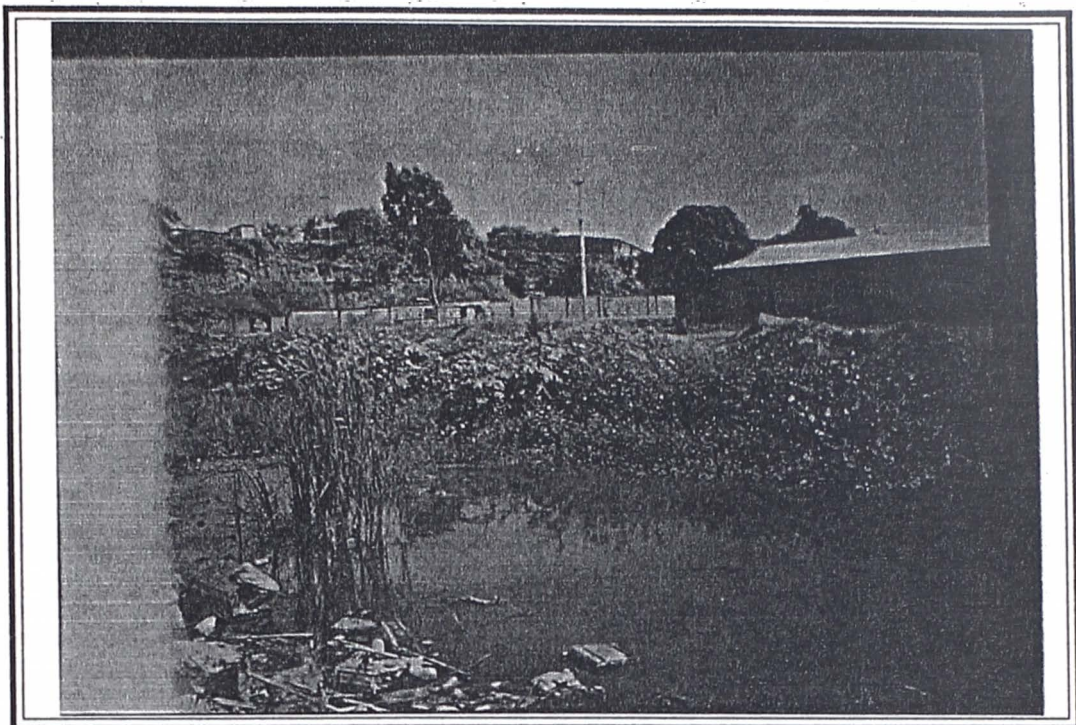


Foto 23 : En la parte baja de la ciudad, al lado izquierdo de la Panamericana Norte (frente a la quebrada "El Tumpis" se reúne el agua de lluvias proveniente de las zonas altas y de la carretera.



Foto 24 : Barrio Fonavi, ubicado en la zona baja fue muy afectada por las inundaciones. Esta es una vista tomada en Mayo de 1992, cuando ya las lluvias habían cesado.

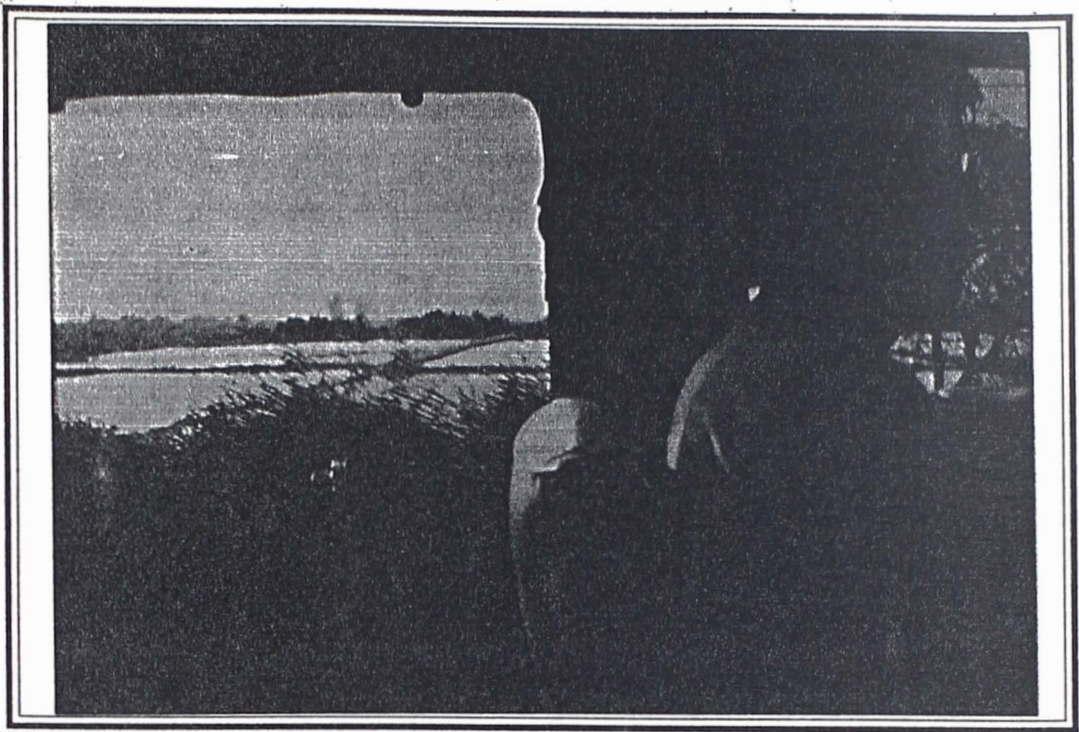


Foto 25 : Inundación de zona agrícola por los grandes caudales que trajo el río Tumbes en 1992.



Foto 26: Inundación producida por las lluvias y desborde del río en la margen derecha del río Tumbes. Las zonas más afectadas fueron los A.A.H.H ubicados en la zona baja de la ciudad y los que están adyacentes al canal de irrigación agrícola "La Tuna".

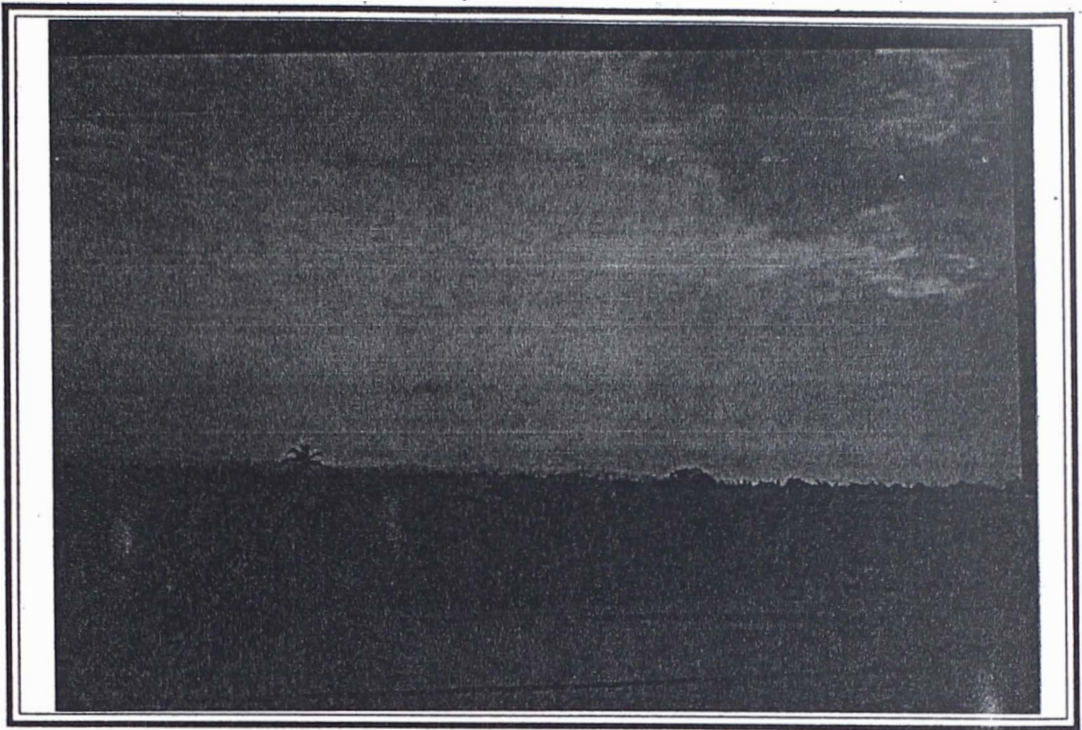


Foto 27 : En el río Tumbes al atardecer , se puede observar que por efecto de las mareas las líneas de flujo del agua regresan en sentido contrario.

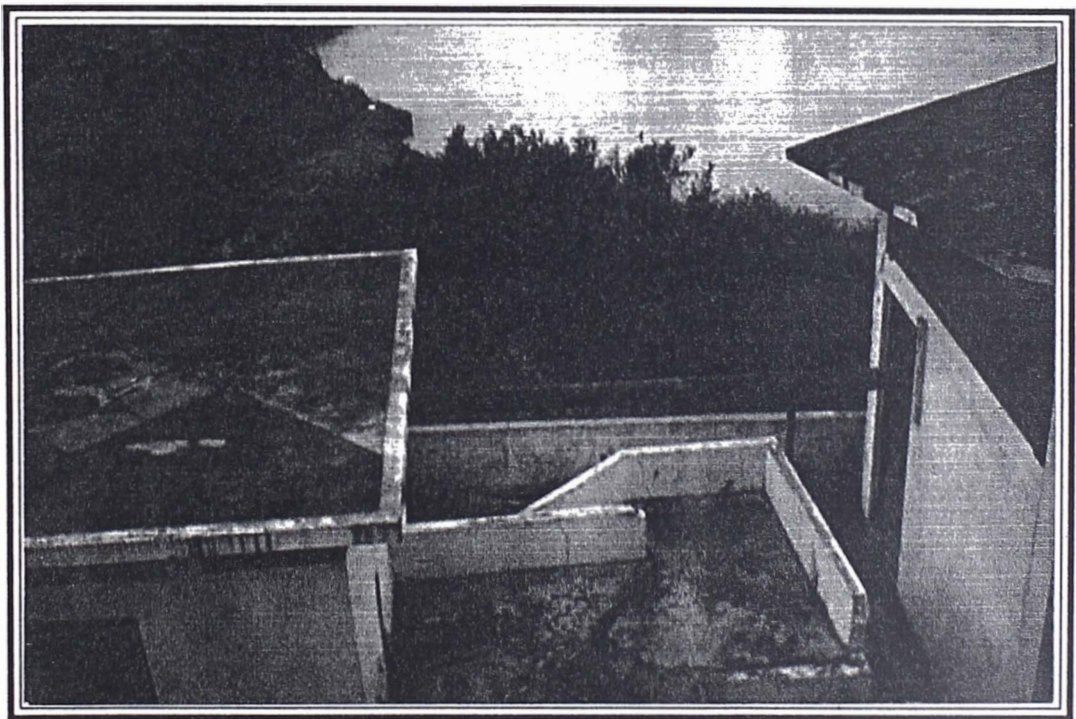


Foto 28: Aquí podemos apreciar la Planta Antigua, desde donde se observa como el río llega en la actualidad donde fue su cauce anterior en 1992, luego del período de lluvias este se retiró hacia la margen izquierda (hacia Corrales) unos 500 m. hasta fines de 1993.

