

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



T16
000151
283

“PROYECTO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

anexo: 151

PRESENTADO POR

GALO CARLOS LÓPEZ NORIEGA

ASESOR:

ING RAYMUNDO CARRANZA NORIEGA

000307

LIMA-PERU

1996



La presente Tesis fué Sustentada ante el JURADO DE SUSTENTACION conformado por los siguientes Profesores Ordinarios :

ING° VIRGILIO SIPION ESPINOZA : PRESIDENTE

ING° ESTANISLAO BELLODAS ARBOLEDA : SECRETARIO

ING° LUIS CARRASCO VENEGAS : VOCAL

ING° RAYMUNDO CARRANZA NORIEGA : ASESOR

Según figura en el Folio Nº 159 asentado en el Acta Nº 144 del Libro de Actas de fecha 07 DE NOVIEMBRE DE 1996, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de Titulación con Sustentación de Tesis, de acuerdo a lo normado por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución Nº 047-92-CU de fecha 18 de Junio de 1992.

A Carlos y Maruja, mis
padres, quienes con
esfuerzo y sacrificio
forjaron en mi el Ingeniero
que tanto anhelaban.

A Carlos, mi hermano y
amigo, ejemplo de
perseverancia y voluntad
inquebrantable.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao, por ser quienes cimentaron mi formación profesional.

Al Ing. Virgilio Sipión Espinoza, Presidente del Jurado, por su tiempo y orientación.

Mi gratitud de manera muy especial al Dr. Raymundo Carranza Noriega, mi asesor, por su invaluable ayuda en el desarrollo y culminación de la tesis.

A todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización del presente trabajo de tesis.

**“PROYECTO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE”**

	Págs
I. INTRODUCCIÓN.....	07
II. OBJETIVOS	08
III. RESUMEN	09
IV. GENERALIDADES	11
4.1 Características del Agua.....	11
4.1.1 Agua Natural.....	11
4.1.2 Agua Cruda	12
4.1.3 Agua Potable	13
4.1.4 Normas de Potabilidad	14
4.1.4.1 Condiciones de Potabilidad.....	14
4.1.4.2 Normas vigentes	15
4.1.4.3 Niveles permisibles de Contaminación	21
4.2 Fundamentos de Control de Procesos.....	23
4.2.1 Control Automático	23
4.2.2 Elementos Primarios de Medición de variables de Proceso... 24	
4.2.2.1 Medidores de presión.....	24
4.2.2.2 Medidores de nivel	25
4.2.2.3 Medidores de turbiedad	25
4.2.2.4 Medidores de pH.....	26
4.2.2.5 Medidores de cloro residual	27
4.2.3 Elemento Final de Control	28
4.2.4 Sistema de Control	30
4.2.4.1 Controlador Lógico Programable	32
4.2.4.2 Unidad Terminal Remota	37
V. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA.. 38	
5.1 Descripción del Sistema de Tratamiento de Agua de la Planta	38
5.1.1 Etapa de Captación	38

5.1.2 Etapa de Pre-Tratamiento	40
5.1.2.1 Unidades de Desarenación.....	40
5.1.2.1.a Batería de Desarenadores	40
5.1.2.2 Estaciones de Dosificación de Polímeros	41
5.1.2.3 Estaciones de Precloración.....	42
5.1.2.4 Unidades de Regulación	43
5.1.3 Etapa de Tratamiento	44
5.1.3.1 Estaciones de Reactivos Químicos.....	45
5.1.3.2 Unidades de Decantadores.....	46
5.1.3.3 Unidades de Filtración	48
5.1.3.4 Unidades de Cloración	49
5.1.3.5 Sala de Control de las Plantas.....	50
5.1.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto	50
5.1.4.1 Reservorios de Regulación	50
5.1.4.2 Reservorios de La Menacho	51
5.2 Procesos de Tratamiento de Agua de la Planta.....	51
5.2.1 Pre-Sedimentación	51
5.2.1.1 Sedimentación Simple	51
5.2.1.2 Desarenado.....	51
5.2.1.3 Estanques Reguladores.....	52
5.2.2 Pre-Tratamiento.....	53
5.2.2.1 Mezcla (Salto Hidráulico)	53
5.2.2.2 Floculación Hidráulica	55
5.2.2.3 Sedimentación	56
5.2.3 Tratamiento	56
5.2.3.1 Mezcla.....	57
5.2.3.2 Coagulación - Floculación.....	57
5.2.3.3 Decantación	61
5.2.3.4 Filtración.....	63
5.2.3.5 Desinfección.....	65
5.2.3.5.a Pre-Cloración.....	65
5.2.3.5.b Cloración	66

5.3 Descripción del Actual Centro de Supervisión de la Planta	66
5.3.1 Configuración General del Centro de Supervisión	66
5.3.2 Procedimientos de Operación Básicos	67
VI. INGENIERIA DEL PROYECTO	69
6.1 Requerimientos del Sistema de Control y Supervisión	69
6.1.1 Dimensionamiento del Sistema	69
6.1.2 Respuesta del Sistema en Operación en Tiempo Real.....	70
6.1.2.1 Definición del Sistema en Operación Normal	70
6.1.2.2 Definición de Sistema en Operación de Emergencia	71
6.1.2.3 Tiempo de Respuesta de la Interface Hombre-Máquina.....	71
6.1.3 Telemedición de Puntos	71
6.1.3.1 Puntos de Estado.....	72
6.1.3.2 Puntos Análogos.....	72
6.1.4 Disponibilidad del Sistema	72
6.1.4.1 Definición de disponibilidad de Función.....	72
6.1.4.2 Definición de disponibilidad de Hardware	73
6.1.5 Requerimiento del Hardware de Computo y Control	73
6.1.5.1 Configuración del Sistema	74
6.1.6 Periodo de Vida	74
6.2 Requerimiento Funcional del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA)	75
6.2.1 Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos	75
6.2.1.1 Subsistema de Adquisición de Datos.....	75
6.2.1.1.a Datos de las Unidades Terminales Remotas	76
6.2.1.1.b Datos generados por programas u operador	76
6.2.1.2 Subsistema de Procesamiento de Datos	76
6.2.1.2.a Procesamiento de Datos Análogos	77
6.2.1.2.b Procesamiento de Datos de Estado.....	77

6.2.1.2.c Procesamiento de Puntos	
Análogos Calculados.....	78
6.2.1.2.d Procesamiento de Puntos	
de Estado Calculados.....	79
6.2.2 Alarmas y Eventos.....	79
6.2.2.1 Reconocimiento de Alarmas y Eventos	80
6.2.2.2 Eliminación de Alarmas.....	80
6.2.2.3 Listado de Alarmas y Eventos.....	81
6.2.3 Interface Hombre-Máquina.....	81
6.2.3.1 Funciones de manejo de los despliegues.....	82
6.2.3.2 Controladores de las consolas.....	83
6.2.3.3 Coordenadas Multidimensionales	83
6.2.3.4 Configuración de Crt's	83
6.2.3.5 Zonas de despliegues, ventanas y menu's	84
6.2.3.6 Niveles de acceso y Areas de responsabilidad.....	84
6.3 Sensores, Transductores e Instrumentos de la Planta	86
6.3.1 Sensores, Transductores e Instrumentos Existentes	86
6.3.1.1 Etapa de Captación	86
6.3.1.2 Etapa de Pre-Tratamiento.....	89
6.3.1.2.a Unidades de Desarenación	89
6.3.1.2.b Estaciones de Dosificación de	
Polímeros	90
6.3.1.2.c Estaciones de Precloración	92
6.3.1.2.d Unidades de Regulación	93
6.3.1.3 Etapa de Tratamiento	95
6.3.1.3.a Estaciones de Reactivos Químicos	95
6.3.1.3.b Unidades de Decantadores.....	100
6.3.1.3.c Unidades de Filtración.....	102
6.3.1.3.d Unidades de Cloración	109
6.3.1.3.e Sala de Control de las Plantas	110
6.3.1.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto	113
6.3.1.4.a Reservorios de Regulación	113

6.3.2 Sensores, Transductores e Instrumentos a Suministrar.....	115
6.3.2.1 Etapa de Captación	115
6.3.2.2 Etapa de Pre-Tratamiento.....	117
6.3.2.2.a Unidades de Desarenación	117
6.3.2.2.b Estaciones de Dosificación de Polímeros	118
6.3.2.2.c Estaciones de Precloración	119
6.3.2.2.d Unidades de Regulación	120
6.3.2.3 Etapa de Tratamiento	121
6.3.2.3.a Estaciones de Reactivos Químicos	121
6.3.2.3.b Unidades de Decantadores	123
6.3.2.3.c Unidades de Filtración	126
6.3.2.3.d Unidades de Cloración	129
6.3.2.3.e Sala de Control de las Plantas	131
6.3.2.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto	132
6.3.2.4.a Reservorios de Regulación	132
6.3.2.4.b Reservorios de La Menacho	132
6.4 Instalación de Hardware, Software y Equipamiento	134
6.4.1 Etapa de Captación	134
6.4.2 Etapa de Pre-Tratamiento	137
6.4.2.1 Unidades de Desarenación.....	137
6.4.2.2 Estaciones de Dosificación de Polímeros	138
6.4.2.3 Estaciones de Precloración.....	139
6.4.2.4 Unidades de Regulación	140
6.4.3 Etapa de Tratamiento	142
6.4.3.1 Estaciones de Reactivos Químicos.....	142
6.4.3.2 Unidades de Decantadores	143
6.4.3.3 Unidades de Filtración	145
6.4.3.4 Unidades de Cloración.....	147
6.4.3.5 Sala de Control de las Plantas.....	148
6.4.3.5.a Sala de Control de la Planta N°1	149
6.4.3.5.b Sala de Control de la Planta N°2.....	149

6.4.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto	150
6.4.4.1 Reservorios de Regulación	150
6.4.4.2 Reservorios de La Menacho	151
6.5 Diagramas de Instrumentación de la Planta	153
6.6 Sistema de Comunicaciones	154
6.6.1 Enlace de Pre-Tratamiento - Estación Maestra	154
6.6.2 Enlace Planta de Tratamiento 1 - Estación Maestra	155
6.6.3 Planta de Tratamiento 2 - Estación Maestra	155
6.6.4 Planta de Tratamiento 1 - Planta de Tratamiento 2.....	156
6.6.5. Enlace Reservorios de Regulación - Estación Maestra.....	156
6.6.6. Enlace Reservorios La Menacho - Estación Maestra.....	156
6.6.7. Enlace Gerencia de Plantas - Estación Maestra	156
6.6.8 Enlace Centro de Control - Estación Maestra	157
6.7 Análisis de Costos	158
6.7.1 Presupuesto para el centro de supervisión automatizado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	159
6.7.2 Sistema de telecomunicaciones	160
6.7.3 Instrumentos del terreno	161
6.7.4 Incremento del Capital fijo y Costo Unitario de Producción	162
VII. CONCLUSIONES	164
VIII. RECOMENDACIONES	165
IX. BIBLIOGRAFIA.....	167
GLOSARIO	169

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis titulado "PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE", fué desarrollado, tomando como base las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Agua de La Atarjea, perteneciente a SEDAPAL.

La Empresa ha decidido implementar el Centro de Supervisión Automatizado de su Planta de Tratamiento de Agua Potable, que suministra agua para el consumo de la Ciudad de Lima, con la finalidad de operar, controlar y supervisar esta Planta de Tratamiento en forma integral, con sus instalaciones hidráulicas, electromecánicas, de tratamiento físico-químico y bacteriológico; así como para brindar seguridad y obtener economías en la operación y el mantenimiento de estas instalaciones.

El Proyecto diseñará la Adquisición de Datos y el Control Supervisorio (SCADA), soportado por una plataforma de equipos y de sus instalaciones para operar la Planta de La Atarjea, garantizando seguridad, calidad y servicio adecuado de abastecimiento de agua; el mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos disponibles, y preparar los componentes y/o equipamiento de cada una de las etapas del proceso de tratamiento del agua, tales como las de captación, polimerización, desarenación, precloración, regulación, tratamiento físico-químico y bacteriológico, de evaluación, almacenaje y de salida en óptimas condiciones para el consumo humano, con los sensores, transductores, instrumentos de medida, dispositivos electrónicos y de control.

Asimismo, se implantarán los Sistemas de Telecomunicaciones y sus interfaces necesarias para transmitir/recepcionar los datos y señales de control de la Estación Maestra del Centro de Supervisión Automatizado de La Atarjea, de manera tal, que en un futuro se concluya la adecuación de las instalaciones de la Planta a fin de permitir la implementación de la automatización en las diferentes etapas de tratamiento de agua.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de La Atarjea, determinando las variables del proceso que permitan la instrumentación de la misma para su automatización garantizando agua de calidad constante.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- A. Estudiar los fundamentos teóricos del Tratamiento de Agua Potable de la Planta de La Atarjea.
- B. Estudiar y determinar los equipos e instrumentos que pueden controlar las variables del proceso.
- C. Estudiar y determinar el Sistema de Tratamiento de Agua Potable de la Planta.
- D. Determinar la ubicación de los diferentes instrumentos de medición en la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- E. Estudiar y determinar la instalación y diseño del Centro de Supervisión Automatizado que permita controlar las variables del proceso mediante los equipos e instrumentos.
- F. Instalación del hardware, software y equipamiento para cada una de las etapas del Tratamiento de Agua Potable de la Planta.

III RESUMEN

En el presente trabajo de tesis titulado "PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE", se propone diseñar el Centro de Supervisión Automatizado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Atarjea.

La función principal del Centro de Supervisión Automatizado es la Adquisición de Datos y el Control Supervisorio, soportado por una plataforma de equipos para operar la Planta, garantizando seguridad, calidad y servicios adecuados de abastecimiento de agua.

Para lograr este propósito, se brinda soporte técnico en materia de recolección, almacenamiento y procesamiento de información, correspondiente a las instalaciones hidráulicas y electromecánicas de la Planta. Asimismo, se ofrece soporte técnico para la recolección de información de las mediciones, entre otras de niveles, turbiedad, cloro residual, pH, etc., que sean requeridas por el Centro de Supervisión Automatizado.

Posteriormente se presentan los trabajos y las instalaciones de programas, equipos, sensores, transductores e instrumentos del terreno, así como los lineamientos generales para desarrollar estas tareas en cada una de las etapas del proceso de tratamiento y sus componentes correspondientes.

Los estudios realizados permiten la implantación del Sistema de Comunicaciones entre las Unidades Terminales Remotas, las estaciones remotas, las cámaras de video y el Centro de Supervisión Automatizado; el mismo que se establecerá a través de enlaces de radio, cable multipar y fibra óptica.

El Análisis de Costos comprende cuatro aspectos: Presupuesto para el Centro de Supervisión Automatizado, Sistema de Telecomunicaciones, Instrumentos del Terreno e Incremento del Capital Fijo. Finalmente, el costo total de ejecución del Proyecto de Instrumentación asciende a \$ 2 219596,00.

IV. GENERALIDADES

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

4.1.1 Agua Natural

El agua tiene un papel muy importante en la actividad socioeconómica de un país. Además de la función de materia prima y de fuente de energía, el agua constituye un elemento indispensable para el desarrollo de cualquier actividad.

Las reservas de agua dulce, ya bastante reducidas y limitadas, disminuyen cada año debido a la contaminación de las aguas naturales por las aguas residuales insuficientemente tratadas o no tratadas.

El agua cubre aproximadamente el 75% de la superficie terrestre y se encuentra en los tres estados físicos:

- Sólida : En nieve, hielo, granizo o icebergs.
- Líquida : En lluvia, ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas
- Gaseosa : En la humedad atmosférica

Sin embargo, las aguas naturales también pueden clasificarse de acuerdo a su procedencia en:

Aguas meteóricas : proviene de la evaporación de las aguas de la superficie terrestre y su condensación en la atmósfera en forma de lluvia y nieve.

Aunque el agua meteórica es mas pura, en el camino hacia la tierra absorbe junto con el CO_2 y O_2 también H_2S , SO_2 , SO_3 , óxidos de nitrógeno sustancias orgánicas que se encuentran en la atmósfera de las zonas industriales.

Aguas subterráneas : proveniente de la infiltración de las aguas meteóricas por las capas de la tierra, acumulándose en depósitos o ríos subterráneos. Su composición es muy variable y es función de la composición de las tierras por las cuales se va infiltrando.

Este tipo de agua tiene un alto contenido de CO_2 que disuelve los carbonatos de calcio o magnesio, atravesando las capas de tierra y formando los bicarbonatos solubles.



Agua de superficie: proviene de los ríos , lagos, mares y océanos . La composición de este tipo de agua es muy variada, dependiendo de la estación, del tipo de suelo, de las condiciones climáticas , etc.

4.1.2 Agua Cruda

El agua cruda procede del río Rímac, única fuente de abastecimiento de la Planta de tratamiento de la Atarjea. Presenta entre sus características mas importantes:

a.-Turbiedad .- El río Rímac, como todos los ríos de la costa, se caracteriza por un régimen de altos caudales y turbiedades en periodo de lluvias y aguas claras el resto del año. La turbiedad esta dada principalmente por arcillas en suspensión de $2 \cdot 10^{-3}$ mm de diámetro o menos.

Químicamente son silicatos de aluminio con fórmulas bastante complejas:

Kaolinita $\text{Al}_4 (\text{Si}_4\text{O}_{10}) (\text{OH})_8, \text{Al}_4 (\text{Si}_4\text{O}_6) (\text{OH})_{16}$

Bentonita $\text{Al Mg} (\text{Si}_8\text{O}_{20}) (\text{OH})_4 \text{H}_2\text{O}$

Muscovita $\text{K}_2 \text{Al}_4 (\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20}) (\text{OH})_4$

Illita $\text{K Al}_4 \text{Fe}_4 \text{Mg}_{20} (\text{Si}_8\text{Al}) \text{O}_{20}$

b.-Caudal.- Se presenta variable, máximo en periodos de lluvias de la Sierra Central ($250 \text{ m}^3/\text{seg}$ aprox.), y mínimo en periodos de estiaje comprendidos entre Mayo y Noviembre ($8,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ promedio).

c.-pH.- Fluctúa entre 6,7 y 8,5

d.-Alcalinidad.- Fluctúa entre 60-140 ppm como CaCO_3

e.-Color.- Máximo 10 unidades y normal 1 unidad de color .

f.-Agua de emergencia.- Eventualmente el río Rímac arrastra los relaves de las plantas de beneficio de las minas, se advierte su presencia por el cambio de color, algunos veces de color cenizo, otras rojizo con presencia de minerales tales como Fe, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu.

Estas aguas se presentan principalmente en periodos de avenida (Enero-Marzo), originada muchas veces por las lluvias que se presentan en la Sierra Central arrastrando los relaves acumulados en laceras de las minas ubicadas en esa zona.

4.1.3 Agua Potable

El agua es un elemento indispensable para nuestro organismo, de aquí, el interés grande que prestan las autoridades para el tratamiento de las aguas del río Rímac tanto físico , químico , biológico y su purificación posterior, de manera que sea apta para el consumo humano.

El agua potable no es una sustancia pura, sino que contiene pequeñas cantidades de diversas sales como cloruros, bicarbonatos, sulfatos de sodio, calcio, magnesio, etc.

La operación de potabilización del agua comprende una serie de procesos cuya finalidad es transformar la materia prima inicial (agua cruda) en un producto final (agua potable) que cumpla con las características impuestas por las normas de potabilización.

En este proceso de transformación del agua se emplean una serie de procesos y equipos, en una secuencia tal que el proceso siguiente va removiendo las impurezas que no eliminó la operación anterior, esto, desde la captación del agua hasta su posterior distribución.

4.1.4 Normas de Potabilidad

4.1.4.1 Condiciones de Potabilidad

Las condiciones que debe cumplir el agua para ser potable deben ser:

- a.-Ser límpida e incolora (se admite hasta 15° en la escala platino-cobalto).
- b.-Inodora e Insípida (se admite la presencia de CO₂ libre que le da un sabor suave y agradable).
- c.-Contener aire disuelto, si no resulta indigesta.
- d.-Contener pocas sales disueltas. Los higienistas dan un límite al residuo fijo de las aguas, en general, no debiendo pasar de 600 mg/litro (especialmente NaCl y NaHCO₃). Las aguas crudas o duras contienen muchas sales disueltas, predominando las de Calcio y Magnesio; las aguas saladas muchos cloruros; las aguas selenitosas, con contenido de carbonato de calcio .

e.-Contener solo muy pocos microorganismos y ninguna bacteria patógena

f.- El pH debe oscilar entre 7,0 y 8,5

4.1.4.2 Normas Vigentes

Las Normas de potabilidad están constituidas por las metas de calidad de agua que cada país se impone con las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales existentes.

Existen guías de calidad de agua elaboradas por organismos internacionales para así utilizarse por los países como base para el desarrollo de sus propias normas.

La tabla 4.1 indica los valores guías dados por la Organización Mundial de la Salud en su última edición (1984) así como de la USPHS.

a.-Microbiológicas.-

Se consideran dentro de esta clasificación a todos los microorganismos productores de enfermedades, como los virus y algunos tipos de bacterias. Lo ideal es que el agua no contenga ningún microorganismo de este tipo para evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales (bacterias) o infecto contagiosas (virus) como la tifoidea, tuberculosis, etc.

Los procedimientos existentes para determinar la presencia de bacterias no son aceptables a un programa de muestreo rutinario, por lo que su presencia se determina mediante asociación con un indicador.

El indicador universalmente empleado para este fin es el grupo de organismos coliformes y específicamente lo coliformes fecales. Las bacterias productoras de enfermedades y los coliformes fecales proceden de contaminación con heces humanas o de otros animales de sangre caliente.

Al verificarse la presencia de coliformes se constata la existencia de contaminación de tipo fecal, y por lo tanto el riesgo potencial de enfermedades de origen bacterial. Una planta de tratamiento operada eficientemente debe producir agua libre de organismos coliformes.

En el caso de los virus, no se han podido establecer hasta el presente, procesos de tratamiento, técnicas de muestreo o de evaluación epidemiológica adecuadas, y lo suficientemente sensibles como para asegurar la ausencia de virus o de enfermedades endémicas producidas por el agua. Sin embargo, se considera como medida de seguridad que una fuente esta adecuadamente tratada cuando se han logrado las siguientes metas :

- Turbiedad menor o igual a una unidad.
- Cloro residual de 0,5 mg/lit, después de un tiempo de contacto de 30 minutos, a un valor de pH menor de 8,0.

b.- Biológicos .-

Los organismos biológicos que pueden producir enfermedades por ingestión de aguas contaminadas son los protozoos, helmintos y algunos otros organismos de vida libre. Entre los protozoos, el organismo mas conocido es la entoameba histolytica que produce la amebiasis.

Los helmintos son parásitos en forma de gusanos redondeados o planos. Estos organismos son transmitidos al hombre mediante larvas o huevos presentes en el agua de bebida.

Los organismos de vida libre son los hongos, algas, nematodos , caracoles, etc. Algunos de estos organismos son de interés en salud pública por ser conocidos como portadores de enfermedades, o por las toxinas que producen. Los problemas mas comunes asociados con estos organismos son de interferencia en la operación de la plantas, o de producción de turbiedad, color, olor o sabor en el efluente final en la planta.

Una planta de tratamiento bien operada, con un residual de cloro de 0,5 mg/lit después de una hora de contacto, debe dar una agua libre de organismos biológicos.

TABLA Nº 4.1

SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE INFLUYEN SOBRE LA POTABILIDAD DEL AGUA

SUSTANCIAS	NORMAS OMS (1971)		NORMAS USPHS (1963)	
	MÁXIMA RECOMENDABLE	MÁXIMA PERMISIBLE	MÁXIMA RECOMENDABLE	MÁXIMA PERMISIBLE
1. SUSTANCIAS TÓXICAS				
Arsénico (mg/l)		0,05	0,10	0,05
Bario (mg/l) (a)		-	-	1,00
Cadmio (mg/l)		0,01	-	0,01
Cromo hexavalente (Cr ⁶⁺) (mg/l)		-	-	0,05
Cianuro (como CN) (mg/l)		0,05	0,01	0,20
Plomo (mg/l)		0,10	-	0,05
Mercurio (mg/l)		0,001	-	-
Selenio (mg/l)		0,01	-	0,01
Cobre (mg/l)	0,05	1,50	1,0	-
2. COMPUESTOS ORGÁNICOS				
Hidrocarburos polinucleares aromáticos (mg/l) (b)	-	0,20	-	-
Compuestos fenólicos orgánicos como fenoles (mg/l) (c)	-	-	0,001	-
Extracto en carbón clorurorizado (ECC) (mg/l) (d)	-	-	0,20	-
3. SALES				
Cloruros (como Cl) (mg/l) (e)	200	600	250	-
Fluoruros (como F) (mg/l) (f)	0,6-1,7	-	0,8-1,7	1,4-2,4
Nitratos (como NO ₃) (mg/l) (g)	-	45	45	-
Sulfatos (como SO ₄) (mg/l) (e)	200	400	250	-

Fuente: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1984).

(a) La OMS considera que el Bario, Berilio, Cobalto, Estaño, Uranio y vanadio deben controlarse en el agua, pero no existe información suficiente para fijar límites tentativos.

(b) Se ha encontrado que algunos Hidrocarburos polinucleares aromáticos son cancerígenos.

(c) Los fenoles se combinan con el cloro para producir compuestos que le dan sabor y olor al agua.

(d) El ECC en el agua es un indicio de la magnitud de contaminación por materia orgánica.

(e) Los cloruros y los sulfatos, tienen propiedades laxantes para personas no acostumbradas a su presencia en el agua. Los efectos nocivos solo se presentan con altas concentraciones.

(f) La concentración máxima de fluoruros en el agua depende de la temperatura, concentraciones que exceden los límites pueden producir "fluorosis" manchas en los dientes.

(g) Los nitratos producen metemoglobinemia en los niños de pocos meses. Sin embargo, la OMS reconoce que se han informado muy pocos casos de dicha enfermedad, cuando la concentración es menor de 100 mg/lit.

c.- Físico-químicos .-

Dentro de este grupo los elementos que originan problemas en el agua se clasifican en tóxicos y aquellos que afectan la aceptabilidad del agua.

El riesgo que representan para la salud las sustancias tóxicas es diferente al de los contaminantes microbiológicos. Estos últimos pueden causar problemas agudos a la primera ingestión, los elementos tóxicos en cambio, empiezan a causar problemas después de un prolongado periodo de ingestión, salvo el caso de una contaminación masiva accidental.

Son de particular interés las sustancias con propiedades venenosas acumulativas, y las que pueden causar cáncer. Las sustancias tóxicas pueden ser de origen inorgánico u orgánico.

Las sustancias que afectan la aceptabilidad del agua son aquellas que alteran el color, olor y sabor. Aunque estas alteraciones no dañan directamente la salud, son causantes del rechazo de la fuente y pueden inducir al consumidora utilizar fuentes inseguras con mejor apariencia. Mas aun, el sabor, olor y color pueden ser la primera señal de un potencial riesgo para la salud.

Es necesario establecer los límites de dureza, hierro, manganeso, pH, alcalinidad etc., cuando se hace un extenso uso del agua en la industria, agricultura además del uso doméstico.

La tabla 4.2 presenta las Normas de la OMS y las de USPHS de los Estados Unidos, sobre las principales características fisicoquímicas del agua de consumo humano.

TABLA 4.2

NORMAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA PARA USO DOMESTICO

SUSTANCIAS	NORMAS OMS (1971)		NORMAS USPHS (1963)	
	MÁXIMA RECOMENDABLE	MÁXIMA PERMISIBLE	MÁXIMA RECOMENDABLE	MÁXIMA PERMISIBLE
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
Turbiedad U.J. (a)	5 U.J.	25 U.J.	5	-
Color unidades	5	50	15	-
Color y Sabor N. Incipiente	Ninguno	Ninguno	3	-
Sólidos totales (mg/l)	500	1500	-	-
2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
2.1 Generales				
Rango de pH	7,0-8,5	6,5-9,0	-	-
Dureza total (mg/l)	100,00	500,00	-	-
2.2 Metales				
Calcio (como Ca) (mg/l)	75,00	200,00	-	-
Hierro (como Fe) (mg/l)	0,10	1,00	0,30	-
Manganeso (como Mn) (mg/l)	0,05	0,50	0,05	-
Magnesio (como Mg) (mg/l)	30,00	150,00	-	-
(b)				
Zinc (como Zn) (mg/l)	5,00	15,00	5,00	-
Boro (como B) (mg/l)	-	-	-	-
(c)				

Fuente :ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1971).

(a) Para agua tratada en plantas de tratamiento, el USPHS recomienda un máximo de I.O.U.J. La AWWA reconocida 0,1 J como meta en este caso.

(b) El límite de 30 mg/l se fija cuando no hay más de 250 mg/l de sulfato; si hubiera menos, el límite sube hasta a 150 mg/l de magnesio.

(c) Ni las Normas de la OMS, ni de la USPHS han fijado límite para el Boro. El "Water Quality Criteria" del Estado de California (EUA), no considera al Boro como un peligro para la salud. En la agricultura puede ser muy perjudicial en concentraciones mayores de 0,5-4,0 mg/l.

4.1.4.3. Niveles Permisibles de Contaminación

El agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por lo tanto, el agua debe cumplir con ciertas normas bacteriológicas, físicas y químicas para que pueda ser considerada potable.

La OMS recomienda:

- En el curso del año, el 95% de las muestras no deben contener ningún germen coliforme en 100 ml.
- Ninguna muestra debe de contener Entero coli en 100 ml.
- Ninguna muestra ha de contener mas de 10 gérmenes coliformes por 100 ml.
- En ningún caso han de hallarse gérmenes coliformes en 100 ml de dos muestras consecutivas.

La tabla 4.3 muestra las sustancias que afectan la calidad y uso del agua en abastecimiento.

TABLA 4.3

SUSTANCIAS QUE AFECTAN LA CALIDAD Y USO DE AGUA EN ABASTECIMIENTO

SUSTANCIAS	VALORES GUÍAS	EFFECTOS
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS		
Arsénico	0,050 mg/l	Envenenamiento
Cadmio	0,005 mg/l	Alto potencial tóxico
Cromo	0,050 mg/l	Alto potencial tóxico
Cianuro	0,100 mg/l	Efectos tóxicos letales
Fluor	1,500 mg/l	Efectos benéficos (nocivos a concentraciones altas).
Plomo	0,050mg/l	Efectos tóxicos
Mercurio	0,001 mg/l	Envenenamiento
Nitratos	10,000 mg/l	Envenenamiento
Selenio	0,010 mg/l	Efectos tóxicos y envenenamiento
Aluminio	0,200 mg/l	
Cloruros	250,000 mg/l	Corrosivo, afecta el sabor
Color	15,000 UTC	Indeseable para la industria. Estéticamente desagradable.
Cobre	1,000 mg/l	Sabor astringente, decoloración, corrosión de tuberías, accesorios y utensilios. Envenenamiento en dosis elevadas.
Dureza	500,000 mg/l (CaCO ₃)	Deterioro de tuberías, uso excesivo de jabón, depósitos en calderas.
Calcio	500,000 mg/l	Deterioro de tuberías, uso excesivo de jabón, depósitos en calderas.
Hierro	0,300 mg/l	Sabor, decoloración, crecimiento de bacterias y turbiedad.
Manganeso	0,100 mg/l	Sabor, decoloración, crecimiento de bacterias y turbiedad.
pH	6,5-8,5	Sabor y corrosión.
Sodio	200,000 mg/l	Efectos estéticos
Sólidos totales disueltos	1000,000 mg/l	Sabor, irritación gastrointestinal
Sulfato	400,000 mg/l	Con magnesio y sodio produce irritación gastrointestinal.
Olor y Sabor	Inofensivos	Estéticamente indeseables.
Turbiedad	5,000 NTU	Estéticamente indeseables. Irritaciones gastrointestinales.
Zinc	5,000 mg/l	Sabor astringente. Opalescencia.
CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		
Aldrín y Dieldrín	0,030 ug/l	Ataca al sistema nervioso central. Produce tumores en el hígado.
Benceno	10,000 ug/l	Propiedades tóxicas.
Benzo-pireno	0,010 ug/l	Efectos cancerígenos. Produce tumores en el hígado.
Tetracloruro de carbono	3,000 ug/l	Gran variedad de efectos tóxicos y cancerígenos. Inicialmente afecta el hígado y los riñones.
Clordano	0,300 ug/l	Es tóxico. Produce mutaciones de células y bacterias en humanos. Posible efectos cancerígenos.
Cloro benceno	3,000 ug/l	Es tóxico. Problemas de olor y sabor.
Clorofenoles	0,010 ug/l	Problemas de olor y sabor en presencia de cloro. Efectos tóxicos.
Cloroformo (Trihalometanos)	30,000 ug/l	Cancerígeno. Se forma fácilmente en la Planta al aplicar cloro en presencia de color.
2,4,D	100,000 ug/l	Leve toxicidad.
DDT	1,000 ug/l	Ataca al sistema nervioso central y periférico. Ataca también al hígado.
1,2 Dicloroetano	10,000 ug/l	Efectos cancerígenos. Produce daño al hígado, riñones y sistema cardiovascular.
1,1 Dicloroetileno	0,300 ug/l	Efectos cancerígenos. Produce tumores en las mamas y los riñones.
Heptacloro	0,100 ug/l	Efectos cancerígenos. Produce tumores en el hígado.
Hexaclorobenceno	0,010 ug/l	Efectos cancerígenos.
Lindano	3,000 ug/l	Tóxico potente. Produce irritación del sistema nervioso central.

SUSTANCIAS	VALORES GUIAS	EFECTOS
Pentaclorofenol	10,000 ug/l	Problemas de olor y sabor. Toxicidad aguda.
Tetracloroetileno	10,000 ug/l	Probables propiedades cancerígenas.
Tricloroetileno	30,000 ug/l	Efectos cancerígenos. Produce tumores al hígado.
2,4,6 Triclorofenol	10,000 ug/l	Efectos cancerígenos.
Clorobenzenos y Clorofenoles	1,000 ug/l	Problemas de olor y sabor.
CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS		
En el agua tratada entrando al sistema de distribución		
Coliformes fecales	0/100 ml	Enfermedades gastrointestinales. Nota: En el 95-98% de las muestras examinadas a lo largo del año.
Organismos coliformes	0-3/100 ml	Nota: En una muestra ocasional, no consecutiva.
En el agua no entubada		
Coliformes fecales	0/100 ml	Enfermedades gastrointestinales.
Organismos coliformes	10/100 ml	Nota: Ocasionalmente. Si ocurriera repetidamente se debe cambiar de fuente.
Abastecimiento de emergencia		
Coliformes fecales	0/100 ml	Enfermedades gastrointestinales
Organismos coliformes	0/100 ml	Enfermedades gastrointestinales

4.2 FUNDAMENTOS DE CONTROL DE PROCESOS

4.2.1 Control Automático

El Control Automático es un mecanismo que mide los valores de las variables de proceso (corrientes de entrada y de salida) y operación (presión, nivel, concentración, etc.), limitando la desviación de estos parametros desde un punto fijo o también conocido como valor de referencia. Los controladores automáticos, quienes regulan las variables de control, hacen correcciones a otras variables de proceso, las cuales se denominan variables manipuladas.

Los sistemas de control de lazo o malla abierta son aquellos en que la información sobre la variable controlada no se emplea para ajustar cualquiera de las entradas del sistema, con el fin de compensar las variaciones de las variables del proceso. El término "lazo o malla abierta" se encuentra con frecuencia en las exposiciones que tratan

de sistema de control, para indicar que se está estudiando la dinámica no controlada del proceso.

Un sistema de control de "lazo cerrado" implica que la variable controlada es la que se mide, y el resultado de esta medición sirve para manipular cualquiera de las variables de proceso.

En el sistema de control de lazo cerrado, la información sobre la variable controlada se vuelve a alimentar como base para controlar una variable de proceso, de donde se le designa como "control de retroalimentación o alimentación inversa de circuito cerrado". Esta retroalimentación se logra a través de la acción de un operador (control manual) o por medio de instrumentos (control automático).

4.2.2. Elementos primarios de medición de variables de procesos

Se detallan a continuación los instrumentos mayormente empleados para medir las diversas variables de operación, indicando sus características principales, facilitando de esta manera la selección de cualquier elemento primario de medición.

4.2.2.1 Medidores de Presión

La presión es una de las variables de operación de mayor importancia en Industrias de Procesos continuos, por lo que su medición debe ser exacta, requiriéndose para esto de instrumentos precisos denominados manómetros que pueden funcionar en forma mecánica, electromecánica o electrónicamente.

Los instrumentos electromecánicos utilizan un medio mecánico para detectar la presión y un medio eléctrico para indicar o registrar la presión detectada. Este tipo de medidores constituye la combinación de fuelles mecánicos, diafragmas metálicos o tubos Bourdon con

dispositivos eléctricos sensores, indicadores, de registro o transmisión, denominados transductores.

El transductor de presión se puede definir como cualquier dispositivo que convierte la medición de presión en una señal eléctrica o electrónica para utilizarse en la medición o control.

Los transductores más empleados son los del tipo capacitivo. Entre sus características principales tenemos: Excelente respuesta de frecuencia, fácil construcción, resolución continua y bajo costo.

4.2.2.2 Medidores de nivel

Los líquidos contenidos en los tanques y recipientes pueden ser medidos con una variedad de instrumentos, principalmente de tipo eléctrico.

Entre los medidores de nivel de mayor aplicación tenemos los que emplean el sistema de Ultrasonido. Entre sus características más importantes tenemos: Adaptabilidad a grandes depósitos, rango de aplicación limitado por la longitud de las varillas, mayor equipamiento que otros medidores.

4.2.2.3 Medidores de Turbiedad

El río Rímac, como todos los ríos de la costa, se caracteriza por un régimen de altos caudales y turbiedades en periodo de lluvias y aguas claras el resto del año.

La turbiedad se mide utilizando la Nefelometría, un método fisicoquímico que consiste en medir el nivel de luz dispersada por las partícula en ángulo recto con el haz de luz incidente.

La unidad de medición de la turbiedad más común de uso actual es la Unidad Nefelométrica de Turbiedad (NTU). Entre los medidores de turbiedad de mayor uso se encuentran los turbidímetros nefelométricos de medida continua diseñado para lecturas en un rango bajo de turbidez (0,001 a 100 NTU) y, los diseñados para lecturas en un rango alto de turbidez (0 a 9999 NTU).

El principio de funcionamiento es como sigue, se dirige un haz de luz hacia la muestra dentro del cuerpo del turbidímetro. La luz reflejada a 90° por las partículas en suspensión en la muestra, se detecta mediante una fotocélula sumergida; el total de la luz reflejada es proporcional a la turbidez de la muestra.

El medidor de turbiedad debe ser construido eléctrica y mecánicamente para asegurar un funcionamiento fiable en condiciones medioambientales adversas.

4.2.2.4 Medidores de pH

En el tratamiento del agua, el control del pH se convierte en un parámetro muy importante. Se logran las máximas eficiencias de los coagulantes en función de la materia que se desea remover a un pH determinado.

La instrumentación para la determinación de pH se encuentra entre los dispositivos de medición de procesos que se emplean con mayor frecuencia.

