

**ESTADO DEL ARTE EN AGUAS DE CARTAGENA
ACUACAR S.A.**

**ROBERTO CARLOS ALVAREZ ALVAREZ
ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.
2008**

**ESTADO DEL ARTE EN AGUAS DE CARTAGENA
ACUACAR S.A.**

AUTORES

**ROBERTO CARLOS ALVAREZ ÁLVAREZ
ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS**

**Monografía para optar por el título de Ingeniero Electrónico e Ingeniero
Mecatrónico respectivamente**

**DIRECTOR
Phd. JOSÉ LUÍS VILLA
DOCENTE PROGRAMA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.
2008**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias, 21 de Abril del 2008

DEDICATORIA

A mi padre por ser mi modelo de superación y crecimiento, por su incondicional apoyo económico, moral y afectivo que me suministro para lograr este sueño.

A mi madre por la educación y los valores que me enseñó, su incondicional apoyo y motivación para hacer realidad este sueño.

A Todos aquellos que confiaron en mí y en algún momento sirvieron de apoyo para lograr este trabajo.

ROBERTO CARLOS ALVAREZ ALVAREZ

DEDICATORIA

A mis padres, porque sin el apoyo de ellos no hubiera sido posibles terminar esta etapa de mi vida, dándole gracias por entregarme las herramientas para comenzar el camino hacia es el éxito.

A mi hermana, por ser uno de los motivos fundamentales para la culminación de mis estudios.

A mi novia por su apoyo incondicional y colaboración.

ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por permitirnos culminar esta etapa fundamental de nuestras vidas para lograr una herramienta que nos permitirá seguir adelante y darnos la fortaleza e inspiración para desarrollar este trabajo.

Nuestros Padres, Por todo su apoyo y confianza puesta en nosotros para desarrollarnos como profesionales.

Ingeniero José Luis Villa por su acompañamiento y asesoría en la elaboración de este documento.

La Universidad Tecnológica de Bolívar y su selecto grupo de docentes, que contribuyeron a nuestra formación académica y profesional, durante nuestro ciclo de formación.

Ingeniero Edilberto Romero, Jefe del Departamento de Telemando y control de Acuacar S.A. por sus aportes al desarrollo de este estudio.

A la Empresa Aguas de Cartagena S.A. por brindarnos la oportunidad de conocer sus instalaciones y los procesos que la integran, junto con aquellas personas que sirvieron de ayuda para la consolidación de la información sobre aspectos relacionados en el control y manejo de residuos por el Departamento de Calidad y Medio Ambiente.

Cartagena de Indias, 21 de Abril de 2008

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingeniería

Distinguidos señores:

A petición de los señores Roberto Carlos Álvarez Álvarez y Alexis Eduardo Ruiz Rojas, estudiantes matriculados en el programa de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Electrónica respectivamente, a través de la presente me permito entregar la monografía titulada "**ESTADO DEL ARTE EN AGUAS DE CARTAGENA**", para su estudio y evaluación, con el fin de que los estudiantes mencionados obtengan el título de Ingeniero Mecatrónico e Ingeniero Electrónico respectivamente.

En espera que se cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución agradezco cordialmente su colaboración.

Atentamente:

Phd. JOSE LUIS VILLA

Cartagena de Indias, 21 de Abril de 2008

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingeniería

Distinguidos señores:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada “**ESTADO DEL ARTE EN AGUAS DE CARTAGENA**”, para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el título de Ingeniero Mecatrónico.

En espera que se cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución agradezco cordialmente su colaboración.

Atentamente:

ROBERTO CARLOS ALVAREZ ALVAREZ

Cartagena de Indias, 21 de Abril de 2008

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingeniería

Distinguidos señores:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada “**ESTADO DEL ARTE EN AGUAS DE CARTAGENA**”, para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el título de Ingeniero electrónico

En espera que se cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución agradezco cordialmente su colaboración.

Atentamente:

ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS

Cartagena de Indias D. T. y C., 28 de julio de 2008

AUTORIZACION

Yo, **ROBERTO CARLOS ALVAREZ ALVAREZ**, identificado con cédula de ciudadanía N° 73.008.596 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo on-line.

ROBERTO CARLOS ALVAREZ ALVAREZ
C.C. N° 73.008.596 de Cartagena

Cartagena de Indias D. T. y C., 28 de julio de 2008

AUTORIZACION

Yo, **ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS**, identificado con cédula de ciudadanía N° 73.193.604 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo on-line.

ALEXIS EDUARDO RUIZ ROJAS
C.C. N° 73.193.604 de Cartagena

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	2
2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE POTABILIZACION DEL AGUA.....	6
2.1. CAPTACION Y POTABILIZACION.....	6
2.2. COMO SE GARANTIZA LA CALIDAD DEL AGUA DISTRIBUIDA.....	10
2.3.LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS INSTALACIONES TECNICAS	12
2.3.1. ESTACIONES DE CAPTACION DE AGUA CRUDA.....	12
2.3.2. ESTACION DE BOMBEO PIEDRECITAS.....	13
2.3.3. ESTACION DE BOMBEO ALBORNOZ.....	14
2.3.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	14
2.3.5. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA POTABLE(EBAP)	16
2.3.6. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR)	16
2.3.7. ESTACIONES ELEVADORAS DE PRESION.....	16
2.3.8. INSTALACIONES ADMINISTRATIVAS	17
3. ESTADO DEL ARTE EN ACUACAR	18
3.1. OPTIMIZACION DEL USO DE ACTIVOS DE LA PLANTA	19
3.2. ROL DE LOS OPERARIOS	29
3.3. EFICIENCIA EN INGENIERIA.....	31
3.4. IMPACTO AMBIENTAL	35
3.5. CONTROL AVANZADO DE PROCESOS	39

3.6. ADMINISTRACION DE LA INFORMACION	40
3.7.SEGURIDAD INTEGRADA	41
4. ANALISIS DEL ESTADO DE ARTE EN ACUCAR EMPLEANDO EL MODELO PIRAMIDAL DE LA AUTOMATIZACION	43
4.1. DEFINICION	43
4.2. CARACTERIZACION DEL MODELO PIRAMIDAL DE LA AUTOMATIZACION	42
4.2.1. NIVEL DE CAMPO	44
4.2.2. NIVEL DE CONTROL.....	44
4.2.3. NIVEL DE SUPERVISION.....	45
4.2.4. NIVEL DE PLANIFICACION.....	45
4.2.5. NIVEL DE GESTION).....	45
5. APORTES A LA INVESTIGACION	47
5.1. GESTION DEL MANTENIMIENTO ENFOCADO A LA CONFIABILIDAD	47
5.2. OPTIMIZACION DEL ANALISIS DE DATOS PARA INTOUCH.....	50
5.2.1. Q.I. ANALYST	50
5.2.2. RECETAS.....	51
5.2.3. INDUSTRIAL SQL.....	52
5.3. APLICACIONES DE CONTROL AVANZADO DE PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	56
CONCLUSION	57
BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	60

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estadística de la Evolución de Cobertura de Acueducto	1
Figura 2. Estadística de la Evolución de Cobertura de Alcantarillado	1
Figura 3. Grafico de Pastel de Inversión de Plan Maestro	1
Figura 4. Proceso de Sedimentación	7
Figura 5. Proceso de Filtración	8
Figura 6. Proceso de Cloración	8
Figura 7. Diagrama del Proceso de Potabilización del Agua	9
Figura 8. Localización de las instalaciones de Gambote, Dolores y Conejo	13
Figura 9. Localización Estación de Piedrecitas y Albornoz	14
Figura 10. Organigrama de Control de Mantenimiento	21
Figura 11. Esquema de Proceso de Comunicación	26
Figura 12. Descripción de Software de Administración por Aéreas	33
Figura 13. Caracterización del tipo de residuos	36
Figura 14. Descripción de Operación Emisario Submarino	38
Figura 15. Modelo Piramidal de La Automatización	43
Figura 16. Análisis Grafico con QI ANALYST	51
Figura 17. Cuadro de Control de Parámetros de Medida de indicadores	52
Figura 18. Esquema de una Red industrial SQL	53

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Costos de Inversión de Proyectos 2007.....	1
Tabla 2. Parámetros comparativos que influyen en el tratamiento de agua para consumo humano establecido por la Resolución 2115/07 en contraste con los valores obtenidos en ACUACAR S.A.....	11
Tabla 3. Equipos que caracterizan la pirámide de automatización ACUACAR	46

INTRODUCCIÓN

Nuestro objetivo principal consiste en describir el estado del arte de la automatización en la empresa Aguas de Cartagena S.A. (ACUACAR), empleando diversos medio para recaudar la información necesaria tales como: Guía de Referencia del Estado del Arte(Suministrado por la Universidad Tecnológica de Bolívar), Entrevista con miembros de diferentes áreas de la empresa como: Ingeniero Jefe de Laboratorio de Telemando y Control, Coordinador de Calidad y Medio Ambiente y Auxiliares del laboratorio de Telemando, Adicional a esto se profundizo con artículos e informes de Aguas de Cartagena publicados en la Red y así poder obtener una visión amplia de esta empresa.