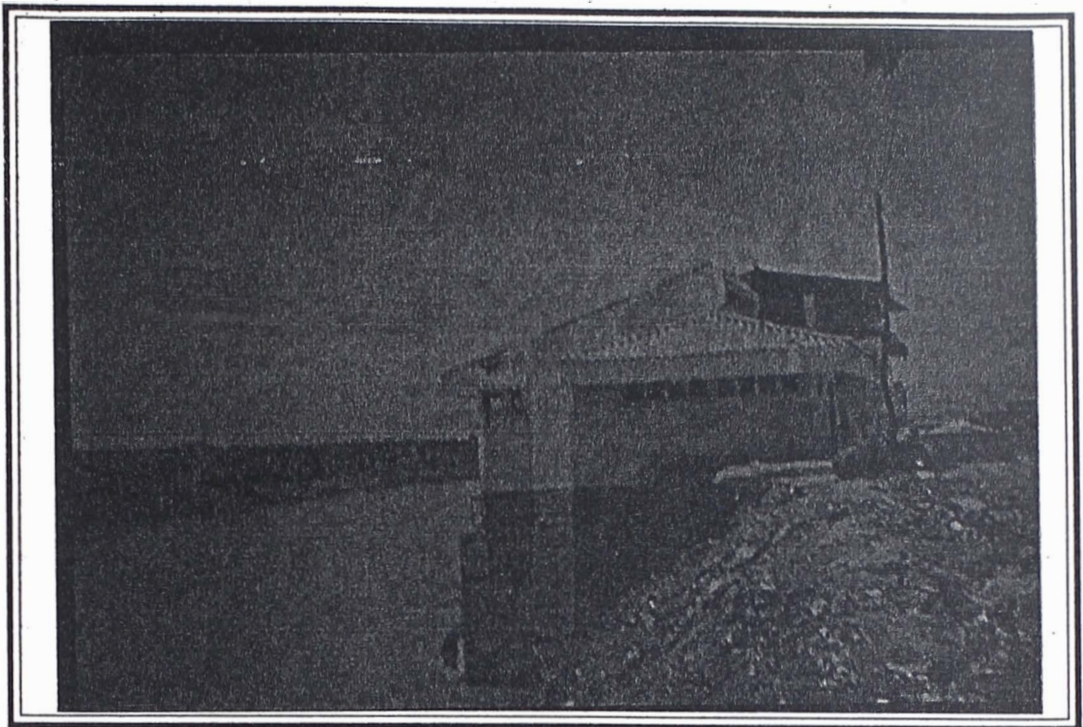


Foto 29 : Captación "Puente Viejo" ubicada en un recodo en la margen derecha del río Tumbes, donde los troncos y maleza se detienen obstruyendo las canastillas de succión de las electrobombas de esta captación.

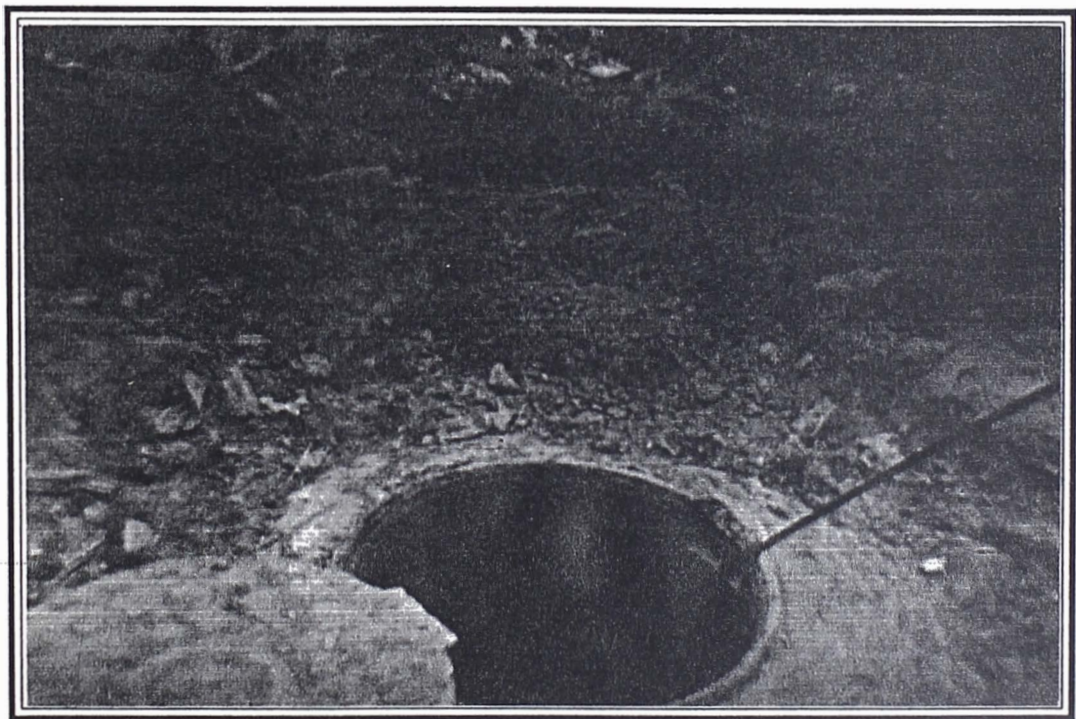


Foto 30 : Colector del barrio "Fonavi" que constantemente se atora y desborda inundando estas calles que no son de tierra convirtiéndose en enormes charcos de aguas servidas.



Foto 31: Canal "La Tuna", por este canal se capta agua desde el río por bombeo, para regar las zonas agrícolas de la margen derecha del río Tumbes, , cuando el el caudal es bajo, captan las aguas servidas del emisor de desagües.

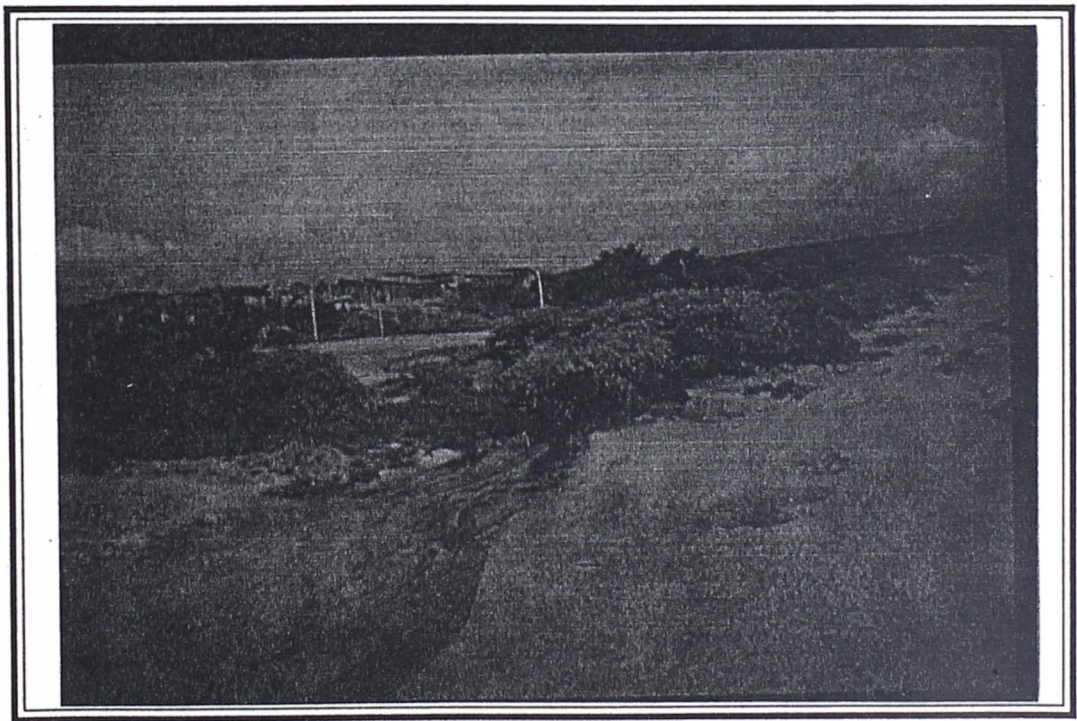


Foto 32: Quebrada "El Pedregal" en donde podemos ver como las aguas servidas provenientes de la Urb. Andrés Araujo discurren sin ningún tipo de tratamiento.

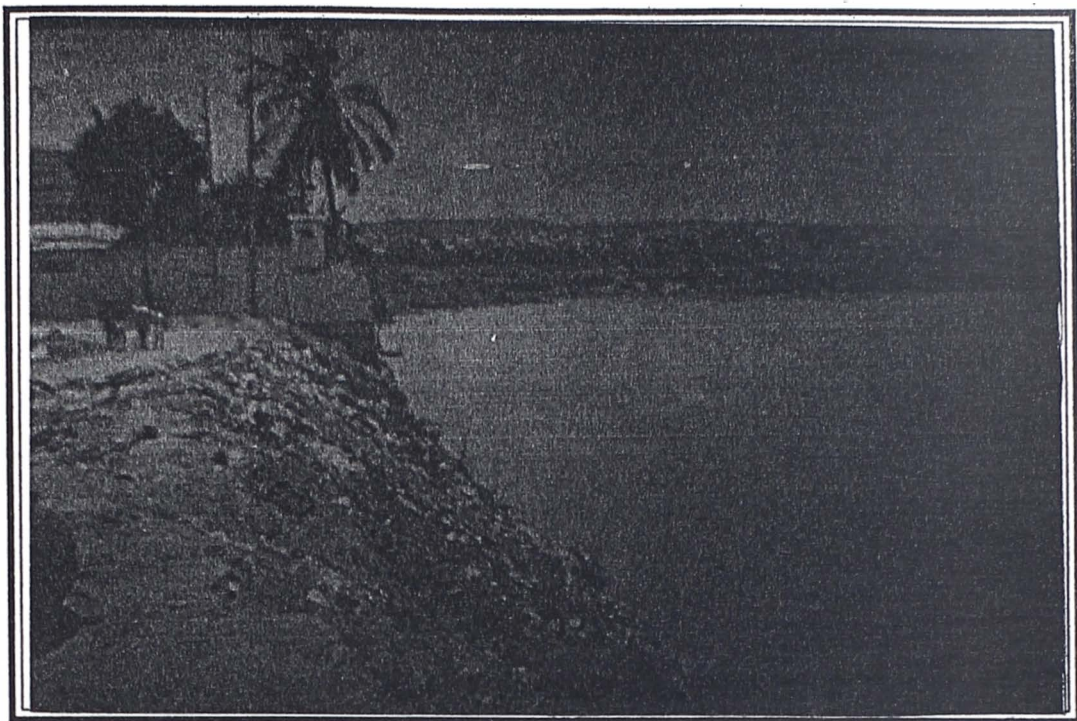


Foto 33: Este es el aspecto actual que presenta el río Tumbes, después del último fenómeno "El Niño".

