

CARTA SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Tunja, Febrero 08 de 2005

Señores:

Universidad Santo Tomas

Facultad de Ingeniería Electrónica

Ciudad

Autorizamos a los usuarios interesados para consultar y reproducir parcialmente o totalmente y sólo con fines académicos, el contenido del trabajo de grado titulado **ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE MONITOREO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LAS UNIDADES II Y III DE TERMOPAIPA.** Elaborado por los estudiantes **DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ** y **RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA** como requisito para optar al título **INGENIERO ELECTRONICO.**

Siempre y cuando se haga la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.

Nombre	Documento de identidad	Firma
DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ.	C.C. 40'049.177 DE TUNJA	
RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA	C.C. 7'182.720 DE TUNJA	

FEBRERO 08 DE 2005



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
TUNJA

RESUMEN TRABAJO DE GRADO
INGENIERÍA
ELECTRONICA

AUTORES:

APELLIDOS	NOMBRES	E-MAIL
MONTAÑEZ LOPEZ	DIANA CAROLINA	Dicamolo@hotmail.com
MOTTA GARCIA	RAMON EDUARDO	Mottas2001@yahoo.es

Título del trabajo de grado:

**ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE
DEL SISTEMA DE MONITOREO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LAS UNIDADES II Y III DE TERMOPAIPA.**

Información general del trabajo		
ciudad TUNJA	País COLOMBIA	Fecha de elaboración AÑO 2004
Universidad UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	Facultad INGENIERÍA	Programa INGENIERÍA ELECTRONICA
Espacio ocupado en disco	Tipo de Ilustraciones DIAGRAMAS DE FLUJO, TABLAS, FOTOGRAFÍAS	
Material anexo PLANOS , CD		

Título a obtener: **INGENIERO ELECTRONICO**

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE DEL
SISTEMA DE MONITOREO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE LAS UNIDADES II Y III DE TERMOPAIPA

0 8 7 9

DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ
RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA
TUNJA
2005

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE DEL
SISTEMA DE MONITOREO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE LAS UNIDADES II Y III DE TERMOPAIPA

DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ
RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA

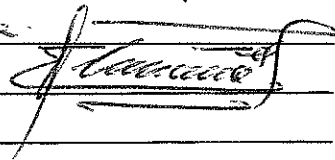
Trabajo de grado para optar al título de:
Ingeniero Electrónico

Coordinador
ING. JOSÉ ALEJANDRO CARRILLO LÓPEZ
Jefe de servicios Técnicos y Unidad de Medio ambiente

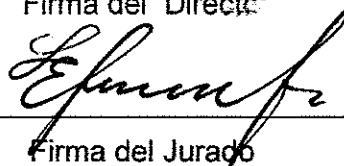
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA
TUNJA
2005

Nota de aceptación:

Elatado el seguimiento
de la posarita y analizado
el contenido de la monografía
se genera la correspondiente
aceptación.



Firma del Director



Firma del Jurado

Firma del Jurado

Este trabajo es responsabilidad única
Y exclusiva de sus autores

Tunja, Febrero de 2005

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD:

Padre **FAUSTINO CORCHUELO O.P.**

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:

Padre **CARLOS ARIEL BETANCOURT O.P.**

VICERRECTOR ACADÉMICO:

Padre **SAMUEL ELÍAS FORERO O.P.**

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA:

Ing. ADOLFO AVILA BARON

***A Dios,
A nuestros Padres.***

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa de Energía de Boyacá S.A. EPS

Dr. Rosevelt Mesa Martínez, Presidente de la EBSA, por brindarnos la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas académicas.

José Alejandro Carrillo López, Ingeniero Electromecánico, Jefe de Servicios Técnicos y Unidad de Medio Ambiente, Coordinador del Proyecto, por su dirección y su valiosa colaboración.

Todos los demás miembros de la Central Termoeléctrica de Paipa, por sus apreciables orientaciones.

A la Universidad Santo Tomas

Oscar Eduardo Umaña, Ingeniero electrónico, por su incondicional y constante asesoría. Miembros del cuerpo docente de la Universidad Santo Tomas, Facultad de Ingeniería Electrónica.

A todas aquellas personas que nos orientaron en la consecución de este proyecto, especialmente a Pompilio Hernández, Jefe de Instrumentos Termopaipa, por su incondicional colaboración.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
JUSTIFICACION	2
OBJETIVOS	3
1. CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE PAIPA	4
1.1. GENERALIDADES	4
2. NOCIONES FUNDAMENTALES	6
2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA CENTRAL TERMOELECTRICA DE PAIPA EN CONTROL E INSTRUMENTACION DE LA PLANTA DESMINERALIZADORA	6
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESMINERALIZACIÓN PARA LAS UNIDADES I, II Y III	7
2.2.1 Coagulación	8
2.2.2 Filtrado	9
2.2.3 Torre de remoción de gas	11
2.2.4 Torre de resina de intercambio aniónico	12
2.2.5 Torre pulidora de lecho mixto	13
3. PLANTEAMIENTO DEL CONTROL EN LA PLANTA DE AGUA DESMINERALIZADA.	14

3.1. SISTEMA DE DESMINERALIZACIÓN DE AGUA	14
3.2 OBSERVACIONES	17
3.2.1 Pozo de agua decantada	17
3.2.2 Pozo de agua filtrada	17
3.2.3 Tanque de agua desmineralizada	17
3.2.4 Pozo de neutralización	17
3.2.5 Tanque de ácido clorhídrico	17
3.2.6 Tanque de preparación de soda cáustica	17
3.2.7 Tanque de soda cáustica	17
 4. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE	 19
LA PLANTA DE AGUA DESMINERALIZADA	
4.1 Verificación del Estado de los Instrumentos existentes en las Plantas	19
4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS	20
5. ESPECIFICACIONES PARA LOS PROVEEDORES	22
5.1 ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS Y MATERIALES	25
5.2 ESPECIFICACIONES DE FLANCHADOS, CONEXIONES Y	26
TANQUES DE LAS PLANTAS DE AGUA DESMINERALIZADA	
5.2.1 Especificaciones unidad III	26
5.2.1.1 Tanques Unidad III	31
5.2.1.2 Manómetros De Presión Diferencial.	32
5.2.1.3 Tanque de agua desmineralizada unidad III	33
5.2.2 Especificaciones unidad II	34

5.2.2.1 Tanques unidad II	37
5.2.2.2 Manómetros de presión diferencial	39
5.2.2.3 Tanque de agua desmineralizada unidad II	40
5.3 LOCALIZACION DE SENSORES RESPECTO A POSICIONAMIENTO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO	41
5.3.1 Localización De Sensores Para La Instrumentación de la planta de tratamiento de agua desmineralizada III	41
5.3.1.1 Tanque De Coagulación	41
5.3.1.2 Pozo De Agua Decantada	41
5.3.1.3 Filtros De Arena	41
5.3.1.4 Pozo De Agua Filtrada	41
5.3.1.5 Filtros De Carbón Activado	42
5.3.1.6 Torres cationicas	42
5.3.1.7 Tanque De Ácido Clorhídrico	42
5.3.1.8 Desgasificador:	42
5.3.1.9 Pozo De Neutralización	42
5.3.1.10 Tanque De Soda Cáustica	43
5.3.1.11 Torres Aniónicas	43
5.3.1.12 Lechos Mixtos	43
5.3.1.13 Tanque De Agua Desmineralizada	43
5.3.1.14 Tanque De Preparación De Soda Cáustica	43
5.3.2 Localización de sensores para la instrumentación plantas de tratamiento de agua desmineralizada II	44
5.3.2.1 Tanque De Coagulación	44
5.3.2.2 Pozo De Agua Decantada	44
5.3.2.3 Filtros De Arena:	44
5.3.2.4 Pozo De Agua Filtrada	44
5.3.2.5 Filtros De Carbón Activado	45

5.3.2.6 Torres Cationicas	45
5.3.2.7 Tanque De Ácido Clorhídrico	45
5.3.2.8 Desgasificador	45
5.3.2.9 Pozo De Neutralización	45
5.3.2.10 Tanque De Soda Cáustica	46
5.3.2.11 Torres Aniónicas	46
5.3.2.12 Lechos Mixtos	46
5.3.2.13 Tanque De Agua Desmineralizada	46
5.3.2.14 Tanque De Preparación De Soda Cáustica	46
 6. REQUISICION	 47
 6.1 OBJETO DE LA REQUISICIÓN	 47
 6.2 ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS	 47
6.2.1 Sensores de nivel planta II	47
6.2.1.1 Tanque de coagulación	47
6.2.1.2 Tanque de soda cáustica	47
6.2.1.3 Pozo de neutralización	48
6.2.1.4 Tanque de agua desmineralizada	48
 6.2.2 Sensores de nivel planta III	 48
6.2.2.1 Tanque de coagulación	48
6.2.2.2 Pozo de agua coagulada	48
6.2.2.3 Tanque de agua filtrada	49
6.2.2.4 Tanque de soda cáustica	49
6.2.2.5 Tanque de ácido clorhídrico	49
6.2.2.6 Pozo de neutralización	49
6.2.2.7 Tanque de agua desmineralizada	49

6.2.3 Sensor/ controlador de pH	50
6.2.3.1 Indicador / controlador de pH	50
6.2.3.2 Electrodo pH	50
6.2.4 Sensor/ controlador de conductividad	50
6.2.4.1 Indicador / controlador de conductividad	51
6.2.4.2 Electrodo conductividad	51
6.2.5 Analizador de turbidez	51
6.2.5.1 Sensor de turbidez	51
6.2.5.2 Analizador de turbidez	51
6.2.6 Sensor de sílice	51
6.2.6.1 Sensor de sílice	52
6.2.6.2 Analizador de sílice	52
6.2.7 Sensor de temperatura	52
6.2.8 Analizador de CO ₂	52
6.2.8.1 Especificaciones mínimas de los analizadores de co ₂	52
6.2.9 Indicadores de flujo	52
6.2.9.1 Planta II	53
6.2.9.2 Planta III	53
6.2.9.3 Especificaciones mínimas de los indicadores de flujo	53
6.2.10 Indicadores de nivel alto y bajo	53
6.2.10.1 Planta II	54
6.2.10.2 Planta III	54
6.2.10.3 Especificaciones mínimas del indicador de nivel alto y bajo	54

7. DEFINICIÓN DE INSTRUMENTOS	55
7.1 SENSOR	55
7.2 TRASDUCTOR	55
7.3 TRANSMISORES	55
7.4 CONTROLADOR	56
7.5 INDICADORES O Y REGISTRADORES	56
7.6 Flujo Y Caudal	56
7.6.1 Medición de Flujo	56
7.6.2 Flujómetros tipo vortex	58
7.7 ROTAMETROS	60
7.7.1 Rotámetros	60
7.8 MEDICION DE NIVEL	61
7.8.1 Control De Nivel En Líquidos	61
7.8.2 Sensor De Nivel Tipo Ultrasonido	61
7.8.3 Sensor De Nivel Tipo Capacitivo	62
7.8.4 Sensor De Nivel Tipo Flotador	63
7.9 MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD	64
7.9.1 Analizadores De Conductividad	65
7.9.2 Sensor De Conductividad	65
7.10 MEDICION DE PH	66
7.10.1 Analizador De Ph	66
7.10.2 Electrodo de pH	66
7.11 MEDICION DE TURBIEDAD	67
7.11.1 Transmisor De Turbiedad	67
7.11.2 Sensor de turbidez	68

7.11.3 Limpieza Automática	68
7.12 MEDIDOR DE CO ₂	69
7.12.1 Transmisores De Co ₂	69
7.12.1.1 Especificaciones	69
7.13 CARACTERISTICAS ESTATICAS Y DINAMICAS DE LOS INSTRUMENTOS	71
7.13.1 CARACTERISTICAS ESTATICAS.	71
7.13.1.2 Resolución.	71
7.13.1.3 Sensibilidad	71
7.13.1.4 Linealidad.	72
7.13.1.5 Precisión.	72
7.13.1.6 Repetibilidad	72
7.13.1.7 Exactitud	72
7.13.1.8 Ruido.	73
7.13.2 CARACTERISTICAS DINAMICAS:	73
7.13.2.1 Respuesta en frecuencia.	74
7.13.2.2 Velocidad de respuesta	74
7.13.2.3 Respuesta frecuencia.	74
7.13.2.4 Estabilidad	74
8. TOMA DE MEDIDAS EN EL LABORATORIO	76

9. CONCEPTO TÉCNICO ECONOMICO	80
9.1 CONCEPTO JURIDICO:	80
9.1.1 INSTRUMENTOS Y CONTROLES S.A.	80
9.1.2 AUTOMATIZACIÓN LTDA	81
9.1.3 INVENSYS	81
9.1.4 SERVELEC	82
9.1.5 SENSOMATIC & CIA LTDA	82
9.2 CONCEPTO TÉCNICO ECONOMICO.	83
9.3 CRITERIO DE EVALUACIÓN	91
9.3.1 Precio de la Propuesta.	91
9.3.2 Plazo de Entrega.	91
9.4 CONCEPTO ECONÓMICO	93
10. DETECTOR DE PARTICULAS EN SUSPENSION	95
10.1 GENERALIDADES	95
10.2 PARTES BASICAS DEL ANALIZADOR DE PARTICULAS	96
10.3 CALIBRACION Y MANTENIMIENTO	100
10.4 CONEXIONES Y FUNCIONAMIENTO DE VISUALIZACION	102
11. VISITAS	105
11.1 VISITA DEL INGENIERO TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD	105
11.2 VISITA DE LOS PROVEEDORES	107
11.3 VISITA DE LOS PROVEEDORES INVITADOS A COTIZAR	108
11.4 VISITA XXV FERIA INTERNACIONAL EXPOSICIÓN INDUSTRIAL (CORFERIAS)	110

12. CONCLUSIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	113
ANEXOS	114

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Central Termoeléctrica de Paipa	5
Fotografía 2. Diagrama planta de tratamiento de agua desmineralizada	6
Fotografía 3. Tanque Coagulador	9
Fotografía 4. Filtros de arena	10
Fotografía 5. Torre de resina de intercambio cationico	10
Fotografía 6. Torre cationica.	11
Fotografía 7. Desgasificador de calcio y magnesio.	12
Fotografía 8. Torre Aniónica	12
Fotografía 9. Lecho mixto	13
Fotografía 10. Toma de Muestras en la Planta de tratamiento de Agua Desmineralizada.	76
Fotografía11. Calibración Instrumentos de Medida	77
Fotografía 12. Toma de datos del pH en el Laboratorio según las muestras obtenidas.	78
Fotografía13. Toma de datos de Conductividad en el Laboratorio según las muestras obtenidas.	78
Fotografía 14. Toma de datos de Sílice en el laboratorio según las muestras obtenidas	79
Fotografía15. Modulo fotorreceptor Interno	100
Fotografía 16. Modulo fotorreceptor Externo	101
Fotografía 17. Modulo fotorreceptor Interno	101
Fotografía 18. Cabina de monitoreo de gases	102

Fotografía 19. Vista posterior conexión tarjeta remota.	103
Fotografía 20. Ventana Analizador de Partículas MOD 300	103
Fotografía 21. Analizador de Partículas en servicio.	104
Fotografía 22. Visita técnica	107
Fotografía 23. Especificaciones visita técnica	108
Fotografía 24. Visita en planta de tratamiento	109

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo planta desmineralizadora de agua de la Central Termoeléctrica de Paipa	18
Figura 2: Funcionamiento flujometro Tipo Vortex	58
Figura 3 : Flujometro tipo Vortex	59
Figura 4 : Tipos de Rotametros	60
Figura 5: Sensor Tipo Ultrasónico	61
Figura 6: Sensor tipo Capacitivo	62
Figura 7: Sensor tipo Flotador	63
Figura 8: Sistema tipo Flotador para el control de bombas	64
Figura 9: Analizador de Conductividad	65
Figura 10: Sensor de Conductividad	66
Figura 11: Electrodo para la medición de pH.	67
Figura 12: Transmisor de turbiedad	68
Figura 13: Sensor de turbiedad	68
Figura 14: Sensor de Dióxido de Carbono (CO ₂)	70
Figura 15. Detector de partículas en suspensión	96
Figura 16: Partes internas del analizador	97
Figura 17: Partes externas del analizador	98
Figura 18: Frontal EP100A	99

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones Técnicas de los elementos de Control	19
Tabla 2. Especificaciones de la Instrumentación necesaria en la planta	22
Tabla 3. FIRMA SENSOMATIC & CIA LTDA	84
Tabla 4. FIRMA SENSOMATIC & CIA LTDA	85
Tabla 5. FIRMA SERVELEC LTDA.	87
Tabla 6. FIRMA SERVELEC LTDA	88
Tabla 7. FIRMA INVENSYS LTDA.	90
Tabla 8. Cuadro definitivo de cantidades y valores ajustados	94
Tabla 9. Partes internas del analizador	97
Tabla 10. Partes internas del analizador	98
Tabla 11. Partes internas del analizador	99

GLOSARIO

ALCALINIDAD la alcalinidad de una muestra de agua es su capacidad para reaccionar o neutralizar iones hidrógeno, (H^+), hasta un valor de pH igual a 4,5. La alcalinidad es causada principalmente por los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en forma de solución, y en menor grado por los boratos, fosfatos y silicatos, que puedan estar presentes en la muestra.

CLORUROS es la medida de la cantidad de cloruros presentes en el agua, se determina por titulación con nitrato de plata en presencia de un indicador específico y se expresa en ppm de $CaCO_3$.

CONDUCTIVIDAD es la medida de los iones disociados en el agua, se determina con el conductímetro y se expresa en $\mu s/cm^2$.

CONTROLADORES se encargan de comparar la medida controlada con la consigna establecida y como resultado de la comparación ejercen una acción correctora que permite que se iguale la medida a la consigna. El controlador puede recibir la señal de un elemento primario y procedente de un transmisor y/o convertidor. En muchos casos llevan también indicación de la variable medida.

CO_2 es la medida del anhídrido carbónico presente en el agua, se determina titulando la muestra con soda en presencia de un indicador específico y se expresa en ppm de $CaCO_3$.

DESMINERALIZACIÓN Utiliza una combinación de intercambiadores aniónicos y catiónicos. Existen varios tipos de sistemas basados en el tipo de resina usado en los intercambiadores. En uno de estos tipos generales (ácido fuerte, base fuerte), todos los cationes son reemplazados por iones hidrógeno (H^+) y todos los aniones son reemplazados por iones hidroxilo (OH^-). El resultado neto es el reemplazo de una sal iónica por una molécula de agua. Una aplicación común de los desmineralizadores es el agua de reposición de calderas a alta presión; otra es la preparación de agua de lavado para la fabricación de chips de computadoras.

DUREZA es la medida de las sales de calcio y magnesio, se determina por titulación con EDTA en presencia de un indicador específico y se expresa en ppm de $CaCO_3$.

INDICADORES Disponen de un índice y una escala graduada en la que se puede medir el valor de la variable. La indicación también puede ser numérica.

INSTRUMENTACION es el conocimiento de la correcta aplicación de los equipos encaminados para apoyar al usuario en la medición, regulación, observación, transformación y ofrecimiento de seguridad, etc., de una variable dada en un proceso productivo.

MATERIA ORGANICA es la medida de las sustancias orgánicas presentes en el agua, se determina mediante oxidación con permanganato de potasio y se expresa en ppm de O_2 .

PH es la medida del grado de acidez o basicidad del agua, se determina midiendo el potencial electroquímico de la solución con el pHmetro y se expresa en pH.

SILICE se determina con medida espectrofotométrica, se expresa en ppm de SiO_2 .

TRANSMISORES Instrumentos que captan la variable del proceso con el elemento primario y convierten la señal entregada por éste en otra señal normalizada, apta para ser transmitida a distancia. Esta señal suele ser neumática, dentro del margen de 3-15 psi, ó eléctrica entre 1-5 mV, ó electrónica 4-20 mA. Con frecuencia el elemento primario y el transmisor forman una misma unidad.

TURBIDEZ es la medida de las partículas suspendidas en el agua, si la cantidad de partículas suspendidas es poca se determina con un espectrofotómetro, la turbidez se expresa en ppm de SiO_2 .

RESUMEN

Como objetivo primordial se pretende realizar el estudio Técnico-Económico para el Suministro y montaje del sistema de monitoreo para el mejoramiento de las plantas de tratamiento de agua desmineralizada de las unidades I, II y III de la Central Termoeléctrica de Paipa, como alternativa para optimizar el consumo de recursos químicos y económicos, garantizando el funcionamiento puntual del proceso, monitoreo continuo, registro de datos numéricos precisos, respuesta confiable e inmediata y disminución de emisiones contaminantes en los vertimientos líquidos al disminuir la periodicidad de los análisis en las muestras.

El estudio implica realizar una estrategia de optimización y/o actualización del sistema de monitoreo para el tratamiento y análisis químico del circuito de agua que va hacia caldera, soportándolo en el sistema existente, sustituyendo principalmente los dispositivos que tienen prolongado tiempo de servicio.

Inicialmente es necesario evaluar el proceso de tratamiento para desmineralización así como el estado actual de los instrumentos de medida, con el fin de elaborar un diagnóstico, el cual permita actualizar el sistema de monitoreo, obteniendo un proceso más eficiente y con las normas reglamentarias para la generación de energía.

Mediante la colaboración del ingeniero químico de la planta se conocen los diferentes fluidos que intervienen en el proceso, los puntos de conexión y los elementos que lo constituyen; además de la ayuda brindada por el área eléctrica que permite las facilidades de acceso tanto de suministros de tensión, localización, entre otros.

Posteriormente se realiza un estudio técnico que permite en su primera fase evaluar los posibles proveedores de suministros, la obtención de catálogos, y especificaciones técnicas con el fin de determinar las características de los instrumentos que ofrecen, ante la opción de que los proveedores hagan una visita a la planta con la cual se pretende recibir una opinión personalizada de acuerdo al proceso en cuestión.

Después se realiza la solicitud de envío de cotizaciones para entrar en el proceso de licitación, el cual se aplica para los posibles proveedores; luego se estudian las propuestas, garantías y facilidades de capacitación en el manejo, escogiendo, por último, el más adecuado para los requerimientos.

Con la actualización del sistema de monitoreo se abre la posibilidad de tener como proyecto a futuro el diseño y la construcción de un tablero de control donde se realicen las mediciones tanto locales como remotas, debido a que la empresa pretende automatizar la unidad III y a su vez las plantas desmineralizadoras dependiendo del capital y de las facilidades en las instalaciones.

Se proyecta un sistema comandado a través de PLC's, protocolos de comunicaciones, o registradores multifuncionales, en donde estén programadas e integradas las funciones de acción y control químico del proceso de tratamiento de desmineralización de agua para calderas.

INTRODUCCIÓN

La planta ha venido mejorando algunos sistemas de operación en sus tres unidades de generación, para lo cual ha integrado distintas áreas laborales, aumentando el desempeño del conjunto. El presente proyecto no es la excepción, puesto que se requiere optimizar el sistema de monitoreo de las plantas de tratamiento de la Central, realizando un estudio previo que es la finalidad del presente trabajo.

Actualmente ni una persona, ni un grupo de ellas, son capaces de realizar tareas que conlleven demasiado tiempo para obtener resultados rápidos aún cuando se ponga el mayor empeño en sus actividades, es por ello que surgen sistemas mas avanzados los cuales permiten que las labores se realicen en menor tiempo y optimizando los procesos. Los dispositivos electrónicos actuales permiten controlar varios sistemas localmente, o, a distancia con la simple inserción de datos a su estructura, en tal configuración que realizarán sus acciones en un intervalo de tiempo establecido, con determinadas características, con cierta preponderancia, y jerarquía, etc. Pero no sólo se puede realizar una o varias tareas, también se puede inferir en la recopilación de datos e información para saber cómo se está llevando a cabo un proceso, esto se realiza con dispositivos sensitivos que se colocan en el lugar donde se dan las acciones y transmiten el valor medido al dispositivo de control establecido.

JUSTIFICACION

Esta planta posee muchas deficiencias debido a que tiene mas de 20 años en funcionamiento, por lo tanto, presenta varios elementos en mal estado ya sean del proceso de control o del sistema de medición; para esto es necesario realizar un mantenimiento periódico o sustituir la mayoría de los elementos.

Para realizar la toma de medidas no hay ningún sistema óptimo y no existen instrumentos que realicen las medidas apropiadas para que el proceso sea eficiente, por el contrario estas son realizadas por los mismos operarios para ser enviadas al laboratorio, lo que causa un retraso considerable en los procesos, o, en la mayoría, de los casos que se realicen lecturas erróneas.

Estos procesos de medición hacen que se pierda eficiencia, y además, que se necesite un operador humano que haga estas labores, ya que este trabajo debe realizarse continuamente. Por otra parte, en el laboratorio se demora aproximadamente 15 minutos mientras se añaden los componentes a las soluciones, y se hace la medición en los aparatos correspondientes. Esto cambiaría si hubiese aparatos de medición locales, como los que se propone ubicar en cada una de las etapas de las plantas.

OBJETIVOS

GENERAL:

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA DESMINERALIZADA DE LAS UNIDADES I, II Y III DE TERMOPAIPA.

ESPECÍFICOS:

1. Conocer el proceso de desmineralización en la central de generación eléctrica.
2. Realizar un estudio sobre los instrumentos de medición disponibles para un sistema de tratamiento de aguas.
3. Revisión y verificación de la eficiencia de los instrumentos existentes en las plantas.
4. Digitalizar la localización de los nuevos instrumentos de control de las plantas I, II y III de agua desmineralizada.
5. Elaborar la requisición para la compra de los elementos necesarios para las plantas de tratamiento.
6. Redactar los términos de referencia de la invitación a cotizar para la adquisición de los instrumentos.
7. Coordinar las diferentes visitas por parte de proveedores afines al proyecto.

1. CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE PAIPA

1.1. GENERALIDADES

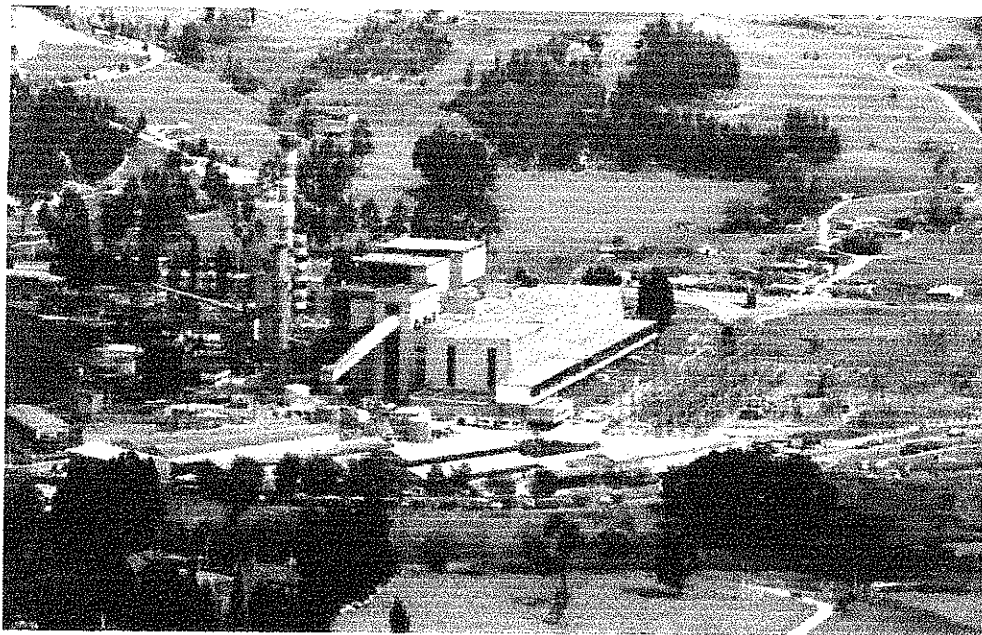
Una central térmica (*ver fotografía 1*), es el conjunto de instalaciones, donde se aprovecha la energía calorífica contenida en un combustible, para luego producir energía eléctrica. El grupo termoelectrico está compuesto básicamente por un generador de vapor o caldera, donde usando el calor producido por el Fuel-Oil, ACPM ó Carbón mineral, que calienta una determinada cantidad de agua hasta vaporizarla, una Turbina encargada de transformar la energía mecánica de rotación, todo ello operando en lo que se denomina CICLO RANKINE TIPO REGENERATIVO; un Alternador que es el encargado de transformar la energía mecánica que es transmitida por la turbina en energía eléctrica, y por último se tiene la Subestación con sus respectivos transformadores, disyuntores, seccionadores, etc. , es aquí donde se realizan las diferentes maniobras para distribuir esta energía ya sea a la ciudades, empresas, etc.

La central esta interconectada al sistema eléctrico nacional a través de una subestación de 220 Kv y tiene su red de distribución local por líneas de 115 Kv.

El carbón necesario para la generación es suministrado por la minería del Departamento de Boyacá en la zona comprendida entre Samacá, Corredor industrial (Paipa-Duitama-Sogamoso) y Paz del Río. Actualmente los mineros están asociados en cooperativas y éstas a la vez están vinculadas con un ente departamental: "Carbones de Boyacá".

También existe un grupo de proveedores particulares no asociados.

