

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE POTABILIZACION
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE
MOYOBAMBA MEDIANTE EMPLEO DE PRECLORACION
Y USO DE UN POLIELECTROLITO**

TITULACION EXTRAORDINARIA PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO SANITARIO

ANITA DE JESUS LOPEZ VASQUEZ

LIMA - PERU

1995

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres

SARA BERTHA VASQUEZ MELENDEZ

MOISES LOPEZ RODRIGUEZ

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A mis asesores

Dra. LUCIA HUAMAN ORTIZ

ING. ENRIQUE NUÑEZ PERALES

**Por todo el apoyo brindado
y la experiencia
transmitida.**

AGRADECIMIENTO

A MI ALMA MATER

Por la formación profesional recibida

A MIS PROFESORES

Por la orientación y apoyo en la presentación del presente estudio.

ING. FAUSTO RONCAL BERGARA

ING. PABLO PACCHA HUAMANI

A EMAPA MOYOBAMBA

En nombre del Gerente General

WAGNER VASQUEZ VELASQUEZ

Por la fe puesta en los profesionales jóvenes

A MI ESPOSO

Por todo su apoyo

DAVID CHONG SILVA

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIOS

Por todo el apoyo brindado

**VILMA CHAVARRY OBANDO
HUGO GUERREROS CORDOVA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**OPTIMIZACIÓN DE LOS
PROCESOS DE
POTABILIZACIÓN DE
LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
DE MOYOBAMBA
MEDIANTE EMPLEO DE
PRECLORACION
Y USO DE UN
POLIELECTROLITO**



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

"EMAPA MOYOBAMBA"

I.- DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

- 1.1. Razón Social : Empresa Municipal de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Moyobamba.
- 1.2. Régimen Unico del Contribuyente. : 16227501
- 1.3. Dirección : Jr. Serafín Filomeno 682
Moyobamba.
- 1.4. Telefax : (094) 562201
- 1.5. Tipo de Empresa : Pública No Financiera de Derecho Interno.
- 1.6. Tipo de Propiedad : Accionariado, de Propiedad de la Municipalidad Provincial de Moyobamba.
- 1.7. Normatividad : Decreto Legislativo N°650
Decreto Supremo N°07-94-PRES.

Estatutos y Ley General de Municipalidades.
- 1.8. Composición Social : 100% Municipalidad Provincial del Accionariado.
de Moyobamba.

OFICINAS: Jr. Serafín Filomeno 682 - TeleFax (094) 562201
PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA: Km. 3 Carretera Baños Termales.



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

1.9. Tenedor de las : EMAPA MOYOBAMBA
Acciones.

1.10 Capital suscrito y : S/. 5'000,000.00
pagado.

1.11 N° de Acciones : El número de acciones es de
4,515 con un valor nominal de
S/. 1,107.42 cada una en
función del número de cone
xiones (D.S. 601).

II DIGNOSTICO DE LA EMPRESA

2.1. ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

EMAPA MOYOBAMBA, tiene como finalidad la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado dentro de las Ciudad de Moyobamba, así como en los distritos de su jurisdicción provincial en armonía con los artículos 1ro. y 3ro. de sus Estatutos. Es una Empresa de Derecho Público Interno que goza de autonomía economía, técnica y administrativa, ejerciendo las políticas de operación, control, mantenimiento, normatividad, planificación, financiación, formulación de proyectos, supervisión, asesoría, asistencia técnica y ejecución de obras de su competencia.



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

2.2. MERCADO

EMAPA MOYOBAMBA, cuyo centro de operaciones se circunscribe actualmente a la Administración de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el mercado de Moyobamba, cubre razonablemente la demanda con la puesta en funcionamiento de su Planta de Tratamiento y de los Subsistemas de Caparina y Almendra con un aporte de 20 lps. Cabe mencionar que las tarifas de los servicios que presta están por debajo de los precios promedio del mercado nacional e internacional, limitando sus planes de Inversión y Desarrollo por lo que imperativo su reajuste periódico a fin de levantar su nivel de liquidez, así como su capacidad de endeudamiento para viabilizar préstamos para nuevas obras.

2.3. PRODUCCION

La Planta de Tratamiento de EMAPA se abastece de las microcuencas del Rumiyaqu, Mishquiyaqu y vertientes a través de una línea de conducción de 1,205 mts. de longitud. La capacidad instalada de la planta de tratamiento es de 66 lps. este valor se incrementó en 20 lps. adicionales con la puesta en marcha de los sub sistemas de captación de Almendra y Caparina cuyo aforo es de 18 lps. haciendo un total de 85 lps. La producción actual alcanza un volúmen anual de 2'262,704 M3. de agua



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

que nos ha servido para mejorar el servicio en las zonas parcialmente servidas y ampliar la cobertura a los nuevos usuarios. La cobertura actual alcanza el 75% de la población. Puesto que Moyobamba necesita un caudal de 114 lts/seg. para abastecer a sus 25,400 habitantes, siendo de urgencia buscar nuevas fuentes de captación.

2.4. ASPECTO LABORAL

Para el desarrollo de sus actividades, la Empresa cuenta actualmente con 32 servidores categorizados debidamente dentro del Cuadro de Asignación de Personal, agrupados en Organos de Apoyo y de Línea con sus respectivas Areas y Unidades Orgánicas bajo la Jefatura de la Gerencia, faltando implementar los órganos de control y Asesoramiento.

Los Trabajadores están sujetos a las normas de las Empresas del Estado y Leyes del Régimen Laboral de la Actividad Privada (Leyes 4916 y 8439). La política salarial es regulada actualmente por las Normas y Disposiciones de la CORPORACION NACIONAL DE DESARROLLO (CONADE). El personal cuenta con los elementos físicos adecuados, siendo necesario complementarlos con un Programa de Capacitación adecuado a sus funciones.

2.5. ASPECTOS ECONOMICOS FINANCIEROS

Actualmente la Empresa viene adecuando su



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

..//

estructura al Decreto Supremo 07-94-PRES de creación de EMAPA MOYOBAMBA como Empresa independiente de EMAPA SAN MARTIN; de fecha 19 de Marzo de 1,994. Actualmente EMAPA financia sus operaciones e inversiones con recursos propios, siendo necesario el apalancamiento por parte de organismos gubernamentales y no gubernamentales para el logro de sus fines sociales.

2.6. DIRECCION Y GESTION DE LA EMPRESA

De conformidad con el Título III Art. 11 de los Estatutos, la Organización y Administración de EMAPA MOYOBAMBA compete a la Junta Empresarial, al Directorio, al Presidente del Directorio y al Gerente General. La Junta Empresarial actúa según lo prescrito en el Art. 12 del Capítulo I de los Estatutos. El Directorio, según el Capítulo II, correspondiendo al Gerente General el Capítulo III de dichos Estatutos.

En el poco tiempo de gestión de la nueva Junta Empresarial presidida por el Alcalde Provincial se han logrado considerables avances en su consolidación como una Empresa autónoma, independiente, y capaz de realizar una gestión empresarial eficiente. Asimismo, la Gerencia General viene encaminando la Empresa hacia el logro de sus objetivos en concordancia con la política desarrollista de la Alta Dirección. Consecuentes con éstos objetivos, los Organos de Línea de la



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

Empresa apoyan decididamente a la Gerencia General, demostrando eficiencia, lealtad y diligencia con la Empresa.

III OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO

- a. Abastecer a la población Moyobamba, de manera sostenida, suficiente y oportuna con el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, garantizando la calidad del líquido elemento que redundará en Beneficio de la Salud de la Comunidad.
- b.- Apoyar el proceso de consolidación de la Empresa y cumplir así con los Planes y Programas de Desarrollo del Gobierno Central en materia de Saneamiento, así como con la Política de la Actual Comuna Moyobambina. Del cumplimiento de éstos objetivos de desarrollo se desprenden los objetivos específicos del Plan que se mencionan a continuación.