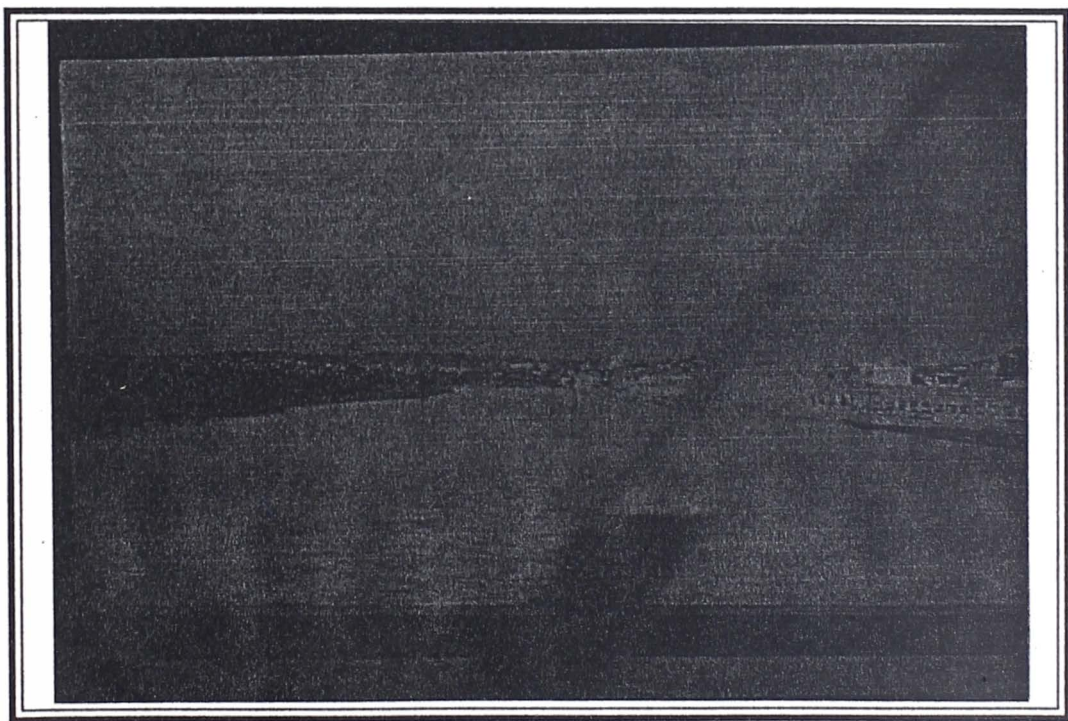


Foto 34: Se observa como el río está pasando actualmente cerca de la planta de tratamiento.



Foto 35 : En 1983 el río tomó como curso la margen izquierda, ya que encontró que esta zona era la mas vulnerable.

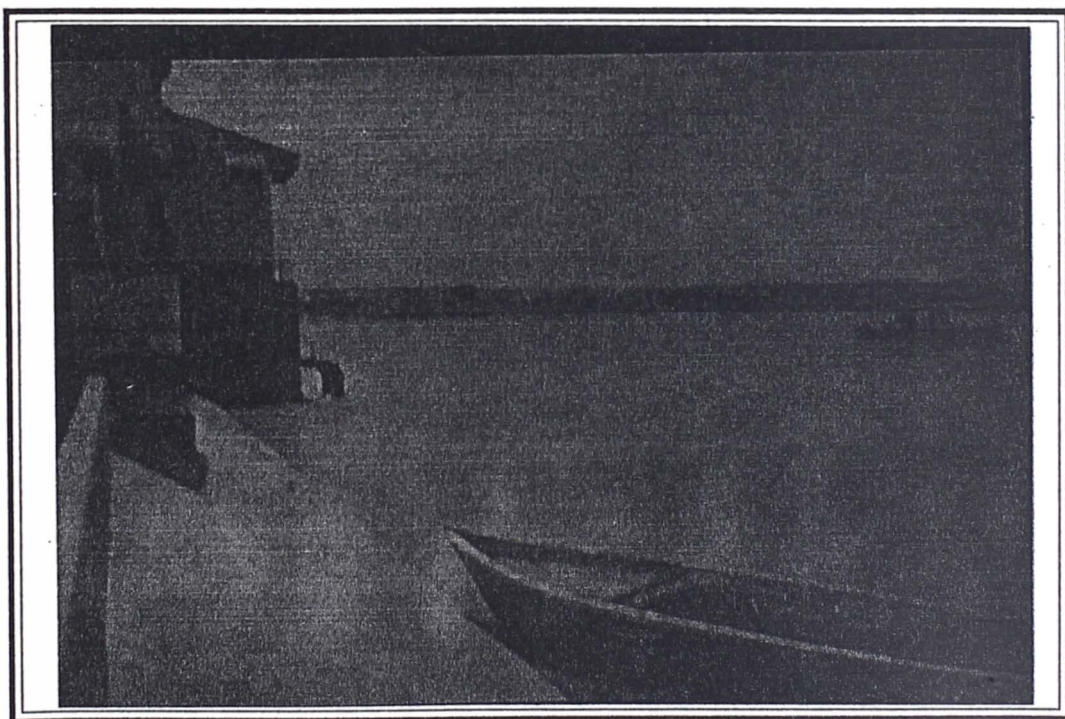


Foto 36 : Captación "Puente Viejo": la tubería de succión de PVC por su rigidez es vulnerable a los cambios de caudales del río ya que no se puede cambiar fácilmente la ubicación de esta para captar el agua.

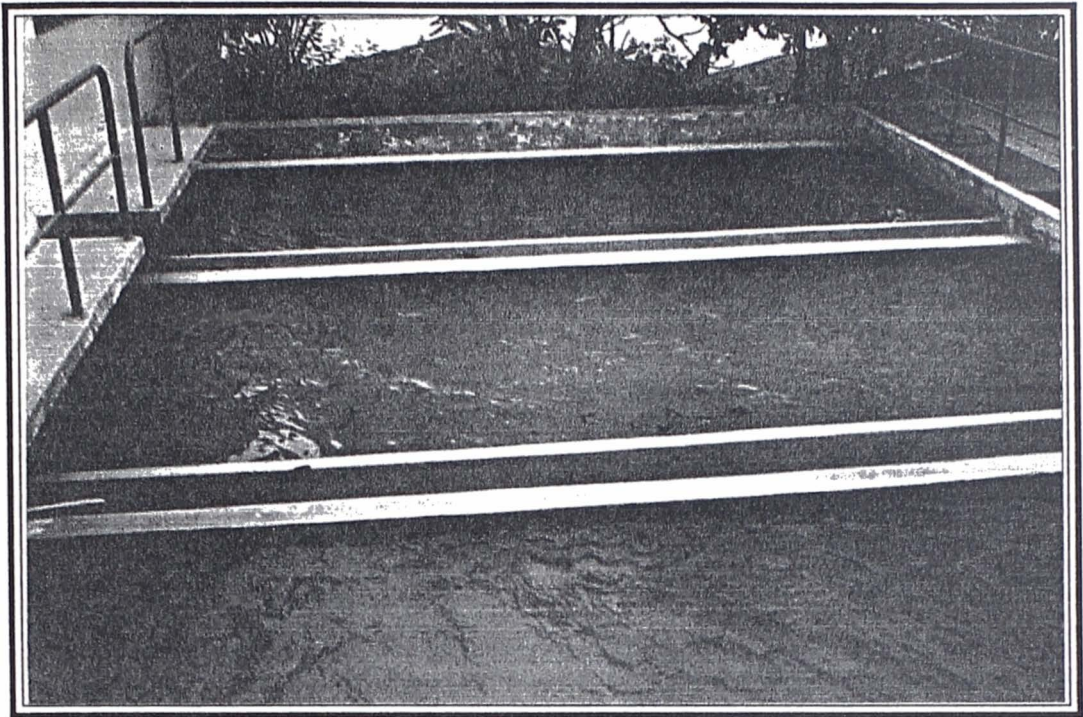


Foto 37: Filtros Aquazur de la planta Pulsator (Planta Antigua). El agua que producen los filtros tienen cierta turbidez, pues su lecho filtrante se pierde por las canaletas al realizarse el lavado de estos, disminuyendo su eficiencia en el filtrado.

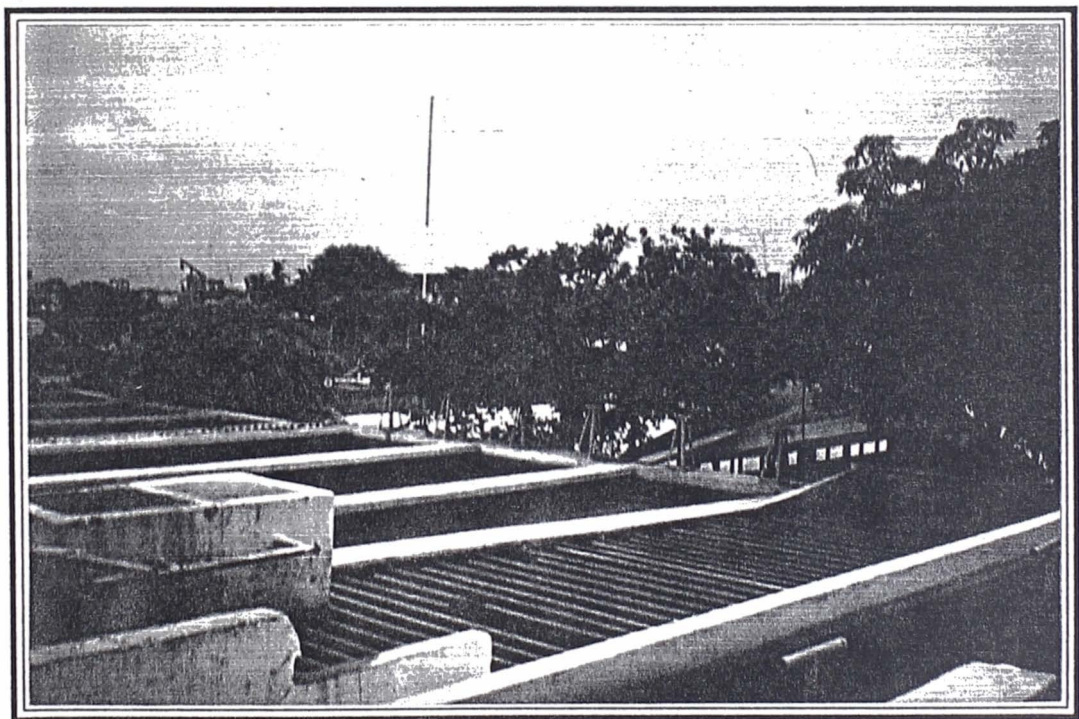


Foto 38: Floculador de la Planta Antigua con evidentes muestras de deterioro en las pantallas.