Fotografía 1. Central Termoeléctrica de Paipa

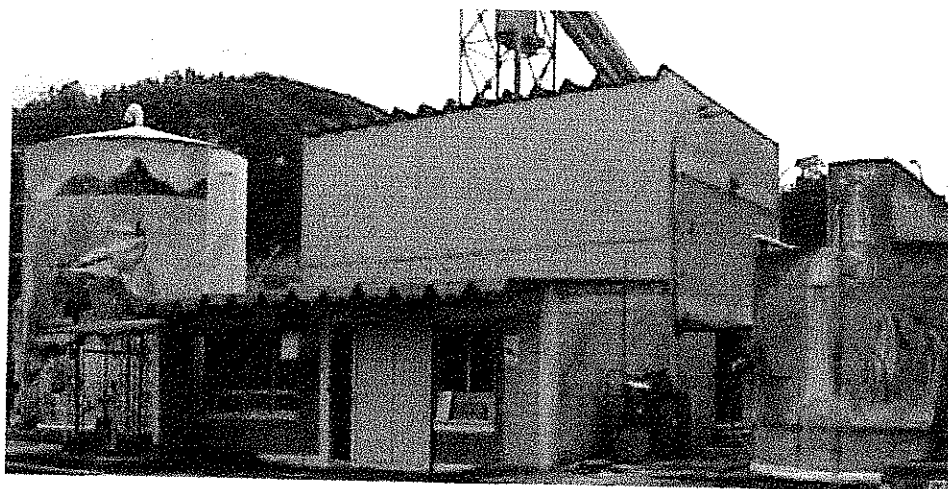


Fuente: Departamento de Servicios Técnicos de la Central Termoeléctrica de Paipa

2. NOCIONES FUNDAMENTALES

2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA DE PAIPA: FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DESMINERALIZADORA.

Fotografía 2. Diagrama planta de tratamiento de agua desmineralizada



Fuente: Los autores

La planta de desmineralización de la Central Termoeléctrica de Paipa, Unidad I, II y III, cuenta con un sistema de control neumático, con válvulas de control operadas, neumática y manualmente, un sistema de medición de nivel, temperatura, flujo, presión, indicación local, un sistema de bombas con selectores automático y manual, todo manipulado desde un gabinete de control o "Cyclomatic", pero este no tiene ningún transmisor analítico activo, pues los únicos transmisores de conductividad que existen, no funcionan. La mayoría de los instrumentos se encuentran en precarias condiciones de operabilidad, sin numeración, sin las placas de las especificaciones técnicas, y descompuestos,

dificultando el control del proceso, lo que lo convierte en un sistema impreciso, de poca confiabilidad, y tardío en la respuesta como también en los resultados de los monitoreos.

La Central termoeléctrica de Paipa cuenta con dos plantas de tratamiento para el Agua del proceso:

- Planta de tratamiento de desmineralizada unidad II (P.A.D II)
- Planta de tratamiento de desmineralizada unidad III (P.A.D III)

La primera es la encargada de surtir de agua a las unidades generadoras de energía I y II, mientras que la segunda surte de agua a la unidad generadora III.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESMINERALIZACIÓN PARA LAS UNIDADES I, II Y III.

El proceso de desmineralización utilizado en Termopaipa, tanto en la planta de agua desmineralizada unidad II como en la III, puede llegar a producir 12 m³ de agua por hora y comprende los siguientes pasos:

- Coagulación
- Filtrado
- Resina de intercambio catiónico
- Torre de desgasificación
- Resina de intercambio aniónico
- Pulidora de lecho Mixto

2.2.1 Coagulación: Se tiene un Tanque de coagulación (*ver fotografía 3*), que tiene una capacidad aproximada de 46 m^3 y al cual entra aproximadamente $18 \text{ m}^3/\text{h}$ de agua proveniente de la represa de enfriamiento, que es una derivación del río Chicamocha, en este tanque se adiciona el coagulante que para este caso es alumbre a razón de 50 Lt/h , el alumbre es previamente diluido en agua (36.4 Kg de alumbre de agua $/\text{m}^3$ de agua).

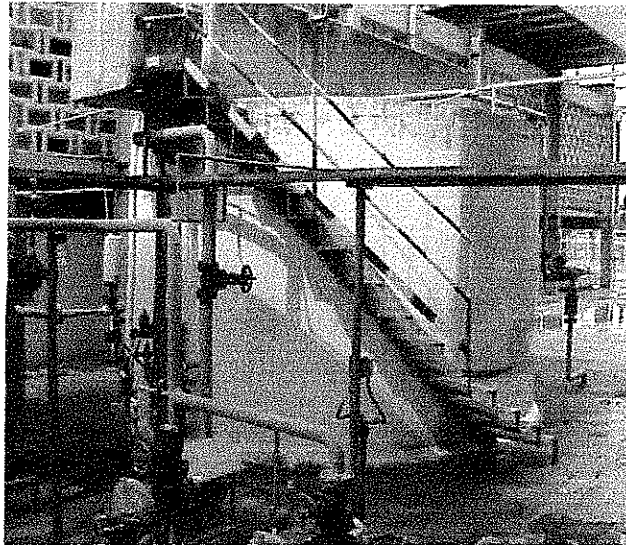
Este tanque de coagulación-floculación se compone de un cilindro que contiene una cámara central la cual actúa como zona de floculación en la cual el agua cruda y el sulfato de aluminio se mezclan por paletas verticales accionadas mediante un motor.

El agua floculada pasa luego por una sección de aberturas sin vertedero para controlar la turbulencia, hacia la zona de decantación donde quedan atrapadas partículas en suspensión y coaguladas, las partículas generalmente de arena que son mucho más densas no se arrastran fuera del floculador y quedan en el centro donde se evacuan por tuberías.

La coagulación se realiza en mezcla rápida mediante unas paletas accionadas por un motor (mas o menos 15 rpm), los remolinos creados por esta acción evitan el deposito de lodos en el fondo del calentador, sin romper las partículas que se van formando en la coagulación, mientras que las palas superiores del agitador conducen a una zona de reacción secundaria donde los lodos, que por acción de deflectores van disminuyendo los vortices formados llegando a la zona de evacuación.

Después de realizada la evacuación floculación, el agua es llevada a un tanque denominado tanque de agua coagulada.

Fotografía 3. Tanque Coagulador



Fuente: Los autores

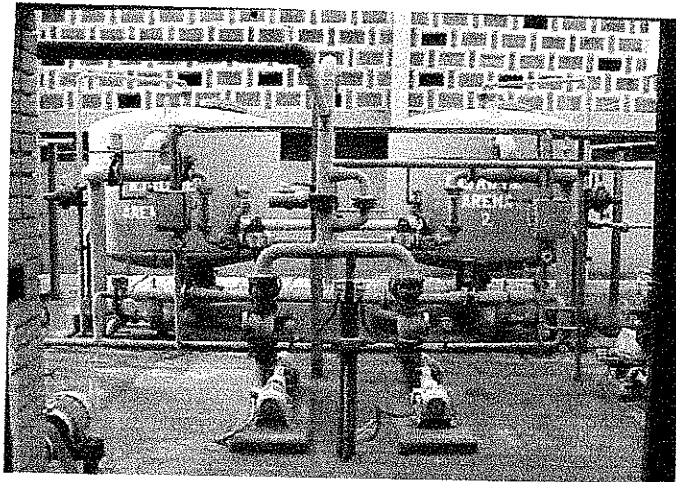
2.2.2 Filtrado: Del tanque de agua coagulada se pasa inmediatamente a una filtración directa, esta etapa de filtrado se hace en filtros de arena (ver *fotografía 4*), que tienen una producción de aproximadamente 20 m^3 de agua por hora para luego ser llevada a un tanque de agua filtrada, de allí se toma el agua para luego ser conducida a la segunda etapa de la filtración la cual se realiza en los filtros de carbón activado, estos filtros están diseñados para una producción de $12 \text{ m}^3/\text{h}$.

Estos filtros de arena se dividen en dos compartimientos por un falso fondo perforado, que por acción de boquillas distribuye uniformemente el agua filtrada y el aire para el lavado; el compartimiento soporta una caja filtrante de arena.

El lavado se hace por contracorriente de aire y agua, el agua de salida de lavado, al igual que la purga del aire y el agua cruda entran al filtro por la parte superior, mientras que en la inferior entra el aire y el agua de lavado

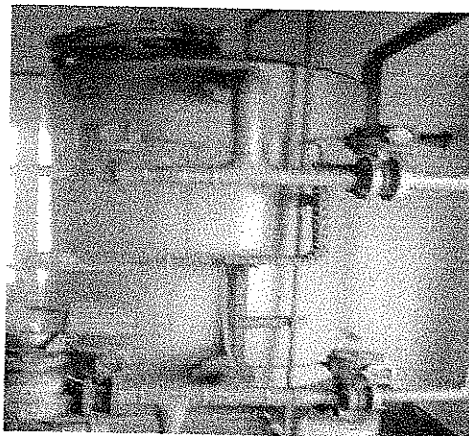
posteriormente sale el agua filtrada; finalmente se hace una aclarado del agua y se pasa al tanque de agua filtrada. Los filtros de carbón activado ayudan para mejorar la filtración y reducen daños en las resinas de intercambio.

Fotografía 4. Filtros de arena



Fuente: Los autores

Fotografía 5. Torre de resina de intercambio cationico



Fuente: Los autores

Una vez el agua ha pasado por el proceso de filtración y se ha retirado la totalidad de materia orgánica, el agua es llevada a la torre de intercambio cationico (ver fotografía 6), en donde principalmente se le retira la dureza causada por los iones de calcio y magnesio.

Fotografía 6. Torre cationica.

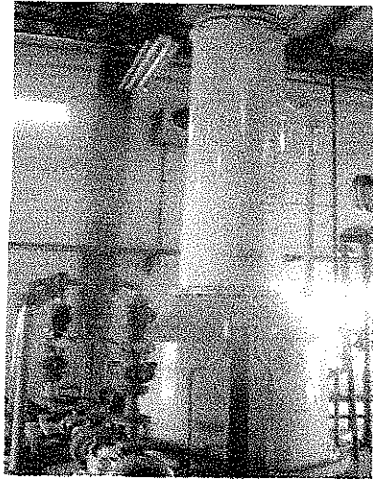


Fuente: Los autores

2.2.3 Torre de remoción de gas: Esta torre como su nombre lo indica es la encargada de eliminar el gas carbónico (ver fotografía 7), desprendido de la descomposición del ácido carbónico, para que de esta manera el agua llegue en mejores condiciones a la torre de intercambio aniónico.

El agua cruda, repartida por la parte superior de esa columna o torre, se escurre de arriba hacia abajo atravesando la masa de contacto constituida por anillos de materia plástica. Según la desmineralización del agua, el rendimiento de este tipo de eliminador es de del 85 al 95% del CO_2 en exceso.

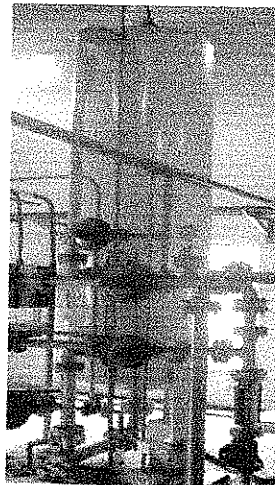
Fotografía 7. Desgasificador



Fuente: Los autores

2.2.4 Torre de resina de intercambio aniónico: Esta torre es utilizada principalmente para la remoción de sílice y conductividad en el agua obteniéndose finalmente agua pura.

Fotografía 8. Torre Aniónica



Fuente: Los autores

2.2.5 Torre pulidora de lecho mixto: Como el proceso de generación de energía requiere una alta pureza de agua, se asegura este nivel cuando el agua, después de pasar por la resina de intercambio aniónico, se conduce por la pulidora de lecho mixto la cual esta compuesta por resina de intercambio cationico y aniónico.

Fotografía 9. Lecho Mixto



Fuente: Los autores

3. PLANTEAMIENTO DEL CONTROL EN LA PLANTA DE AGUA DESMINERALIZADA.

3.1. SISTEMA DE DESMINERALIZACIÓN DE AGUA

El proceso comienza con la recepción del agua bruta, las bombas (una de operación y otra de emergencia) tendrán conexión con los interruptores del tanque de coagulación (AC), el cual antes de la entrada tiene un dispositivo medidor transmisor de flujo y un transmisor de análisis de los parámetros químicos del agua (**pH, conductividad, dureza total, alcalinidad M, sulfatos, sílice, materia orgánica, turbidez, hierro, cobre**).

En el tanque de coagulación se le adiciona al agua bruta una dilución con sulfato de Aluminio para clarificar y decantarla; la cual se prepara en una caneca de 200 litros de capacidad agregando 4 Kg. de Sulfato de Aluminio, cada cuatro horas se realiza la preparación. Esta dilución es transportada mediante una bomba dosificadora la cual está protegida por los interruptores de la vasija. A la salida del tanque AC el agua es llevada a un tanque de reserva de agua decantada (T2), en este trayecto el sistema estará dotado de un transmisor de análisis (pH, materia orgánica), a la salida del tanque T2 al filtro de arena (F1 y/o F2), las bombas de alimentación (una de operación y otra de emergencia) estarán igualmente conectados a los interruptores del T2, a la entrada de los filtros será medido el caudal por un transmisor de flujo, cada una de las válvulas de mariposa de cilindro de los tanques están conectados a su respectiva válvula solenoide para controlar circuito normal y circuito de lavado.

Ver figura 1 Pág.18

En el mecanismo, las válvulas funcionan cruzadas, por medio de un transmisor de análisis se miden parámetros (turbiedad y conductividad) en este punto; además un transmisor de presión diferencial compara y rectifica las presiones de salida y de entrada del agua al filtro. Luego se almacena en un tanque de agua filtrada (T3). El circuito de lavado de filtros de arena está provisto de sus respectivas bombas (una de operación y otra de emergencia) conectadas a los interruptores del tanque T3 del cual toman el agua. Después del tanque T3, el agua es succionada por las bombas de alimentación (una de operación y otra de emergencia) a los filtros de carbón activado (FCA1 y/o FCA 2), estas están conectadas a los interruptores del tanque T3, pasando por un transmisor de flujo; cada una de sus válvulas mariposa de cilindro están comandados por válvulas solenoides, controlando entrada y salida de agua de proceso y de agua de lavado de los filtros.

El agua de lavado entra de una derivación en la entrada de agua de proceso (agua proveniente del T3), a la salida, y como su función es eliminar cloro, se analiza mediante un transmisor de análisis el valor del parámetro correspondiente (Cloro residual), y pasa el flujo hacia la siguiente etapa, la torre de intercambio iónico. Por gravedad es recibida el agua a la torre de resina catiónica (C1 y/o C2), las válvulas de diafragma que permiten el acceso y salida al flujo están gobernada por válvulas solenoides de cuatro vías, las demás válvulas que se encuentran para permitir la entrada y salida del regenerador y purgas están dirigidas por válvulas solenoides de tres vías, cada una con un sistema de interruptores. A la salida, el agua de proceso es inspeccionada en el transmisor analítico, para monitorear los parámetros (sílice, conductividad, calcio, magnesio, óxido férrico) en dicho espacio. Posteriormente el agua es llevada a una torre desgasificadora ó eliminadora de CO_2 (EL), parámetro medido (CO_2 libre) a la salida por un transmisor analítico. Allí se somete a aire en contracorriente, impulsado por un ventilador (VC) con su respectivo motor y conexión al sistema general de control. A la salida se encuentra el flujo de agua de proceso con dos bombas conectadas al sistema

de interruptores de nivel del desgasificador, que van conducen el fluido a la fase siguiente, intercambio de iones en resina aniónica.

En la torre Aniónica (A1 y/o A2), al igual que en la torre catiónica, cuenta con valvulas solenoides de tres y cuatro vías, para entrada de regenerador y agua del proceso, además purga y salida de agua para etapa siguiente, respectivamente. A la salida son medidos los parámetros críticos (cloruros, sulfatos, nitratos, sílice, Conductividad) mediante un transmisor analítico propio. Como etapa final del proceso de desmineralización, el flujo de agua pasa a través de una torre de resina mezclada o lecho mixto (LM1 y/o LM2) para verificar las condiciones requeridas por el ciclo de agua- vapor de la caldera, como agua de reposición.

Resinas catiónicas (abajo) y aniónicas (arriba) están distribuidas en la torre separadamente, permitiendo el paso del agua que proviene de la etapa anterior, reteniendo partículas atractivas para cualquiera de las dos resinas, que no hayan sido capturadas. Así mismo se necesitarían controladores de densidad tanto de la soda como del ácido que va a ser adicionado en el proceso así como controladores e indicadores de nivel en el tanque de soda T8 como en el de ácido clorhídrico T6.

A la salida y como monitoreo final, un transmisor analítico evalua los parámetros críticos y determinantes (pH, conductividad, sílice, turbidez, hierro, cobre) para concluir la eficiencia del proceso. Inmediatamente es llevada el agua al tanque de almacenamiento de agua desmineralizada (T4) y desde allí suministrada al tanque llamado tanque de agua destilada, localizado cerca al tanque de alimentación del ciclo de agua-vapor de la caldera.

3.2 OBSERVACIONES:

3.2.1 T2: Pozo de agua decantada

3.2.2 T3: Pozo de agua filtrada

3.2.3 T4: Tanque de agua desmineralizada

3.2.4 T5: Pozo de neutralización

3.2.5 T6: Tanque de ácido clorhídrico

3.2.6 T7: Tanque de preparación de soda cáustica

3.2.7 T8: Tanque de soda cáustica

4. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE LA PLANTA DE AGUA DESMINERALIZADA.

4.1 Verificación del Estado de los Instrumentos existentes en las Plantas.

Como esta contenido en el trabajo, las plantas tienen 20 o mas años de funcionamiento, además los instrumentos que poseen *no han sido cambiados*, tan solo se les ha programado un mantenimiento correctivo; por tal motivo los elementos de monitoreo que actualmente se encuentran en la planta están obsoletos, y no prestan ningún servicio en la planta. Sin embargo se programó una inspección con el jefe de instrumentos; quien corrobora lo mencionado anteriormente.

No se realizaron ningún tipo de pruebas, debido a que es evidente el mal estado de los instrumentos de medida local; sumado a esto los operarios de la planta han sugerido desde hace algún tiempo el cambio total y/o parcial de elementos de medida, ya que esto dificulta el monitoreo y aumenta los intervalos de toma de medidas del personal en cada uno de los turnos de operación.

Es importante resaltar que las plantas desmineralizadoras tienen intervalos de tiempo de suspensión, lo cual genera gran sedimentación de componentes químicos, en su mayoría corrosivos lo que disminuye la vida útil de los instrumentos.

Se enviaron varias solicitudes de cotización a los posibles proveedores luego de evaluar algunos catálogos, características y especificaciones con el fin de que nos enviaran los manuales faltantes y determinar si contaban con los sensores necesarios para la instrumentación, así los que no se pudieran conseguir en el mercado deberán dejarse como opción para continuar realizando el proceso manualmente.

A continuación presentamos un referente de los requisitos que fueron enviados a los diferentes proveedores de instrumentación:

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Tabla 1. Especificaciones Técnicas de los Instrumentos:

INSTRUMENTO	VARIABLE A MEDIR	ESPECIFICACION	RANGO
Manómetro	Presión	Conexión Vertical ½"NPT	0 a 12 bar
Manómetro	Presión Diferencial	Conexión Vertical ½"NPT	0 a 6 bar
Contador	Flujo	Tubería 3"	0 a 450 m ²
Transmisor	pH	Tubería 3"	0 a 14
Controlador	pH	Tubería 3"	0 a 14
Sensor	pH	Tubería 3"	0 a 14
Sensor	Conductividad	Tubería 3"	---
Sensor	Dureza	Tubería 3"	---
Sensor	Materia Orgánica	Tubería 3"	---
Sensor	Turbidez	Tubería 3"	---
Sensor	Nivel	Tanque	---
Sensor	Temperatura	Tanque	---
Sensor	Sílice	Tubería 3"	---
Sensor	Densidad	Tubería 3"	---
Controlador	Nivel Alto y Bajo	Tanque	---
Transmisor	CO ₂	Tanque	---
Indicador	Caudal	Tubería 3"	---
Medidor	Caudal	Tubería 3"	---

Fuente: Los autores

Los envíos se hicieron a 5 empresas diferentes, con el fin de hacer un estudio de costos, de las garantías que ofrecen y de la calidad; respectivamente; las empresas fueron:

- INSTRUMATIC.
- AUTOMATIZACIÓN.
- INSTRU ELECTRONIC.
- INSTRUMENTOS Y CONTROLES.
- INVENSYS
- SERVELEC

5. ESPECIFICACIONES PARA LOS PROVEEDORES

Se enviaron especificaciones mas detalladas, en cuanto a las características de la instrumentación de las plantas: (tanques, tuberías, rangos de medición, y proceso en general, así como las temperaturas, fluidos de cada uno de los bloques, los diferentes tipos de tensión que se tienen, y los que se necesitan para la instalación de los nuevos instrumentos (*ver tabla 2*). Así mismo se hizo una inspección de los tanques junto con un operario, para efectos de sus respectivas dimensiones, tuberías, materiales de construcción, especificaciones muy importantes para los proveedores a la hora de decidir los instrumentos.

Dentro de las características técnicas, es importante tener en cuenta los rangos a los cuales trabaja cada equipo, así como los que se van a utilizar en la nueva adquisición; la altura de los tanques en cuanto a los medidores de nivel, la presión que maneja el sistema, los tipos de medición si es en continuo o local, el flujo que maneja cada uno de los bloques de las plantas y los diferentes aditamentos que se utilizan, es decir, que componentes se adicionan al fluido, para así conocer la resistencia de los materiales que se van a utilizar en el proceso; ya que en muchos casos, las soluciones son muy fuertes y podrían averiar los sensores.

Tabla 2. Especificaciones de la Instrumentación necesaria en la planta.

INSTRUMENTO	CANTIDAD	CARACTERISTICAS	RANGO
Sensor de nivel en el tanque	15	Gravedad del fluido 1 /uno), Temperatura 20°C. Tanques en concreto (7), tanques en Lamina (7) de ¼", tanque en fibra de ½" (1).	*Se anexan características de las dimensiones y materiales para cada tanque.
Sensor de pH	22	Conexión roscada, compensación de temperatura, Medición en tubería 3" y 2½", Transmisor / controlador de pH. Alimentación disponible 110 VAC.	0-14pH.
Sensor de Dureza	6	Medición en tubería de 3" y 2½".	
Sensor de Conductividad	10	Conexión roscada al proceso, compensación de temperatura, medición en tubería de 3" y 2½", Transmisor / controlador, alimentación de 110VAC,	0 -500µs/cm.
Sensor de turbiedad	6	Temperatura 20° centígrados, disponible alimentación 110VAC, medición en tubería de 3" y 2½",	0-500ppm
Sensor de Sílice	10	Temperatura 20°C, temperatura ambiente 5 a 10°C, alimentación disponible de 110VAC.	0 -30mg/L de SiO ₂
Sensor de Temperatura	3	Características del termopozo: Longitud de inserción: 1", 1½", 15cm. Conexión roscada. Fluidos: agua coagulada + sulfato de aluminio, soda cáustica, agua desmineralizada.	20°C
Manómetros	51	Conexión 1½" NPT, Ya existen las conexiones para los manómetros en las tuberías.	(-1 a 3Bar), (0 a 6Bar), (0 a 2.5Bar), (0 a 600mBar), (0 a 200psi),

			(-30 a 45psi)
Medidores de Flujo	12	Alimentación disponible 110 VAC, Temperatura 20°C, conexión en Tubería de 3" y 2½".	12m³ Agua Desmineralizada, 20m³ Agua cruda
Indicadores de Nivel Alto y Bajo	2	Para una torre desgasificadora de CO2, Con Flanche para adaptación de dos entradas de ½".	Diámetros: 1mt. Altura 1: 1.15mt. Altura 2: 1.22mt.
Indicadores de Flujo	12	Alimentación disponible 110 VAC, Temperatura 20°C, conexión en Tubería de 3" y 2½".	12m³
Transmisor de CO2	2	Para una torre desgasificadora de CO2.	

Fuente: Los autores

5.1 ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS Y MATERIALES

PLANTA II

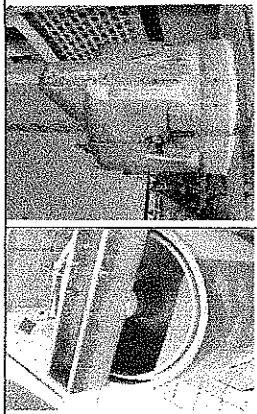
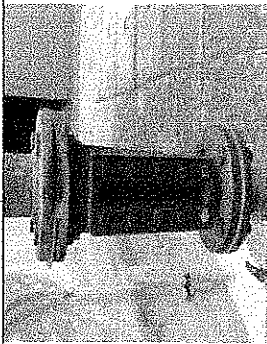
1. **Tanque de coagulación:**
 - Altura: 3.00mts.
 - Lamina.
2. **Tanque de agua coagulada:**
 - Altura: 5.00mts.
 - Concreto
3. **Tanque de agua filtrada:**
 - Altura: 5.00mts.
 - Concreto
4. **Tanque Desgasificador:**
 - Altura: 1.22mts
 - Lamina
5. **Tanque de Neutralización:**
 - Altura: 4.00mts
 - Concreto
6. **Tanque de Soda Cáustica:**
 - Altura: 3.05 mts
 - Lamina
7. **Tanque de agua Desmineralizada.**
 - Altura: 6.00mts
 - Lamina

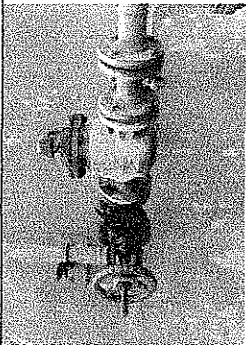
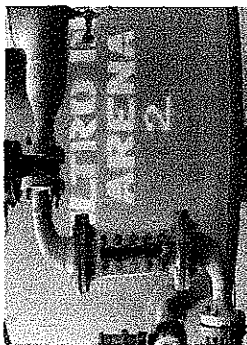
PLANTA III

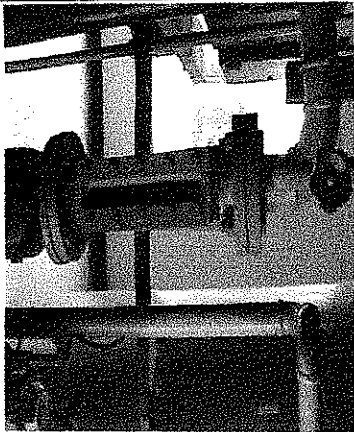
8. **Tanque de coagulación:**
 - Altura: 3.00mts.
 - Lamina.
9. **Tanque de agua coagulada:**
 - Altura: 5.00mts.
 - Concreto
10. **Tanque de agua filtrada:**
 - Altura: 5.00mts.
 - Concreto
11. **Tanque Desgasificador:**
 - Altura: 1.22mts
 - Lamina
12. **Tanque de Neutralización:**
 - Altura: 4.00mts
 - Concreto
13. **Tanque de Soda Cáustica:**
 - Altura: 3.05 mts
 - Lamina
14. **Tanque de agua Desmineralizada.**
 - Altura: 6.00mts
 - Lamina

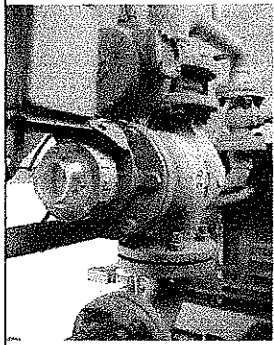
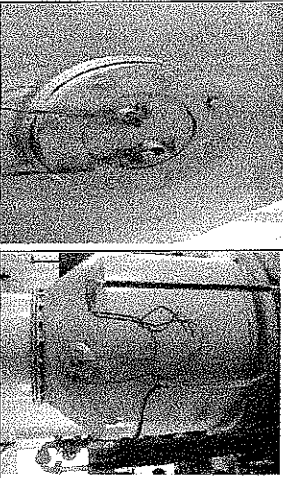
5.2 ESPECIFICACIONES DE FLANCHADOS, CONEXIONES Y TANQUES DE LAS PLANTAS DE AGUA DESMINERALIZADA

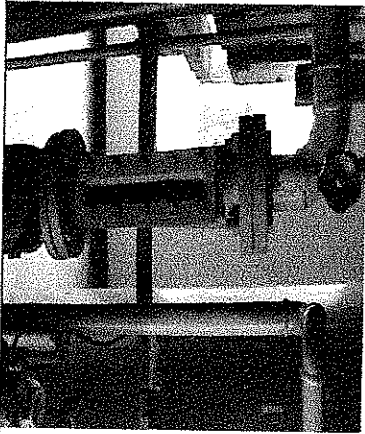
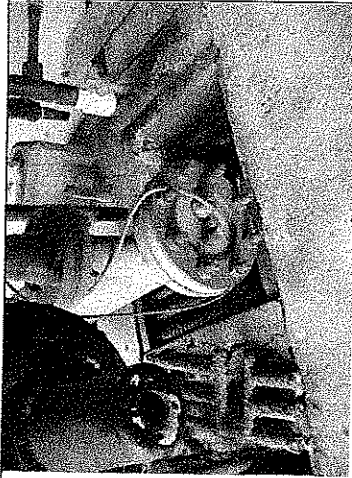
5.2.1 Especificaciones unidad III

LOCALIZA- CION	INSTRU- MENTO	TIPO	DIAMETRO FLANCHES	DISTANCIA ENTRE FLANCHES	DIMENSIO N DEL TORNILLO	No. DE HUE- COS	DISTAN- CIA ENTRE HUECOS	ESQUEMA INSTRUMENTO
TANQUE DE COAGULA- CION	SENSOR DE NIVEL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
ENTRADA TANQUE DE COAGULA- CION	INDICADOR DE FLUJO	Venta- nilla	7"	41cm.	1/2" x 3"	4	10cm	

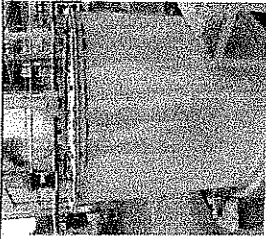
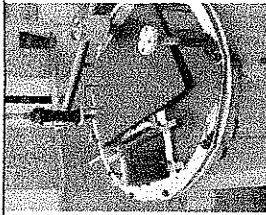
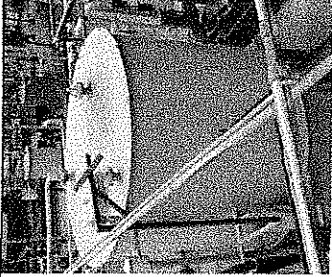
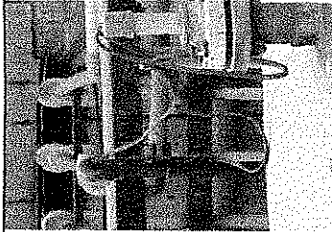
	CONTADOR DE FLUJO	Mecánico	7"	31cm.	1/2" x 3"	4	10cm	
FILTROS DE ARENA	INDICADOR DE FLUJO	Ventilla	7"	41cm.	1/2" x 3"	4	10cm	

	CONTADOR DE FLUJO	Mecánico	7"	30.5cm.	1/2" x 3"	4	10cm	
FILTROS DE CARBON ACTIVADO	INDICADOR DE FLUJO	Ventilación	7"	41cm.	1/2" x 3"	4	10cm	

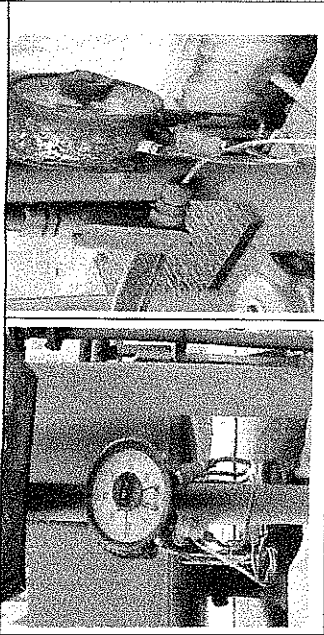
	CONTADOR DE FLUJO	Mecánico	7"	31cm.	$\frac{1}{2}$ " x 3"	4	10cm		
TORRE DESGASIFICADORA	CONTROL DE NIVEL ALTO Y BAJO	Dos salidas de 1"	10"	----	$\frac{1}{2}$ "	8	8.5cm		

TORRES ANIONICAS	INDICADOR DE FLUJO	Ventanilla	7"	41cm.	1/2" x 3"	4	10cm	
	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	FLANCHE 2 SALIDAS	10"	---	1/2" x 3"	8	10cm.	