El electrodo de vidrio es el elemento detector primario en las mediciones de pH. Se desarrolla un potencial en la membrana de vidrio sensible al pH, como resultado de la diferencia en la actividad del ion hidrógeno en la muestra y una solución estándar contenida dentro del electrodo. Este potencial medido en relación con el

potencial del electrodo de referencia proporciona un voltaje que se expresa como pH.

4.2.2.5 Medidores de cloro residual

La desinfección es un proceso por el cual los organismos patógenos (productores de enfermedades) son destruidos o inactivados.

El agente empleado en la desinfección es el cloro. Al agregar el cloro en una cantidad conocida y luego de un tiempo de contacto se observa que existe una disminución en la concentración inicial, producto de la reacción del cloro con los constituyentes del agua y por descomposición.

Se define entonces, la demanda de cloro como la diferencia entre la dosificación de cloro inicial y el cloro residual. Es necesario mantener un exceso de cloro en el agua llamado Cloro Residual, para evitar la contaminación del agua.

Los medidores de cloro residual mas empleados son los del tipo electrónico, su función es la medir las concentraciones de cloro residual en el agua tratada, y son ideales para los casos en que se requiere una medida precisa del nivel de cloro. Las lecturas se expresan directamente en partes por millón de cloro.

El principio de operación es como sigue, la célula de medida del equipo consiste de un sistema de tres electrodos con un control cerrado potentizado externo.

El electrodo de trabajo y el electrodo contador están fabricados a base de platino, un electrodo de Ag/AgCl sirve como un electrodo de referencia; el contacto entre el electrodo de referencia y la muestra de agua se establece por dos membranas. El electrodo de

referencia está montado en soportes de PVC y sumergido completamente en electrolito.

El recipiente del electrolito es transparente para favorecer un chequeo visual de la cantidad de electrolito que se encuentra en el reservorio.

La célula de medida está conectada a un amplificador de medida digital el cual mantiene un potencial constante y ajustable entre los electrodos de trabajo y de referencia por medio de un control cerrado. Las señales son procesadas mediante el amplificador del microprocesador de base que medirá el valor del cloro, de pH, y redox.

Estos módulos amplificadores pueden ser provistos con un controlador integral de control directo de bombas dosificadoras o un elemento de control. Una tarjeta interface digital COM permite la transmisión de todo lo que se ha medido, condiciones de prendido y apagado y mensajes de error a un impresor.

Aproximadamente 33 l/h de agua es analizado mediante el sistema de electrodos; la corriente generada en la célula de medida es directamente proporcional a la concentración del agente de oxidación en la muestra de agua. Esta corriente pasa al sistema electrónico del microprocesador de base para ser procesada.

La superficie de los electrodos tienen que ser continuamente limpiados. Un regulador de flujo integrado asegura una muestra constante de agua de 33 l/h.

4.2.3. Elemento final de Control

El elemento final de control es el mecanismo que altera el valor de la variable manipulada en respuesta a la señal de salida proveniente

del controlador automático, la señal de salida que se obtiene de un dispositivo de control de manejo manual o por alguna manipulación manual directa.

En instalaciones de control automático, éste consta de dos partes: un accionador o actuador que traduce la señal de salida del dispositivo controlador en una acción que comprende una gran fuerza o la manipulación de una energía de gran magnitud, y un dispositivo que responde a la fuerza del accionador y ajusta el valor de la variable manipulada.

Según la definición anteriormente establecida, el accionador o actuador es un transductor. Este dispositivo se encarga de transducir la señal de control de una forma o nivel de energía o potencia a otra, por ejemplo, de una señal neumática a una acción mecánica que se utiliza para regular una variable de proceso.

Para nuestro caso, el elemento final de control lo constituyen las compuertas. Estas se encuentran ubicadas en las Bocatomas y en los Estanques Reguladores, las primeras permiten la captación del agua proveniente del río Rimac y, las segundas tienen como función mantener un caudal de entrada de agua constante a las Plantas de Tratamiento.

La Bocatoma N° 1 que es la más antigua, cuenta con cuatro compuertas deslizantes activadas por actuadores electromecánicos de tres posiciones de control (apertura- parada- cierre).

La Bocatoma N° 2 , que es la instalación más moderna cuenta con siete compuertas deslizantes. Los actuadores de estas compuertas

permiten un control local de tres posiciones (apertura-parada-cierre), así como la determinación de la posición de éstas en cualquier instante.

El Embalse Regulador N°1 está conectado a la Planta N°1, por un canal subterráneo, el cual cuenta con dos compuertas del tipo esclusa con actuadores electromecánicos.

La regulación se realiza manteniendo una compuerta totalmente abierta y la otra variando de posición según los requerimientos de la Planta. La conexión a la Planta N°2 se realiza a través de dos sifones y el control de arranque y parada de los mismos se realiza mediante telemando desde la Planta N° 2.

El Embalse Regulador N° 2, de construcción reciente, cuenta con tres líneas de derivación de agua, dos de las cuales se dirigen a la Planta N° 2; mientras que la tercera se dirige a la Planta N° 1. Para su limpieza (descarga de lodos), este cuenta con un canal subterráneo cuya entrada es controlada mediante una compuerta deslizante con actuador electromecánico.

Para el control de ingreso del agua a las líneas de derivación se cuenta con un canal controlado por una compuerta deslizante con actuador eléctrico de mando local.

4.2.4.Sistema de Control

Un sistema de control manual consiste en los siguientes pasos: Se mide la variable de salida, la comparamos con un valor deseado, se calcula la variación, y se hace las correcciones necesarias.

Puede afirmarse que los fundamentos de un sistema de control automático deben de provenir de las funciones básicas del control manual.

Un sistema de control automático consta generalmente de los siguientes elementos:

1. Elemento de medición
2. Proceso
3. Detector de error (controlador)
4. Elemento final de control

Los elementos antes mencionados, pueden ser identificados en la fig. 4.1, en donde se muestran las cuatro funciones básicas de control y la relación de los elementos de control automático en un sistema de control con retroalimentación.

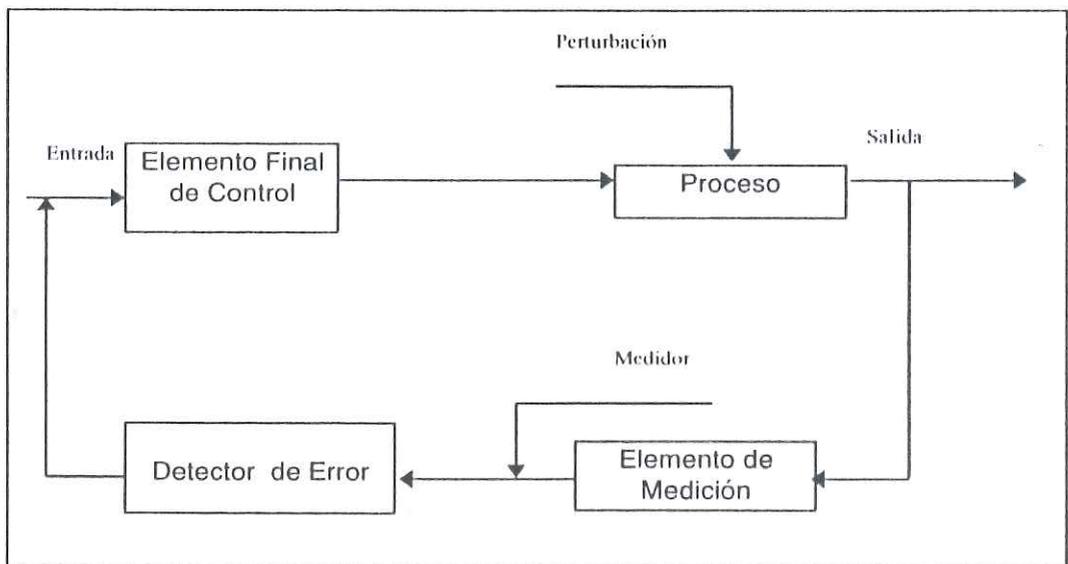


Fig. 4.1. Diagrama de Bloques representando el Control Automático

El elemento de medición, tiene la función de detectar y evaluar la variable de proceso de salida.

La función de comparar el valor de medición de la variable de salida con el valor deseado es hecho por el detector de errores, el cual produce una señal actuadora entre la medición y el valor deseado. La señal actuadora es frecuentemente llamada señal de error y es la que relaciona el tamaño de desvío.

La función de corrección a la entrada del proceso es realizada por un elemento final de control, el cual es actuado con la señal de error. Así un controlador automático es un dispositivo sensible que corrige el mismo los errores.

A continuación se definen algunos conceptos que serán de gran utilidad en los capítulos posteriores:

4.2.4.1 Controlador Lógico Programable (PLC)

El PLC es un equipo electrónico de control que está basado en Microprocesadores, utiliza una memoria programable (RAM) donde se almacena los datos e instrucciones, para controlar diferentes procesos o máquinas a través de interfases de entrada y salida (módulos) que van directamente conectadas a los dispositivos de campo (sensores y actuadores).

Sensores (dispositivos de entrada)

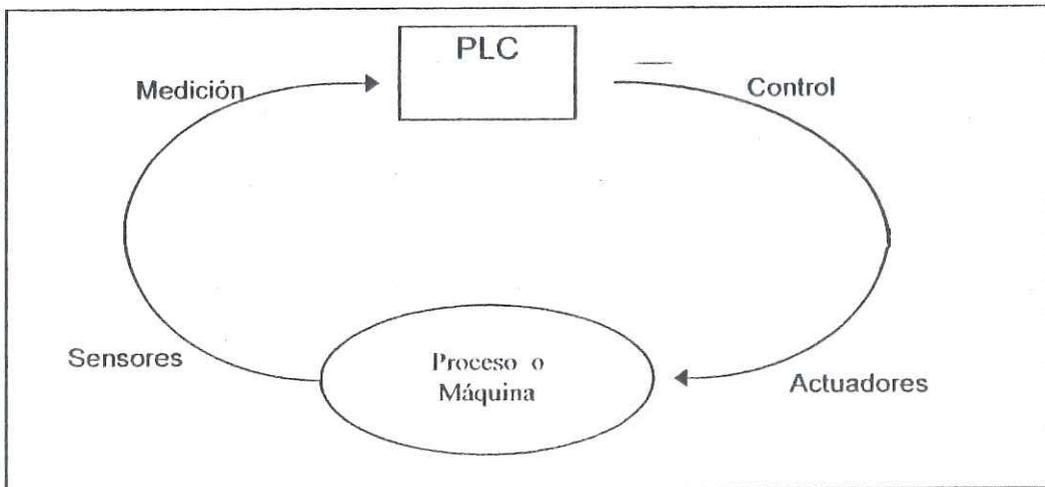
- Pulsadores
- Selectores
- Límite de carrera
- Sensores de presión

-Sensores de nivel etc.

Actuadores (dispositivos de salida)

- Contactores de fuerza
- Solenoides
- Variadores de velocidad
- Válvulas proporcionales etc

Intentemos hacer una analogía con la computadora común. En lugar de que se ingresen los datos a través del teclado, el PLC recibe las señales eléctricas (señales de entrada) de "sensores" que se encuentran instalados en diferentes partes de las máquinas o procesos, estos pueden ser por ejemplo sensores de presión nivel, pH, etc. Las señales de salida del PLC no son el tradicional monitor o la impresora sino "actuadores" que permiten tomar una acción sobre el proceso o máquina a través del PLC, como por ejemplo, el control de una electroválvula dando un porcentaje de cierre o apertura para manejar el flujo de un líquido.



Para un sistema de control a través del PLC se requiere solamente sensores y actuadores eliminando la lógica cableada como por ejemplo:

Conociendo las señales de entrada y salida estas se conectan al PLC directamente, y a través de un programa que se le suministra al PLC, se establece las condiciones de funcionamiento como secuencias, "lazo de regulación" etc. esto permite al PLC controlar el proceso de una forma eficiente, eliminando los antiguos sistemas de control de lógica cableada (reles, temporizadores, contadores etc.).

El PLC constantemente lee las entradas y de acuerdo al programa decide el manejo de las señales de salida; de esta forma el PLC puede controlar diferentes procesos y hacer cálculos muy sofisticados. Esto permite manejar eficientemente una infinidad de datos y parámetros del proceso que, aun en la mayoría de los casos, esos datos se procesan en forma manual. Actualmente, referirnos al PLC es hablar de todo un sistema que permite la integración total de la planta y manejar diversos tipos de control y sistemas.

El PLC consta de las siguientes componentes principales:

- Fuente
- Chasis (Rack)
- CPU
- Módulos de E/S

Módulos de E/S:

Los módulos de Entrada/Salida, son interfases que convierten las señales de campo en informaciones lógicas para que el procesador detecte los cambios. Estos pueden ser discretos y/o análogos.

Módulo Discretos: Su funcionamiento se basa en dos datos lógicos: ON/OFF, abierto/cerrado.

Los LEDS indicadores se iluminan cuando se presenta el voltaje a un terminal de entrada o cuando el procesador ordena que se energice una salida.

Discretos Entradas : 5Vdc,24Vdc/Vac, 110 Vac, 220 Vac.
 Salidas : Triac, Relay (DC;AC).

Módulos análogos: Los módulos de entrada análoga registran variables físicas (señales análogas o eléctricas) para convertirlas en cantidades numéricas para ser procesada por el PLC.

Los módulos de salida análoga convierten los datos numéricos procesados por el PLC en valores análogos para controlar variables del proceso.

Los módulos análogos de I/O son por lo general de alta resolución y fáciles de usar. Estos módulos pueden procesar la mayoría de las señales análogas existentes en la industria.

Señales de voltaje (Estándares)	+10 VDC a -10 VDC; 0 VDC a +10 VDC
Señales en corriente (Estándares)	-20 mA a +20 mA 0 mA a +20 mA 4 a 20 mA
Señales (No estándares)	Señales tipo RTD y Termocupla

Chasis (Rack)

El Chasis es una estructura autosoportada para montaje en panel, que a través del plano posterior, establece la comunicación entre los módulos de Entrada/Salida y el Procesador. La fuente de alimentación que va instalada al costado del chasis, también utiliza el plano posterior para alimentar tanto a los módulos de Entrada/Salida como al Procesador.

Para las diversas aplicaciones y necesidades generalmente se tienen diversos tamaños de chasis como: chasis de 4, 7, 10 y 13 slots o

canales. Cada chasis debe ser acondicionado con una fuente de alimentación que va instalada a su costado.

Fuente de Alimentación

La alimentación a la fuente de poder es seleccionada entre 120, 240 VAC y 24 VAC, con amplios rangos de tolerancia y además todas las partes de la fuente están protegidas contra sobrecargas.

Medios de programación

Existen dos medios de programación, utilizando el programador manual (Hand Held terminal-HHT) o a través de una PC compatible donde se instala el software de programación.

Módulos-memoria de respaldo (opcional)

Estos módulos opcionales de memoria (EEPROM, UVEPROM) permiten respaldar todo el contenido de la memoria RAM del procesador, asegurando que no se borrará el programa. Los módulos se conectan a un socket en el procesador.

Se puede guardar el programa en el EEPROM insertado en el procesador y usando tanto el terminal manual o el software de programación. El empleo del UVEPROM proveerá a los usuarios un grado extra de seguridad de programación.

Los PLCs pueden realizar funciones lógicas muy complejas, hacer cálculo sofisticados, ejecutar sistemas de supervisión y control de procesos a través de módulos inteligentes, simular a través de monitores el funcionamiento de los procesos con parámetros y valores reales los mismos. También puede comunicarse con otros PLCs de diferente procesos e interconectarse con otros PLCs supervisores, formando una Red de Comunicación Industrial, para luego interconectarse con una Red de Comunicación Administrativa (red de computadoras) y de esta forma lograr una comunicación integral.

4.2.4.2 Unidad Terminal Remota (RTU)

Una Unidad Terminal Remota (RTU) es un gabinete del Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) que proporciona pistas lógicas para montar interfaces con los dispositivos de la Planta de Tratamiento. Normalmente, una RTU se localiza remotamente y se enlaza al Subsistema de Adquisición de Datos y Control del SCADA mediante líneas de comunicación.

Su función básica es informar el estado del dispositivo y ejecutar operaciones de control del mismo bajo la dirección del SCADA.

V. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA

5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA PLANTA

A continuación se describirá cada una de las etapas del proceso de tratamiento de agua de la Planta de La Atarjea, incluyendo sus componentes y/o equipos, las mismas que se mencionan a continuación:

- Etapa de Captación.
- Etapa de Pre-Tratamiento.
- Etapa de Tratamiento.
- Etapa de Almacenamiento y Reparto.

5.1.1 Etapa de Captación

Esta etapa esta compuesta por dos bocatomas para la captación del agua proveniente del río Rímac, tal como se muestra en la Lámina N° 1 del Capítulo 6.5. Estas bocatomas están ubicadas en las márgenes izquierda y derecha, inmediatamente aguas arriba del barraje móvil, equipadas con rejillas para la separación del material flotante y de arrastre. Las capacidades de captación de ambas son de 15 y 20 m³/seg. respectivamente.

En la parte frontal de esta unidad, se encuentra el barraje móvil que cuenta con siete compuertas radiales accionadas por actuadores electromecánicos los cuales desplazan las compuertas mediante un sistema de motorreductores, poleas y cables. Estos actuadores son

gobernados localmente desde los tableros eléctricos adyacentes a cada una de las compuertas.

En la margen izquierda del río se encuentra la Bocatoma N° 1 que es la más antigua. Esta cuenta con cuatro compuertas deslizantes activadas por actuadores electromecánicos de tres posiciones de control (apertura- parada- cierre), las cuales se encargan de la captación y dos para el drenaje de los elementos de flotación que hayan ingresado a esta bocatoma. El control de las mismas se realiza en forma manual directamente en los tableros de mando que acompañan a los actuadores.

La Bocatoma N° 1 cuenta también con un medidor de nivel basado en un sistema de ultrasonido. Este envía la información relativa al nivel de entrada de agua directamente al Controlador Lógico Programable (PLC) instalado en la Sala de Control Local mediante una salida analógica estándar.

En la margen derecha del río, se encuentra la Bocatoma N° 2 , que es la instalación más moderna la cual cuenta con siete compuertas deslizantes, de las cuales una es dedicada para drenaje del material flotante. Los actuadores de estas compuertas permiten un control local de tres posiciones (apertura-parada-cierre), así como la determinación de la posición de éstas en cualquier instante. Además, se cuenta con sistemas electrónicos con los sensores y límites de carrera necesarios para su control remoto

El PLC mencionado envía actualmente la señal del sensor de nivel, vía radio modem, a la Unidad Central de Operación ubicada en la Planta N° 1. Así también se cuenta con una antena del tipo Yagui para este propósito.

5.1.2 Etapa de Pre-Tratamiento

5.1.2.1 Unidades de Desarenacion

Estas unidades (02) que se muestran en las Láminas N° 2 y N° 3 del Anexo A, reciben el agua proveniente de las Bocatomas a través de canales subterráneos y tienen como objetivo principal producir una sedimentación gravitacional de la arena, mediante una disminución de la velocidad del agua a lo largo de las BATERIAS DE DESARENADORES (02).

Alrededor de cada una de estas unidades se cuenta con ESTACIONES DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMEROS (02) las cuales ayudan a precipitar las partículas discretas (arcillas, limos, etc.) en los períodos de alta turbiedad. Esta operación se realiza a la entrada del proceso.

Así mismo, existen las ESTACIONES DE PRECLORACION (02) con las cuales se realiza la primera adición de cloro para reducir la carga bacteriana del agua inmediatamente antes de su descarga a las Unidades de Embalse de Regulación (02).

A continuación describiremos en mayor detalle las características técnicas de cada una de las estaciones.

5.1.2.1.a Bateria de Desarenadores

Cada batería de desarenadores esta compuesta de 12 cámaras de sedimentación, las cuales tienen una sección de ingreso por pantallas deflectoras que, además de disminuir la velocidad de flujo del agua,

retienen el material flotante y producen una velocidad de flujo laminar que facilita el proceso de sedimentación.

El agua descarga por rebose a la salida de los desarenadores, mediante un vertedero de colección, con dirección a las Unidades de Embalse de Regulación o directamente a las Plantas para su tratamiento cuando se realiza la limpieza de los estanques.

La limpieza en cada una de las cámaras, se realiza a través de 12 actuadores de compuerta los cuales tienen solamente dos posiciones de operación: totalmente abiertas o totalmente cerradas, sin embargo tienen capacidad de indicar el porcentaje de apertura.

Las cámaras de sedimentación de cada una de las baterías tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	
Largo	35 m.
Ancho	8 m.
Profundidad	3,27 m.
Capacidad máxima	20 m ³ / s.
Tiempo de Retención	19 min.

5.1.2.2 Estaciones de Dosificación de Polímeros

En estas estaciones se lleva a cabo la preparación de la solución de polímeros para ser dosificada a la entrada de los desarenadores con el fin de aglutinar a las partículas en suspensión, facilitando la sedimentación, tanto en los Desarenadores como en los Embalses Reguladores; se cuenta con una estación por cada batería de desarenación.

Para la preparación de la solución, se cuenta con dos tanques de almacenamiento para cada estación, donde se suministra una

cantidad predeterminada de polímeros por medio de alimentadores mecánicos; la misma que se mezcla con agua proveniente de pozo. Esta agua es previamente almacenada en estos tanques por medio de bombas centrífugas. En la parte superior de los tanques, se han instalado agitadores electromecánicos con el fin de darle mayor homogeneidad a la mezcla como paso previo a su transporte hacia las baterías de desarenadores.

Para el transporte de los polímeros hacia el punto de dosificación se cuenta con un sistema compuesto por dos bombas reciprocantes y dos bombas centrífugas. Las primeras sirven para extraer la solución viscosa de los tanques y las segundas, para diluir la solución mediante inyección de agua de pozo. La salida de ambas se mezcla en las tuberías, procediendo luego a su transporte.

La Estación de Polímeros que se encuentra ubicada en la Unidad de Desarenación N° 1 es la más antigua y cuenta con un sensor de turbiedad, mientras que la estación ubicada en la Unidad de Desarenación N° 2 cuenta con un equipo auxiliar de dosificación de emergencia completamente automatizado.

5.1.2.3 Estaciones de Precloracion

En estas estaciones (02) mostradas en las Láminas N° 2 y 3 del capítulo 6.5, se lleva a cabo la primera desinfección bacterial del agua, mediante la adición de una solución diluida de cloro que es agregada en una proporción de 500 ppm a la entrada de los desarenadores.

La Estación de Precloración N° 1 almacena el cloro tanto en solución líquida como gaseosa. Para el primer caso, el cloro es almacenado en pequeños cilindros de acero y para el segundo, es almacenado a granel en un camión cisterna. Cuando el cloro es almacenado en

forma líquida, éste deberá ser primero gasificado por medio de un evaporador, el cual extrae el cloro líquido por medio de inyectores que generan vacío debido al paso de un flujo de agua a gran velocidad por los mismos. El agua es bombeada por bombas centrífugas desde un pozo adyacente.

La Estación de Precloración N° 2, de construcción reciente, almacena el cloro en forma gaseosa y no requiere evaporador. Básicamente opera en forma muy similar a la Estación N° 1.

5.1.2.4 Unidades de Regulación

Las Unidades de Regulación mostradas en las Láminas N° 4 y 5 del capítulo 6.5, reciben las aguas provenientes de las Unidades de Desarenación y comprenden los Embalses Reguladores N° 1 y N° 2. Ellos tienen como función mantener un caudal de entrada constante a las Plantas N° 1 y N° 2; especialmente durante las épocas de avenida, cuando la turbiedad es elevada, permitiendo así interrumpir la captación del agua, hasta por 15 horas, hasta que mejore la calidad de agua del río. Por otro lado, en los meses de secano, permiten uniformizar el ritmo de producción sin afectar el consumo de agua de la población.

El diseño de éstas Unidades permite también una sedimentación gravitacional del agua proveniente de las Unidades de Desarenación.

El EMBALSE REGULADOR N°1 está conectado a la Planta N°1, por un canal subterráneo, el cual cuenta con dos compuertas del tipo esclusa con actuadores electromecánicos. La regulación se realiza manteniendo una compuerta totalmente abierta y la otra variando de posición según los requerimientos de la Planta. La conexión a la Planta N°2 se realiza a través de dos sifones, mediante dos bombas de vacío que se encuentran ubicadas cerca a la toma de agua. El

control de arranque y parada de los mismos se realiza mediante telemando desde la Planta N° 2.

Para la limpieza de los lodos, cuenta con canales subterráneos, controlados mediante compuertas manuales (dos al lado sur y una al lado norte).

El EMBALSE REGULADOR N° 2, de construcción reciente, cuenta con tres líneas de derivación de agua, dos de las cuales se dirigen a la Planta N° 2; mientras que la tercera se dirige a la Planta N° 1. Para su limpieza (descarga de lodos), este cuenta con un canal subterráneo cuya entrada es controlada mediante una compuerta deslizante con actuador electromecánico.

Para el control de ingreso del agua a las líneas de derivación se cuenta con un canal controlado por una compuerta deslizante con actuador eléctrico de mando local. La regulación del flujo a las plantas se realiza mediante seis (6) válvulas mariposa.

Para una mayor información, citamos a continuación sus características más resaltantes:

CARACTERÍSTICAS	EMBALSE N° 1	EMBALSE N° 2
Capacidad Total (m ³)	500 000	1200 000
Longitud Máxima (m)	560	560
Ancho (m)	200 a 300	500
Variación de Profundidad (m)	4.60 a 9.00	4.00 a 9.50
Periodo de Retención (h)	14	15

5.1.3 Etapa de Tratamiento

El agua proveniente de los embalses reguladores pasa a través de unidades de tratamiento convencionales denominadas Planta de Tratamiento N° 1 y N° 2 que están conformadas por dosificadores, floculadores hidráulicas, sedimentadores y filtros.

En la Unidad de Reactivos Químicos se preparan y suministran las diversas sustancias que ingresarán en la fase de sedimentación; generalmente se almacenan en tanques

Una vez dosificados los reactivos, el agua ingresa a la Unidad de Decantación donde las partículas finas son sedimentadas por medio de una batería de seis decantadores

La Filtración sirve para retener las partículas mas pequeñas así como una importante carga bacterial del agua y se realiza en una batería de filtros.

La etapa de Cloración se realiza a la salida de los filtros de agua, para eliminar toda contaminación que pueda haber quedado después de todos los procesos anteriores, dejando un residuo de cloro disponible como protección contra posibles contaminaciones en el transporte o distribución.

5.1.3.1 Estaciones de Reactivos Químicos

Las Unidades de Reactivos Químicos que se muestran en las Láminas N° 6 y 7 del capítulo 6.5, constan de las unidades de dosificación de sulfato de aluminio en solución (alúmina), cal hidratada, cloruro férrico y polímeros, los cuales son usados como coagulantes, correctores del nivel de pH y floculadores, respectivamente.

La preparación de la solución de sulfato de aluminio se lleva a cabo en tanques de mezclado, los cuales cuentan con agitadores electromecánicos para facilitar su mezcla con el agua. A partir de allí, la solución es dosificada a la Obra de Reparto por medio de bombas

dosificadoras. La Planta N° 1 cuenta con un medidor de nivel del tipo ultrasonido.

En el caso de la cal hidratada, ésta es dosificada de diferente manera en cada una de las plantas. Para la Planta N° 1, se cuenta con un sistema de tanques agitadores y bombas dosificadoras y, en el caso de la Planta N° 2, cuyo esquema se muestra en la Lámina N° 8 del capítulo 6.5, la dosificación se realiza por gravedad en la tubería de agua; este último sistema cuenta con dos tolvas de almacenamiento, dos dosificadores volumétricos en seco y medidores de nivel.

El cloruro férrico es almacenado en dos tanques de concreto en la Planta N° 1 y por cuatro tanques cilíndricos en la Planta N° 2. Cada uno de ellos cuenta con un sistema de tres bombas dosificadoras. En la Planta N° 2 existen instalados dos sensores de nivel del tipo ultrasonido que envían sus señales hacia la Planta N° 2.

La dosificación de los polielectrolitos se realiza a partir de dos tanques de almacenamiento, con sus respectivos agitadores, por medio de dos bombas de tornillo en el caso de la Planta N° 1. En el caso de la Planta N° 2, ésta comprende dos tanques de preparación, con sus respectivos agitadores y dos bombas dosificadoras que transportan la solución hasta la Obra de Reparto.

Ambas unidades cuentan con líneas de suministro de agua clara para la humectación del polvo, limpieza de las bombas dosificadoras y la dilución final. En la Planta N° 1, ésta cuenta con dos bombas centrífugas, medidores de caudal y rotámetros.

5.1.3.2 Unidades de Decantadores

Estas unidades que se muestran en las Láminas No. 9 y 10 del capítulo 6.5, sirven para la sedimentación de las partículas finas del agua,

provenientes de los embalses reguladores, tanto si se trata de partículas presentes o producto de la adición de reactivos durante la coagulación-floculación. Este proceso consiste en hacer pasar el agua a través de un concentrador de lodos de tal forma que las partículas finas queden atrapadas en éste, manteniendo al mismo en forma de una masa en expansión. El agua puede atravesar de abajo hacia arriba de manera regular y uniforme, logrando obtenerse un agua decantada de buena calidad.

Este sistema funciona básicamente de la siguiente forma: el agua ingresa a los decantadores por el fondo de cada unidad, atravesando el concentrador de lodos. Para mantener el concentrador en suspensión y evacuar el exceso de lodo formado por las partículas sedimentadas, se crea vacío en la cámara central, por medio de un ventilador centrífugo, hasta lograr que ésta se llene con agua del decantador, permitiendo así que el concentrador de lodos baje.

Una vez llena la cámara central, se abre una válvula mariposa que permite el ingreso de aire a la cámara, dejando que el agua regrese al decantador, elevando el concentrador y evacuando el exceso de lodo que sobrepase el nivel de rebose del concentrador. Por la forma de operación, a cada una de estas unidades se le denomina pulsadores.

Cada estación cuenta con seis decantadores. En la Planta N.º 1, se cuenta con seis decantadores de sección circular, teniendo cada uno cámaras centrales donde se realiza el vacío. En la Planta N.º 2, los decantadores son de sección rectangular y están distribuidos tres en cada lado, contando cada uno con su cámara de vacío.

Para una extracción de lodos más eficaz, ambas unidades cuentan con sistemas de purga automáticos que permiten extraer los lodos desde zonas tranquilas del decantador denominadas concentradores. En la Planta N.º 2, ésta se realiza por medio de tuberías de 200 mm de

diámetro (existen ocho por cada decantador) que funcionan mediante un sifón y están equipadas con válvulas y actuadores neumáticos.

La programación de la secuencia de purgas es realizada por un programador de tiempo en el tablero eléctrico de la sala de control de los decantadores.

5.1.3.3 Unidades de Filtración

Las Unidades de Filtración que se muestran en las Láminas N° 11, 12 y 13 del capítulo 6.5, tienen como objetivo separar las partículas y microorganismos que no han sido retenidos en los procesos de coagulación y sedimentación. Cada batería de filtros posee tres canales, uno central y dos laterales, por medio de los cuales se hace ingresar el agua por la parte superior, atravesando el lecho de arena. El lecho de arena descansa sobre un falso fondo, el cual está cubierto de toberas, por donde se recolecta el agua filtrada.

En la Planta N° 1, la Unidad cuenta con 36 unidades, cada batería tiene un área de 100 m², un lecho de arena de 1 m de altura y una altura de agua sobre éstos de 1 m.

En la Planta N° 2, se cuenta con dos secciones, cada una equipada con 11 filtros; el área de cada uno es de 140 m², el lecho de arena de 1,35 m y la altura de agua de 1,20 m. El agua a filtrar es repartida entre los diversos filtros mediante un sistema de orificios y vertederos que sirven de equipo de regulación para cada uno de ellos.

Durante el período de trabajo del filtro, las partículas irán cubriendo los granos del lecho incrementando su diámetro y disminuyendo su porosidad inicial, con lo que la eficiencia del filtrado se reduce. A este

proceso se le conoce como pérdida de carga. Cuando ello se produce, los filtros se lavan inyectando un flujo de agua y aire a presión, en contracorriente, en forma ascendente durante aproximadamente 15 minutos.

La regulación del nivel se efectúa a través de un sistema que consta de un captador de nivel, un rack de regulación y una válvula con actuador neumático.

A la salida de la Unidad de Tratamiento de la Planta N° 2 se cuenta con un medidor de turbiedad en la Sección 2 B.

5.1.3.4 Unidades de Cloracion

En estas unidades que se muestran en las Láminas N° 14 y 15 del capítulo 6.5, el agua completa su tratamiento para su transporte a los reservorios. El cloro a ser suministrado en esta etapa del proceso, mediante clorinadores, es almacenado en forma líquida en cilindros a presión.

En la Planta N° 1 la Estación cuenta con dos ambientes, uno para el almacenamiento de los cilindros de cloro y el otro para los dosificación mediante clorinadores.

En la Planta N° 2, la inyección de cloro se efectúa a partir de dos baterías de cuatro tanques de 2000 lbs cada uno en funcionamiento automático alternado. La alimentación de agua para los inyectores se realiza partir de dos grupos de electrobombas en la sala de máquinas. Se cuenta también con un dispositivo automático de regulación de caudal de cloro (actualmente no operativo), así como un equipo de seguridad para la detección de fugas de cloro y un analizador de cloro residual.

5.1.3.5 Sala de Control de las Plantas

La Sala de Control de la Planta N° 1 está designada a centralizar la información proveniente de todas las Unidades y es la única que tiene la facultad de telemandar determinadas operaciones del proceso.

La Sala de Control de la Planta N° 2 está asignada a tareas de supervisión de la Planta de Tratamiento N° 2 así como la supervisión y control del arranque y parada de las bombas de sifón N° 1 y N° 2 del Estanque Regulador N° 1.

Esta Sala cuenta con diferentes tableros eléctricos que monitorean los niveles de turbiedad, pH y de cloro residual de los procesos de decantación, filtración y de cloración de la Planta N° 2. Para ello cuenta con los indicadores necesarios así como una unidad de PLC que centraliza la información de la Planta.

5.1.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto

5.1.4.1 Reservorios de Regulación

La disposición final del agua tratada se hace a través de cinco (5) Reservorios de Regulación del B1 al B5 que se muestran en la Lámina N° 16 del capítulo 6.5, los cuales sirven para distribuir el agua hacia los diversos sectores de Lima.

Actualmente existen medidores de nivel del tipo ultrasonido en los Reservorios B1 y B5, que envían sus señales a la Sala de Control de la Planta N° 1.

5.1.4.2 Reservorios de La Menacho

Los reservorios de La Menacho están ubicados al exterior de la Planta y en ella se cuenta con cuatro (4) reservorios, de los cuales se distribuye el agua potable para su consumo por la Ciudad de Lima.

5.2 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA PLANTA

5.2.1. Pre-Sedimentación

Es una operación que se efectúa con aguas de superficie muy cargadas. Tiene por objeto eliminar la totalidad de la arena fina y la mayor cantidad posible de barro.

5.2.1.1 Sedimentación simple

En efecto, aquel se realiza a baja carga, teniendo la posibilidad de una sedimentación natural sin reactivo. Al aumentar aún más la carga del agua bruta se comprueba la desaparición de la fase de sedimentación libre y la aparición de un asentamiento.

Los sedimentadores deben dimensionarse según la carga de materias en suspensión y su naturaleza. El rendimiento de este proceso varía de un 50 a un 65% sin adición de reactivos.

5.2.1.2 Desarenado

El desarenado tiene por objeto extraer del agua bruta la grava, arena y partículas minerales más o menos finas, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos y para evitar sobrecargas en

las fases de tratamiento siguientes. El desarenado se refiere normalmente a las partículas superiores a 200 micras.

En una planta debe evitarse al máximo el arrastre de arena, siendo preciso prever un desarenador, el cual tiene la función de disminuir la velocidad para el asentamiento de sedimentos en un 90%, este precipitado debe realizarse a 1/3 del área del desarenador para evitar el levantamiento del fango. Tiene un período de retención aproximado de 18 minutos para una capacidad instalada de 20 m³/seg.

Se cuenta con dos (2) Unidades de Desarenación, cada una formada por una batería de 12 desarenadores.

5.2.1.3 Estanques Reguladores

Se cuenta con dos (2) Estanques Reguladores, los mismos que cumplen con tres funciones:

En los meses de avenida (Enero-Marzo), donde las turbiedades del agua fluctúan y tienden a incrementarse a niveles muy elevados como consecuencia de los huaycos (sobre los 10000 U.J.), permite interrumpir la captación proporcionando a la Planta agua de baja turbiedad hasta que mejore la calidad de agua del río.

En los meses de sequía permite uniformizar el ritmo de producción (a pesar de la escasez del líquido elemento en el río) sin afectar el consumo de agua de la población.

Finalmente, por su período de retención y la baja turbulencia, permite una sedimentación gravitacional en flujo transitorio, reduciendo de esta manera la turbiedad del agua a tratar.

La tabla siguiente muestra el comportamiento del Estanque Regulador.

TURBIEDAD	PERIODO DE RETENCIÓN	EFICIENCIA DE SEDIMENTACIÓN
Mayor de los 5000 U.J.	13,40 horas	84,0%
Mayor de los 5000 U.J.	19,13 horas	97,5%
Aproximadamente 5000 U.J.	9,27 horas	97,5%

5.2.2.Pre-Tratamiento

Este proceso tiene por finalidad, originar turbulencia en el agua para poder eliminar la totalidad de arena y lodo existente, con eventual aplicación de cal hidratada (control del pH), dependiendo de la turbulencia del agua.

5.2.2.1 Mezcla (Salto hidráulico)

La mezcla rápida tiene por finalidad promover la dispersión del coagulante en el agua. Esta dispersión debe ser homogénea, es decir, una distribución uniforme del coagulante en el agua y lo más rápido posible.

La eficiencia de la coagulación, es por lo tanto, una de las fases más importantes en el tratamiento, está relacionada con la formación de los primeros complejos de cationes metálicos hidrolizados, cuya composición depende de las condiciones del agua en el momento en que entran en contacto.

Esta reacción de hidrólisis es muy rápida y para que pueda producirse una desestabilización de coloides es indispensable la dispersión de algunos gramos de coagulante sobre la masa de agua en un tiempo muy corto, que implica la necesidad de la aplicación en una región de gran turbulencia.

La dispersión del coagulante se facilita, cuando se diluye ésta solución aplicada en un valor suficientemente bajo. Valores de 10-15 ppm conducen a buenos resultados.

La mezcla rápida puede ser realizada por la turbulencia que provocan dispositivos mecánicos o hidráulicos. La mezcla hidráulica es normalmente realizada por la elevada turbulencia generada por un salto hidráulico, lo cual ocurre cuando la corriente líquida pasa de un régimen rápido a tranquilo. La importancia que tiene la mezcla rápida hidráulica, es la rapidez con que se dispersa el coagulante en el agua, para todo el proceso de clarificación posterior.

La dispersión de los coagulantes puede considerarse que progresa en tres fases distintas:

Fase 1: Hidrólisis de los iones de Al (III) y Fe (III), en un tiempo estimado entre 10^{-10} y 10^{-3} seg.

Fase 2: Polimerización o reacción de los iones hidratados.