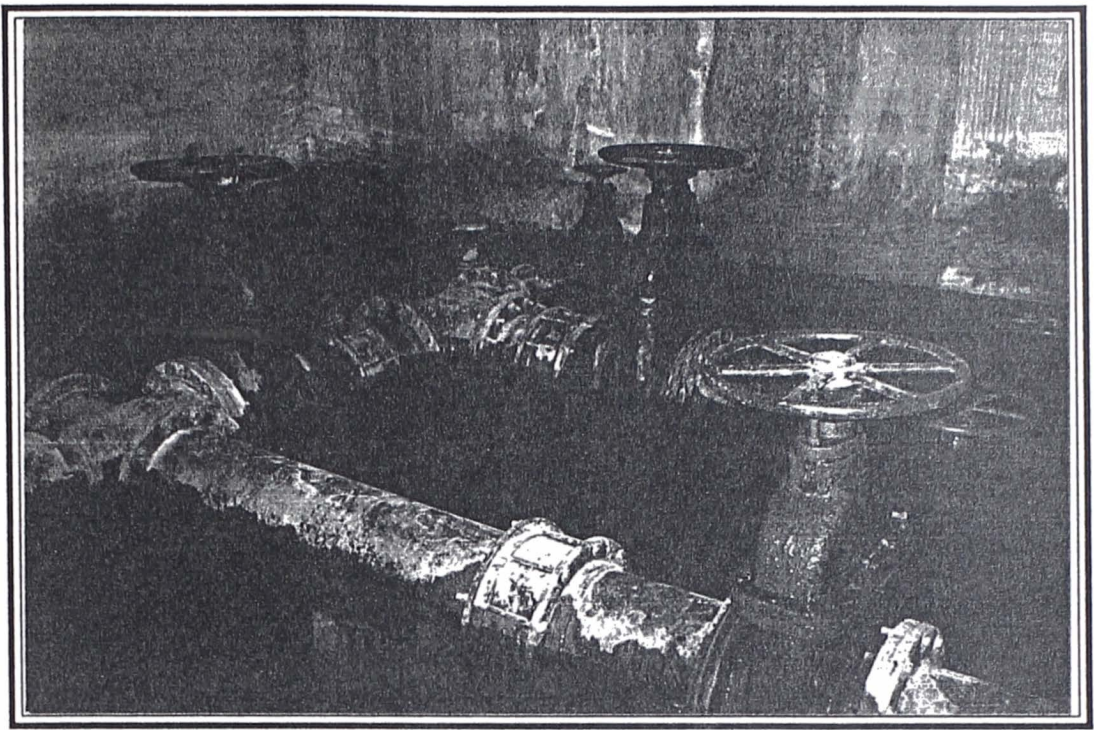


Foto 39: Caseta de válvulas del reservorio "El Tablazo" completamente inundada por falta de mantenimiento de las válvulas.

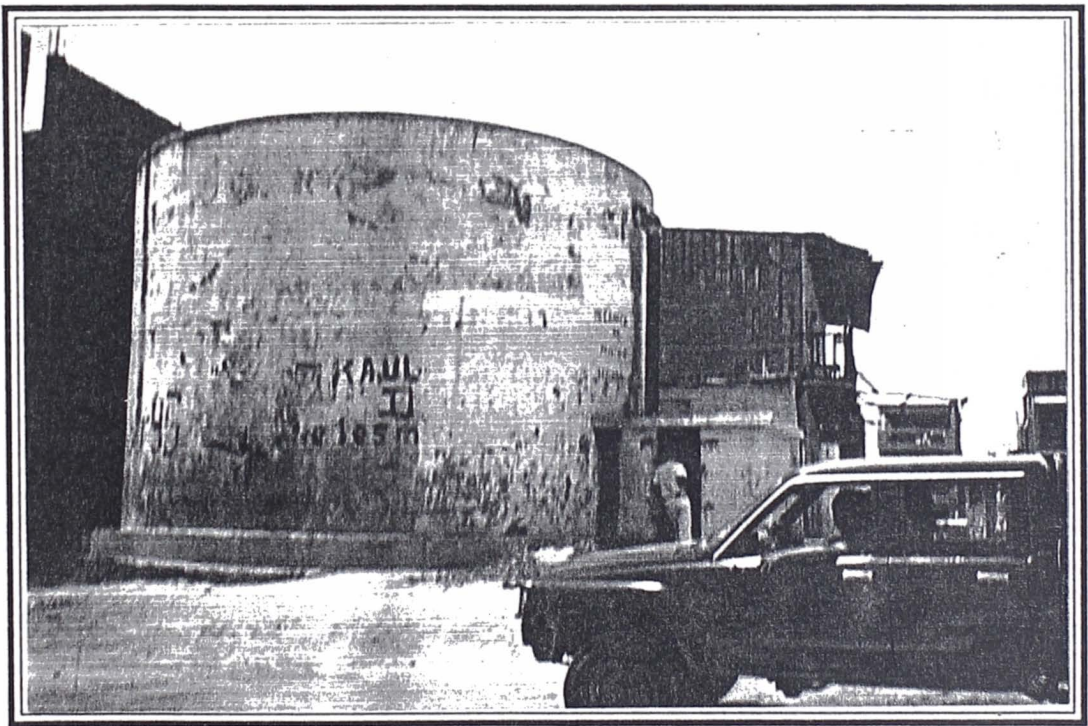


Foto 40: Reservorio "El Recreo", la base de este es constantemente erosionado por las lluvias, ya que las calles están sin asfalto, además de la población no ha respetado el área libre que le corresponde ubicándose las viviendas pegadas a este.

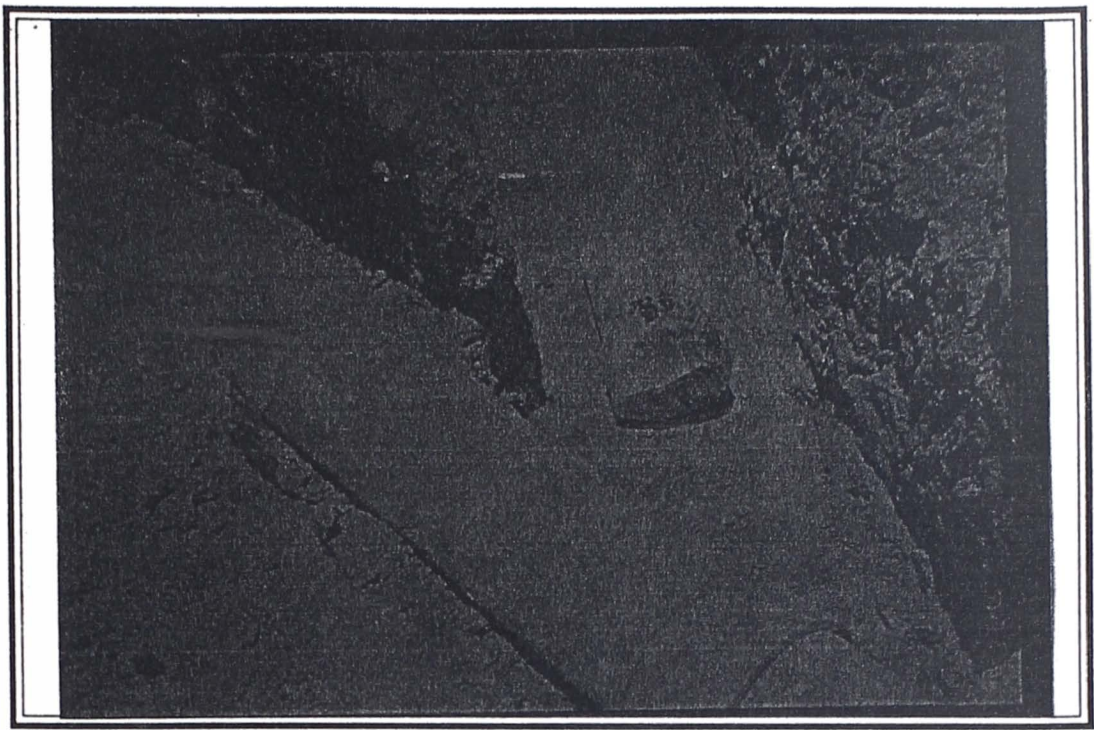


Foto 41: En la vista aparece el tendido de la nueva línea de impulsión de $\varnothing 16''$ hacia el reservorio "El Tablazo".

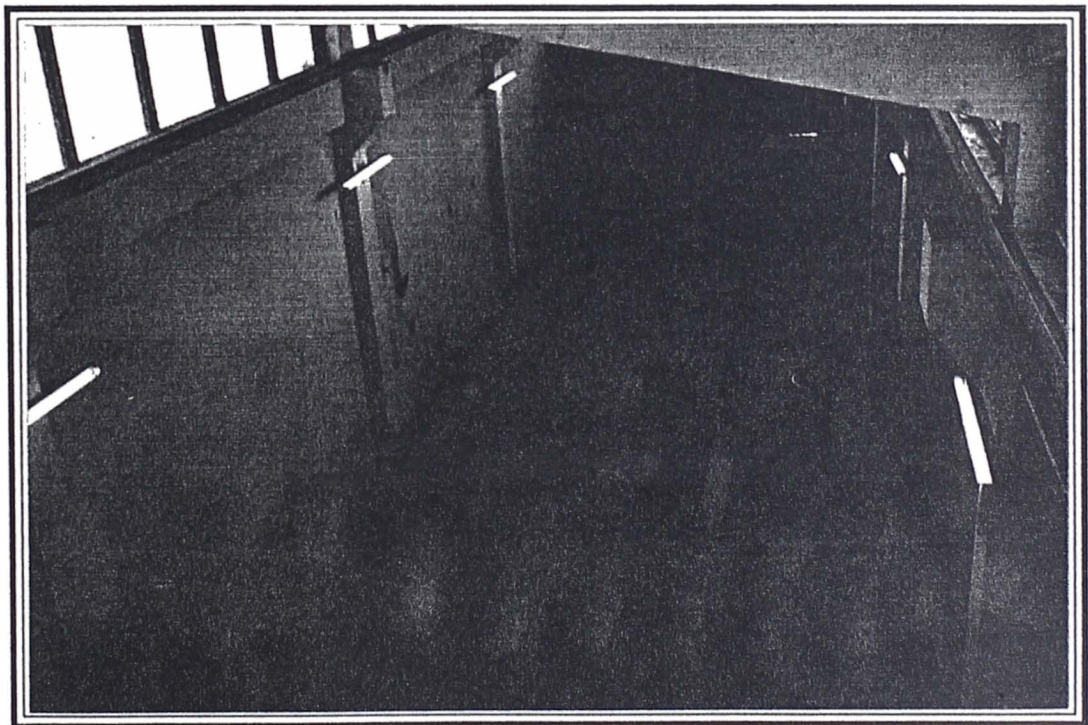


Foto 42: La sala de distribución de agua de Tumbes cuenta con 5 equipos de bombeo.