5.2.1.1 Tanques Unidad III

TANQUE	MATERIAL DEL TANQUE	ALTURA TANQUE	DIÁMETRO TANQUE	TIPO DE SALIDA PARA LA MEDICION	ESPECIFICACIONES DEL FLANCHE	ESQUEMA	
TANQUE DE DISOLUCIÓN DE SODA CAUSTICA	LAMINA 0.5cm.	1.22mt.	1.18mt.	Hay un flanche cuadrado en la tapa, para medir temperatura.	40 x 40 cm.		
TANQUE DE SODA CAUSTICA	LAMINA DE 0.5cm.	1.85mt.	2.10mt.	Flanche de salida para medir nivel	Diámetro : 6" 4 tornillos distancia entre huecos: 9cm		

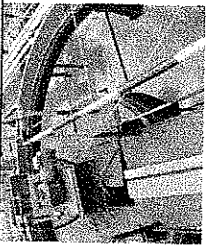
5.2.1.2 Manómetros De Presión Diferencial.

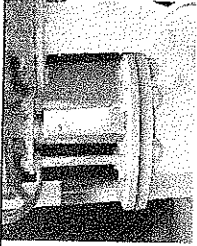
INSTRUMENTO	LOCALIZACIÓN	RANGO	ESQUEMA	
MANÓMETRO DE PRESION DIFERENCIAL	FILTROS DE ARENA	0-600mbar		

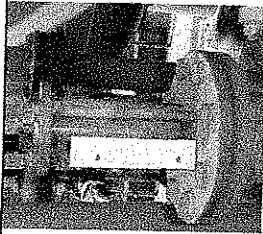
5.2.1.3 Tanque de agua desmineralizada unidad III

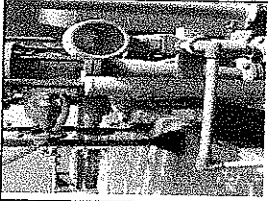
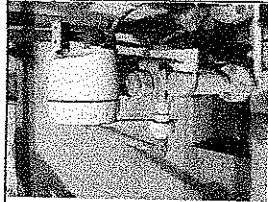
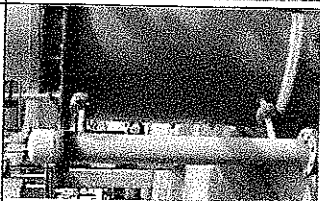
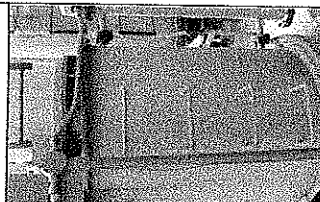
INSTRUMENTO	LOCALIZACIÓN	RANGO	ESQUEMA
TRANSMISOR DE NIVEL	TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA	0-100 %F.S	

5.2.2 Especificaciones unidad II

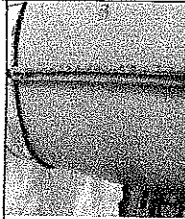
LOCALIZACION	INSTRUMENTO	TIPO	DIÁMETRO FLANCHES	ESCALA	DIMENSIONES DEL TUBO	NUMERO DE HUECOS	DISTANCIA ENTRE HUECOS	ESQUEMA INSTRUMENTO
TANQUE DE COAGULACIÓN	SENSOR DE NIVEL							

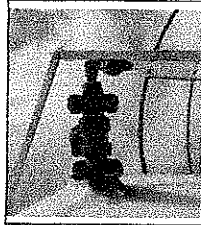
ENTRADA DE TANQUE DE COAGULACION	FLUJOMETRO DE ADMISIÓN	TUBO	7 1/2"	0-25 t/h.	Diámetro exterior: 1"	8	6cm	
----------------------------------	------------------------	------	--------	-----------	-----------------------	---	-----	--

FILTROS DE ARENA	FLUJOMETRO DE ADMISION DEL FILTRO	TUBO	7½"	0-25 t/h.	Diámetro exterior: 1"	8	6cm	
ENTRADA A LA TORRE CATIONICA	FLUJOMETRO DE ADMISION	TUBO	7½"	0-20 t/h.	Diámetro exterior: 1"	8	6cm	
ENTRADA TORRE ANIONICA	FLUJOMETRO	TUBO	6"	0-20 t/h	Diámetro exterior: 4½"	Flanche superior 4	9cm	
			7½"			Flanche inferior 6	8cm	

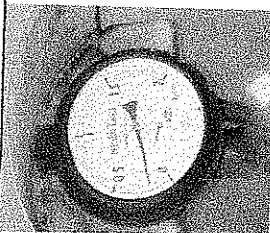
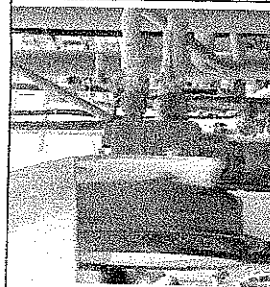
ENTRADA TORRE ANIONICA	MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD			0- 100µs/ cm, At 25°C.						
TORRE DESGASIFI- CADORA	CONTROL DE NIVEL ALTO Y BAJO	Dos salidas	5"	Altura entre flanche alto y bajo 1.04mt s.	1/2"	4	7cm.			

5.2.2.1 Tanques unidad II

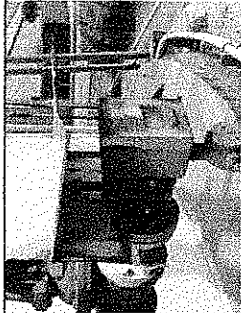
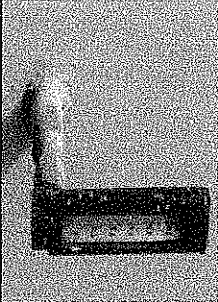
TANQUE		MATERIAL DEL TANQUE	ALTURA TANQUE	MEDICION	TIPO DE SALIDA PARA LA MEDICION	ESPECIFICACIONES DEL FLANCHE	ESQUEMA	
TANQUE DE SODA CAUSTICA	Nivel	FIBRA 0.5cm. Tapa Cónica	3.05mt.	17mt ³ .	Flanche de salida para medir nivel	Diámetro : 8" 8 tornillos distancia entre huecos: 7cm		
	T°	FIBRA 0.5cm. Tapa Cónica	3.05mts	0-20°C	Termopozo	3/4		

TANQUE DE ACIDO CLORHIDRICO	LAMINA DE 0.5cm. Tapa Cónica	2.50mt.	2.27mt. Entre los flanches	Flanche de salida para medir nivel	Diámetro : 4½" 4 tornillos distancia entre huecos: 6cm		 
---	---	----------------	---------------------------------------	---	---	---	---

5.2.2.2 Manómetros de presión diferencial

INSTRUMENTO	LOCALIZACIÓN	RANGO	ESQUEMA	
MANÓMETRO DE PRESION DIFERENCIAL	FILTROS DE ARENA	0-2 Kg/cm ²		

5.2.2.3 Tanque de agua desmineralizada unidad II

INSTRUMENTO	LOCALIZACION	RANGO	ESQUEMA
TRANSMISOR DE NIVEL	TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA	0-100% F.S	
TERMOMETRO	TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA	0-20°C CONEXIÓN DE 1/2"	

5.3 LOCALIZACION DE SENSORES RESPECTO A UBICACIÓN EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO

5.3.1 Localización De Sensores Para La Instrumentación de la planta de tratamiento de agua desmineralizada III

5.3.1.1 Tanque De Coagulación:

- Entrada: sensores de ph
Conductividad
Indicador de flujo
Contador de flujo
- Al interior del tanque: sensores de nivel

5.3.1.2 Pozo De Agua Decantada:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetros bombas de agua decantada (2).

5.3.1.3 Filtros De Arena:

- Entrada: contador de flujo (2)
Indicador de flujo (2)
- Válvulas de mariposa (201-204 y 203-202): manómetro de Presión diferencial (2).
- Salida : sensores de turbidez 1 común para los 2 filtros

5.3.1.4 Pozo De Agua Filtrada:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bomba de lavado filtros de arena
Manómetros bombas de alimentación desmineralización (2).

5.3.1.5 Filtros De Carbón Activado:

- Entrada: manómetro para los 2 filtros.
- Salida : sensor de materia orgánica (1)
Contador de flujo (2)
Indicador de flujo (2)

5.3.1.6 Torres cationicas:

- Entrada: indicadores de flujo (2).
Manómetros
- Salida: ph (1).*
Dureza (1).*
Sensor de conductividad (1)*
Manómetros (2)

* Salida torre cationica entrada desgasificador.

5.3.1.7 Tanque De Ácido Clorhídrico:

- Al interior del tanque: indicador de nivel

5.3.1.8 Desgasificador:

- Al interior del tanque: indicador de nivel alto y bajo
- Salida: transmisor de gas carbónico
Manómetros bombas de agua desgasificada (2).

5.3.1.9 Pozo De Neutralización:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bomba de salida hacia efluentes
Sensor de ph.

5.3.1.10 Tanque De Soda Cáustica:

- Al interior del tanque: indicador de nivel termómetro

5.3.1.11 Torres Aniónicas:

- Entrada: indicadores de flujo (2)
Manómetros (2)
Sensor de densidad de la soda
- Entre las válvulas (135-134 y 235-234): sensores de ph (2)

5.3.1.12 Lechos Mixtos:

- Entrada: manómetros (2).
- Salida: sensores de ph (1)
Sensor de sílice (1)....a la salida para la caldera
- Salida: manómetros (2).
Sensor de conductividad: (1)

5.3.1.13 Tanque De Agua Desmineralizada:

- Entrada: manómetro
- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bombas agua de regeneración (2)

5.3.1.14 Tanque De Preparación De Soda Cáustica:

- al interior del tanque: termómetro
- salida: manómetro bomba disolución de soda
- * Aire Comprimido: manómetro (2)

5.3.2 Localización de sensores para la instrumentación plantas de tratamiento de agua desmineralizada II.

5.3.2.1 Tanque De Coagulación:

- Entrada: sensores de ph
Conductividad
Indicador de flujo
Contador de flujo
- Al interior del tanque: sensores de nivel

5.3.2.2 Pozo De Agua Decantada:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetros bombas de agua decantada (2).

5.3.2.3 Filtros De Arena:

- Entrada: contador de flujo (2)
Indicador de flujo (2)
- Válvulas de mariposa (201-204 y 203-202): manómetro de presión diferencial (2).
- Salida : sensores de turbidez 1 común para los 2 filtros
Contador de flujo

5.3.2.4 Pozo De Agua Filtrada:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bomba de lavado filtros de arena
Manómetros bombas de alimentación desmineralización (2).

5.3.2.5 Filtros De Carbón Activado:

- Entrada: manómetro para los 2 filtros.
- Salida : sensor de materia orgánica (1)
 contador de flujo (2)
 indicador de flujo (2)

5.3.2.6 Torres Cationicas:

- Entrada: indicadores de flujo (2).
 manómetros
 - Salida: ph (1).*
 dureza (1).*
 sensor de conductividad (1)*
 manómetros (2)
- * Salida torre cationica entrada desgasificador.

5.3.2.7 Tanque De Ácido Clorhídrico:

- Al interior del tanque: indicador de nivel

5.3.2.8 Desgasificador:

- Al interior del tanque: indicador de nivel alto y bajo
- Salida: transmisor de gas carbónico
 manómetros bombas de agua desgasificada (2).

5.3.2.9 Pozo De Neutralización:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bomba de salida hacia efluentes
 sensor de ph.

5.3.2.10 Tanque De Soda Cáustica:

- Al interior del tanque: indicador de nivel
Termómetro

5.3.2.11 Torres Aniónicas:

- Entrada: indicadores de flujo (2)
manómetros (2)
sensor de densidad de la soda
- Entre las valvulas (135-134 y 235-234): sensores de ph (2)

5.3.2.12 Lechos Mixtos:

- Entrada: manómetros (2).
- Salida: sensores de ph (1)
sensor de sílice (1)....a la salida para la caldera
- Salida: manómetros (2).
sensor de conductividad: (1)

5.3.2.13 Tanque De Agua Desmineralizada:

- Entrada: manómetro
- Al interior del tanque: indicador de nivel
- Salida: manómetro bombas agua de regeneración (2)

5.3.2.14 Tanque De Preparación De Soda Cáustica:

- Al interior del tanque: termómetro
- Salida: manómetro bomba disolución de soda
- * Aire comprimido: manómetro (2).

6. REQUISICION

6.1 OBJETO DE LA REQUISICIÓN

La Empresa de Energía de Boyacá, requiere el suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de la instrumentación para mejoramiento del sistema de monitoreo de las plantas de tratamiento de agua desmineralizada II y III de Termopaipa según términos de referencia adjuntos.

6.2 ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS

6.2.1 Sensores de nivel planta II

CANTIDAD: 4

Los sensores de nivel serán instalados en los tanques de la planta, se especifican a continuación las características para cada uno de ellos:

6.2.1.1 Tanque de coagulación:

La altura del tanque es de 3.00mts, el material es lamina, el fluido que contiene es agua bruta, la medición se hará en continuo, el flujo que se maneja es de $20\text{m}^3/\text{h}$, con una temperatura de 20°C , la gravedad del fluido es 1, el tanque es de forma cónica.

6.2.1.2 Tanque de soda cáustica:

La altura del tanque es de 3.05mts, el material es lamina, el fluido que contiene es soda cáustica, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C , el tanque es cilíndrico de tapa cónica, posee un flanche de salida en la

tapa para medir el nivel, con un diámetro de 8"; con 8 tornillos y una distancia de 7cm entre huecos. La capacidad del tanque es de 17m^3 .

6.2.1.3 Pozo de neutralización:

La altura del tanque es de 4.00mts, el material es concreto, el fluido que contiene es agua con sales, ácidos bases etc. , La medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C , el tanque no posee cubierta.

6.2.1.4 Tanque de agua desmineralizada:

La altura del tanque es de 6.00mts, el material es lamina, el fluido que contiene es agua desmineralizada, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C , el tanque es cilíndrico de tapa cónica.

6.2.2 Sensores de nivel planta III

CANTIDAD: 7

Los sensores de nivel serán instalados en los tanques de la planta, se especifican a continuación las características para cada uno de ellos:

6.2.2.1 Tanque de coagulación:

La altura del tanque es de 3.00mts, el material es concreto, el fluido que contiene es agua bruta, la gravedad del fluido es 1, el flujo es de $20\text{m}^3/\text{h}$ la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C , el tanque es cilíndrico.

6.2.2.2 Pozo de agua coagulada:

La altura del tanque es de 5.00mts, el material es concreto, el fluido que contiene es agua coagulada, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C , el flujo es de $17\text{m}^3/\text{h}$.

6.2.2.3 Tanque de agua filtrada:

La altura del tanque es de 5.00mts, el material es concreto, el fluido que contiene es agua filtrada, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C, el flujo es de 17m³/h.

6.2.2.4 Tanque de soda cáustica:

La altura del tanque es de 1.85mts, el material es lamina, el fluido que contiene es soda cáustica, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C, el tanque es cilíndrico, con un diámetro de 2.10mts. Posee un flanche de salida en la tapa para medir el nivel, con un diámetro de 6"; con 4 tornillos y una distancia de 9cm entre huecos.

6.2.2.5 Tanque de ácido clorhídrico:

La altura del tanque es de 2.50mts, el material es fibra, el fluido que contiene es ácido clorhídrico, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C, el tanque es cilíndrico de tapa cónica, posee un flanche de salida en la tapa para medir el nivel, con un diámetro de 4½"; con 4 tornillos y una distancia de 6cm entre huecos. La distancia entre flanche superior e inferior es de 2.27mts.

6.2.2.6 Pozo de neutralización:

La altura del tanque es de 4.00mts, el material es concreto, el fluido que contiene es agua con sales, ácidos bases etc. La medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C.

6.2.2.7 Tanque de agua desmineralizada:

La altura del tanque es de 6.00mts, el material es lamina, el fluido que contiene es agua desmineralizada, la medición se hará en continuo, con una temperatura de 18°C, el tanque es cilíndrico de tapa cónica.

6.2.3 Sensor/ controlador de ph:

CANTIDAD: 12

6.2.3.1 Indicador / controlador de ph:

Entrada sensor pH con compensación de temperatura, indicación display LCD con visualización de pH y temperatura, alimentación 120 VAC, salida 4-20mA.

6.2.3.2 Electrodo pH:

Rango 0-14, sensor de temperatura incorporado, conexión roscada de ½"NPT.

**Presión del agua 3Kg/cm², alimentación disponible 120 VAC, flujo 20m³/h, la medición se hará en tubería, Temperatura 18°C.*

6.2.4 Sensor/ controlador de conductividad

CANTIDAD: 6

6.2.4.1 Indicador / controlador de conductividad:

Entrada sensor conductividad con compensación de temperatura, indicación display LCD con visualización de conductividad y temperatura, alimentación de 120 VAC.

Salida 4-20mA.

6.2.4.2 Electrodo conductividad:

Rango de 0-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pt100 incluida para compensación de temperatura
conexión roscada de $\frac{1}{2}$ "NPT.

6.2.5 Analizador de turbidez

CANTIDAD: 2

6.2.5.1 Sensor de turbidez:

Aplicación en mezclas de agua de alta turbiedad, Rango de 0-500ppm, Sistema de auto limpieza para largos periodos sin mantenimiento del operador, Presión mínimo 3 Bar, Calibración en seco, resolución 1 FTU.

6.2.5.2 Analizador de turbidez:

Alimentación 120/220 VAC, indicación display LCD con visualización del valor e información adicional, salidas 4-20 mA, calibración en seco

**Presión del agua $3\text{Kg}/\text{cm}^2$, alimentación disponible 120 VAC, flujo $20\text{m}^3/\text{h}$, la medición se hará en tubería, Temperatura 18°C .*

6.2.6 Sensor de sílice

CANTIDAD: 2

6.2.6.1 SENSOR DE SÍLICE:

Rango 0-30mg/l de SiO₂, calibración en seco, presión mínimo 3 Bar, método medida con flujo de muestreo a través del sensor.

6.2.6.2 ANALIZADOR DE SÍLICE:

Alimentación 120/220 VAC, indicación display LCD con visualización del valor e información adicional, salidas 4-20 mA, comunicación serial RS485 opcional.

**Presión del agua 3Kg/cm², alimentación disponible 120 VAC, flujo 20m³/h, la medición se hará en tubería, Temperatura 18°C.*

6.2.7 Sensor de temperatura

CANTIDAD: 3

Conexión al proceso ½" NPT, Termómetro flexible, Longitud del termo pozo 10", extensión de 24", Los fluidos donde se va a medir son: 1 para Agua Desmineralizada, y 2 para Soda cáustica.

**Los termómetros serán utilizados para mediciones en tanques, con temperatura de 18°C.*

6.2.8 ANALIZADOR DE CO₂

CANTIDAD: 2

6.2.8.1 Especificaciones mínimas de los analizadores de co₂:

Rango de 0-5% en volumen, salida 4-20 mA, sensor electroquímico de cero mantenimiento, temperatura 18°C.

6.2.9 Indicadores de flujo

6.2.9.1 Planta II

CANTIDAD: 5

Se maneja un flujometro de admisión tipo tubo, con una escala de 0-25 t/h, las dimensiones de el tubo es de 1" con 18 cm. de longitud, con flanches de diámetro 7½", con 8 tornillos de 6cm de distancia entre huecos.

CANTIDAD: 2

Se maneja un flujometro de admisión tipo tubo, con una escala de 0-25 t/h, las dimensiones de el tubo es de 4½" con 18 cm de longitud, con flanches de diámetro 7½", con 6 tornillos de 8cm de distancia entre huecos.

6.2.9.2 Planta III

CANTIDAD: 9

Se manejan unos indicadores de flujo tipo ventanilla, con flanches de diámetro 7", con una distancia entre flanches superior e inferior de 41cm, con 4 tornillos de 10cm de distancia entre huecos y dimensiones del tornillo de ½"x 3".

6.2.9.3 Especificaciones mínimas de los indicadores de flujo:

los indicadores de flujo deben ser de indicación en display, alta visualización, indicación de valor instantáneo de flujo y totalizador, salidas de alarma opcionales.

6.2.10 Indicadores de nivel alto y bajo:

6.2.10.1 Planta II

CANTIDAD: 1

Este indicador se utiliza para ver el estado del tanque desgasificador, donde el tanque mide 1.22mts, posee 1 flanche de 10", con dos salidas de 1" y 8 tornillos de distancia entre huecos de 8.5cm.

6.2.10.2 Planta III

CANTIDAD: 1

Este indicador se utiliza para ver el estado del tanque desgasificador, donde el tanque mide 1.22mts, posee 2 flanches uno superior y otro inferior de 5", con 4 tornillos y una distancia entre huecos de 7cm; la distancia entre flanches superior e inferior es de 1.04mts.

6.2.10.3 Especificaciones mínimas del indicador de nivel alto y bajo:

Tipo conductividad, alimentación 120 VAC, alarma por alto y bajo, 3 electrodos de conexión ½" NPT.

7. DEFINICIÓN DE INSTRUMENTOS

7.1 SENSOR:

Instrumento que produce una señal, (usualmente eléctrica), que refleja el valor de una propiedad, mediante alguna correlación definida (su ganancia). Un sensor también es llamado elemento primario, es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida trasducible. Es una función de la variable medida, ampliando los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas, que por su naturaleza y tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos.

7.2 TRASDUCTOR:

Es un instrumento que convierte una forma de energía en otra (o una propiedad en otra). El transductor sugiere que la señal de entrada y la de salida no deben ser homogéneas, siempre retirando algo de energía desde la propiedad medida, de modo que al usarlo para obtener la cuantificación de una propiedad en un proceso, se debe verificar que la pérdida no impacte al proceso sensado en alguna magnitud importante.

7.3 TRANSMISORES:

Los acondicionadores de señal, adaptadores o amplificadores, son los elementos del sistema de medida, que a partir de la señal de salida de un sensor, ofrecen, una señal apta para ser presentada. El elemento primario, puede ser o no parte integral del transmisor. La función del transmisor, se puede resumir en: convertir la señal suministrada por el transductor en una

señal normalizada con un transductor analógico de 4-20mA, o de 3 a 15 psi, en instrumentación electrónica o neumática respectivamente y enviar esta señal al controlador o indicador.

7.4 CONTROLADOR:

El controlador es el cerebro de un sistema de control, el monitorea el proceso y toma las acciones necesarias, para corregir los errores que se pueden presentar en la variable a controlar. Compara la variable controlada con el valor de referencia y ejerce una acción correctiva si es necesario.

7.5 INDICADORES O Y REGISTRADORES: Permiten, visualizar y registrar el valor de la variable real; pueden estar incluidos en el controlador o ser independientes de este.

7.6 FLUJO Y CAUDAL

7.6.1 Medición de Flujo

El concepto de FLUJO se basa en la determinación de la cantidad de material que pasa a través de un punto por unidad de tiempo, ya sea a través de la sección transversal de una tubería (ducto), ó sobre una banda transportadora; por lo cual vemos que puede aplicar para materiales en los tres (3) estados (Gaseoso, Líquido, Sólido),

Se deben tener en cuenta algunas condiciones del proceso, para elegir el sensor mas adecuado según la aplicación; como por ejemplo:

- Producto (Gas, Líquido).
- Viscosidad del Producto.
- Conductividad.
- Flujo Continuo.

- Tipo
- Flujo Máximo, Mínimo.
- Temperatura Máxima y Mínima
- Diámetro de la Tubería.
- Presión Máxima, Mínima.
- Acidez y Ataque Químico.

Adicionalmente, es necesario establecer ciertas características técnicas exigidas por el proceso para el equipo de medida:

- Exactitud.
- Caída de Presión.
- Conexión al Proceso.
- Protección Ambiental.
- Protección Eléctrica
- Voltaje Alimentación
- Salida de Control (mA)
- Indicación Local
- Compacto ó Remoto
- Comunicación Digital
- Accesorios

Con esta información ya podemos seleccionar la tecnología más adecuada que cumpla con los requisitos exigidos en este tipo de proceso.

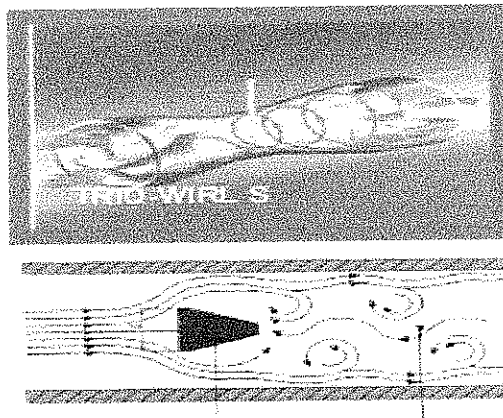
Se eligieron los medidores de flujo tipo vortex, ya que cumplen con la mayoría de las características nombradas anteriormente; a continuación se describe el funcionamiento de este tipo de sensores:

7.6.2 Flujómetros tipo vortex:

El medidor de caudal de vórtice consiste en una barra atravesada dentro del tubo que provoca la formación de unos pequeños remolinos o vórtices, que se van alternando sucesivamente a lado y lado de dicha barra. Estos vórtices actúan sobre la barra que los ha originado, haciéndola vibrar en fase con ellos y transmitiendo esas vibraciones al cristal piezoeléctrico ubicado en la parte superior de la barra. El cristal genera una señal eléctrica oscilatoria de frecuencia proporcional al caudal.

Los vórtices son áreas de movimiento circular con alta velocidad local.

Figura 2: Funcionamiento flujómetro Tipo Vortex

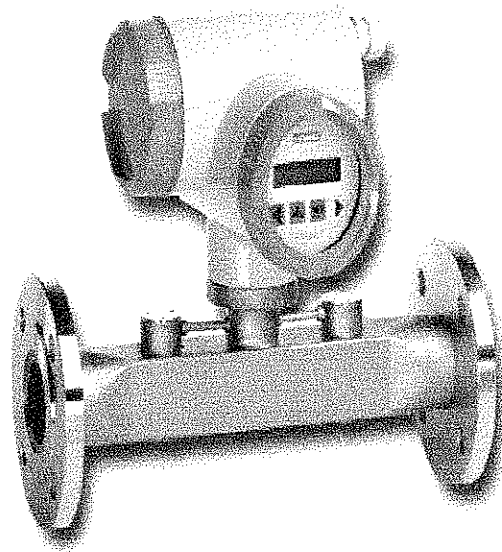


Fuente: www.endres.com/es/medicion_caudal.htm

El medidor vortex es frecuentemente tenido en consideración de selección para gran número de propósitos porque este puede ser usado para líquidos, gases y vapor de agua en este caso se desea obtener la medida para liquido.

Los medidores de flujo vortex son relativamente poco sensitivos a cambios en la temperatura del fluido, presión o densidad. En general los medidores de flujo vortex son altamente exactos lo que es ideal para este tipo de proceso.

Figura 3 : Flujometro tipo Vortex



Fuente: Catalogo process automation,siemens

Los medidores vortex son afectados por los campos magnéticos por ello, su instalación se debe hacer lejos de fuentes que generen dichos campos como por ejemplo lejos de motores o bombas eléctricas, etc.

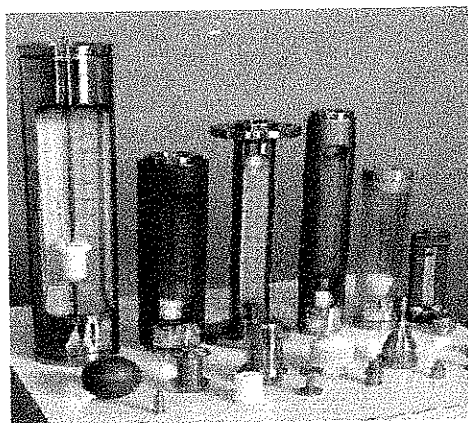
7.7 ROTAMETROS

Son un complemento de los medidores de flujo, ya que estos tienen la facilidad de mostrar el paso del flujo; midiendo en forma exacta y fiable la velocidad de líquido.