El desarrollo de nuestro trabajo investigativo se centra en cinco capítulos los cuales se caracterizan de la siguiente manera: 1. Descripción de la Empresa: se describe como está conformada y cuál es su enfoque hacia el mejoramiento de sus procesos y la comunidad, 2. Descripción del Proceso Característico de La empresa (Potabilización de Agua): Explica los diversos subprocesos que caracterizan la potabilización del agua desde su captación hasta su distribución, 3. Encuesta del Estado del Arte de la Automatización en Aguas de Cartagena: Nos permite recolectar información de diversos aspectos que deben tenerse en cuenta para la automatización de los procesos de la empresa, 4. Análisis del Estado del Arte en ACUACAR empleando el modelo Piramidal de La Automatización: se busca determinar el grado de automatización que posee esta empresa y el nivel en que se encuentra según el modelo piramidal y por último el capítulo 5.Sugerencias y Aspectos a Mejorar: El cual hace mención a puntos en los cuales la empresa podría centrar su atención para obtener mejores resultados.

Con base a la información obtenida en el desarrollo de esta investigación, presentamos las conclusiones obtenidas a lo largo de este trabajo empleando nuestra perspectiva como ingeniero hacia el cumplimiento de nuestro objetivo.

1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Aguas de Cartagena S.A. E.S.P., Empresa de Servicios Públicos Mixta, organizada bajo la modalidad de Sociedad Anónima, regulada según la Ley 142 de 1994 que emana las disposiciones del régimen de servicios público domiciliarios, conformada por una composición accionaria en donde participa el Distrito de Cartagena de Indias con el 50%, el socio Operador Aguas de Barcelona (Grupo AGBAR) con el 45.9% y otros accionistas privados con el 4.1% restante.

El Grupo AGBAR posee una experiencia de más de 130 años en el sector, siendo líder en España y con presencia internacional en Chile, Colombia, Cuba y México. Caracterizándose por su enfoque hacia el mejoramiento continuo de sus procesos y la certificación en Sistema de Gestión de Calidad NTC ISO 9001:2000, Sistema de Gestión Ambiental NTC ISO 14001/96 renovada con la versión 2004 y la incorporación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional NTC OHSAS 18000¹.

En el cumplimiento de su compromiso hacia el mejoramiento de sus servicios, la atención y la ampliación de su cobertura ha logrado alcanzar una cobertura del 99.91% en el sistema de distribución de agua potable con respecto a 73.1% en junio de 1995, lo que se traduce en más de 518.000 personas están recibiendo agua potable (Ver figura 1), en tanto al alcantarillado de una cobertura del 60.6% en 1995, se ha logrado un aumento del 82.41% a finales del segundo periodo del 2007, es decir, actualmente 410.000 cartageneros están conectados al alcantarillado sanitario (Ver Figura 2.)²

En cumplimiento a las políticas sociales trazadas por el distrito de Cartagena ACUACAR ha concentrados sus esfuerzos de inversión en la ampliación de su cobertura del servicios a comunidades que no contaban con la infraestructura, dejando para un futuro la prioridad en inversión en reposición de redes antiguas,

¹ Consultado de ([www.Acuacar.com](http://www.Acuacar.com/?q=historia) /?q=historia, Marzo 2008)

² Tomado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 9)

lo que conlleva a un sacrificio en eficiencia por aumento en las pérdidas por fugas e incremento del índice de Agua No Contabilizada.

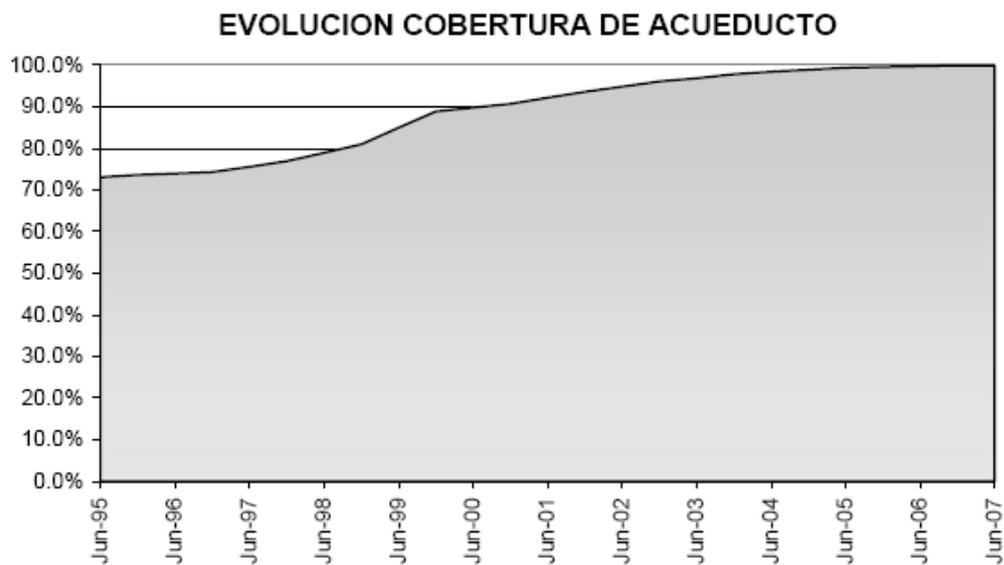


Figura 1. Estadística de la Evolución de Cobertura de Acueducto³

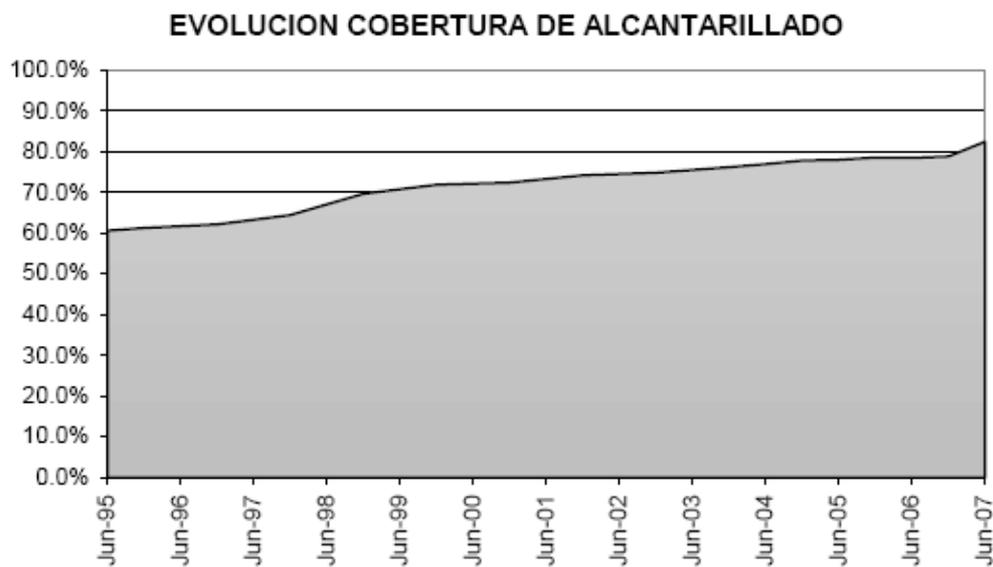


Figura 2. Estadística de la Evolución de Cobertura de Alcantarillado⁴

³ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 10)

⁴ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 14)

Para contrarrestar y minimizar las pérdidas en la empresa se conformó la Gerencia de Control de Pérdidas durante el año 2006 la cual tenía como objetivo mitigar tanto las pérdidas técnicas como las comerciales. Destacando el trabajo de su gestión se aprecia una disminución en el agua no contabilizada del 60% en 1995 a un aproximado del 40% en el 2007 y un incremento en el recaudo total de cartera de 12 meses del 45% al inicio de la gestión en 1995 al 94% en el 2007⁵. Adicional a esto La gestión de Calidad Incremento la vigilancia en el control de la captación, potabilización y distribución del agua

En materia de planeación, diseño y definición de los proyectos de acueducto, alcantarillado y saneamiento ambiental que fueron propuestos en el año, se 2007 aprobaron 244 posibilidades de servicio, lo cual muestra la continuidad en el crecimiento de la construcción. Dentro de estos proyectos vale la pena resaltar aquellos que se encuentran en ejecución y espera de su culminación: la construcción de la EBAR María Auxiliadora, los trabajos complementarios del sistema de alcantarillado de la Zona Suroriental, la ampliación de la EBAR Paraíso, la construcción de la Impulsión Terrestre, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Punta Canoa, el Emisario Submarino, entre otros. Los costos de inversión en materia de proyectos se aprecian en la Tabla 1.