3.2. OBJETIVOS GENERALES

Mejorar las gestión de comercialización en busca de aumentar el nivel de recuperación en base a programas y Control del consumo de agua.

Optimizar el uso de los recursos económicos,



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

humanos y materiales de la Empresa, mejorando la Eficiencia y Productividad de la Gestión Empresarial.

3.3. METAS Y ACTIVIDADES

Incrementar al volúmen de Producción de Agua.

Incrementar el porcentaje de Población Servida.

Disminuir las pérdidas de Agua en la distribución, tanto en redes como domiciliario.

Incrementar el número de conexiones de agua.

Incrementar el número de conexiones de Alcantarillado.

Incrementar la facturación en cuanto a los volúmenes realmente consumidos.

Lograr una eficiente gestión de cobranza.

Incrementar los volúmenes de agua medidas.

Reestructurar los rangos de consumos y escala tarifaria.

Lograr un nivel tarifario que permita cubrir las inversiones y costos operativos de la Empresa.



emapa

EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA

//..

Buscar fuentes de financiamiento.

Ejecutar Proyectos de nuevas captaciones y fuentes de abastecimiento.

Optimizar el uso de los recursos presupuestales en base al análisis permanente de la Ejecución Presupuestal, así como el Control previo de las Operaciones.

Conformar el Comité de Bajas que califique el real estado de los Activos, calificación que permitirá dar de baja a los bienes inservibles u obsoletos logrando asimismo, establecer el valor real del Patrimonio.

Evaluar financieramente la Empresa.

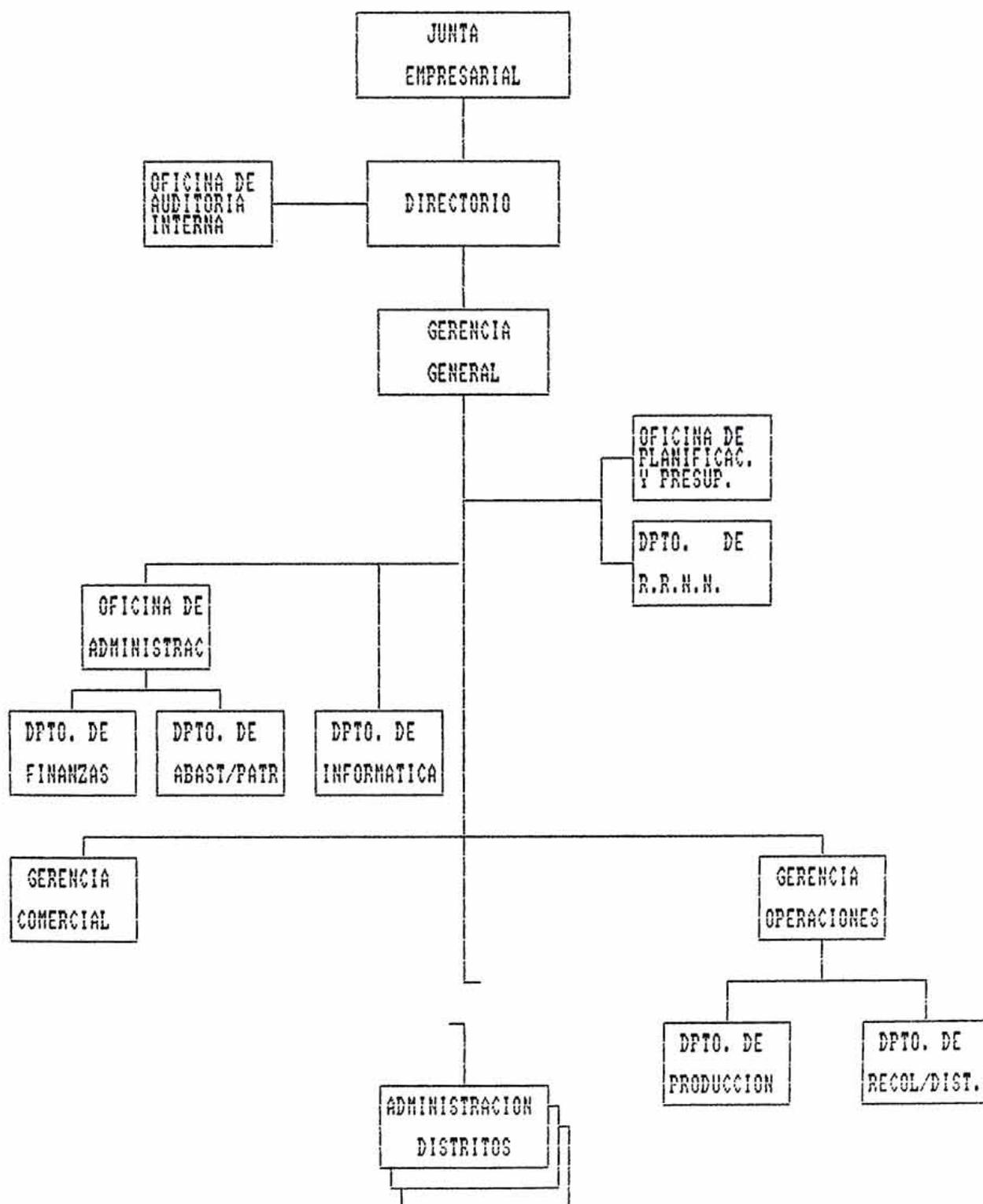
Capacitación al Personal por Areas y en función de sus responsabilidades específicas



emapa

EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA

ORGANIGRAMA DE EMAPA-MOYOBAMBA



OFICINAS: Jr. Serafín Filomeno 682 - TeleFax (094) 562201
PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA: Km. 3 Carretera Baños Termales.

INDICE

I. ANTECEDENTES

I.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE
FILTRACIÓN RÁPIDA - MOYOBAMBA.

I.2. PROCESOS UNITARIOS

COAGULACION

FLOCULACION

DECANTACIÓN

FILTRACIÓN

DESINFECCION

I.3. CONSUMO DE INSUMOS QUÍMICOS CAL, SULFATO DE
ALUMINIO (COSTO-CALIDAD)

I.4. CALIDAD DEL AGUA

I.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

I.6. PROBLEMAS PRESENTADOS

II. PROCESO DE PRECLORACION

II.1. EQUIPO EMPLEADO - CLORADOR

II.2. INSUMO - COSTO

- II.3. RESULTADOS ANTES DE LA PRE-CLORACION
- II.4. RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LA PRE-CLORACION
- II.5. FORMACIÓN DE SUB-PRODUCTOS POR IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRE-CLORACION. (THMS)

III EMPLEO DEL POLIMERO CATIONICO

- III.1. CRITERIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS POLIMEROS ORGÁNICOS.
 - III.1. PRUEBAS PRELIMINARES
 - III.2. ESTUDIOS DE LABORATORIO
 - III.3. CONTROL DE CALIDAD
 - III.4. PRUEBAS EN PLANTA
 - III.5. DOSIS
 - III.6. FORMA DE APLICACIÓN
 - III.7. ESTUDIO DE COSTO
- III.2. PASOS A SEGUIR PARA IMPLEMENTAR EL USO DEL POLIMERO.
- III.3. TRABAJOS A NIVEL DE LABORATORIO.
- III.4. PRUEBA EN PLANTA
- III.5. DATOS ANTES DE UTILIZAR EL POLIMERO Y LIMITE DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA.

III.6. DATOS OBTENIDOS UTILIZANDO EL POLIMERO.

IV COSTOS

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII ANEXOS

A.- RESULTADOS DE ANÁLISIS ANTES DEL EMPLEO DE PRECLORACION Y USO DEL POLIMERO.