7.7.1 Rotametros: Son medidores de caudal de área variable, en los cuales un flotador cambia su posición dentro de un tubo, proporcional al flujo del fluido, siendo un diafragma de orificio variable. Se acostumbra a referir los caudales del líquido, del vapor y gas a sus equivalentes en agua y aire respectivamente.

Los rotametros no necesitan energía auxiliar y entregan resultados fiables incluso si no se dispone de tramos rectos aguas arriba y abajo. También se miden de modo confiable, fluidos de alta viscosidad, ácidos y concentraciones de alcohol. Se pueden obtener mediciones incluso con grandes diámetros de tubería, altas temperaturas y presiones extremas.

Figura 4 : Tipos de Rotametros



Fuente: www.Kodoldmessring.com/spanish

7.8 MEDICION DE NIVEL

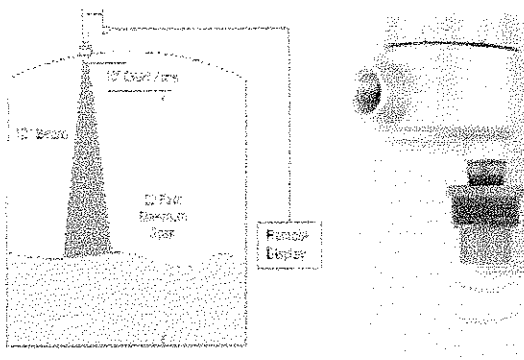
7.8.1 Control De Nivel En Líquidos:

Se tuvieron en cuenta varios tipos de sensores de nivel ya que los tanques en donde se va a realizar la medición, poseen diferentes características, dimensiones y materiales. Se eligieron en especial los sensores de tipo capacitivo, ultrasónico y por ultimo de tipo flotador.

Se considera medición de nivel, a todos aquellos elementos o componentes capaces de detectar la presencia de líquidos o sólidos, sea de cualquier naturaleza que se encuentren dentro del campo de acción del detector y a la vez sean capaces de suministrar una información de salida, bien sea analógica o digital.

7.8.2 Sensor De Nivel Tipo Ultrasonido: Los sensores ultrasónicos emplean tecnología ultrasónica sin contacto físico, con dos puntos de conmutación, se constituye en una solución eficiente para materiales granulados, lo que es ideal en sustancias pegajosas que se emplean en el tratamiento de aguas.

Figura 5: Sensor Tipo Ultrasónico



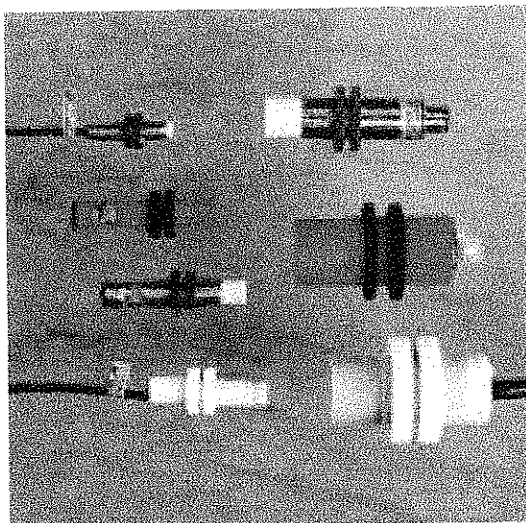
Fuente: <http://usuarios.lycos.es//descargas/sensores.pdf>

Se eligió este tipo de sensor ya que tiene una alta eficiencia en líquidos y lodos de alta sedimentación, cuerpo resistente al ataque químico ideal para este tipo de procesos, sin posibilidad de depósitos u obstrucciones en el sensor.

Se van a utilizar estos sensores en los tanques donde es necesaria una medición continua y muy exacta, también donde se manejan resistencias estructurales, las cuales pueden dañar otro tipo de sensor.

7.8.3 Sensor De Nivel Tipo Capacitivo: Los sensores capacitivos utilizan una tecnología especial en función de la frecuencia para efectuar medidas capacitivas que permiten resultados precisos, fiables y reproducibles incluso en entornos con gran cantidad de polvo, turbulencias y vapores, así como donde se forman depósitos. Como los menores cambios de nivel modifican la frecuencia, existen características de alta resolución y prestación a largo plazo.

Figura 6: Sensor tipo Capacitivo



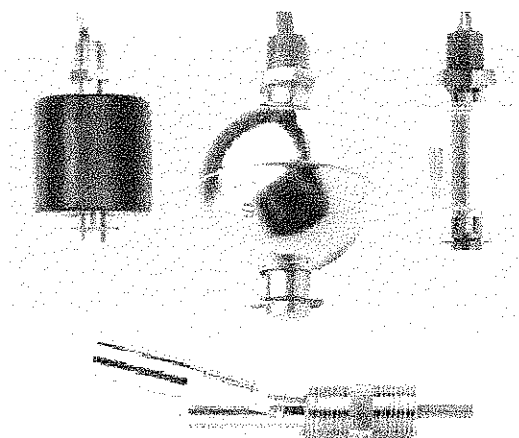
Fuente: Servelec@Servelec.com.co

En los tanques de Neutralización a donde llega toda el agua sobrante de cada bloque; se obtienen toda clase de sustancias contaminantes y sedimentaciones lodosas es por esto que es necesario utilizar este tipo de sensores el cual funciona perfectamente para esta aplicación.

7.8.4 Sensor De Nivel Tipo Flotador: Consiste en un cono ultrasónico y una cara emisora de caucho, el sensor proporciona mediciones de nivel continuas fiables en estaciones de bombeo, pozos sumideros, canales, vertederos y lechos de filtrado. El sensor mide en un rango de 0,3 hasta 5 m en aplicaciones con líquidos y lodos. Se obtienen datos fiables en condiciones difíciles de medición con obstrucciones, turbulencias y espuma.

En el sensor tipo flotador los switchs son muy útiles para controlar el nivel de líquido en un tanque. A medida que el nivel de líquido baja, el flotador desciende y cierra contactos que pueden ser usados para controlar las funciones de la bomba, tales como parar la bomba y arrancar la bomba. También puede ser usado para encender una alarma o lámpara para indicar que el tanque está vacío.

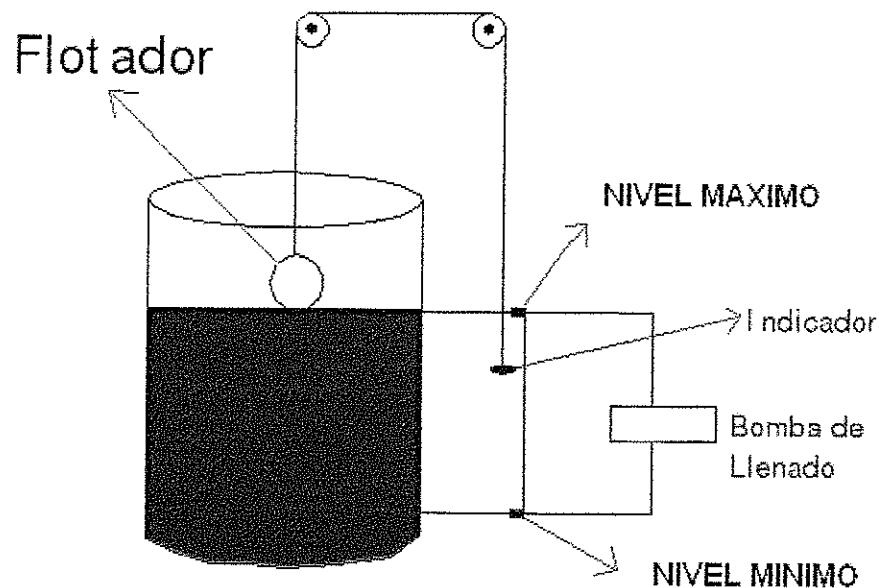
Figura 7: Sensor tipo Flotador



Fuente: Catalogo de productos y servicios SERVELEC LTDA.

En este caso, estos sensores son ideales, ya que la medición se hará en tanques subterráneos, de difícil acceso; donde la medición es continua, siendo importante el control de los niveles alto y bajo ya que se manipulan bombas para el llenado de los tanques.

Figura8: Sistema tipo Flotador para el control de bombas



Fuente: Catalogo de productos y servicios SERVELEC LTDA.

7.9 MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD

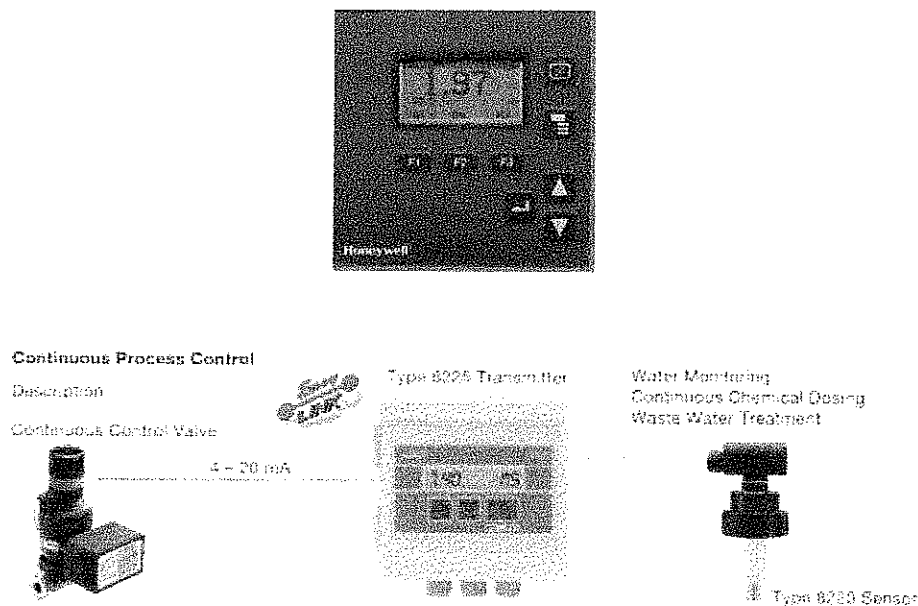
Uno de los parámetros a medir más importantes en este tipo de procesos es la conductividad por que garantiza la calidad del funcionamiento de cada bloque del sistema.

Una de las etapas en donde es primordial la medición de la conductividad es la entrada donde llega el agua del lago de enfriamiento a todo el sistema; esta medida da la pauta para el desarrollo de todo el proceso. Por esta razón es

fundamental elegir un sensor que cumple con todos los parámetros exigidos para un proceso de muy buena calidad.

7.9.1 Analizadores De Conductividad: Los analizadores pueden medir conductividad, resistividad o concentración en procesos convencionales y de agua ultra pura. Pueden medir tanto en un único punto de muestra como en dos puntos de muestra simultáneamente. Tienen pantalla local, alarmas y salidas analógicas. Los analizadores están clasificados en rango Estándar o rango Amplio, dependiendo del rango y función de medida deseado por el usuario.

Figura 9: Analizador de Conductividad

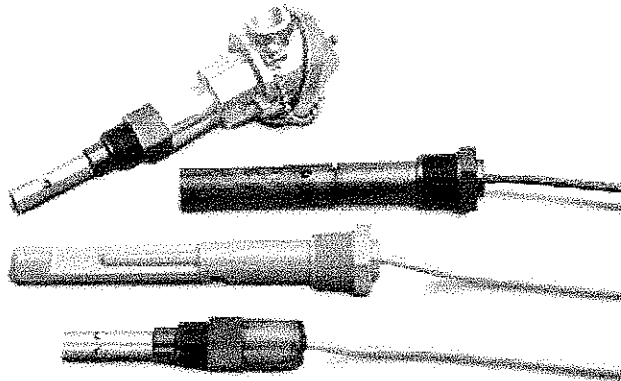


Fuente: Catalogo process automation, siemens.

7.9.2 Sensor De Conductividad: Son sensores contruidos de forma robusta para medición continua, en todo tipo de procesos. Es un dispositivo de inserción / extracción que se puede retirar en procesos continuos. Hay una gran gama de opciones de aplicación dependiendo de diversos materiales de

construcción para los sensores y para los cuerpos. Los sensores se pueden montar directamente en el proceso, en extensiones de tuberías para aplicaciones de inmersión o en cámaras de caudal.

Figura 10: Sensor de Conductividad



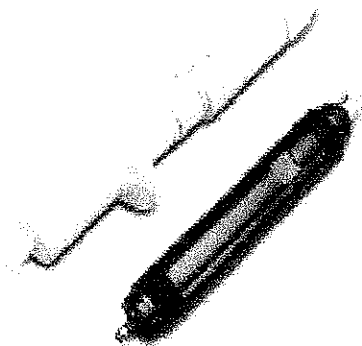
Fuente: Catalogo process automation, siemens.

7.10 MEDICION DE PH

7.10.1 Analizador De Ph: Se pueden usar en todos los procesos, en aplicaciones de aguas residuales o de agua pura. Se pueden asignar relés internos y señales de salida aisladas para funciones de registro y de alarma con compensación de temperatura.

7.10.2 ELECTRODOS DE pH: Ofrecen una combinación fiable de electrodos de medición y referencia junto con una compensación de temperatura. La instalación es fácil por medio de conectores rápidos. La extensa superficie de unión de referencia resiste la suciedad y mantiene un contacto fiable con la solución medida.

Figura 11: Electroodos para la medición de pH.



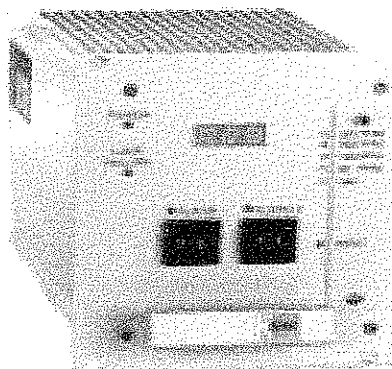
Fuente: Catalogo AUTOMATIZACION Ltda.

7.11 MEDICION DE TURBIEDAD

La turbiedad se origina por medio de sustancias dispersas no solubles en un líquido. Un líquido con turbulencia tiene la propiedad de dispersar y reflejar la luz irradiada sobre el mismo.

7.11.1 Transmisor De Turbiedad: La intensidad de la luz reflejada nos proporciona información sobre la dimensión de la turbulencia. Los turbidímetros dan la turbiedad en FTU (Formazine Turbidity Unit), esta unidad es idéntica a NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Los turbidímetros se emplean con frecuencia para el análisis de aguas potables.

Figura 12: Transmisor de turbiedad

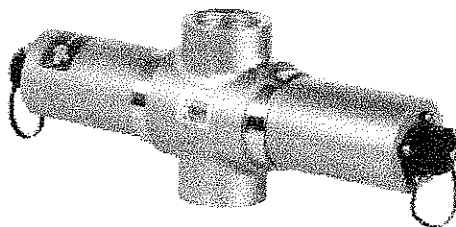


Fuente: Catalogo process automation, siemens

7.11.2 Sensor de turbidez: El sensor de turbiedad de haz simple de alta precisión mide la degradación de la luz (en el rango de infrarrojos cercanos, NIR) que pasa a través del medio de proceso. El sensor se ha fabricado de acero inoxidable y se ha diseñado para ser instalada en la tubería de cualquier proceso.

La intensidad de la luz entrante es medida por un fotodiodo del silicio y encaminada al transmisor como corriente fotoeléctrica. La concentración se puede medir en el rango PPM (partes por millón) así como en el rango porcentual.

Figura 13: Sensor de turbiedad



Fuente: Catalogo process automation, siemens

7.11.3 Limpieza Automática: El sistema de limpieza automática es una función esencial que evita el problema del ensuciamiento óptico y garantiza que se conserva el rendimiento durante períodos prolongados (hasta seis meses) sin necesidad de intervención manual. Esta función ha demostrado ser muy valiosa con muestras de agua aparentemente "limpia" en las que pequeñas cantidades de hierro o manganeso pueden provocar problemas de suciedad.

Los sensores están disponibles en versiones de flujo y de inmersión y, cuando es adecuado, se suministran con auto limpieza para reducir al mínimo el mantenimiento en caso de presentarse suciedad óptica.

7.12 MEDIDOR DE CO₂

7.12.1 Transmisores De Co₂:

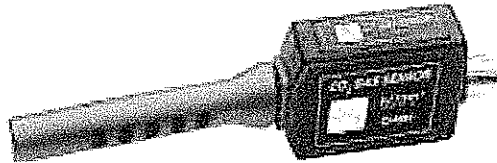
- Son utilizados para la medición de concentración del gas CO₂ en sistemas abiertos y cerrados.
- Poseen tecnología NDIR (infrarrojo no dispersivo).
- El microprocesador incorporado acepta calibración del usuario y rutinas DSP (procesamiento digital de señales) para reducir el ruido ambiente y mejorar la calidad de las mediciones.
- Adecuado para experimentos biológicos y medioambientales.

7.12.1.1 Especificaciones:

- Rango: 0 a 100.000 ppm
- Precisión entre 0 y 10.000 ppm: 100ppm o 10% del valor, lo que resulte mayor.

- Temperatura de operación: 0 a 100 grC.

Figura 14: Sensor de Dióxido de Carbono (CO₂)



Fuente: Catalogo AUTOMATIZACION Ltda.

7.13 CARACTERISTICAS ESTATICAS Y DINAMICAS DE LOS INSTRUMENTOS

En cuanto a las características dinámicas y estáticas de los sensores se evaluaron los diferentes catálogos de los proveedores, ya que presentan las características técnicas para estudiar los instrumentos de monitoreo. En el estudio de estas características, la variable de interés, cambia lentamente en la mayoría de los sistemas de medida, sin embargo dependiendo de la marca y funcionalidad de los instrumentos es necesario evaluarlas.

7.13.1 CARACTERISTICAS ESTATICAS:

Describen la actuación del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable a medir, La mayoría de estas características se analizan dependiendo del instrumento de medida, lo cual dificulta evaluarlas, debido a que los elementos no se encuentran físicamente en la planta, y resulta imposible estudiar dichos criterios, siendo necesario tener el elemento de medición para hacer las pruebas correspondientes; de otro lado hay varias de las características que no son especificadas en los catálogos y no se puede hacer una evaluación de las mismas.

7.13.1.2 Resolución: Es el cambio mas pequeño de señal que puede ser observado en el instrumento. Este parámetro es analizado teniendo en cuenta las especificaciones del catalogo, para los elementos que la denotan debido a que la mayoría de los manuales no la consideran dentro de sus especificaciones.

7.13.1.3 Sensibilidad: También se denomina factor de escala, la sensibilidad es la pendiente de la curva de calibración del sensor. Como la sensibilidad es un parámetro que se deriva de la calibración del elemento mismo es necesario hacer pruebas físicas lo cual es difícil para nuestro caso, debido a que no se

tienen los elementos a nuestra disposición. Este parámetro no está especificado en los catálogos de los proveedores.

7.13.1.4 Linealidad: Indica lo constante que resulta la sensibilidad del elemento o aparato de medida, una sensibilidad constante se puede ver reflejada en (alta linealidad) lo cual facilita la conversión del valor leído al valor medido, aunque en ocasiones existe una falta de proporcionalidad de la salida del dispositivo respecto a la entrada, y es conocida como alinealidad. Para obtener resultados de este parámetro se deben hacer las pruebas respectivas con el instrumento, determinando el grado de sensibilidad que posee; sin embargo los catálogos no presentan curvas de linealidad.

7.13.1.5 Precisión: Describe el ajuste de la lectura al valor real, depende de varios factores como: resolución, linealidad, efectos del ruido y efectos de la temperatura. La posibilidad de detectar un cambio muy pequeño no quiere decir que se esté obteniendo el valor real, lo cual hace que se confunda la precisión con resolución. Para analizar este parámetro es necesaria la toma de medidas en el instrumento lo cual nos dificulta el criterio de selección por parte de este parámetro.

7.13.1.6 Repetibilidad: Indica la proximidad entre medidas sucesivas realizadas en igualdad de condiciones; Este parámetro solo se puede evaluar cuando se hacen una serie de mediciones sucesivas para así poder compararlas. En los catálogos no se refieren a este criterio ya que es propio del instrumento en funcionamiento.

7.13.1.7 Exactitud: Es el grado de aproximación entre el valor obtenido experimentalmente y el valor real o aceptado, normalmente se expresa en términos porcentaje. Este parámetro se puede analizar ya que los catálogos lo

indican para la mayoría de los equipos, la exactitud es un criterio muy importante para el proyecto que desarrollamos debido a que se necesitan valores con alta exactitud para la dosificación de los químicos y los análisis de vertimientos que se hacen en el departamento químico de la planta.

7.13.1.8 Ruido: Aquel propio del elemento que produce una desviación de la salida con respecto al valor teórico. Este es otro de los parámetros que solo se puede evaluar con el equipo en funcionamiento, y en condiciones diferentes para cada medio de operación; debido a que el ruido es variable dependiendo del entorno.

Campo de medida: Es el rango de valores de la magnitud de entrada, quizá este es uno de los pocos parámetros que se puede determinar sin el equipo en funcionamiento, debido a que las magnitudes de entrada que se llegan a manejar para cada elemento son conocidas, puesto que ya se tiene un precedente de los elementos de medida que existen en la planta. Es por esto que el campo de medida sí es un criterio que podemos evaluar plenamente para la adquisición de los instrumentos.

7.13.2 CARACTERISTICAS DINAMICAS:

Describen la actuación del sensor en régimen transitorio, podemos decir que las características dinámicas están asociadas a grandes cambios en el comportamiento de los elementos de medida, y por tanto se puede esperar que tengan variaciones considerables con respecto a las características en régimen permanente.

7.13.2.1 Respuesta en frecuencia: Se refiere a la variación "rápida" respecto al tiempo de la señal medida, Es decir, es una respuesta de los sensores a cambios rápidos de la magnitud a medir. Este parámetro lo podemos evaluar tomando muestreos de las señales medidas con el elemento de instrumentación, aunque es difícil para nuestro caso ya que no tenemos los instrumentos, se puede hacer una relación con algunas características que denotan los fabricantes en los catálogos; y aunque no se puede tener un valor exacto se aproxima al valor real.

7.13.2.2 Velocidad de respuesta: Son los tiempos que se producen entre la medida tomada y la señal de salida; si el instrumento de medida estuviese en funcionamiento sería muy apropiado hacer referencia a dicho parámetro, lo cual hace que no se pueda evaluar este parámetro, además los catálogos no mencionan esta característica en sus especificaciones técnicas.

7.13.2.3 Respuesta frecuencia: Es la relación entre la sensibilidad y la frecuencia de la señal de entrada. Como se menciona anteriormente es imposible hacer referencia a este criterio ya que depende de otros parámetros que solo se pueden estudiar con el instrumento en funcionamiento.

7.13.2.4 Estabilidad: Es la desviación de salida respecto a condiciones medioambientales. El medio ambiente es un aspecto el cual no se puede determinar antes o después de una medición, ya que está variando con el tiempo, sin embargo si se hace una medición en continuo es probable que se logre sacar un promedio lo cual estandariza su comportamiento; por tanto siempre y cuando el equipo esté en funcionamiento se puede determinar la estabilidad.

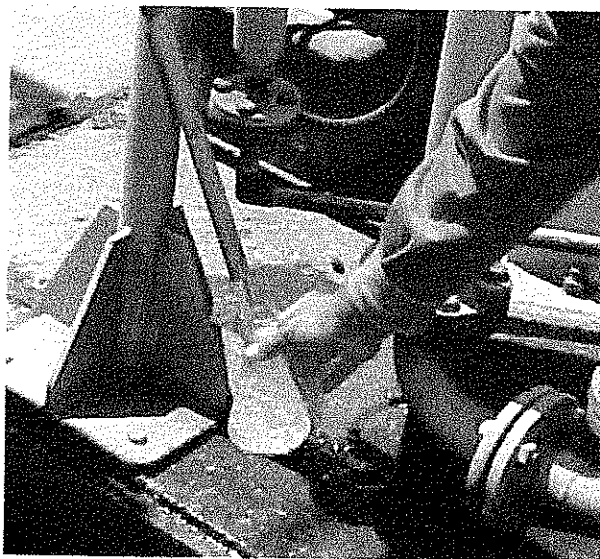
Nota: Aunque la mayoría de las características tanto estáticas como dinámicas fueron evaluadas, no se garantiza que los elementos de medida que poseen las características mas fiables sean los que adquiera la empresa para su implementación, debido a que la empresa contrata un solo proveedor para los montajes; lo cual resta posibilidades de que todos los instrumentos sean los de mejor criterio. Es decir si se escogen alternativas de una y otra empresa no se puede contratar en su totalidad ya que solo es adjudicado a una de ellas, por tanto quedan especificados los elementos que involucran la mayoría de criterios confiables para ser requeridos en la contratación.

8. TOMA DE MEDIDAS EN EL LABORATORIO

Actualmente las plantas de tratamiento de Aguas no cuentan con datos de medidas locales como son los de pH, Sílice, Conductividad; que son de gran importancia para el buen desarrollo del sistema, y para la optimización de todo el proceso en general.

El pH es un factor muy significativo en el tratamiento de aguas; se realizan estas mediciones periódicamente en varios bloques del sistema, para tener conocimiento de cómo se desarrolla el proceso; en este momento solo se tienen este tipo de sensores en los laboratorios donde se realizan las pruebas y las mediciones correspondientes por el operario o la persona encargada. Se efectúan ajustes y se calibran los sensores para una medición más exacta.

Fotografía 10: Toma de Muestras en la Planta de tratamiento de Agua Desmineralizada.



Fuente: Los Autores

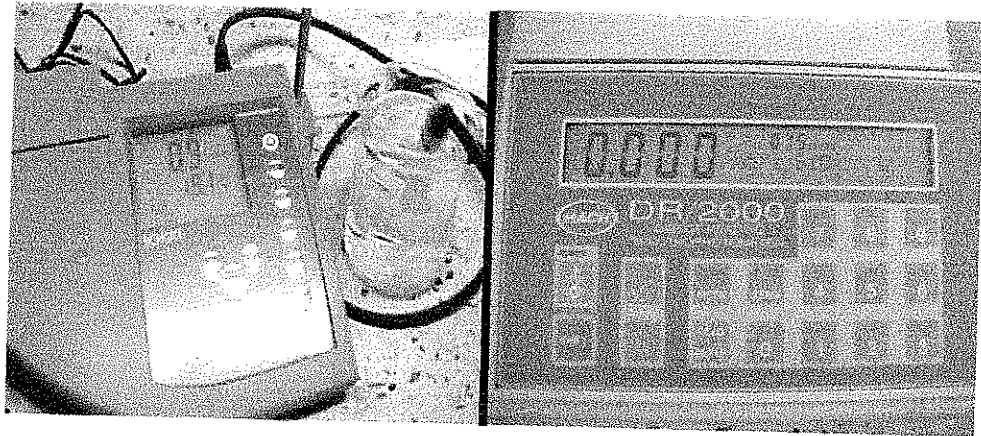
En el momento solo se realizan mediciones de pH, Sílice y conductividad por que no se disponen de los demás instrumentos de medida, además las tomas

que se obtienen no son puntuales por lo que el operario tarda por lo menos 10 minutos en desplazarse hasta el laboratorio lo que trae algunos inconvenientes.

En la fotografía 10 se muestra como el operario toma la muestra de agua para ser llevada al laboratorio; esto se realiza dos veces por turno es decir unas 6 veces al día cuando la planta esta en continuo funcionamiento; se lleva un registro de todos los datos tomados por los operarios.

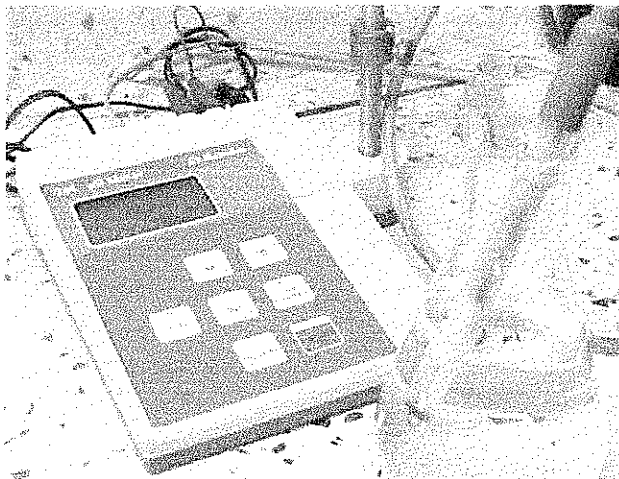
Lo primero que se realiza son las calibraciones de cada uno de los aparatos para esto toman agua desmineralizada hasta obtener la estabilidad del instrumento este paso es esencial para que las medidas no sean erróneas.

Fotografía11 Calibración Instrumentos de Medida



Fuente: Los Autores

Fotografía 12: Toma de datos del pH en el Laboratorio según las muestras obtenidas.



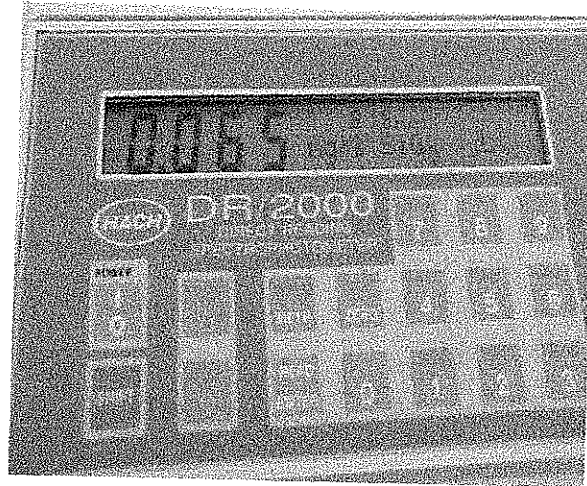
Fuente: Los Autores

Fotografía13: Toma de datos de Conductividad en el Laboratorio según las muestras obtenidas.