En esta inversión Aguas de Cartagena aporta el 17% de los recursos económicos, esto es, US\$ 20 millones), la Nación otros US\$ 20 millones y el Distrito el 66% restante, o sea, US\$ 77.2 millones⁶. Por otra parte, la inversión total del Plan Maestro de Acueducto, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental contemplado en el período 1995-2007 es la siguiente:

Acueducto:	US\$ 64.6 millones de dólares	(27%)
Alcantarillado:	US\$ 171.4 millones de dólares	(73%)
Total:	US\$ 236 millones de dólares	(100%)

⁵ Consultado de (informe de Gestión Anual 2007, Pág. 5)

⁶ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 19)

Acueducto	64.6	27%
Alcantarillado	171.4	73%
Total	236.0	100%

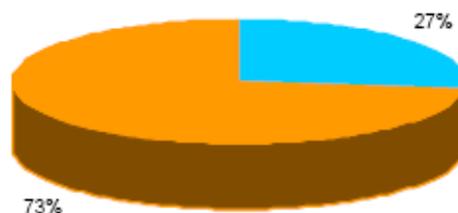


Figura 3. Grafico Pastel de Inversión Total Plan Maestro⁷

(cifras en millones de dólares)

Proyectos de Acueducto	9.91
Proyectos de Alcantarillado	35.73
Conducción Emisario Terrestre	28.35
Sistema de Tratamiento	6.95
Emisario Submarino	22.90
Control Descarga Industriales	0.62
Componente Social y Medio Ambiental	3.60
Gerencia, Diseño y Supervisión Proyecto	9.14
TOTAL PROYECTO BANCO MUNDIAL	117.2

Tabla 1. Costos de Inversión de Proyectos 2007⁸

Demostrando de esta manera el trabajo realizado por la gerencia de ACUACAR para conseguir una mejor calidad de vida para la población cartagenera.

⁷ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 19)

⁸ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 18)

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POTABILIZACION DE AGUA

Este capítulo nos da una visión de los diferentes subprocesos por los cuales atraviesa el agua desde su captación en la fuente primaria (Aguas sin tratamiento) hasta la distribución de las aguas tratadas para los usuarios de la localidad de cartagenera.

Además se presentan los parámetros legales que debe cumplir Aguas de Cartagena para garantizar la prestación de un servicio de agua potable apta para el consumo a los habitantes de la localidad, de la misma manera se presenta la ubicación y localización geográfica de las diferentes plantas y estaciones encargadas de proveernos el servicio

2.1. CAPTACIÓN Y POTABILIZACION⁹

La fuente abastecedora del Distrito de Cartagena es el Canal del Dique, el cual tiene un caudal medio de 450 m³/s, lo que asegura una oferta suficiente para el requerimiento actual, que es de aproximadamente 2,5 m³/s, y hacia un futuro de largo plazo.

El sistema de captación incorpora en su estructura el paso del agua del Canal del Dique a través de un complejo cenagoso, conocido con el nombre de Juan Gómez – Dolores, lo que facilita un primer proceso de sedimentación previa y un almacenamiento con capacidad de unos 60 días aproximadamente para abastecer a la ciudad, sin que se requiera el ingreso de agua proveniente del Canal.

La captación, se realiza por medio de las estaciones de bombeo de Gambote y de Dolores (Ver Figura 8), desde donde se conduce el agua hasta la planta de tratamiento recorriendo un trayecto de 45 Km.

⁹ Consultado de (www.acuacar.com/?q=tratamiento, Marzo 2008)

En el transporte del agua hasta la Planta de Tratamiento interviene también la estación de bombeo Conejos, la cual en época de verano se utiliza para mantener el nivel adecuado en el sistema lagunar Juan Gómez-Dolores, de manera que se pueda captar y bombear el agua desde la estación de Dolores, usando las estaciones de Piedrecitas y Albornoz como re-bombeo.

Luego de su llegada a la planta de tratamiento, en la primera fase del proceso se inicia con la adición de químicos, (sulfato de aluminio y coloides de agua que actúan como catalizadores), en la etapa denominada floculación, en la que se consigue que las partículas en suspensión que le dan turbiedad y color al agua se agrupen formando unos cúmulos denominados floc".

La sedimentación es el proceso por el cual los flocúlos son obligados a depositarse en el fondo de unas piscinas de sedimentación, este fenómeno se produce por la estructura de los sedimentadores y por el gran peso de los flocúlos. En este proceso al agua se le elimina el 70% de sus impurezas biológicas y orgánicas. (Ver figura 4)

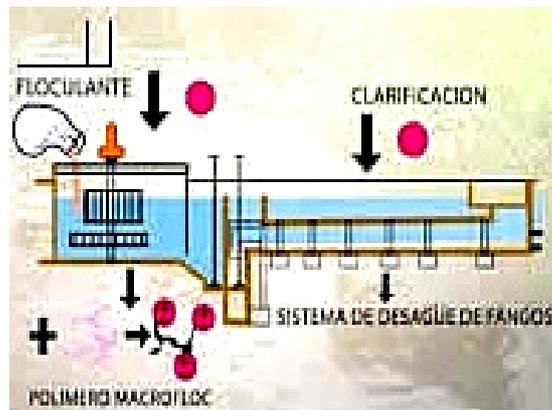


Figura 4. Proceso de Sedimentación

El agua que fue tratada anteriormente pasa al proceso de filtración, donde llega a unos filtros compuestos por tres capas, grava, arena, y antracita o carbón, como material filtrante, en esta etapa se le remueven todas las partículas que no fueron sedimentadas reduciendo aun mas en porcentaje de impurezas que se albergan en esta (Ver figura 5)

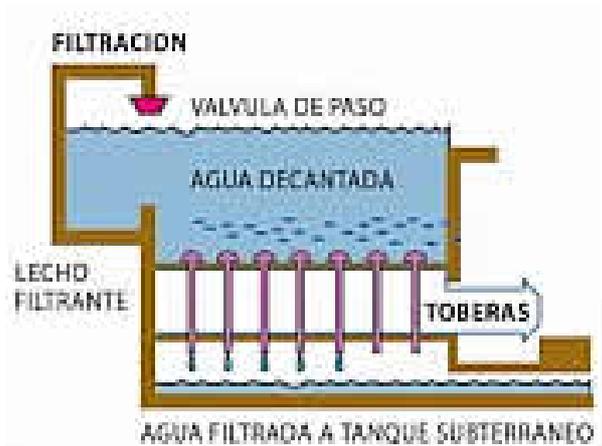


Figura 5. Proceso de Filtración

Por último al agua se le añade un desinfectante, el cloro, el cual es un elemento que se utiliza para eliminar la contaminación bacteriológica pues, en contacto con el agua, se generan compuestos que tienen un alto poder bactericida, los que rompen la membrana celular de los microorganismos hasta lograr su eliminación. (Ver figura 6)



Figura 6. Proceso de Cloración

Se requiere de un tiempo necesario para que el cloro esté en contacto con el agua y se produzca este efecto. Por tal razón, el agua permanece en la planta de almacenamiento durante este proceso, antes de ser enviada para su distribución, mientras tanto las aguas producto de lavado de filtros y sedimentación es refiltrada por el sistema de tratamiento de lodos, dando paso al agua que puede ser recirculada a los tanque de agua cruda para su retratamiento y trasladando la sedimentación obtenida a la parte de deshidratación que luego envía estos a disposición final cumpliendo con las normatividades legales medio ambientales. (Ver figura 7.)

Una porción de Cloro permanece en el agua como medida preventiva, lo que garantiza que en el sitio de consumo el agua conserve las propiedades que obtuvo a la salida de la Planta de Tratamiento. El nivel de Cloro contenido en el agua, es llamado *Cloro Residual*, con el cual el agua se distribuye en la red, oscilando entre 0.30 y 2.00 mg/L, lo que es una cantidad suficiente para evitar que el agua se deteriore en su recorrido hasta los puntos de consumo y en su manipulación.

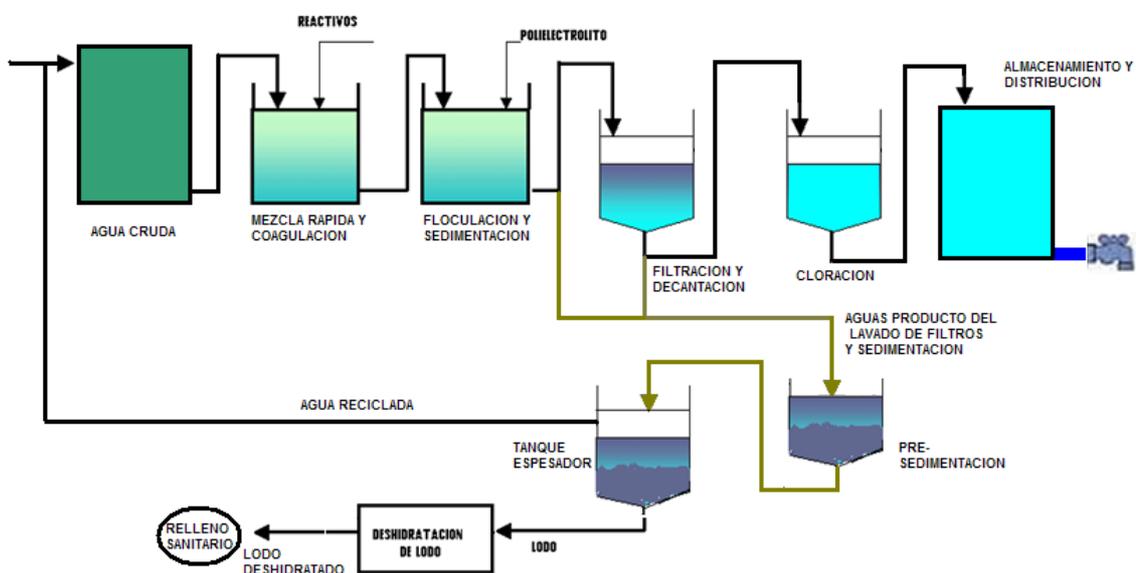


Figura 7. Diagrama del Proceso de potabilización de aguas¹⁰

¹⁰ Elaborado por los Autores, Marzo 2008

2.2. COMO SE GARANTIZA LA CALIDAD DEL AGUA DISTRIBUIDA ¹¹

ACUACAR cuenta con su propio laboratorio de Aguas para el control de la calidad, el cual desarrolla un programa de monitoreo de la calidad del agua antes de su tratamiento, durante el proceso y del agua que se distribuye a la ciudad.