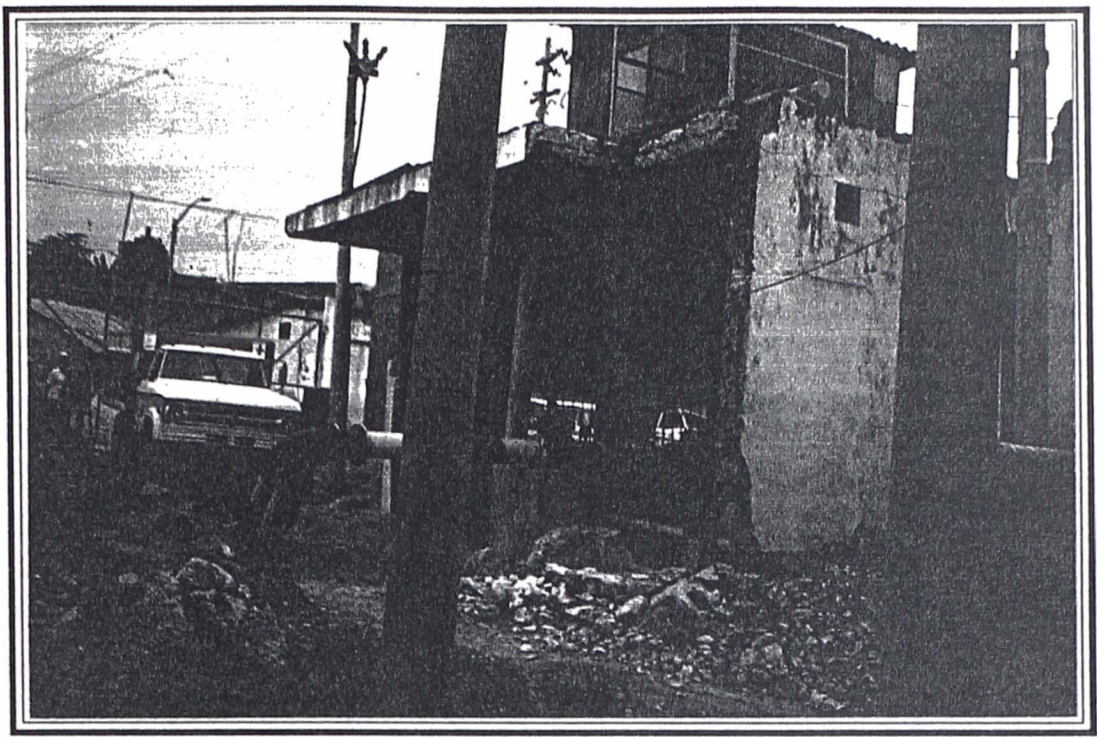


Foto 43: Sala de Distribución de Agua Potable para: Corrales, La Cruz y Zorritos, cuenta con 2 equipos de bombeo, como se puede observar el estado actual de esta es muy peligroso.

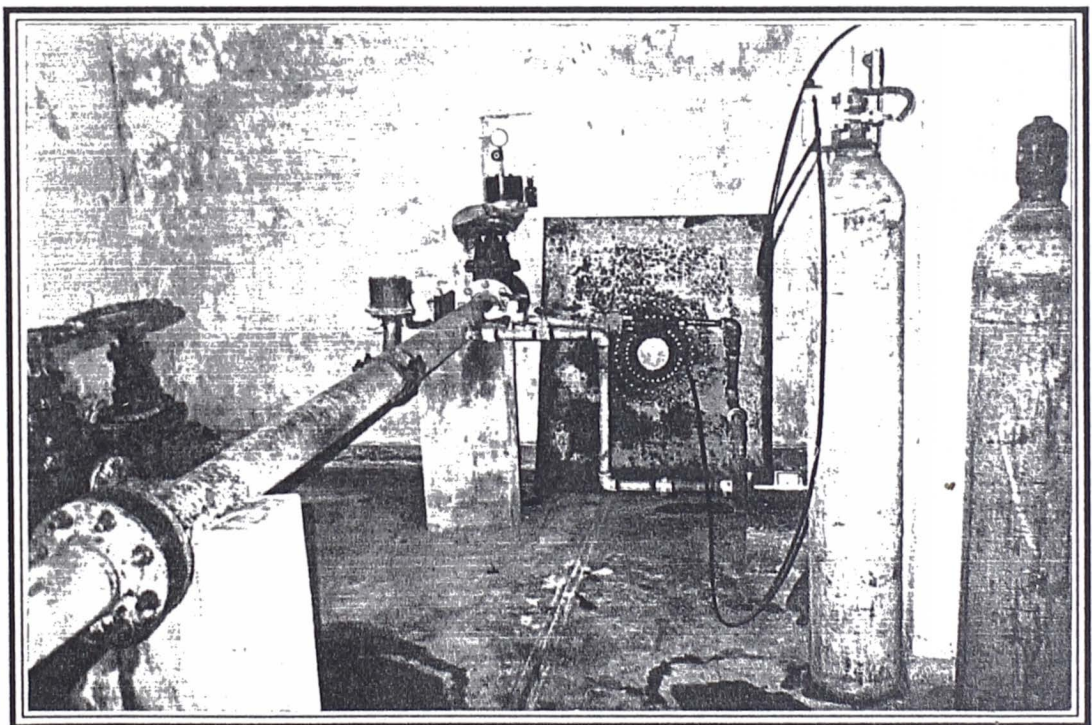


Foto 44: Estación de bombeo pozo tubular "Puyango" que abastece al reservorio de 550 m³ de la Urb. Andrés Araujo.

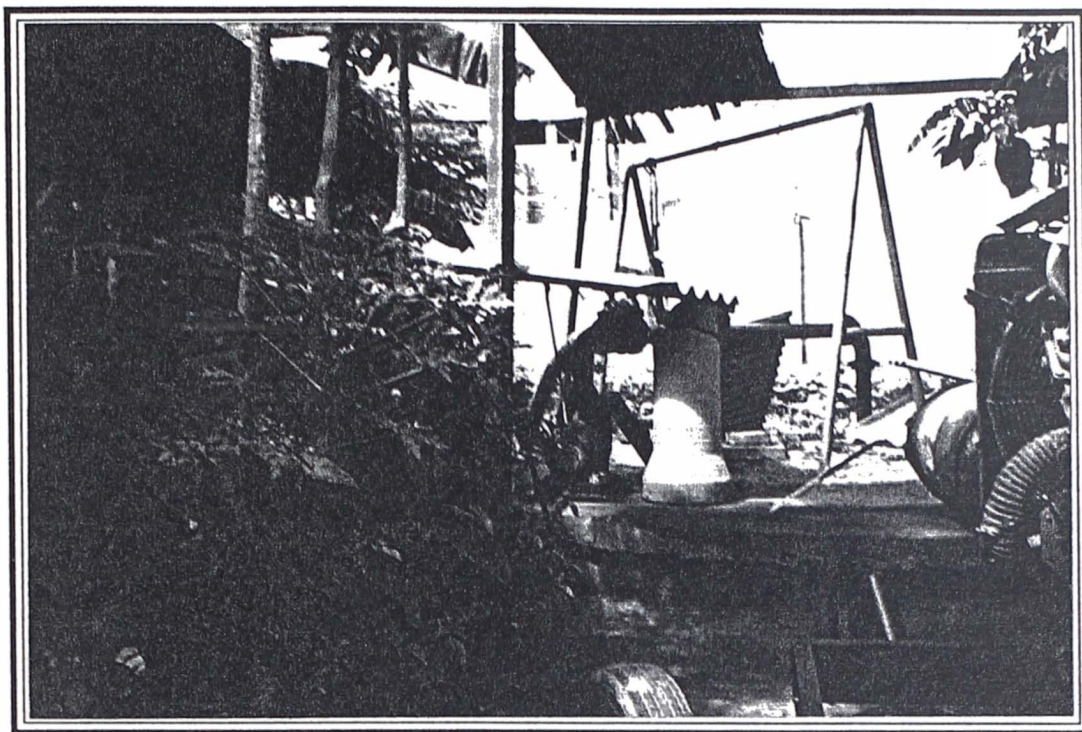


FOTO 45: Cámara de Bombeo de desagües N°2, los equipos de bombeo han sido ubicados sobre la cámara húmeda en forma improvisada, en un ambiente desprovisto de techo.