Fuente: Los Autores

Fotografía 14: Toma de datos de Sílice en el laboratorio según las muestras obtenidas



Fuente: Los Autores

9. CONCEPTO TÉCNICO ECONOMICO

Presentamos concepto Jurídico y Técnico Económico de las propuestas recibidas en el Proceso de la referencia de acuerdo con lo exigido en la invitación y términos de referencia adelantada por presidencia en los siguientes términos:

9.1 CONCEPTO JURÍDICO:

Según los documentos exigidos presento concepto jurídico de cada una de las propuestas presentadas así:

9.1.1 INSTRUMENTOS Y CONTROLES S.A.

CARTA FIRMADA POR EL REPRESENTANTE LEGAL	SI
POLIZA DE SERIEDAD DE OFERTA ENTRE PARTICULARES	X
ORIGINAL RECIBO DE PAGO POLIZA	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACION LEGAL	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN -CLASIFICACIÓN CALIFI	SI
REGISTRO UNICO TRIBUTARIO	X
CERTIFICADO DEL SICE	(*)

La firma INSTRUMENTOS Y CONTROLES S.A. presenta póliza de seriedad de la propuesta sin embargo la misma tiene como valor asegurado la suma de \$65.000.000 y el valor de la propuesta liquidada a la tasa representativa del mercado del 23 de noviembre de 2004 equivale \$680.349.169 debiéndose por lo tanto haber asegurado el 10% como se dijo en la invitación, es decir \$68.000.000 igualmente presenta el RUT con fecha de expedición 12 de agosto de 2004 y de acuerdo con la invitación se exigió no superior a 60 días razón por la cual cumple NO con el Reglamento Interno de Contratación, **por lo tanto NO se debe tener en cuenta para su posterior análisis técnico-económico**

9.1.2 AUTOMATIZACIÓN LTDA

CARTA FIRMADA POR EL REPRESENTANTE LEGAL	SI
POLIZA DE SERIEDAD DE OFERTA ENTRE PARTICULARES	X
ORIGINAL RECIBO DE PAGO POLIZA	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESEN LEGAL	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN –CLASIFICA .CALIFI	SI
REGISTRO UNICO TRIBUTARIO	X
CERTIFICADO DEL SICE	(*)

La firma AUTOMATIZACION LTDA presenta Póliza de seriedad de la oferta sin embargo la misma tiene como vigencia hasta el 18 de febrero de 2005 y de acuerdo con la invitación, se dijo “..un plazo no inferior a 90 días contados a partir de la fecha de entrega” y considerando que la fecha de entrega fue el 23 de noviembre de 2004 no estaría cubriendo el tiempo exigido, igualmente el RUT tiene como fecha de expedición Septiembre 3 del 2004 y de acuerdo con la invitación se exigió no superior a 60 días . razón por la cual **NO cumple con el Reglamento Interno de Contratación, por lo tanto NO se debe tener en cuenta para su posterior análisis técnico-económico**

9.1.3 INVENSYS

CARTA FIRMADA POR EL REPRESENTANTE LEGAL	SI
POLIZA DE SERIEDAD DE OFERTA ENTRE PARTICULARES	SI
ORIGINAL RECIBO DE PAGO POLIZA	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESEN LEGAL	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN –CLASIFICA .CALIFI	SI
REGISTRO UNICO TRIBUTARIO	X
CERTIFICADO DEL SICE	(*)

La firma INVENSYS presenta RUT sin embargo el mismo tiene como fecha de expedición 25 de agosto del 2004 y de acuerdo con la invitación se exigió no superior a 60 días, razón por la cual NO cumple con el Reglamento Interno de Contratación, **por lo tanto NO se debe tener en cuenta para su posterior análisis técnico-económico**

9.1.4 SERVELEC

CARTA FIRMADA POR EL REPRESENTANTE LEGAL	SI
POLIZA DE SERIEDAD DE OFERTA ENTRE PARTICULARES	SI
ORIGINAL RECIBO DE PAGO POLIZA	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESN LEGAL	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN –CLASIFICA .CALIFI	SI
REGISTRO UNICO TRIBUTARIO	SI
CERTIFICADO DEL SICE	(*)

La firma SERVELEC presenta los documentos relacionados y exigidos en la invitación y términos de referencia. razón por la cual cumple con el Reglamento Interno de Contratación, **por lo tanto se debe tener en cuenta para su posterior análisis técnico-económico**

9.1.5 SENSOMATIC & CIA LTDA

CARTA FIRMADA POR EL REPRESENTANTE LEGAL	SI
POLIZA DE SERIEDAD DE OFERTA ENTRE PARTICULARES	SI
ORIGINAL RECIBO DE PAGO POLIZA	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESN LEGAL	SI
ORIGINAL CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN –CLASIFICA .CALIFI	SI
REGISTRO UNICO TRIBUTARIO	SI
CERTIFICADO DEL SICE	(*)

La firma SENSOMATIC & CIA LTDA presenta los documentos exigidos en la invitación y términos de referencia. razón por la cual cumple con el Reglamento Interno de Contratación, **por lo tanto se debe tener en cuenta para su posterior análisis técnico-económico**

NOTA: El administrador del SICE verificara su cumplimiento igualmente **concepto técnico económico deberá verificar el cumplimiento de las normas de calidad exigidas de acuerdo con la invitación.**

En estos términos dejo rendido el presente análisis legal

9.2 CONCEPTO TÉCNICO ECONOMICO:

Teniendo en cuenta el análisis Jurídico se presenta evaluación Técnico – Económica a las firmas SENSOMATIC & CIA. LTDA, y SERVELEC LTDA por ser las únicas firmas en cumplir con los requisitos jurídicos.

A continuación se muestra las propuestas presentadas por las firmas que cumplieron con los requisitos exigidos por la empresa; con el respectivo formulario de cantidades y costos.

Tabla 3. FIRMA SENSOMATIC & CIA LTDA

[illegible]

Tabla 4. FIRMA SENSOMATIC & CIA LTDA

		SENSOMATIC SEGUNDA PROPUESTA				
ITEM	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD	VR/ UNITARIO	VR/TOTAL INST.	VR/MONTAJE	VR/ TOTAL
1	ROTAMETROS	14				
2	CONTADOR DE FLUJO	8	\$ 3,883,587.40	\$ 54,370,223.60		\$ 54,370,223.60
3	SENSOR DE NIVEL	10				
3.1	CAPACITIVO	2	\$ 1,482,824.28	\$ 2,965,648.56		\$ 2,965,648.56
3.2	ULTRASONICO HCL	2	\$ 2,824,427.20	\$ 5,648,854.40		\$ 5,648,854.40
3.3	ULTRASONICO NAOH	2	\$ 2,118,320.40	\$ 4,236,640.80		\$ 4,236,640.80
3.4	ULTRASONICO AGUA DEMI.	2	\$ 2,471,373.80	\$ 4,942,747.60		\$ 4,942,747.60
3.5	FLOTADOR BOYAS	2	\$ 2,118,320.40	\$ 4,236,640.80		\$ 4,236,640.80
4	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	4	\$ 4,766,220.90	\$ 19,064,883.60		\$ 19,064,883.60
5	SENSOR DE PH	5	\$ 4,236,640.80	\$ 21,183,204.00		\$ 21,183,204.00
6	ANALIZADOR DE TURBIDEZ	2	\$10,589,080.19	\$ 21,178,160.38		\$ 21,178,160.38
7	TRANSMISOR DE CO2	2	\$ 5,295,801.00	\$ 5,295,801.00		\$ 5,295,801.00
8	ANALIZADOR DE SILICE	2	\$41,034,892.32	\$ 82,069,784.64		\$ 82,069,784.64
9	NIVEL ALTO Y BAJO	2	\$ 499,318.38	\$ 998,636.76		\$ 998,636.76
				\$226,191,226.14	\$73,061,879.32	\$299,253,105.46
				IVA 16 %		\$ 47,880,496.83
				TOTAL OFERTA		\$347,133,802.29

INCLUYE: Suministro, montaje y puesta en servicio de la instrumentación.

- **SERVICIO TÉCNICO:** En caso de ser favorecidos en la orden de compra, el costo dado incluye el diseño, desarrollo, programación, adecuación de los puntos de montaje para los instrumentos, accesorios de montaje, cableado, instalación, calibración y puesta en marcha, capacitación para los operarios asignados por la empresa en el manejo, programación y calibración de equipos.
- **GARANTIA:** 1 año contra defectos de fabricación comprobados, otorgado por el fabricante SIEMENS S.A. y HACH.
- **CONDICIONES COMERCIALES:**
 - **TIEMPO DE ENTREGA:** Dieciséis (16) semanas entrega final de los instrumentos instalados.
 - **FORMA DE PAGO:** 60% anticipo con su orden de trabajo u contrato, 40% contraentrega a satisfacción.
 - **SITIO DE ENTREGA:** En las instalaciones de Termopaipa.
 - **VALIDEZ DE LA OFERTA:** 45 días.
- **CONCEPTO TÉCNICO:** Verificadas las especificaciones y datos técnicos se encuentra que cumple con lo solicitado por la EBSA.

Tabla 5. FIRMA SERVELEC LTDA.

SERVELEC PRIMERA PROPUESTA					
CANT.	VR/ UNITARIO INSTR.	VR/TOTAL INSTR.	VR/UNIT. MONTAJE	VR/ TOTAL MONTAJE	VR/TOTAL
14	\$ 4,765,600.00	\$ 66,718,400.00	\$ 593,571.40	\$ 8,310,000.00	\$ 75,028,400.00
8	\$ 5,700,000.00	\$ 45,600,000.00	\$ 1,779,750.00	\$ 14,238,000.00	\$ 59,838,000.00
10					
2	\$ 4,331,985.00	\$ 8,663,970.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 11,057,250.00
2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 7,993,280.00
2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 7,993,280.00
2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 7,993,280.00
2	\$ 657,200.00	\$ 1,314,400.00	\$ 822,920.00	\$ 1,645,840.00	\$ 2,960,240.00
4	\$ 3,290,000.00	\$ 13,160,000.00	\$ 1,100,000.00	\$ 4,400,000.00	\$ 17,560,000.00
5	\$ 3,949,750.00	\$ 19,748,750.00	\$ 1,100,000.00	\$ 5,500,000.00	\$ 25,248,750.00
2	\$ 10,282,300.00	\$ 20,564,600.00	\$ 1,250,000.00	\$ 2,500,000.00	\$ 23,064,600.00
2					
2	\$ 32,000,000.00	\$ 64,000,000.00	\$ 1,750,000.00	\$ 3,500,000.00	\$ 67,500,000.00
2	\$ 340,000.00	\$ 680,000.00	\$ 400,000.00	\$ 800,000.00	\$ 1,480,000.00
		\$ 257,250,120.00		\$ 50,466,960.00	\$307,717,080.00
			IVA 16 %		\$ 49,234,732.80
			TOTAL OFERTA		\$356,951,812.80

Tabla 6. FIRMA SERVELEC LTDA.

SERVELEC SEGUNDA PROPUESTA					
CANT.	VR/ UNITARIO INSTR.	VR/TOTAL INSTR.	VR/UNIT. MONTAJE	VR/ TOTAL MONTAJE	VR/TOTAL
14	\$ 6,542,340.00	\$ 91,592,760.00	\$ 593,571.40	\$ 8,310,000.00	\$ 99,902,760.00
8	\$ 5,700,000.00	\$ 45,600,000.00	\$ 2,068,035.00	\$ 16,544,280.00	\$ 62,144,280.00
10					\$ -
2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 7,993,280.00
2	\$ 1,900,000.00	\$ 3,800,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 6,193,280.00
2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 7,993,280.00
2	\$ 1,900,000.00	\$ 3,800,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00	\$ 6,193,280.00
2	\$ 657,200.00	\$ 1,314,400.00	\$ 822,920.00	\$ 1,645,840.00	\$ 2,960,240.00
4	\$ 5,742,030.00	\$ 22,968,120.00	\$ 1,100,000.00	\$ 4,400,000.00	\$ 27,368,120.00
5	\$ 3,949,750.00	\$ 19,748,750.00	\$ 1,100,000.00	\$ 5,500,000.00	\$ 25,248,750.00
2	\$ 10,282,300.00	\$ 20,564,600.00	\$ 1,250,000.00	\$ 2,500,000.00	\$ 23,064,600.00
2	\$ 1,555,000.00	\$ 3,110,000.00	\$ 1,000,000.00	\$ 2,000,000.00	\$ 5,110,000.00
2	\$ 31,976,140.00	\$ 63,952,280.00	\$ 1,750,000.00	\$ 3,500,000.00	\$ 67,452,280.00
2	\$ 340,000.00	\$ 680,000.00	\$ 400,000.00	\$ 800,000.00	\$ 1,480,000.00
		\$ 288,330,910.00		\$ 54,773,240.00	\$343,104,150.00
			IVA 16%		\$ 54,896,664.00
			TOTAL OFERTA		\$398,000,814.00

INCLUYE: Suministro, montaje y puesta en servicio de la instrumentación.

- **SERVICIO TÉCNICO:** En caso de ser favorecidos en la orden de compra, el costo dado incluye el asesoramiento en la puesta en marcha de los equipos y asesora la configuración de los mismos para el arranque.
- **GARANTIA:** Doce meses otorgados por el fabricante con un adecuado uso y conexión.
- **CONDICIONES COMERCIALES:**
 - **TIEMPO DE ENTREGA:** 4 a 5 semanas para la entrega de los equipos en sus instalaciones de termopaipa, dos semanas para la instalación y puesta en marcha de los equipos de la unidad II y Dos semanas para la instalación y puesta en marcha de los equipos de la unidad III.
 - **FORMA DE PAGO:** 50% en calidad de anticipo, 30% contra entrega de los equipos en las instalaciones de paipa- Boyacá, 10% a la entrega y puesta en marcha de los equipos relacionados en esta oferta, 10% crédito 30 días a la fecha de acta de entrega del proyecto.
 - **SITIO DE ENTREGA:** En las instalaciones de Termopaipa.
 - **VALIDEZ DE LA OFERTA:** 60 días.

- **CONCEPTO TÉCNICO:**

Verificadas las especificaciones y datos técnicos se encuentra que las ofertas presentadas por las firmas SENSOMATIC & CIA LTDA y SERVELEC LTDA cumplen con lo solicitado por la EBSA.

Tabla 7. FIRMA INVENSYS LTDA.

INVENSYS UNICA PROPUESTA						
ITEM	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/TOTAL ELEMEN.	VR/MONTAJE	VR/TOTAL OFERTA
1	ROTAMETROS	14				
2	CONTADOR DE FLUJO	8	\$ 5,018,401.90	\$ 40,147,215.20		\$ 40,147,215.20
3	SENSOR DE NIVEL	10				
3.1	CAPACITIVO	2	\$ 2,146,060.31	\$ 4,292,120.62		\$ 4,292,120.62
3.2	ULTRASONICO HCL	2	\$ 801,935.58	\$ 1,603,871.16		\$ 1,603,871.16
3.3	ULTRASONICO NAOH	2	\$ 812,022.82	\$ 1,624,045.64		\$ 1,624,045.64
3.4	ULTRASONICO AGUA DEMI.	2	\$ 2,887,472.45	\$ 5,774,944.90		\$ 5,774,944.90
3.5	FLOTADOR BOYAS	2	\$ 675,845.08	\$ 1,351,690.16		\$ 1,351,690.16
4	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	4	\$ 3,069,042.77	\$ 12,276,171.08		\$ 12,276,171.08
5	SENSOR DE PH	5	\$ 2,463,808.37	\$ 12,319,041.85		\$ 12,319,041.85
6	ANALIZADOR DE TURBIDEZ	2				
7	TRANSMISOR DE CO2	2				
8	ANALIZADOR DE SILICE	2	\$36,263,627.80	\$ 72,527,255.60		\$ 72,527,255.60
9	NIVEL ALTO Y BAJO	2				
				\$ 151,916,356.21	\$20,726,756.39	\$ 172,643,112.60
				IVA 16 %		\$ 27,622,898.01
				TOTAL OFERTA		\$ 200,266,010.61

9.3 CRITERIO DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación son:

Precio de la propuesta: 90 puntos
Plazo de entrega: 10 puntos
Total puntaje: 100 puntos

La asignación de los puntajes se realiza mediante la aplicación de la siguiente metodología:

9.3.1 Precio de la Propuesta:

Puntaje Propuesta N =	$\frac{\text{Valor propuesta con el menor precio}}{\text{Valor Propuesta N}}$	* 90Puntos
-----------------------	---	------------

9.3.2 Plazo de Entrega:

Puntaje Propuesta N =	$\frac{\text{Valor propuesta con el menor tiempo}}{\text{Valor Propuesta N}}$	* 90Puntos
-----------------------	---	------------

A continuación se evalúan las propuestas de SENSOMATIC 1 y SERVELEC 1 teniendo en cuenta que son las que cumplen con los requisitos técnicos respecto al total de la cotización, descontando el ítem 7 ya que en la propuesta de SERVELEC 1 no se cotizó:

➤ **PROPUESTA SENSOMATIC 2**

• **Precio de la Propuesta:**

Puntaje	Propuesta	<u>341189393.5</u>	* 90 puntos
SENSOMATIC 2	=	341189393.5	

Precio de la propuesta: 90 puntos

• **Plazo de Entrega:**

Puntaje	Propuesta	<u>9</u>	*10Puntos
SENSOMATIC 2	=	15	

Plazo de Entrega: 6 puntos

TOTAL PUNTAJE: 90 puntos + 6 puntos = 96 puntos

➤ **PROPUESTA SERVELEC 1**

• **Precio de la Propuesta:**

Puntaje	Propuesta	<u>341189393.5</u>	
SENSOMATIC 1	=	356951812.8	*90puntos

Precio de la propuesta: 86.02 puntos

• **Plazo de Entrega:**

Puntaje	Propuesta	$\frac{9}{9}$	*10Puntos
SENSOMATIC 1 =			

Plazo de Entrega: 10 puntos

TOTAL PUNTAJE: 86.02 puntos + 10 puntos = 96.02puntos

9.4 CONCEPTO ECONÓMICO

La propuesta 1 de la firma SERVELEC & CIA LTDA puede ser más viable, debido a que el tiempo de entrega e instalación de los elementos es menor.

A pesar de que la oferta de la firma INVENSYS aparentemente es más económica se encuentra que esta firma no es viable jurídicamente Y técnicamente no cumple con lo solicitado con la EBSA ya que no cotiza varios de los ítems exigidos por la EBSA.

Debido a que la disponibilidad presupuestal corresponde a un valor de \$260'000.000,00 y es menor al valor de oferta alternativa 1 de la firma SERVELEC LTDA obtiene un puntaje total de 96.02 puntos, se recomienda contratar con esta firma ya que el plazo de entrega de los elementos y su instalación es menor; se especifica las cantidades y precios unitarios que cubran el valor de la disponibilidad. El cuadro definitivo de cantidades y valores ajustados a contratar sería:

Tabla 8. Cuadro definitivo de cantidades y valores ajustados

SERVELEC PRIMERA PROPUESTA						
ITEM	ESPECIFICACIONES	CANT.	VR/UNITARIO INST.	VR/TOTAL INSTR.	VR/UNIT. MONTAJE	VR/ TOTAL MONT.
1	CONTADOR DE FLUJO	8	\$ 5,700,000.00	\$ 45,600,000.00	\$ 1,779,750.00	\$ 14,238,000.00
2	SENSOR DE NIVEL	10				
2.1	ULTRASONICO HCL	2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00
2.2	ULTRASONICO NAOH	2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00
2.3	ULTRASONICO AGUA	2				
2.3	DEMI.	2	\$ 2,800,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,196,640.00	\$ 2,393,280.00
2.4	FLOTADOR BOYAS	2	\$ 657,200.00	\$ 1,314,400.00	\$ 822,920.00	\$ 1,645,840.00
3	SENSOR DE CONDUCT.	4	\$ 3,290,000.00	\$ 13,160,000.00	\$ 1,100,000.00	\$ 4,400,000.00
4	SENSOR DE PH	5	\$ 3,949,750.00	\$ 19,748,750.00	\$ 1,100,000.00	\$ 5,500,000.00
5	ANALIZADOR DE TURBIDEZ	2	\$10,282,300.00	\$ 20,564,600.00	\$ 1,250,000.00	\$ 2,500,000.00
6	ANALIZADOR DE SILICE	2	\$32,000,000.00	\$ 64,000,000.00	\$ 1,750,000.00	\$ 3,500,000.00
7	NIVEL ALTO Y BAJO	2	\$ 340,000.00	\$ 680,000.00	\$ 400,000.00	\$ 800,000.00
				\$ 181,867,750.00		\$ 39,763,680.00
					IVA 16 %	\$ 35,461,028.80
					TOTAL OFERTA	\$ 257,092,458.80

ACTIVIDAD (1) COMPLEMENTARIA DURANTE LA PASANTIA

10. DETECTOR DE PARTICULAS EN SUSPENSION

10.1 GENERALIDADES

El detector de partículas en suspensión **EP 1000A OLDHAM** es un equipo que monitorea en continuo la emisión de gases de la chimenea de las plantas de la Termoeléctrica: este detector funciona bajo el principio de emisión de infrarrojo, siendo su funcionamiento sencillo y fácil de comprender. El sistema de infrarrojo actúa de una manera horizontal adecuado a las características de la chimenea principalmente en su parte media; el infrarrojo choca en una pared o cono reflectivo el cual hace que choque y se devuelva la señal para así poder monitorearla. Además del cono existe un diodo láser el cual enfoca la señal de salida, conectado en bloque con el receptor que hace las veces de captador de la señal.

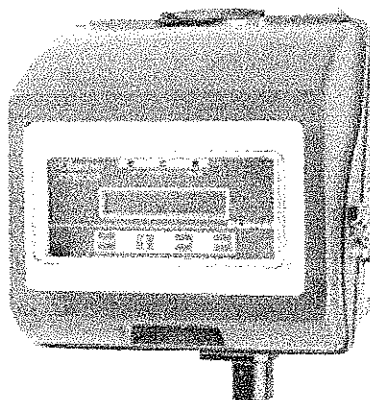
Este sistema aunque sencillo tiene complicaciones en cuanto a que los lentes del emisor y del receptor están continuamente opacos debido a la alta emisión de la chimenea cuando están encendidas las plantas, además el cono reflectivo también se corroe con el paso del tiempo ya que los gases que emana la planta son altamente tóxicos y corrosivos.

Este equipo funciona de forma local y remota, por medio de una conexión que va desde el tablero de control hasta el registrador que está en la chimenea, interconectados con un cable trenzado y blindado de 6 hilos el cual es debidamente cableado por las canaletas eléctricas que posee la planta; este registro local y remoto se hace con la misma señal pero difiriendo el punto de mando, es decir, que tanto en la chimenea como en el tablero de control se tiene autonomía para manejar el set-up del detector. Lo anterior debido a que es complicado el hecho de tener que subir varias veces en un tiempo de

monitoreo a la chimenea. Sin embargo el inconveniente mas notorio es que el detector tan solo se puede energizar en la chimenea lo cual dificulta las acciones de encendido y apagado dependiendo si las plantas están funcionando o no.

Otro de los inconvenientes es el hecho de que los Detectores son de *fabricación francesa*, y para la consecución de los repuestos es necesario un largo tiempo de espera, que se ve reflejado en la no obtención de resultados de emisión si la o las plantas están encendidas; lo cual ocasiona observaciones negativas por parte de CorpoBoyacá, quien exige reportes semanales de dicha emisión.

Figura 15. Detector de partículas en suspensión



Fuente: Manual de Procedimiento OLDHAM

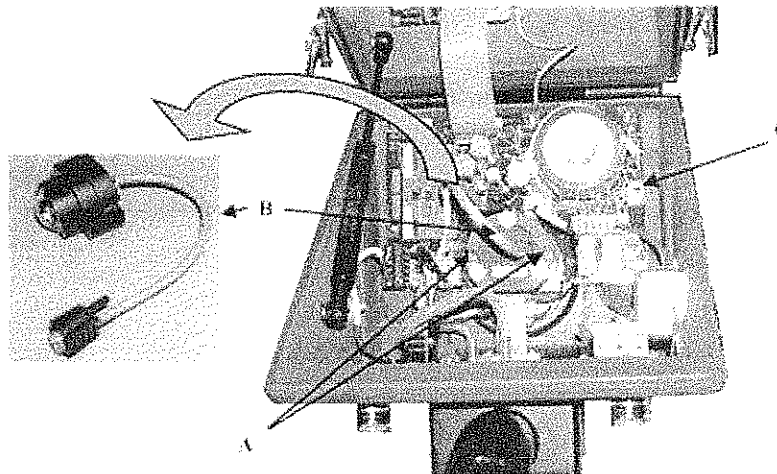
10.2 PARTES BASICAS DEL ANALIZADOR DE PARTICULAS

El analizador consta de una caja monobloque con su respectiva abrazadera de fijación, además un dispositivo de alineación-fijación, el cual hace las veces de posicionador, con el fin de enfocar el rayo láser para que apunte al cono reflectivo y no se desvíe teniendo mediciones erróneas. Posee además un

modulo fotorreceptor que como su nombre lo indica envía y recibe la señal del diodo láser.

Existe un modulo denominado master-slave (maestro-esclavo) que consiste en la tarjeta local y la remota, denominado así pues esta supervisada una con otra.

Figura 16: Partes internas del analizador



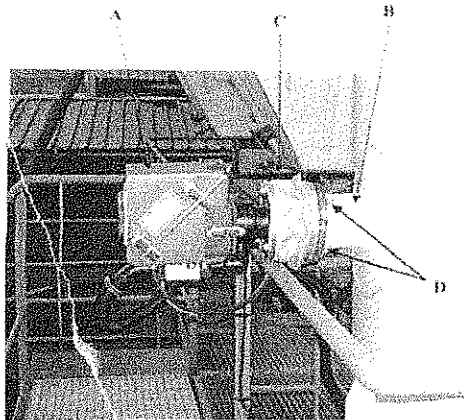
Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

Tabla 9. Partes internas del analizador

A	B	C
TORNILLOS	MODULO FOTORECEPTOR	INTERRUPTOR ON / OFF

Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

Figura 17: Partes externas del analizador



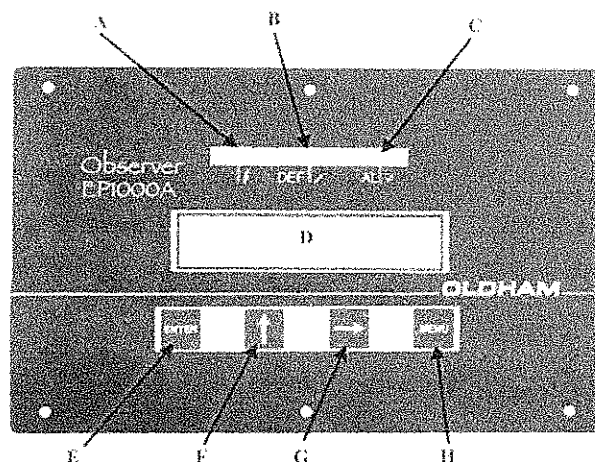
Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

Tabla 10. Partes internas del analizador

A	B	C	D
CAJA MONOBLOQUE	ABRAZADERA DE FIJACION	DISPOSITIVO DE ALINEACION	FIJACION

Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

Figura 18: Frontal EP100A



Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

Tabla 11. Partes internas del analizador

A	VISUALIZADOR DE PUESTA EN MARCHA
B	VISUALIZADOR DE DEFECTO
C	VISUALIZADOR DE ALARMA
D	PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO
E	TECLAS CDE VALIDACION
F	-AUMENTO O CAMBIO DE VALORES -VISUALIZACION DE LOS DEFECTOS
G	-DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL INDICE
H	-TECLA DEL CICLO DE MENU.

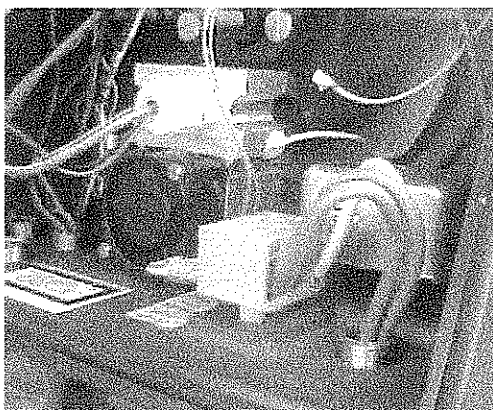
Fuente: Manual de procedimiento OLDHAM

10.3 CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

La calibración del analizador se realiza por medio del menú o configuración que posee el aparato bien sea por medio de la tarjeta local o de la remota; esta calibración se hace configurando inicialmente la puesta en marcha del equipo, así como las visualizaciones de defectos y alarmas con los rangos deseados para emisión de partículas particularmente los utilizados en las unidades de Termopaipa; es necesario también indicar que medidas se harán y en que intervalos de tiempo debido a que son varios gases los que emana la chimenea por tanto se deben habilitar varios canales tanto de entrada como de salida para la visualización.

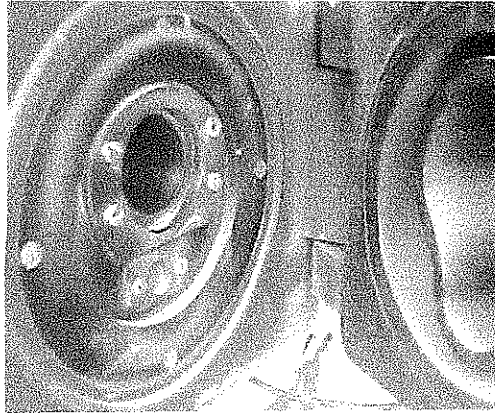
Normalmente el operador que esta en la chimenea limpia el lente tanto del emisor como del receptor, ya que estos al estar opacos influyen mucho en la calibración del equipo e impiden que el diodo actúe de manera normal.