Diariamente se toman más de 10 muestras en diferentes puntos de la ciudad, con el propósito de valorar sus condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas, y así aplicar los correctivos, si es necesario.

El “Tratamiento” de las aguas permite que los contenidos de las sustancias que contiene el agua que se va a tratar, se lleven por debajo de los límites establecidos en la Normas (Decreto 1575 “Sistemas de Protección y Control de Calidad de Agua para Consumo Humano” y la Resolución 2115 de 2007 “Características, Instrumentos básicos y Frecuencia del sistema de Control y Vigilancia para la Calidad del Agua de Consumo Humano), lo que quiere decir que las sustancias que permanezcan en ella, no constituyen un riesgo para la salud de las personas, e incluso, algunas de ellas sean para el aprovechamiento del metabolismo humano, como son el calcio o el hierro. Ver tabla 1.

En noviembre de 2006, el Laboratorio se acreditó bajo la Norma NTC ISO/IEC 17025 ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), con un alcance de más de 30 parámetros para muestreo y análisis de aguas naturales, potables y residuales. Esto significa que el Laboratorio trabaja bajo un sistema de calidad que garantiza la confiabilidad y total independencia de los resultados emitidos.

¹¹ Consultado de (www.acuacar.com/?q=node/418, Marzo 2008)

PARÁMETRO	VALOR ADMISIBLE Resolución 2115/07	Valores segundo semestre de 2007
pH	6.5-9.0	6.5-7.0
Color aparente	≤ 15 UC	< 10 UC
Olor y sabor	aceptable	aceptable
Turbiedad	≤ 5 UNT	< 1.3 UNT
Aluminio	≤ 0.2 mg/L	< 0.1 mg/L
Sustancias flotantes	ausentes	ausentes
Conductividad	≤ 1000 mS/cm	250-380 mS/cm
Cloro residual libre	0.3-2.0 mg/L	0.7-2.0 mg/L
Nitratos	≤ 10 mg/L	< 3 mg/L
Nitritos	≤ 0.1 mg/L	< 0.03 mg/L
Alcalinidad total	≤ 200 mg CaCO ₃ /L	40-70 mg CaCO ₃ /L
Dureza total	≤ 300 mg CaCO ₃ /L	60-100 mg CaCO ₃ /L
Calcio	≤ 60 mg/L	20-26 mg/L
Hierro total	≤ 0.3 mg/L	< 0.07 mg/L
Cloruros	≤ 250 mg/L	25-65 mg/L
Sulfatos	≤ 250 mg/L	20-40 mg/L
Coliformes totales	0 UFC/100mL	0 UFC/100 mL
Escherichia coli	0 UFC/100mL	0 UFC/100 mL
Aerobios mesófilos	100 UFC/100mL	< 50 UFC/100 mL

Tabla 2. Parámetros comparativos que influyen en el tratamiento de agua para consumo humano establecido por la Resolución 2115/07 en contraste con los valores obtenidos en ACUACAR S.A.

2.3. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS INSTALACIONES TECNICAS¹²

Este subcapítulo describe la localización geográfica de las diversas estaciones y puntos de control de esta empresa, ya que esta por el tipo de servicio que presta a la comunidad no puede encontrarse centralizada.

Entre las diversas estaciones y puntos de control o trabajo contamos con los siguientes: Estación de Captación de Agua Cruda, Estación de Bombeo de Agua Cruda, Planta de tratamiento, Estación de bombeo de Agua Potable(EBAP), Estación de bombeo de Aguas Residuales (EBAR), Estación Elevadoras de Presión y Sedes Administrativas.

2.3.1. Estaciones de Captación de Agua Cruda

Esta se encuentra conformada por: Estación de bombeo Gambote, Dolores y Conejos

- a. ESTACION DE BOMBEO DE GAMBOTE: Ubicada en la población de Gambote-Bolívar, se conecta a la estación Albornoz mediante una conducción de agua cruda de 36.9 kilómetros. Ver figura 8
- b. ESTACION DE BOMBEO DE DOLORES: Ubicada en el corregimiento de Puerto Badel; capta el agua cruda, previamente sedimentada en el sistema lagunar Juan Gómez- Dolores, transportándola a la Planta de Tratamiento mediante conducción de 41 kilómetros, con rebombes intermedios. Ver figura 8.
- c. ESTACION DE BOMBEO DECONEJOS: Ubicada en el Km 82 del Canal del Dique, frente al Corregimiento de Correa. En época de verano trasvasa el agua del Canal del Dique al sistema lagunar Juan Gómez-Dolores. Ver figura 8.

¹² Consultado de (www.acuacar.com/?q=instal, Marzo 2008)



Figura 8. Localización de las Instalaciones de Gambote, Dolores y Conejos¹³

2.3.2. Estación de Bombeo Piedrecitas

Ubicada detrás del Corregimiento de Pasacaballos, en la carretera Mamonal – Dolores, siendo la de más reciente construcción (1.985), recibe el líquido desde la estación de Dolores y la envía hasta la estación Albornoz. Ver figura 9.

Esta estación cuenta con válvulas tipo mariposa en la tubería de impulsión, con el objeto de aislarla en caso de trabajos de mantenimiento, lo que permite así un bombeo directo desde Dolores hacia la estación Albornoz y no existan interrupciones del servicio.

¹³ Elaborado por los Autores, Marzo 2008



Figura 9. Localización Estación de Piedrecillas y Albornoz¹⁴

2.3.3. Estación de Bombeo Albornoz

Ubicada en el Barrio Albornoz -sector Arroz Barato-, es donde convergen y se mezclan las aguas procedentes de Gambote como también las de Dolores. Tiene una dársena que almacena agua cruda con reservas para 8 horas de consumo normal. Conduce el agua hasta la Planta de Tratamiento por medio de una conducción de 6.1 Km. Ver figura 9.

2.3.4. Planta de Tratamiento de Agua Potable

El acueducto de Cartagena cuenta con tres plantas de tratamiento: Sedimentación, Filtración y Cloración; ubicadas a una altura de 47 metros sobre el nivel del mar, en el barrio Paraguay. Recibiendo el agua desde el Canal del Dique mediante los sistemas Dolores y Gambote. Las plantas son del tipo convencional,

¹⁴ Consultado de (www.acuacar.com/?q=instal, Marzo 2008)

efectuando los procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Durante el 2007 se proceso un total de 68.4 millones de metros cúbicos de agua cruda y se distribuyeron 66.6 millones de metros cúbicos de agua tratada, teniendo un consumo de agua durante el proceso del 2.7%, que constituye un mejoramiento con respecto al año 2006, que fue del orden del 5%¹⁵.

Actualmente, el agua tratada en la Planta de Potabilización es óptima, sus estándares de turbidez, color y materia orgánica superan los parámetros que exigen las normas de salud. De esta forma, entre 1995 y 2006 se ha distribuido agua potable de calidad en la ciudad, alcanzando parámetros de 0.50 Unidades de Turbiedad y 5 Unidades de Color.

Se desarrollaron planes de mejoramiento en el proceso de producción, tales como la instalación de "Medidores de Parámetros" para ejercer un control de manera continua en la calidad del agua; el montaje de un sistema de lavado por aire de los filtros en la Planta 3 y otras mejoras de carácter técnico, como la instalación de falsos fondos en la planta 2 que permiten mejorar el proceso de lavado de filtros disminuyendo el número de repeticiones¹⁶.

De esta manera, se mejoró el funcionamiento de la Planta de Tratamiento y se logró aumentar su eficiencia, por lo que de 165.000 m³ diarios que se podían tratar en la Planta en 1995, se alcanzo una capacidad instalada de tratamiento de más de 270.000 m³ diarios.