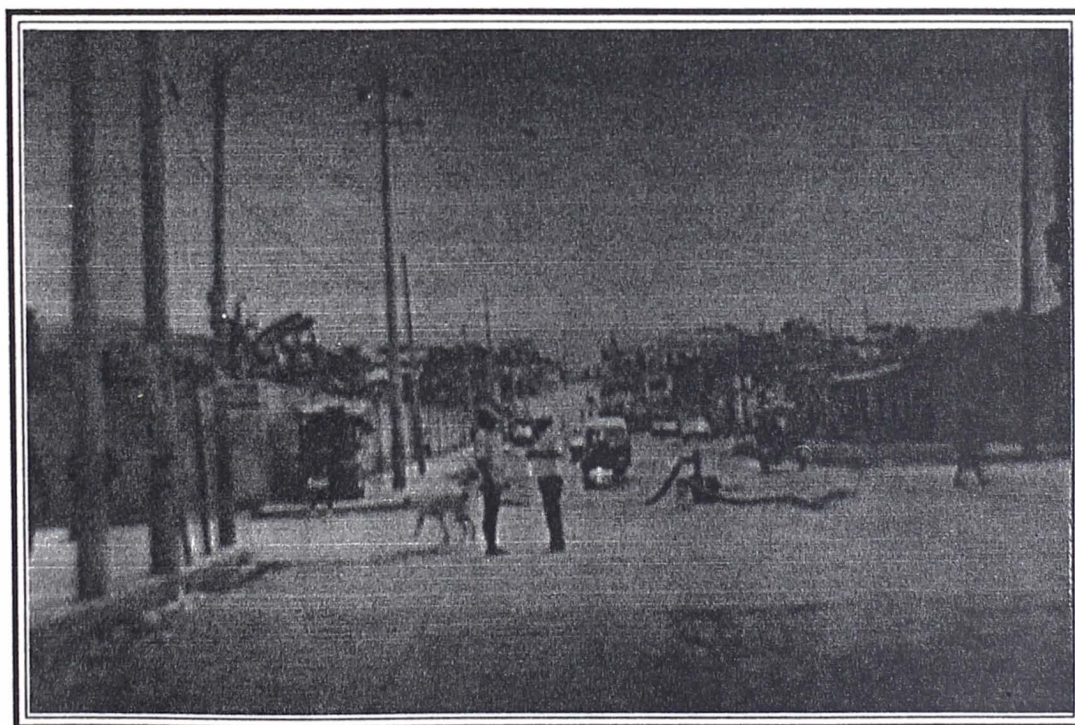


Foto 46: Colector ubicado en la calle 24 de Julio y Arica, durante todo el año inunda las calles adyacentes hasta llega a la carretera Panamericana Norte, contaminando el ambiente existiendo el grave peligro de contraer enfermedades

A este colector llegan los desagües provenientes del Hospital Regional de Tumbes.



Foto 47: El Emisor de desagües de la ciudad de Tumbes sufrió daños debido a la erosión de producida por las lluvias y a las aguas provenientes de la inundación del río en esta zona en 1992, quedando recortado en varios kilómetros antes de llegar al punto final de descarga.

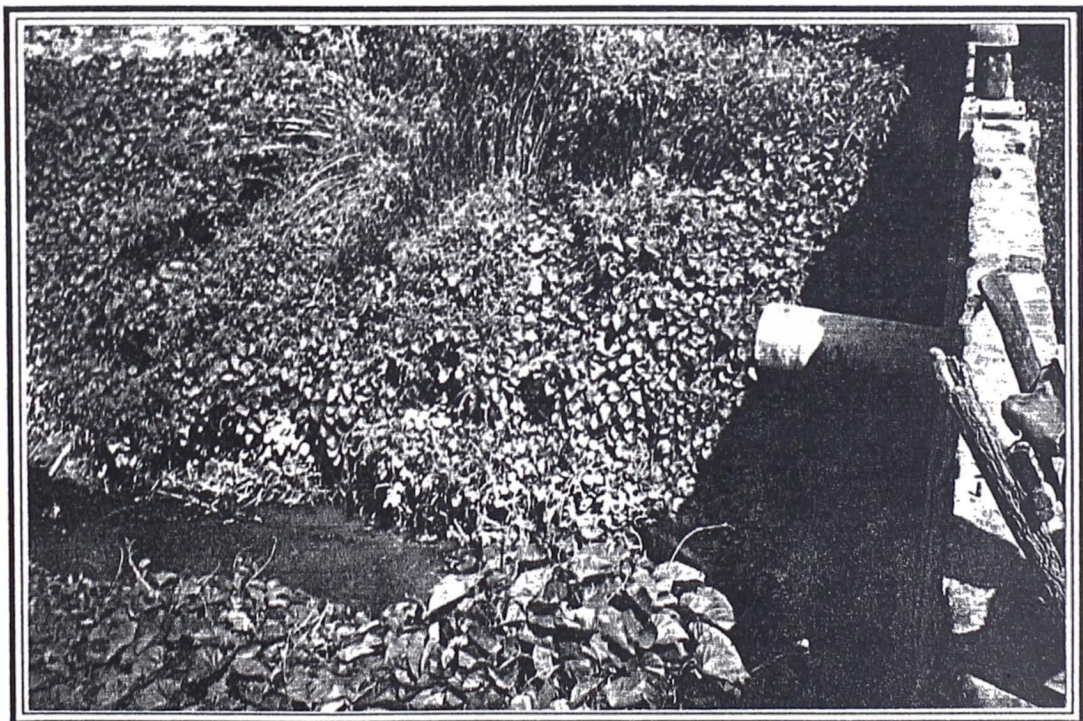


Foto 48: Rebose de la cámara de bombeo de desagües N°1, para evitar la inundación de la cámara seca cuando la energía es cortada y deja de funcionar el equipo de bombeo. Esta línea de rebose descarga en un canal que lleva estas aguas servidas al río aproximadamente a 100 metros del Puente Nuevo.

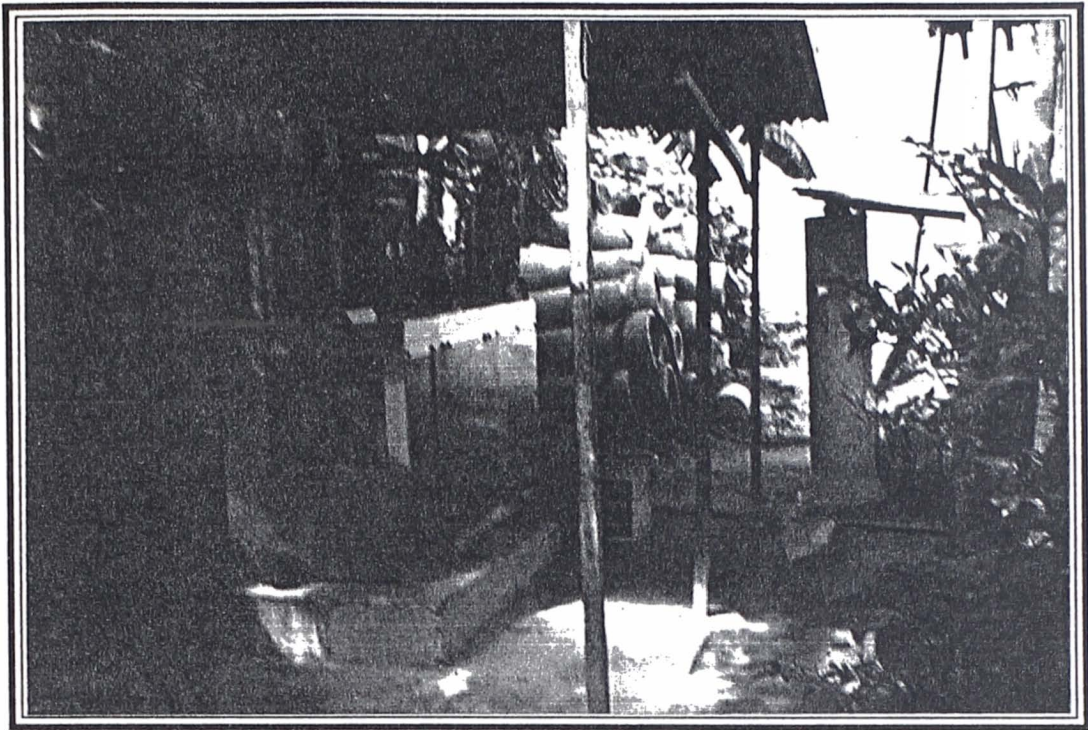


Foto 49 : Tableros eléctricos de la cámara de desagües N°2, carecen de un lugar apropiado para su funcionamiento, estos equipos se encuentran expuestos a la precipitaciones pluviales y a las inundaciones producidas por estas.

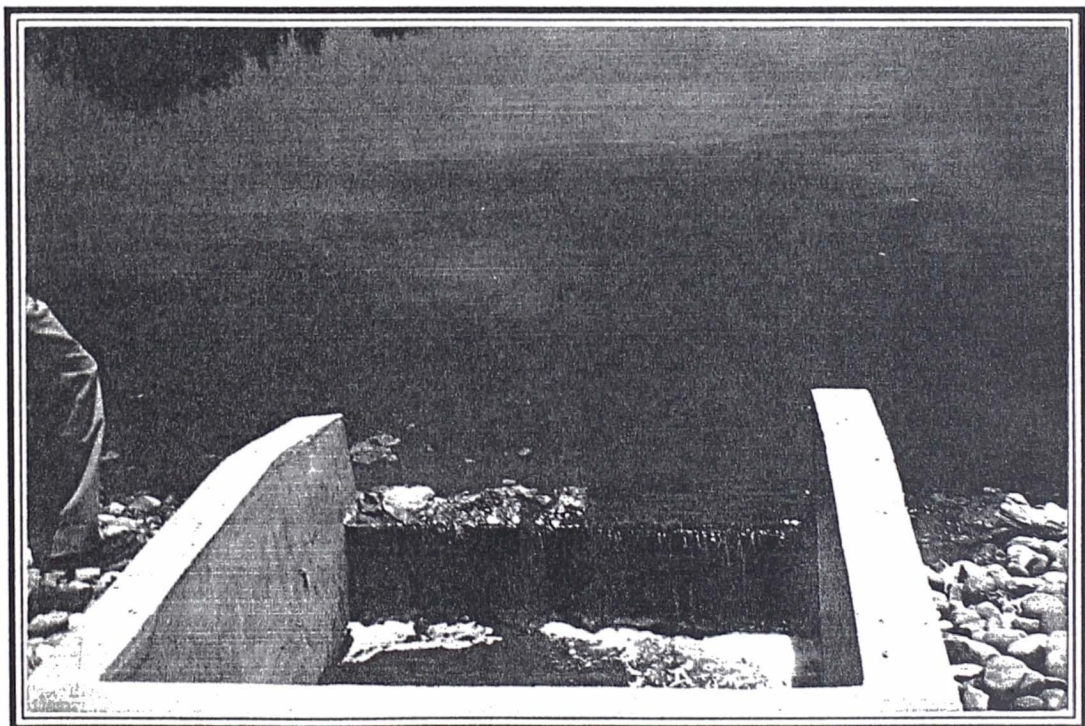


Foto 50: Laguna Primaria "Lishner Tudela": se observa el dispositivo de salida hacia la laguna secundaria por rebose, permitiendo que las algas promotoras del proceso biológico se escapen de la laguna, dando lugar a la disminución de la eficiencia de tratamiento.