Fotografía15. Modulo fotorreceptor Interno



Fuente: Los autores

Fotografía 16. Modulo fotorreceptor Externo



Fuente: Los autores

Para efectos de la calibración y puesta en marcha del analizador es necesario tener un operario en la chimenea y otro en el tablero de control para hacer un sincronismo debido a que las tarjetas de control de visualización deben estar funcionando a la vez para no tener problemas a futuro con su indicación.

Fotografía 17. Calibración del analizador de partículas.

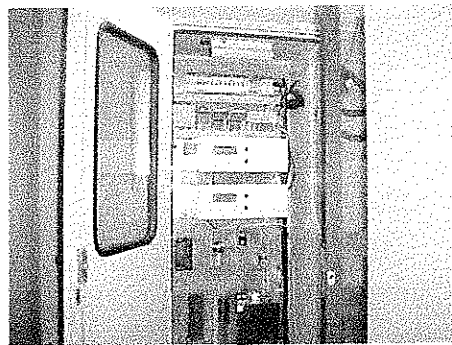


Fuente: Los autores

10.4 CONEXIONES Y FUNCIONAMIENTO DE VISUALIZACION

El analizador esta conectado principalmente con una alimentación de 110 VAC, en la parte media de la chimenea; pero adicionalmente este se interconecta con una cabina de monitoreo de gases la cual recibe señales además de la chimenea, las de oxígeno de la caldera, hidrogeno entre otras.

Fotografía 18. Cabina de monitoreo de gases.



Fuente: Los autores

En la cabina de monitoreo de gases se recepciona la señal de salida del analizador para luego ser entregada al tablero de control específicamente a la tarjeta-remota la cual esta dispuesta en el panel de control y al MOD 300 quien es el cerebro de control de la planta, donde se controlan los procesos de la misma. En este computador "MOD 300" se diseño en los últimos meses una ventana de control específicamente para el analizador de partículas la cual permite registrar las señales independientemente de si la tarjeta remota ubicada en el panel de control funciona o no.

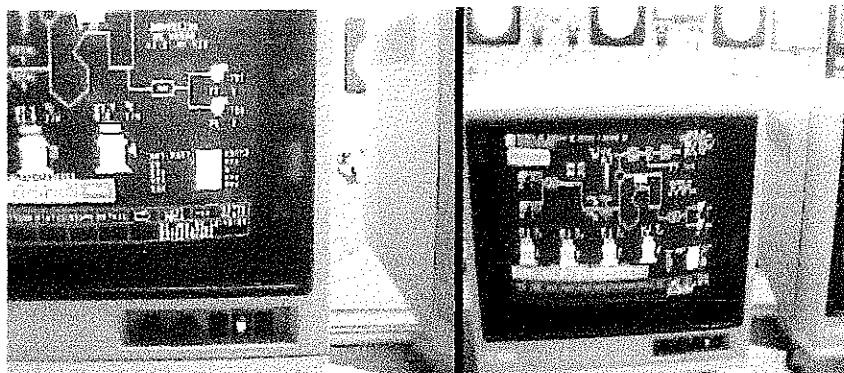
Fotografía 19. Vista posterior conexión tarjeta remota.



Fuente: Los autores

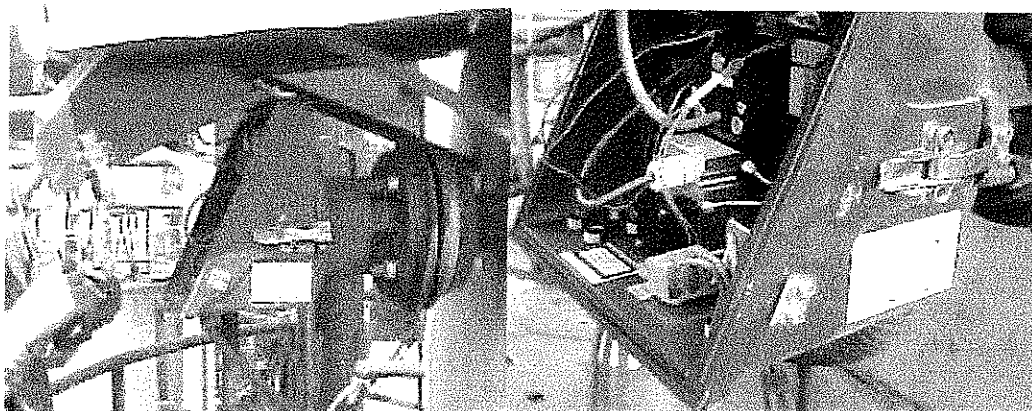
Aunque en el MOD 300 no se puede maniobrar el menú del analizador, este permite registrar la señal de salida para efectos de toma de lecturas, muestreos y reportes que deben hacerse semanalmente e incluso en ocasiones diariamente cuando las emisiones de las chimeneas presentan alteraciones como Humos negros, o espesos.

Fotografía 20. Ventana Analizador de Partículas MOD 300.



Fuente: Los autores

Fotografía 21. Analizador de Partículas en servicio.



Fuente: Los autores.

ACTIVIDAD (2) COMPLEMENTARIA DURANTE LA PASANTIA

11. VISITAS

11.1 VISITA DEL INGENIERO TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD

Las visitas del ingeniero OSCAR EDUARDO UMAÑA MENDEZ se realizaron el día 9 de septiembre de 2004, y el día 21 de diciembre de 2004. En la primera visita, el ingeniero comenzó con el reconocimiento, inicialmente con la presentación del ingeniero JOSE ALEJANDRO CARRILLO LOPEZ Jefe de servicios técnicos y medio ambiente de TERMOPAIPA, dándole una pequeña ilustración del trabajo que desarrollamos, las relaciones interpersonales con el grupo, y algunas observaciones importantes para mejorar nuestro desempeño en la instrumentación de la planta de tratamiento.

Luego en compañía del jefe de instrumentos Sr. POMPILIO HERNANDEZ se hizo un reconocimiento de todas las instalaciones de Termopaipa dándole una descripción del funcionamiento de esta, haciendo mayor énfasis en las plantas de tratamiento de agua desmineralizada, donde se le presento el trabajo para que pudiera tener una idea mas clara en tiempo y espacio real de lo que se esta desarrollando. Finalmente el ingeniero dio una serie de recomendaciones y asesoráis las cuales fueron fundamentales para la conclusión del trabajo, teniendo en cuenta que se realizaría una nueva visita con el fin de conocer como continuaba el desempeño en la planta.

La segunda visita se enfoco, principalmente en evaluar los requisitos y reglamentaciones de los elementos que se emplearían para la instrumentación de la planta, con el fin de escoger los más apropiados en cuanto a tecnologías, flexibilidad y costos; así como los procedimientos legales de ejecución de las

invitaciones a los diferentes proveedores de los instrumentos. Acogiéndose a la reglamentación interna de la empresa.

Es importante resaltar que además de las visitas que se hicieron por parte del tutor a la planta, mensualmente teníamos una reunión en la cual era evaluado el trabajo desarrollado el mes anterior, realizando entrega de un informe en donde se detallaba mas a fondo la situación y el estado de la practica

11.2 VISITA DE LOS PROVEEDORES

Se obtuvo la visita de tres proveedores diferentes los cuales son: INSTRUMATIC, SERVELEC y SIEMENS; quienes hicieron su visita en el mes de septiembre en su respectivo orden, los primeros INSTRUMATIC efectuaron su visita en una mañana de trabajo del día 2 de septiembre, desarrollando un reconocimiento de las plantas II y III, brindando un concepto inicial y llevando una especificación completa de la planta para luego determinar su resultado de la evaluación mediante una cotización. Por su parte, SERVELEC hizo la visita el día 10 de septiembre donde se hicieron los reconocimientos necesarios llevándose fotos, diagramas y cantidades de los diferentes instrumentos para la optimización del sistema de monitoreo de las plantas de agua desmineralizada. Por ultimo, se realizó la visita SIEMENS (*ver fotografía 22*) el día 17 de septiembre, en donde se sugirió una serie de características las cuales son importantes para tener en cuenta dentro de las especificaciones que son dirigidas a los proveedores, así como una evaluación del proceso expresando un concepto de los instrumentos que posiblemente fueran utilizados para una mejor confiabilidad y flexibilidad en el proceso.

Vale la pena anotar que las empresas nombradas anteriormente siempre estuvieron en contacto con la empresa, apoyando vía fax o e-mail los diferentes requerimientos en el proceso de instrumentación.

Fotografía 22. Visita técnica



Fuente: Los autores

11.3 VISITA DE LOS PROVEEDORES INVITADOS A COTIZAR.

Esta visita se desarrollo en el marco de la invitación a cotizar para el mejoramiento de la instrumentación de las plantas, la visita (*ver fotografía 23*) consistió en una reunión formal en la cual inicialmente se resolvieron todas las dudas que tenían los proveedores tanto legales como técnicas, así como las aclaraciones que se podían presentar por parte de la empresa y del proyecto. Se hizo un acta de confirmación con las empresas que se encontraban en el proceso de licitación para saber quienes podían licitar.

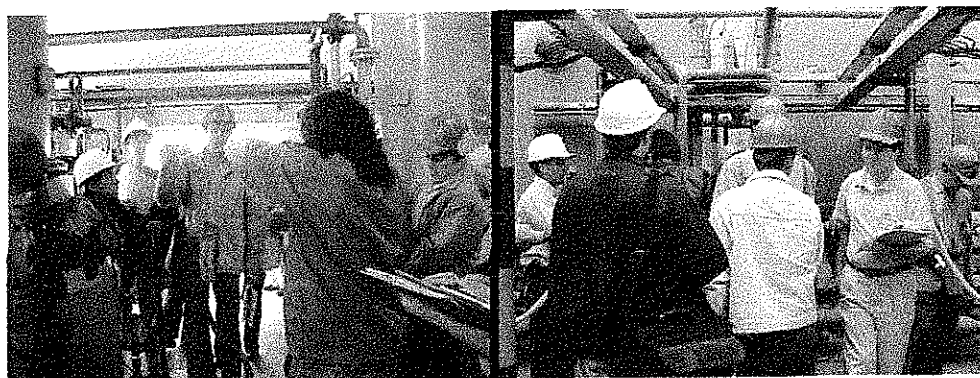
Fotografía 23. Especificaciones visita técnica



Fuente: Los autores

Nos dirigimos a las plantas Desmineralizadoras donde se terminaron de resolver las dudas, se tomaron fotografías , se hizo entrega de los planos a cada uno de los proveedores con el fin de que tuvieran mayor información y se unificaran conceptos con el fin de que no se presentaran dudas a futuro.

Fotografía 24. Visita en planta de tratamiento



Fuente: Los autores.

11.4 VISITA XXV FERIA INTERNACIONAL EXPOSICIÓN INDUSTRIAL (CORFERIAS)

Realizada el día 02 de Octubre en la Ciudad de Bogota gracias a la invitación del Ingeniero Diego Caballero de la empresa SIEMENS para conocer detenidamente algunos de los instrumentos que tienen a disposición para la venta, participando en una Conferencia donde se hizo referencia a instrumentos para medición de Flujo, caudal, Temperatura, Presión, etc; se enfatizo en las características de los flujómetros y de los caudalímetros conociendo mas sobre aplicaciones, ventajas, tipos, y especificaciones teniendo en cuenta el proceso a manejar.

Se tuvo la oportunidad de ver y conocer algunos de los instrumentos que se van a necesitar en la implementación de la planta, fue realmente interesante ya que estos aparatos solo eran conocidos en catálogos que fueron enviados por algunos proveedores, conociendo bien sus características físicas para tener una visión mas amplia de lo que se va a adquirir.

También se visitó el stand de SERVELEC aprovechando la visita, y efectuando un reconocimiento similar al de SIEMENS para conseguir la información y datos adicionales que permiten tener una visión mas integral del proyecto que se esta desarrollando.

Por ultimo se visitaron otros stands de varias empresas las cuales ofrecen productos y servicios que están al alcance de las necesidades de la empresa con el fin de tener varias opciones para este proyecto. Así se tiene una mejor afinidad con el medio de la instrumentación y/o automatización electrónica.

12. CONCLUSIONES

La Central termoeléctrica de Paipa, tiene su proceso de generación de energía, a partir de la generación de vapor en las calderas, por lo cual cuenta con un sistema de desmineralización que suministra el agua con las características *requeridas para la vida útil de los equipos que conforman el sistema*, resaltando que el sistema de control del proceso es obsoleto y poco confiable.

Los parámetros de calidad que deben ser monitoreados corresponden a la sílice, conductividad, turbidez, pH, flujo, nivel, y en la planta de desmineralización, estos parámetros deben ser controlados y además, las partículas de elementos metálicos y orgánicos que puedan contaminar tuberías y tanques o afectar el recorrido del agua en el sistema.

La Central termoeléctrica de Paipa actualmente cuenta en sus instalaciones con instrumentos obsoletos que no funcionan y dificultan el monitoreo realizado manualmente mediante indicaciones locales, toma de muestras, análisis de laboratorio, con lo cual no se esta asegurando la calidad del agua en el proceso ni el correcto funcionamiento de los equipos

La finalidad del proyecto permite conocer sobre los instrumentos que faciliten labores de monitoreo y supervisión del proceso, a través de dispositivos avanzados, en donde se aseguren y precisen resultados y acciones de ajustes en el proceso de generación de vapor para calderas.

Se propone una implementación con dispositivos de indicación local, que tendrán la posibilidad a futuro, de estar interconectados por medio de protocolos de comunicación, PLC's o registradores multifuncionales; soportado

en un estudio similar al presente, el cual será objeto de análisis en próximas pasantías o trabajos de grado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SUGERENCIAS PARA ANALISIS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
TERMOPAIPA (Biblioteca Departamento de Servicios Técnicos de la Central
Termoeléctrica de Paipa).

CATALOGO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS SERVELEC LTDA.

CATALOGO PROCESS AUTOMATION, SIEMENS.

CATALOGO AUTOMATIZACION LTDA.

MANUAL DE PROCEDIMIENTO OLDHAM.

Internet. Páginas Web: Paginas de Automatización e Instrumentación

www.Kodoldmessring.com/spanish

<http://usuarios.lycos.es//descargas/sensores.pdf>

Servelec@Servelec.com.co

ANEXOS

ANEXO A: PLANO SISTEMA DE INSTRUMENTACION PLANTA II

ANEXO B: PLANO SISTEMA DE INSTRUMENTACION PLANTA III

ANEXO C: PLANO LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS PLANTA II

ANEXO D: PLANO LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS PLANTA III

ANEXO E: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTADO

ANEXO F: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EJECUTADO

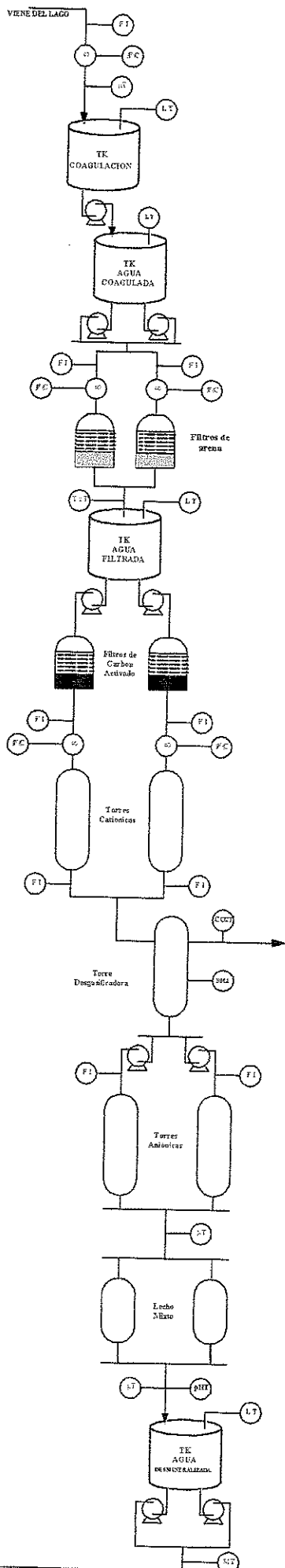
ANEXO G: CARTAS DE AUTORIZACION PRÁCTICA EMPRESARIAL E.B.S.A

ANEXO H: CARTAS DE ASIGNACION DE DIRECTOR (TUTOR) DE LA PASANTIA.

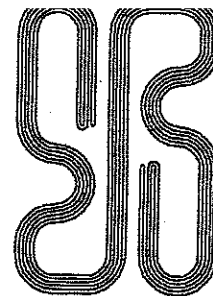
ANEXO J: CERTIFICACION DE DESARROLLO DE LA PRACTICA POR PARTE DE TERMOPIAPA.

ANEXO I: CERTIFICADO ASISTENCIA XXV FERIA INTERNACIONAL DE BOGOTA EXPOSICION INDUSTRIAL EN REPRESENTACION DE TERMOPAIPA.

ANEXO A:
PLANO SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN PLANTA II



FI FLOW INDICATOR
 FC FLOW COUNTER
 pH pH TRANSMITTER
 CT CONDUCTIVITY TRANSMITTER
 LT LEVEL TRANSMITTER
 DPM DIFERENCIAL PRESSURE INDICATOR
 TTT TURBIDITY TRANSMITTER
 CO2 CO2 TRANSMITTER
 LSH LEVEL SWITCH HIGH
 LSL LEVEL SWITCH LOW
 SIT SLICE TRANSMITTER



**EMPRESA DE
ENERGIA
DE BOYACA S.A**

**CENTRAL
TERMOELÉCTRICA
DE PAIPA**

**CONTIENE:
INSTRUMENTACIÓN
PLANTA
TRATAMIENTO DE
AGUA UNIDAD II**

**Vo. Bo.
POMPILIO
HERNANDEZ**

**REVISO:
ING. ALEJANDRO
CARRILLO**

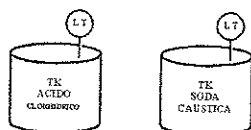
**RAMON EDUARDO
MOTTA
DIANA CAROLINA
MONTAÑEZ**

OBSERVACIONES

**FECHA:
OCTUBRE DE 2004**

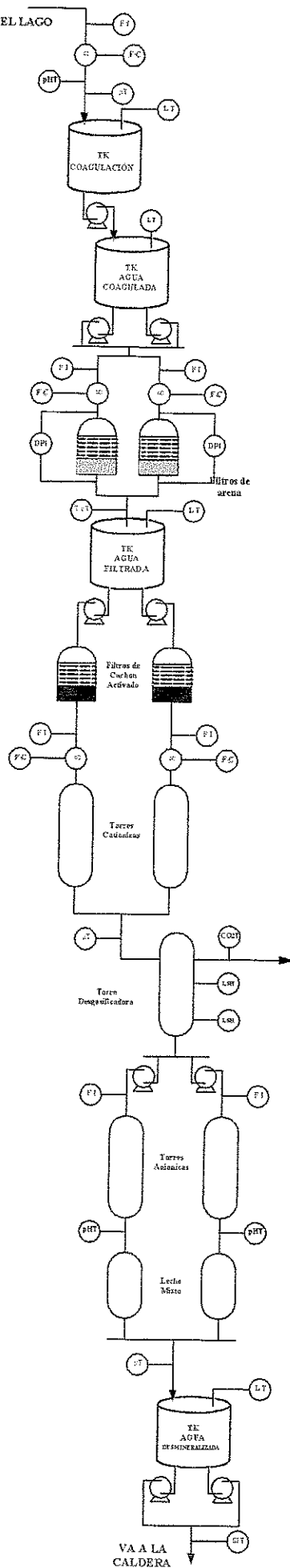
**ESCALA:
SIN**

**PLANO:
1 / 1**

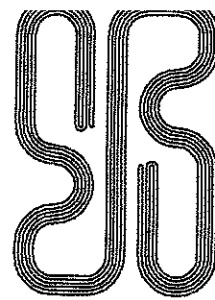
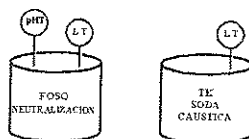


ANEXO B:
PLANO SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN PLANTA III

VIENE DEL LAGO



FI FLOW INDICATOR
 FC FLOW COUNTER
 pH pH TRANSMITTER
 CT CONDUCTIVITY TRANSMITTER
 LT LEVEL TRANSMITTER
 DPH DIFERENCIAL PRESSURE INDICATOR
 TBT TURBIDITY TRANSMITTER
 CO2T CO2 TRANSMITTER
 LSH LEVEL SWITCH HIGH
 LSL LEVEL SWITCH LOW
 ST SILICE TRANSMITTER



**EMPRESA DE
 ENERGIA
 DE BOYACA S.A**

**CENTRAL
 TERMOELÉCTRICA
 DE PAIPA**

**CONTIENE:
 INSTRUMENTACIÓN
 PLANTA
 TRATAMIENTO DE
 AGUA UNIDAD III**

Vo. Bo.
**POMPILIO
 HERNANDEZ**

REVISO:
**ING. ALEJANDRO
 CARRILLO**

**RAMON EDUARDO
 MOTTA**
**DIANA CAROLINA
 MONTAÑEZ**

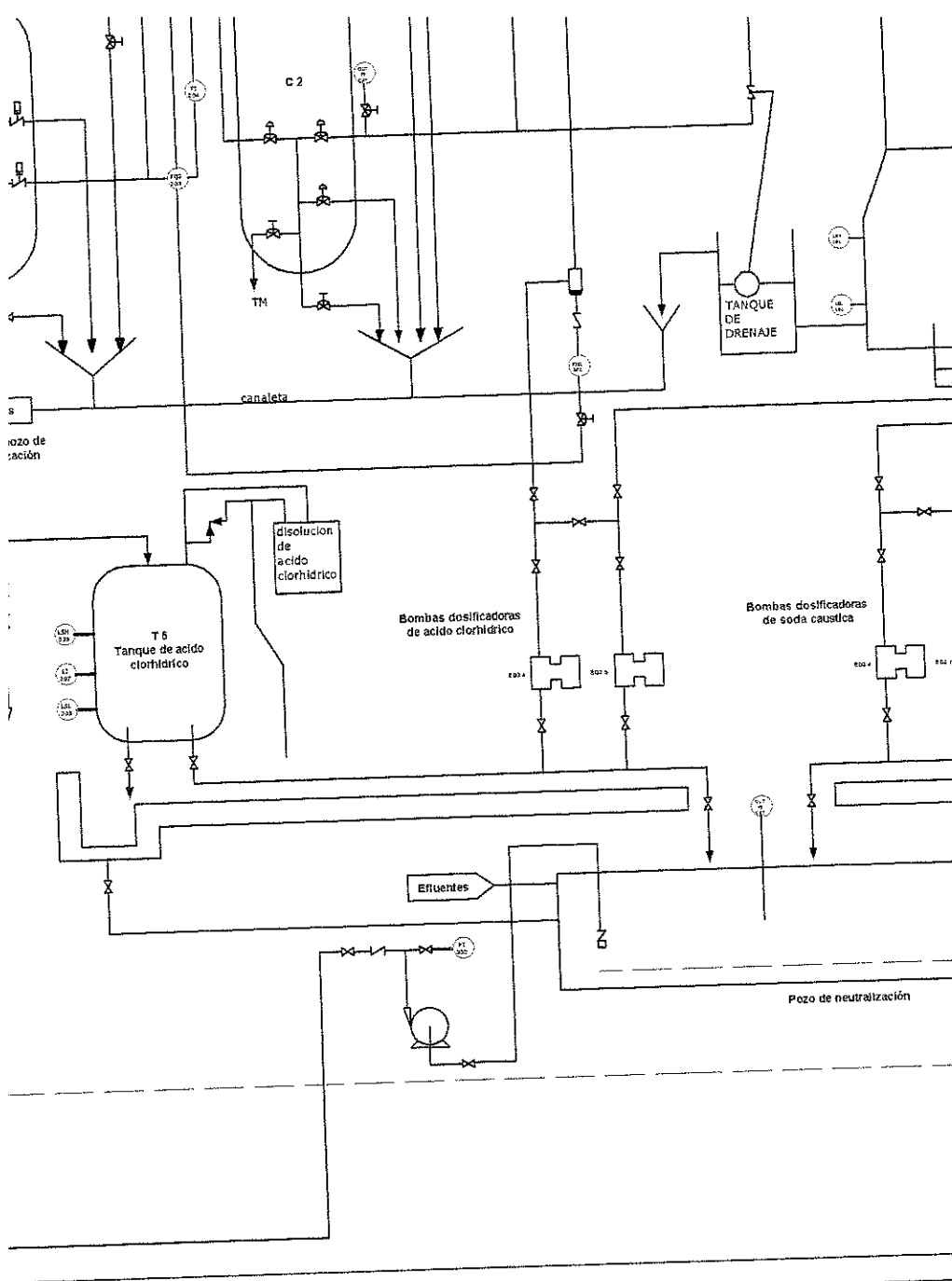
OBSERVACIONES

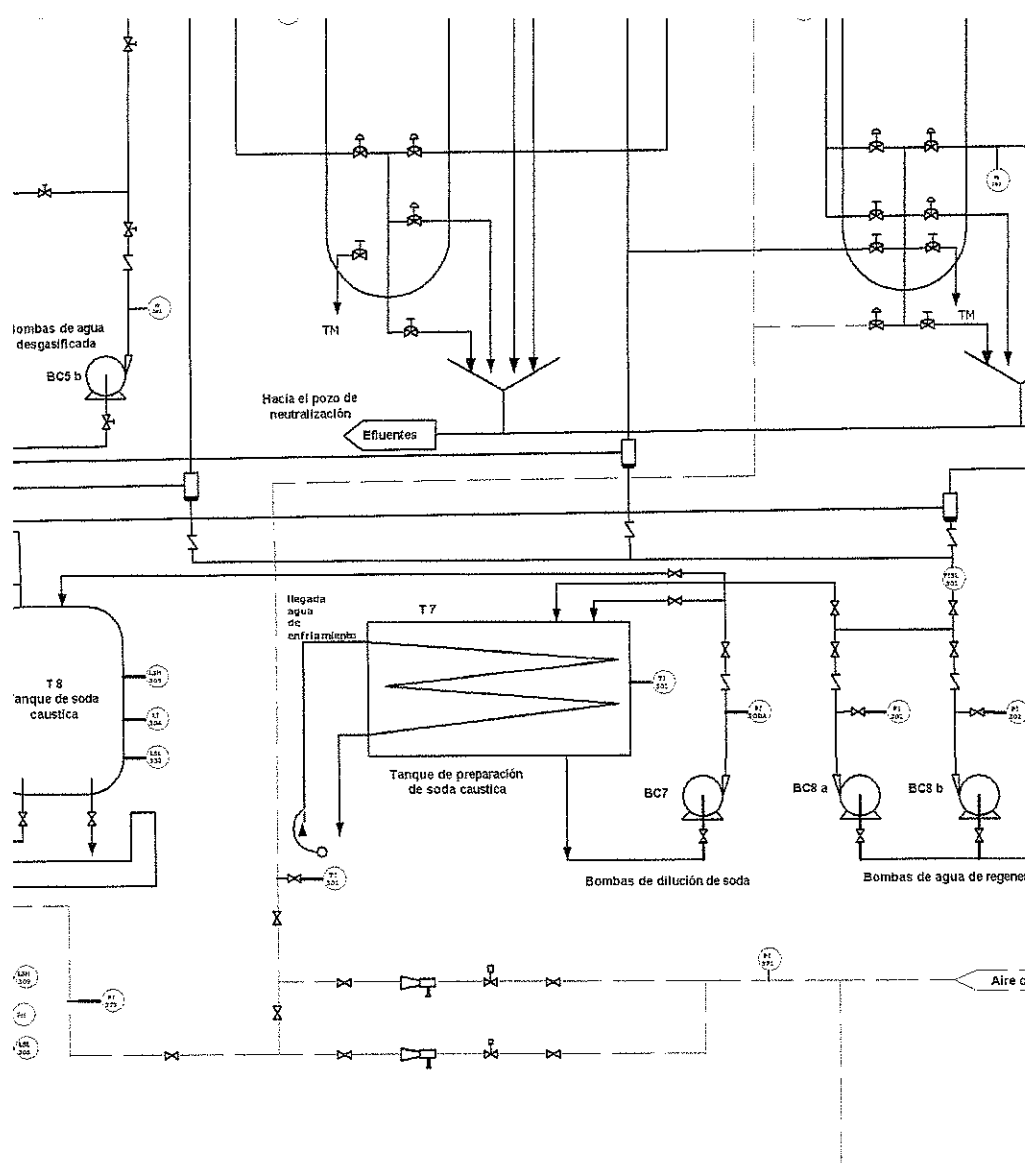
**FECHA:
 OCTUBRE DE 2004**

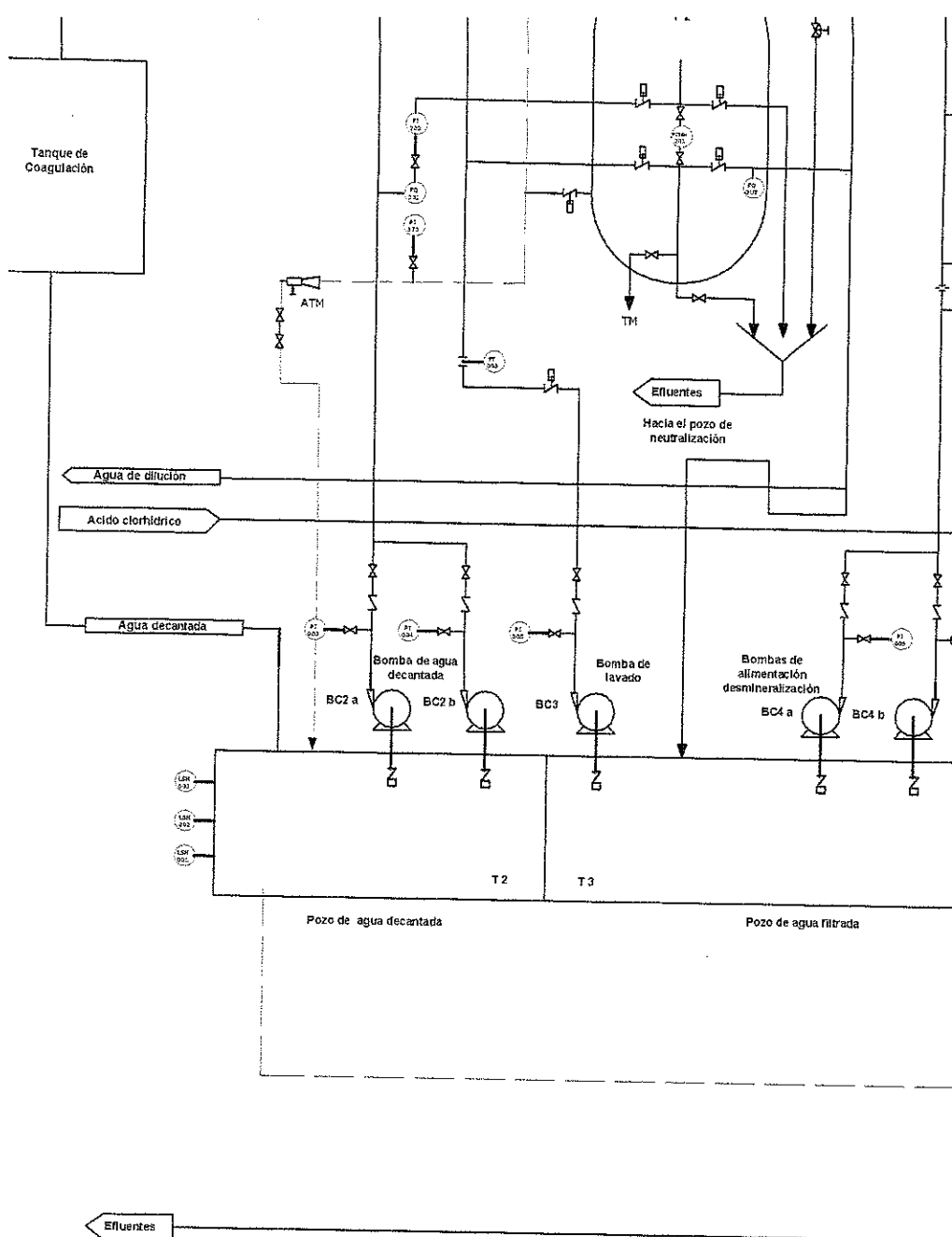
**ESCALA:
 SIN**

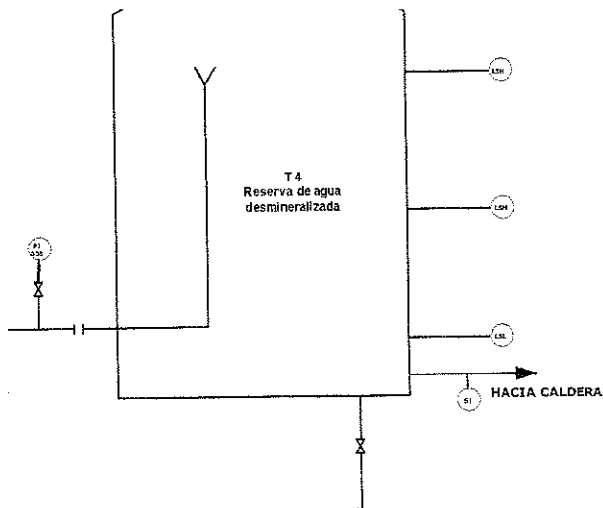
**PLANO:
 1 / 1**

ANEXO C:
PLANO LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS PLANTA II









SIMBOLOGIA

-  Válvula manual
-  Válvula de membrana
-  Válvula de retención
-  Válvula de seguridad
-  Válvula de pie
-  Válvula automática de membrana
-  Válvula mariposa de cilindro
-  Válvula electromagnética
-  Válvula electromagnética de tres pasos
-  Diafragma
-  Ejector
-  Bomba centrífuga
-  Bomba dosificadora
-  Aire comprimido
-  Agua de enfriamiento