¹⁵ Consultado de (Informe de Gestión Anual 2007, Pág. 18)

¹⁶ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 3)

2.3.5. Estaciones de bombeo de aguas potables

1 EBAP al tanque Loma	8 EBAP Blas de Lezo
2 EBAP al tanque Colinas	9 EBAP Zona Norte
3 EBAP al tanque Nariño	10 EBAP Pasacaballos
4 EBAP la Popa	11 EBAP Ararca
5 EBAP al tanque Membrillal	
6 EBAP al tanque Santa Lucia	
7 EBAP El Limbo	

2.3.6. Estaciones de bombeo de aguas residuales

1 EBAR El Bosque	10 EBAR Papayal
2 EBAR Puente Jiménez	11 EBAR Paraíso
3 EBAR Pastelillo	12 EBAR Hospital Naval
4 EBAR La Matuna	13 EBAR Tabú
5 EBAR Torices	14 EBAR Ricaurte
6 EBAR El Oro	15 EBAR Ceballos
7 EBAR Blas de Lezo	16 EBAR Bellavista
8 EBAR Bocagrande	17 EBAR Boquilla
9 EBAR El Laguito	18 EBAR María Auxiliadora

2.3.7. Estaciones Elevadoras de presión

1 Elevadora La Caracucha	10 Elevadora El Tancón
2 Elevadora de la Aduana	11 Elevadora Calamares
3 Elevadora Militar de Crespo	12 Elevadora Villa Rosita
4 Elevadora San Lázaro	13 Elevadora Cielo Mar
5 Elevadora Santander	14 Elevadora La Boquilla
6 Elevadora Martínez Martelo	15 Elevadora El Rodeo
7 Elevadora La Esperanza	16 Elevadora Ternera
8 Elevadora Barcelona	17 Elevadora Albornoz
9 Elevadora El Líbano	18 Elevadora Zapatero

2.3.8. Instalaciones Administrativas

SEDE CHAMBACU

Carrera 13 B N° 26 - 78

Sector Papayal - Torices -Edificio Chambacú 2° Piso

SEDE PLANTA

Planta de Tratamiento El Bosque, barrio El Paraguay.

SEDE EL PRADO

Barrio El Prado Transversal 33 Avenida del Matadero

ALMACÉN: Barrio El Prado, Av. del Matadero, antiguo Mercadito de las Empresas Públicas.

3. ESTADO DEL ARTE EN ACUACAR

Este capítulo se fundamenta en el desarrollo de una encuesta enfocada hacia el **“ESTADO DEL ARTE” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias**¹⁷ la cual busca determinar el estado de procesos de automatización que integran empresas en la industria y la capacitación de su personal frente a temas del control automático de procesos.

El contenido de encuestas fue elaborada por parte de Instrumentation System and Automation – ISA society, y se encuentra a cargo del la facultad de Ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad Tecnológica de Bolívar, la cual busca precisar puntos clave en la ingeniería de la automatización para ajustar su marco pedagógica a estas tendencias y proponer sus respectivas aportes.

Adicional a esta encuesta anexamos la Encuesta del Perfil Profesional de la Automatización, la cual nos permitió recopilar mayor información para establecer nuestro análisis y de esta manera efectuar nuestros aportes.

METODOLOGIA

La siguiente encuesta fue realizada al INGENIERO JEFE DEL AREA DE TELEMANDO Y CONTROL, esta se caracterizaba por evaluar siete aspectos: 1. Optimización del Uso de Activos de la Planta, 2. Rol de los Operarios, 3. Eficiencia en Ingeniería, 4. Impacto Ambiental, 5. Control Avanzado, 6. Administración de la Información y 7. Seguridad Integrada

¹⁷ Tomado de (Encuesta de Estado del Arte de Automatización, UTB)

3.1. OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ACTIVOS DE LA PLANTA

3.1.1. Tienen establecidos procedimientos de mantenimiento a los equipos del proceso.

Si, la empresa cuenta con un Departamento de Mantenimiento propio donde se realizan programaciones periódicas de las inspecciones de estaciones de bombeo, aguas residuales, etc.

A su vez cuentan con un software especializado en supervisar, mantener y controlar la ejecución de los programas de mantenimiento. Poseen brigadas de Mantenimiento Preventivo que a su vez se turnan para prestar el servicio de Mantenimiento Correctivo si se da el caso.

Debido al proceso de certificación de calidad, el departamento de telemando y control se encuentra depurando y documentando todas las actividades que se presentan en el área operativa, con el fin de generar soporte más sólido en el manejo de equipos y el mantenimiento de estos.

3.1.2. Como está estructurado el mantenimiento de dicho proceso.

Empleando un software de Gestión del Mantenimiento Asistido Por Computador (G.M.A.C.) llamado **CONTEC**¹⁸, el cual permite administrar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo de los diferentes equipos e instalaciones asociadas a la ejecución de los procesos. Entre sus componentes se destacan:

a) Órdenes de Trabajo: Todo tiempo utilizado por personal de mantenimiento debe ser reflejado en órdenes de trabajo.

b) Tareas de Mantenimiento Preventivo/Procedimientos/Programación:
Administra la acción de las siguientes puntos:

I. MP de rutina (inspeccionar, lubricar, limpiar, etc.)

¹⁸ Consultado de (www.contec.cl, Marzo 2008)

- II. Reemplazo proactivo de equipos mayores, partes o componentes.
- III. Recuperaciones, restauraciones y “overhauls” programados.
- IV. Mantenimiento Predictivo/Monitoreo de Condición. Basado en lecturas, mediciones, alarmas u otros datos.

c) Análisis y Mejoramiento del Mantenimiento/Ingeniería: Este se caracteriza por la gestión para determinar las causas de las fallas que se presentan en los equipos con el fin de desarrollar actividades de mantenimiento proactivo para reducirlas y prevenirlas.

d) Inventario de Partes y Herramientas e Integración de Compras: permite analizar la información generada por los proveedores y determinar su efectividad, de manera que se puedan establecerse convenios en cumplimiento de entrega, garantía, crédito, pagos y almacenamiento.

e) Informes de Gestión, Agencias Regulatorias y de Certificación y Mediciones de Desempeño.

El cual aporta beneficios como: reducción de costos, automatización y optimización de sistemas manuales, recolección de información para análisis y proyección de necesidades futuras, incremento de la productividad, disminución de costos de materiales y partes, aumento de confiabilidad de los equipos, reducción de faltas de stock y disminución de costos de mantenimiento de inventario.

El funcionamiento de este proceso comienza a través del programa de Gestión Asistida del Mantenimiento por Computador (G.A.M.C.) el cual informa de los equipos y las actividades que se encuentran programadas para mantenimiento, se imprimen las órdenes de trabajo que serán asignadas por el Jefe de Área a las cuadrillas de operarios técnicos para su ejecución.

Luego de esto el personal debe presentar su informe al Jefe de Área, el cual carga esta información en el programa de mantenimiento CONTEC, el cual es consultado por el Jefe del Área de Telemando y las distintas gerencias que conforman la empresa para el control y la toma de decisiones. Ver figura 11.

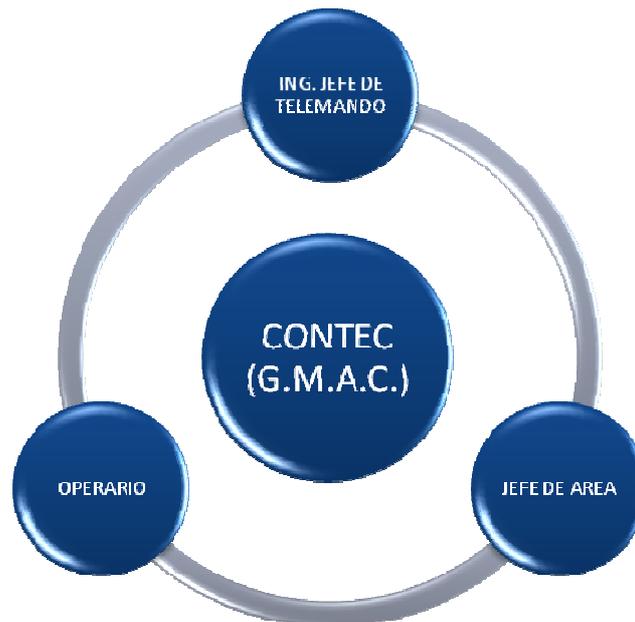


Figura 10. Organigrama de Control de Mantenimiento¹⁹

3.1.3. Existe alguna caracterización del mantenimiento para algunos equipos del proceso de automatización.

Si, dentro del proceso de automatización intervienen diferentes tipos de instrumentos, ya sean válvulas, sensores de presión, transmisores y RTU, debido a su cuidado, calibración y precisión (mayormente en medidores), se emplean metodologías apropiadas para la ejecución de su mantenimiento, las cuales han sido desarrolladas por el personal que maneja dichos equipos, bajo la supervisión de la coordinación de Telemando.

¹⁹ Elaborado por los Autores, Marzo 2008

Además, actualmente el personal operativo se encuentra consolidando la información necesaria para el correcto manejo, mantenimiento y aplicación de los equipos que integran dichos procesos, de esta manera se busca construir las guías de operación y manuales de consulta para el personal que opere con base en dichos equipos.

3.1.4. Existen procedimientos estandarizados para el ajuste de reguladores, calibración de válvulas, medidores, instrumentación y corrección de errores en el programa.