B.- RESULTADOS OBTENIDOS CON LA PRUEBA DE JARRAS

C.- TABLAS DE DOSIFICACIÓN

D.- DOSIS Vs RANGO DE TURBIEDAD.

E.- RESULTADO DE ANÁLISIS DESPUÉS DEL EMPLEO DE PRECLORACION Y POLIMERO.

F.- DOCUMENTACIÓN REFERENTE AL POLIMERO CATIONICO MAFLOC-2012 PG.

G.- PRODUCCION DE AGUA EMAPA MOYOBAMBA

H.- GRAFICOS

I.- FOTOGRAFIAS

J.- PLANOS

VIII BIBLIOGRAFÍA



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

SUMARIO

El presente Estudio corresponde al mejoramiento de la calidad de las aguas de la ciudad de Moyobamba, provincia del mismo nombre, ubicada en el Departamento de San Martín, que cuenta con una población de 25,400 habitantes.

El objetivo fue resolver los problemas que afronta la planta de tratamiento de aguas mediante el empleo de pre-cloración y uso de un polielectrolito catiónico.

La Empresa Municipal de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA MOYOBAMBA) cuenta hasta la fecha con 5,000 conexiones domiciliarias, teniendo una cobertura del 88%.

Entre sus fuentes de abastecimiento tenemos:

- Quebrada Rumiyacu
- Quebrada Mishquiyacu
- Vertientes (anexo G, gráfico A, Lámina 1/1 y 1/2)

Las cuales abastecen a la Planta de Tratamiento de Aguas, lográndose un caudal máximo de 70 lps, cuyo fluido se almacena en los reservorios de 800 m³. y 450 m³. de capacidad, para posteriormente ser distribuido a la población.

A consecuencia del crecimiento poblacional y la falta de agua para abastecer durante las 24 horas, se vio la necesidad de buscar otras fuentes de abastecimiento; para ello se



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

realizarán dos proyectos :

- El Sub-Sistema Caparina con un caudal de 5 lps y Sub-Sistema Almendra con 20 lps.

El primero abastece la parte más baja de Moyobamba (Sector Tahuishco) con 3 lps, y el segundo al sector oeste de la ciudad (Asentamientos Humanos, Fonavi II, Barrio de Belén) con 15 lps.

Referente al sector producción de EMAPA MOYOBAMBA cuyo Departamento está a mi cargo, en líneas generales mi trabajo está abocado a :

- Captación
- Línea de conducción
- Planta de Tratamiento
- Reservorios
- Línea de Aducción
- Dirección y conducción del laboratorio

Integrándose desde Enero de 1,994 los Sus-Sistemas Caparina y Almendra cuyas fuentes solo reciben los procesos de filtración y desinfección en una primera etapa.

Aunque Caparina está clasificada en la Clase I por la Ley General de Aguas según los análisis. (ver anexos E)

Posteriormente se irá mejorando estos sub-sistemas; mientras tanto se prevé dar a la población agua en



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

condiciones aceptables de calidad por lo que se realizan visitas periódicas para mantener control y evaluar dichas fuentes.

El estudio realizado específicamente se refiere a la planta de tratamiento de aguas; de la cual estoy a cargo desde el inicio de su operación en Agosto de 1992.

Se priorizó en el tratamiento porque conlleva no solo a mejorar la calidad del agua, sino también a sostener la cantidad y continuidad, ya que al tener la planta un margen corto de turbiedades para tratar, en épocas de lluvias se tenía que desviar el flujo de las principales captaciones durante 08 horas diarias por lo que la planta en ese lapso se abastecía de vertientes. (ver anexo G, gráfico A, Lámina 1/2)

Por otra parte lo invertido en insumos no justificaba la calidad del agua en ese entonces.

En términos generales lo primero que se tuvo que realizar fue mediciones frecuentes de turbiedad, alcalinidad, pH, temperatura (según se iban adquiriendo los equipos) de las fuentes que abastecen a la planta de tratamiento, con la finalidad de contar con datos estadísticos de por lo menos un ciclo hidrológico para recién adoptar las medidas correctivas que fuesen necesarias. Paralelamente a ello se realizaba el tratamiento utilizando sulfato de aluminio y cal hidratada tal como fue diseñada la planta.



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

Cabe indicar que no contábamos con un manual de operación ni límites de tratamiento de la planta, por lo que in situ se tuvo que comprobar y realizar las modificaciones del caso.

Hasta finales del año 1,993 se realizó el tratamiento utilizando sulfato de aluminio tipo B en concentraciones de 2 a 4% con dosis de 25 a 50 ppm. y cal hidratada en concentraciones de 1 a 2% con dosis de 8 a 18 ppm.

Se trataba agua con una turbiedad máxima de 90 UNT y teníamos problemas de presencia de algas, sabores y olores en las estructuras de la planta de tratamiento.

En Noviembre de 1,993 se efectuaron los análisis físico químicos y biológicos correspondientes para luego, según estos resultados que conjuntamente con los datos estadísticos existentes y las pruebas de jarras de las fuentes (Mishquiyacu, Rumiyaçu), proceder a realizar los cambios respectivos; llegándose a la conclusión de integrar el proceso de pre-cloración (para evitar la proliferación del crecimiento de algas en las instalaciones de la planta de tratamiento) y la utilización de un polielectrolito que incremente la capacidad de la planta; pudiendo manejar turbiedades más altas, reducir costos de tratamiento y mejorar la calidad del afluente tratado.

Finalmente se efectuaron las pruebas en planta (previo mantenimiento de las estructuras) con el polímero catiónico y pre-cloración, durante un periodo de



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

evaluación de 30 días consecutivos con el fin de determinar la dosis óptima, de sulfato de aluminio y polímero catiónico para las diferentes variaciones de calidad de aguas; así también el punto óptimo de aplicación de la pre-cloración y la demanda de cloro.

- Hasta el momento se ha logrado cumplir con todos los objetivos:
- Con la pre-cloración se tiene controlada la proliferación de algas.
- Se está tratando hasta el momento aguas con turbiedades de 6 a 850 UNT.
- La calidad de las aguas ha mejorado considerablemente (ver análisis), tanto en el aspecto físicoquímico y bacteriológico.
- Se tiene un ahorro en costos de tratamiento \$ 10,320.40 anuales. Debido a que se ha visto reducido la utilización de sulfato de aluminio tipo B en un 50% y cal hidratada en 100% por el empleo del polímero catiónico.
- La planta de tratamiento está operando con un caudal de 68 lps en forma permanente.

En el anexo G se observa la producción de agua de EMAPA MOYOBAMBA desde el año 1992 al 1994; donde debido a la



emapa

**EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
MOYOBAMBA**

//..

optimización de los procesos de tratamiento, integración de sub-sistemas Almendra y Caparina se ha incrementado la producción a partir de 1994.

I ANTECEDENTES

I.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE FILTRACIÓN RÁPIDA - MOYOBAMBA.

- UBICACIÓN : MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN
KM. 3 CARRETERA BAÑOS TERMALES
873.546 m.s.n.m.
(Ver anexo H, lámina 1/1)
- CAUDAL DE DISEÑO: Qmd = 66 lps
- POBLACIÓN DE DISEÑO: 21,000 HABITANTES

La planta de tratamiento de Aguas de Moyobamba; es una planta de filtración rápida y opcionalmente de filtración directa, cuando el río trae turbiedades bajas (menor a 30 NTU).

Fue diseñada en 1,986 como planta de filtración directa, pero posteriormente debido a su no funcionabilidad por las características físicas de las aguas, decidió modificarse en planta de filtración rápida; empezando su operación en Agosto de 1,992.