Fase3: Difusión de lo compuestos formados y absorción de ellos en las partículas coloidales. El tiempo necesario para cubrir el coloide y desestabilizarlo puede variar entre $8,5 \cdot 10^{-5}$ seg. como mínimo y $2,4 \cdot 10^4$ seg. como máximo.

Una vez desestabilizados los coloides, empiezan a aglutinarse formando primero microfloculos o partículas con diámetro inferior a una micra, lo que puede tardar menos de 60 seg., luego estos núcleos se aglutinan en partículas mayores (17 a 546 seg), y por último se hidratan aumentando su volumen.

Los productos que se forman, no solo aparecen con diferente velocidad, sino que tienen distinta capacidad para desestabilizar las partículas coloidales. Las reacciones físico-químicas entre el agua y los coagulantes se completan antes de que sus productos iniciales hayan tenido oportunidad de ser absorbidos por las partículas coloidales, la eficiencia de la mezcla disminuye notablemente, lo que se traduce en un desperdicio de coagulante, pues hay que dosificar más para obtener los resultados que se hubieran podido conseguir si la mezcla hubiera sido adecuada.

Algunos estudios consideran que la velocidad de aglutinación de las partículas, puede aumentar hasta 3,5 veces con solo mejorar la mezcla rápida.

5.2.2.2 Floculación hidráulica

La agrupación se realiza en floculadores hidráulicos de flujo horizontal, con tabiques que forman canales de ancho y velocidad variable. Cada floculador tiene una longitud de 59,55 mt., ancho de 7,50 mt. y profundidad de 3,40 mt. con un flujo de $2,5 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Este proceso tiene uso solamente en épocas de avenida cuando las turbulencias son muy altas. El agua circula con una velocidad fija,

produciendo cierta turbulencia en cada cambio de dirección del flujo; el flujo va y viene alrededor de los tabiques haciendo un giro de 180 grados al final de cada uno.

Los objetivos que se persiguen son: reunir los microflóculos para formar partículas mayores con peso específico mayor al agua y el de compactar el floc disminuyendo su grado de hidratación para producir una baja concentración volumétrica, que permita una alta eficiencia en la fase de separación.

5.2.2.3 Sedimentación

Llamada también sedimentación fina, este proceso tiene la finalidad de precipitar la totalidad de la arena fina y la máxima cantidad de barro formado en el fondo de los fangos que serán eliminados en su limpieza.

La salida del agua de los sedimentadores debe tener un máximo de 300 U.J. en cuanto a turbiedad para que el siguiente proceso a realizar tenga una buena eficiencia.

5.2.3 Tratamiento

Se basa en la coagulación del agua y en la separación de los grumos formados por medio de la sedimentación y contactos con fangos agrumados. El producto coagulante es normalmente el sulfato de aluminio.

El sulfato de aluminio es disuelto y dosificado midiendo el gasto y concentración de la solución o el gasto del agua de preparación.

Después de la dosificación de sulfato de aluminio el agua pasa a los decantadores por un periodo de retención de 2 hr. para su posterior filtración y desinfección.

5.2.3.1 Mezcla

Tiene por finalidad originar la dispersión de los coagulantes en el agua. Esta dispersión debe ser uniforme en el agua y lo más rápidamente posible.

Esto constituye uno de los problemas más serios en el tratamiento del agua, teniendo en cuenta que las cantidades de coagulante utilizados son muy pequeñas comparadas con el volumen de agua a ser tratada.

El sistema de mezcla se encuentra a la salida del canal principal del agua de los sedimentadores, el cual consiste en un sistema de vertederos y conos. La mezcla se produce al pasar el agua por el vertedero de cresta aguda originando una gran turbulencia al descender las aguas sobre el cono y es aquí donde se aplica la dosis de alúmina que originará luego la formación del floc y eliminación de estos por el decantador removiendo así la turbiedad.

5.2.3.2 Coagulación-Floculación

La coagulación y la floculación intervienen generalmente en el tratamiento y con ellas se consigue la neutralización de los coloides del agua y su adsorción en la superficie de los precipitados formados en el proceso de floculación. El coagulante introducido da lugar a la formación del flóculo.

Para entender el proceso de coagulación se ha visto por conveniente que sea desarrollada en cinco fases consecutivas.

Primera Fase:

Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas existentes en la suspensión.

Al agregar un coagulante al agua, este se hidroliza reaccionando con las moléculas del agua y puede producir la desestabilización de las partículas, por simple adsorción específica de los productos de hidrólisis (generalmente con carga positiva), en la doble capa que rodea a los coloides negativamente cargados (compresión de la doble capa o neutralización de las cargas), o por interacción química con los grupos ionizables de su superficie.

Segunda Fase:

Precipitación y formación de compuestos químicos que se polimerizan.

Como los productos de la hidrólisis de los coagulantes sufren reacciones de polimerización, esto es, se enlazan unos con otros para formar grandes moléculas transformándose en largas cadenas tridimensionales con extremos activos.

Tercera Fase:

Adsorción de las cadenas poliméricas con la superficie de los coloides. Estas cadenas pueden ser fácilmente adsorbidas en los sitios vacantes de adsorción de los coloides existentes en la suspensión, dejando los extremos extendidos en el agua.

Cuarta Fase:

Adsorción mutua entre coloides, formando así masas esponjosas de partículas de la suspensión ligadas por cadenas poliméricas.

Quinta Fase:

Acción de barrido.

Al sedimentar estos coloides hacen un efecto de barrido, atrapando en su caída nuevas partículas que se incorporan a los microfloculos en formación.

La aparición de hidróxidos metálicos insolubles en agua, que se precipitan, pueden también contribuir y producir por si solos el efecto de barrido.

Se logra las máximas eficiencias de los coagulantes en función de la materia que se desea remover a un pH determinado.

La alcalinidad influye en la coagulación, en la velocidad de reacción de los coagulantes; produciendo reacciones lentas con baja alcalinidad (menos de 30 mg/l), e instantáneas con valores altos (mas de 70 mg/l). Con alcalinidades bajas es necesario agregar un alcalinizante tal como la cal.

La coagulación con la sal de aluminio forma un floc ligeramente pesado y es el más usado por su bajo costo y su manejo relativamente sencillo.

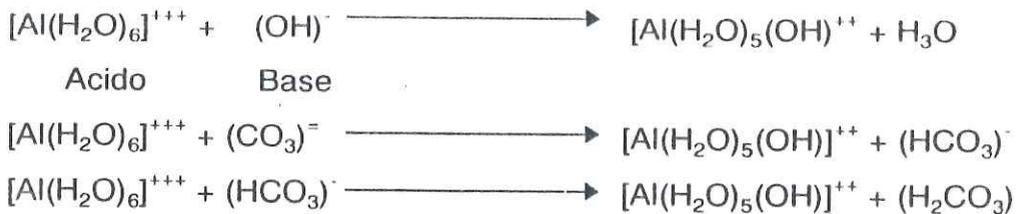
El sulfato de aluminio hidratado $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. cuando se introduce en el agua:



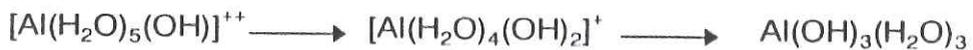
Los cationes metálicos en el agua no permanecen puros, los iones de aluminio hidratado $[Al(H_2O)_6]^{+++}$ actúan como ácidos y reaccionan por lo tanto con las bases que se encuentran en el agua formando los $(OH)^-$, $(CO_3)^-$, $(HCO_3)^-$. Como las bases que constituyen la alcalinidad son más fuertes que el agua, el $[Al(H_2O)_6]^{+++}$ reaccionará antes con

ellas, que con la molécula de agua, produciéndose un consumo de alcalinidad y un descenso del pH.

Las reacciones con la alcalinidad pueden expresarse de la manera siguiente:



Siendo el $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{++}$ un compuesto inestable y transitorio que se hidroliza fácilmente, reemplazando un H_2O por un $(\text{OH})^-$:



El $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{++}$ es un compuesto transitorio, que se hidroliza para producir compuestos poliméricos hasta llegar al $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3$ neutro o $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$.

La reacción del ion aluminio hidratado forma ácidos fuertes o débiles dependiendo con que haya reaccionado, con la alcalinidad o el agua.

De acuerdo con el pH del agua se establecen las siguientes zonas:

- pH ≤ 5 ; $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$, $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{++}$.
- pH = 4 ; más del 90% del Al^{+3} presente en la solución se encuentra como $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$.
- pH = 5,0 - 6,5 ; $[\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}]^{+5}$, $[\text{Al}_8(\text{OH})_{20}]^{+4}$.
- pH = 6,5 ; predomina el $\text{Al}(\text{OH})_3$ que al precipitar atrapa las partículas de turbidez.

A un pH muy bajo la coagulación no se realiza, y si la hay es pobre, haciendo el agua corrosiva. Para que exista una buena eliminación de turbidez el pH del agua debe encontrarse en un promedio de 7,5 para

que se formen los hidróxidos que una vez estables, realizan el barrido del floc.

La floculación será tanto mejor cuanto más eficaz sea la coagulación previa, después del mezclado con el coagulante que tiene lugar en la agitación rápida. La floculación se efectúa con una velocidad suficiente para conseguir el engrosamiento progresivo del flóculo.

5.2.3.3 Decantación

El objetivo de la decantación es el de conseguir que se depositen las partículas que se encuentran en suspensión en el agua, tanto si se trata de partículas presentes o a la acción de un reactivo químico añadido en el proceso de coagulación-floculación.

Para que puedan flocular las partículas presentes (hidróxidos metálicos y materias coloides), es preciso que se pongan en contacto unas con otras. La floculación se facilita considerablemente agitando el líquido, las posibilidades de encuentro de las partículas aumentan con su concentración en el agua, y a ello se debe la idea de reforzar dicha concentración conservando en el líquido un elevado porcentaje de fangos formados.

La agitación necesaria para que se mezcle el agua a tratar, el reactivo y los fangos, debe ser suficientemente lenta para que no se rompa el flóculo ni se provoque una nueva suspensión coloidal. Es preciso que la velocidad ascensional del agua sea inferior a la velocidad de caída de las partículas, lo que naturalmente, depende de la densidad y tamaño de las mismas.

Los decantadores deben funcionar de forma regular, puesto que las variaciones de caudal provocan la formación de remolinos que hacen que los fangos suban a la superficie. Asimismo, cualquier variación de

temperatura entre el agua bruta y el agua del decantador, origina el movimiento del fango (se expande o contrae).

En la Atarjea se combina la floculación y la decantación en un aparato como el decantador-pulsator que produce un manto de fango en cuyo seno la concentración de materia en suspensión es elevada, por medio de los cuales se consiguen reacciones completas con precipitados densos. En estos decantadores, puede obtenerse siempre agua decantada de calidad buena y constante.

Con los sistemas por contacto de fangos mejoran los fenómenos de floculación y se obtiene un rendimiento óptimo de la cantidad de reactivo introducido debido a la concentración que se produce en el lecho de fango, consiguiendo así una mejor adsorción de las materias disueltas sobre el flóculo formado.

En los decantadores de lecho de fango tipo pulsator no se pretende que circule el fango, se trata de mantenerlo solamente en forma de una masa en expansión, que el agua puede atravesar de abajo hacia arriba de manera regular y uniforme; la agitación muy lenta, tiene lugar en el punto de introducción del agua a tratar.

La verdadera separación de los fangos tiene lugar en unas zonas tranquilas previstas en el decantador, los fangos se concentran en estas fosas denominadas concentradoras, de las que se extrae automáticamente por medio de válvulas o sifones.

Las purgas se regulan proporcionalmente al volumen de acumulación de lodos en los concentradores, existen además válvulas de emergencia para ser usadas en caso de alta turbiedad o mala operación. La materia en suspensión forma el manto de lodos, el cual

se comporta como un filtro poroso expandido por la velocidad ascendente del flujo.

En los decantadores existen tres zonas claramente definidas en donde las velocidades son diferentes:

- zona de amortiguación; constituida por los deflectores y tiene 0,45 mts de altura.
- zona de lodos; ubicada entre los deflectores y el borde superior de los concentradores, tiene una altura de 1,33 mts.
- zona de aguas claras; por encima de los concentradores hasta las tuberías perforadas de recolección.

5.2.3.4 Filtración

El objeto básico de la filtración es separar las partículas y microorganismos, que no han sido retenidos en los procesos de coagulación y sedimentación, pues el trabajo que los filtros desempeñan, dependen directamente de la mayor o menor eficiencia de los procesos anteriores.

El mecanismo que transporta la materia en suspensión dentro del lecho filtrante y lo adhiere con mayor o menor eficiencia a él tiene que ser distinto según sea el tamaño de las partículas y su densidad.

El floc grande, cuyo volumen es mayor que el de los poros del medio granular, queda removido por simple cernido de los intersticios del lecho; en cambio, el materia finamente dividido cuyo orden de magnitud es varias veces menor que el de los poros (las bacterias son hasta 100 veces menores que ellos), queda retenido debido a una variedad de fenómenos que pueden actuar separada o

simultáneamente y tener mayor o menor importancia, según el tipo de suspensión y lecho filtrante de que se trate.

Las partículas de menor diámetro que los poros del medio filtrante, entran libremente en el material granular, y tienen que atravesar una distancia relativamente grande antes de poderse adherir a los granos que forman dichos poros. Las partículas pequeñas tendrán menos eficiencia que los grandes ya que su velocidad es menor.

El volumen, densidad y tamaño del floc se relacionan en varias formas con la rapidez con que aumenta la pérdida de carga en el filtro. Al aumentar el pH las fuerzas entre los granos y las partículas de la suspensión, si bien siguen siendo atractivas en las capas superiores se hacen más repulsivas en las inferiores, y podría deberse a ello el incremento de la turbiedad del efluente.

La temperatura afecta la pérdida de carga, a menor temperatura es menor su pérdida de carga, debido a una lenta remoción del floc a menor temperatura. El floc se deposita menos en la superficie cuando su temperatura es baja.

Al comenzar la operación del filtro, los granos del lecho entran limpios y la pérdida de carga se debe solamente al tamaño, forma y porosidad del medio filtrante y la velocidad y viscosidad del agua.

Si el fluido no tuviera partículas en suspensión o disolución, esta pérdida de carga inicial será constante a través de todo el periodo de trabajo del filtro. Pero, si como sucede ordinariamente, contiene sólidos, estos irán recubriendo los granos del lecho incrementando su diámetro y disminuyendo su porosidad inicial, con lo que la pérdida de carga irá incrementándose por la disminución del área de paso del flujo.

5.2.3.5 Desinfección

La contaminación del río Rimac se debe fundamentalmente a dos factores:

- a.-Descarga residual de operaciones y procesos industriales
- b.-Desarrollo urbano.

El primero se debe a las descargas de aguas residuales de industrias, mientras que el segundo tiene tendencia paralela al desarrollo urbano, aguas arriba de la Bocatoma de la Planta.

El agente empleado en la desinfección es el cloro. Al agregar el cloro en una cantidad conocida y si, luego de un tiempo de contacto, se analiza el agua, se observará que existe una disminución en la concentración inicial. Se define entonces, la demanda de cloro como la diferencia entre la dosificación de cloro inicial y el clor residual. La demanad de cloro se origina como resultado de la reacción del cloro con los diversos constituyentes del agua y por descomposición.

La inyección de cloro en la Planta se realiza en dos etapas :

5.2.3.5.a Pre-Cloración.

Antes de la entrada a los desarenadores, el agua cruda recibe la primera dosificación de cloro logrando reducir la carga bacteriológica del 90 al 99% inclusive. La dosificación promedio es de 1,2 mg/l , mientras que la dosificación máxima posible es de 4,2 mg/l.

La dosis máxima prevista de cloración se debe a la interferencia de la turbiedad, sustancias orgánicas, presencia de algas y un pH elevado. El aspecto negativo para la cloración es que se origina un porcentaje elevado de monocloramina y poco ácido hipocloroso.

5.2.3.5.b Cloración.

La segunda aplicación de cloro se realiza a la salida de los filtros y, tiene por finalidad asegurar la cloración del agua filtrada y/o cubrir cualquier posible deficiencia de clorinación.

Ocasionalmente, puede ejecutarse la cloración de las aguas en los Reservorios de La Menacho, cuando las condiciones de operación así lo requieran.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL ACTUAL CENTRO DE SUPERVISIÓN

5.3.1 Configuración General del Centro de Supervisión

El Centro de Supervisión o Sala de Control se encuentra en la Planta de Tratamiento No. 1. Esta sala tiene un área aproximada de 8 m² y cuenta con los siguientes equipos:

- Cuatro tableros eléctricos,
- Indicadores digitales para la visualización señales,
- Dos estaciones de trabajo para el monitoreo y control de datos, y
- Un equipo de radio de transmisión y recepción de voz.

El tablero principal cuenta con 16 indicadores activos, con formato de 60 mm; y un PLC Telemecanique 17-20, con un módulo analógico de entrada, un módulo analógico de salida y un módulo asíncrono para comunicación por radiomódem de la marca MOTOROLA.

La función de este tablero es la de adquirir e indicar las señales del Embalse Regulador No. 1, del Reservoirio B1, de los niveles de la salida de los vertederos, que van a los Reservoirios La Menacho, los niveles en los tanques de cloruro férrico, sulfato de aluminio y, en general, de las señales más importantes de la macromedición.

Adicionalmente, los tres (3) tableros restantes son tableros de adquisición y control de datos, de la marca ALLEN BRADLEY, con paneles de visualización de nivel, caudal y de posición de compuertas.

El controlador de lógica programable, Telemecanique, a través de su puerto RS-485, se comunica con la Estación de Trabajo local, la misma que cuenta con un programa de supervisión de cuatro (4) hojas de visualización.

Finalmente, se cuenta con una Estación de Trabajo para adquisición de datos, de la marca FOXBORO, que posee los algoritmos de cálculo y despliegues, en tiempo real, de las señales provenientes de las diferentes plantas y estaciones.

5.3.2 Procedimientos de Operación Básicos

Este Centro de Supervisión recibe las señales de nivel de agua, vía radio módem, provenientes de los Reservoirios de Regulación, de Captación y de los Reservoirios de Almacenamiento B1 y B5, que se visualizan en un panel principal por indicadores. Así también, se reciben las señales de las Estaciones de Reactivos para calcular la dosificación de coagulantes.

Los operadores de cada estación envían sus reportes, confirmando la información de los indicadores; así como reportes de emergencia o falla de los sistemas ya instalados u otro tipo de datos. Esta comunicación es realizada directamente por los operadores vía radio.

El Centro de Supervisión también cuenta con capacidad de telemando de las compuertas de las tuberías matrices que llegan desde el Estanque de Regulación N°. 1, permitiendo así regular el flujo de entrada en los Decantadores.

El Jefe de Guardia, a través de los operadores, toma las decisiones en función al caudal de tratamiento y, teniendo en cuenta los datos visualizados en los indicadores y los reportes que le llegan por radio, realiza las coordinaciones y maniobras respectivas para el control de las variables de producción, tanto por radio como modificando los parámetros desde la estación de adquisición de datos en las hojas de trabajo.

VI. INGENIERÍA DEL PROYECTO

6.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

En este capítulo se describen los requerimientos funcionales mínimos de los programas, equipos y periféricos para la implementación del Centro de Supervisión Automatizado de la Planta.

6.1.1 Dimensionamiento Del Sistema

El dimensionamiento del software y hardware del sistema para el manejo de la base de datos, tablas, archivos históricos, etc., deberá tener en consideración los requerimientos actuales y de crecimiento futuro del software y hardware.

El sistema debe manejar el total de puntos análogos, estado, control y de interfaces para dispositivos electrónicos inteligentes de la Planta de tratamiento de agua potable que las actuales Unidades Terminales Remotas (RTU's) colectarán (considerando adicionalmente una reserva de puntos de 30% para un crecimiento futuro).

La cantidad total de puntos de estado, análogos e interfaces para dispositivos electrónicos inteligentes (incluyendo la reserva), Unidades Terminales Remotas, Areas de Responsabilidad, Periféricos, etc. que deberá ser soportado por el nuevo sistema, se encuentra detallada en la tabla 6.1.

TABLA 6.1

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Adquisición de Datos	
RTU'S físicas	18
Puntos de estado	3000
Puntos análogos	1800
Puntos calculados análogos	1,500
Puntos calculados de estado	2,500
Cálculos del "Rate of Change"	300
Interface Hombre-Máquina	
Estaciones de operador	15
Areas de responsabilidad	20
Impresoras	10

6.1.2 Respuesta del Sistema en Operación en Tiempo Real

La evaluación de la respuesta del sistema para las condiciones de operación normal y emergencia será medida con procedimientos de simulación en las pruebas de aceptación en fábrica.

6.1.2.1 Definición del Sistema en Operación Normal

Se considera que el sistema se encuentra en operación normal si durante 15 minutos el sistema opera bajo las siguientes condiciones:

- a. El sistema está barriendo y procesando los datos de todas las Unidades Terminales Remotas.
- b. Las funciones de datos históricos se ejecutan normalmente.
- c. Cinco alarmas de estado que se originan cada minuto y son reconocidas por el operador.
- d. Cinco alarmas analógicas se originan cada minuto y son reconocidas por el operador.
- e. Tres despliegues son accesados en forma aleatoria cada minuto.
- g. El sistema está trabajando con la configuración completa.

6.1.2.2 Definición del Sistema en Operación de Emergencia

Se dice que el sistema estará en operación de emergencia si en un lapso de cinco minutos se producen, adicionalmente a las condiciones de operación normal, los siguientes eventos:

- a. 100 cambios de estado por minuto.
- b. 100 violaciones de límites por minuto de valores análogos.

6.1.2.3 Tiempo de Respuesta de la Interface Hombre-Maquina

El tiempo de respuesta a la demanda de un despliegue será no mayor a tres (3) segundos en la condición más desfavorable.

El tiempo de respuesta a la demanda de un reporte histórico será no mayor a cuatro (4) segundos en la condición más desfavorable.

Toda alarma análoga o de estado detectada por el sistema será reportada mediante una señal audible y visual dentro de un tiempo no mayor a dos segundos en la condición más desfavorable.

6.1.3 Telemedición de Puntos

Se entiende por telemedición de puntos al barrido o actualización en forma periódica de todos los puntos de entrada de las Unidades Terminales Remotas . El sistema deberá proveer un medio para que el operador pueda ordenar un barrido general del sistema en cualquier instante.

La frecuencia de barrido de los puntos de las Unidades Terminales Remotas deberá ser de 2 seg. para puntos de estado, 10 seg. (Configurable: 2, 4, 6 seg, etc.) para puntos análogos.

6.1.3.1 Puntos de Estado

El barrido de cambios de condición abierto/cerrado de todos los puntos deberá ser menor o igual a dos segundos. Además, deberá poseer la capacidad para definir tiempos de actualización de cambios de estado hasta un máximo de diez segundos.

Adicionalmente, el sistema deberá ser capaz de realizar un barrido general de los puntos de estado cada 5 minutos y/o a solicitud del operador.

6.1.3.2 Puntos Análogos

El barrido de todos los puntos análogos deberá ser menor o igual a diez segundos. Además, deberá poseer la capacidad para definir otros tiempos de actualización.

6.1.4 Disponibilidad Del Sistema

El Sistema de Control, Cómputo y Supervisión (SCCS) del Centro de Supervisión Automatizado será diseñado para cumplir los siguientes requisitos de disponibilidad:

- El sistema tendrá total disponibilidad, incluyendo Disponibilidad de Función, y Disponibilidad de Hardware de 99.9% o mejor. Esto es, la relación entre el tiempo total menos el tiempo fuera de servicio "downtime" total deberá ser no menor a 99.9%.

6.1.4.1 Definición de disponibilidad de Función

Todas las funciones especificadas en las secciones correspondientes a funciones, interfaces de usuario, requerimientos de software, incluyendo funciones sobre demanda deberán ser ejecutadas como

se especifica en estas secciones sin degradación en el tiempo de respuesta, para que el sistema sea considerado disponible.

Para que el sistema sea considerado disponible, cuando el servidor de proceso se encuentre indisponible y sus funciones sean asumidas por el servidor de proceso de respaldo redundante, las funciones de proceso del sistema que normalmente son realizadas en este servidor de proceso, deberán permanecer disponibles (en cuyo caso el tiempo de respuesta de esas funciones podrá ser inferior a lo requerido).

6.1.4.2 Definición de disponibilidad de Hardware

Para que el sistema sea considerado disponible, el siguiente complemento mínimo de hardware deberá estar operativo:

- Un Servidor de Proceso y tres Estaciones de Trabajo, con toda su memoria principal y auxiliar en operación.
- Un Procesador Frontal de Comunicaciones operativo.
- Un X-Terminal completamente operativo.
- Dos impresoras matriciales y una impresora a color en operación.

6.1.5 Requerimiento del Hardware de Computo y Control

Los equipos estarán diseñados para efectuar las funciones de SCADA descritas en estas Especificaciones Técnicas y para cumplir o exceder los Requerimientos de Performance especificados. Los equipos propuestos necesariamente deberán cumplir o exceder con los requerimientos detallados en este capítulo.

Los equipos a suministrar serán de última tecnología y de arquitectura abierta, basados en una familia de servidores de proceso y comunicaciones, estaciones de trabajo, periféricos, enlaces de

comunicaciones, compatibles y con posibilidad de crecimiento futuro garantizado.

6.1.5.1 Configuración del Sistema

En la figura 6.1 se muestra la mínima configuración general y funcional del Sistema en la Estación Maestra del Centro de Supervisión Automatizado de la Planta. El equipamiento previsto se detalla a continuación.

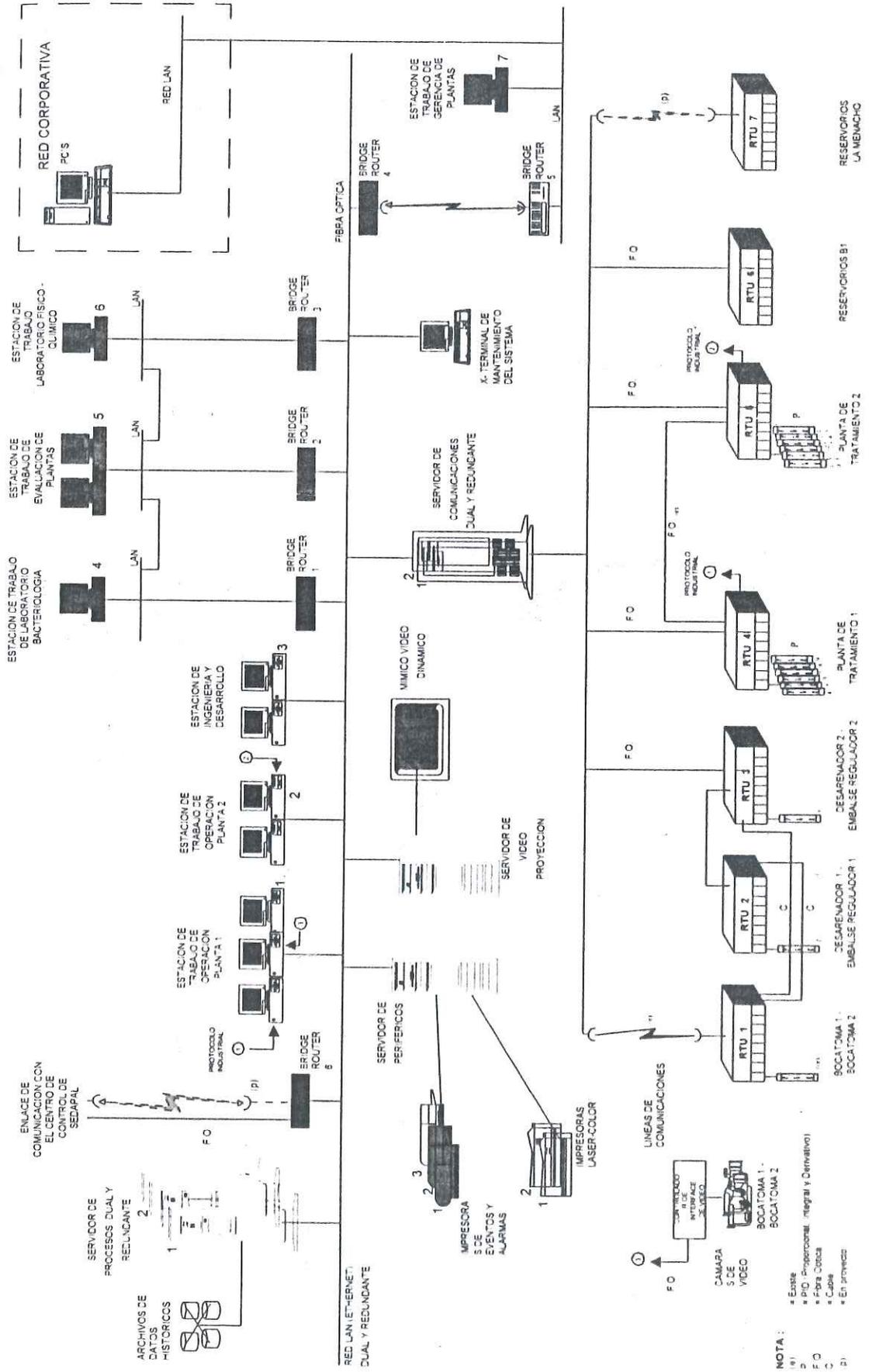
<u>Item</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
1	2	...Servidor de Proceso.
2	2	...Procesador Frontal o Servidor de Comunicaciones.
3	7	...Estación de Trabajo Gráfica.
4	1	...Terminal Gráfico (X-Terminal).
5	2	...Red de Area Local IEEE 802.3, Ethernet 10 Mbps.
6	1	...Equipo para Recuperación de Fallas.
7	3	...Impresora de Eventos y Reportes.
8	2	...Impresora Laser a Color.
9	1	...Puerta de Diagnóstico Remoto.
10	4	...Módems.
11	1	...Servidor de Periféricos.
12	1	...Servidor de Video Proyección.
13	1	...Panel Mímico Video Dinámico.
14	1	...Gabinete de Comunicaciones.
15	6	...Bridge-Router incluido módems.
16	2	...Cámara de Video.
17	7	...RTU's.
18	1	...Panel Mínimo Dinámico y Manejadores
19	1	...Servidor de Panel Mínimo Dinámico.

6.1.6 Periodo de Vida

Los equipos y programas tendrán un tiempo de vida útil no menor a diez años; asimismo, se suministrarán los servicios y repuestos durante este período.

ESQUEMA DE CONFIGURACION FUNCIONAL DEL CENTRO DE SUPERVISION AUTOMATIZADO

FIG. 6.1



NOTA:

- (1) # Existe
- (2) # PRO. Especificaciones (Integral y Derivativo)
- FO # Para fibra optica
- C # Cable
- # En proyecto

6.2 REQUERIMIENTO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)

En este capítulo se describen los requerimientos funcionales de los equipos y programas que serán integrados en el Centro de Supervisión Automatizado y que permitirán operar el sistema de control y cómputo con mayor confiabilidad.

6.2.1 Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos

El sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) validará los datos de estado (alarmas, arranque/parada, conexión/desconexión, en servicio/fuera de servicio, cerrado/abierto, etc.), control (telemandos, subir/bajar, asignación de consignas, etc.), análogos (niveles, caudales, niveles de pH, turbiedad, nivel de cloro residual, etc.), y de los dispositivos electrónicos inteligentes (datos de los registradores cronológicos de eventos, PLC's -Controladores de Lógica Programable-, instrumentos multifunción, etc.), recolectados y efectuará cálculos con los datos de estado, análogos, no telemedidos y datos de la base de datos.

Se encargará del control de las funciones de asignación de consignas y mandos, realizará la comunicación con otros sistemas de tiempo real, comunicación cíclica con las Unidades Terminales Remotas, y los dispositivos conectados a las mismas, procesará las alarmas, eventos, violación de límites, etc.

6.2.1.1 Subsistema de Adquisición de Datos

El sistema se encargará de la adquisición de los datos de las RTU'S, datos generados por otros programas, y datos ingresados manualmente para almacenarlos en la Base de Datos.

Las principales características de esta función serán las de controlar la secuencia periódica de colección de los diferentes tipos de datos, efectuar el muestreo de la disponibilidad de los canales de comunicación, etc.

6.2.1.1.a Datos de las Unidades Terminales Remotas.

El sistema permitirá la colección de datos de estado, análogos y controles de las RTU'S. La colección de datos será de acuerdo a un orden secuencial básico, sin embargo, los puntos de estado y análogos excepcionalmente pueden ser obtenidos a solicitud del operador.

El sistema de adquisición de datos permitirá la sincronización de las RTU'S con la Estación Maestra.

6.2.1.1.b Datos generados por programas u operador

El software de adquisición de datos proveerá una interface que permita la actualización de puntos a través de programas de aplicación o datos ingresados por el usuario.

6.2.1.2 Subsistema de Procesamiento de Datos

El subsistema de procesamiento de datos procesará los datos de estado, análogos, telemandos, consignas, datos análogos calculados, datos de estado calculados, datos no telemados, etc.

Cada punto de estado y análogo, independientemente de que si es real o calculado, tendrá asociado un conjunto de banderas de calidad y control (TAG) que permitan al operador controlar la funcionalidad de cada punto (condición de fuera de barrido, inhibición de la alarma, condición en mantenimiento, inhibición de consigna, inhibición de telemando, etc.).

6.2.1.2.a Procesamiento de datos análogos

Una vez validados los datos análogos sin errores de comunicación, y de acuerdo a los TAG's de cada punto, se efectuará lo siguiente:

- Conversión a unidades de ingeniería.
- Chequeo de límites de razonabilidad.
- Chequeo de límites máximo/mínimo.
- Chequeo del límite del Rate of Change.
- Procesamiento del Rango Cero.
- Actualización del valor análogo en la Base de Datos.

6.2.1.2.b Procesamiento de datos de Estado

Una vez validada la adquisición de los puntos de estado, y de acuerdo a los TAG's de cada punto, se efectuará lo siguiente:

- Cuando cambie de estado, se actualizará todos los puntos calculados asociados.
- Generación de alarmas de cambio de estado.

6.2.1.2.c Procesamiento de Puntos Análogos calculados.

La función de los puntos calculados consiste en obtener información derivada de puntos reales de las RTU'S o de otros puntos calculados en base a operaciones y/o funciones matemáticas. Con respecto a los puntos análogos calculados el sistema permitirá el cálculo de uno o más puntos análogos a una frecuencia similar a la de actualización de puntos análogos.

Cada vez que se actualice el valor de un punto análogo calculado y de acuerdo a sus TAG's se efectuarán las siguientes operaciones:

- Chequeo de límites de razonabilidad.
- Chequeo de límites máximo/mínimo.
- Actualización del valor análogo calculado en la Base de Datos.

El sistema incluirá además un editor para implementar las funciones de cálculo y de relación con otros puntos de la Base de Datos. El conjunto de operaciones de cálculo estará compuesto por lo menos de:

- Operaciones de suma, resta, multiplicación y división.
- Raíz cuadrada, valor absoluto, funciones logarítmicas, exponenciales, etc.
- Procedimientos de cálculo de funciones no lineales.
- Funciones con entradas mixtas (estado y análogo).
- Condicionales IF THEN ELSE, etc.

6.2.1.2.d Procesamiento de Puntos de Estado calculados

Los puntos de estado calculados deben ser el resultado de funciones booleanas y podrán estar relacionados con datos de estado y análogos.

Cada vez que se actualice el estado de un punto calculado y de acuerdo a sus TAG's se efectuarán las siguientes operaciones:

- Cuando cambie de estado, se actualizará otros puntos calculados asociados.
- Generación de alarmas de cambio de estado.

Para el cálculo de datos de estado se deberán incluir por lo menos los siguientes operadores:

- Operadores lógicos AND, OR, XOR, INV ,etc.
- Funciones con entradas mixtas.
- Condicionales IF THEN ELSE, etc.

6.2.2 Alarmas y Eventos

Las alarmas y eventos asociados al comportamiento del sistema a supervisar y al propio sistema de SCADA se presentarán al operador de tal manera que permita requerir su atención sobre él. Cuando se produce una alarma o evento el sistema deberá realizar lo siguiente:

- Generación de un mensaje de la alarma ó evento.
- Presentación del mensaje de alarma en la ventana asignada para alarmas y llamada de atención al operador a través de una alarma sonora.

- Adicionar el mensaje de alarma en una lista de alarmas y eventos no reconocidos.
- Añadir el mensaje de alarma en el reporte de alarmas y eventos del día.
- Impresión del mensaje de alarma en la impresora de alarmas y eventos.

El cambio de estado de los equipos de maniobra, la violación de límites de operación, la rapidez de cambio del valor medido, la detección de una anomalía en la operación del mismo sistema de SCADA constituyen eventos. El sistema tendrá la capacidad de definir que algunos de los eventos sean tratados como alarmas.

El sistema a través de la base de datos debe asignar a cada alarma y evento un nivel de severidad. El sistema será capaz de mostrar cada mensaje de alarma con un color predeterminado de acuerdo al nivel de severidad asignado.

6.2.2.1 Reconocimiento de Alarmas y Eventos

El sistema ofrecerá al operador la posibilidad de reconocer las alarmas y eventos de manera individual, global, por zonas, por etapas del proceso o por estaciones, las cuales serán añadidas al listado de alarmas y eventos reconocidos. El sistema realizará una impresión de las alarmas y eventos reconocidos, indicando desde qué consola se realizó la orden.

6.2.2.2 Eliminación de Alarmas

El sistema permitirá la eliminación de los mensajes de alarmas y eventos, independientemente de haber sido reconocidos previamente, de manera individual, global, por zonas, por etapas del

proceso o por estaciones. El sistema realizará una impresión de las alarmas y eventos eliminados indicando desde qué consola se realizó la orden.

6.2.2.3 Listado de Alarmas y Eventos

Las alarmas y eventos deberán ser presentados cronológicamente; cuando se solicita un listado de alarmas deberá presentarse la primera página con las alarmas y eventos más recientes. Esta posibilidad predefinida podrá ser cambiada por el operador.

Los mensajes de alarmas y eventos contendrán la siguiente información:

- Fecha y hora.
- Identificación del texto.
- Valor antiguo (donde sea aplicable).
- Valor nuevo.

Las alarmas y eventos serán clasificados de acuerdo al siguiente esquema:

- Area del Sistema.
- Etapa del proceso (captación, regulación, tratamiento, etc.).
- Estación.
- Estado del elemento.
- Tipo de mensaje.

6.2.3 Interface Hombre-Maquina

La Interface Hombre-Máquina debe ser interactiva, totalmente gráfica, diseñada de acuerdo a los estándares internacionales X-Windows y OSF/Motif.

Funcionalmente la Interface Hombre-Máquina tendrá las siguientes características:

- Definición de áreas de responsabilidad.
- Presentación gráfica.
- Control de comandos.
- Entrada manual de datos.
- Manejo de alarmas y eventos.
- Reportes.

6.2.3.1 Funciones de manejo de los despliegues

El software suministrado para el manejo de los gráficos deberá permitir efectuar las siguientes funciones avanzadas:

- "Zooming".
- "Decluttering" (mínimo 8 niveles).
- "Panning" sobre cualquier ventana activa.
- Menús de tipo "pull-down".