Hay manuales para el mantenimiento de equipos y calibración, definidos en base a la información del fabricante y el personal técnico, pero, esta se encuentra mayormente en equipos como Sensores de presión, Medidores, etc.

Actualmente estos se encuentran en proceso de depuración y documentación, para así desarrollar la estandarización de procedimientos de mantenimiento para los diversos equipos que se encuentran en el área operativa, ya que la empresa se dedico los últimos 10 años a ampliar su cobertura de servicios de agua potable y manejo de aguas residuales en sectores que no lo presentaban, descuidando un poco el desarrollo del área técnica y la gestión del control de pérdidas de la empresa.

Con el propósito de estructurar los diversos procesos que integra el departamento de telemando hacia el mejoramiento continuo y la calidad, se está generando la documentación pertinente al manejo, operación y mantenimiento de los equipos que lo conforman. El objetivo es crear una base de consulta de estos equipos basándose en la experiencia de sus operarios y así abrir una brecha de conocimiento a nuevos operadores.

Un aspecto importante a resaltar es la interacción que tiene la gestión comercial con la gestión técnica, ya que ellos consideran que la exactitud en las mediciones de los medidores es la manera justa de exigir el pago a los usuarios. Por ello

durante el 2007, la empresa destino recursos al laboratorio de ensayos de medidores, mediante la instalación de un banco sistematizado de calibración.

²⁰Lo anterior genera el programa de revisión y cambio de contadores, en el año 2007 se instalaron 22.755 medidores de los cuales por reposición fueron 9.731, por nuevos servicios 7.583 y 5.411 medidores por instalaciones con el servicio directo, logrando un incremento del 71% con respecto al 2006. Siendo alcanzada una renovación del 32% en los últimos años del parque de medidores, es decir que de 165.133 usuarios, 52.593 tienen medidores menores a tres años en contraste con su ciclo de uso confiable de cinco años.

3.1.5. Qué relación se da entre el mantenimiento, operario y el ingeniero para la sostenibilidad del proceso

Los Ingenieros sirven de soporte al personal operativo, los cuales son los responsables directos de los procesos, el ingeniero debe inspeccionar que todo marche correctamente y se elaboren las actividades coordinadas por el jefe de mantenimiento

3.1.6. Se cuenta con personal capacitado en los equipos de control del proceso y con qué frecuencia se dictan estas capacitaciones

Inicialmente el personal recibe una capacitación básica otorgada por el proveedor o fabricante del equipo, en algunos casos quien recibe estas capacitaciones es el Ingeniero de área a cargo, quien a su vez transmite la información al personal encargado de operar dichos equipos, sin embargo, no se cuenta con un programa de capacitación permanente en el manejo de estos equipos, razón por la cual el conocimiento que ellos poseen de estos se da por la interacción diaria de Equipo-Operario.

²⁰ Consultado de (informe de Gestión Anual 2007, Pág. 12)

3.1.7. Se cuenta con un departamento de investigación que se encargue de buscar nuevas tecnologías

ACUACAR cuenta con un departamento de planeación y gestión de proyectos, pero, sus esfuerzos están centrados en la ampliación de cobertura de sus servicios a localidades en la ciudad que no poseen sistemas de acueducto y alcantarillado, razón por la cual no se cuenta con un personal encargado de gestionar la reingeniería de los procesos para la implementación de nuevas metodologías u adquisición de tecnología para la optimización y eficacia de sus procesos

3.1.8. Se tiene identificadas las principales fallas recurrentes en el proceso y existen planes de estudios y atención a estas.

- El Control de Pérdidas de agua se constituye en uno de los lineamientos estratégicos más relevantes de la gestión de la empresa. Es por eso que se establece la Gerencia de control de perdidas, la cual consolida su participación en las gestiones técnicas y comerciales para mejorar el rendimiento de la red.

En consecuencia, se intensificaron las inspecciones en zonas de bajo consumo, aumentar la revisión a establecimientos comerciales que hacen uso intensivo del agua, inspección a los usuarios que se encuentran en estado de suspensión y a los que registran bajos consumos en zonas de poco rendimiento, de tal forma que se ha recuperado un importante volumen de agua no facturada.

Se intensifico la revisión dirigida a lavaderos de vehículos, bongos, piletas comunitarias y nuevos desarrollos urbanísticos en construcción, con lo cual, han obtenido importantes logros en la normalización de los servicios, en la prevención del fraude y en la legalización de consumos no registrados.

En el marco del Plan de Agua No Contabilizada, en el año 2007 se efectuaron más de 255.000 inspecciones y 17.200 cortes drásticos, detectando cerca de 18.500 fraudes, los cuales fueron corregidos, logrando el pago y la reconexión de 9.400 usuarios morosos, igualmente se legalizaron 4.720 nuevos usuarios. Además se Logro en el 2007 el agua potable contabilizada a la salida de la Planta de Tratamiento fue cerca de 250.000 metros cúbicos menos que el año anterior.

- Detección de Niveles de Cloro, la cual se controla empleando un operario de planta encargado de revisar e inspeccionar las muestras generadas en la planta de tratamiento.

Además de eso la empresa cuenta con su Laboratorio de Aguas, el cual desarrolla un programa de monitoreo de la calidad del agua antes de su tratamiento, durante el proceso y en su distribución a la ciudad. Diariamente se toman más de 10 muestras de manera aleatoria en diferentes puntos de la ciudad, con el propósito de valorar sus condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas y aplicar los correctivos, si es necesario.

- Saturación de Aguas por lluvias, para el control de esto en el área de acueducto se realizaron más de 3.400 mantenimientos a diferentes elementos, tales como válvulas, hidrantes, macromedidores, ventosas y tanques de almacenamiento.

En alcantarillado se puede destacar la limpieza de 547 kilómetros. De redes y colectores, utilizando equipos de presión succión y cabrestantes, así como el lavado de rejillas de entrada a las estaciones de bombeo, secado, transporte y disposición de lodos, con el fin de evitar que en temporadas de lluvias haya represamiento de aguas por residuos en la distribución de alcantarillado.

Para reforzar lo anterior se cuenta con cuadrillas técnicas encargadas del mantenimiento que operan en la ciudad las 24 horas del día inspeccionando diferentes estaciones y puntos estratégicos de control para la contención de fallas en la red, con el fin de responder de manera oportuna y eficaz a los reportes de falla y corregir en el menor tiempo.

3.1.9. Que protocolo de comunicación tienen los equipos en campo

El protocolo de comunicación que emplean los equipos en campo es el protocolo MODBUS, además existen RTU's (Unidades Terminales Remotas) ubicadas en cada estación que se comunican por medio de radio frecuencias hacia el centro de control, entregando información a la central de cualquier variación en las mediciones de los equipos, fallas o información que sea necesaria en el centro de telemando. Ver figura 12.

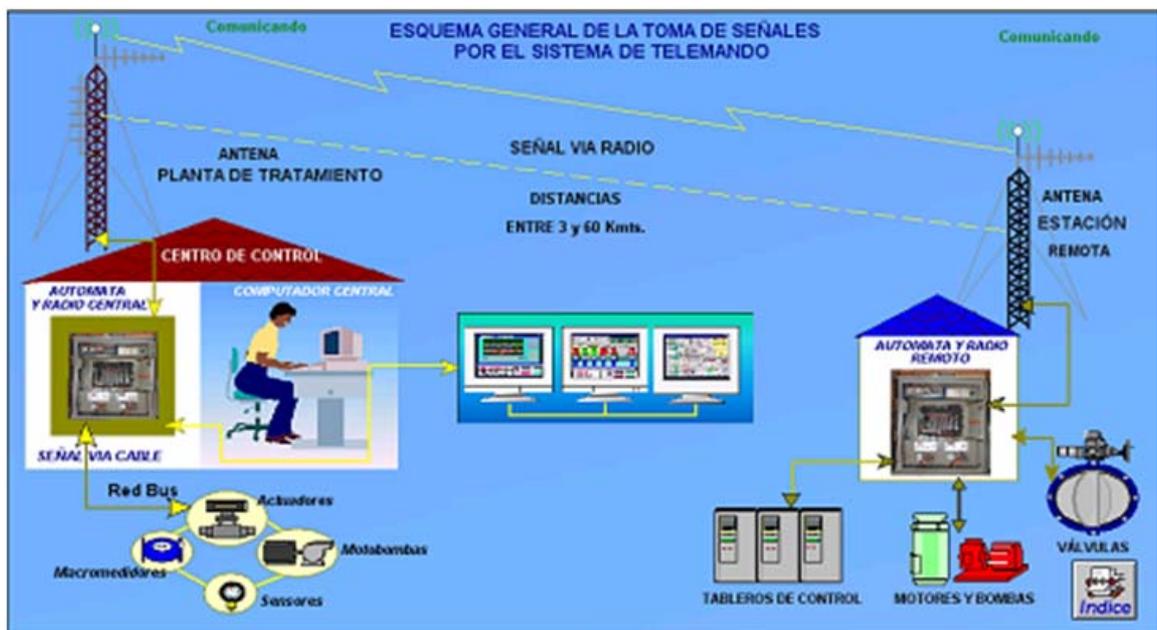


Figura 11. Esquema del proceso de comunicación²¹

²¹ Tomado de (Archivo PPT del Departamento de Telemando)

3.1.10. Qué tipo de instrumentos inteligentes tiene el proceso.

No posee este tipo de instrumentos, todos ellos son inspeccionados frecuentemente por el personal operativo.