El sistema de Agua Potable de MOYOBAMBA cuenta con dos fuentes principales: Rumiyacu y Mishquiyacu y tres

vertientes que ayudan a incrementar el escaso caudal de las mencionadas quebradas. (Figura Nº 2, anexo G)

Este sistema se inicia captando el flujo de la Quebrada de Rumiyacu para luego, a través de una tubería de 10", de diámetro, tomar contacto con la Quebrada de Mishquiyacu en una pequeña represa, de la cual salen 2 líneas (tuberías de 10" PVC y 8" PVC). La primera de 10" va directamente a una caja de reunión y la segunda de 8" se reúne con las vertientes existentes para luego ingresar a la misma caja de reunión que la primera línea de 10". (Ver anexo H, Lámina 1/1)

De esta caja salen dos tuberías en paralelo de 10" las cuales van a dar a una nueva caja de reunión; uniéndose este flujo con otra vertiente para entrar al Desarenador. Al extremo del Desarenador se ubica otra caja de reunión; saliendo de ella 2 líneas de 8" y 10" reduciéndose esta última más adelante a 6" de diámetro.

Posteriormente a través de una línea de tubería de 10" el flujo entra a la Planta de Tratamiento iniciándose el tratamiento en la unidad de mezcla rápida, pasando seguidamente al floculador de flujo horizontal con pantallas prefabricadas de planchas corrugadas de asbesto-cemento, existiendo 3 zonas de gradientes decrecientes de estas zonas el agua pasa a un canal de sección variable que la reparte a dos decantadores por medio de 4 ventanas rectangulares.

Los Decantadores a su vez poseen una pantalla difusora que tienen orificios circulares de 2 1/2" de diámetro, para lograr una distribución uniforme del agua.

El efluente clarificado de cada Decantador es recolectado por canaletas de 0.50 mts. de ancho interno, provistos de 20 metros lineales de vertederos dentados de fierro galvanizado.

El agua recolectada, mediante una canal cerrado, pasa a cuatro filtros hidráulicos de flujo descendente de lecho doble, cuyas características son: (ver plano nº 6, anexo J).

LECHO FILTRANTE

	ESPESOR (m)	Te (mm)	Cu	Pe (gr/cm ³)
Antracita	0.45	0.66	1.15	1.20
Arena	0.30	0.71	1.50	2.6

GRAVA	ESPESOR (cm)	TAMAÑO (mm)	Pe (gr/cm ³)
Capa 1	10	2.4 a 4.8	<2.5
Capa 2	7.5	4.8 a 9.6	
Capa 3	7.5	9.6 a 19	
Capa 4	10	19 a 38	
Fondo	15	38 a 50	

Los Decantadores a su vez poseen una pantalla difusora que tienen orificios circulares de 2 1/2" de diámetro, para lograr una distribución uniforme del agua.

El efluente clarificado de cada Decantador es recolectado por canaletas de 0.50 mts. de ancho interno, provistos de 20 metros lineales de vertederos dentados de fierro galvanizado.

El agua recolectada, mediante una canal cerrado, pasa a cuatro filtros hidráulicos de flujo descendente de lecho doble, cuyas características son: (ver plano nº 6, anexo J).

LECHO FILTRANTE

	ESPESOR (m)	Te (mm)	Cu	Pe (gr/cm ³)
Antracita	0.45	0.66	1.15	
Arena	0.30	0.71	1.50	2.6

GRAVA	ESPESOR (cm)	TAMAÑO (mm)	Pe (gr/cm ³)
Capa 1	10	2.4 a 4.8	<2.5
Capa 2	7.5	4.8 a 9.6	
Capa 3	7.5	9.6 a 19	
Capa 4	10	19 a 38	
Fondo	15	38 a 50	

Una vez filtrada el agua; es almacenada en un canal de agua para lavado y luego, a través de vertederos, pasa a un canal de recolección; el cual se conecta con una línea de 10" que en su recorrido se realiza la cloración y sale de la Planta de Tratamiento mediante 2 líneas de 6" y 8" que se van a conectar con los dos reservorios existentes (Ver Anexo H Lámina 1/5)

I.2. PROCESOS UNITARIOS

- **MEZCLA RÁPIDA:** La mezcla se realiza a través de un sistema hidráulico: ~~El~~ canal PARSHALL ~~de~~.

El agua de entrada a la planta es conducida a una caja de reunión, pasando seguidamente por la canaleta Parshall que aprovechando el resalto hidráulico se dosifica sulfato de aluminio y cal hidratada a través de tubos perforados.

Estas soluciones son preparadas en dos pozas de 2.5. m³ cada una y por medio de una tubería de 3/4" de diámetro es conducida a los isodosificadores de tirante constante existentes y posteriormente a los tubos perforados.

Inicialmente la Planta de Tratamiento estaba diseñada para el uso de cal hidratada y sulfato de aluminio.

- **FLOCULADOR:** Consta de una unidad. La estructura es hidráulica de flujo horizontal, en donde se aprecia 3 zonas con gradientes de velocidad decreciente. Las pantallas son prefabricadas de planchas corrugadas de asbesto cemento.

Al paso del flujo del agua se aprecia en el recorrido el serpentín y la formación de flóculos.

- **DECANTADOR:** Son dos unidades convencionales tanques de flujo horizontal, en donde el agua floculada pasa a un canal de sección variable y por medio de 4 vertederos rectangulares se reparten equitativamente a los decantadores.

En la zona de entrada, estos tienen pantallas difusoras con orificios circulares para una mejor distribución del flujo. Estas unidades, luego de sedimentar el agua, están provistas de canaletas de recolección de agua clarificada.

- **FILTROS:** El agua clarificada de los decantadores se reúne en un canal para repartirse posteriormente a los 4 filtros rápidos existentes de lecho doble (arena, antracita) y flujo descendente.

El proceso de lavado se realiza en forma ascensional con agua; donde para lavar un filtro se emplea el caudal que producen los filtros restantes. Cada ^{unidad} batería-de filtros está dotada de un vertedero de salida de agua filtrada, cuya función es mantener una altura de agua tal que de la presión necesaria sobre la canaleta de eliminación de agua de lavado, como para que el flujo se invierta y penetre a través de la unidad en proceso de lavado, al abrir la válvula de desagüe.

- **DESINFECCION:** El agua filtrada es recolectada en un canal que se conecta con una tubería de 10" de diámetro en la cual se inyecta el cloro al vacío a través de un clorador de 50 lbs/día marca WALLACE & TIERNAN modelo V-100 y una bomba BOOSTER ubicada en la Caseta. Posteriormente ésta tubería se deriva a dos tuberías de 6" y 8" para dar a los reservorios.
Ver secuencia de dosificación (en anexo H, lámina Nº 1/4)

I.3. CONSUMO DE INSUMOS

PROVEEDOR: Sulfatos del Perú
Rayón Industrial
Paramonga S.A.

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO:

- 1.- Cal hidratada o cal apagada.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	
CARACTERISTICAS	
- Materia Prima	- Cal viva + agua
- Aspecto	- Polvo de color blanco

Utilizada como ayudante de coagulación para proporcionar al agua alcalinidad artificial cuando la alcalinidad natural está por debajo de 30 mg/lts.

- 2.- Sulfato de Aluminio Tipo B

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICA	
CARACTERISTICAS	TIPO B
Materia Prima	Bauxita + ácido sulfúrico
Aspecto	Sólido granulado amarillo a pardo.