Adicionalmente se incluirán funciones de consulta y manejo de gráficos:

- Ayudas en línea.
- Cambio de atributos y aspectos.
- Edición de símbolos.
- Cambio de tamaño de caracteres.

6.2.3.2 Controladores de las consolas

Los controladores de despliegues deberán estar basados en X-Windows, totalmente gráficos operando en sistemas de arquitectura abierta bajo el ambiente UNIX sobre plataformas RISC.

A través de las consolas se tendrá acceso a los periféricos de Interface Hombre-Máquina tales como impresoras de propósitos múltiples, hard-copies, comunicación con otras consolas remotas, etc.

6.2.3.3 Coordenadas Multidimensionales

El sistema deberá permitir la presentación de múltiples gráficos de una o dos dimensiones con los datos de estado, análogos y calculados colectados.

Los datos analógicos, acumulados, calculados o manuales podrán ser representados en diagrama de distinto tipo tales como barras, lineales, circulares, etc.

Los datos de estado podrán ser representados de acuerdo a una indicación alfanumérica (ON/OFF o ABIERTO/CERRADO) de acuerdo a la necesidad del operador o mediante símbolos y cambios de color.

6.2.3.4 Configuración de Crt's (Pantallas de Video a Color)

Un CRT debe ser configurado para soportar como mínimo cuatro ventanas rectangulares de tamaño ajustable. Cada ventana puede ser capaz de visualizar imágenes de diferentes áreas de responsabilidad o funciones diferentes. En cada ventana se podrá efectuar un proceso diferente, pudiéndose tener por ejemplo

simultáneamente una ventana mostrando una cola de alarmas, otra mostrando un despliegue unifilar, etc.

6.2.3.5 Zonas de Despliegues, Ventanas y Menu's

Considerando el entorno OSF/Motif deberán existir zonas claramente diferenciadas en cada despliegue, tales como:

- Cuadros de diálogo con el operador.
- Cuadros de diálogo con el sistema operativo.
- Control de Menu's pull/down.
- Ventana de alarmas no reconocidas.
- Ventana de despliegues unificares
- Ventana de aplicaciones.

6.2.3.6 Niveles de acceso y Areas de responsabilidad

El sistema deberá estar diseñado para que el operador acceda a cualquier función desarrollada en el sistema (por ejemplo, a las funciones de planeamiento, operación o mantenimiento).

El nivel de acceso deberá ser controlado mediante procedimientos de autorización para que un operador pueda acceder una función determinada, o solamente observarla. Este mismo criterio debe aplicarse a las alarmas, violaciones de límites de los valores análogos y cambios de estado de los elementos de maniobra.

Los niveles de autorización deberán ser efectuados a través de un despliegue de acceso restringido que permita la autorización de cada consola sobre áreas de responsabilidad o etapas del proceso.

Para propósitos de los niveles de acceso, se considera entre otras las siguientes áreas de responsabilidad:

- Area de Evaluación de Plantas.
- Area de Físico-Química.
- Area de Bacteriología.
- Area de Mantenimiento.
- Area de Ingeniería y Desarrollo.
- Area de Gerencia de Planta.

Asimismo, se tendrá en cuenta las siguientes etapas y sub-etapas en el proceso de control y supervisión de la Planta La Atarjea:

- Etapa de Captación.

- Etapa de Pre-Tratamiento
Sub-Etapas:
 - Sub-Etapa de Desarenación
 - Sub-Etapa de Dosificación de Polímeros
 - Sub-Etapa de Precloración
 - Sub-Etapa de Regulación.

- Etapa de Tratamiento
Sub-Etapas:
 - Sub-Etapa de Reactivos Químicos
 - Sub-Etapa de Decantación
 - Sub-Etapa de Filtración
 - Sub-Etapa de Cloración.

- Etapa de Almacenaje, Regulación y Entrega.

6.3 SENSORES, TRANSDUCTORES E INSTRUMENTOS DE LA PLANTA

6.3.1 Sensores, Transductores e Instrumentos Existentes:

6.3.1.1 ETAPA DE CAPTACIÓN

- (01) MEDIDOR DE NIVEL MARCA MILLTRONICS

Ubicación :	Bocatoma N° 1.
Modelo :	The Probe .
Función :	Medir el nivel de entrada de agua cruda de la Bocatoma N° 1.
Tipo :	Ultrasonido.
Rango :	0.25 a 5 m.
Salida :	4 a 20 mA, a 750 Ω .
Precisión :	0.25% de alcance.
Memoria :	EEPROM, no volátil.
Suministro eléctrico :	18 a 30 Vdc.
Estado :	Operativo.

- (04) ACTUADORES DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA EIM COMPANY INC

Ubicación :	Bocatoma N° 1.
Modelo :	90x60SGL.
Función :	Control de compuertas de entrada de agua cruda.
Mando :	Del tipo eléctrico, local (sin indicador de corte).
Estado :	Operativo.

- (02) ACTUADORES DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA AUMA

Ubicación :	Bocatoma N°1.
Modelo :	SA14.5-150B/ GK25.2-5.6A.
Función :	Control de compuerta de drenaje.
Mando :	Del tipo electrónico, local y remoto.
Estado:	Operativo.

- (06) ACTUADORES DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA AUMA

Ubicación : Bocatoma N°2.
Modelo : SA16.1-38A.
Función : Control de compuertas de entrada de agua cruda.
Mando : Del tipo electrónico, local y remoto.
Estado : Operativo.

- (01) ACTUADOR DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA EIM CONTROLS

Ubicación : Bocatoma N°2.
Modelo : 4JPN-5.
Función : Control de compuerta de drenaje.
Mando : Del tipo eléctrico, local.
Estado : Operativo.

- (07) ACTUADORES DE COMPUERTA RADIAL MARCA RODNEY HUNT

Ubicación : Embalse de la Bocatoma.
Función : Control del volumen de agua cruda para la captación en las Bocatomas.
Mando : Del tipo electromecánico, local.
Estado : Operativo.

- (02) INDICADORES DIGITALES MARCA FÉLIX MATEO

Ubicación : Sala de Control Local.
Modelo : PM-9200, (3½ dígitos).
Función : Indicar el nivel de entrada de agua en cada Bocatoma.
Entrada : 4 a 20mA.
Estado : Operativo.

-(01) CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) MARCA TELEMECANIQUE

Ubicación : Tablero de Control Local.
Modelo : TSX17-20.
Función : Adquisición y transmisión de la señal

del sensor nivel de entrada de agua
cruda.

Entradas : 4 analógicas, 12 discretas.
Salida : 8 discretas.
Estado : Operativo.

- (01) REGISTRADOR MARCA SCHLUMBERGER

Ubicación : Tablero de Control Local.
Función : Indicar y almacenar datos de nivel de
entrada de agua cruda de la Bocatoma
Nº1.
Entrada : 4 a 20 mA.
Indicador : Digital.
Estado : No operativo.

- (01) REGISTRADOR MARCA SCHLUMBERGER

Ubicación : Tablero de Control Local.
Función : Indicar y almacenar datos de nivel de
entrada de agua cruda de la Bocatoma
Nº2.
Entrada : 4 a 20 mA.
Indicador : Digital.
Estado : No operativo.

- (01) TRANSMISOR-RECEPTOR DE RADIO MARCA MOTOROLA

Ubicación : Tablero de Control Local.
Rango de frecuencia : 400 - 470 Mhz.
Separación entre canales: 12 Khz.
Nº de canales : 4 programables.
Modulación : FM.
Potencia de salida : 1 - 10 W.
Alimentación : 13,8 VCC.
Estado : Operativo.

- (01) ANTENA YAGUI

Ubicación : Caseta de Control Local.
Numero de elementos : 5.
Rango de frecuencia : 400-470 Mhz/ 138-174 Mhz.
Ancho de banda : 20 Mhz.
Impedancia : 50 Ohm.

Ganancia : 3 - 5 - 7 - 10 dB.
Relación delante/atrás : 20 dB.
Potencia máxima : 150 dB.
R.O.E.: Menor de 1,5.
Material : Aluminio electrosoldado.
Estado : Operativo.

6.3.1.2 ETAPA DE PRE-TRATAMIENTO

6.3.1.2.a UNIDADES DE DESARENACIÓN

DESARENADOR N° 1

- (06) ACTUADORES DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA RODNEY HUNT

Ubicación : Desarenador N°1.
Modelo : 4420-C.
Función : Control de compuerta deslizante de cada una de las cámaras de desarenado.
Mando : De tipo eléctrico, local.
Estado : Operativo.

- (06) ACTUADORES DE COMPUERTA DESLIZANTE MARCA COFFIN

Ubicación : Desarenador N°1.
Modelo : PS 70I.
Función : Control de compuerta deslizante de cada una de las cámaras de desarenado.
Mando : De tipo eléctrico, local.
Estado : Operativo.

DESARENADOR N° 2

- (12) ACTUADORES DE COMPUERTA MARCA AUMA

Ubicación : Desarenador N° 2.
Modelo : SA16.1-38A
Función : Control de compuerta deslizante de

cada una de las cámaras de desarenado.
Mando : De tipo electrónico, local y remoto.
Sensores de posición: Incorporados.
Estado : Operativo.

6.3.1.2.b ESTACIONES DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMEROS

ESTACIÓN DE DOSIFICACION DE POLÍMEROS N° 1:

- (02) BOMBAS CENTRIFUGAS MARCA JEUMONT SCHNEIDER

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : JSL132SB2 B3 T.
Función : Transportar agua del pozo para su mezcla con la solución viscosa antes de ser vertida en los desarenadores.
Alimentación : 380 Vac, 15 A.
Estado : Operativo.

- (02) BOMBAS RECIPROCANTES MARCA BROWN BOVERI COMPANY (BBC)

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : QUX 100L4- BAT.
Función : Diluir y transportar la solución viscosa del tanque de Polímeros para su mezcla con agua antes de ser vertida en el Desarenador.
Alimentación : 380 Vac, 6.4 A.
Estado : Operativo.

- (02) AGITADORES MARCA WILTRON ROY

Ubicación : Tanques de Polímeros.
Modelo : DOSAPRO 27860.
Función : Mantener homogeneidad de la solución viscosa de Polímeros.
Alimentación: 380 Vac.
Estado : Operativo.

- (01) TURBÍDIMETRO MARCA HACH CHEMICAL CO.

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : 1292.
Función : Sensar el nivel de turbiedad a la entrada de los desarenadores.
Estado : No operativo.

ESTACIÓN DE DOSIFICACION DE POLÍMEROS N° 2:

- (02) BOMBAS CENTRIFUGAS MARCA JEUMONT SCHNEIDER

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : MEN.80.160.
Función : Transportar agua de pozo para su mezcla con la solución viscosa antes de ser vertida en los desarenadores.
Alimentación : 380 Vac, 8A.
Estado : Operativo.

- (02) BOMBAS RECIPROCANTES MARCA LENZE

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : 100L4.
Función : Transportar la solución viscosa de los tanques de Polímeros para su mezcla con el agua antes de ser vertida en los desarenadores.
Alimentación : 380 Vac.
Estado : Operativo.

- (02) AGITADORES MARCA WILTON ROY

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : DOSAPRO HM2000.
Función : Mantener la homogeneidad de la solución viscosa de Polímeros.
Alimentación : 380 Vac.
Potencia : 4Kw.
Estado : Operativo.

- (01) EQUIPO PARA LA DOSIFICACIÓN DE POLÍMEROS MARCA ULTROMAT PROMINENT

Ubicación : Edificio de Polimerización.
Modelo : AT-8000.
Función : Dosificación de polímeros.
Alimentación : 380 Vac.
Potencia : 6,6 Kw.
Estado : Operativo (sin uso).

6.3.1.2.c ESTACIONES DE PRECLORACIÓN

ESTACIÓN DE PRECLORACIÓN No 1

- (01) EVAPORADOR MARCA WALLACE AND TIERNAN

Ubicación : Estación de precloracion N°1.
Serie : 50-200.
Función : Gasificar el cloro líquido
Protección : IP65.
Estado: Operativo.

- (02) BOMBAS CENTRIFUGAS MARCA HIDROSTAL

Ubicación : Estación de precloracion N°1.
Motor : WEG, Trifasico.
Modelo : 100L.
Potencia : 5.7 HP.
Velocidad : 3475 R.P.M.
Frecuencia : 60 Hz.
Alimentación : 220 Vac.
Estado: Operativo.

- (04) CLORADORES MARCA PENNWALT WALLACE & TIERNAN

Ubicación : Estación de precloracion N°1.
Modelo: V- NOTCH.
Función : Producir la gasificación del cloro líquido.
Protección : IP64.
Estado: (2) Operativos.

ESTACIÓN DE PRECLORACIÓN No 2

- (04) CLORADORES MARCA WALLACE AND TIERNAN

Ubicación :	Estación de precloracion N° 2.
Modelo:	V- NOTCH.
Función :	Producir la gasificación del cloro líquido
Protección :	IP64.
Estado:	Operativo.

- (04) BOMBAS CENTRIFUGAS MARCA GOULDS PUMPS

Ubicación:	Estación de precloracion N° 2.
Modelo:	3196.
Función:	Transporte de agua para la inyeccion de cloro.
Alimentación :	380 Vac (23 A).
Velocidad :	3530 R.P.M.
Protección :	IP55.
Estado:	Operativo.

6.3.1.2.d UNIDADES DE REGULACIÓN

EMBALSE REGULADOR No. 1

- (01) MEDIDOR DE NIVEL MARCA MILLTRONICS

Ubicación :	Caseta de Control Local.
Modelo :	Multiranger Plus.
Función :	Medir el nivel del Embalse Regulador.
Tipo :	Ultrasonido.
Rango :	0 a 8 m.
Salida :	4 a 20 mA.
Estado :	Operativo.

- (02) ACTUADORES DE COMPUERTA MARCA EIM COMPANY INC

Ubicación :	Embalse Regulador N° 1.
Modelo :	6680B.
Función :	Control de compuertas de entrada de agua del Embalse a los sifones.

Mando : Eléctrico, local.
Estado : Operativo.

- (01) SISMÓGRAFO

Ubicación : Caseta de Control Local.
Estado : No operativo.

EMBALSE REGULADOR N° 2

- (01) MEDIDOR DE NIVEL MARCA BUDGER METER

Ubicación : Embalse Regulador N° 2.
Modelo : 2500.
Función : Medir el nivel del Embalse Regulador.
Tipo : Ultrasonido.
Rango : 0 a 8 m.
Salida : 4 a 20 mA.
Estado : Operativo.

- (01) ACTUADOR DE COMPUERTA MARCA EIM COMPANY INC

Ubicación : Embalse Regulador N° 2.
Función : Control de Compuerta Esclusa.
Modelo : 2GRG-5.
Mando : Eléctrico, local.
Estado : Operativo.

- (03) MEDIDORES DE CAUDAL MARCA BUDGER METER

Ubicación : Salida de las líneas de derivación.
Función : Medir el caudal en las tres líneas de derivación.
Tipo : Electrónico.
Salida : 0~5 V.
Estado : Operativo.

- (06) VÁLVULAS MARIPOSA MARCA BIFFI ITALIA

Ubicación : Embalse Regulador N° 2.
Modelo : IC-150/110-116.

Función : Regular la salida de agua del Embalse
Regulador hacia la Planta N° 1.
Mando : Electromecánico, local.

- (01) SISMÓGRAFO

Ubicación : Caseta de Control Local.
Estado : Operativo.

6.3.1.3 ETAPA DE TRATAMIENTO

6.3.1.3.a ESTACIONES DE REACTIVOS QUÍMICOS

UNIDAD DE REACTIVOS N° 1

- (02) ELECTROAGITADORES MARCA DOSAPRO MILTON ROY

Ubicación : Planta N° 1.
Función : Mantener la mezcla homogénea de sulfato de alúmina en los tanques de dosificación .
Alimentación : 380V (2,9 A).
Velocidad : 1750 R.P.M.
Frecuencia : 60 Hz.
Protección : IP55.

- (02) TOLVAS DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS

Ubicación : Planta N° 1.
Función : Almacenamiento de reactivos granulados (sulfato de alúmina) .

- (02) MOTOREDUCTORES DESAGLOMERADORES MARCA SODIMATE

Ubicación : Planta N°1.
Función : dispositivos de desaglomeración del sulfato de aluminio granulado.
Alimentación : 380 V (2,2 A).
Potencia : 0,75 Kw.
Velocidad : 1700 R.P.M.
Frecuencia : 60 Hz.
Protección : IP55.

- (02) AGITADORES MARCA DOSAPRO

Ubicación : Zona de sedimentacion fina.
Función : Mantener uniforme la solución viscosa en los tanques de polímeros.
Modelo : HM 1600.
Alimentación : 380 V (6.9 A).
Potencia : 3 Kw.
Velocidad : 1800 R.P.M.
Protección : IP55.

- (02) BOMBAS DOSIFICADORAS DE PISTÓN MARCA SEEPEX

Ubicación : Zona de sedimentacion fina.
Función : Dosificar la solución viscosa de polímeros.
Alimentación : 380 V (6.9 A).
Potencia : 2.2 Kw.
Velocidad : 1800 R.P.M.
Protección : IP55.

- (02) SISTEMAS DE DISPERSIÓN Y HUMECTACIÓN MARCA EDM

Ubicación : Zona de sedimentacion fina.
Función : Facilitar la adición del polímero en polvo a los tanques de almacenamiento para su dilución.

Alimentador vibrante

Alimentación : 220 V.
Frecuencia : 60 Hz.
Potencia : 0.48 KVA.
Protección : IP65.

- (03) BOMBAS MARCA PROMINENT

Ubicación : Estación de coagulantes.
Función : Dosificación de Cloruro férrico.
Dosificación Máxima : 793 L/ h.
Alimentación : 265 V (2,9 A).
Protección : IP94.

- (01) MEDIDOR DE NIVEL

Ubicación: Estación de Reactivos N°1.
Función : Medir el nivel de los tanques de cloruro férrico.

UNIDAD DE REACTIVOS N° 2

- (04) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Tanques de cloruro férrico.
Función :	Medir el nivel de los tanques de cloruro férrico.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0-5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Material del medidor:	Teflón.
Alimentación :	24 Vcc.

- (02) BOMBAS CENTRIFUGAS MARCA SIHI

Ubicación :	Estación de Reactivos N°2.
Función :	Dosificación de agua para la estación de coagulantes.
Potencia :	17.25 Kw.
Velocidad :	3600 R.P.M.
Protección :	IP55.

- (03) ELECTROBOMBAS MARCA DRM

Ubicación :	Edificio de Químicos.
Función :	Dosificación de sulfato de aluminio.
Capacidad unitaria:	1870 L/ h.
Potencia:	0,75 Kw.
Velocidad:	1100 R.P.M.
Frecuencia:	60 Hz.
Alimentación :	380 V.
Protección :	IP55.

- (02) ELECTROBOMBAS MARCA DOSAPRO MILTON ROY

Ubicación :	Edificio de Químicos.
Función :	Dosificación de polímeros.
Capacidad unitaria:	1300 L/ h.
Potencia:	0,75 Kw.
Velocidad:	1700 R.P.M.

Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V.
Protección : IP55.

- (03) ELECTROBOMBAS MARCA DOSAPRO MILTON ROY

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Dosificación de cloruro férrico.
Modelo: MB.112/134/K.100.P.9/9.
Potencia: 1,28 Kw.
Velocidad: 1700 R.P.M.
Alimentación : 380 V (1,3 A).
Protección: IP55.

- (04) ELECTROBOMBAS MARCA DOSAPRO MILTON ROY

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Dosificación de Polímero
Catiónico (dos para la sección 2A y
2B).
Modelo: RA.58.69.G.5.P.1.5/T5.9.
Potencia: 0,44 Kw.
Velocidad: 1644 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (1,3 A).
Protección : IP55.

- (04) AGITADORES MARCA CEM

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Agitar los polímeros.
Potencia: 0,18 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V.

- (04) MOTORES MARCA CEM

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Agitar los polímeros.
Modelo: HM500 M 02.
Potencia: 0,37 Kw.
Velocidad: 1680 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V.
Protección : IP55.

- (03) BOMBAS DOSIFICADORAS

Función : Dosificación de sulfato de aluminio.
Ubicación : Estación de Reactivos No 2.

- (01) MOTOR DE COMPRESOR MARCA WORTHINGTON

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Remover sedimento de los tanques de sulfato de aluminio por inyección de aire.
Potencia: 20 HP.
Velocidad: 1750 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 220 V (66 A).
Protección : IP55.

- (01) MOTOR DE COMPRESOR MARCA LEROY SOMER

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Compresor auxiliar para la remoción de sedimento en los tanques de sulfato de aluminio.
Potencia: 3 Kw.
Velocidad: 3460 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (6,1 A).
Protección : IP55.

- (02) AGITADORES MARCA DOSAPRO MILTON ROY

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Mantener uniforme la solución de polímeros.
Potencia: 0,58 Kw.
Velocidad: 1650 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (1,3 A).
Protección : IP55.

- (02) DOSIFICADORES VOLUMÉTRICOS MARCA LENZE

Ubicación : Edificio de Químicos.
Función : Dosificación adecuada de cal.
Tipo: 12 602 1.

Potencia:	0,25 Kw.
Velocidad:	1380 R.P.M.
Frecuencia:	60 Hz.
Alimentación :	380 V (0,58 A).
Protección :	IP55.

6.3.1.3.b UNIDADES DE DECANTADORES

UNIDAD DE DECANTADORES PLANTA Nº 1

(06) MOTORES PARA ELECTROVENTILADORES MARCA BBC

Ubicación :	Caseta de vacío en cada decantador.
Función :	Crear vacío en cámara.
Potencia :	21.3 Kw.
Velocidad :	3525 R.P.M.
Alimentación :	380 V (40,5 A).
Protección :	IP55.

- (06) ELECTROVENTILADORES SOLYVENT-VENTEC

Ubicación :	Caseta de vacío en cada decantador.
Tipo:	HD 54 HR1
Caudal:	2100 m ³ /h.
Potencia:	15 Kw.
Velocidad:	3500 R.P.M.
Alimentación :	380 V.
Frecuencia:	60 Hz.
Protección :	IP22S.

- (06) INTERRUPTORES DE POSICIÓN POR FLOTADOR MARCA TELEMECANIQUE

Ubicación :	Pulsadores de decantadores.
Función :	Controlar las válvulas de puesta a la atmósfera en las cámaras de vacío.
Tipo :	XI 1AB 12.
Alimentación :	220 V.

- (48) ACTUADORES NEUMÁTICOS DE VÁLVULAS DE PURGA MARCA AMRI

Ubicación :	Cuartos de purga.
-------------	-------------------

Función : Activar las válvulas de purgas.
Tipo : megtwin.
Presión de aire : 2-6 bar.

- (06) TABLEROS DE MANDO ELECTRÓNICO MARCA MERLIN GERIN BRETAGNE

Ubicación : Sala de máquinas.
Función : Operar ventiladores y válvulas de purga.
Arrancador estático: ALTISTAR, modelo ATS23D44N.
Cronocontactos: Electrónicos.

UNIDAD DE DECANTADORES PLANTA Nº 2

- (01) MEDIDORES DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Entrada Sección 2 B.
Función: Medir la turbiedad del agua cruda
Rango : 0-1000 NTU.
Precisión : +/- 5% de 0-2000 NTU;
+/- 10% de 2000 a 9999 NTU.
Resolución : 0,001 NTU por debajo de 100 NTU;
0,1 NTU entre 100 y 999,9 NTU;
1,0 NTU sobre 1000 NTU.
Caudal de muestra : 1-2 L / min.
Salida : 4 a 20 mA.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Salida Sección 2 B.
Función: Medir la turbiedad del agua decantada
Rango : 0-100 NTU.
Precisión : +/- 2% de 0-30 NTU;
+/- 5% de 30-10 NTU.
Resolución : 0,001 NTU.
Caudal de muestra : 250-750 mL / min.
Salida : 4 a 20 mA.

- (01) MEDIDORES DE pH MARCA HACH

Ubicación: Salida Sección 2 B.
Función: Detectar el nivel de pH del agua

Rango: decantada.
0-12 pH.
Salida: 4 a 20 mA.

- (06) ELECTROVENTILADORES SOLYVENT-VENTEC

Ubicación : Caseta de los decantadores Pulsator.
Tipo: ND 54 HR1.
Caudal: 2100 m³/h.
Potencia: 17,3 Kw.
Velocidad: 3535 R.P.M.
Alimentación : 380 V.
Frecuencia: 60 Hz.
Protección : IP557.

- (06) TABLEROS DE MANDO ELECTRÓNICO MARCA DEGREMONT

Ubicación : Caseta de los decantadores Pulsator.
Función : Operar ventiladores y válvulas de
purga.
Arrancador estático: ALTISTAR, Modelo ATS23D44N.
Cronocontactos: Eléctricos.

6.3.1.3.c UNIDADES DE FILTRACIÓN

UNIDAD DE FILTRACIÓN PLANTA Nº 1

**- (36) ACTUADORES NEUMÁTICOS PARA VÁLVULAS DE AGUA
FILTRADA**

Tipo : ACTAIR 32 B.
Presión de aire : 6-8 bar.

**- (36) ACTUADORES NEUMÁTICOS PARA VÁLVULAS DE AGUA
DE LAVADO**

Tipo : ACTAIR 32 B.
Presión de aire : 6-8 bar.

**- (36) ACTUADORES NEUMÁTICOS PARA VÁLVULAS DE AIRE
DE LAVADO**

Tipo : ACTAIR 32 B.
Presión de aire : 6-8 bar.

SALA DE BOMBAS

- (03) ELECTROBOMBAS MARCA JEUMONT SCHNEIDER

Ubicación:	Sala de Bombas y Compresores.
Función :	Transporte de agua de lavado.
Capacidad :	1000 m ³ /h.
Potencia :	37 Kw.
Alimentación :	380 V (76,5 A).
Frecuencia :	60 Hz.
Velocidad :	1175 r.p.m.
Grado de protección :	IP 23S.

SALA DE COMPRESORES

- (02) ELECTROCOMPRESORES DE AIRE MARCA CEM

Ubicación :	Sala de Bombas y Compresores.
Función :	Producción de aire para lavado de filtros.
Potencia :	92 Kw.
Velocidad :	1160 R.P.M.
Frecuencia :	60 Hz.
Alimentación :	220 V (305 A), 380 V (177 A).
Protección :	IP55.

- (02) ELECTROCOMPRESORAS MARCA COMPAIR-FRANCE

Ubicación:	Sala de Bombas y Compresores.
Función :	Auxiliares en la producción de aire para lavado de filtros (no se encuentran operativos).
Potencia :	18,5 Kw.
Velocidad :	1740 R.P.M.
Frecuencia :	60 Hz.
Alimentación :	220 V (61 A), 380 V (35,3 A).
Protección :	IP55.

- (02) ELECTROCOMPRESORES DE AIRE MARCA COMPAIR-FRANCE

Ubicación :	Sala de Bombas y Compresores.
Función :	Transporte de aire para lavado de filtros.
Caudal :	47,15 m ³ /h.
Motor :	Leroy Somer.

Potencia : 7,5 Kw.
Velocidad : 3600 R.P.M.
Frecuencia : 60 Hz.
Protección : IP55.

- (01) ELECTROCOMPRESORAS MARCA COMPAIR LUCHARD

Ubicación: Sala de Bombas y Compresores.
Función : Apertura y Cerrado de válvulas.
Potencia : 0,12 Kw.
Protección : IP55.
Presión máxima : 17 bar.

- (01) ELECTROVENTILADOR MARCA DENCOSA

Ubicación: Sala de Bombas y Compresores.
Función : Suministrar aire para el equipo de refrigeración.
Motor : BBC.
Potencia : 0.12 Kw.
Velocidad : 1680 R.P.M.
Frecuencia : 60 Hz.
Alimentación : 220 V (0,7 A).
Presión de trabajo : 16 bar.

- (01) TANQUE DE AIRE COMPRIMIDO MARCA PAUCHARD

Ubicación : Sala de Bombas y Compresores.
Función : Mantener la presión de aire constante.
Presión : De servicio : 10 bares.
De pruebas : 15 bares.

UNIDAD DE FILTRACIÓN PLANTA Nº 2

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Salida Sección 2 B.
Función: Medir la turbiedad del agua tratada.
Rango : 0-100 NTU.
Precisión : +/- 2% de 0-30 NTU;
+/- 5% de 30-10 NTU.
Resolución : 0,001 NTU.
Caudal de muestra : 250-750 mL / min.
Salida : 4 a 20 mA.

- (11) TABLEROS DE MANDO DEGREMONT.

Ubicación: Edificio de filtros.
Función: Tableros de mando para el lavado semiautomático.

- (02) TABLEROS DE SEÑALIZACIÓN (TRANSRACK)

Ubicación: Edificio de filtros.
Función: Un tablero para cinco (5) filtros y el otro para seis (6) filtros.

- (11) ACTUADORES NEUMÁTICOS MARCA MIROUX

Ubicación: Galería de válvulas.
Función: Control de válvulas mariposa.
Mando : Por pistón.

- (22) MEDIDORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Ubicación: Galería de válvulas.
Función: Medición de nivel de agua.
Tipo: Rn.
Señal: 0-20 mA (se deberán adecuar).

- (22) INDICADORES DE ATASCAMIENTO DE LECHO FILTRANTE

Tipo: IC.
Señal: 0-20 mA (se deberán adecuar).

SALA DE BOMBAS

- (03) ELECTROBOMBAS MARCA BREGUET-KSB

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas de lavado de filtros.
Tipo: ETA D 300-35.
Caudal: 1050 m³/h.
Altura : 7,5 m.
Motor: CEM.
Modelo: MJPP 225 MRG.

Potencia: 37 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Velocidad: 1175 R.P.M.
Alimentación : 380 V (73 A).
Protección : IP22.
Arrancador estático: ALTISTAR.

- (02) ELECTROBOMBAS MARCA GUINARD KSB

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas para agua de servicio.
Caudal: 7 m³/h.
Altura : 35 m.
Motor : ABB Motors.
Potencia: 3,45 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Velocidad: 3470 R.P.M.
Alimentación : 380 V (7,0 A).
Protección : IP557.

- (02) ELECTROBOMBAS MARCA GUINARD KSB

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas para agua de servicio.
Caudal: 30 m³/h.
Motor: ABB Motors.
Potencia: 6,32 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Velocidad: 3490 R.P.M.
Alimentación : 380 V (13 A).
Protección : IP55.

- (02) ELECTROBOMBAS MARCA SIHI

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas para agua de servicio de clorinadores y reactivos químicos.
Caudal: 66 m³/h.
Motor: BBC.
Potencia: 17,25 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Velocidad: 3525 R.P.M.

Alimentación : 380 V (33,5 A).
Protección : IP55.
Arrancador estático: ALTISTAR.

- (02) ELECTROBOMBAS MARCA BREGUET KSB

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas para agua de servicio de clorinadores y reactivos químicos.
Caudal: 16 m³/h.
Motor: Cie. Electromecanique.
Potencia: 4 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Velocidad: 3460 R.P.M.
Alimentación : 380 V (8,51 A).
Protección : IP55.

- (01) ELECTROBOMBA MARCA GUINARD KSB

Ubicación: Sala de bombas.
Función : Electrobombas para agua de servicio de clorinadores y reactivos químicos.
Caudal: 16 m³/h.
Motor: ABB Motors.
Potencia: 4,6 Kw.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (9,5 A).
Protección : IP55.
Estado: No operativo.

SALA DE COMPRESORES

- (03) ELECTROCOMPRESORES DE AIRE MARCA HIBON

Ubicación: Sala de compresores.
Función : Electrocompresor de aire para el lavado de filtros.
Tipo: SNH40 1740134.
Caudal: 3850 m³/h.
Presión de trabajo: 350 bar.
Motor: Electromecanique.
Potencia: 55 Kw.
Velocidad: 1765 R.P.M.

Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 80 V.

- (02) ELECTROCOMPRESORES DE AIRE MOTOR LEROY SOMER

Ubicación: Sala de compresores.
Función : Accionamiento de válvulas de servicio.
Tipo: CI60M.
Potencia: 15 HP.
Velocidad: 3533 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (21,6 A).
Protección : IP54.
Estado: Operativo.

- (01) ELECTROCOMPRESORES DE AIRE MOTOR LEROY SOMER

Ubicación: Sala de compresores.
Función : Accionamiento de válvulas de servicio.
Tipo: CI60M.
Potencia: 15 HP.
Velocidad: 3533 R.P.M.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (21,6 A).
Protección : IP54.
Estado: No operativo.

- (01) ELECTROCOMPRESOR DE AIRE MOTOR ELECTRO ADDA

Ubicación: Sala de compresores.
Función : Accionamiento de válvulas de servicio.
Potencia: 15 HP.
Frecuencia: 60 Hz.
Alimentación : 380 V (21,5 A).
Protección : IP54.

- (01) TANQUE DE AIRE COMPRIMIDO MARCA LUCHARD COMPAIR

Ubicación: Sala de compresores.
Volumen: 800 L.
Presión funcionamiento: 10-15 bar.

- (04) TABLEROS DE CONTROL ELÉCTRICO DEGREMONT

Ubicación : Costado de la sala de
compresoras.
Función : Control de las bombas de lavado,
compresoras de lavado y
electroventiladores.

- (02) DESECADORES DE AIRE MARCA LUCHARD COMPAIR

Ubicación : Sala de compresores.
Presión de servicio : 16 bar.

6.3.1.3.d UNIDADES DE CLORACION

UNIDAD DE CLORACION PLANTA Nº 1

- (02) BALANZAS MARCA FORCE FLOW EQUIPMENT

Ubicación : Sala de cloración.
Modelo : 6D40A.
Capacidad : 4000 Kg.
Alimentación : 220 V.
Frecuencia : 60 Hz.

- (02) POLIPASTO ELÉCTRICO MARCA DEMAG

Ubicación : Sala de cloración.
Capacidad : 2000 Kg.
Potencia : 3.8 HP.

- (04) CLORADORES MARCA WALLACE & TIERNAN

Función : Inyección de cloro a la salida de
los filtros (solo dos se encuentran
operativos).
Capacidad: 40 kg/hr.
Tipo: V-NOTCH.

UNIDAD DE CLORACION PLANTA N° 2

- (02) BALANZAS PARA BOTELLAS MARCA MILLIER

Ubicación : Sala de almacén de cloro.
Capacidad: 3000 kg.

- (01) CONJUNTO DE REGULACIÓN DE PRESIÓN MARCA WALLACE & TIERNAN

Ubicación: Sala de botellas Planta N°2
Función : regulación de presión de cloro gaseoso.
Tipo: No 7212 D2.

- (03) CLORADORES MARCA WALLACE & TIERNAN

Función : Inyección de cloro a la salida de los filtros (solo dos se encuentran operativos).
Capacidad: 40 kg/hr.
Tipo: A711G.

6.3.1.3.e SALA DE CONTROL DE LAS PLANTAS

SALA DE CONTROL DE LA PLANTA N° 1

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación: Tableros de control.
Función: Centralizar el manejo de señales.
Procesador: 32 bits.
RAM: 256K , con batería de respaldo.
Lazos de control PID: 16.
Fuente de Poder: Incluida.

- (03) MÓDULOS DE 32 ENTRADAS DISCRETAS

Ubicación: Autómata Programable.
Señal: 24 Vdc.
Impedancia de entrada: 3,4 Kohm.
Potencia: 0,17 W.
Aislamiento: Optoelectrónico.
Terminales de conexión: Incluidos.

- (10) MÓDULOS DE 16 ENTRADAS ANALÓGICAS

Ubicación:	Autómata Programable.
Señal:	4 a 20 mA.
Resolución:	12 bits.
Período de muestreo:	15 ms.
Recalibración:	Automática.

- (05) MÓDULOS DE 16 SALIDAS DISCRETAS

Ubicación:	Autómata Programable.
Señal:	24 VAC.
Tipo:	Red.
Corriente de fuga:	2,5 mA.
Protección contra sobre- tensión inductiva:	RC y GMOV.
Visualización:	Lado del autómata.

- (01) MODULO DE 16 SALIDAS DISCRETAS

Ubicación:	Autómata Programable.
Señal:	24 Vdc.
Corriente de fuga:	2 mA.
Protección contra sobrecargas:	Incluida.
Protección contra sobretensión inductiva:	Diodo de descarga y antiparasitario.
Corriente absorbida:	100 mA (por módulo)
Aislamiento:	Optoelectrónico.

- (05) MÓDULOS DE 4 SALIDAS ANALÓGICAS

Ubicación:	Autómata Programable.
Señal:	4 a 20 mA.
Tiempo de restitución:	20 ms .
Fuente de Poder:	24 VDC externa.
Protección:	Detección de corte de la línea de aislamiento entre vías 500 Veff, 50/60 Hz.

- (06) MÓDULOS DE 16 SALIDAS DISCRETAS

Ubicación:	Autómata Programable.
Señal:	220 Vac/12 Vdc.
Corriente de fugas:	3 mA máximo a 140 Vac.

Visualización:	Lado del autómata.
Protección contra sobretensión inductiva:	Incluida por RC y GMOV.
Aislamiento:	Por optotriac.

- (01) TABLERO ELÉCTRICO

Ubicación:	Sala de Control N°1.
Función:	Indicación de señales.
Número de Indicadores:	7.
Protección:	IP55.

- (02) ESTACIONES DE TRABAJO MARCA FOXBORO

Ubicación:	Sala de Control N°1.
Función:	Supervisión de datos.

- (01) INDICADORES MARCA BADGER METER

Ubicación:	Sala de Control N°1.
Función:	Indicar el nivel de la Unidad de Reservorios N°2.

**- (01) EQUIPO DE RECEPTOR-TRANSMISOR DE RADIO MARCA
JOHNSON C.O**

Ubicación:	Sala de Control N°1.
Función:	Recepción y transmisión de datos de las diferentes unidades remotas.

SALA DE CONTROL PLANTA N° 2

**- (01) CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE MARCA
TELEMECHANIQUE**

Ubicación :	Sala de Control Planta N°2.
Modelo:	TSX 67-40.
Función :	Actualizar el Sistema Automático de Lavado.
Estado:	Operativo.

- (03) INDICADORES DE TURBIEDAD HACH

Ubicación : Sala de Control Planta N°2.
Función : Indicar el nivel de turbiedad para el agua cruda, decantada y filtrada.
Estado: Operativo.

- (03) INDICADORES DE pH

Ubicación : Sala de Control Planta N°2.
Función : Indicar el rango de pH para el agua decantada y filtrada.
Estado: Operativo.

- (01) INDICADOR DE CLORO RESIDUAL

Ubicación : Sala de Control Planta N°2.
Función : Indicar la concentración de cloro en el tratada.
Estado: Operativo.

6.3.1.4 ETAPA DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO

6.3.1.4.a RESERVORIOS DE REGULACION

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación: Tablero de control.
Función: Centralizar el manejo de señales de Reservorios.
Procesador: 32 bits.
Memoria: 24 KB, con batería de respaldo .
EEPROM: 24 KB .
Fuente de Poder: Incorporada.

- (01) MEDIDOR DE NIVEL MARCA MILLTRONICS

Ubicación : Reservorio B-1.
Función : Medir el nivel de agua.
Tipo : Ultrasonido.
Rango : 0 - 8 m.
Salida : 4 a 20 mA
Estado : Operativo.