3.1.11. Tiene identificados equipos y actualizados relacionados con el proceso.

Dentro de la organización se elaboran las respectivas fichas técnicas y las hojas de vida correspondiente a cada uno de los equipos con las que este cuenta. Llevando un control de inventario de los equipos y su estado. En el cual se determinan factores como:

- ✓ Estado: Bueno, Nuevo, Fuera de Servicio(FDS)
- ✓ Información Técnica: Marca, Modelo, Serial y/o Referencia
- ✓ Descripción del Equipo
- ✓ Localización y Ubicación
- ✓ Codificación (Identificación Suministrada por Acuacar)

Dentro de las inspecciones que se realizan, se corrobora la antigüedad de estos equipos y se asegura que dentro del mercado aun se localicen repuestos, de lo contrario se dan por descontinuado dicho equipo y se prevé una Migración, es decir, se reemplaza por una que conserve las mismas características, pero sea mas actualizado y cuente con repuestos en el mercado para su mantenimiento, teniendo en cuenta que debe pertenecer al mismo fabricante.

3.1.12. Existe un programa de CMMS (programa de administrativo de mantenimiento computarizado)

SI, CONTEC (Consultor Tecnológico), el cual permite llevar el control de mantenimiento realizados a equipos y su asignación de tareas al personal previsto para la ejecución de estas.

Entre sus ventajas se puede contar con: la reducción de costos, gestión de mantenimiento asistido por computadora, reducción de tiempos que buscan la evolución de los organismos de mantenimiento hacia los niveles de productividad y rentabilidad deseada mediante un adecuado soporte técnico continuo.

Los procedimientos de Mantenimiento Preventivo (MP) incluyen:

- Descripción detallada del trabajo a realizar y cómo efectuar el trabajo.
- Todos los repuestos o partes que deben ser reemplazadas o reparadas
- Un listado detallado de material y consumos que serán requeridos para realizar el trabajo.
- El nivel de conocimiento (oficio, habilidad, etc.) requerido para realizar el trabajo.
- Las horas de mano de obra que debieran necesitarse para realizar el trabajo.
- La frecuencia con la cual debiera realizarse este trabajo. Esto puede ser basado en Calendario, tal como semanal, mensual u otro intervalo de tiempo o basado en contador tal como horas de uso del equipo.
- Planos, diagramas, imágenes y otras ayudas para realizar el trabajo correctamente.
- Procedimientos de validación y pruebas.
- Procedimientos de documentación e informes.
- Lecturas y Mediciones a ser registradas, con sus rangos de aceptabilidad.

3.2. ROL DE LOS OPERARIOS

3.2.1. Existe algún programa que permita detectar fallas en el proceso y permita tomar decisiones.

Solo se cuenta con el sistema de supervisión SCADA, con el cual se puede visualizar el comportamiento de los diversos equipos que componen los procesos, apreciando las variaciones que muestran las lecturas de dichos equipos, valores límites, alarmas, graficas de comportamiento, etc.

Algunas de las fallas que se pueden presentar en el proceso pueden ser: Control de Temperatura, Control de Nivel de la Planta, Turbiedad, Incremento en la Presión, Fallas Ac, Niveles de Cloro, Entre otros.

En caso de presentarse alguna falla en el sistema, esta puede evidenciarse en el sistema supervisor (INTOUCH), el cual les permite al grupo de ingenieros realizar las labores necesaria para coordinar las actividades de contingencia empleando al personal operativo y así estabilizar el correcto funcionamiento de los procesos.

3.2.2. Existe comunicación formal entre el operador y el grupo de ingenieros.

No, Los operarios pueden comunicarse de manera directa con el ingeniero responsable al área que corresponda para resolver la inquietud, en caso de necesitar una mayor asistencia este puede comunicarla con el coordinador de telemando para que tome las decisiones correspondientes y de solución al caso.

3.2.3. Puede el sistema de supervisión ser modificado de acuerdo a las necesidades del operador.

Si, de acuerdo a las necesidades que sean manifestadas en el proceso o por el operario, estas son sometidas a estudio para determinar su viabilidad y necesidad, para luego ser efectuadas.

El ingeniero a cargo de el sistema SCADA y del departamento de telemando está en capacidad para modificarlo pero no es una de sus funciones. Después que se evalúa la solicitud esta se envía al departamento de sistemas para efectuar la reprogramación del sistema, la cual debe ser aprobada al finalizar la modificación por el coordinador de Telemando asegurándose que haya cumplido con los requisitos planteados.

3.3. EFICIENCIA EN INGENIERIA

3.3.1. Cuentan con programas que les permita analizar el proceso de acuerdo al comportamiento del proceso.

No, Solo cuentan con el sistema de supervisión y control INTOUCH 9 (SCADA) versión básica, el cual, aunque mantiene información histórica del comportamiento de los equipos del proceso, no presenta un informe del análisis del comportamiento de los anteriores ya mencionados para la toma de decisiones, este tipo de análisis debe realizarse de manera manual (Presentación de informes).

3.3.2. Las herramientas de control del proceso permiten hacer seguimiento y presentar soluciones escalables.

El SCADA permite obtener la información general del comportamiento de válvulas, actuadores, sensores etc., pero esa información no es depurada o analizada ya que no se cuenta con los módulos de análisis de información del INTOUCH o tampoco se cuenta con programas especializados en el análisis de estos datos para correcciones e implementación futuros proyectos.

3.3.3. Existe un simulador del proceso adaptado a la realidad.

EPANET SIMULADOR (Proceso Hidráulico, Caudales, Presión, Etc.)

EPANET es una herramienta computacional desarrollado por la Environmental Protection Agency (E.P.A.) U.S, el cual realiza simulaciones en período extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión.

Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación.

Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

3.3.4. La información de los operarios, el mantenimiento e ingeniería se encuentra centralizada.

Poseen una unidad de red donde se permite consultar todo lo referente a manuales instructivos o procedimientos de los diversos equipos que se encuentran en la planta, de la misma manera a su vez se cuenta con un archivo físico que sirve de consulta a los operarios que se encuentren en las respectivas plantas. Vale la pena resaltar que dicha información no se encuentra completa el 60 % de esta se encuentra documentada pero se busca alcanzar la totalidad de documentación de todas las áreas que interviene para la prestación del servicio.

Desde la perspectiva de centralización de información por medio de software, se determino que no manejan una interface que permita administrar la información proveniente de las diferentes unidades de trabajo, lo cual no les permite realizar un seguimiento en tiempo real del estado, los indicadores y el comportamiento que pueden evidenciar estos ante las necesidades y la toma de decisiones a nivel gerencial. Una descripción de los diferentes programas que se manejan por áreas se observa en la siguiente figura.



Figura 12. Descripción de software de administración por áreas²²

3.3.5. Los diseños de ingeniería en la creación de algún proceso, permiten la reutilización de estos en futuros proyectos

SI, todos los proyectos están enfocados a la ampliación de la planta con el fin de reutilizar los recursos existentes en la planta o en nuevos montajes. Ejemplo de estos son los siguientes:

- ²³En Acueducto: ampliación y mejoras en el sistema de producción (sistema de compuertas Canal Juan Gómez-Dolores; desdoblamiento conducción de agua cruda Dolores-Albornoz y Dolores- Piedrecitas, impulsión Tanque Colinas, ampliación embalse agua cruda Albornoz y conexión eléctrica alterna Estación Albornoz; ampliación de cobertura del acueducto (redes en El Pozón y Villa Estrella, redes Plan Barrios y reposición redes zona suroriental); Plan de Reducción de Agua No Contabilizada (eliminando fugas al reponer redes antiguas o redes deterioradas) y mejoras en Telemando y Telecontrol, incorporando a este sistema todas las estaciones de agua cruda y redes de acueducto.

²² Elaborado por los Autores, Marzo 2008

²³ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 15)

- ²⁴En el área de Alcantarillado se destaca la extensión y refuerzo de redes de los barrios El Pozón, Villa Estrella, Zona Suroriental, La Boquilla, Crespo, Bocagrande, Faldas de La Popa, San José de Los Campanos, Zapatero, Cartagenita, Vista Hermosa, 20 de Julio, Calamares, Albornoz, Antonio José de Sucre, San Pedro Mártir, Sectores Unidos de la Zona Suroccidental.

²⁴ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 16)

3.4. IMPACTO AMBIENTAL

3.4.1. Los operarios de la empresa y los ingenieros conocen las normatividades que aplican respecto al cuidado y la responsabilidad con el medio ambiente.