ESPECIFICACIONES		
CARACTERISTICAS	TIPO B	
	RANGO	VALOR TIPICO
Aluminio % Al ₂ O ₃	16.0-16.4	16.2
Hierro % Fe ₂ O ₃	0.5 máx.	0.15
Insolubles %	5.0 máx.	2.80
Basicidad % Al ₂ O ₃	0.4 máx.	0.20
Agua % H ₂ O		42.20
Densidad @ 20°C		
pH al 1%, 20°C		3.70

PRODUCTO	CONSUMO PROMEDIO	CALIDAD
	DIARIO	
Sulfato de Aluminio	150 Kg.	Regular
Cal hidratada	50 Kg.	Regular

Anterior

PRODUCTO	CONSUMO PROMEDIO	COSTO	FLETE	COSTO TOTAL
	TRIMESTRAL	\$	\$	\$
Sulfato de Aluminio	13,500 Kg.	3,982.50	1,404.00	5,386.50
Cal hidratada	4,500 Kg.	1,707.76	467.84	2,175.60

I.4. CALIDAD DE LAS AGUAS

La calidad de las aguas de la fuente, se puede decir en general que presenta turbiedades variables, dependiendo su aumento de las condiciones climáticas (lluvias). En los meses de Diciembre a Abril aproximadamente es donde se presenta mayor turbiedad y se debe al material arcilloso que le confiere al agua un color aparente rojizo; el resto del año la turbiedad disminuye considerablemente y es más estable.

El agua presenta color considerable y de origen orgánico, con tendencia ligeramente ácida, blanda, en general de bajo contenido de sales disueltas. Hierro en forma particulada, y libre de arsénico, cadmio y plomo. El caudal promedio que presenta esta fuente en época de estiaje es de 0.35 m³/seg.

Con los insumos mencionados anteriormente se operaba la planta con una turbiedad máxima de 90 UNT:

Hasta 60 UNT con una concentración al 2%

De 60 a 90 UNT con una concentración al 4%

Más allá de estos límites e incluso cuando había variaciones de caudal en el caso que teníamos que desviar el flujo por presentarse turbiedades mayores (mayor 90 NTU) o realizar limpieza en la captación; la calidad del agua tratada no era en muchos casos la adecuada.

Debido a la proliferación de algas en las estructuras de mezcla rápida, floculación y decantación, el mantenimiento tenía que realizarse semanalmente y para ello disminuíamos el caudal de producción en la planta con la finalidad de bajar el nivel del floculador y poder realizar el mantenimiento respectivo. En los decantadores se percibía olores y sabores (ver anexo A y F) resultado de la materia orgánica y algas que pasaban del floculador aun después del mantenimiento y por la dificultad de poder realizar la limpieza continua de estos; dado que el problema se presentaba en épocas de estiaje y no podíamos dejar desabastecida a la población.

I.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Cabe indicar que operar una planta de tratamiento de la selva es muy diferente al de la costa principalmente por dos características propias de estas aguas: El color y presencia de materia orgánica.

Durante la operación, semanalmente se apreciaba la presencia de materia orgánica y algas en las estructuras de la planta. El mantenimiento fue muy dificultoso dado que los floculadores, sobre todo la primera zona, son muy estrechos y no podía caber una persona entre pantallas para limpiar el fondo; por lo que debía de hacerse desde arriba con escobas de mango largo. Además al limpiar las pantallas había que tener mucho cuidado

para no romperlas al sacar el material que quedada adherido a las paredes (capa de 1 cm.). Esta capa verde cubría las paredes desde el inicio del tratamiento hasta los decantadores. Por otra parte los operadores constantemente tenían que estar quitando el material de la superficie para que no pasen a los filtros y pueda malograr el lecho filtrante.

Referente al personal, este no estaba en condiciones de operar una planta de tratamiento por ser algo nuevo para ellos y la mayoría, en sus años de trabajo, se habían dedicado a mantener la captación, por lo que se tuvo que preparar un seminario de actualización (Seminario de Actualización para trabajadores de Producción) con una duración de 18 horas para posteriormente evaluarlos.

Respecto al almacenamiento de los insumos químicos se tuvo que preparar tarimas de madera, aisladas del piso y de las paredes, en rumas no mayores de 1.80 m. de altura, porque el traslado a la sala de dosificación se hace en forma manual. Facilitando que el operador pueda alcanzar el extremo de la ruma y bajar la bolsa para su traslado. Los productos existentes estaban ubicados en el laboratorio en malas condiciones (ver Anexo F).

I.6 PROBLEMAS PRESENTADOS

- Presencia de nutrientes en el agua.
- Variaciones de la calidad del agua, presentándose altos valores de turbiedad en épocas de lluvia.

- Proliferación de algas en las instalaciones de la Planta de Tratamiento.
- Problemas en la operación y mantenimiento de la Planta ,debido a presencia de algas y materia orgánica en las estructuras.
- Instalación inadecuada del Sistema de Cloración y posible fuga de cloro, por trabajo forzado del equipo de cloración.
- Bajo índice de cloro residual en redes de distribución.
- Operadores de Planta sin conocimientos adecuados para sus funciones.
- Falta de un Programa de Mantenimiento de Planta.
- Falta de un Programa de Control de Calidad del Agua.
- Pantallas frágiles, en los floculadores, ocasionando cambios continuos. Elementos que no se encuentran con facilidad en la zona.

Owner
1/10/02

II PROCESO DE PRE - CLORACION

Detallado los antecedentes de acuerdo a la calidad que

presentan las aguas y para evitar la proliferación del crecimiento de algas en las instalaciones de la planta, fue necesario la implementación del proceso de pre-cloración en forma permanente y controlada.

Anteriormente se habían empleado otros productos como Alcablanc, solución inhibidora de proliferación de algas (sulfato de cobre + cal), sin obtener resultados satisfactorios permanentes; ya que luego de cierto tiempo persistía el problema.

II.1 EQUIPO EMPLEADO - CLORADOR

Se adquirió un Clorador de Inyección al vacío de 50 lbs/día de marca WALLACE AND TIERNAN Modelo V-100, por ajustarse a los requerimientos de caudal, demanda de cloro y punto de dosificación.

Dicho equipo fue instalado en la caseta de cloración existente, siendo el punto de aplicación la tubería 10" al ingreso a la planta, como se indica en (figura Nº 1/5 del anexo H).

El agua de dilución es tomada del canal de recolección de agua filtrada para evitar las constantes variaciones del nivel de agua que originan la toma de aire por la bomba BOOSTER, dificultando la operación. Cabe indicar que los intempestivos cambios de presión dentro del clorador por la succión de aire de la bomba producen deterioros en el diafragma del clorador.

II.2 INSUMO - COSTO

Para el correcto y continuo suministro de cloro gas, se adquirió 5 cilindros de acero de 68 kg. de capacidad, teniendo en consideración la implementación del proceso de precloración y dificultad en el transporte.

Actualmente contamos con 23 cilindro de 68 kg cada uno. Antes de implementar el proceso de pre-cloración se consumía en promedio :

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
I TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Cloro gas	1,260 Kg.	1,243.62	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	150 kg.	129.60	15.90	145.50
T O T A L				1,644.90

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
II TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Cloro gas	1,260 Kg.	1,243.62	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	90 kg.	77.76	9.54	87.30
T O T A L				1,586.70

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
III TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Cloro gas	1,260 Kg.	1,243.62	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	150 kg.	129.60	15.90	145.50
T O T A L				1,644.90

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
IV TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Cloro gas	1,260 Kg.	1,243.62	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	90 kg.	77.76	9.54	87.30
T O T A L				1,586.70

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
I TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Escobas	36 Und.	79.30		79.30
Escobillones	4 Und.	17.60		17.60
Escobillas	2 Und.	4.40		4.40
T O T A L				101.30

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
II TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Escobas	36 und.	79.30		79.30
Escobillones	4 Und.	17.60		17.60
Escobillas	1 Und.	2.20		2.20
T O T A L				99.10

INSUMO o PRODUCTO	CONSUMO POR	COSTO TRIMESTRAL	FLETE TRIMESTRAL	COSTO TOTAL
III TRIMESTRE	TRIMESTRE	\$	\$	\$
Escobas	36 Und.	79.30		79.30
Escobillones	4 Und.	17.60		17.60
Escobillas	2 Und.	4.40		4.40
T O T A L				101.30

INSUMO o PRODUCTO IV TRIMESTRE	CONSUMO POR TRIMESTRE	COSTO TRIMESTRAL \$	FLETE TRIMESTRAL \$	COSTO TOTAL \$
Escobas	36 und.	79.30		79.30
Escobillones	4 Und.	17.60		17.60
Escobillas	1 Und.	2.20		2.20
T O T A L				99.10

Posteriormente:

INSUMO	CONSUMO POR DÍA	COSTO TRIMESTRAL \$	FLETE TRIMESTRAL \$	COSTO TOTAL \$
Cloro gas	16 kg.	1,421.28	292.32	1,713.60

NOTA: En la pre-cloración se consume 20 lbs/día de cloro gas y en la desinfección 30 lbs/día, en promedio.