MOTTA

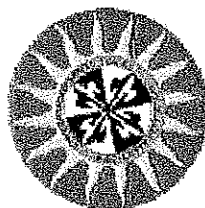
**DIANA CAROLINA
MONTAÑEZ**

APROBO:

**ING. ALEJANDRO
CARRILLO**

FECHA:

**NOVIEMBRE DE
2004**



**UNIVERSIDAD SANTO
TOMAS
FACULTAD DE
INGENIERIA
ELECTRONICA**

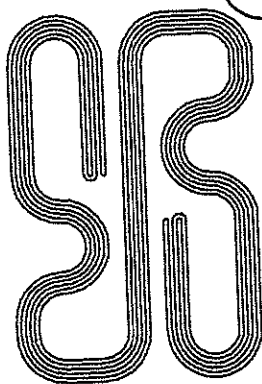
PLANO:

1 / 1

Vo. Bo.

II

-  Gas carbónico
-  Manómetro
-  Manómetro diferencial en contacto para alta presión
-  Contacto nivel bajo
-  Contacto nivel medio
-  Contacto nivel alto
-  Indicador de nivel
-  Termómetro
-  Indicador de flujo
-  Contador
-  Indicador de flujo con contacto bajo
-  Medidor de conductividad
-  Transmisor de conductividad
-  Sensor de nivel
-  Sensor de temperatura
-  Sensor de Ph
-  Sensor de conductividad
-  Sensor de turbidez
-  Sensor de sílice



**EMPRESA DE
ENERGIA
DE BOYACA S.A**

**CENTRAL
TERMOELÉCTRICA
DE PAIPA**

**CONTIENE:
SISTEMA
INSTRUMENTACION
PLANTA
DESMINERALIZADORA
DE AGUA UNIDAD III**

REVISO:

**POMPILIO
HERNANDEZ**

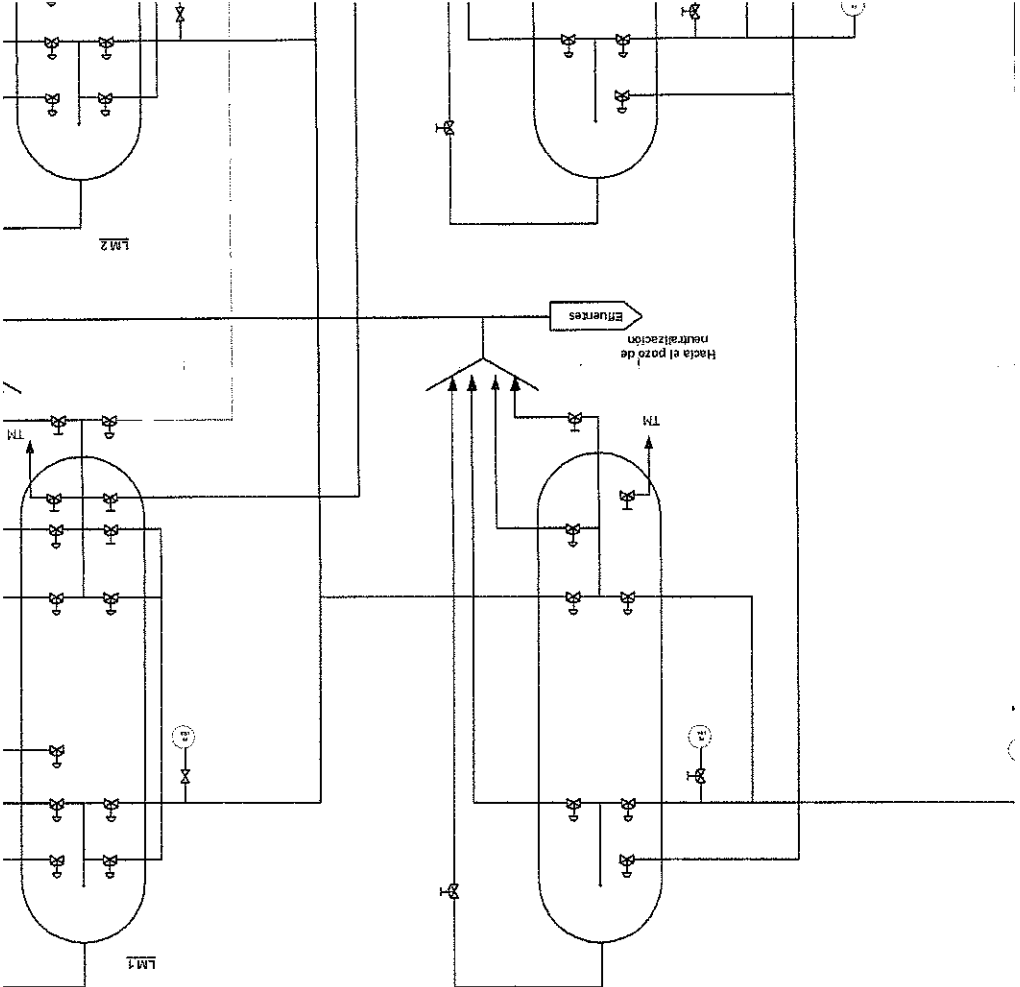
DIBUJO:

RALIZADORA DE AGU

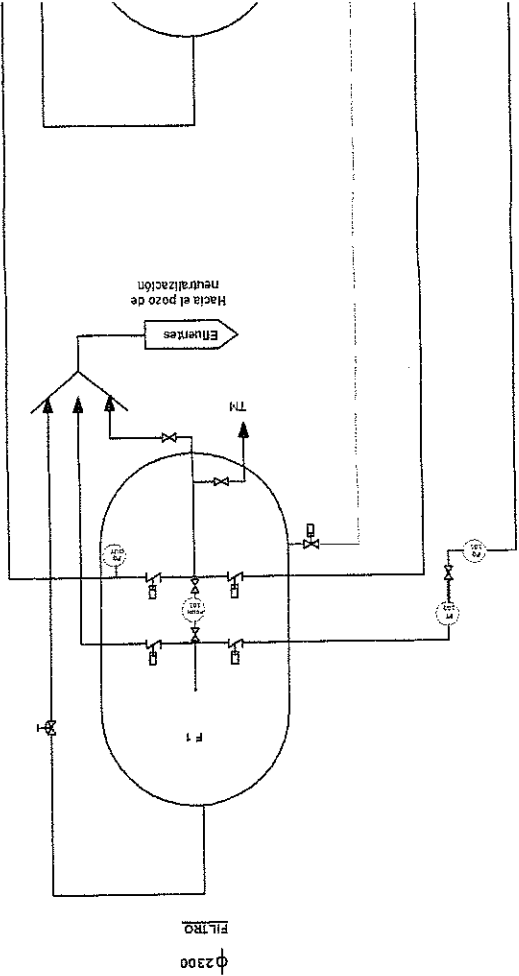
ANICH
 ϕ 3000

ϕ 550

LECHOS MEZCLA

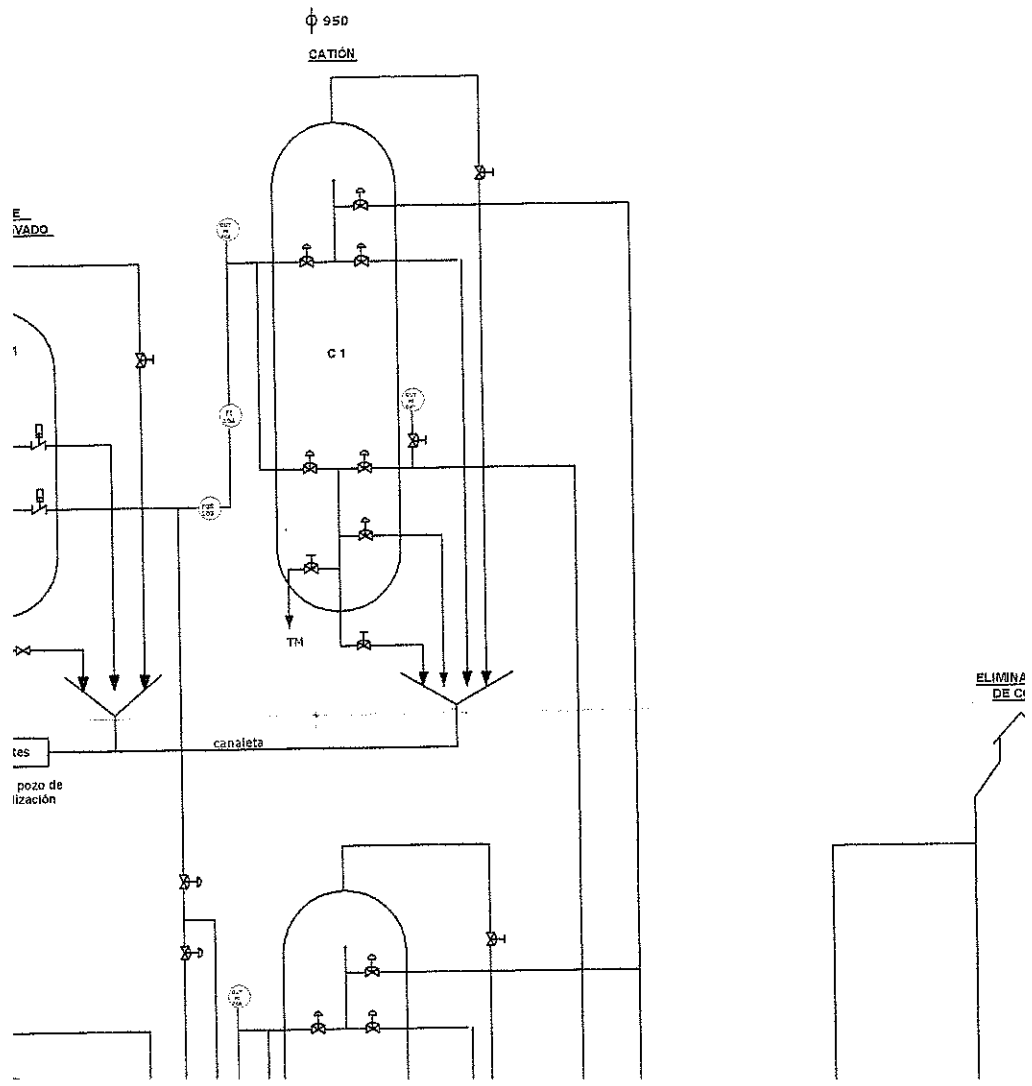


SISTEMA INSTRUM



e del

ACION PLANTA DESM:



RAMON EDUARDO MONTAÑEZ

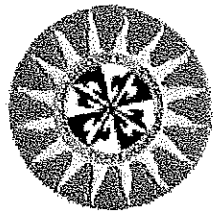
DIANA CAROLINA MONTAÑEZ

APROBO:

ING. ALEJANDRO CARRILLO

FECHA:

NOVIEMBRE DE 2004

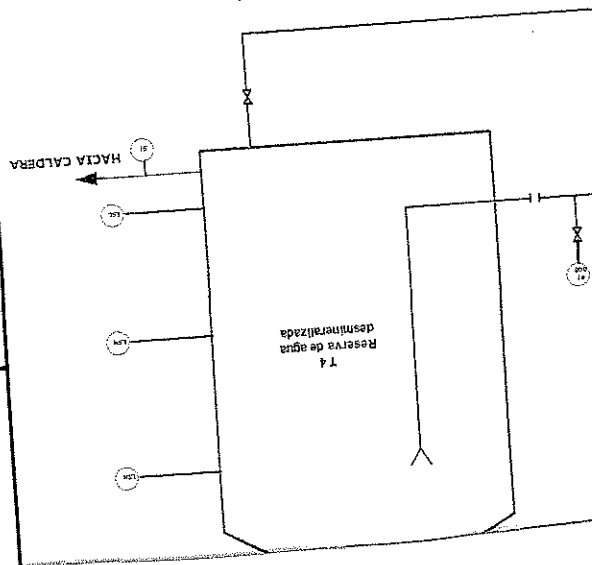


UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS
FACULTAD DE
INGENIERIA
ELECTRONICA

PLANO:

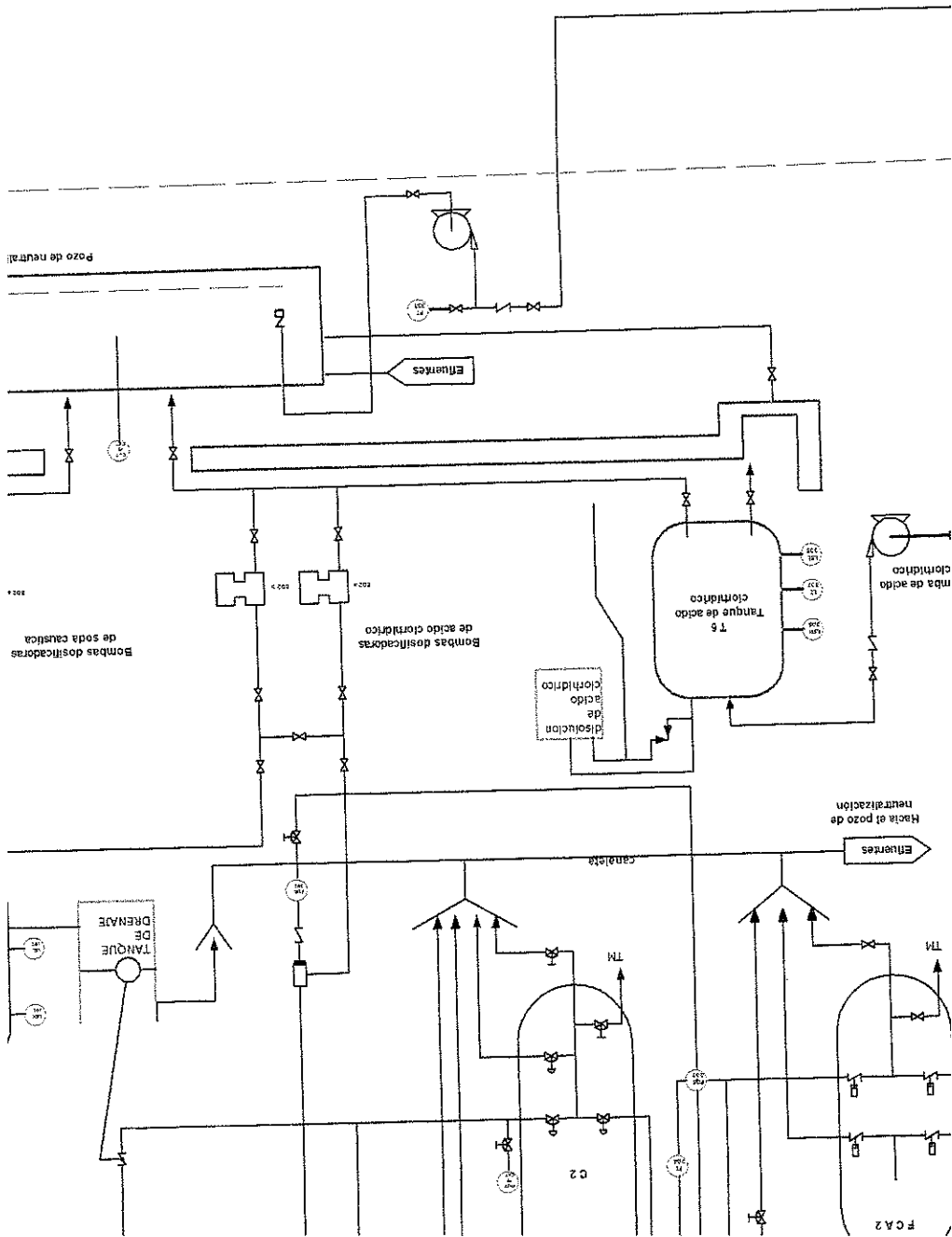
1 / 1

Vo. Bo.

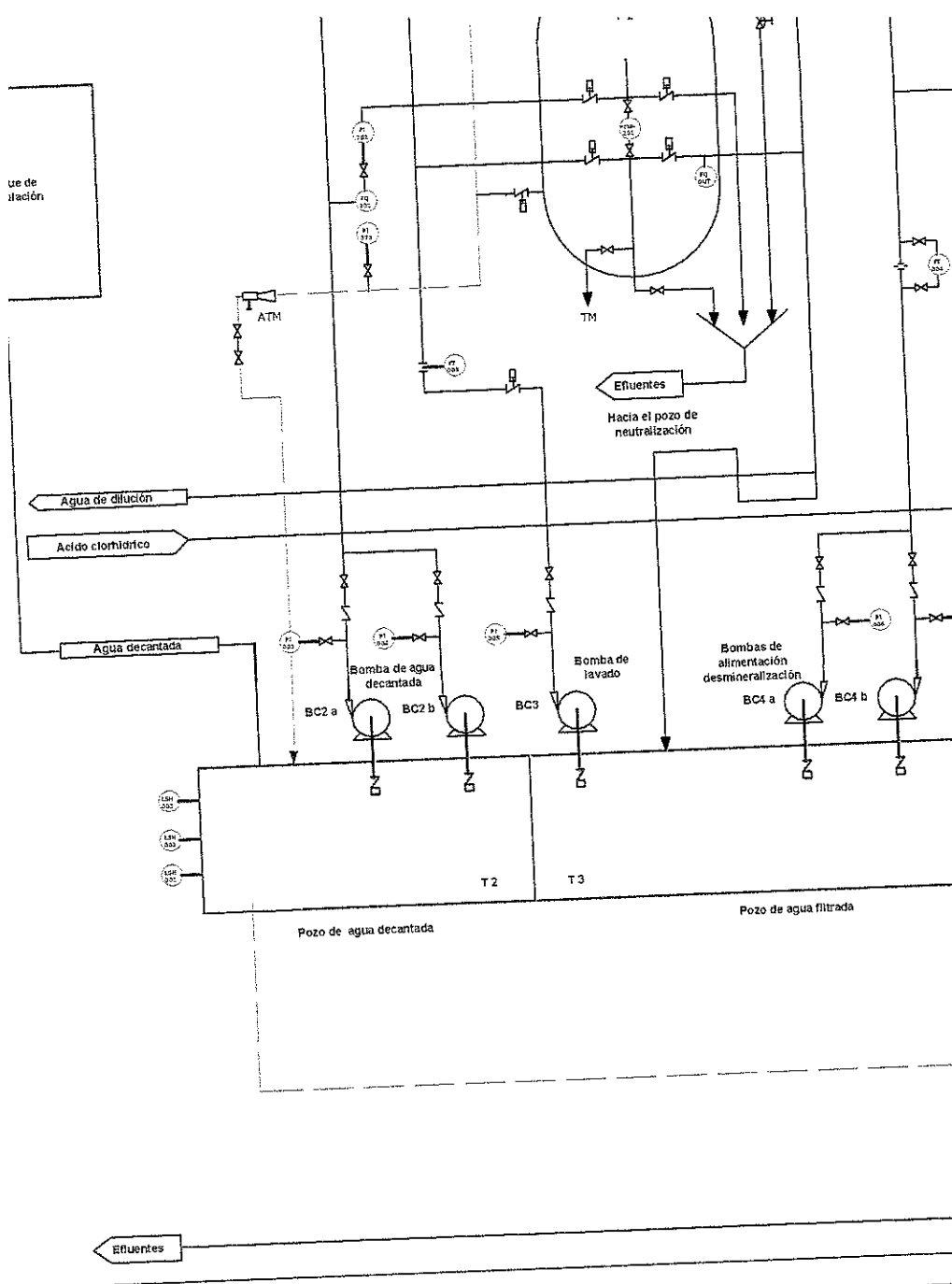


SIMBOLOGIA

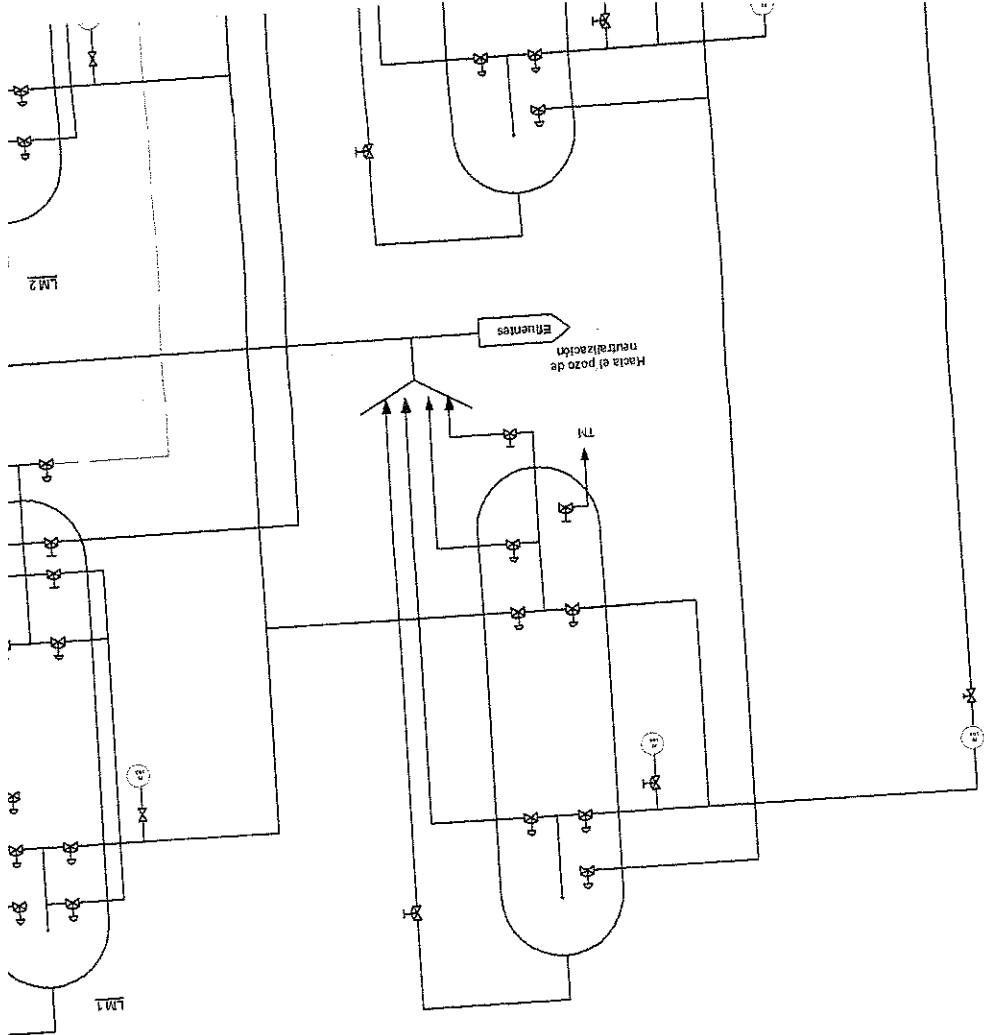
-  Válvula manual
-  Válvula de membrana
-  Válvula de retención
-  Válvula de seguridad
-  Válvula de pie
-  Válvula automática de membrana
-  Válvula mariposa de cilindro
-  Válvula electromagnética
-  Válvula electromagnética de tres pasos
-  Diafragma
-  Eyector
-  Bomba centrífuga
-  Bomba dosificadora
-  Aire comprimido
-  Agua de enfriamiento

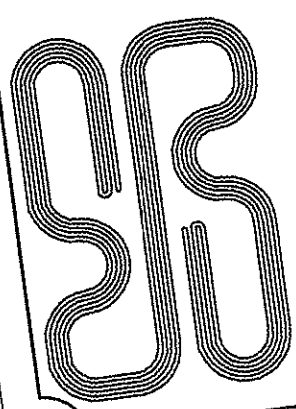


ue de
ilación



000000





**EMPRESA DE
ENERGIA
DE BOYACA S.A.**

**CENTRAL
TERMOLÉCTRICA
DE PAIPA**

**CONTIENE:
SISTEMA
DE INSTRUMENTACION
PLANTA
DESMINERALIZADORA
DE AGUA UNIDAD II**

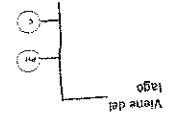
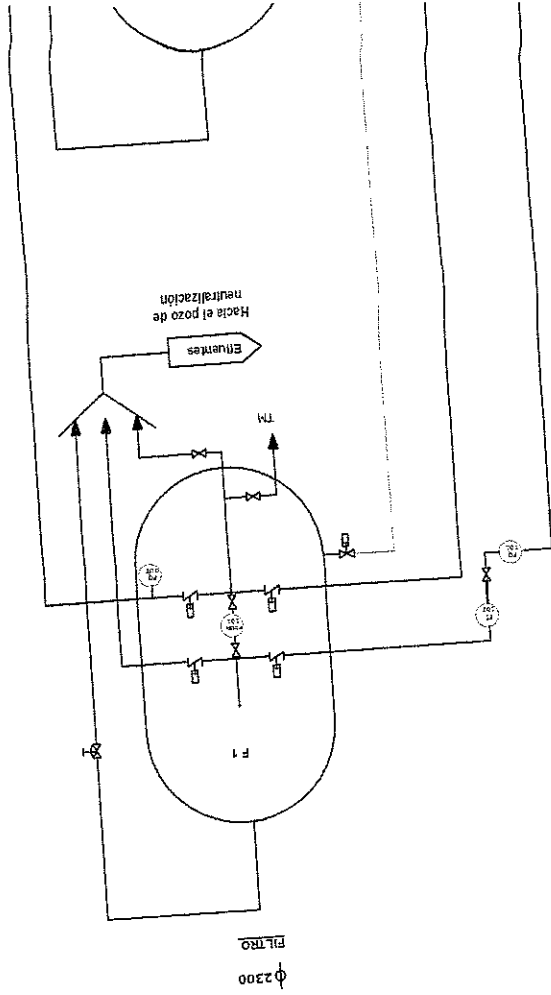
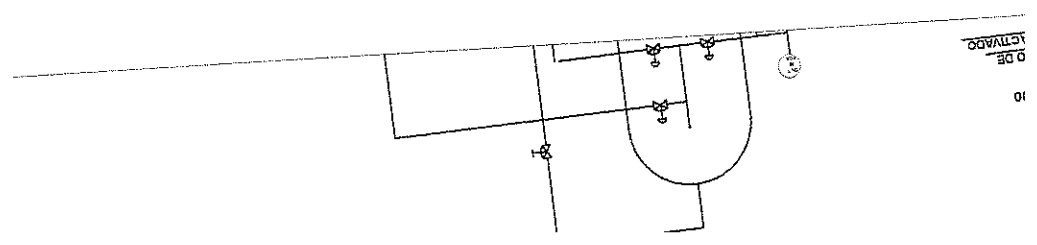
**REVISO:
POMPLILIO
HERNANDEZ**