6.3 - (01) MEDIDOR DE NIVEL MARCA BADGER METER

Ubicación :	Reservorio B-5.
Modelo :	2500.
Función :	Medir el nivel de agua.
Tipo :	Ultrasonido.
Rango :	0 -10 m.
Salida :	4 a 20 mA
Estado :	Operativo.

6.3.2.Sensores, Transductores e Instrumentos a ser suministrados:

6.3.2.1 ETAPA DE CAPTACIÓN

- (01) MEDIDOR DE NIVEL DE AGUA

Ubicación:	Bocatoma N°2.
Función :	Medir el nivel de entrada de agua cruda a la Bocatoma N°2.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0 a 5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.

- (07) SENSORES DE TORQUE DE APERTURA Y CIERRE

Ubicación:	Compuertas radiales.
Función :	Limitar el torque de apertura y cierre de las compuertas.
Tipo:	Electrónico.
Protección :	IP55

- (10) SENSORES DE LIMITE DE CARRERA

Ubicación:	Compuertas deslizantes de la Bocatoma N° 1.
Función :	Indicar los desplazamientos máximo y mínimo de las Compuertas.
Protección :	IP55.

- (05) SENSORES DE POSICIÓN CONTINUOS

Ubicación:	Compuertas deslizantes de la Bocatoma N° 1.
Función :	Medir el desplazamiento lineal de las compuertas.
Precisión :	0.5%.
Salida :	4 a 20 mA.
Proteccion:	IP55.

- (05) SENSORES DE TORQUE DE APERTURA Y CIERRE

Ubicación: Compuertas deslizantes de la Bocatoma N° 1.
Función : Limitar los torques de apertura y cierre de las compuertas.
Tipo: Electrónico.
Protección: IP55.

- (01) MEDIDOR DE pH MARCA HACH

Ubicación : Sistema Automático de Muestreo de Agua Cruda.
Sonda :
Material de la sonda : Epoxi.
Protección : IP55.
Rango : 2 a 12 pH.
Sensibilidad : 0.01 pH.
Compensación de temperatura : Automática.
Compensación de presión : Hasta 75 mca en forma automática.
Transmisor :
Salida : 4 a 20 mA.
Temperatura : 0 a 60 °C.
Indicador : Local.
Protección : IP55.
Linealidad : 0.2%.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Sistema Automático de Muestreo de Agua Cruda.
Rango : de 0 a 9999 NTU.
Precisión : +/- 5 % de 0 a 2000 NTU
+/- 10% de 2000 a 9999 NTU.
Resolución : 0.01 NTU debajo de 100 NTU
0.1 NTU de 100-999.9 NTU
1.0 sobre 1000 NTU.
Repetibilidad : +/- 1.0% de la lectura o +/-0.04 NTU (el mayor).
Salida : 4 a 20 mA.
Cubierta de Control: NEMA-4X.
Cubierta del Muestreador: NEMA-12 .

- (01) UNIDAD DE PODER ININTERRUPTIBLE (UPS)

Ubicación :	Caseta de control local.
Función :	Unidad de respaldo de energía al equipo de comunicaciones.
Potencia:	6 kVA.
Autonomía:	30 min.

6.3.2.2 ETAPA DE PRE-TRATAMIENTO

6.3.2.2.A UNIDADES DE DESARENACION

DESARENADOR N° 1

- (01) MEDIDOR DE NIVEL

Ubicación :	Entrada de la batería de desarenadores.
Función :	Medir el nivel de agua a fin de calcular el caudal de entrada.
Tipo :	Ultrasonido.
Memoria :	EEPROM no volátil.
Rango :	0 a 6 m.
Precisión :	0.25%.
Protección:	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación :	Sistema Automático de Muestreo de Agua Cruda.
Rango :	de 0 a 9999 NTU.
Precisión :	+/- 5 % de 0 a 2000 NTU +/- 10% de 2000 a 9999 NTU.
Resolución :	0.01 NTU debajo de 100 NTU 0.1 NTU de 100-999.9 NTU 1.0 sobre 1000 NTU.
Repetibilidad :	+/- 1.0% de la lectura o +/- 0.04 NTU (el mayor).
Salida :	4 a 20 mA.
Cubierta de Control:	NEMA-4X.
Cubierta del Muestreador:	NEMA-12 .

DESARENADOR N° 2

- (01) MEDIDOR DE NIVEL

Ubicación :	Entrada de la batería de desarenadores.
Función :	Medir el nivel de agua a los desarenadores a fin de calcular el caudal de entrada.
Tipo :	Ultrasonido.
Memoria :	EEPROM no volátil.
Rango :	0 a 6 m.
Precisión :	0.25%.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación :	Sistema Automático de Muestreo de Agua Cruda.
Rango :	de 0 a 9999 NTU.
Precisión :	+/- 5 % de 0 a 2000 NTU +/- 10% de 2000 a 9999 NTU.
Resolución :	0.01 NTU debajo de 100 NTU 0.1 NTU de 100-999.9 NTU 1.0 sobre 1000 NTU.
Repetibilidad :	+/- 1.0% de la lectura o +/-0.04 NTU (el mayor).
Salida :	4 a 20 mA.
Cubierta de Control:	NEMA-4X.
Cubierta del Muestreador:	NEMA-12 .

6.3.2.2.b ESTACIONES DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMEROS

ESTACIÓN DE DOSIFICACION DE POLÍMEROS N° 2

- (06) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación :	Estación de Polímeros N° 2.
Función :	Medir el nivel de los Tanques de Almacenamiento de Polímeros y

	reactivos.
Rango :	0 a 8 m.
Precisión:	0.25%.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.
Protección :	IP55.

6.3.2.2.c ESTACIONES DE PRECLORACIÓN

ESTACIÓN DE PRECLORACIÓN No 1

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación:	Sala de control.
Función:	Centralizar el manejo de señales de las Unidades de Desarenacion, Precloracion y Polimeros.
Procesador:	32 bits.
Memoria:	24 KB, con batería de respaldo.
EEPROM:	24 KB.
Fuente de Poder:	Incorporada.

ESTACIÓN DE PRECLORACIÓN No 2

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación:	Sala de control.
Función:	Centralizar el manejo de señales de las Unidades de Desarenacion, Precloracion y Polimeros.
Procesador:	32 bits.
Memoria:	24 KB, con batería de respaldo.
EEPROM:	24 KB.
Fuente de Poder:	Incorporada.

- (13) INDICADORES DIGITALES

Ubicacion:	Tablero de control.
Numero de digitos:	3½.
Altura:	20 mm.
Entradas:	4 a 20 mA.

6.3.2.2.d UNIDADES DE REGULACIÓN

EMBALSE REGULADOR No. 1

- (01) MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL

Ubicación :	Entrada al Embalse.
Función :	Medir la concentración de cloro residual.
Tipo :	Electrónico.
Salida :	4 a 20 mA.
Precisión :	0.5%.
Protección :	IP65.

- (02) SENSORES DE POSICIÓN CONTINUOS

Ubicación :	Compuerta deslizante.
Función :	Medir el desplazamiento de la compuerta deslizante.
Precisión :	0.5%.
Tipo :	Electrónico.
Salida :	4 a 20 mA.
Protección :	IP65.

- (04) SENSORES DE LIMITE DE CARRERA

Ubicación :	Compuerta deslizante.
Función :	Limitar el desplazamiento de la compuerta deslizante.
Salida :	4 a 20 mA.
Protección :	IP65.

- (02) SENSORES DE TORQUE DE APERTURA Y CIERRE

Ubicación:	Compuertas deslizantes.
Función :	Limitar los torques de apertura y cierre de las compuertas.
Tipo:	Electrónico.
Protección:	IP55.

- (03) SENSORES DE INTERFASE DE LODOS

Ubicación :	Embalse regulador.
Función :	Detectar el nivel de lodo existente.
Tipo:	Electrónico.

Salida : 4 a 20 mA.
Protección : IP66.

EMBALSE REGULADOR N° 2

- (01) MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL

Ubicación : Entrada al Embalse.
Función : Medir la concentración del Cloro Residual.
Precisión : 0.5%.
Salidas : 4 a 20 mA.
Protección : IP65.

- (03) SENSORES DE INTERFASE DE LODOS

Ubicación : Embalse regulador.
Función : Detectar el nivel de lodo existente.
Salida : 4 a 20 mA.
Tipo: Electrónico.
Protección : IP66.

6.3.2.3 ETAPA DE TRATAMIENTO

6.3.2.3.a ESTACIONES DE REACTIVOS QUÍMICOS

UNIDAD DE REACTIVOS N° 1

- (04) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación: Estación de Reactivos N°1.
Función : Medir el nivel de los tanques de cloruro férrico.
Sistema de medición : Ultrasonido.
Memoria: EEPROM no volátil.
Rango : 0 - 5 m.
Precisión : 0.25 %.
Protección : IP55.
Salida : 4 a 20 mA.
Material del medidor: Teflón.
Alimentación : 24 Vcc.

- (02) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Estación de Reactivos N°1.
Función :	Medir el nivel de los tanques de polielectrolito.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0 - 5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Material del medidor:	Teflón.
Alimentación :	24 Vcc.

- (02) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Estación de Reactivos N°1.
Función :	Medir el nivel de los tanques de sulfato de aluminio.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0 - 5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Material del medidor:	Teflón.
Alimentación :	24 Vcc.

ESTACIÓN DE REACTIVOS N° 2

- (02) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Tanques de sulfato de aluminio.
Función :	Medir el nivel de los tanques de sulfato de aluminio.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0-5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Material del medidor:	Teflón.
Alimentación :	24 Vcc.

- (02) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Tanques de concreto de polímero catiónico.
Función :	Medir el nivel de los tanques de polímero catiónico.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0-5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Material del medidor:	Teflón.
Alimentación :	24 Vcc.

6.3.2.3.b UNIDADES DE DECANTADORES

UNIDAD DE DECANTADORES PLANTA Nº 1

- (02) AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Ubicación:	Cabina de vacío.
Función:	Centralizar el manejo de señales (un PLC para cada tres decantadores).
Procesador:	32 bits.
RAM:	24K, con batería de respaldo.
EEPROM:	24 K.
Fuente de Poder:	Incluida.

- (06) SENSORES DE DETECCIÓN DE INTERFASE DE LODOS

Ubicación:	Uno en cada batería de decantadores.
Función:	Detectar el nivel de interface del concentrador de lodos.
Rango:	0 a 2,5 m.
Tipo:	Electrónico.
Salida:	4 a 20 mA.
Protección:	IP68.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación:	Entrada a los decantadores.
Función:	Medir el nivel de turbiedad del agua cruda a la entrada de los decantadores.
Rango:	0-1000 NTU.
Salida:	4 a 20 mA.
Protección:	IP68 .

- (02) MEDIDORES DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación:	Uno en cada batería de decantadores.
Función:	Medir el nivel de turbiedad del agua decantada.
Rango:	0-100 NTU.
Salida:	4 a 20 mA.
Protección:	IP68.

- (01) MEDIDOR DE pH MARCA MONEC

Ubicación:	Salida de la Unidad de Decantadores.
Función:	Detectar el nivel de pH del agua decantada.
Rango:	0-12 pH.
Salida:	4 a 20 mA.
Protección:	IP55.

- (01) MEDIDOR DE NIVEL

Ubicación:	Entrada de decantadores.
Función :	Medir el caudal promedio de tratamiento
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0-5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.

- (01) UNIDAD DE PODER ININTERRUPTIBLE (UPS)

Ubicación : Caseta de control local.
Función : Unidad de respaldo de energía al equipo de comunicaciones.

UNIDAD DE DECANTADORES PLANTA Nº 2

- (02) AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Ubicación: Sala de máquinas.
Función: Centralizar el manejo de señales.
Procesador: 32 bits.
RAM: 24 K, con batería de respaldo.
EEPROM: 24 K.
Fuente de Poder: Incluida.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Entrada Sección 2 A.
Función: Medir la turbiedad del agua cruda
Rango : 0-1000 NTU.
Precisión : +/- 5% de 0-2000 NTU; +/- 10% de 2000 a 9999 NTU.
Resolución : 0,001 NTU por debajo de 100 NTU;
0,1 NTU entre 100 y 999,9 NTU;
1,0 NTU sobre 1000 NTU.
Caudal de muestra : 1-2 L / min.
Tipo: Electrónico.
Salida : 4 a 20 mA.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Salida Sección 2 A.
Función: Medir la turbiedad del agua decantada
Rango : 0-100 NTU.
Precisión : +/- 2% de 0-30 NTU;
+/- 5% de 30-100 NTU.
Resolución : 0,001 NTU.
Caudal de muestra : 250-750 mL / min.
Tipo: Electrónico.
Salida : 4 a 20 mA.

- (01) MEDIDOR DE pH MARCA MONEC

Ubicación:	Salida Sección 2 A.
Función:	Detectar el nivel de pH del agua decantada.
Rango:	0-12 pH.
Tipo:	Electrónico.
Salida:	4 a 20 mA.

- (06) SENSORES DE DETECCIÓN DE INTERFASE DE LODOS

Ubicación:	Uno en cada batería de decantadores.
Función:	Detectar el nivel de interface de concentrador de lodos.
Rango:	0 a 2,5 m.
Tipo:	Electrónico.
Salida:	4 a 20 mA.
Protección:	IP68 o más.

6.3.2.3.c UNIDADES DE FILTRACIÓN

UNIDAD DE FILTRACIÓN PLANTA Nº 1

- (01) MEDIDOR DE pH MARCA MONEC

Ubicación :	Salida de filtros.
Función:	Medir el nivel de pH del agua filtrada.
<u>Sonda :</u>	
Material de la sonda :	Epoxi.
Grado de protección :	IP55.
Rango :	2 a 12 pH.
Sensibilidad :	0.01 pH.
Compensación de temperatura :	Automática.
Compensación de presión	Hasta 75 mca en forma automática.
<u>Transmisor :</u>	
Salida :	4 a 20 mA.
Temperatura :	0 a 60 °C.
Indicador local :	Incluido.
Protección :	IP55.
Linealidad :	0.2%.

- (01) MEDIDOR DE PRESION

Ubicación: Línea de Aire Comprimido.
Función: Monitorear la presión de servicio.
Tipo: Electrónico.
Salida: 4 a 20 mA.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Salida de filtros.
Función: Medir el nivel de turbiedad del agua filtrada.
Rango : 0-100 NTU.
Precisión : +/- 2% de 0-30 NTU;
+/- 5% de 30-100 NTU.
Resolución : 0,001 NTU.
Caudal de muestra : 250-750 mL / min.
Tipo: Electrónico.
Salida : 4 a 20 mA.

- (03) ANALIZADORES DE REDES

Ubicación : Bombas de lavado de 37 kW.
Función: Monitorear el consumo de energía.
Tipo: Electrónico.
Salida: RS-485.

- (02) ANALIZADORES DE REDES

Ubicación: Compresores de aire 92 kW.
Función: Monitorear el consumo de energía.
Tipo: Electrónico.
Salida: RS-485.

UNIDAD DE FILTRACIÓN PLANTA Nº 2

- (02) AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Ubicación: Sala de tableros.
Función: Centralizar el manejo de señales.
Procesador: 32 bits.
RAM: 24K, con batería de respaldo.

EEPROM: 24 K.
Fuente de Poder: Incluida.

- (01) MEDIDOR DE TURBIEDAD MARCA HACH

Ubicación : Salida Sección 2 A.
Función: Medir la turbiedad del agua tratada.
Rango : 0-100 NTU.
Precisión : +/- 2% de 0-30 NTU;
+/- 5% de 30-100 NTU.
Resolución : 0,001 NTU.
Caudal de muestra : 250-750 mL/min.
Salida : 4 a 20 mA.

- (02) MEDIDOR DE pH MARCA MONEC

Ubicación : Salida de filtros 2 A y 2 B.
Función: Medir el nivel de pH del agua filtrada.
Sonda :
Material de la sonda : Epoxi.
Grado de protección : IP55.
Rango : 2 a 12 pH.
Sensibilidad : 0.01 pH.
Compensación de temperatura : Automática.
Compensación de presión : Hasta 75 mca en forma automática.
Transmisor :
Salida : 4 a 20 mA.
Temperatura : 0 a 60 °C.
Indicador local : Incluido.
Protección : IP55.
Linealidad : 0.2%.

- (03) ANALIZADORES DE REDES

Ubicación : Bombas de lavado de 37 kW.
Función: Monitorear el consumo de energía.
Tipo: Electrónico.
Salida: RS-485.

- (03) ANALIZADORES DE REDES

Ubicación: Compresores de aire de 55 kW.
Función: Monitorear el consumo de energía.

Tipo: Electrónico.
Salida: RS-485.

- (01) MEDIDOR DE PRESION

Ubicación: Línea de Aire Comprimido.
Función: Monitorear la presión de servicio.
Tipo: Electrónico.
Salida: 4 a 20 mA.

- (02) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación: Salida de filtros.
Función: Medir el caudal promedio de tratamiento.
Sistema de medición: Ultrasonido.
Memoria: EEPROM no volátil.
Rango: 0-5 m.
Precisión: 0.25 %.
Protección: IP55.
Salida: 4 a 20 mA.
Alimentación: 24 Vcc.

6.3.2.3.d UNIDADES DE CLORACION

UNIDAD DE CLORACION PLANTA Nº 1

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación: Caseta de cloración.
Función: Centralizar el manejo de señales.
Procesador: 32 bits.
RAM: 24K con batería de respaldo.
EEPROM: 24 K.
Fuente de Poder: Incluida.

- (01) MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL MARCA HACH

Ubicación: Salida de la Unidad.
Función: Permitirá trabajar en forma automática

a los cloradores con las señales de caudal.
Rango: 0-5 mg/L.
Precisión: +/- 5% de la lectura o +/- 0,05 mg/L (el mayor).
Señal: 4 a 20 mA.

- (01) DETECTOR DE FUGA DE CLORO

Ubicación: Sala de Cloración de la Planta N°1.
Función: Sensar la fuga de cloro.
Rango: 0-100 %.

UNIDAD DE CLORACION PLANTA N° 2

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación: Caseta de Cloración.
Función: Centralizar el manejo de señales.
Procesador: 32 bits.
RAM: 24 K, con batería de respaldo.
EEPROM: 24 K.
Fuente de Poder: Incluida.

- (02) MEDIDORES DE CLORO RESIDUAL MARCA HACH

Ubicación: Salida de la Unidad.
Función: Indicar la cantidad de cloro residual . en el agua tratada.
Rango: 0-5 mg/L.
Precisión: +/- 5% de la lectura o +/- 0,05 mg/L (el mayor).
Señal: 4 a 20 mA.

- (01) DETECTOR DE FUGA DE CLORO

Ubicación: Sala de cloración.
Función: Alarma.
Rango: 0-100 %.
Señal: 4-20 mA.

6.3.2.3.e SALA DE CONTROL DE LAS PLANTAS

SALA DE CONTROL PLANTA N° 2

- (16) MÓDULOS DE 8 SALIDAS DISCRETAS

Ubicación: TSX 67-40.
Señal: 2A.
Tipo: Relay.

- (10) MÓDULOS DE 16 ENTRADAS ANALÓGICAS

Ubicación: TSX-6740.
Señal: 4-20 mA.

- (20) MÓDULOS DE 2 SALIDAS ANALÓGICAS

Ubicación: TSX-6740.
Señal: 4-20 mA.

- (20) MÓDULOS DE 8 SALIDAS ANALÓGICAS

Ubicación: TSX-6740.
Señal: 220 Vac.
Tipo: Triac.

- (04) MÓDULOS DE 16 ENTRADA/SALIDA DISCRETAS

Ubicación: TSX-6740.
Señal: 4-20 mA.
Distancia mínima: 5 Km.

- (03) MÓDULOS DE ACOPLAMIENTO DE RED

Ubicación: TSX-6740.
Salida: RS 232C/Modem.
Velocidad: 19200 bits/seg.

- (01) MÓDULO DE EXPANSIÓN DE MEMORIA RAM

Ubicación: TSX-6740.

Características: 96 K palabras.

- (01) MODULO CPU TELEMECANIQUE

Ubicación: TSX-6740.
Función: Incrementar la confiabilidad del sistema.
Características: Las mismas que el existente.

6.3.2.4 ETAPA DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

6.3.2.4.a RESERVORIOS DE REGULACION

- (03) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación: Reservorios B2, B3, B4.
Función : Medir el nivel de agua.
Indicación de datos : remota.
Sistema de medición : Ultrasonido.
Memoria: EEPROM no volátil.
Rango : 0 - 8 m.
Precisión : 0.25 %.
Protección : IP55.
Salida : 4 a 20 mA.
Alimentación : 24 Vcc.

- (01) MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL MARCA HACH

Ubicación : Reservorios B2, B3, B4.
Función : Medir la concentración de cloro residual.
Rango : 0-100 NTU.
Tipo: Electrónico.
Salida : 4 a 20 mA.
Protección : IP65 .

6.3.2.4.b RESERVORIOS DE MENACHO

- (01) AUTÓMATA PROGRAMABLE

Ubicación: Tablero de control.
Función: Centralizar el manejo de señales de Reservorios.

Procesador:	32 bits.
Memoria:	24 K, con batería de respaldo.
EEPROM:	24 K.
Fuente de Poder:	Incorporada.

- (04) MEDIDORES DE NIVEL

Ubicación:	Reservorios.
Función :	Medir el nivel de agua.
Indicación de datos :	Remota.
Sistema de medición :	Ultrasonido.
Memoria:	EEPROM no volátil.
Rango :	0 - 5 m.
Precisión :	0.25 %.
Protección :	IP55.
Salida :	4 a 20 mA.
Alimentación :	24 Vcc.

- (01) TRANSMISOR-RECEPTOR DE RADIO

Ubicación :	Tablero de Control Local.
Rango de frecuencia :	400 - 470 Mhz.
Separación entre canales :	12 Khz.
Nº de canales :	4 programables.
Modulación :	FM.
Potencia de salida :	1 - 10 W.
Alimentación :	13,8 VCC.

- (01) ANTENA YAGUI

Ubicación :	Caseta de Control Local.
Numero de elementos :	5.
Rango de frecuencia :	400-470 Mhz/ 138-174 Mhz.
Ancho de banda :	20 Mhz.
Impedancia :	50 Ohm.
Ganancia :	3 - 5 - 7 - 10 dB.
Relación delante/atrás :	20 dB.
Potencia máxima :	150 dB.
R.O.E.:	Menor de 1,5.
Material :	Aluminio electrosoldado.

-(01) MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL

Ubicación:	Salida de los Reservorios.
------------	----------------------------

Función :	Medir la concentración de cloro residual.
Rango :	0-100 NTU.
Tipo:	Electrónico.
Salida :	4 a 20 mA.
Protección :	IP65 .

6.4 INSTALACIÓN DE HARDWARE, SOFTWARE Y EQUIPAMIENTO

Los trabajos y las instalaciones de programas, equipos, así como los lineamientos generales para desarrollar estas tareas en cada una de las etapas del proceso de tratamiento y sus componentes correspondientes se presentan a continuación. Se efectuarán los trabajos tomando como guía estos lineamientos.

6.4.1. Etapa de Captación

La automatización de las compuertas radiales comprende la instalación de sensores de desplazamiento lineal, sensores de torque de apertura y cierre, adecuación de los tableros eléctricos de acuerdo al grado de protección requerido, reemplazo de los temporizadores electromecánicos por electrónicos y todo el sistema de cableado y tuberías. El sistema de supervisión local y remoto deberá monitorear el estado de cada una de las compuertas, el control de las mismas se realizará solamente en forma local quedando excluida la posibilidad de un control por telemando.

En la Bocatoma N° 1 la automatización de las compuertas deslizantes comprenderá toda la instalación necesaria que permita una supervisión y control tanto local como remota vía telemando.

En la Bocatoma N° 2 La automatización de las compuertas deslizantes comprenderá toda la instalación necesaria que permita un supervisión y control tanto local como remota vía telemando.

La supervisión y control local (según corresponda) de las compuertas se efectuará desde la Sala de Control Local mediante las Unidades Terminales Remotas (RTU's) o PLC's que sean necesarios, pudiendo ser utilizado el PLC y los sistemas de comunicación ya instalados.

Se prevé también la instalación de un Sistema Automático de Muestreo de Agua Cruda para determinar los niveles de pH y turbiedad de la misma. Este sistema deberá contar con una bomba, accesorios, medidores y todas las interfaces necesarias que permitirán su monitoreo y control desde la Sala de Control Local como desde la Unidad Central de Operación.

Además, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de esta Unidad:

- Instalar un Sistema de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal de los niveles de turbiedad y de caudal de flujo a la entrada de las bocatomas.
- Suministrar, instalar, adecuar y poner en servicio todas las interfaces, actuadores, cableado, tableros eléctricos, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para la operación y telemando de la Unidad.
- Diseñar los sistemas de monitoreo, supervisión, circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.

- Instalar un sistema de comunicación y módulos necesarios para la transmisión de DATA y VOZ por dos canales diferentes hacia la Planta N°1.
- Instalar un sistema de transmisión de VIDEO en tiempo real hacia la Unidad Central de Operación, el cual deberá contar con 2 cámaras de video (de movimiento rotacional) instaladas una en cada Bocatoma. El sistema incluirá antenas y todos los accesorios necesarios para su óptimo funcionamiento.
- Suministrar, instalar y reemplazar todos los temporizadores electromecánicos por electrónicos.
- Todos los transmisores de nivel a suministrar deberán ser del tipo inteligente, con capacidad de configuración por teclado y características técnicas detalladas posteriormente.
- El número de las señales mínimas a ser tomadas en cuenta en el control y supervisión de cada uno de los actuadores de compuerta deslizantes son los siguientes: 05 señales discretas de entrada, 06 señales discretas de salida y 01 señal analógica de salida.
- Telemando de todas las compuertas deslizantes de las Bocatomas N° 1 y N° 2 con supervisión y control desde la Unidad Central de Operación.
- Supervisión local y remota de todas las compuertas radiales desde la Sala de Control Local y desde la Unidad Central de Operación.

6.4.2 Etapa de Pre-Tratamiento

6.4.2.1 Unidades de Desarenación

La automatización de las estaciones comprende distintos niveles, debido a que la Unidad de Desarenador N° 2 es de construcción reciente y se han realizado avances para su automatización, requiriendo solamente monitoreo. La supervisión y el control de la misma se realizará desde la Planta N° 1. Por otro lado, en la Unidad de Desarenador N°1 , de construcción antigua, es donde se requiere un mayor grado de automatización.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas unidades:

- Suministrar, instalar y/o adecuar todas las interfaces, cableado, tuberías flexibles, tuberías pesadas y/o tableros necesarios (de acuerdo al grado de protección requerido) para la operación y telemando.
- Rediseñar los circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.
- Todas las señales relacionadas a la supervisión de las baterías serán cableadas a las Salas de Control de las Estaciones de Precloración.

En las Baterías de Desarenadores:

Los actuadores de las compuertas deberán ser monitoreados en forma local y remota desde la Estación de Precloración y la Planta N°1 respectivamente.

La automatización de estas baterías comprenderá la instalación de medidores de turbiedad y de medidores de nivel a fin de determinar el caudal de ingreso a las baterías. Así también, se monitoreará la posición de cada una de las compuertas de salida de los desarenadores.

6.4.2.2 Estaciones de Dosificación de Polímeros

La automatización de estas estaciones comprende el monitoreo de los niveles de los Tanques de Polímeros de la Estación N°. 2.

Se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas unidades:

- Instalar un sistema de alarma de emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal del nivel de agua a la entrada de la Unidad de Desarenación, y de la turbiedad del agua a la salida de la batería de desarenadores.
- Suministrar, instalar y/o adecuar todas las interfaces, cableado, tableros, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para la operación de la Unidad.
- Instalar RTU's y/o PLC's que incluyan EPROMs, accesorios, tableros, actuadores, electroválvulas, cables y todo lo necesario para el monitoreo y supervisión de las etapas de desarenación, cloración y embalsamiento.

6.4.2.3 Estaciones de Precloración

La dosificación de cloro será determinada por el caudal de flujo a la entrada de los desarenadores.

La automatización de estas estaciones comprenderá el monitoreo del sistema de bombeo para la inyección del cloro.

El Postor deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas unidades:

- Instalar un Sistema de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que tenga en cuenta como mínimo una fuga de cloro.
- Instalar, en cada una de las estaciones, RTU's o PLC's con una reserva de 10 señales analógicas de salida y 25 señales discretas de salida para la ampliación de la segunda fase.
- Instalar un sistema de comunicación, con sus módulos y accesorios necesarios, para la transmisión de DATA y VOZ por dos canales diferentes hacia la Planta N°. 1.
- Suministrar, instalar y/o adecuar todas las interfaces, cableado, tableros, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para la operación de la Estación.
- Diseñar los sistemas de monitoreo, supervisión, circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.
- Instalación y puesta en servicio del sistema de supervisión.

6.4.2.4 Unidades de Regulación

En el Embalse Regulador N° .1 se deberá lograr una instalación que permita una supervisión y control del actuador de la compuerta de regulación el flujo desde la Planta N° 1. Para ello deberán instalarse los sensores de límite de carrera, de torque de apertura y cierre, y de posición necesarios.

La supervisión remota se efectuará desde las Plantas N° 1 y N° 2 y tendrá en cuenta como mínimo la supervisión del nivel del agua, nivel de los sifones, del cloro residual, posición de los actuadores de compuerta y de los sensores de interface de lodos.

En el Embalse Regulador N° .2 se requiere la instalación de sensores de interface de lodos y de un medidor de cloro residual, así como el telemando de las seis válvulas mariposa.

La supervisión y control de este Embalse se realizará desde la Planta No. 1 monitoreando las señales de nivel, de cloro residual, de caudal, de los sensores de interface de lodos y de posición de los actuadores. La Planta N°2 sólo podrá supervisar su funcionamiento.

Para monitorear la operación de este Embalse se cuenta con tres medidores de caudal y un medidor de nivel por ultrasonido

A continuación se enumerarán las condiciones generales a tener en cuenta en la automatización de este embalse:

- Instalar un Sistema de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal del nivel de agua como del cloro residual.
- Suministrar, instalar y/o adecuar todas las interfaces, cableado, tuberías flexibles, tuberías pesadas y tableros que sean necesarios para una adecuada operación de los embalses.
- Renovar los tableros de arranque de los actuadores de compuerta del Embalse Regulador N°1 de manera que puedan ser controlados de manera local y remota..
- Renovar los electrodos de arranque y parada de las electrobombas de vacío.
- Instalar dos medidores de cloro residual a la salida de los embalses.
- Instalar RTU o PLC's que incluya accesorios, tableros, cables y todo lo necesario para una óptima supervisión y telemando.
- Suministrar e instalar un sistema de comunicación para cada Unidad y los módulos necesarios para la transmisión de DATA y VOZ por dos canales diferentes hacia las Plantas No.1 y No.2
- Diseñar los sistemas de monitoreo, supervisión, control, circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.
- Instalación y puesta en servicio del sistema.

6.4.3 Etapa de Tratamiento

6.4.3.1 Estaciones de Reactivos Químicos

Los tanques de reactivos requieren el monitoreo y supervisión del nivel de cada uno de ellos.

Se proveera una funcion que prevea que el nivel de pH en el agua cruda se deba mantener en el rango de 7,0 a 7,2.

En la estación de reactivos, la automatización del sistema de dosificación de cal consistirá en supervisar su funcionamiento empleando los sensores ya instalados.

Los requerimientos de automatización en las estaciones de reactivos comprende la instalación de sensores de nivel en todos los tanques de reactivos que no cuenten con los sensores, así como la renovación y/o adecuación de las instalaciones eléctricas. Para el caso particular de la Planta N°2, se requiere el cambio de las tres bombas dosificadoras de sulfato de aluminio.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas unidades:

- Instalar los sistemas de monitoreo, circuitos de mando y circuitos de fuerza que sean necesarios.
- Instalar sistemas de comunicaciones y módulos necesarios para la transmisión de DATA hacia la Planta respectiva.

- Suministrar, instalar, adecuar y poner en servicio todas las interfaces, cableado, tableros eléctricos, tuberías flexibles y tuberías pesadas.
- Instalación y puesta en servicio del sistema de monitoreo y supervisión.

6.4.3.2 Unidades de Decantadores

Aquí se requiere conocer el caudal promedio de tratamiento en tiempo real de manera que permita controlar la dosificación de reactivos así como las horas de trabajo y la presión de la línea de aire, además de telemandar desde la Planta No.2 los motores de los ventiladores de cada uno de los decantadores.

Para cada una de las Unidades de decantación se requiere conocer el caudal promedio de tratamiento en tiempo real, mediante la instalación de medidores de nivel de agua, de tal forma que permita un mejor control de la dosificación de reactivos así como monitorear los seis (6) arrancadores estáticos y supervisar los sistemas de purga para que el control de los mismos se realice de modo secuencial. Además se instalarán seis (6) sensores de concentrador de lodos, seis (6) turbidímetros y un medidor de pH, para el monitoreo local y remoto de ambas Unidades.

En la Unidad de decantadores de la Planta N° 1 se requiere la instalación de un (1) medidor de turbiedad y de un (1) medidor de pH. Además se instalarán seis (6) sensores de detección de interfaces para el monitoreo local y remoto.

En cada una de las decantadores de la Planta N° 2 se requiere conocer el caudal promedio de tratamiento en tiempo real, permitiendo un mejor control de la dosificación de reactivos. Además, se requiere monitorear los seis (6) arrancadores estáticos y supervisar los sistemas de purga de tal forma que el control de los mismos se realice de manera secuencial. Finalmente se instalará tres (3) turbidímetros y un medidor de pH en la Sección 2A, seis (6) sensores de detección de interfaces para el monitoreo local y remoto de ambas secciones.

En la Unidad de decantadores correspondiente a la Planta N°1 se desea conocer las horas de trabajo de cada decantador.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas unidades:

- Supervisar y controlar todos los arrancadores estáticos de tal manera que se puedan manipular a distancia desde la Planta N° 1 y N° 2 respectivamente.
- Supervisar la apertura y cierre de todas las válvulas de purga (48 en cada Planta).
- Instalar PLC's o RTU en cada Unidad de tal manera que se minimice el cableado hacia los Controladores ubicados en las Plantas, teniendo en cuenta como mínimo un número de 22 entradas y 18 salidas discretas por cada batería de tres pulsadores, y 48 salidas discretas de las válvulas de purga.
- La secuencia de operación de las Unidades, así como la instalación de los sensores, será coordinada con los técnicos de SEDAPAL.

- Instalar Sistemas de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal de los niveles de interface del concentrador de lodos.
- Suministrar, instalar, adecuar y poner en servicio todas las interfaces, actuadores, cableado, tableros eléctricos, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para la operación y telemando de la Unidad.
- Implementar los sistemas de monitoreo y supervisión, rediseñar circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.
- Suministrar e instalar todas las bombas, accesorios e interfaces para los sistemas de muestreo de agua.
- Supervisar el tiempo de operación de encendido y apagado del ciclo de trabajo del arrancador estático para operar los ventiladores de los decantadores pulsator.

6.4.3.3 Unidades de Filtración

En esta unidad se requiere conocer la caída de presión, tiempo de filtración y el caudal de cada uno de ellos, así como el caudal total y todos los datos relacionados con el sistema de aire de servicio.

Para la automatización de estas unidades se requiere monitorear los niveles de agua, niveles de turbiedad, niveles de pH, las pérdidas de carga, caudal total, así como un monitoreo del sistema de aire de lavado de filtros y de las bombas de agua de lavado y compresores de servicio (Presión, corriente, tensión, estados ON/OFF y fallas).

Las señales de nivel, presión, etc. deberán ser enlazadas con el sistema de cuatro (04) RTU's o PLC's.

La función principal de los PLC's o RTU será el de controlar el sistema automático de lavado, en forma secuencial, y estará en función de la pérdida de nivel. Para ello utilizará registros del tipo '*First-Input-First-Output*' (*FIFO*) de tal manera que se optimice el uso de energía. Este sistema reemplazará al actual definido en base a una lógica de control por contactores.

A la salida de la Planta N°1 se instalará un medidor de pH así como un medidor de turbiedad.

Se requiere la instalación de un medidor en la Sección 2 A así como un medidor de pH para cada sección.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas Unidades:

- Instalar un Sistema Automático de Muestreo de Agua, a la salida de filtros, para monitoreo y supervisión en ambas unidades que tenga en cuenta los niveles de turbiedad y de pH para lo cual se debe considerar toda la instalación necesaria (bombas, accesorios, indicadores, cableado y tableros).
- Implementar los sistemas y programas de monitoreo, supervisión y rediseñar los circuitos de mando y fuerza.
- La secuencia de operación del sistema de lavado automático será coordinada con los técnicos de SEDAPAL y desarrollado por el Postor.

- Suministrar, instalar y/o adecuar los tableros eléctricos que lo requieran, tuberías flexibles y pesadas de tal manera que se satisfagan los grados de protección requeridos.
- Todas las señales de la Unidad de la Planta N° 2 serán cableadas por medio de las bandejas existentes.
- El sistema debe estar adecuado para adquirir y procesar las señales tales como caída de presión y caudal total de cada uno de los filtros.
- Adecuar las señales de los 22 indicadores de lecho filtrante.

6.4.3.4 Unidades de Cloración

En esta unidad se requiere automatizar la dosificación de cloro mediante la medición del cloro residual.

Los requerimientos de automatización para la Planta N° 1 comprenden la automatización del sistema de dosificación de cloro, así como el monitoreo de las dos balanzas electromecánicas, que cuentan con celda de carga y señales en la Sala de Control.

En la Planta N° 2 la automatización del sistema de dosificación de cloro consistirá básicamente en un sistema de lazo cerrado el cual deberá sensor la cantidad de cloro residual a la salida de la Planta de Tratamiento para dosificar de esta manera la inyección de cloro en la Sala de Cloración. Para este propósito se deberá adecuar los cloradores e instalar los equipos necesarios tales como Medidores de cloro residual y RTU o PLC's, etc. Además se requiere un sistema de

alarma de fuga de cloro y todas las señales deberán ser monitoreadas desde la Sala de Control.

En ambas Unidades deberán instalarse sistemas de control de lazo cerrado para los sistemas de inyección de cloro, mediante unidades de PLC o RTU, los mismos que serán monitoreados en forma local como desde la Sala de Control de la Planta N° 1.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estas Unidades:

- Instalar Sistemas de Alarma de Emergencia para la detección de fuga de cloro en cada planta.
- Diseñar los sistemas y programas de monitoreo, supervisión, control y circuitos de mando y fuerza.
- Suministrar, instalar y/o adecuar los tableros eléctricos, tuberías flexibles y pesadas.
- Adecuar los sistemas de cloración para trabajar en forma automática.

6.4.3.5 Sala de Control de las Plantas:

En la Planta de Tratamiento N° 1 se centralizará la supervisión y control de todas las Unidades de Captación, Desarenación, Regulación y Reservorios; así como de las Unidades de Reactivos Químicos, Decantación y Filtros de la Planta N° 1. Por ser esta Planta la mas antigua requerirá una mayor implementación que la Planta de Tratamiento N° 2.