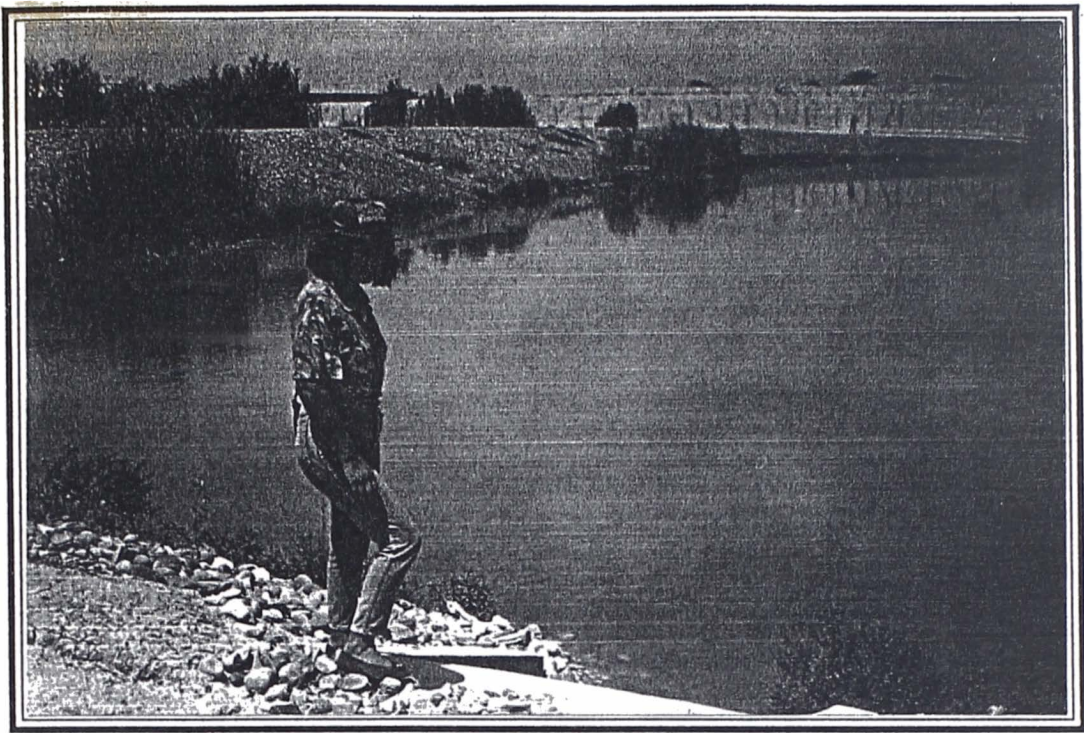


Foto 51: Laguna Secundaria "Lishner Tudela" y su sistema de salida.

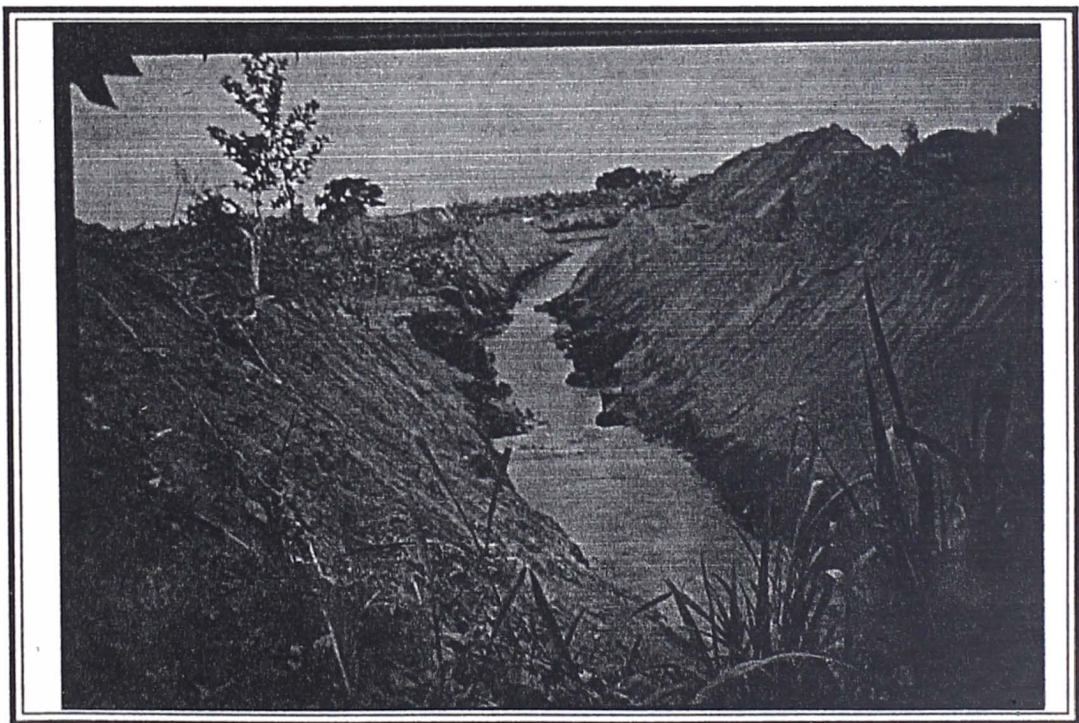


Foto 52: El emisor de desagües de la ciudad antigua descarga directamente por un canal de tierra al río Tumbes.

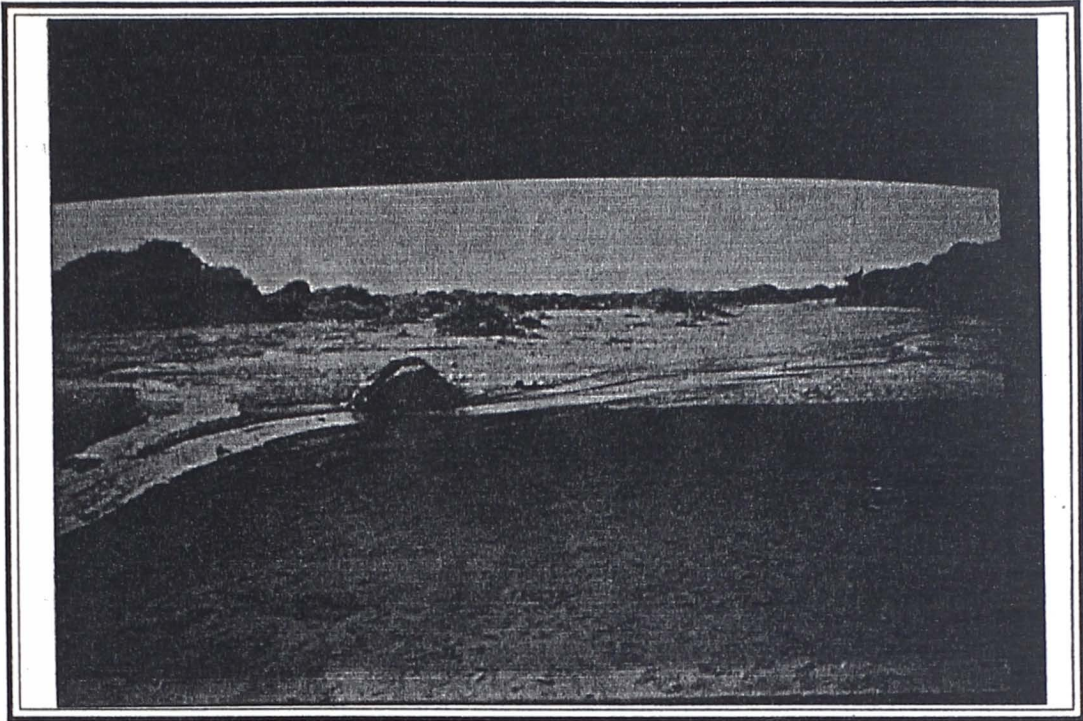


FOTO 53: En esta vista podemos apreciar como discurren las aguas servidas por la quebrada "El Pedregal".

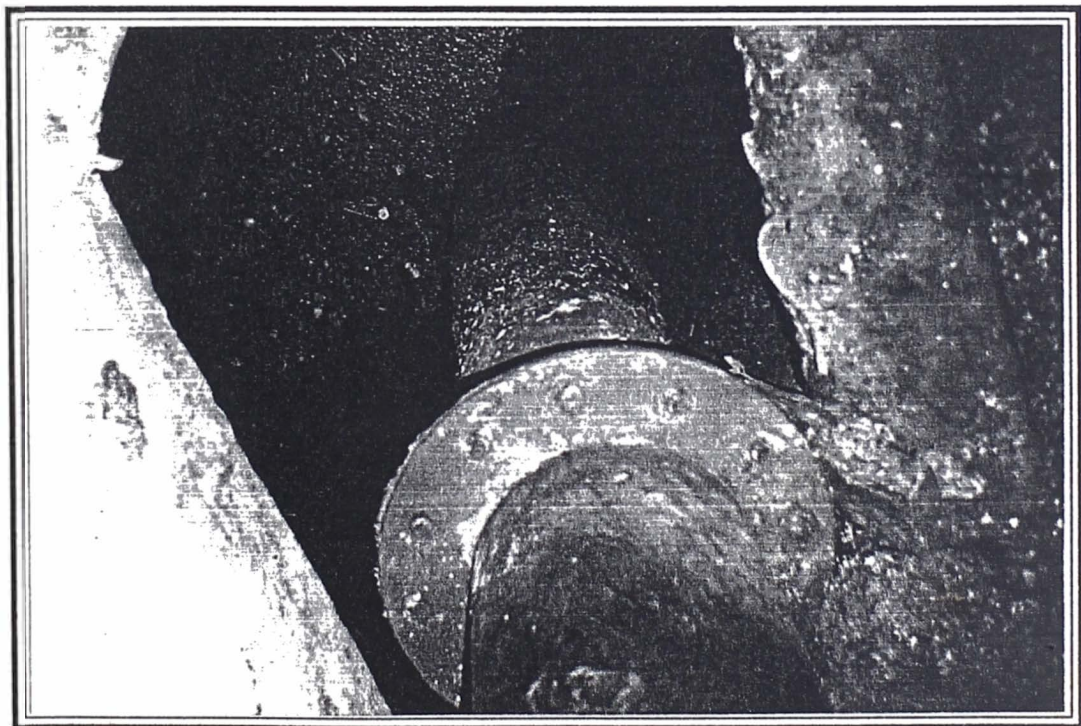


Foto 54: Cámara húmeda de la estación de bombeo de desagües N°1.