II.3 RESULTADO ANTES DE LA PRE-CLORACION

(Ver anexos A y F)

- Sabores y olores en decantadores
- Proliferación de algas
- Problemas de operación y mantenimiento.
- Mantenimiento de Floculador semanalmente.

II.4 RESULTADOS DESPUÉS DE LA PRE-CLORACION

- Proliferación de algas controlado
- Mantenimiento de planta de tratamiento cada 6 meses
- Mejoramiento sustancial de calidad de agua referente a tratamientos más altos de turbiedad, disminución de color, sabor, olor. (Ver anexo D)
- Estado estético de las estructuras de tratamiento en condiciones satisfactorias. (Ver anexo F)

II.5 FORMACIÓN DE SUB-PRODUCTOS POR IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PRE-CLORACION (THMS)

Se consideró la implementación del Proceso de Pre-Cloración, con la finalidad específica de controlar tanto el crecimiento y proliferación de algas, así como remover el color del agua que ingresa a la Planta de Tratamiento.

Como es de conocimiento, existe la posibilidad de formación de trihalometanos como productos resultantes de la reacción entre el cloro y la materia orgánica naturalmente presentes en el agua, como: Acido Húmico, ácido fúlvico, clorifila y algas (precursores). Los cuatro trihalometanos que se presentan con mayor frecuencia son: Cloroformo, Bromodiclorometano, Clorodibromometano y Bromoformo.

Para conocer la cantidad de formación de estos

compuestos y evaluar su comportamiento tanto en Planta como en la Red de Distribución, se procedió a realizar el muestreo específico con Pre-Cloración - Desinfección y sólo con Desinfección, con fines comparativos.

Los resultados indican que la Pre-Cloración permite incrementar la formación de estos compuestos, principalmente del Cloroformo en un 42% (12.3 ug/l) siendo aparentemente el porcentaje alto, pero el valor absoluto es relativamente moderado.

Los valores obtenidos de los otros compuestos formados son insignificantes, no existiendo la formación de Bromoformo.

(Ver anexo E N° 3) resultados de cada uno de los análisis, exámenes o mediciones realizados.

III EMPLEO DE POLIMERO CATIONICO

III.1 CRITERIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS POLIMEROS ORGÁNICOS

Con la finalidad de implementar el uso de polímeros orgánicos sintéticos en el proceso de potabilización del agua, se tuvo que seguir el siguiente criterio:

- III.1.1. PRUEBAS PRELIMINARES.-** Solicitar a proveedores muestras de los productos para efectuar a nivel del laboratorio pruebas preliminares.

III.1.2. ESTUDIOS DE LABORATORIO.- Solicitar a proveedores muestras de los productos utilizándolos en la prueba de jarras modificada.

III.1.3. CONTROL DE CALIDAD.- Es preciso tener en cuenta que antes de proceder a la prueba en planta, es conveniente que el comprador solicite al vendedor el suministro de un certificado de calidad emitido por un Instituto de Certificación, previamente aprobado. La certificación debe incluir la siguiente información:

- Aprobación de la Agencia Norteamericana para la Protección del Medio Ambiente (U.S. EPA) para su utilización en tratamiento de aguas para consumo humano.
- Indicación de la dosis máxima en mg/L utilizable del producto en potabilización de aguas.
- Certificación de que el producto no contiene sustancias delétereas para la salud de la población que ingiera agua tratada apropiadamente con ese polielectrolito.

III.1.4. REALIZAR PRUEBAS EN PLANTA.- Con el fin de comprobar los resultados obtenidos con la prueba de jarras, se procede a su aplicación en planta.

III.1.5. DOSIS.- Para dosificar el producto, es necesario contar con un equipo dosificador apropiado (Bomba

dosificadora de diafragma), para el dosaje exacto del producto, el mismo que deberá ser previamente diluido para ser aplicado en el punto mas apropiado a las características de la planta de tratamiento. Las dosis deben escogerse en base a estudios de laboratorio.

III.1.6. FORMA DE APLICACIÓN.- Los polielectrolitos pueden aplicarse de tres maneras principalmente:

1.- **Como coagulantes** (sustitutos de los coagulantes metálicos), en este caso, el polielectrolito se aplica como coagulante primario.

2.- **Como ayudante de coagulación.-** Este es el caso más común.

El producto se aplica usualmente antes del coagulante metálico con el fin de reducir la dosis de éste y mejorar el proceso de coagulación del agua.

3.- **Como ayudante de floculación.-** en este caso el polielectrolito se aplica después de haber dosificado el coagulante metálico con el fin de producir flóculos más grandes y pesados que sedimenten fácilmente.

III.1.7. ESTUDIOS DE COSTOS.- Es necesario un estudio de

costos para determinar si el uso del polielectrolito no incrementará los costos de tratamiento. Se ha podido observar que cuando se requieren altas dosis del coagulante metálico, es posible obtener economías sustituyendo parte de este coagulante con polielectrolitos, cuyas dosis aplicadas resultan ser mucho menores a los del coagulante primario.

III.2. PASOS A SEGUIR PARA IMPLEMENTAR EL USO DEL POLIMERO:

Para la toma y envío de muestras se ubicaron los puntos de muestreo, así como la correcta toma de las mismas y remisión.

Se definió los siguientes puntos de muestreo:

- Captación:Vertientes
- Captación:Quebrada Rumiyacu y Mishquiyacu
- Ingreso a la planta
- Salida del decantador
- Salida de filtros

La toma de muestras para los análisis físicos,

químicos y biológicos se realizó en la época más crítica de operación y mantenimiento debido a la presencia de lluvias, donde se tenía que desviar el flujo de agua de la planta por medio de un by-pass, hacia su eliminación por rebose.

III.3. TRABAJO A NIVEL DE LABORATORIO

Visto los resultados obtenidos de los análisis físico químicos y biológicos (Ver anexo A), los datos Estadísticos de turbiedad, alcalinidad, pH, temperatura promedio del agua, así como teniendo en cuenta el sistema existente y operación de la planta, se decidió la utilización de un Polímero, iniciando las pruebas de laboratorio con el polielectrolito catiónico MAFLOC 2012 PG.

Se efectuaron pruebas de jarras con diferentes turbiedades para observar el comportamiento del polímero catiónico MAFLOC 2012 PG, tanto como coagulante primario así como ayudante de coagulación; obteniendo los resultados que se muestra en el anexo B.

Los resultados obtenidos indicaron que el Polímero MAFLOC 2012 PG, se comportaba mejor como ayudante de coagulación, permitiendo una mejor formación del flóculo, influyendo en la mayor eficiencia de remoción de las partículas en suspensión.

Por consiguiente se decidió la utilización de este insumo procediéndose a su adquisición, así como también la bomba dosificadora Electromagnética de diafragma que permite dosificar el insumo en cantidades apropiadas y en forma continua, evitando así incurrir en sobre dosificación que implicaría altos costos y riesgos para la población.

A continuación se detalla el equipo e insumo adquirido para la implementación de este proceso en planta:

- 1 bomba dosificadora electromagnética de diafragma, marca WALLACE AND TIERNAN, modelo 45-050.
- Balanza para dosificación.
- Tanque de alimentación de bomba (polímero diluido)
- 1 cilindro de Polielectrolito Catiónico (polímero) MAFLOC 2012 PG (230 KG.) para período de prueba en planta.