La Planta de Tratamiento N° 2 estará interconectada con la Planta N° 1 a través de una red de área local y en ella solamente se supervisará y/o controlará las Unidades de Reactivos Químicos, Filtración y Decantación de la Planta N° 2.

6.4.3.5.a Sala de Control de la Planta N° 1

La comunicación con la Sala de Control de la Planta N° 2 se llevará a cabo por medio de una red de área local a la que también tendrá acceso el Equipo de Evaluación de Plantas.

En la Sala de Control No. 1 se instalarán los sistemas de soporte del Sistema de Supervisión, Adquisición de Datos y Control (SCADA) y deberá contar con toda la instalación necesaria para su funcionamiento.

6.4.3.5.b Sala de Control de la Planta N° 2

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de esta Sala:

- Suministrar e instalar un módulo CPU redundante en el autómata programable de similares características al existente.
- Adecuar la unidad de PLC TSX 67-40 existente en la Planta N° 2 para monitoreo y supervisión de todas las señales sistema de lavado de filtros.
- Suministrar las borneras, cables y accesorios que se requieran para la instalación del sistema.

6.4.4 Etapa de Almacenamiento y Reparto

6.4.4.1 Reservorios de Regulación

La automatización de estos reservorios requiere medir el nivel de agua, en cada una de ellos así como la concentración de cloro residual .

Para la medición del cloro residual se deberá contar con un Sistema Automático de Muestreo de Agua local que permita tomar muestras para cada uno de los reservorios. Este sistema deberá contar con las bombas, accesorios, medidores y todas las interfaces necesarias que permitan su supervisión desde la Sala de Control de la Planta N°.1.

Se requieren, además, de tres (3) sensores de nivel de similares características a los ya instalados en los reservorios B1 y B5, para los reservorios B2,B3 y B4.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estos reservorios:

- Instalar un Sistema de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal de los niveles de agua y de cloro residual.
- Suministrar, instalar, adecuar y poner en servicio todas las interfaces, cableado, tableros eléctricos, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para una correcta operación.
- Diseñar los sistemas de monitoreo, supervisión, circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.

- Instalar un sistema de comunicación y módulos necesarios para la transmisión de DATA y VOZ por dos canales diferentes hacia la Planta N° 1.

6.4.4.2 Reservorios de La Menacho

En estos reservorios se requiere el monitoreo de los niveles de agua así como la concentración de cloro residual. Para este propósito, se requiere la instalación de cuatro (04) sensores de nivel por ultrasonido cuyas señales serán supervisadas de manera local y remota.

Esta información será transmitida, vía radiomódem, a la Sala de Control de la Planta N° 1.

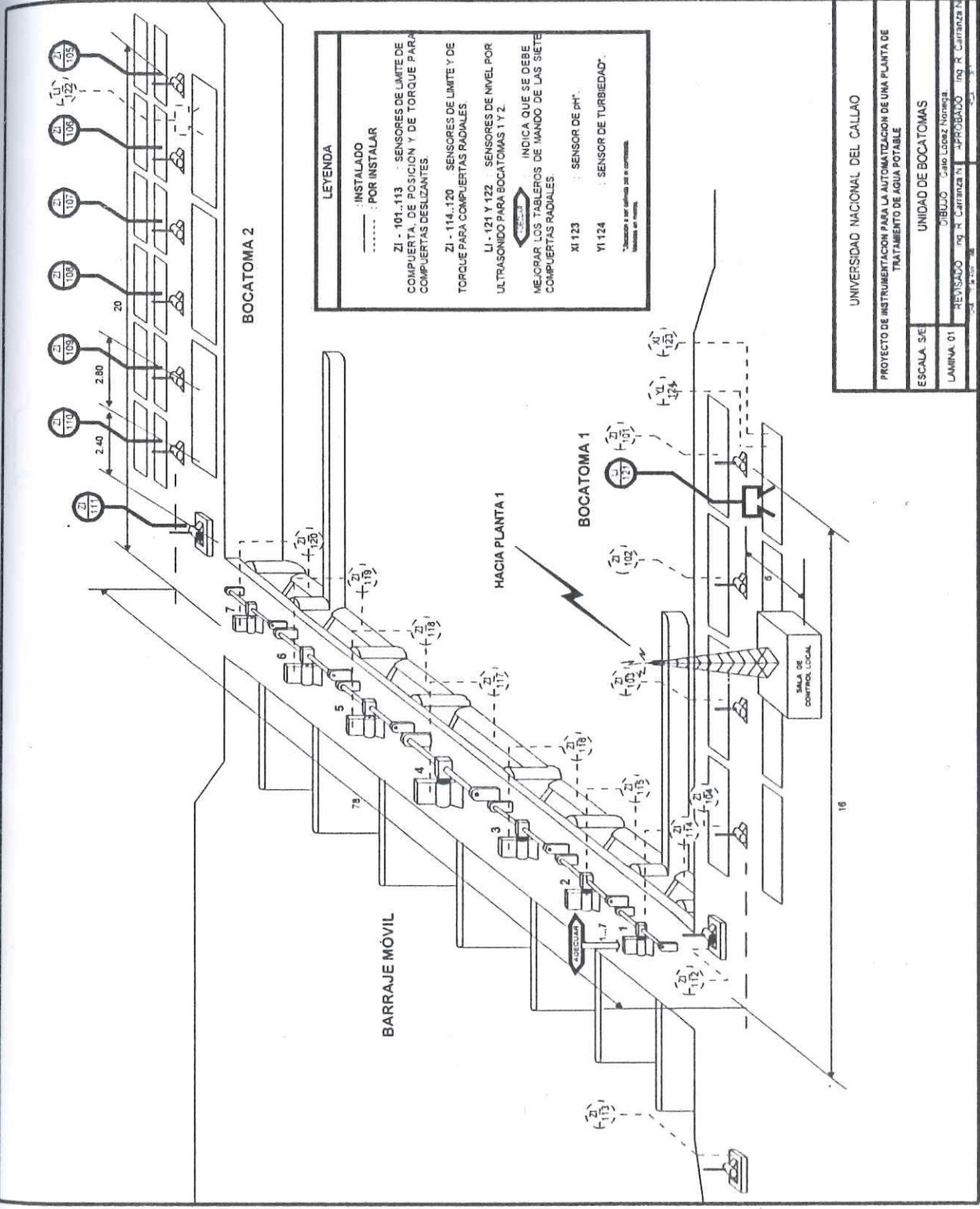
Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales en la automatización de estos reservorios:

- Instalar un Sistema de Alarma de Emergencia, de supervisión local y remota, que deberá tener en cuenta como mínimo una variación anormal de los niveles de agua.
- Suministrar, instalar, adecuar y poner en servicio todas las interfaces, cableado, tableros eléctricos, tuberías flexibles y tuberías pesadas necesarias para una correcta operación.
- Diseñar los sistemas de monitoreo, supervisión, circuitos de mando, circuitos de fuerza y programas.

- Instalar un sistema de comunicación y módulos necesarios para la transmisión de DATA y VOZ por dos canales diferentes hacia la Planta N° 1.

6.5 DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACIÓN DE LA PLANTA

- LAMINA 1: UNIDAD DE BOCATOMAS.
- LAMINA 2: UNIDAD DESARENADORA No. 1.
- LAMINA 3: UNIDAD DESARENADORA No. 2.
- LAMINA 4: UNIDAD DE REGULACIÓN No. 1.
- LAMINA 5: UNIDAD DE REGULACIÓN No. 2.
- LAMINA 6: UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 1.
- LAMINA 7: UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 2.
- LAMINA 8: UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 2 - TOLVAS DE CAL.
- LAMINA 9: UNIDAD DE DECANTACIÓN Y FILTROS DE PLANTA 1.
- LAMINA 10: UNIDAD DE DECANTACIÓN Y FILTROS DE PLANTA 2.
- LAMINA 11: UNIDAD DE FILTRACIÓN DE PLANTA 1.
- LAMINA 12: UNIDAD DE FILTRACIÓN A DE PLANTA 2.
- LAMINA 13: UNIDAD DE FILTRACIÓN B DE PLANTA 2.
- LAMINA 14: UNIDAD DE CLORACIÓN DE PLANTA 1.
- LAMINA 15: UNIDAD DE CLORACIÓN DE PLANTA 2.
- LAMINA 16: RESERVORIOS B1.
- LAMINA 17: RESERVORIOS LA MENACHO.



LEYENDA

— : INSTALADO
 - - - - : POR INSTALAR

ZI - 101, 113 : SENSORES DE LIMITE DE COMPUERTA, DE POSICION Y DE TORQUE PARA COMPUERTAS DESLIZANTES

ZI - 114, 120 : SENSORES DE LIMITE Y DE TORQUE PARA COMPUERTAS RADIALES

LI - 121 Y 122 : SENSORES DE NIVEL POR ULTRASONIDO PARA BOCATOMAS 1 Y 2

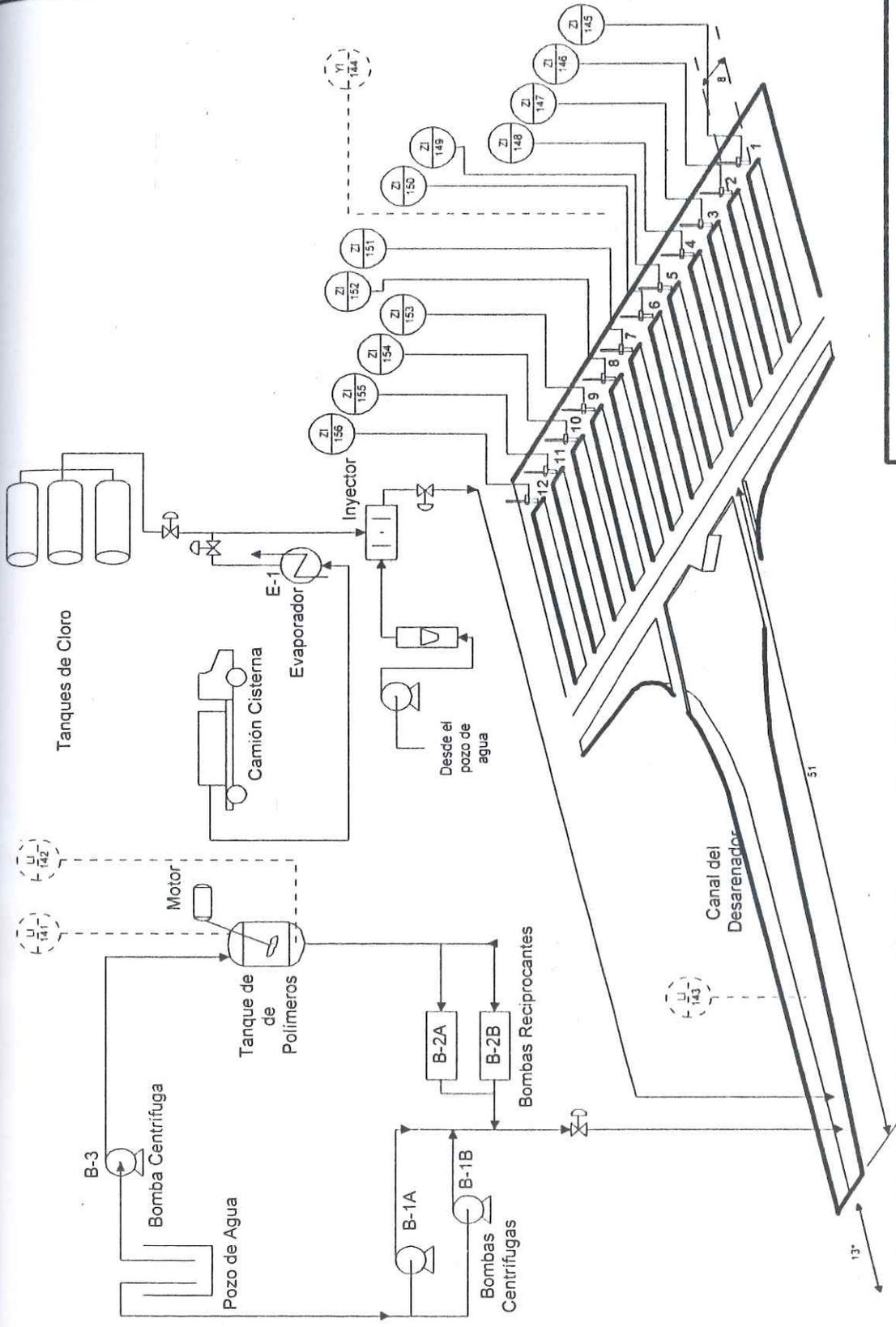
MEJORAR LOS TABLEROS DE MANDO DE LAS SIETE COMPUERTAS RADIALES.

XI 123 : SENSOR DE pH

YI 124 : SENSOR DE TURBEDAD

*Indicador a ser utilizado en el controlador de proceso.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: SE	UNIDAD DE BOCATOMAS
LAMINA 01	DIBUJO: Carlo Lopez Noreaga
REVISADO: Ing. R. Carranza N.	APROBADO: Ing. R. Carranza N.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

ESCALA: 5/8

LAMINA: 02

UNIDAD DESARENADORA No 1

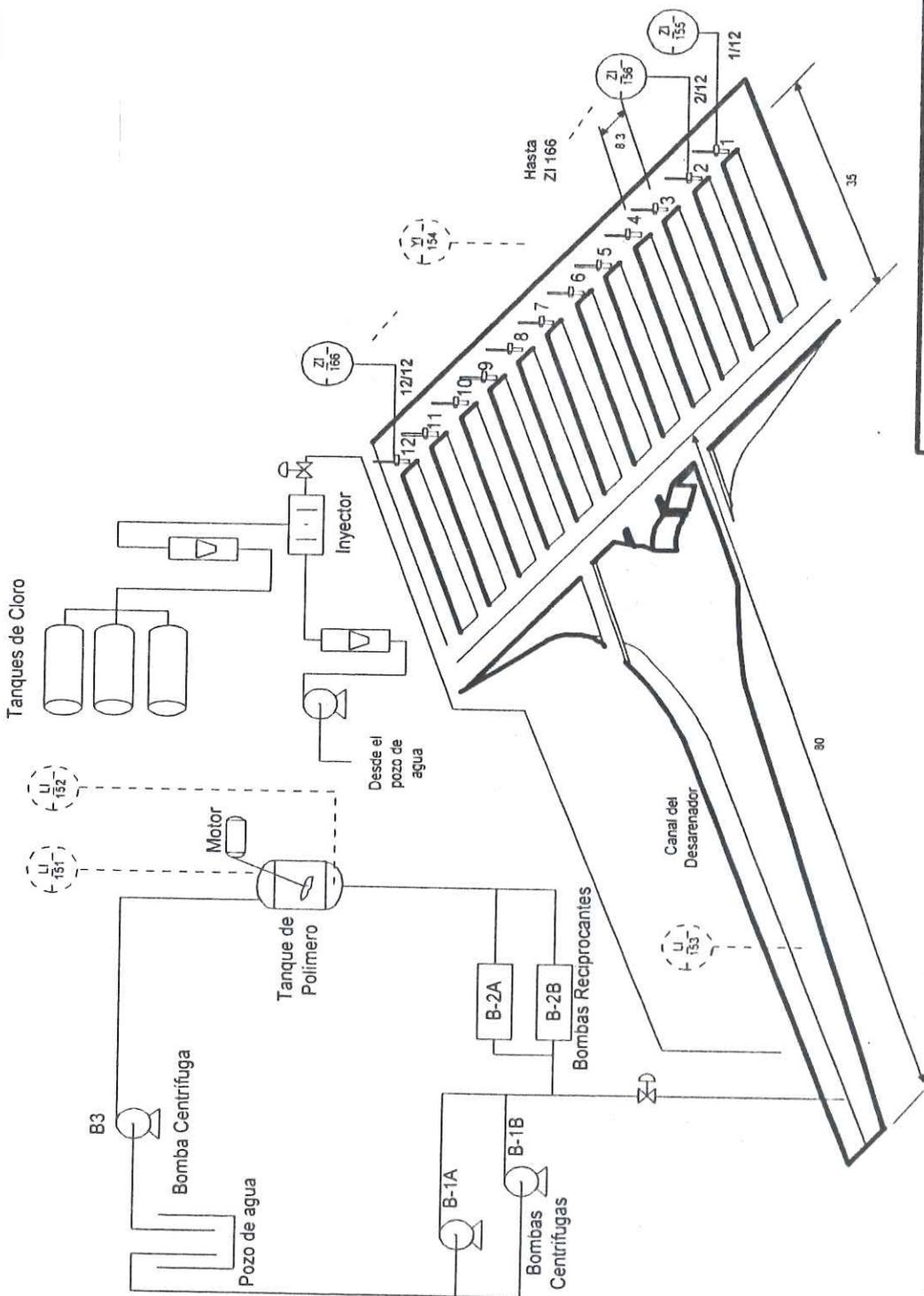
REVISADO: Ing. R. Carranza N. DIBUJO: Carlo Lopez Valencia

APROBADO: Ing. R. Carranza N.

LEYENDA

LI 141 Y 142	SENSORES DE NIVEL DE POLIMEROS	LC	CONTROLADOR DE NIVEL, INSTALADO POR INSTALAR.
LI 143	SENSOR DE NIVEL DEL CANAL	---	SISTEMA DE SEGUNDA FASE.
Y1 144	TURBIDIMETRO	---	
ZI 145...156	SENSOR DE POSICION LINEAL	---	

Medidas en metros.
*Distancia hacia el inicio de suifato de aluminio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

ESCALA: S/E

LAMINA: 03

UNIDAD DESARENADORA No 2

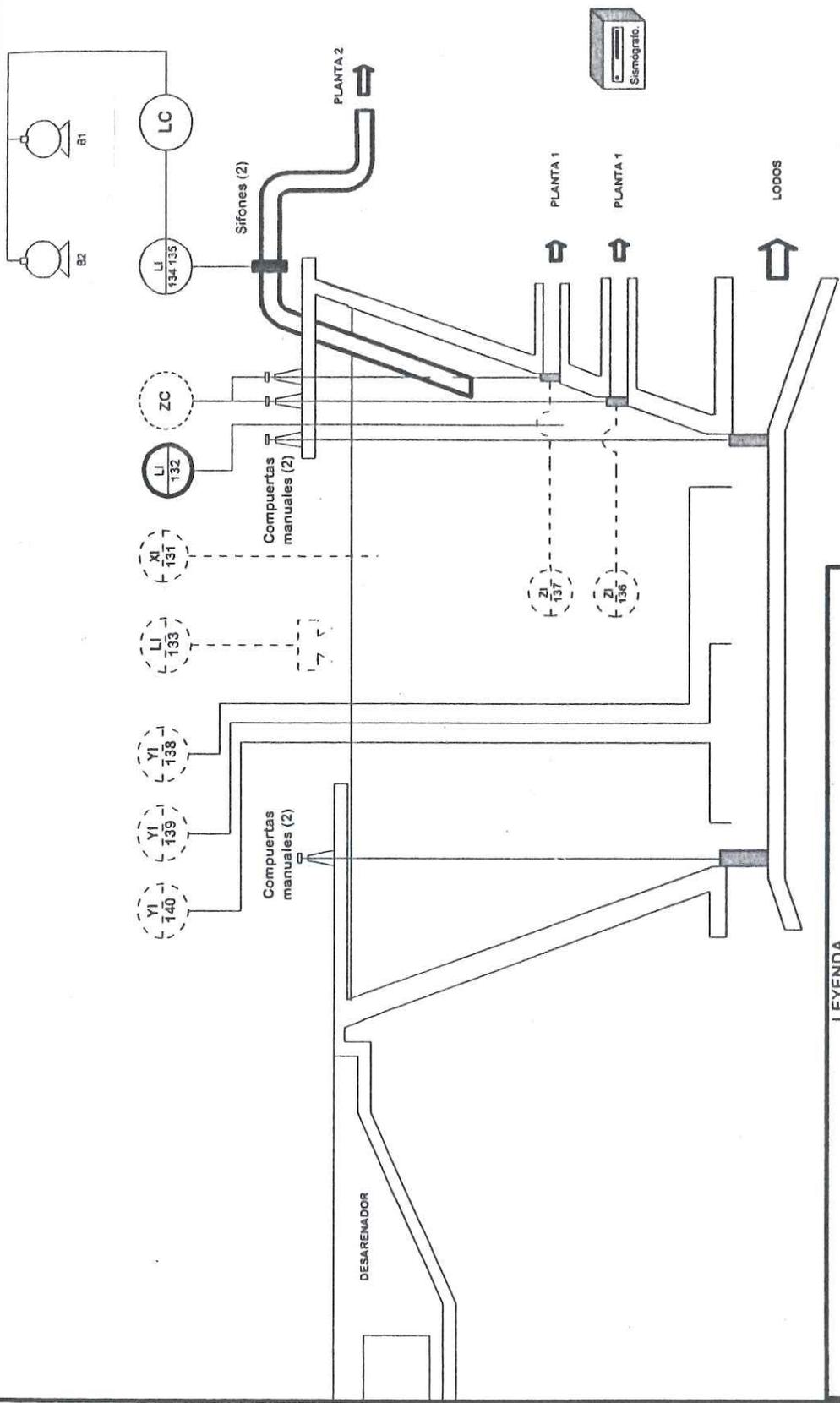
REVISADO: Ing. R. Carranza N. APROBADO: Ing. R. Carranza N.

DEBIDO: Luis C. Lopez Monaga

LEYENDA

LI 151 Y 152	SENSORES DE NIVEL DE POLIMEROS.	LC	CONTROLADOR DE NIVEL.
LI 153	SENSOR DE NIVEL DEL CANAL.	---	INSTALADO.
VI 154	TURBIDIMETRO.	----	POR INSTALAR.
ZI 155...166	SENSOR DE POSICIÓN LINEAL.	----	SISTEMA DE SEGUNDA FASE.

Medidas en metros.



LEYENDA

.....	INSTALADO POR INSTALAR.	ZI 136	SENSOR DE LIMITE DE COMPUERTA.
---	SISTEMA DE SEGUNDA FASE.	ZI 137	SENSOR DE LIMITE Y DE POSICION DE COMPUERTA.
---	MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL.	YI 138...140	SENSORES DE INTERFACE DE Lodos.
---	SENSOR DE NIVEL POR ULTRASONIDO.	B1, B2	BOMBAS DE CEBADO DE SIFONES.
---	SENSORES DE NIVEL DE LOS SIFONES.	ZC	CONTROLADOR DE POSICION DE COMPUERTA DE SALIDA DE AGUA HACIA PLANTA 1.
		LC	CONTROLADOR DE NIVEL.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

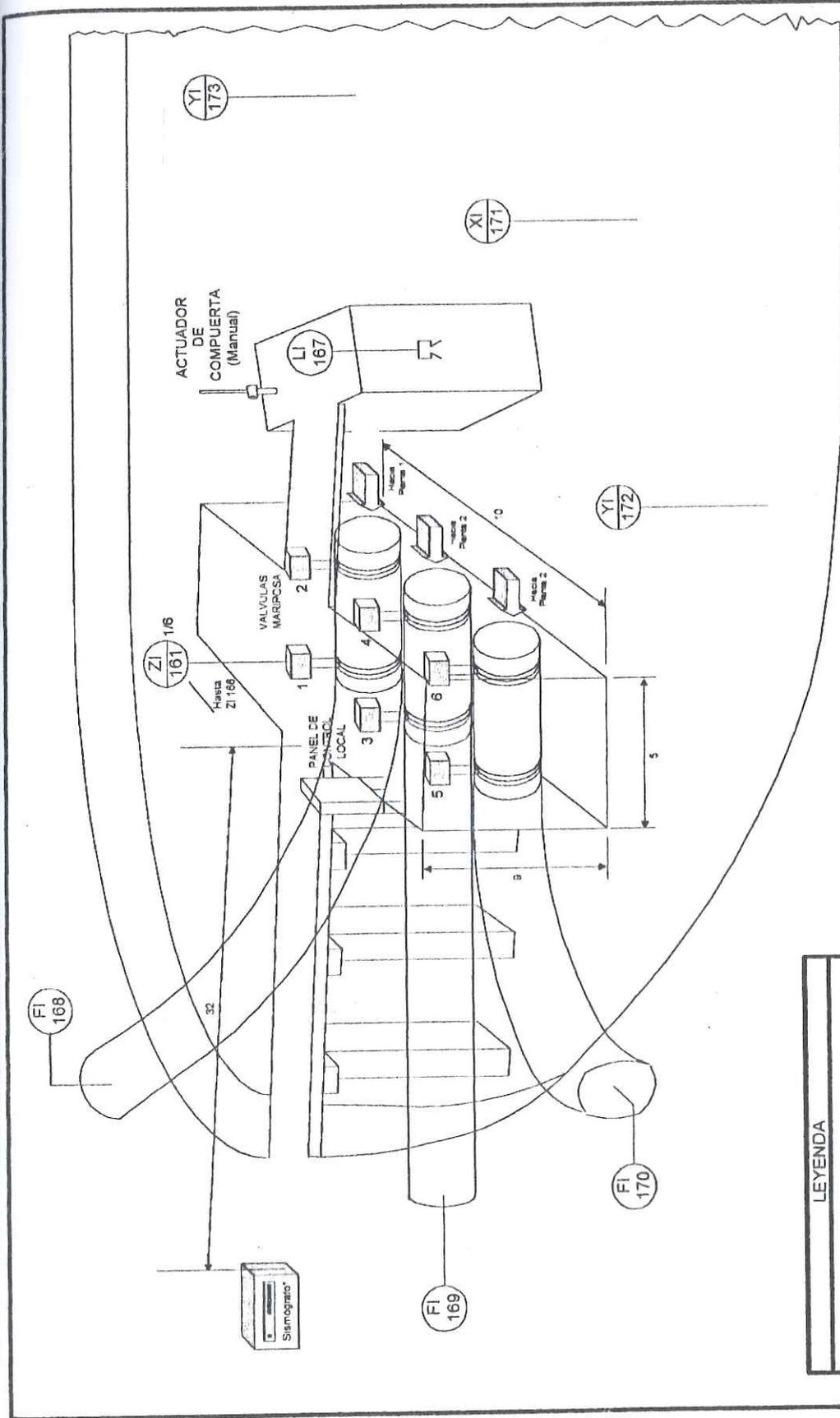
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

ESCALA: S/E UNIDAD DE REGULACION No. 1

LAMINA: 04 DIBUJO: Gato Lopez Nunez

REVISADO: Ing. P. Carranza N. APROBADO: Ing. R. Carranza N.

*Ingeniero electrico

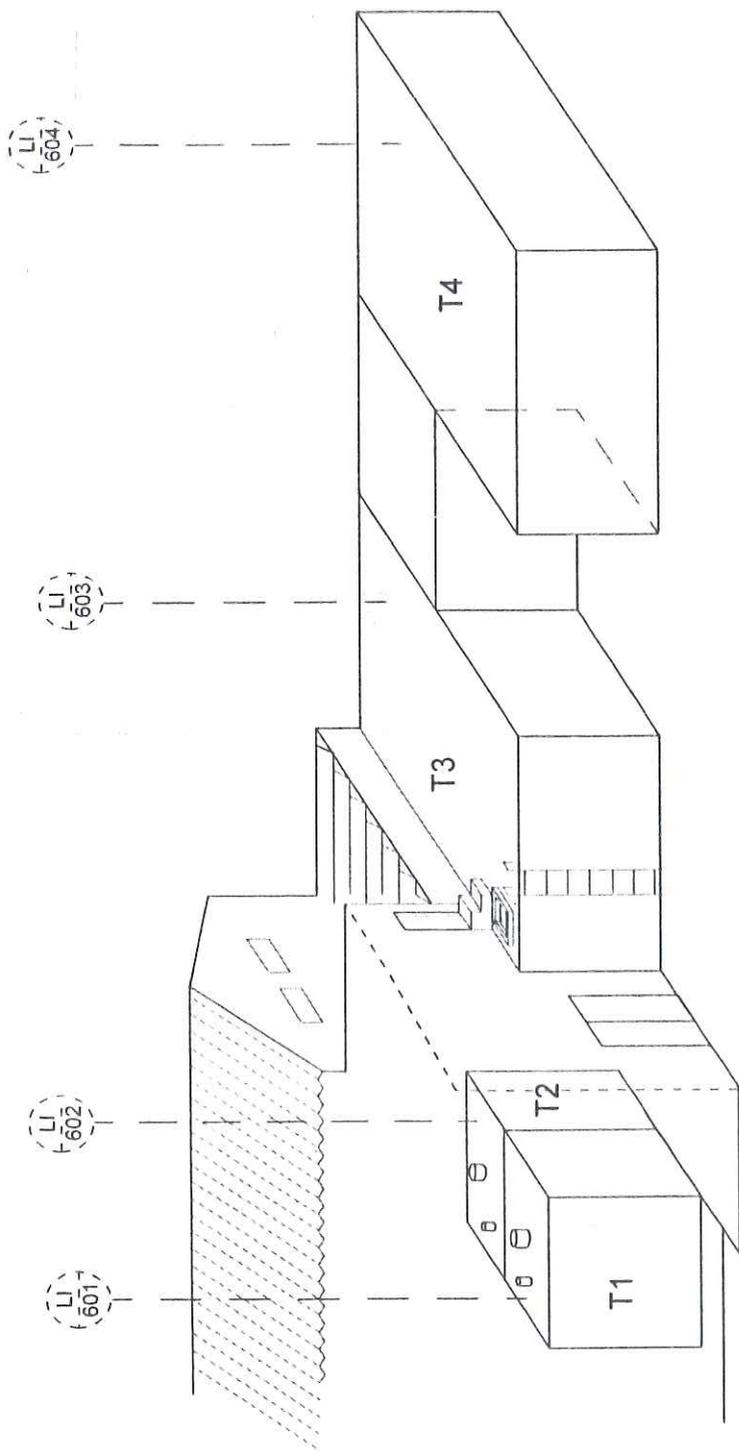


LEYENDA

.....	INSTALADO, POR INSTALAR.
---	SENSORES DE POSICION DE VALVULAS MARIPOSA.
---	SENSOR DE NIVEL POR ULTRASONIDO.
---	MEDIDORES DE FLUJO.
---	MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL.
---	MEDIDORES DE INTERFACE DE LOOO.

* Sismógrafo operario
Medidas en metros

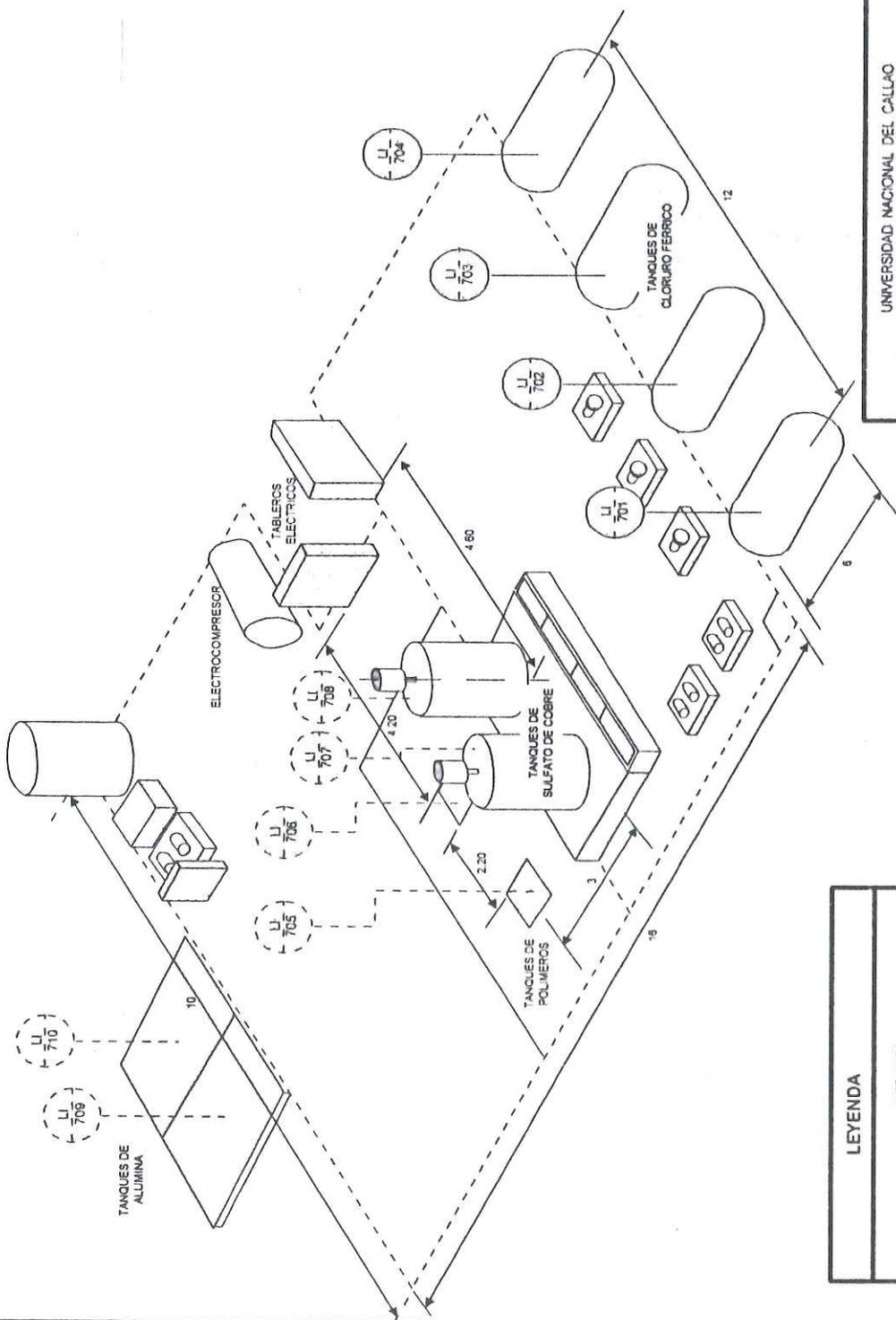
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: 5/8	UNIDAD DE REGULACION No. 2
LAMINA 05	REV. 01
AUTOR: Ing. R. Camarero N.	APROBADO: Ing. R. Camarero N.



LEYENDA

LI 601, 604	SENSORES DE NIVEL
T1, T2, T3, T4	TANQUES DE CLORURO FERRICO
.....	POR INSTALAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: S/E	UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 1
LAMINA 06	REVISADO: Ing. R. Carranza II
	DIBUJO: Gabe Lopez Noriega
	APROBADO: Ing. R. Carranza
	FECHA: 19/04/1988



LEYENDA

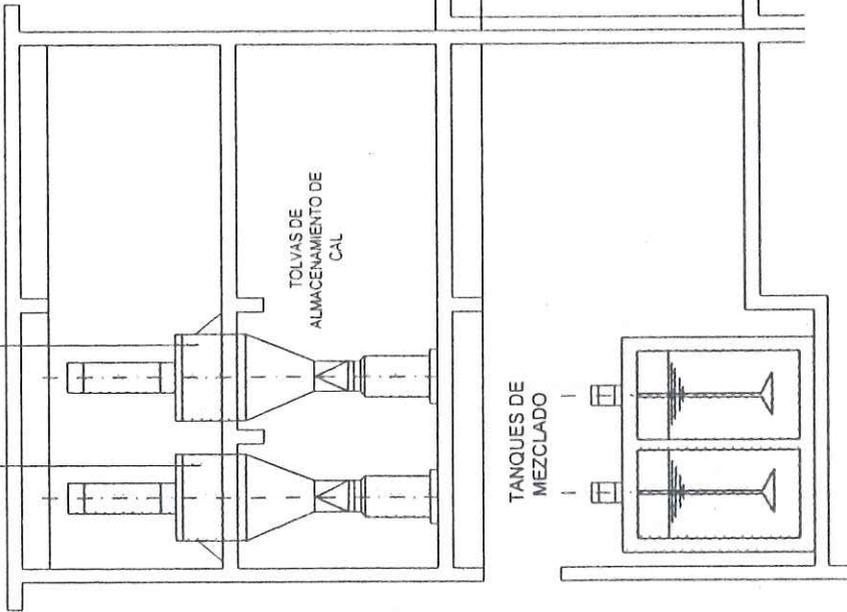
---	INSTALADO
.....	POR INSTALAR
LI 701 ... 710	SENSORES DE NIVEL

* Identificados en realidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: 5/8	UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 2
LAMINA: 07	DISEÑO: José Carlos Noriega
REVISADO: Ing. R. Carabaza N.	APROBADO: Ing. R. Carabaza N.