DIBUJO:

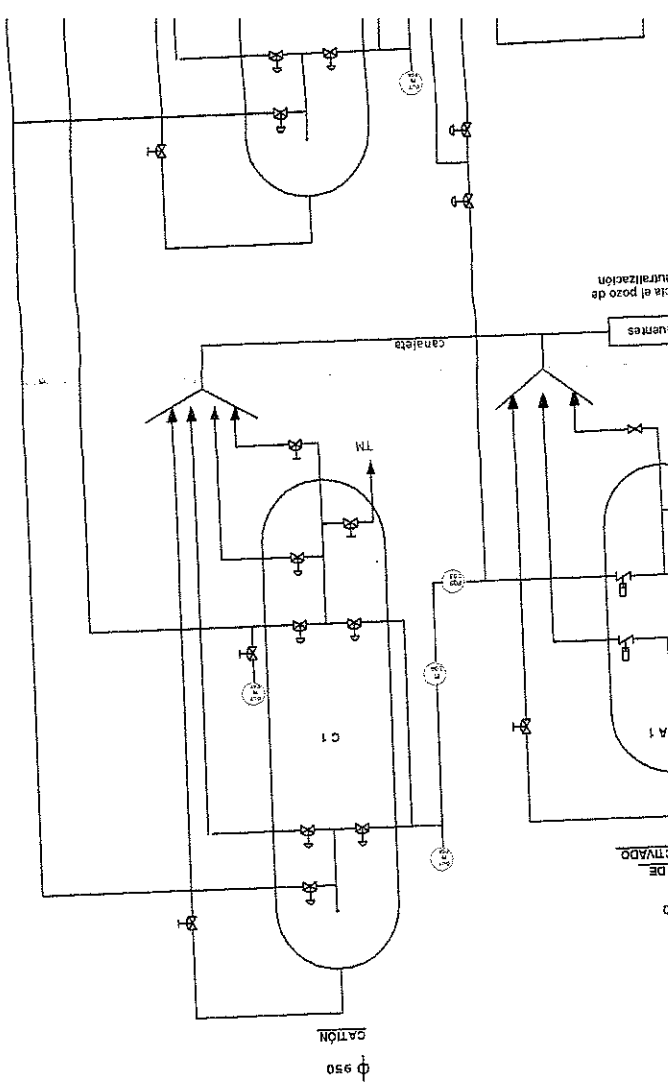
- CO 2 Gas carbónico
- P1 Manómetro
- PH52 Manómetro diferencial en contacto para alta presión
- LSL Contacto nivel bajo
- LSM Contacto nivel medio
- LSH Contacto nivel alto
- IL Indicador de nivel
- TI Termómetro
- F1 Indicador de flujo
- FQ Contador
- F1SL Indicador de flujo con contacto bajo
- CE Medidor de conductividad
- CT Transmisor de conductividad
- LS Sensor de nivel
- T Sensor de temperatura
- PH Sensor de Ph
- C Sensor de conductividad
- Y Sensor de turbidez
- SI Sensor de sílice



SISTEMA INSTRUM



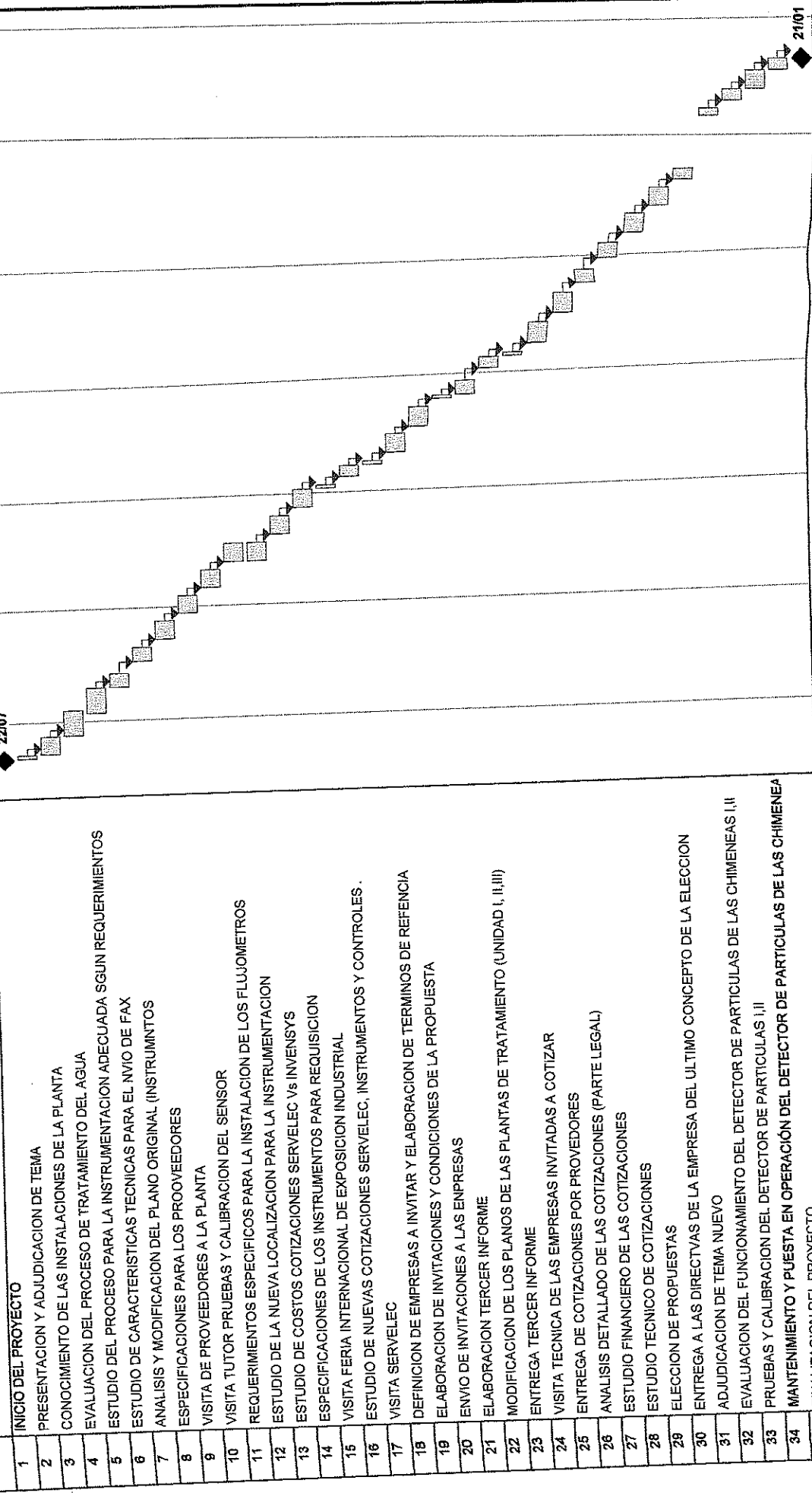
४
५१३



**ANEXO D:
PLANO LOCALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS PLANTA III.**

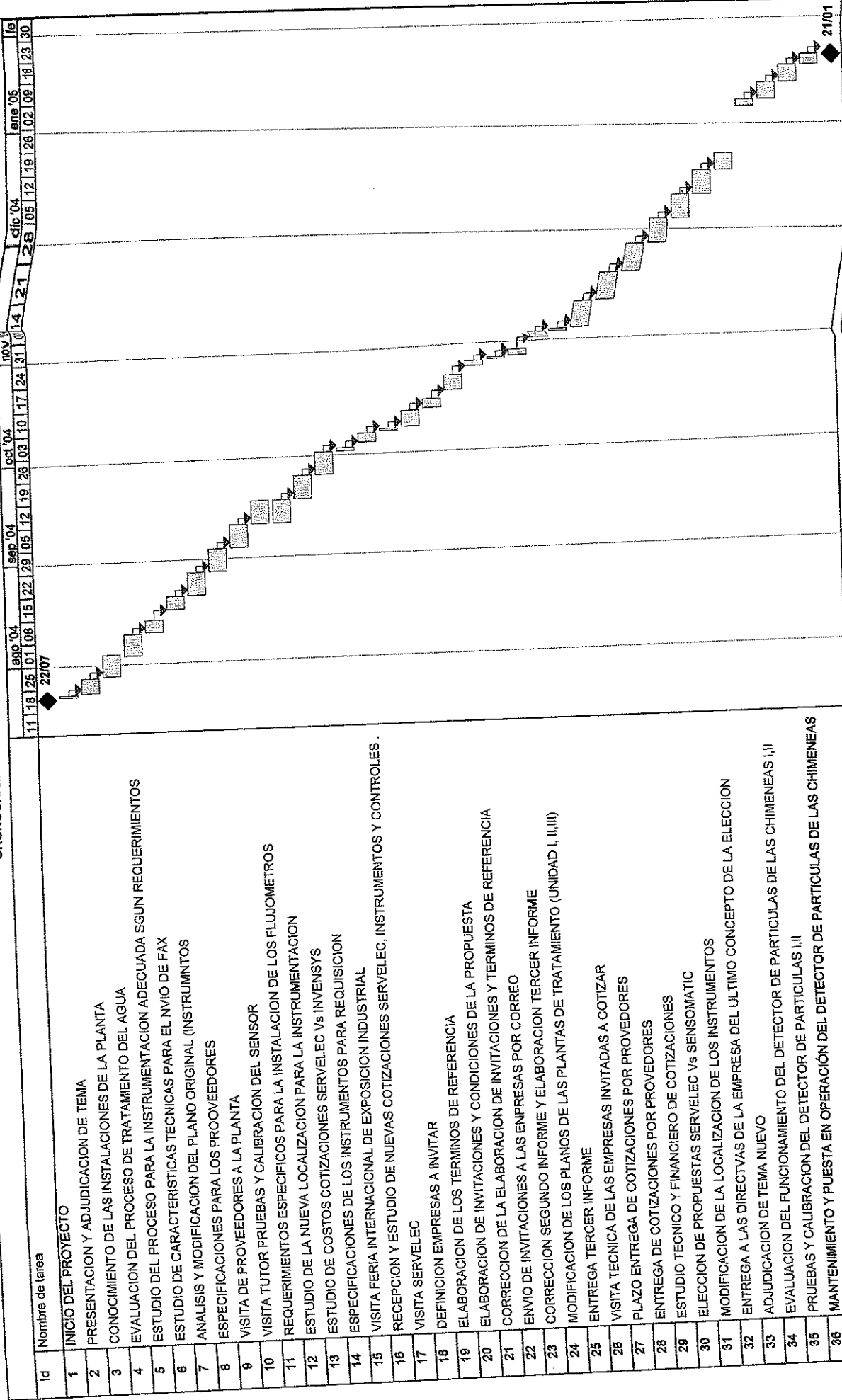
ANEXO E:
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTADO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTADO	
Id	Nombre de tarea
1	INICIO DEL PROYECTO
2	PRESENTACION Y ADJUDICACION DE TEMA
3	CONOCIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA
4	EVALUACION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA
5	ESTUDIO DEL PROCESO PARA LA INSTRUMENTACION ADECUADA SEGUN REQUERIMIENTOS
6	ESTUDIO DE CARACTERISTICAS TECNICAS PARA EL NIVIO DE FAX
7	ANALISIS Y MODIFICACION DEL PLANO ORIGINAL (INSTRUMENTOS)
8	ESPECIFICACIONES PARA LOS PROVEEDORES
9	VISITA DE PROVEEDORES A LA PLANTA
10	VISITA TUTOR PRUEBAS Y CALIBRACION DEL SENSOR
11	REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS PARA LA INSTALACION DE LOS FLUJOMETROS
12	ESTUDIO DE LA NUEVA LOCALIZACION PARA LA INSTRUMENTACION
13	ESTUDIO DE COSTOS COTIZACIONES SERVELEC Vs INVENSYS
14	ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS PARA REQUISICION
15	VISITA FERIA INTERNACIONAL DE EXPOSICION INDUSTRIAL
16	ESTUDIO DE NUEVAS COTIZACIONES SERVELEC, INSTRUMENTOS Y CONTROLES.
17	VISITA SERVELEC
18	DEFINICION DE EMPRESAS A INVITAR Y ELABORACION DE TERMINOS DE REFERENCIA
19	ELABORACION DE INVITACIONES Y CONDICIONES DE LA PROPUESTA
20	ENVIO DE INVITACIONES A LAS EMPRESAS
21	ELABORACION TERCER INFORME
22	MODIFICACION DE LOS PLANOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO (UNIDAD I, II, III)
23	ENTREGA TERCER INFORME
24	VISITA TECNICA DE LAS EMPRESAS INVITADAS A COTIZAR
25	ENTREGA DE COTIZACIONES POR PROVEEDORES
26	ANALISIS DETALLADO DE LAS COTIZACIONES (PARTE LEGAL)
27	ESTUDIO FINANCIERO DE LAS COTIZACIONES
28	ESTUDIO TECNICO DE COTIZACIONES
29	ELECCION DE PROPUESTAS
30	ENTREGA A LAS DIRECTIVAS DE LA EMPRESA DEL ULTIMO CONCEPTO DE LA ELECCION
31	ADJUDICACION DE TEMA NUEVO
32	EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL DETECTOR DE PARTICULAS DE LAS CHIMENEAS I, II
33	PRUEBAS Y CALIBRACION DEL DETECTOR DE PARTICULAS I, II
34	MANTENIMIENTO Y PUESTA EN OPERACION DEL DETECTOR DE PARTICULAS DE LAS CHIMENEAS I, II

[illegible]

ANEXO F:
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EJECUTADO

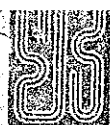
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EJECUTADO



Fecha limite	
Progreso resumido	Resumen
Tareas externas	Tarea resumida
Resumen del proyecto	División resumida
Hito externo	Hito resumido
	Hito
Página 1	

Proyecto: CRONOGRAMA TRABAJO
Fecha: sáb 05/03/05

ANEXO G:
CARTAS DE AUTORIZACION PRÁCTICA
EMPRESARIAL E.B.S.A



83153

21010- 872

Tunja, 24 JUN 2004

Ingeniero
ADOLFO AVILA BARON
Decano Académico
Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomás
Seccional Tunja

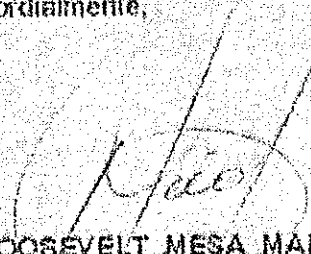
Asunto: Pasantía

Respetado Ingeniero Avila Barón:

La empresa de Energía de Boyacá S.A. ESP, le informa que ha autorizado la práctica Empresarial de la señorita DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ, identificada con cédula de ciudadanía número 40.049.177 de Tunja, estudiante de Ingeniería Electrónica, la cual realizará en la Central Termoeléctrica de Paipa, durante el tiempo de seis (6) meses y en el horario establecido para el personal de Termopaipa.

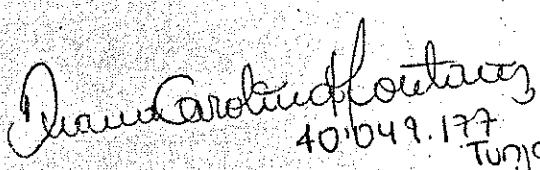
El desarrollo de la anterior pasantía, no implica vínculo laboral con la Empresa ni asignación salarial o bonificación alguna; así mismo, la estudiante deberá anexar póliza de Seguros por riesgos laborales, por el tiempo que dure el desarrollo de la práctica y afiliación a una EPS.

Cordialmente,


ROOSEVELT MESA MARTINEZ
Gerente General

Copia: Ingeniero Humberto Andrés Prieto, Director de Gerencia


Ricardo M. Aranda, Asesoría J. Técnica P.


Diana Carolina Montañez Lopez
40.049.177
Tunja



21010-872

83154

Tunja, 24 JUN 2004

Ingeniero
ADOLFO AVILA BARON
Decano Académico
Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomás
Seccional Tunja

Asunto: Pasantía

Respetado Ingeniero Avila Barón:

La empresa de Energía de Boyacá S.A. ESP, le informa que ha autorizado la práctica Empresarial del señor RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA, identificado con cédula de ciudadanía número 7.182.720 de Tunja, estudiante de Ingeniería Electrónica, la cual realizará en la Central Termoelectrónica de Paipa, durante el tiempo de seis (6) meses y en el horario establecido para el personal de Termopaipa.

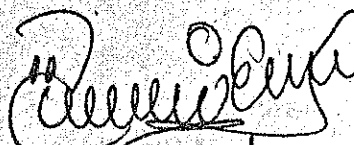
El desarrollo de la anterior pasantía, no implica vínculo laboral con la Empresa ni asignación salarial o bonificación alguna; así mismo, el estudiante deberá anexar póliza de Seguros por riesgos laborales, por el tiempo que dure el desarrollo de la práctica y afiliación a una EPS.

Cordialmente,


ROOSEVELT MESA MARTINEZ
Gerente General

Copia Ingeniero Gerardo Amador Páez, Director de Generación

Gerardo M. Amador M., Gerente J. Generación


7.182.720 JCI



SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA

Tunja, 16 de junio de 2004

Señores
ELECTRIFICADORA DE BOYACÁ
Atte: Doctor Roosevelt Mesa
Gerente
Ciudad

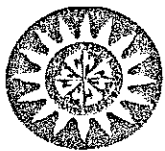
Respetado Doctor:

Con la presente enviamos un cordial y sincero saludo, a la vez que presentamos intención formal para la solicitud de trabajo interinstitucional denominado en nuestro programa como PASANTIA, con la cual pretendemos, que nuestro alumnado realice práctica profesional en una entidad en la que puedan aplicar los conocimientos académicos aprendidos, a la vez que ellos prestan un servicio competitivo y beneficioso para la sociedad.

Es por ello, que ofrecemos a consideración de ustedes el perfil de la estudiante DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ, identificada con Cédula de Ciudadanía No 40.049.177 de Tunja, quien se encuentra cursando Décimo (X) semestre de Ingeniería Electrónica en esta Universidad bajo el código No 9902183, para pertenecer temporalmente a tan importante entidad con la seguridad de mostrar un nivel de aptitud no solo prominente sino que con seguridad exhibirá dotes de distinción.

De ser aceptada nuestra solicitud, dispongo para su conocimiento, que los requisitos básicos de vinculación son:

- **duración mínima:** 6 meses
- **tutor:** asignación por parte de la empresa de un profesional del área correspondiente, quien deberá comprometerse a velar por



el desempeño laboral y evaluar informes mensuales del desarrollo competente del estudiante.

- **documentación:** compromiso escrito emanado de la empresa, bajo el cual se manifiesta la aceptación de la Pasantía y de la totalidad de los requisitos, sin posible modificación por cambios administrativos.

Así mismo será necesario informar a la universidad acerca de las condiciones de lugar y horario de trabajo, descripción específica de la actividad, labor y funciones a desarrollar, condiciones laborales (riesgos profesionales, uniforme, carnetización, asignación bonificatoria, etc.)

En espera de gratas noticias, de antemano agradecemos su tiempo y atención prestada a la presente solicitud.

Atentamente,

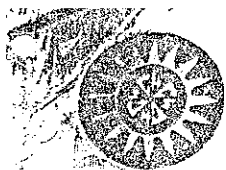
ING. ADOLFO AVILA BARON

Decano Académico

Facultad de Ingeniería Electrónica

Universidad Santo Tomás

Seccional Tunja



UNIVERSIDAD
SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA

Tunja, 07 de junio de 2004

Señores
ELECTRIFICADORA DE BOYACÁ
Atte: Doctor Roosevelt Mesa
Gerente
Ciudad

Respetado Doctor:

Con la presente enviamos un cordial y sincero saludo, a la vez que presentamos intención formal para la solicitud de trabajo interinstitucional denominado en nuestro programa como PASANTIA, con la cual pretendemos, que nuestro alumnado realice práctica profesional en una entidad en la que puedan aplicar los conocimientos académicos aprendidos, a la vez que ellos prestan un servicio competitivo y beneficioso para la sociedad.

Es por ello, que ofrecemos a consideración de ustedes el perfil del estudiante RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA, identificado con Cédula de Ciudadanía No 7.182.720 de Tunja, quien se encuentra cursando Décimo (X) semestre de Ingeniería Electrónica en esta Universidad bajo el código No 9902190, para pertenecer temporalmente a tan importante entidad con la seguridad de mostrar un nivel de aptitud no solo prominente sino que con seguridad exhibirá dotes de distinción.

De ser aceptada nuestra solicitud, dispongo para su conocimiento, que los requisitos básicos de vinculación son:

- **duración mínima:** 6 meses
- **tutor:** asignación por parte de la empresa de un profesional del área correspondiente, quien deberá comprometerse a velar por

UNIVERSIDAD
SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA

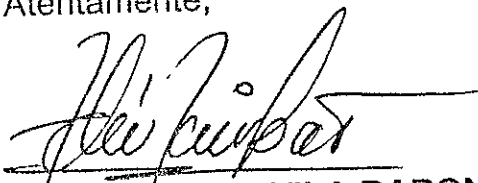
el desempeño laboral y evaluar informes mensuales del desarrollo competente del estudiante.

- **documentación:** compromiso escrito emanado de la empresa, bajo el cual se manifiesta la aceptación de la Pasantía y de la totalidad de los requisitos, sin posible modificación por cambios administrativos.

Así mismo será necesario informar a la universidad acerca de las condiciones de lugar y horario de trabajo, descripción específica de la actividad, labor y funciones a desarrollar, condiciones laborales (riesgos profesionales, uniforme, carnetización, asignación bonificatoria, etc.)

En espera de gratas noticias, de antemano agradecemos su tiempo y atención prestada a la presente solicitud.

Atentamente,



ING. ADOLFO AVILA BARON
Decano Académico
Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomás
Seccional Tunja

ANEXO H:
CARTAS DE ASIGNACION DE DIRECTOR (TUTOR) DE
LA PASANTIA.



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA

Tunja, 08 de julio de 2004

Señores
ELECTRIFICADORA DE BOYACÁ
Atte: Doctor Roosevelt Mesa
Gerente
Ciudad

Cordial saludo;

El Consejo Curricular en su sesión del día 07 de julio de 2004, acta No. 9, aprueba la pasantía de los alumnos RAMON EDUARDO MOTTA y DIANA CAROLINA MONTAÑEZ, en ésta entidad y le asigna como Director (tutor) de la pasantía al Ingeniero OSCAR EDUARDO UMAÑA MENDEZ.

Cordialmente,

Ing. LUIS FREDY SOSA QUINTERO
Decano Académico (E)
Facultad de Ingeniería Electrónica

Tunja, 08 de julio de 2004

Señorita
DIANA CAROLINA MONTAÑEZ
Estudiante Facultad Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomas
Ciudad

Cordial saludo;

El Consejo Curricular en su sesión del día 07 de julio de 2004, acta No. 9, le asigna como Director (tutor) de la pasantía al Ingeniero OSCAR EDUARDO UMAÑA MENDEZ, con quien se entenderá para los informes correspondientes, de acuerdo al reglamento para trabajos de grado.

Por favor relacionar su correo electrónico, dirección y teléfono para facilitar el contacto con el tutor y docentes de la facultad.

Cordialmente,



LUIS FREDY SOSA QUINTERO
Coordinador Comité Curricular

Tunja, 08 de julio de 2004

Señor
RAMON EDUARDO MOTTA
Estudiante Facultad Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomas
Ciudad

Cordial saludo;

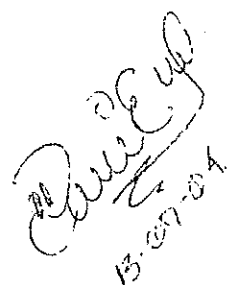
El Consejo Curricular en su sesión del día 07 de julio de 2004, acta No. 9, le asigna como Director (tutor) de la pasantía al Ingeniero OSCAR EDUARDO UMAÑA MENDEZ, con quien se entenderá para los informes correspondientes, de acuerdo al reglamento para trabajos de grado.

Por favor relacionar su correo electrónico, dirección y teléfono para facilitar el contacto con el tutor y docentes de la facultad.

Cordialmente,



LUIS FREDY SOSA QUINTERO
Coordinador Comité Curricular



13-07-04

ANEXO I:
CERTIFICACION DE DESARROLLO DE LA PRACTICA
POR PARTE DE TERMOPIAPA.



42040-223

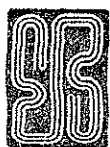
Paipa, 26 de enero del 2005

**EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y MEDIO
AMBIENTE**

HACE CONSTAR

Que, los estudiantes **DIANA CAROLINA MONTAÑEZ LOPEZ**, identificada con cedula de ciudadanía 40.049.177 de Tunja y **RAMON EDUARDO MOTTA GARCIA**, identificado con cédula de ciudadanía 7.182.720 de Tunja, realizaron la pasantía en esta empresa, como Ingenieros Electrónicos, en el área del Medio Ambiente, del 22 de julio del 2004 al 21 de enero del 2005, en horario de lunes a viernes de las 07:00 a las 16:00 horas, desarrollando labores tales como:

1. Estudio técnico económico de la instrumentación para el mejoramiento del sistema de monitoreo y control de las plantas de tratamiento de agua desmineralizada de las Unidades I, II y III de Termopaipa.
 - Análisis del sistema de funcionamiento y control de la instrumentación de las plantas
 - Revisión y verificación del estado de rendimiento de los instrumentos existentes en las plantas.
 - Rediseño y digitalización de los planos de control de las plantas I, II y III de agua desmineralizada
 - Elaboración de la requisición para la compra de los elementos necesarios para las plantas de tratamiento
 - Redacción de los términos de referencia de la invitación a cotizar para la adquisición de los instrumentos



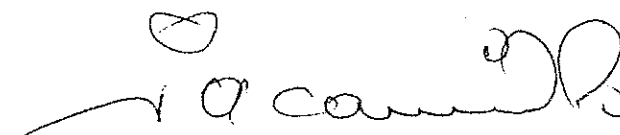
Constancia de Pasantía, Diana Carolina Montañez y Ramón Eduardo Motta, 2

- Coordinación y ejecución de las visitas técnicas por parte de los proveedores, invitados a cotizar en el proceso de licitación
 - Estudio técnico económico para la elección de la firma cotizante, la cual hará el suministro total del proyecto
2. Montaje, calibración y pruebas de las tarjetas de control locales y remotas (chimenea y tablero de control) de los analizadores de partículas marca OLDHAM EP1000A OBSERVER, de las chimeneas de las unidades I y II de Termopaipa.
 3. Actividades relacionadas con la electrónica complementarias a la práctica como son:
 - Calibración e implementación de Ph-metros, medidores de nivel y registradores multifuncionales, entre otros.

Estos estudiantes mostraron gran interés por su trabajo, personas honestas, responsables, de buenos principios éticos y morales, excelente conducta, con gran capacidad y sentido de pertenencia.

Esta constancia se expide para evaluación de la Universidad Santo Tomás de Aquino.

Cordialmente,



JOSE ALEJANDRO CARRILLO LOPEZ

Eumelia P

ANEXO J:
REGISTRO DE PROPUESTAS PARA EL SUMINISTRO,
MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA PARA
EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS DE
TRATAMIENTO UNIDADES II y III DE TERMOPAIPA



Empresa de
Energía de Boyacá S.A.
E.S.P.

GERENCIA GENERAL REGISTRO DE PROPUESTAS

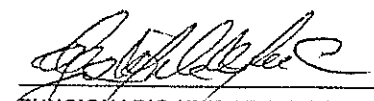
GERENCIA GENERAL

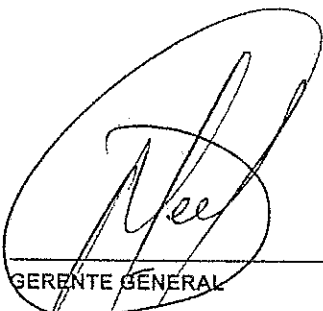
OBJETO: SUMINISTRO, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA DE
MONITOREO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO
UNIDADES II Y III DE TERMOPAIPA

FECHA RECEPCION: 23 DE NOVIEMBRE DE 2004

HORA: 15:00

ITEM	FIRMA PROPONENTE	VALOR	IVA		FOLIOS
			CON	SIN	
1	Automatización Sds.	1366277.771.6 = 145.244 =	X		115
2	Instrumentos y Controles SA.	680'249,169 = 269.746 =	X		118
3	" " Alternativa 2	502'303,194.3 199.183 =	X		
4	SERVELEC Altern. 2	356.951.813	X		144
5	" Altern. 2	398.000.814	X		
6	INVENSYs	200'266.010.6 79.413 =	X		163
7	SENSOMATIC Y CIA Ltda.	347'332.522.7 137.731 =	X		220
8	" " Alternativa	137.652 =	X		
9		347'133.602 :			
=====					


FUNCIONARIO UNIDAD DE CONTROL INTERNO


GERENTE GENERAL