III.4 PRUEBA EN PLANTA

Contando en Planta con el equipo y el Polímero se inició la implementación del tratamiento con dicho insumo.

OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE POTABILIZACION
DE LA PLANTA DE AGUAS DE MOYOBAMBA
P R O G R A M A

ITEM	ACTIVIDADES	T I E M P O			
		SEMANA			
		1	2	3	4
1	Elaboración del programa de actividades preliminares.	xx			
2	Adquisición de accesorios necesarios.	xx	xx	xx	
3	Mantenimiento de la Planta, aplicación de solución inhidora de algas.				xx
4	Implementación del proceso de precloración.				xx
5	Ubicación y adecuación del punto de aplicación de los insumos químicos. Cálculos para preparación de insumos.				xx
6	Cálculo para la dosificación de insumos, ubicación e instalación de bomba dosificadora.				xx
7	Inicio de aplicación de polímero, instrucciones en campo para el inicio de precloración.				xx

A continuación se detallan las actividades realizadas:

- Visita a la planta de tratamiento para verificar el estado situacional de los procesos de tratamiento.

- Elaboración del programa de actividades preliminares.

- Adquisición de accesorios necesarios.

- Parada de planta para mantenimiento (limpieza) de todas las unidades: Mezcla rápida, floculadores, decantadores, filtros, etc.

- Preparación de solución inhibidora de proliferación de algas. (1 Sulfato de Cobre y 3 de Cal)

- Aplicación de la mencionada solución en las paredes de todas las unidades.

- Implementación del proceso de Pre-Cloración.

- Ubicación y adecuación del punto de aplicación de los insumos químicos (sulfato de aluminio y polímero catiónico).

- Cálculos para la preparación de los insumos.

* Sulfato de aluminio al 2%
(1 bolsa de sulfato de aluminio de 50 Kg.
en 2.5 m³. de agua)

* Polímero catiónico al 5%
(5 kg. de Polímero Catiónico en 100 lts.
de agua)

- Cálculo para la dosificación de los insumos de acuerdo a la calidad del agua y equipamiento existente.
- Ubicación e instalación de bomba dosificadora.
- Inicio de aplicación de polímero.
- Instrucciones en campo para el inicio de pre-cloración.

Se adjunta en Anexo C, Tablas N^{os}. 1 c/gráfico y 2 referentes a Dosificación de Polímero (Dosis/volumen requerido de solución), Tablas N^{os}. 3 y 4 referentes a Dosificación de Alúmina (Dosis/volumen requerido de solución).

Se incluye en Anexo D, un cuadro con Dosis tentativas de Cloro, Alúmina y Polímero con diferentes rangos posibles de turbiedad que pueda presentar el agua cruda.

III.5 DATOS ANTES DE UTILIZAR EL POLIMERO Y LIMITE DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA

- A continuación se muestra los datos de turbiedades mensuales promedio durante el periodo de Agosto 92' a Octubre 93' (ver Anexo H , gráfico B).

TURBIEDAD PROMEDIO (UT)	MESES
19.93	AGOSTO-92
12.89	SETIEMBRE-92
19.70	OCTUBRE-92
20.45	NOVIEMBRE-92
26.97	DICIEMBRE-92
16.90	ENERO-93
44.11	FEBRERO-93
44.35	MARZO-93
30.23	ABRIL-93
29.10	MAYO-93
20.61	JUNIO-93
15.69	JULIO-93
12.39	AGOSTO-93
9.14	SETIEMBRE-93
21.40	OCTUBRE-93

- Debido a que las fuentes utilizadas son superficiales y por encontrarnos en Selva Alta, constantemente tenemos lluvias torrenciales cuya

escorrentías colectan a las fuentes haciendo de que la turbiedad y el color aumenten considerablemente; habiéndose registrado en la fuente una turbiedad máxima de 1400 NTU y mínima de 5 NTU.

- La planta de tratamiento, está diseñada para tratar 90 NTU, por lo que al tener los problemas antes mencionados disminuíamos considerablemente la producción de agua, ya que se tenía que desviar el flujo para solo captar las vertientes con una producción de 10 LPS.
- Referente a la Alcalinidad tenemos:

NOMBRE	VARIACIÓN DE ALCALINIDAD COMO CARBONATO DE CALCIO
Quebrada RUMIYACU	<81.6 - 85 - 102 - 117 - 121 >
Quebrada MISHQUIYACU	<34 - 42 - 51 - 54 - 68>
Vertientes	<20.4 - 34>

NOMBRE	ALCALINIDAD PROMEDIO COMO CARBONATO DE CALCIO
Quebradas + Vertientes	96.4
MISHQUIYACU	51.0
Vertientes	27.2

Se ha medido la alcalinidad de las quebradas por separado y juntas, porque al agregar el coagulante la

alcalinidad actúa para amortiguar el agua en un rango de pH (6.5 - 8.5), donde el sulfato de aluminio pueda ser efectivo.

La alcalinidad debe estar presente en exceso de la destruída por el ácido liberado por el coagulante para que ocurra una completa y efectiva coagulación. Es por ello que cuando se captaba de la quebrada de Mishquiyacu y vertientes; se tenía que aumentar la dosis de cal hidratada para obtener alcalinidad artificial. Esto sucedía en épocas de lluvias, donde se desviaba el flujo de Rumiayacu si la turbiedad era mayor de 90 UNT.

- PH
 - PH Agua Cruda: 7.5 a menor temperatura
 - " " " 6.7 a mayor temperatura

pero lo?

- Variación de temperatura del agua cruda:

21.5
21.9
22.0
22.5
22.8
23.0
23.5
23.8
24.5
24.8
25.0

Se ha comprobado que la temperatura influye en la acción desinfectante del cloro y coagulación. Cuando la temperatura ambiente en Moyobamba aumenta a partir del medio día hasta las 5.00 pm. y por ende se eleva la temperatura de las aguas. Se emplea menos coagulante y cloro por lo que en noche cuando baja la temperatura se incrementa las dosis.

III.6 DATOS OBTENIDOS UTILIZANDO EL POLIMERO

Hasta el momento estamos tratando agua con turbiedad mínima de 6 NTU y máxima de 550 NTU y la dosificación es:

completación

TURBIEDAD Vs DOSIFICACION DE INSUMOS			
TURBIEDAD NTU	PRE-CLORACION ppm	SULFATO DE ALUMINIO ppm	POLIMERO
0 - 5	0.6	NO	NO
5 - 20	0.6	20	0.4
20 - 100	0.8	40	0.8 - 1.0
100 - 250	1.0	35 - 50	0.8 - 1.5
250 - 500	1.2	50 - 100	1.0 - 2.5

El agua decantada generalmente da una turbiedad menor a 10NTU salvo en casos fortuitos.

A la salida de filtros obtenemos turbiedades mínima de 0.3NTU y máxima de 5.