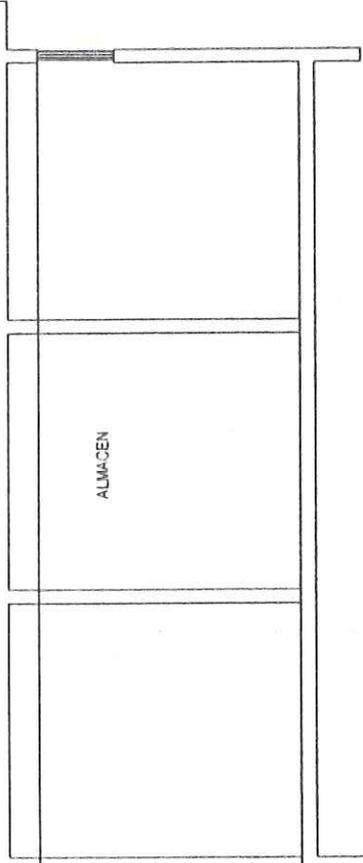
U
802

U
801



TOLVAS DE
ALMACENAMIENTO DE
CAL

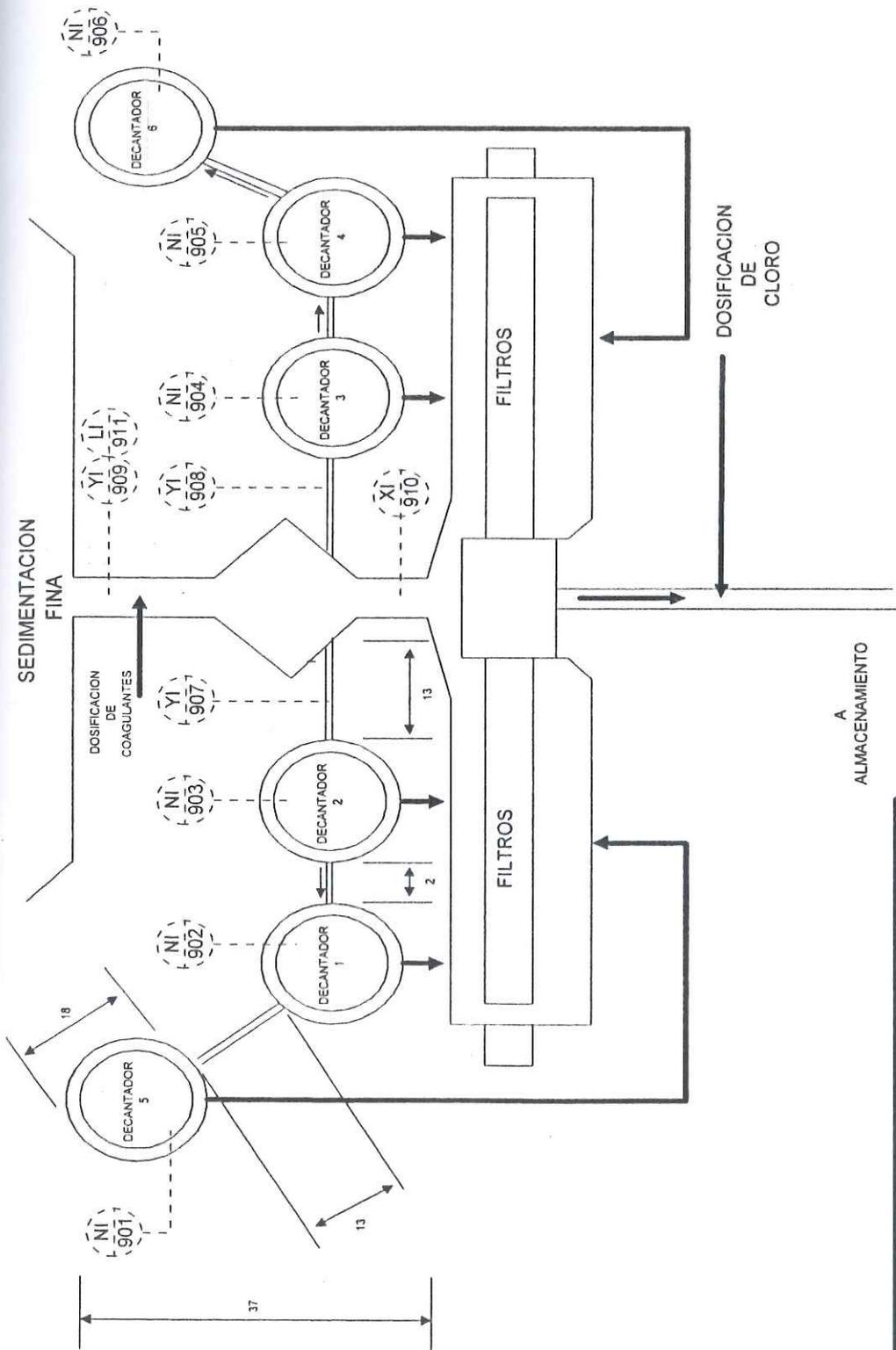
TANQUES DE
MEZCLADO



ALMACEN

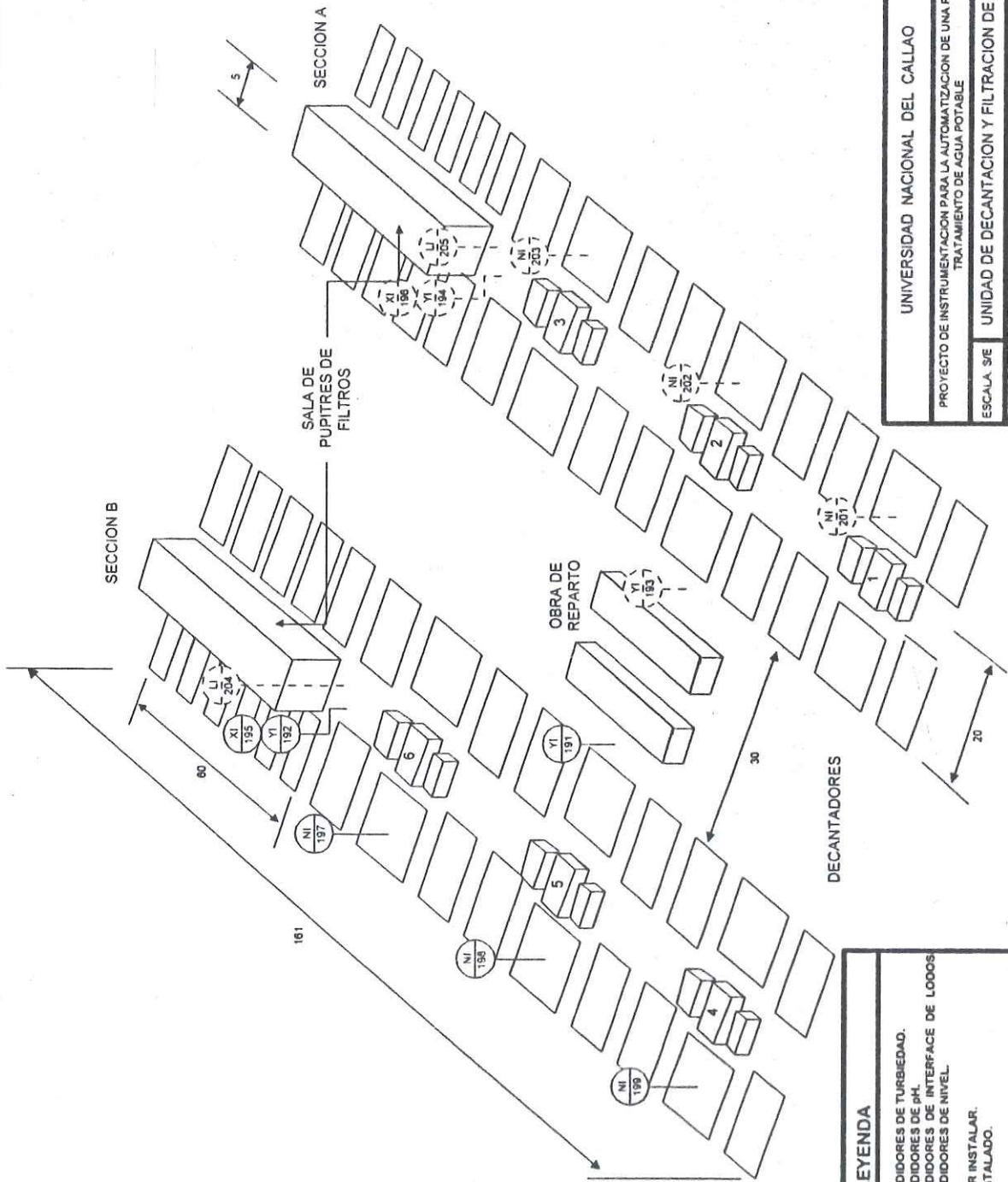
LEYENDA	
---	INSTALADO
---	POR INSTALAR
---	SENORES DE NIVEL
U 801 Y 802	

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
UNIDAD DE REACTIVOS DE PLANTA 2	
ESCALA: 5/8	TOLVAS DE CAL
LAMINA: 08	DIBUJO: Gato Lopez Noriega
REVISADO: Ing. R. Cacerena N.	APROBADO: Ing. R. Cacerena N.



LEYENDA	
NI 901...906	SENSOR DE DETECCION DE INTERFASE DE LODOOS.
YI 907...909	TURBIEDAD.
XI 910	MEIDOR DE pH.
U 911	NIVEL.
.....	POR INSTALAR.
Mediciones en metros.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: SE	UNIDAD DE DECANTACION Y FILTROS DE PLANTA 1
LAMINA 08	DISEÑO: Gino Lopez Noriega
	REVISADO: Ing. R. Carranza N
	APROBADO: Ing. R. Carranza N



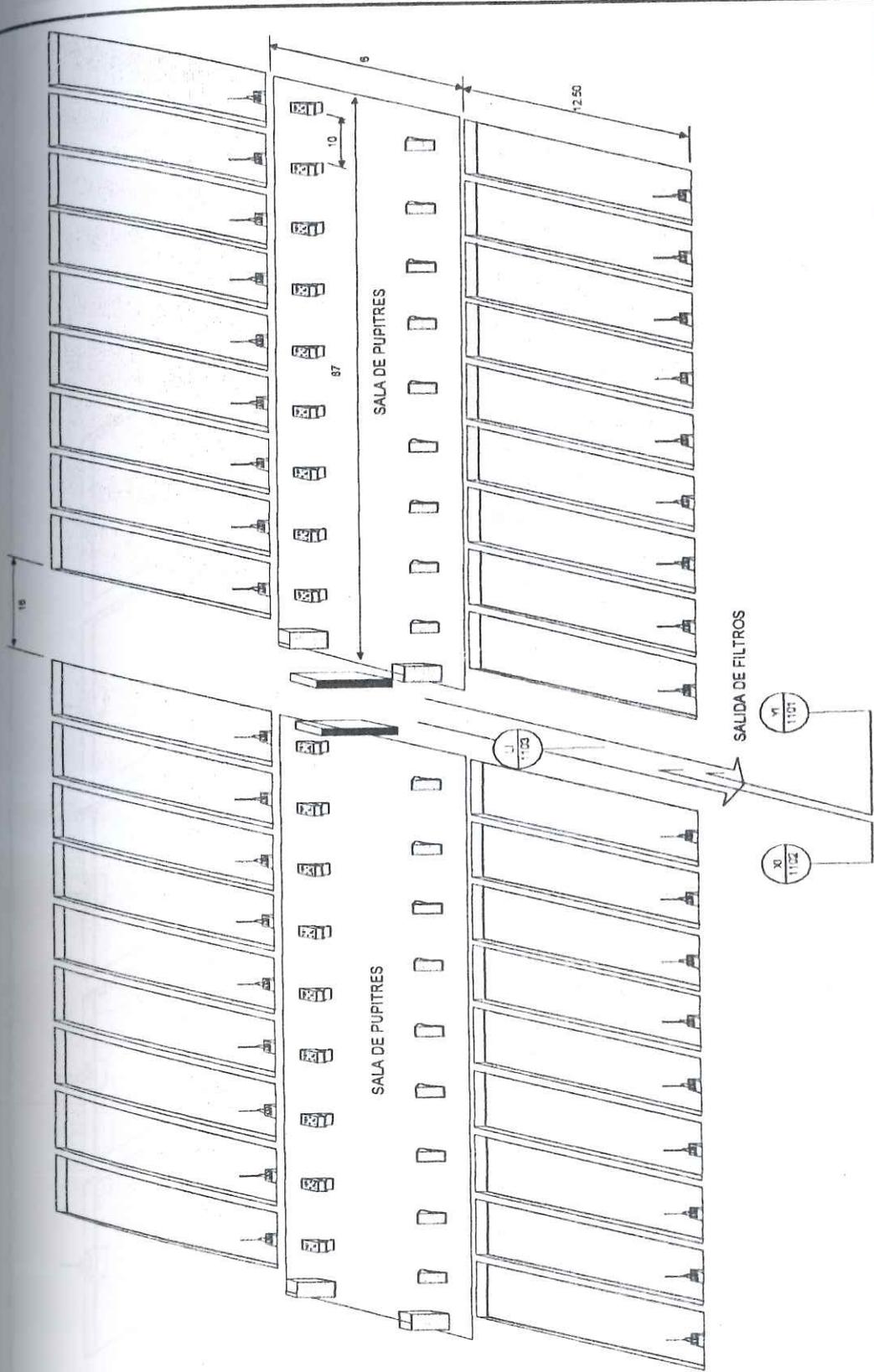
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1/50	UNIDAD DE DECAN TACION Y FILTRACION DE PLANTA 2
LAMINA: 10	DIBUJO: Gao Lopez Norega
	REVISADO: Ing. R. Carranza N. APROBADO: Ing. R. Carranza N.

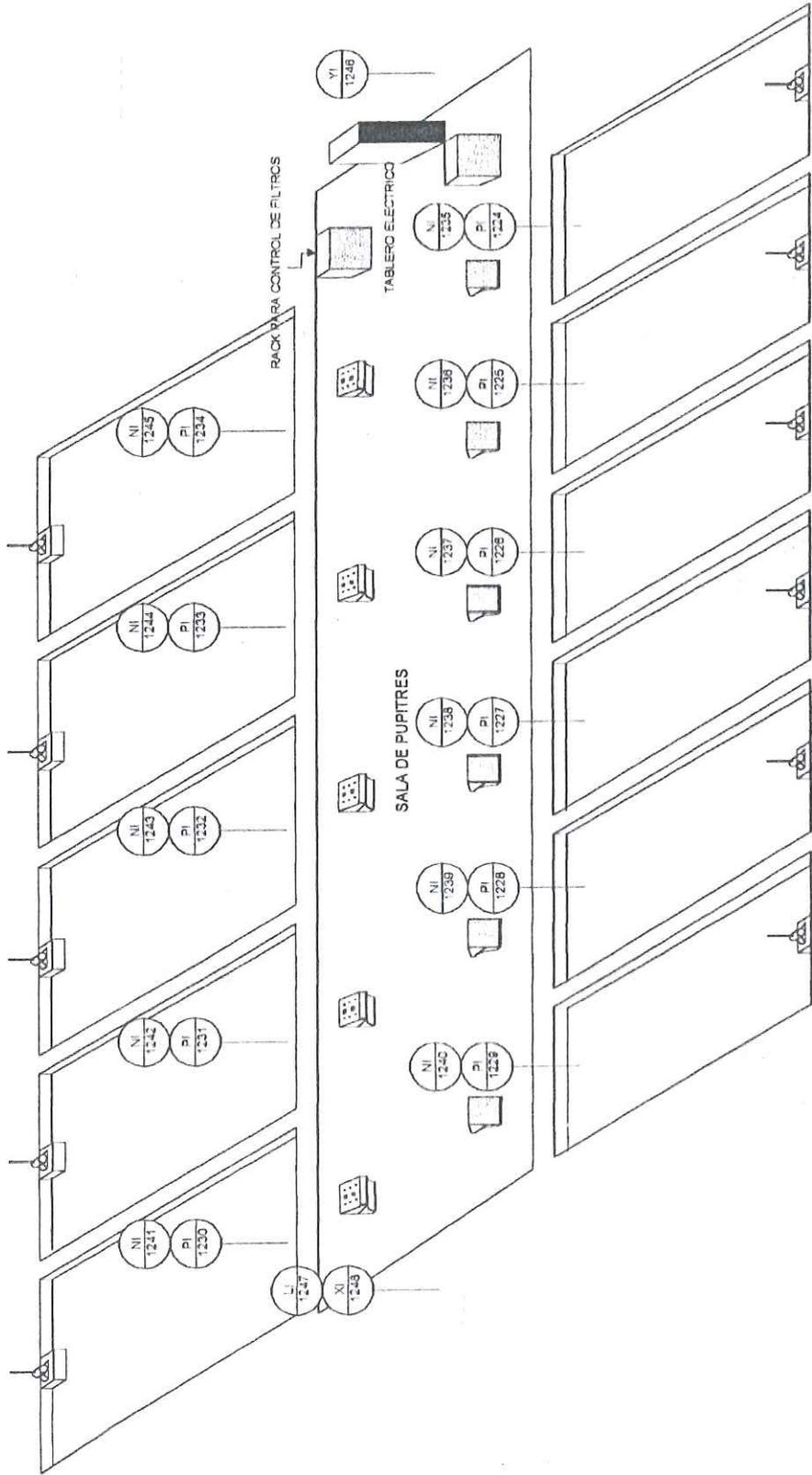
LEYENDA	
YI 191 ... 194	MEDIDORES DE TURBEDAD.
XI 195 Y 196	MEDIDORES DE pH.
NI 197 ... 203	MEDIDORES DE INTERFACE DE LODOS
LI 204 Y 205	MEDIDORES DE NIVEL
.....	POR INSTALAR.
-----	INSTALADO.

Medidas en metros.



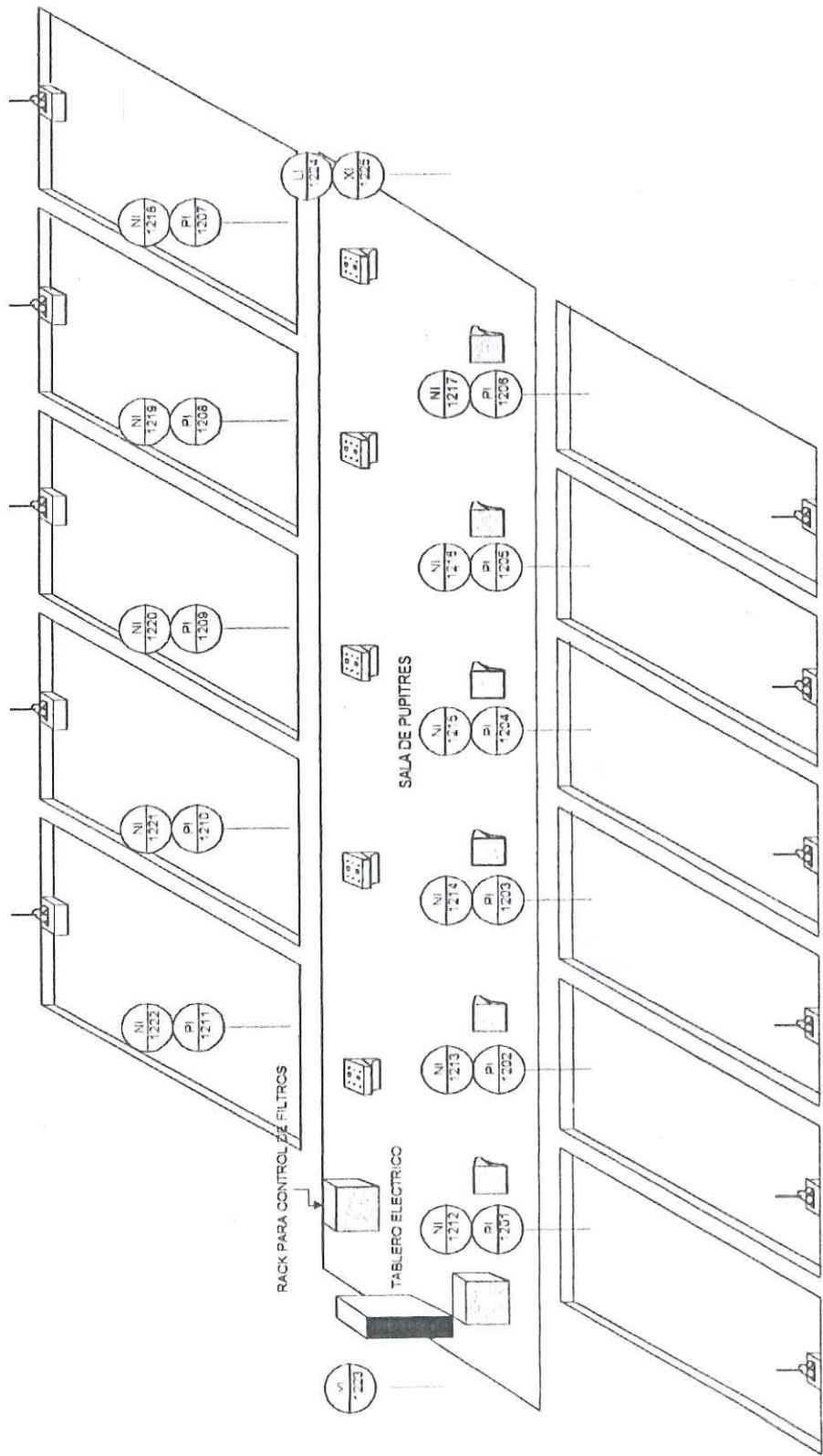
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: SE	UNIDAD DE FILTRACION DE PLANTA 1
LAMINA: 11	DISEÑO: Gabe Lopez Noriega
REVISADO: Ing. R. Carranza N.	APROBADO: Ing. R. Carranza N.
FECHA: 11 de mayo del 2004	HOJA: 1

LEYENDA	
-----	INSTALADO POR INSTALAR
○	MEDIDOR DE TURBIEDAD.
○	MEDIDOR DE pH.
○	MEDIDOR DE NIVEL.
YI 1101	
XI 1102	
LI 1103	
Medidas en metros	



LEYENDA	
.....	INSTALADO.
PI 1224	POR INSTALAR
NI 1234	MEDIDORES DE PRESION DIFERENCIAL
YI 1248	INDICADORES DE ATASCAMIENTO DEL LECHO FLOTANTE
LJ 1247	TURBIDIMETRO
XI 1248	MEDIDOR DE NIVEL
	MEDIDOR DE pH

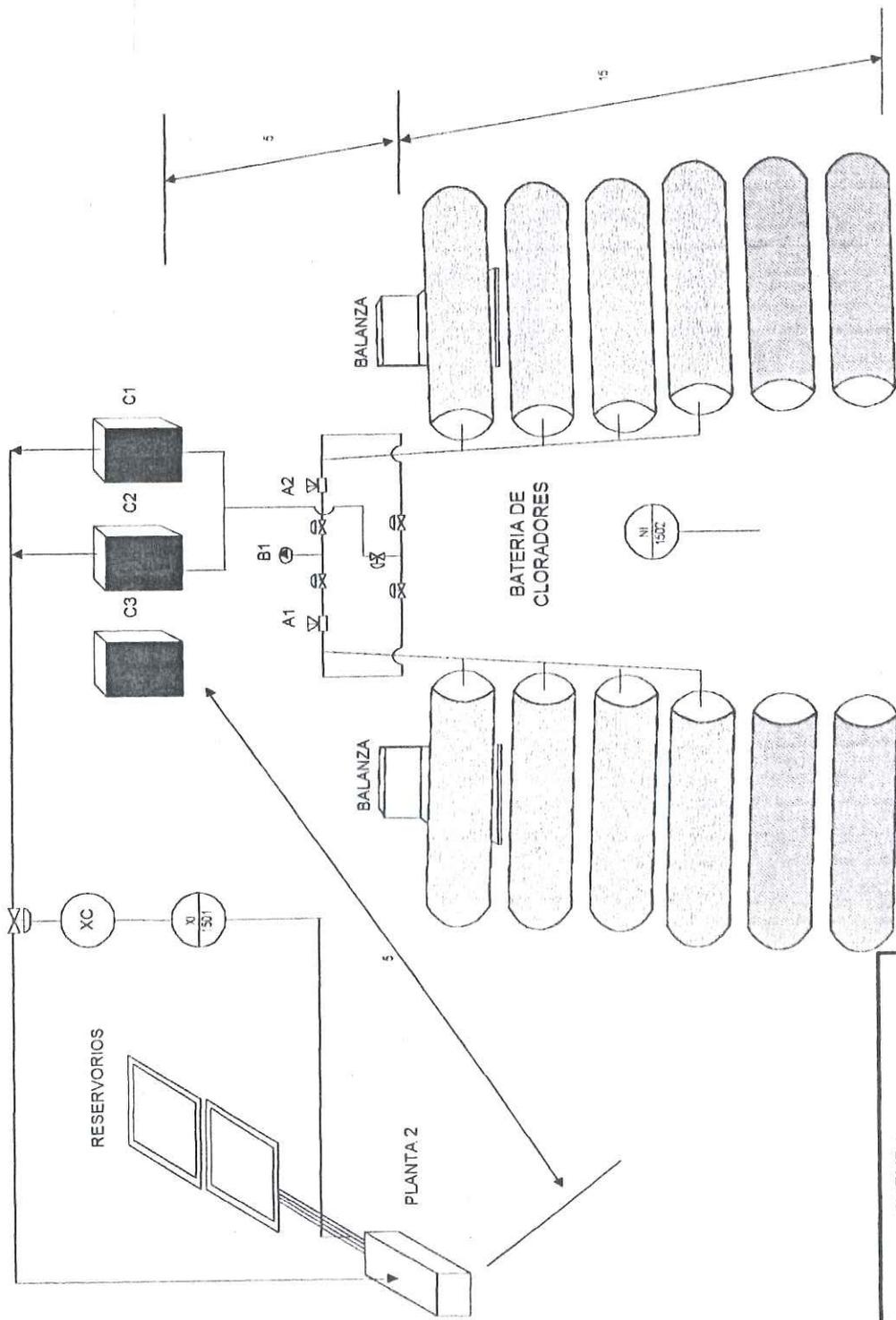
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA SE	UNIDAD DE FILTRACION A DE PLANTA 2
JAMINA: 12	PROF: Julio Lopez Torrealba
	REVISADO: Ing. R. Camarero N. SUPERVISADO: Ing. R. Camarero N.



LEYENDA

.....	INSTALADO
.....	POR INSTALAR
PI *201	INDICADORES DE PRESION DIFERENCIAL
NI *212	INDICADORES DE ATASCAMIENTO DEL LECO-FLOTANTE
VI *203	TURBIDIMETRO
LI *224	MEDIDOR DE NIVEL
XI *225	MEDIDOR DE PH

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA 3/8"	UNIDAD DE FILTRACION B DE PLANTA 2
LÁMINA 13	C. Blasco, C. de la Cruz, C. de la Cruz, C. de la Cruz
REVISADO Ing. R. Carrasco	APROBADO Ing. R. Carrasco

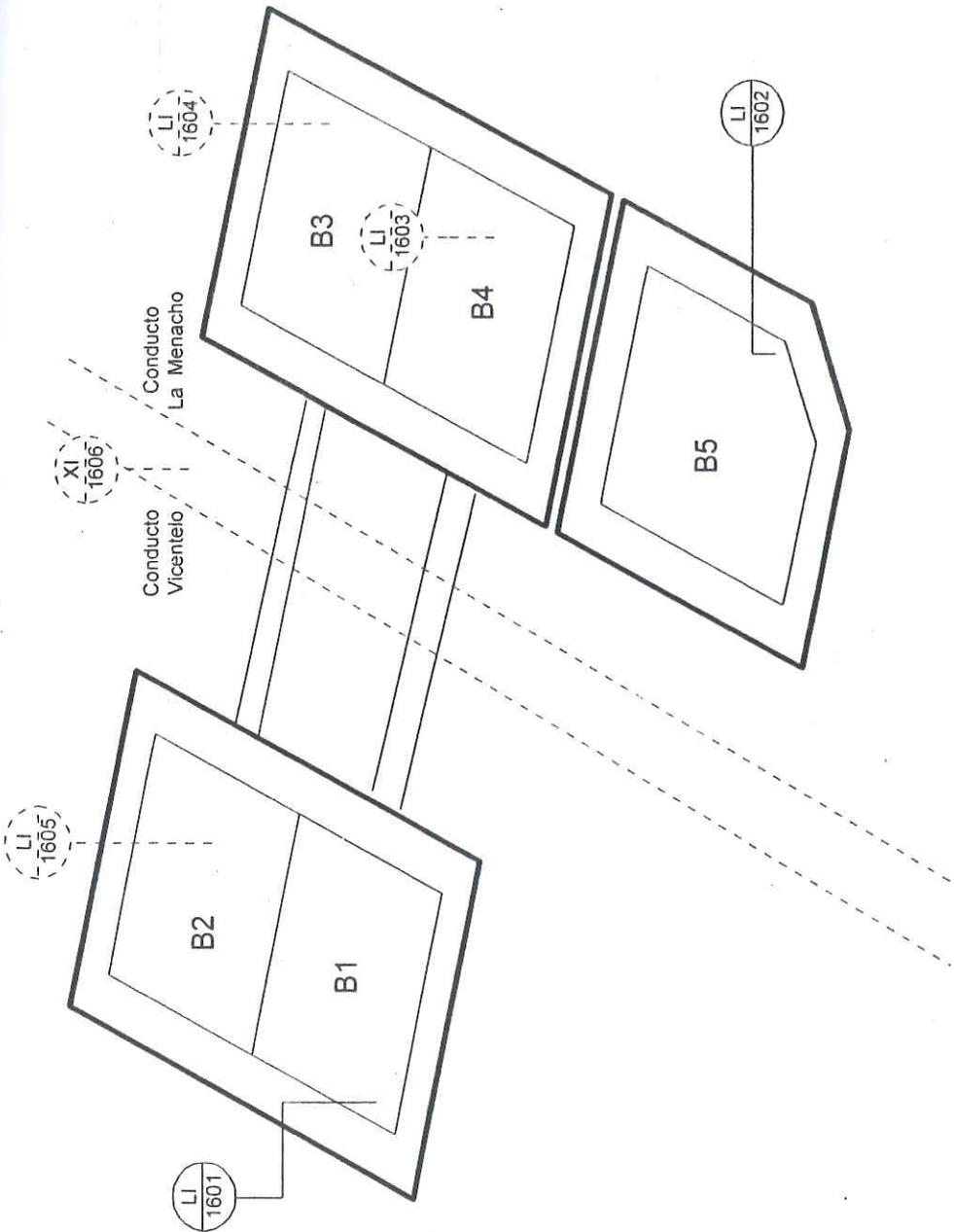


LEYENDA

.....	INSTALADO
—	POR INSTALAR
○	MEDIDORES DE CLORO RESIDUAL
○	DETECTOR DE FUGA DE CLORO
○	CONTROLADOR DE CLORO
○	ACTUADORES HIDRAULICOS
○	BAROMETRO
○	CLORADORES*

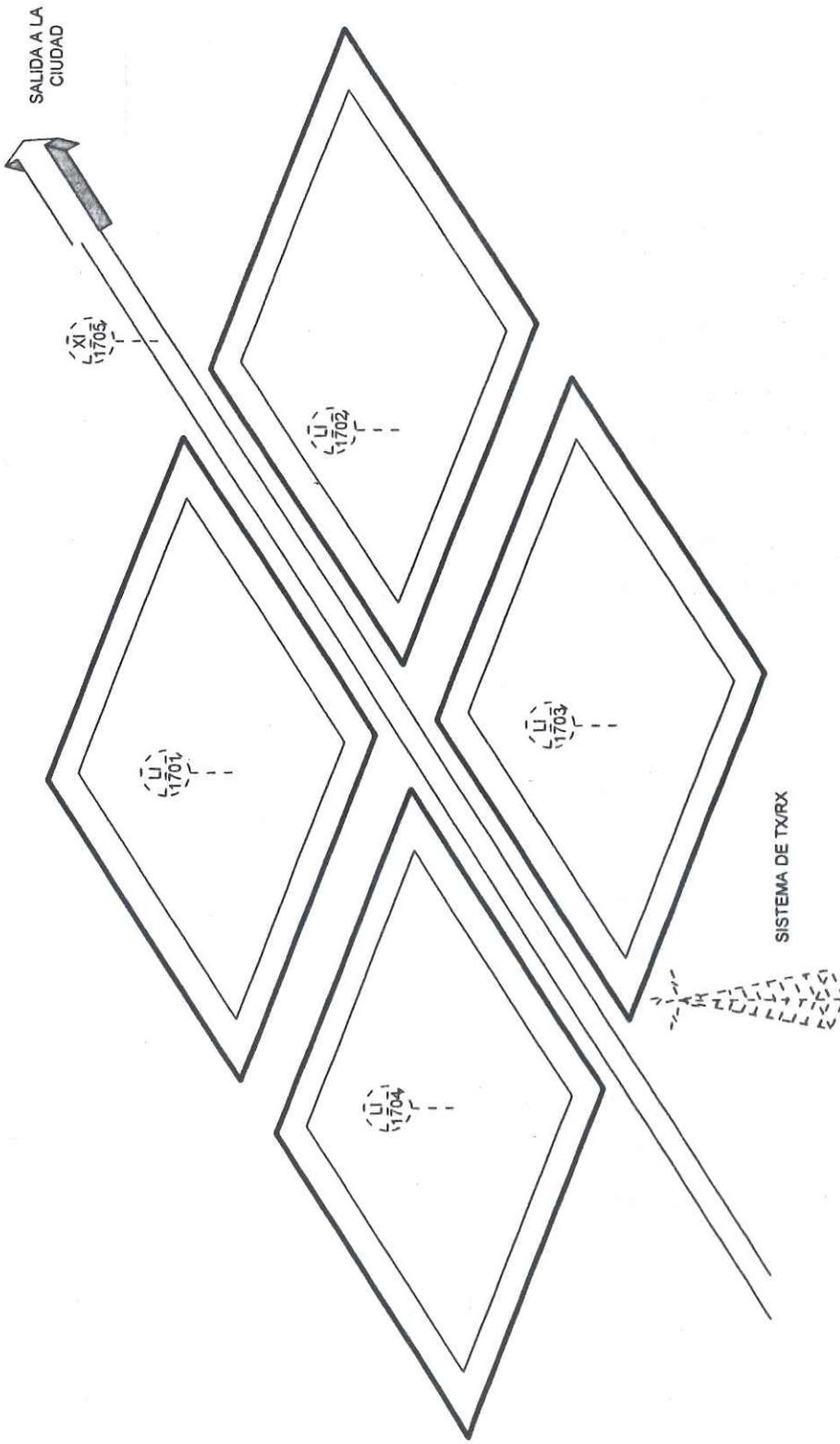
*CÓDIGO INDICATIVO
 *CÓDIGO DE MEDIDAS EN METROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA SE	UNIDAD DE CLORACION DE PLANTA 2
LAMINA 15	DIBUJO
REVISADO Ing. R. Carranza N.	APROBADO Ing. R. Carranza N.
FECHA 15/03/81	HOJA 1 DE 1



LEYENDA	
LI 1601 ... 1605	SENSORES DE NIVEL
XI 1606	MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL
.....	INSTALADO
.....	POR INSTALAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: S/E	RESERVORIOS B1
LAMINA: 16	DIBUJO: Julio Lopez Noriega
	REVISADO: Ing. R. Carranza N.
	APROBADO: Ing. R. Carranza N.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	
PROYECTO DE INSTRUMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	
ESCALA: S/E	RESERVIORIOS LA MENACHO
LAMINA: 17	DISEÑO: Carlo Lopez Noriega REVISADO: Ing. R. Carranza N. APROBADO: Ing. R. Carranza N.

LEYENDA	
—	INSTALADO.
- - - - -	POR INSTALAR.
U 1701...1704	MEDIDORES DE NIVEL
XI 1705	MEDIDOR DE CLORO RESIDUAL

6.6 SISTEMA DE COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones entre las Unidades Terminales Remotas (RTU'S), las estaciones remotas (Gerencia de Plantas y el Centro de Control de SEDAPAL), las cámaras de video y el Centro de Supervisión Automatizado de la Planta No.1 (CSA) se establecerá a través de enlaces de radio, cable y de fibra óptica (Ver Fig. 6.2).

El protocolo de comunicaciones de las líneas de transmisión por cable será fijado en RS-485. A excepción del enlace entre la Gerencia de Plantas y el CSA, todos los enlaces deberán considerar transmisión de DATA y fonía.

La recepción de estas señales en el CSA se hará a través de los distintos Canales del Servidor de Comunicaciones así como a otros puntos a ser especificados a continuación.

6.6.1 Enlace de Pre-Tratamiento - Estación Maestra

El enlace entre las Unidades de Pre-tratamiento y el CSA comprenderá un sistema dual redundante conformado por líneas de transmisión por cable, de fibra óptica y de radio.

Las RTU 1, 2 y 3 se comunicarán directamente por intermedio de dos pares cableados de tal manera que la información pueda viajar en ambos sentidos. Para el efecto, el contratista suministrará los pares de transmisión por cable necesarios entre RTU 1 y RTU 2, RTU 1 y RTU 3, RTU 2 y RTU 3. Así mismo, se requiere la instalación de una línea de transmisión por fibra óptica entre la RTU 3 y el Canal 2 de la CSA que transmitirá las señales provenientes de RTU 1 y de RTU 2.

El sistema de radio-enlace estará centralizado en la Unidad de Captación (RTU 1) donde se cuenta actualmente con una Unidad de Transmisión y Recepción en UHF. Por intermedio de esta Unidad se establecerá la otra línea de comunicación redundante entre RTU 1, RTU 2, RTU 3 y el Canal 1 de la CSA. Para el efecto, esta Unidad deberá recibir las señales provenientes de RTU 2 y RTU 3 a través de los pares de cable tendidos entre ellas.

La señal de video a color, proveniente de las dos cámaras rotacionales ubicadas en cada bocatoma (RTU 1), deberán ser enviadas en forma independiente a través de fibra óptica directamente a la Estación de Trabajo de Operación de la CSA. El Postor deberá establecer en este caso una técnica de transmisión óptima de la señal a la Estación de Trabajo de Operación de la CSA.

6.6.2 Enlace Planta de Tratamiento 1 - Estación Maestra

La comunicación entre RTU 4 y el CSA se realizará mediante un sistema dual redundante vía cable y de fibra óptica. La línea de transmisión por fibra óptica enlazará directamente a RTU 4 con el Canal 3 del Servidor de Comunicaciones; mientras que la línea de comunicación por cable se enlazará directamente a la Estación de Trabajo de Operación de la Planta 1 mediante una interfase RS-485 a ser instalada en la misma.

6.6.3 Enlace Planta de Tratamiento 2 - Estación Maestra

La comunicación entre RTU 5 y el CSA se realizará mediante un sistema dual redundante vía cable y de fibra óptica. La línea de transmisión por fibra óptica enlazará directamente a RTU 5 con el Canal 4 del Servidor de

Comunicaciones; mientras que la línea de comunicación por cable se enlazará directamente a la Estación de Trabajo de Operación de la Planta 2 mediante una interfase RS-485 a ser instalada en la misma.

6.6.4 Enlace Planta de Tratamiento 1 - Planta De Tratamiento 2

En la actualidad existe un enlace de fibra óptica entre la Planta de Tratamiento No. 1 (RTU 4) y la Planta de Tratamiento No. 2 (RTU 5).

6.6.5 Enlace Reservorios de Regulación- Estación Maestra

La unidad de Reservorios de Agua Tratada (RTU 6), se enlazará al Canal 5 de la CSA mediante una línea de fibra óptica.

6.6.6 Enlace Reservorios La Menacho - Estación Maestra

La comunicación entre la unidad de Reservorios de La Menacho (RTU 7), se enlazará al Canal 6 de la CSA mediante una línea de transmisión por Radio.

6.6.7 Enlace Gerencia de Plantas - Estación Maestra

Este enlace se realizará vía una línea de transmisión por radio que se conectará directamente a la Red LAN mediante el Bridge Router No. 4 y su modem respectivo.