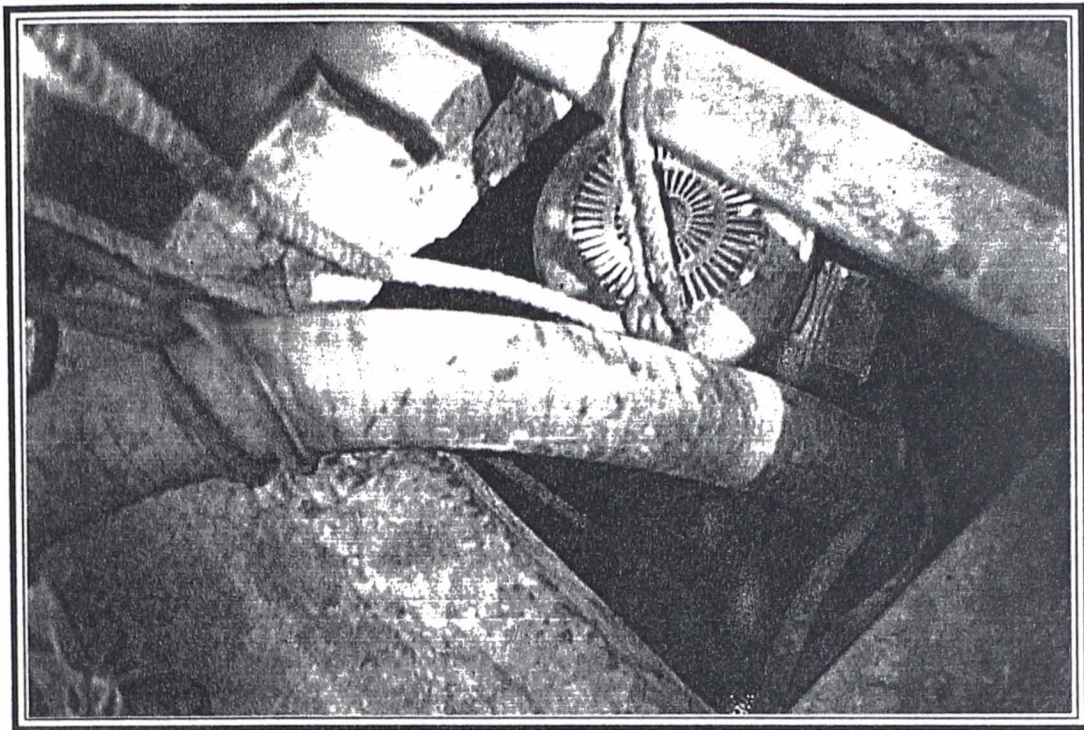


Foto 55: Cámara húmeda de la estación de bombeo de desagües N°2 (bomba de eje vertical), el motor ha sido instalado por medio de sogas al igual que la tubería de succión.

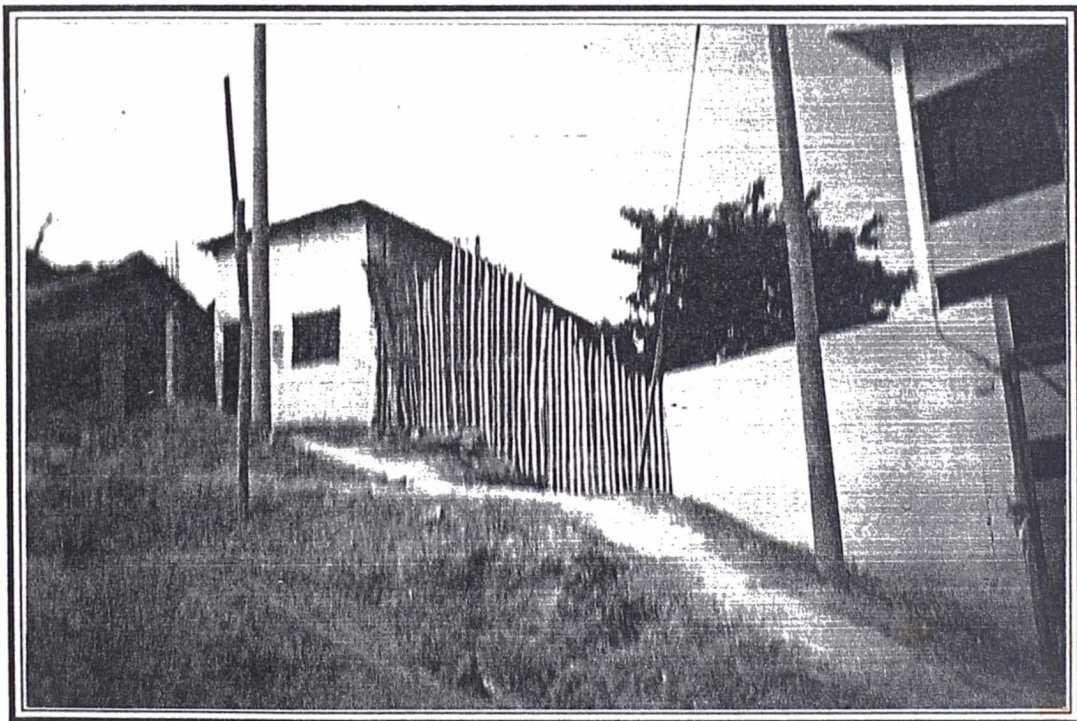


Foto 56: Vista del cerco frontal de la Planta de Tratamiento, consiste de una pared pequeña de concreto, al lado de las viviendas sin ningún tipo de protección por lo que es fácil el acceso a esta propiedad.

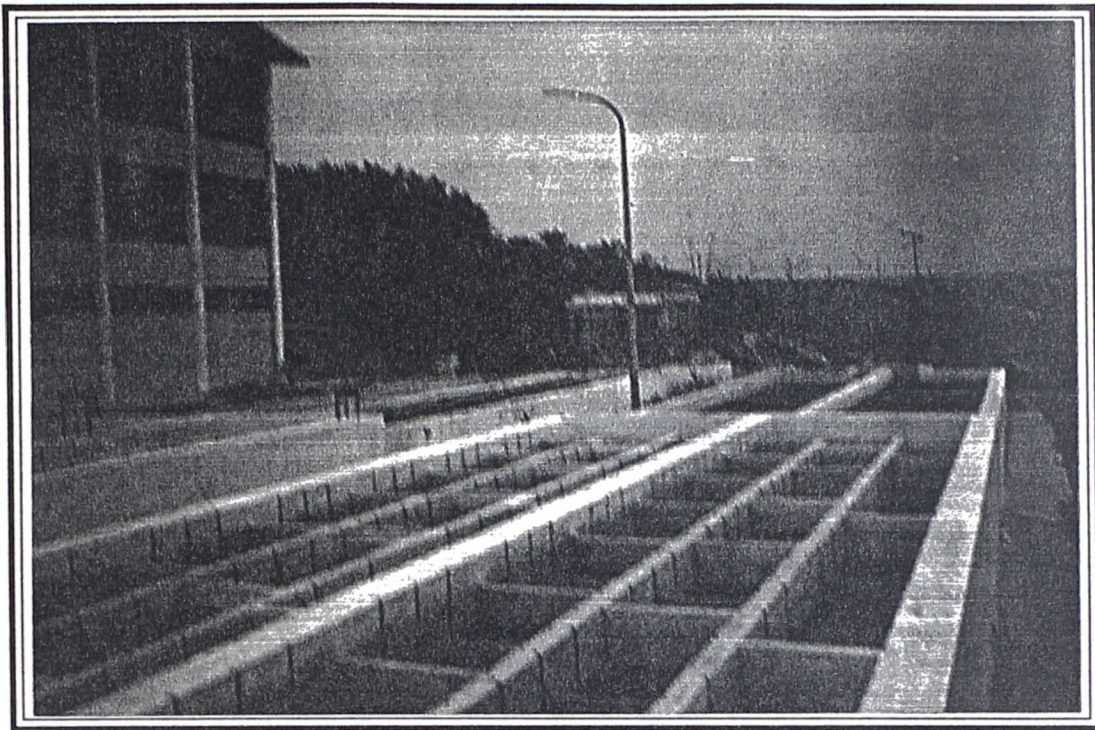


Foto 57 : No existe cerco que delimite la propiedad de EMAPATUMBES y de la población. Se puede apreciar la facilidad de ingreso hacia las unidades de tratamiento.

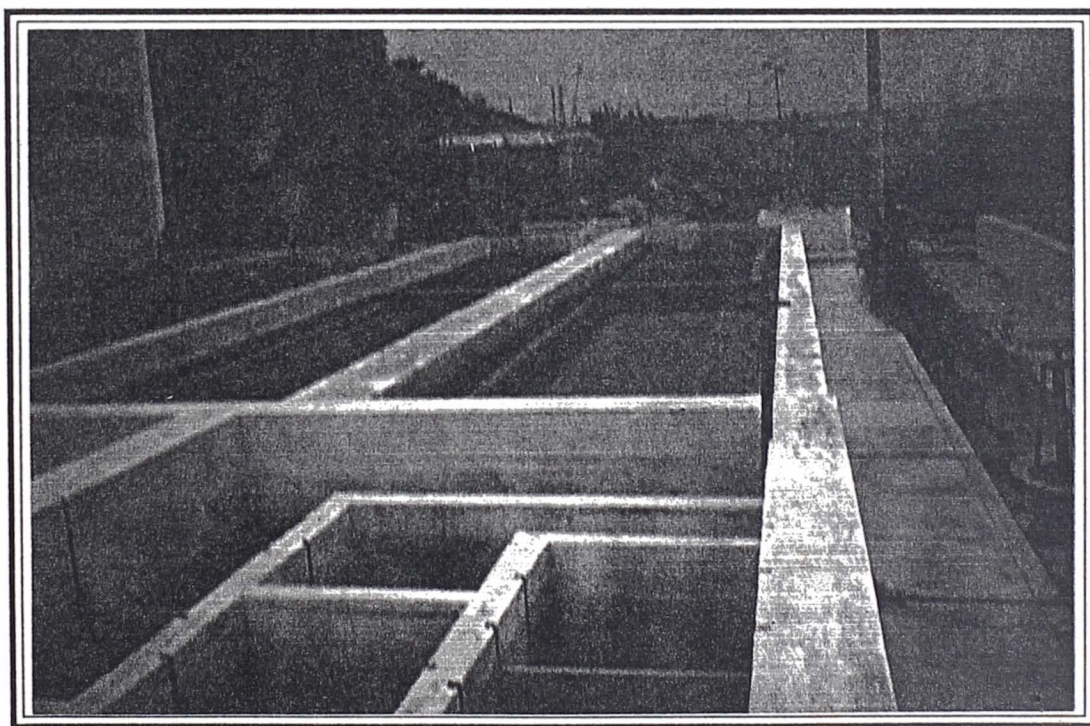


Foto 58 : Flocculadores y Sedimentadores de la Planta Nueva, no existe cerco para impedir el ingreso de personas ajenas a esta.

FOTO 59: Peligro latente de incendio por la mala ubicación de la sub-estación eléctrica (ubicada sobre el techo de la sala de distribución de Agua Potable para Corrales y La Cruz Zorritos) ya que no está debidamente protegida contra las lluvias y estas podrían causar un corto circuito