A continuación se muestra el Cuadro de Turbiedades del agua cruda registradas de los años 1994 y 1995. (Ver gráfico C, anexo H)

DIA	AÑO 1,994								AÑO 1,995		
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	NOV.	DIC.	ENE.	MAR.	ABR.
1		22.19				30.50					
2					28.20	279.10	27.00				
3	12.5				16.20	107.00	41.50		19.00		9.00
4	18.5	34.00		23.50			20.00		13.00		8.00
5	168.15		11.50	25.00				53.20			11.50
6	38.29							14.70			9.00
7	20.50						59.20	40.00			9.50
8		31.00	19.50			226.50	18.00				
9		40.42				85.00	17.00		13.50		
10		42.60	19.00			45.10	114.00				9.00
11	42.00	26.46					23.00		11.00		9.00
12	35.50										200.00
13	23.00										
14	25.00	19.00		28.00		19.00	10.50				
15				47.20		13.00	15.50	201.80		108.00	
16			12.00			14.5				27.00	
17	25.00		16.00				22.00				10.00
18			12.00	23.00							9.00
19	16.00							39.50			29.00
20	15.00			22.50				34.00			14.50
21	14.00		21.00	29.00		12.5	12.00			40.00	13.50
22		26.50		20.50		10.50					
23		19.00					38.50	149.60			
24		14.50	11.50		17.00					25.00	12.50
25	12.00	14.50	13.00		17.50						11.50
26					12.00			21.40			
27	11.00			15.00	12.00			17.00			10.00
28	11.00	17.00	12.50	33.80							
29			24.00	30.00							
30			21.50	13.00	29.10			31.00		11.50	
31			17.50		28.00						

PRODUCTO II TRIMESTRE	CONSUMO POR TRIMESTRE	COSTO		FLETE		COSTO TOTAL \$
		\$		\$		
		P.U	PARCIAL	P.U.	PARCIAL	
Sulfato de aluminio	13,500 Kg.	0.295	3,982.50	0.104	1,404.00	5,386.50
Cal Hidrata	4,500 kg.	0.3795	1,707.76	0.104	467.84	2,175.60
Cloro gas	1,260 Und.	0.987	1,243.62	0.203	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	90 Und.	0.864	77.76	0.106	9.54	87.30
Escobas	36 Und.	2.2	79.30			79.30
Escobillones	4 Und.	4.4	17.60			17.60
Escobillas	1 Und.	2.2	2.20			2.20
T O T A L						9,247.90

PRODUCTO III TRIMESTRE	CONSUMO POR TRIMESTRE	COSTO		FLETE		COSTO TOTAL \$
		\$		\$		
		P.U	PARCIAL	P.U.	PARCIAL	
Sulfato de aluminio	13,500 Kg.	0.295	3,982.50	0.104	1,404.00	5,386.50
Cal Hidrata	4,500 kg.	0.3795	1,707.76	0.104	467.84	2,175.60
Cloro gas	1,260 Und.	0.987	1,243.62	0.203	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	150 Und.	0.864	129.60	0.106	15.90	145.50
Escobas	36 Und.	2.2	79.30			79.30
Escobillones	4 Und.	4.4	17.60			17.60
Escobillas	2 Und.	2.2	4.40			4.40
T O T A L						9,308.30

PRODUCTO IV TRIMESTRE	CONSUMO POR TRIMESTRE	COSTO		FLETE		COSTO TOTAL \$
		\$		\$		
		P.U.	PARCIAL	P.U.	PARCIAL	
Sulfato de aluminio	13,500 Kg.	0.295	3,982.50	0.104	1,404.00	5,386.50
Cal Hidrata	4,500 kg.	0.3795	1,707.76	0.104	467.84	2,175.60
Cloro gas	1,260 Und.	0.987	1,243.62	0.203	255.78	1,499.40
Hipoclorito de calcio	90 Und.	0.864	77.76	0.106	9.54	87.30
Escobas	36 Und.	2.2	79.30			79.30
Escobillones	4 Und.	4.4	17.60			17.60
Escobillas	1 Und.	2.2	2.20			2.20
T O T A L						9,247.90

COSTO ACTUAL

PRODUCTO	CONSUMO PROMEDIO TRIMESTRAL	COSTO		FLETE		COSTO TOTAL \$
		\$		\$		
		P.U.	PARCIAL	P.U.	PARCIAL	
Sulfato de aluminio	6,750 Kg.	0.295	1,991.25	0.104	702.00	2,693.25
Polímero Catiónico	450 kg.	4.92	2,214.00	0.087	39.25	2,253.25
Cloro gas	1,440 Und.	0.987	1,421.28	0.203	292.32	1,713.60
Hipoclorito de calcio	30 Und.	0.864	25.92	0.106	3.18	29.10
Escobas	3 Und.	2.2	2.20			2.20
Escobillones	1 Und.	4.4	4.40			4.40
Escobillas	1 Und.	2.2	2.20			2.20
T O T A L						6,698.00

COSTO ANUAL

A) COSTO ANTERIOR POR TRIMESTRE:

I	TRIMESTRE	\$ 9,308.30
II	TRIMESTRE	\$ 9,247.90
III	TRIMESTRE	\$ 9,308.30
IV	TRIMESTRE	\$ 9,247.90

37,112.40

B) COSTO ACTUAL POR TRIMESTRE:

I	TRIMESTRE	\$ 6,698.00
II	TRIMESTRE	\$ 6,698.00
III	TRIMESTRE	\$ 6,698.00
IV	TRIMESTRE	\$ 6,698.00

\$ 26,792.00

Por lo tanto tenemos un ahorro sustancial por año de :

\$ 10,320.40

V CONCLUSIONES

- En cuanto a la operatividad la utilización del polímero posibilita mejorar la capacidad de la planta de tratamiento pudiendo manejar turbiedades más altas.

CAPACIDAD MAXIMA DE TRATAMIENTO		↓ DE VARIACION
ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL POLIMERO	DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL POLIMERO	
90 UNT	850 UNT	844

- Se ha mejorado la calidad, cantidad y continuidad del servicio, (Ver anexo E, G y I).
- El costo de insumos por trimestre ha disminuído de \$ 9,308.30 ha \$ 6,698.00. Por lo que hasta el momento tenemos un ahorro anual en insumos de 10,320.40 dólares.

↳ Reducción del 50% SO₄
 ↳ " " de 100% de cal. } Como llegar a
 esta Utiliz.

VI RECOMENDACIONES

- Cabe señalar sobre la utilización del polímero, que seguimos evaluándolo en planta con el fin de continuar determinando la dosis óptima y que el punto de aplicación sea el correcto con las diferentes variaciones de calidad que presenta el agua.
- Para la correcta evaluación de los procesos de tratamiento se esta implementando un laboratorio con los equipos, materiales y reactivos mínimos indispensables.
- Esta previsto implementar el sistema de dosificación de sulfato de aluminio mediante un equipo dosificador que permita entregar dosis exactas y regulables en forma constante. Además esta implementación permitirá automatizar la dosificación para evitar que los resultados de esta operación no dependan de factores humanos.

VI- BIBLIOGRAFÍA

- CÁCERES LÓPEZ, OSCAR. Desinfección del agua. Ministerio de Salud OPS/OMS. LIMA, PERU. 1990
- CANEPA DE VARGAS, LIDIA. Manual DTIAPA Nº F-2. Supervisores de Plantas de Tratamiento de Agua. CEPIS/OPS/OMS. LIMA, PERU. Febrero 1985
- RODRÍGUEZ, VICTOR. CANEPA DE VARGAS, LIDIA. Manual VI-VII-IX. Ciclo: Tratamiento, Serie: Filtración Rápida. CEPIS/OPS/OMS. LIMA, PERU. Marzo 1993.
- PÉREZ CARRION, JOSÉ. CANEPA DE VARGAS, LIDIA. Manual IV. Ciclo: Tratamiento, Serie: Filtración Rápida, Evaluación. CEPIS/OPS/OMS. LIMA, PERU. Junio 1992.
- PÉREZ CARRION, JOSE. CANEPA DE VARGAS, LIDIA. Manual I-II. Ciclo: Tratamiento, Serie: Filtración Rápida, El Agua - Calidad y Tratamiento para consumo Humano. Criterios de Selección. CEPIS/OPS/OMS. LIMA, PERU. Junio 1992.
- GORDON MASKEW, FAIR. GEYER JOHN, CHARLES. ALEXANDER OKUN, DANIEL. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. John Wiley and Sons, Inc. Nueva York, E.U.A. 1988
- JIMENO BLASCO, ENRIQUE. Análisis de Agua y Desagüe. FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL/CEPIS. LIMA, PERU. Agosto 1988.