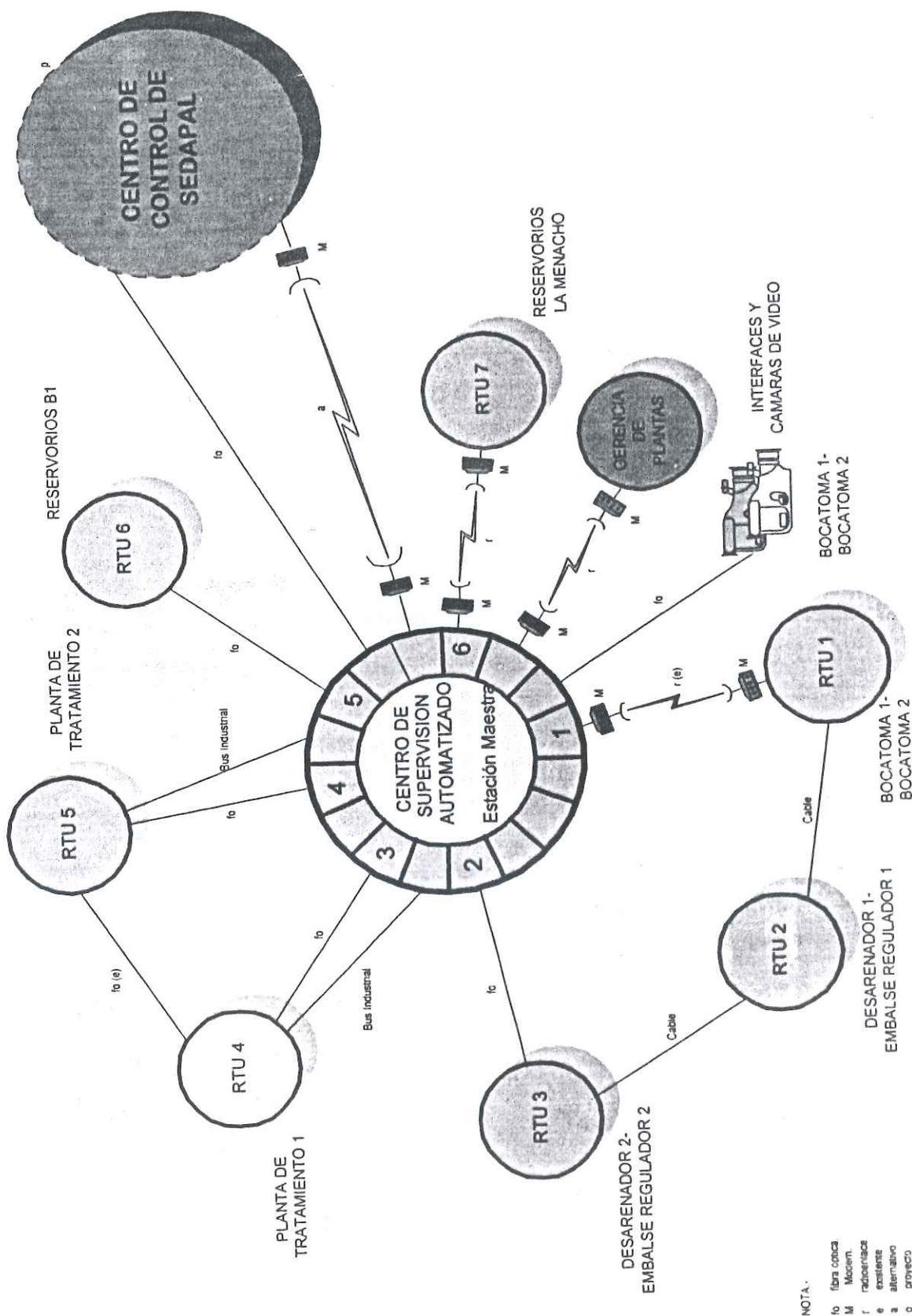
La implementación de este enlace no estará comprendido en este proyecto; sin embargo, el postor suministrará para este sistema los terminales de Bridge Router No.4 y No.5.

6.6.8 Enlace Centro de Control - Estación Maestra

Se deberá prever la ampliación de dos líneas de comunicación tanto de fibra óptica como de radio para este enlace. Ambas líneas se conectarán directamente a la Red LAN mediante el Bridge Router No. 6.

Para todos los enlaces descritos en la Fig. 6.2, se suministrará los estudios de base de ingeniería para la implementación de los mismos; el mismo que adjuntará planos, esquemas, metrados, sistemas de conexión y una relación de todos los equipos con sus correspondientes componentes.

FIG. 6.2
 SISTEMA DE ENLACES DE COMUNICACIONES DE LA PLANTA
 DE TRATAMIENTO DE AGUA



6.7 ANÁLISIS DE COSTOS

6.7.1 PRESUPUESTO PARA EL CENTRO DE SUPERVISION
AUTOMATIZADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE

6.7.2 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

6.7.3 INSTRUMENTOS DEL TERRENO

6.7.4 INCREMENTO DEL CAPITAL FIJO Y COSTO UNITARIO DE
PRODUCCION

6.7.1. PRESUPUESTO PARA EL CENTRO DE SUPERVISION AUTOMATIZADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA LA ATARJEJA - SEDAPAL

A. EQUIPAMIENTO (HARDWARE)

Cantidad	Descripción	Monto (US\$)
2	Servidor de procesos	103.420
7	Estación de trabajo	359.753
1	X-terminal	11.400
1	Servidor periféricos	3.970
3	Impresora matricial	5.550
2	Impresora laser	5.200
1	Panel mímico video dinámico	21.000
2	Servidor de comunicaciones	8.100
1	Servidor de video proyección	4.200
2	Cámaras de video a color con control y paneo	2.800
1	Conmutador líneas comunicaciones	3.200
4	Modems	3.800
2	Hub red LAN	2.900
1	Equipo auxiliar (gabinetes, cables, etc)	5.700
1	Fuente de alimentación inint. (UPS)	14.500
1	Unidad Terminal Remota	28.005
1	Bocatoma 1 - Bocatoma 2	38.823
1	Unidad Terminal Remota	51.427
1	Desarenador 1 - Embalse Regulador 1	97.025
1	Unidad Terminal Remota	52.919
1	Desarenador 2 - Embalse regulador 2	13.993
1	Unidad Terminal Remota	13.993
1	Planta de Tratamiento 1	13.993
1	Unidad Terminal Remota	7.850
1	Planta de Tratamiento 2	
1	Unidad Terminal Remota	
1	Reservorios B1	
1	Unidad Terminal Remota	
1	Reservorios La Menacho	
7	Panel de bornerías (MDF)	
(A) SUB- TOTAL HARDWARE		859.528

B. PROGRAMAS (SOFTWARE)

a) Adquisición de Datos y Control Supervisorio. (SCADA)	76.714
b) Base de Datos Relacional	25.300
(B) SUB- TOTAL SOFTWARE	102.014

C. IMPLEMENTACION, ENTRENAMIENTO Y PRUEBAS

Ingeniería, Integración del Sistema y Administración	106.116
(C1) Subtotal Implementación	106.116
Entrenamiento y Pruebas	58.900
(C2) Subtotal Entrenamiento y Pruebas	58.900
(C) Subtotal Implementación, Entrenamiento y Pruebas	165.016

D. IMPUESTOS, GASTOS DE ADUANA Y OTROS

Descripción	
Gastos de Desaduanaje, impuestos	369.597
Transporte, instalación para (A), 43%	33.665
Gastos de Desaduanaje e impuestos para (B), 33%	35.018
Gastos, impuestos para (C1), 33%	
Sub-total Gastos Desaduanaje, Impuesto, transporte, Instalación para (A), (B) y (C1)	438.280
TOTAL PRESUPUESTO DEL CENTRO DE CONTROL	1.564.838

6.7.2. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

A. EQUIPOS Y MATERIALES

Equipo de radio UHF, modems y antenas.	17.000
Equipos terminales.	55.000
Cable de fibra óptica y ferretería de fijación.	39.010
(A) SUBTOTAL MATERIALES US \$ FOB	111.010

B. IMPLEMENTACION, ENTRENAMIENTO Y PRUEBAS

Ingeniería de detalle.	2.465
Instalación del equipo de radio y del cable de fibra óptica.	16.180
Montajes de racks, multiplexores y fuentes de alimentación	4.015
Capacitación, pruebas y puesta en marcha.	3.500
(B) Sub total Implementación, Entrenamiento y Pruebas	26.160

C. IMPUESTOS, GASTOS DE ADUANA Y OTROS

Descripción	
Gastos de desaduanaje, impuestos, transporte para (A), 43%	47.734
Gastos e impuestos para (B), 33%	8.632
(C) Sub total Impuestos, Gastos de Aduana y Otros	56.366

(II) TOTAL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES (A)+(B)+(C)	193.536
PUESTO EN SERVICIO US \$	

6.7.3. INSTRUMENTOS DE TERRENO

A. EQUIPAMIENTO

CANTIDAD	DESCRIPCION	MONTO FOB (US \$)
20	Medidores de nivel 0 - 5 m.	16.000
12	Medidores de nivel 0 - 8 m	16.800
7	Sensores de torque de compuerta radial.	16.100
7	Sensores de torque de compuerta deslizante.	7.000
14	Sensores de límite de carrera.	2.100
7	Sensores de posición continua.	3.500
4	Medidores de pH.	6.000
3	Medidores de turbiedad 0-9999.	16.200
2	Medidores de turbiedad 0-1000.	6.000
3	Medidores de turbiedad 0-100.	3.000
19	Bombas	4.750
2	UPS	10.000
11	Autómatas programables.	55.000
13	Indicadores digitales.	5.200
7	Medidores de cloro residual.	10.500
18	Sensores de interface de lodo.	27.000
2	Medidores de presión.	2.000
11	Analizadores de red.	22.000
2	Detectores de fuga de cloro.	3.000
85	Modulos de entrada/salida, CPU	34.000
20	Tableros	24.000
(A) SUBTOTAL EQUIPAMIENTO FOB US \$		290.150

B. INSTALACION

Instalación y puesta en marcha del lote de instrumentos de terreno.	34.818
(B) SUBTOTAL INSTALACION.	34.818

C. IMPUESTOS, GASTOS DE ADUANA Y OTROS.

Gastos de desaduanaje, impuestos, transporte para (A), 43%	124.765
Gastos e impuestos para (B), 33%	11.490
(C) SUBTOTAL IMPUESTOS, GASTOS DE ADUANA Y OTROS.	136.254

(III) TOTAL PRESUPUESTO INSTRUMENTOS DE TERRENO	461.222
(A)+(B)+(C) PUESTO EN SERVICIO US \$	

6.7.4 INCREMENTO DEL CAPITAL FIJO Y COSTO UNITARIO DE PRODUCCION

La Planta de Tratamiento de la Atarjea fue puesta en servicio durante el año de 1956, en una capacidad inicial de 5 m³/s., posteriormente por razones de mayor demanda de la población, la misma fue ampliada en 1966 a 7,5 m³/s. En 1974, las crecientes necesidades de la población obligó a tener que ampliar la capacidad de la Planta, incrementándose su capacidad a 10 m³/s. Esta Planta a merecido una total rehabilitación en lo concerniente a equipos electromecánicos, electrónicos, etc, durante las obras que se llevaron a cabo entre los años 87-88.

A partir del año 1993, se puso en servicio la Planta N°2, con una capacidad inicial de 5 m³/s.

De lo expuesto anteriormente, es complicado determinar el costo actual de la Planta de La Atarjea; sin embargo, se obtuvo la información gracias a datos obtenidos de la Gerencia de Producción.

Porcentaje (%) de Incremento del Capital Fijo

La Planta de La Atarjea se encuentra valorizada en \$ 200 000000; el costo del Proyecto de Instrumentación asciende a \$ 2 219596. El porcentaje de incremento del capital fijo se determina mediante la fórmula siguiente :

$$(2\ 219596 / 200\ 000000) 100 = 1,11\%.$$

Finalmente, el porcentaje de incremento del capital fijo es de **1,11%**.

Porcentaje (%) de Incremento del Costo Unitario de Producción

El consumo de agua de la ciudad de Lima asciende a 851 472000 m³/año, mientras que el Costo unitario de producción (U1) es de \$ 0,50/m³. El Costo total de Producción (C1) se determina por la fórmula:

$$C1 = (851\ 472000 \cdot 0,50) = \$\ 425\ 736000/\text{año}.$$

El incremento en el Costo de producción se determina mediante: (Costo de producción + Costo del Proyecto de Instrumentación). Entonces, el nuevo Costo de producción (C2) se expresa como:

$$C2 = (425\ 736000 + 2\ 219596) = \$\ 427\ 955596.$$

El nuevo Costo unitario de producción (U2) se expresa como: (Costo de producción C2 / Consumo de agua anual). El Costo Unitario de producción (U2) se expresa como:

$$U2 = (427\ 955596 / 851\ 472000) = \$\ 0,5026.$$

El Incremento en el Costo unitario de producción es:

$$(\$0,5026 - \$0,50) = \$\ 0,0026 / \text{m}^3.$$

El Porcentaje de incremento del Costo Unitario de producción se determina mediante la fórmula:

$$(0,0026 / 0,50) \cdot 100 = 0,52\%.$$

Finalmente, el porcentaje de incremento del Costo Unitario de producción es de **0,52 %**.

VII. CONCLUSIONES

- La ejecución del Proyecto de Instrumentación permite la implantación de los Sistemas de Telecomunicaciones y sus interfaces necesarias para transmitir/recepcionar los datos en tiempo real de variables importantes de las diversas unidades de tratamiento.
- La instrumentación del Proyecto permite la transmisión de señales de control entre la Estación Maestra del Centro de Supervisión Automatizado y las Unidades Terminales Remotas (RTU's).
- La ejecución del presente estudio permite la toma de medidas preventivas y/o correctivas al conocer la información de las instalaciones hidráulicas y electromecánicas de la Planta.
- La implementación del Proyecto de Instrumentación permite un ajuste de variables de proceso que posibilitan obtener agua potable de muy alta calidad.
- Implementando el Sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) valida los datos de estado, control, análogos, y de los dispositivos electrónicos inteligentes.
- El dimensionamiento del software y hardware del sistema, para el manejo de la base de datos, tablas, archivos históricos, etc., tiene en consideración monitorear las variables de operación, así como permitir la ampliación de la supervisión y control de la Planta de Tratamiento.

VIII. RECOMENDACIONES

- Una vez instalado el hardware, software y equipamiento de la Planta de Tratamiento de Agua, un aspecto muy importante a tener en consideración es el de los requerimientos del entrenamiento del personal, en lo que respecta a la operación, mantenimiento y servicios de soporte del sistema.
- El entrenamiento del personal de la Planta en el entendimiento de las capacidades del sistema, operación y mantenimiento del hardware y software del sistema debe ser dirigido preferentemente por el fabricante de los equipos.
- Se recomienda que el entrenamiento en hardware se debe proporcionar en cursos cortos e independientes, cada curso se dedicará a un particular grupo o pieza de equipo. Todo entrenamiento en hardware proveerá a los participantes experiencia práctica usando equipo idéntico al suministrado con el sistema.
- Se deberá proporcionar entrenamiento en software al personal de la Planta a fin de capacitarlos en el desarrollo y entrenamiento del software. El entrenamiento en el software del sistema, herramientas y técnicas usadas, proporcionará la experiencia práctica en el uso del software suministrado con el sistema.
- Con respecto a los operadores, su entrenamiento estará a cargo de instructores calificados en las capacidades funcionales del sistema y en la operación eficiente de las consolas de operador.
- Los equipos a ser suministrados deberán ser compatibles con los existentes en la planta, tanto en protocolos de comunicación como en procesamiento de datos.

-Para la instalación de los sistemas de muestreo de pH, turbiedad, cloro residual se deberá suministrar las bombas, accesorios y todas las interfaces necesarias.

-Los equipos a ser suministrados deberán ser de diseño altamente probado en condiciones industriales y en tratamiento de agua. Asimismo deben estar preparados para trabajar 24 horas al día, todos los días del año, considerando una confiabilidad del 99,9%.

-Todos los equipos, componentes y accesorios deben de cumplir con la última versión de las normas y códigos internacionales mencionados a continuación:

- Instrumental Society of America (ISA) standards.
- International Organization for Standardization (ISO) standards.
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA) standards
- American National Standards Institute. Inc. (ANSI) standards
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) standards

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ARBOLEDA VALENCIA, J. ; "Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua". 2° Edición. Editado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima-Perú. 1981.
2. APHA - AWWA - WPCF ; "Standard Methods for the examination of water and wastewater". 15° Edition; Washington, USA. 1980.
3. ARRISUEÑO ARISPE, J. ; "Ampliación Planta Atarjea II. Estudio Integral" . Editado por SEDAPAL. Lima-Perú. 1987.
4. CARRANZA NORIEGA, RAYMUNDO ; "Instrumentación Para Ingenieros de Procesos" .1° Edición. Edit. H & R . 1993.
5. CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA (CEPIS); "Curso de Plantas de Tratamiento de Aguas"; Manuales N° 13 y 14. 1979.
6. CLEMENT, J.M.; "Introducción al Control e instrumentación". 1° Edición. Editorial Alhambra, Madrid-España. 1970.
7. CONSIDINE ;DOUGLAS "Process Instruments and Control Handbook". Editorial Mc Graw -Hill, New York. 1957.
8. CONSIDINE & ROSS; "Handbook of Applied Instrumentation". Editorial Mc Graw -Hill, New York. 1964.
9. CORONA RODRIGUEZ, H.; "Instrumentación y Control en el Tratamiento de Aguas Potables Industriales y de Desecho", 1° Edición. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México. 1971.

10. COUGHANOUER & KOPPEL; "Process Systems Analysis and Control". Editorial Mc Graw -Hill, New York. 1965.
11. GORCHEV, H. GALAL , OZOLINE, G. ; "Pautas de la O.M.S. sobre la calidad del Agua Potable" , . División de Higiene del Medio. O.M.S., Zurich-Suiza; 1982.
12. INGENIERIA TERMODINAMICA. Catálogo de Instrumentos de Medición y Control. 1996.
13. KEMMER, F:N;; MC CALLION, J.; "Manual Del Agua, Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones" Edit. Mc Graw Hill. Mexico D.F., 1982.
14. MONCADA C., NORMA ; "Diseño de una Planta de Recuperación de Agua a partir de las Descargas del Proceso de Tratamiento de Agua". Tesis para optarel Título de Ingeniero Químico; Universidad Nacional del Callao. 1985.
15. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (O.M.S) ; "Normas Internacionales para el Agua Potable" ,Ginebra-Suiza; 1972.
16. ORION AUTOMATION, "Curso de especialización PLC Básico". Lima, Perú. 1996.
17. PERRY, ROBERT H.; "Manual del Ingeniero Químico". 6° Edición (3° Edición en español). Edit. Mc Graw Hill. Tomo VI. 1992.
18. WEBER, W.J. ;"Control de Calidad del Agua. Procesos Físicoquímicos". Editorial Reverté S.A. .Barcelona, España. 1979.

GLOSARIO

A

Acceso secuencial _ Modo de acceso en el cual los registros puede leerse desde, escribirse a, o borrarse de un archivo en el orden lógico de los registros en el archivo.

ACE _ Error de Control de Área.

AGC _ Control Automático de Generación.

Alarma _ Un mensaje audio/visual en una consola/terminal que alerta al operador acerca de un evento operacional que afecta los recursos de la red o los datos del programa de aplicación.

Alimentador _ Colección de cables de distribución, interruptores, y otros dispositivos que transmiten electricidad desde las subestaciones a los transformadores de distribución o a servicios de alta tensión. Un alimentador se maneja como una unidad completa.

Almacenar _ En contraste con la memoria, guardar información en dispositivos físicos como discos o cintas.

American National Standard Code for information Interchange - ASCII - Código desarrollado por ANSI para el intercambio de datos entre los sistemas de procesamiento de datos, los sistemas de comunicaciones de datos, y el equipo asociado. El conjunto de caracteres ASCII consiste de 7 u 8 bits, caracteres de control y caracteres simbólicos.

American National Standard Institute - ANSI - Una organización respaldada por Computer and Business Equipment Manufacturers Association por medio de la cual organizaciones acreditadas crean u mantienen estándares industriales.

APHA _ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (ASOCIACION AMERICANA DE SALUD PUBLICA).

Archivo _ Colección de datos conexos que se almacenan y recuperan mediante un nombre dado.

Archivo de Arranque (Boot File) _ Un archivo que contiene el juego básico de programas de computador que se carga en un procesador cuando los pedidos del procesador son cargados. Un archivo de arranque lleva a un procesador a un estado operacional básico.

Arranque manual _ Proceso que establece el/los subsistema(s) completos de computador y los dispositivos restantes de la configuración del EMS en un estado deseado.

Arrastre (Drag) _ Un tipo de interacción de usuario en el cual un botón del ratón (*mouse*) se mantiene presionado mientras éste se traslada.

Atributo _ Una variable de un objeto usado para establecer información del estado del objeto. Los objetos tienen un conjunto de atributos.

AWWA _ AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (ASOCIACION AMERICANA DE TRABAJOS DE AGUA).

B

Bandera de Libranza (Tag) _ Etiqueta o rótulo colocado a un dispositivo que indica una restricción operativa de éste.

Base de Datos _ Colección de datos correlacionados almacenados con redundancia controlada para servir a una o más aplicaciones. Los datos se almacenan para que sean independientes de los programas en los cuales se utilicen.

Base de Datos Relacional _ Estructura de datos donde todos los datos se perciben por parte de los usuarios como tablas, y todas las operaciones de consulta crean nuevas tablas a partir de las anteriores.

Bus _ Un arreglo de hardware en el cual los componentes de almacenamiento y procesadores se adjuntan al medio compartido de transmisión.

C

Cache _ Un almacenamiento de memoria intermedia (*buffer*) que contiene instrucciones o datos frecuentemente accedidos.

Canal _ Enlace físico o trayectoria lógica entre un dispositivo y un computador central en red o entre dos dispositivos.

CCO _ Centro de Coordinación de Operación.

Checkpoints _ Puntos de comprobación.

Cliente _ Un sistema que es dependiente de un servidor, el cual le proporciona programas y/o acceso a datos.

Comunicaciones _ Transmisión de datos según un protocolo entre computadores o dispositivos remotos.

Compilador _ Un programa que traduce instrucciones escritas en lenguaje de alto nivel en instrucciones de computador.

Configuración _ Proceso por medio del cual se coordinan diversos recursos relacionados con computadores. Para un EMS, diversos tipos de actividades de configuración se ejecutan :

1. Configuración de la red, por medio del cual los computadores centrales con periféricos, terminales, consolas, dispositivos de registro de unidad, y otros componentes del sistema se interconectan en una red mediante la utilización de unidades funcionales y medios apropiados de comunicaciones.
2. Creación de archivos de configuración, por medio del cual los componentes de la red se identifican / describen y la información se coloca en archivos en estaciones de trabajo.
3. Configuración de los programas de computador, por medio del cual las estaciones de trabajo deciden que programa operativo ejecutar en cada procesador específico.

Configuración Lógica _ Proceso de asignar nombres y valores y establecer variables a lo largo del EMS con el fin de definir elementos de la red (terminales, líneas, soluciones de red, gateways, y otros elementos), para que todos los elementos de la red sigan un esquema de nombres y direcciones

uniformes. Después de la configuración lógica, los elementos de la red aceptan todos los datos y comandos dirigidos a o mediante sí mismos y rechazan los demás datos y comandos. También se conoce como definición de la red. Es diferente a la Configuración Física.

Consola _ La principal estación de despliegues del sistema operativo.

Consola Full-Graphics _ Consola gráfica que soporta despliegues a color en CRT mediante la utilización de pixels direccionados (más de 1.3 millones de puntos), lo cual proporciona alta resolución, imágenes que despliegan un arreglo casi ilimitado de las dinámicas operativas de la Planta de Tratamiento. Las opciones de visualización de despliegues incluyen *pan* y *zoom* con características *clutter/declutter*.

Consola Graphics _ Consola que contiene de uno a cuatro CRT's a color con un teclado o un raton estacionario (*trackball*) utilizado para controlar las funciones del EMS.

Contingencia _ Colección de una o más salidas simuladas por una función de aplicación con el fin de estudiar el efecto sobre el sistema de potencia.

CRT _ Tubo de Rayos Catódicos _ Un tubo al vacío en el cual un haz de electrones puede trasladarse para dibujar líneas o formar caracteres y símbolos en una pantalla.

D

Datos _ Representación de información en una forma apropiada para la comunicación, interpretación, o procesamiento por medios manuales o automáticos.

DBMS _ Sistema de Manejo de Base de Datos.

Declutter _ *Declutter* es un método utilizado en la presentación de despliegues *full graphics* por medio del cual se visualizan en pantalla los detalles menores según la ampliación del despliegue. Es opuesto a *Clutter*.

Defecto (Default) _ Valor que se utiliza cuando el operador no especifica ninguna alternativa.

Depuración (Debug) _ Detectar, localizar, y corregir errores en un programa.

Despacho Económico (DE) _ Distribución del total de los requisitos de generación entre fuentes alternativas para la optimización económica del sistema considerando los costos incrementales de generación y las pérdidas incrementales de transmisión

Diagnóstico en línea (on-line) _ Diagnósticos opcionales para una unidad funcional que pueden ser ejecutados mientras la unidad se conecta y opera como parte del sistema.

Display _ Dispositivo de salida del computador sobre el cual se despliega información visual.

Dispositivo _ Máquina eléctrica o electrónica diseñada para un propósito específico y que se conecta a un computador, como una impresora, un trazador (*plotter*), o unidades de disco.

Dispositivo de Registro de Unidades _ Un mecanismo que produce una salida impresa (por ejemplo una impresora de línea) cuya unidad de entrada/salida corresponde a un registro lógico en un computador conectado a la red.

Dispositivos Locales de Entrada/Salida _ Equipo conectado a la Entrada/Salida local; típicamente, tableros mímicos, grabadoras, y circuitos locales de adquisición de datos local y control.

DOS _ Sistema Operativo de Disco.

E

EIA _ *Electronics Industries Association.*

En línea (On-line) _ Se controla directamente o se comunica con el computador

Enlace _ Un enlace es :

1. Trayectoria de comunicaciones entre dos procesadores; también llamada línea, canal o circuito.
2. Definición que asocia una tecla funcional o ítem de datos con un despliegue. La **máscara** estática y todos los enlaces a datos estáticos y dinámicos definen un despliegue. Los enlaces se almacenan en un archivo de despliegues.

Enlace de Datos _ Un enlace de datos es:

1. Un ensamble de dos o más instalaciones de terminal y la línea de interconexión, que opera según un método particular con el fin de permitir intercambiar información.
2. Un método de verificación de errores de comunicación entre procesadores en un medio físico. El protocolo de enlace de datos construye mensajes para la transmisión. Se verifica la integridad de los mensajes recibidos. El enlace de datos dirige el acceso y usa el medio con el fin de asegurar una secuencia apropiada de los datos transmitidos.

EPRI _ *Electric Power Research Institute.*

EEPROM _ Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente.

EPROM _ Memoria de Sólo Lectura Borrable/Programable.

Equipo de Cinta Magnética - Equipo de almacenamiento masivo que consiste de un controlador o adaptador de cinta y unas unidades de carrete para almacenar datos en cintas magnéticas. La cinta magnética se utiliza para cargar inicialmente programas de computador y archivar datos históricos.

EROM - Memoria de Sólo Lectura Borrable.

Estación de Trabajo (Workstation) _ Un dispositivo en el cual un individuo puede transmitir información hacia, o recibir información desde, un computador con el propósito de ejecutar una tarea.

Estado _ Posición de un interruptor (*switch*). Estado binario de un objeto.

Ethernet _ Red de Área Local - LAN - de banda base de 10 megabits (Mb) que utiliza el protocolo CSMA / CD.

F

Failover _ Iniciación automática de las funciones primarias en un procesador secundario.

FAT _ Prueba de Aceptación en Fábrica.

FEP _ Procesador Frontal (*Front - End*).

Firmware _ Microcódigo contenido en ROM. Ejemplos de *firmware* son los diagnósticos *on-board* y el lanzamiento automático (*bootstrap*).

Fuente (Font) _ Familia o cadena de caracteres de un tamaño y estilo determinado.

Fuera de línea (Off-line) _ Ni se controla directamente, ni se comunica con el computador.

G

Generación _ En asociación con el manejo de la base de datos, la generación es la combinación de la asignación y llenado de los datos del tiempo de ejecución.

H

Hardcopies _ Copias impresas.

Hardware _ Los componentes físicos de un sistema de computador.

Host _ Un computador conectado a una red.

I

I/O _ Entrada/Salida.

Icono _ Un cuadro o representación gráfica de un objeto en una pantalla de despliegues.

IDENTIFICACION - ID - _ Identificación.

IEEE _ *Institute of Electrical and Electronic Engineers*.

Impresoras _ Dispositivos de salida para copia en papel que ejecutan diversas tareas de impresión en el EMS (Impresión del sistema, impresión de registros, impresión de alarmas, y registro de despliegues). Un EMS puede incluir varios tipos de impresoras (línea, banda, matriz, láser, o inyección de tinta) para ejecutar estas tareas.

Instrucción _ Una instrucción de programa que especifica una operación a ser ejecutada por el computador, junto con los valores o localizaciones de los operandos.

Interfase de Usuario _ El hardware y los programas de computador en el EMS que proporcionan la interfase entre los operadores (usualmente despachadores) y los programas de aplicación del EMS. La Interfase de Usuario consiste de unidades funcionales que incluyen consolas gráficas, impresoras y copiadoras de despliegues.

ISO _ *International Standards Organization* _ Un ente que normaliza bienes y servicios.

L

LAN _ Red de Area Local _ Red en la cual las comunicaciones se limitan a un área geográfica de tamaño moderado, como un edificio de oficinas, depósito, o ciudad universitaria.

Lenguaje C _ Un lenguaje de programación de propósito general, el cual es el lenguaje primario para el sistema operativo AIX.

Lenguaje Estructurado de Consulta - SQL - Lenguaje estándar para expresar mandos del sistema de manejo de la base de datos relacional para la manipulación y extracción de datos. El lenguaje Estructurado de Consulta (SQL) es un lenguaje estándar para construir consultas de datos.

Librería _ Archivo de datos que contiene copias de un número de archivos individuales e información de control que les permite ser accesada individualmente.

Local _ Dispositivo, archivo, o sistema que se accesa directamente desde su sistema, sin el uso de una línea de comunicaciones.

LTC _ Cambiador de Tomas (*Taps*) bajo carga; Gabinete de Terminación de la Línea.

M

Memoria _ Almacenamiento en memoria electrónica como memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM) o registros.

Mensaje de Registros (Log Message) _ Mensaje escrito en un archivo permanente que describe un evento operativo en los recursos de la red o programas de aplicación.

Menú _ Conjunto de opciones de selección. El usuario puede seleccionar cualquier opción mediante una operación de "señalar y hacer *click*". Las opciones pueden ser representadas por un texto o icono.

Menú Pop-up _ Menú que "aparece" y desaparece en pantalla con base en alguna acción del usuario. Una acción del usuario puede ser un comando de teclado, hacer *click* con el ratón (*mouse*) o mover el cursor a una determinada localización de la pantalla.

Menú Pull-down _ Menú que puede "desplegarse" en pantalla haciendo *click* sobre el título del menú. Cuando el menú no se "despliega", sólo el título es visible en la pantalla.

Mensaje _ Paquete de información que se intercambia entre procesos y entre aplicaciones/ herramientas para lograr comunicación y control entre procesos y entre aplicaciones/herramientas.

Modem _ Dispositivo que convierte datos del computador en señales que pueden transmitirse a una línea de comunicaciones y convierte la señal recibida en datos para el computador.

Modo de Mantenimiento _ Un estado en el cual puede atenderse un producto o sistema.

Modo programador _ Terminal de despliegues diseñado para el uso por parte de programadores con el fin de ejecutar mantenimiento al sistema.

MTBF _ Tiempo Promedio entre Fallas.

MTTR _ Tiempo Promedio para Reparación.

N

NEMA _ *National Electric Manufacturers Association.*

Nodo _ Punto final de un enlace o empalme común a dos o más enlaces en una red. Los nodos pueden ser procesadores centrales (*host*), controladores de comunicación, o terminales. Los nodos pueden variar en cuanto a encaminamiento (*routing*) y otras capacidades funcionales.

O

OEM _ *Original Equipment Manufacturer*

OPF _ *Optimal Power Flow* - Flujo de Cargas Óptimo.

OSF _ *Open System Foundation.*

OSF/MOTIF _ Estándar internacional de interface de Hombre-Máquina interactiva y totalmente gráfica.

OSI - Open Systems Interconnection _ Interconexión de sistemas abiertos según los estándares específicos ISO.

P

Paging _ Acción de transferir páginas entre el almacenamiento real y el almacenamiento auxiliar.

Pan _ Proceso de cambiar la porción de la definición del despliegue que se muestra en un *viewport* en una consola *full graphics*.

Password _ Cadena de caracteres conocida únicamente por el usuario y el sistema, que se utiliza para impedir el acceso no autorizado al sistema.

PC _ Computador personal.

Pixel _ Elemento rectangular de dibujo.

POSIX _ Interface de Sistema Operativo Portable.

PreFAT _ Pre-Prueba de Aceptación en Fábrica.

Primario _ Estado con respecto al equipo que tiene control de funciones en tiempo real.

Procesamiento Batch _ Método de procesamiento en el cual un programa o programas corren con pocas o ninguna acción del operador según un proceso de *background*.

Procesamiento Cliente/Servidor _ Procesamiento que utiliza dos sistemas. Un sistema solicita servicio y el segundo lo proporciona. El sistema solicitante es el cliente y el sistema proveedor es el servidor.

Proceso _ Estado actual de un programa que está en ejecución. Esto incluye una imagen de memoria, los datos del programa, los valores generales del registrador y el estado de los archivos abiertos.

Programa _ Secuencia de instrucciones y datos apropiados para el procesamiento por parte de un computador.

Prompt _ Solicitud de información o acción de usuario desplegada.

Protocolo _ Conjunto de reglas semánticas y de sintaxis que determinan el comportamiento de las unidades funcionales con las cuales logran comunicarse.

Puente (Bridge) _ Una unidad funcional que conecta dos redes de área local -LAN- que utilizan el mismo protocolo de enlace.

Puerto _ Conexión física mediante la cual se transfieren datos. Cada puerto se numera y soporta una sola línea de comunicación.

Punto de captura (Pokepoint) _ Un punto de captura es :

1. Área en la pantalla de despliegues del CRT, comúnmente definida por un cuadrado pequeño, por medio del cual un operador puede escoger un ítem mediante el posicionamiento del cursor en el punto de captura y presionando una tecla apropiada.
2. Posición de carácter o campo en un despliegue de CRT enlazado con el generador de despliegues en línea a una tarea de aplicación que se está ejecutando cuando un operador posiciona el *cursor* en el carácter o campo y pulsa una tecla apropiada.

Punto flotante _ Forma de representar números reales. La representación de punto flotante es útil para describir números muy pequeños o muy grandes.

R

Raíz (Root) _ El nombre del usuario para el usuario del sistema con autoridad sin restricción.

RAM _ Memoria de Acceso Aleatorio.

Rate Cero _ Límite inferior de medida.

Rate of change _ Variación súbita de medida.

Ratón (Mouse) _ Apuntador de "mano" que un usuario opera mediante movimientos en una superficie plana. Le permite al usuario seleccionar objetos y acciones mediante la presión de botones.

RDBMS _ Sistema de manejo de Bases de Datos Relacionales.

Rearranque _ Reiniciación automática de las funciones en el procesador de aplicación.

Red _ Colección de los productos de procesamiento de datos conectados por líneas de comunicación para el intercambio de información entre localizaciones.

Redundancia _ Multiplicidad de trayectorias entre los recursos relacionados con el computador que residen en una red, dando como resultado un aumento en la confiabilidad de la comunicación.

Reemplazo manual _ Reemplazar un valor SCADA analógico o digital con un valor entrado por el operador. Sin considerar el valor SCADA, se coloca el punto bajo control de actualización manual del operador y no se actualiza por valores teledados.

Registrador (Logger) _ Impresora utilizada para copiar en papel la grabación de alarmas, mensajes del sistema y reportes.

Registrar (Logging) _ Proceso de emitir mensajes para la actividad de la red y los programas de aplicación y grabar los mensajes en un archivo de registro (*Log File*)

Registro (Record) _ Almacenamiento de información tratado como una unidad.

Remoto _ Sistema, archivo, o dispositivo que se accesa mediante una línea de comunicación.

Respaldo (Backup) _ Copiar información, usualmente en un *diskette* o cinta, con el fin de conservarla.

Restricción _ Las restricciones son reglas y regulaciones que orientan o restringen la operación de la red.

RISC _ *Reduced Instruction Set Computer*.

ROM _ Memoria de Sólo lectura; memoria utilizada para almacenar microprogramación (*firmware*).

RTU _ Unidad Terminal Remota; una RTU es un gabinete del SCADA que proporciona pistas lógicas para montar interfaces con los dispositivos de la Planta de Tratamiento. Normalmente, una RTU se localiza remotamente y se enlaza al Subsistema de Adquisición de Datos y Control del SCADA mediante líneas de comunicación. Su función básica es informar el estado del dispositivo y ejecutar operaciones de control del mismo bajo la dirección del SCADA.

S

Salida (Outage) _ Pérdida de una componente del equipo de Planta de Tratamiento de Agua como parte de un evento de contingencia.

SCADA _ Control Supervisorio y Adquisición de Datos; SCADA se refiere a los datos teledados de las unidades terminales remotas (RTU's), derivados de tales datos y mantenidos en las áreas organizadas en la estación/punto de los datos en línea (*on - line*).

SCCS _ Sistema de Control, Cómputo y Supervisión.

Secundario _ Estado con respecto al equipo auxiliar capaz de asumir funciones de tiempo real.

Seguridad _ Protección de datos, operaciones del sistema, y dispositivos contra daños o exposiciones accidentales o intencionales.

Servidor _ Sistema que contiene datos, archivos o programas que el cliente lee.

Shell _ Interfase de programas de computador entre un usuario y el sistema operativo de un computador.

Símbolo _ Figura pequeña dibujada con gráficas vectoriales y patrones de llenado (*fill patterns*) que representa elementos de la Planta de Tratamiento.

Sistema _ El computador y sus programas y dispositivos asociados.

SISTEMA _ Se refiere al hardware y programas de computador (*software*) del sistema de control de tiempo real del Centro de Coordinación de Operación (CCO).

Sistema Operativo _ Programa de computador que supervisa y coordina la operación del hardware del sistema de computación y la ejecución del programa de computador del usuario y el sistema.

Snapshot _ Capturar y archivar en almacenamiento masivo los datos que se han definido en las áreas de datos de contorno (*outline*).

Socket _ Punto final de comunicación accesible mediante un mecanismo de direccionamiento de la familia de protocolo.

SOE _ Secuencia de Eventos; el SOE se refiere a eventos operativos ordenados según el momento de ocurrencia. Los programas de aplicación del EMS producen informes que listan y describen estos eventos.

Software _ Programas, procedimientos, reglas y toda documentación asociada que permite la operación de un sistema de computador.

SQL _ Comandos de interface con base de datos relacional.

Subsistema _ Un subsistema es:

1. Agrupación lógica de hardware y programas de computador que ejecutan funciones determinadas en el EMS (por ejemplo, el Subsistema de Adquisición de Datos y Control, etc).
2. Uno o más programas de aplicación que ejecutan operaciones específicas para proporcionar una función específica requerida por el EMS.

Subsistema Local de Entrada/Salida _ En hardware y programas de computador en el EMS que manejan diversos tipos y cantidades de entradas y salidas locales digitales y analógicas.

T

TAG _ Marca de calidad de un componente.

Tarea _ Es un proceso y los procedimientos que se ejecutan dentro de éste.

TCP/IP _ Ver Protocolo para Control de la Transmisión/Protocolo Internet.

Teclado _ Dispositivo de entrada que consiste en diversas teclas que permiten al usuario entrar datos, controlar el cursor e indicar ubicaciones, y controlar el diálogo entre el usuario y la estación de trabajo.

Tendencia _ Un registro del estado o el valor de un ítem de datos como una función del tiempo.

Terminal _ Dispositivo, usualmente equipado de un teclado y un monitor, capacitado para enviar y recibir datos a través de una línea de comunicaciones.

Topología _ La disposición física y las relaciones de nodos interconectados y líneas en una red de control de proceso.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) _ Conjunto de protocolos y servicios de usuario final que permite la conexión a redes LAN y WAN.

Transacción _ Es una unidad lógica de trabajo dentro de una base de datos relacional. Una transacción no es normalmente una operación sencilla en una base de datos, sino una secuencia de diferentes operaciones que transforman un estado consistente de la base de datos en otro estado consistente sin necesariamente conservar la consistencia de los puntos intermedios.