SI. Debido a las políticas de calidad, seguridad y preservación de medio ambiente que esta imparte a su personal, ya que esta institución se encuentra acreditada por las respectivas normas de Sistemas de Gestión de Calidad (ISO 9001:2000), Norma Técnica de Calidad en la Gestión pública (NTCGP 1000:2004) y Sistemas de Gestión Medio ambiental (ISO 14000), demostrando a entidades como ICONTEC su compromiso con la satisfacción de sus clientes, el compromiso social y su preocupación por preservar el medio ambiente.

Adicional a esto ACUACAR centra su interés en propiciar una mayor cultura ambiental, transmitiendo su sentido de pertenecía y preocupación por preservar el medio ambiente a su personal de trabajadores, contratistas y la comunidad empleando campañas de preservación de la vegetación, arborización, reciclaje, entre otros.

3.4.2. Existen herramientas de seguimiento y control de emisiones contaminantes.

El personal encargado de preservar la calidad de los procesos y la gestión ambiental de la empresa ha determinado que los diferentes tipos de contaminantes que pueden presentarse son los siguientes: Sólidos y Líquidos. Ver figura 14.



Figura 13. Caracterización del tipo de Residuos²⁵

Su proceso de gestión ambiental, ejerce un adecuado control del manejo de residuos y contaminantes, a través de procedimientos y herramientas de medición tanto a nivel operativo como gerencial empleando herramientas como la METODOLOGIA DE BALANCE SCORD CARD²⁶, la cual consiste en organizar, difundir y controlar la ejecución de la estrategia de las organizaciones, midiendo las actividades de una compañía en términos de su visión y las estrategias que usen para lograrlo.

Para asegurar su compromiso con la calidad y el medio ambiente : Cuentan con un laboratorio de Calidad del Agua(Acreditado por la norma IEC ISO 17025 con el IDEAM), Programa de control de Vertimientos Industriales el cual permite ubicar la

²⁵ Elaborado por los Autores, Marzo 2008

²⁶ Consultado de (www.gestionpublica.cl/biblioteca/documentos/84012balance_score_card.pdf)

información recolectada de manera geográfica ambiental, Sistema de Bioalarma que permite la detección temprana de posibles estados de contaminación en la fuente de adquisición de aguas crudas y la adecuada gestión ambiental que incorpora el manejo de los residuos que se producen en el proceso, las operaciones de tratamiento, las limpiezas de redes y pozos de bombeo del sistema de alcantarillado; tratando de manera adecuada y disponiendo convenientemente de estos en sitios avalados por la autoridad ambiental de acuerdo a sus procedimientos establecidos.

3.4.3. Están dimensionados los costos ambientales de la planta.

SI, La utilización adecuada de los recursos y la disminución de los costos en la disposición de residuos, fortalecido una cultura hacia el reciclaje, por lo que en el 2007 se reciclaron cerca de 3 toneladas entre papel, cartón, vidrio y plástico; los materiales recuperados representan el 23% del total de residuos que generaron las actividades de la empresa, representados en aproximadamente 103 toneladas, de los cuales el 80% fueron recogidos por las empresas de aseo y dispuestos en el relleno sanitario²⁷.

3.4.4. Existen proyectos actuales para la reducción de contaminantes

- Implementación de una cultura enfocada hacia el reciclaje

Su principio fundamental consiste en generar una conciencia en el personal que labora para ACUACAR de manera tal que denoten la impostación del cuidado ambiental y estos puedan difundirlo a las localidad de Cartagena, además se cuentan con jornadas de arborización y reciclaje con el fin de llevar a nuestra región un cambio no solo de conciencia sino de estilo de vida.

²⁷ Consultado de (informe de Gestión Anual 2007, Pág. 32)

- Disposición de residuos sólidos de la planta de tratamiento de Punta Canoa.

La construcción de la Planta de Pre-tratamiento en Punta Canoa está en ejecución, esta recibirá el 100% de las aguas producidas en Cartagena, proveniente a su vez de la estación de bombeo de aguas residuales Paraíso, con el fin de someterlas a un tratamiento preliminar y luego disponerlas al Mar Caribe a través del Emisario Submarino.

- Proyecto de tratamiento y disposición final por medio del Emisario Submarino

Entramos en la etapa final del proyecto Vertiente Ciénaga- Emisario Submarino- financiado por el Banco Mundial con un costo de 117 millones de dólares, con el fin de dar respuesta al tratamiento para la disposición final de aguas residuales sin afectar la biología marina y el entorno medio ambiental.

Alcanza en el sitio de vertido diluciones iniciales de 1 a 100, equivalente a un tratamiento del 99% de remoción, donde la salinidad y temperatura del mar, sumada a las radiaciones solares, acelera la desinfección de patógenos del vertimiento. Localizado frente a Punta Canoa, a través de una tubería de 1.83 metros de diámetro, de aproximadamente 20.9 Km. de longitud terrestre y una longitud submarina de 2.850 metros, con difusores a 20 metros de profundidad.

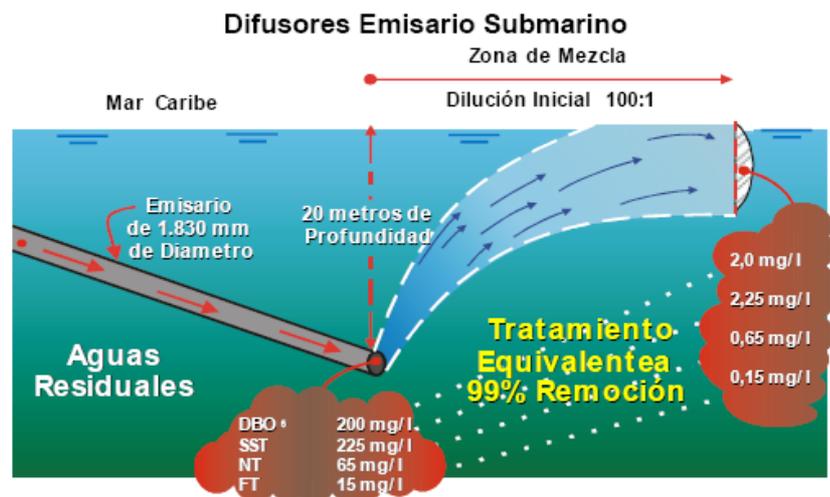


Figura 14. Descripción de Operación Emisario Submarino²⁸

²⁸ Consultado de (Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión, Pág. 32)

3.5. CONTROL AVANZADO

3.5.1. Están al tanto los ingenieros de planta de resultados actuales en control avanzado de procesos

No.

3.5.2. Existen proyectos futuros o actuales en control avanzado de procesos

Ninguno

3.5.3. La formación de los ingenieros de la planta incluye tendencias y prácticas en técnicas de control avanzado

No

3.5.4. Emplea la empresa convenios con universidades o instituciones o centros de investigación para evaluar proyectos de control avanzado de procesos

Si. Estudio de Confiabilidad, Universidad Tecnológica de Bolívar

3.5.5. Están afiliados los ingenieros de planta a sociedades profesionales como IEEE o ISA.

ACIEM (Asociación Colombiana de Ingenieros)

3.6. ADMINISTRACION DE LA INFORMACION

3.6.1. Están familiarizados los ingenieros de planta con los conceptos ERP, IMS y MES.

No

3.6.2. Ha evaluado la empresa proyectos de implementación de sistemas ERP

No, pero es importante resaltar que la gerencia no desconoce de las ventajas que tendría un sistema como este en sus instalaciones, de tal manera que lo tendrán en cuenta para proyectos futuros, ya que actualmente no se ven en la necesidad de hacer inversiones de este tipo.

3.6.3. Se han hecho implementaciones exitosas de sistemas ERP en la empresa.

No

3.6.4. Se ha trabajado en la cultura organizacional la necesidad de un sistema de información integrado

No

3.7. SEGURIDAD INTEGRADA

3.7.1. Que tan arraigado esta el tema de seguridad en la empresa

La empresa Administra un sistema de gestión de calidad y ambiental de manera integral y en este momento se encuentra incorporando el sistema de seguridad y salud ocupacional para lograr la acreditación otorgado por ICONTEC en cumplimiento de la norma NTC OHSAS 18000.

De manera que se encuentran elaborando y modificando los procedimientos e instrucciones de trabajo, con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad anteriormente mencionada.

3.7.2. Existen programas actuales para aumentar la seguridad del sistema a través del sistema de control

Recientemente se concluyo la migración a tecnología .Net, en el área de informática se reforzó la seguridad de la información y se centralizo la administración de la misma actualizando el antiguo servidor Iseries 810 a un servidor System i 525, además, adquirió un servidor System i 525 CBU (Capacity Unit Backup), el cual asumió el rol de servidor de contingencia para sistemas críticos de información²⁹.

Entre los aspectos más importantes que mejoran en la plataforma .NET® destacan:

- Integración
- Confiabilidad
- Rendimiento y escalabilidad
- Seguridad
- Implementación y administración

²⁹ Consultado de (informe de Gestión Anual 2007, Pág. 22)

3.7.3 Existen pruebas sobre el sistema para determinar vulnerabilidad de seguridad en los sistemas de información de la planta.

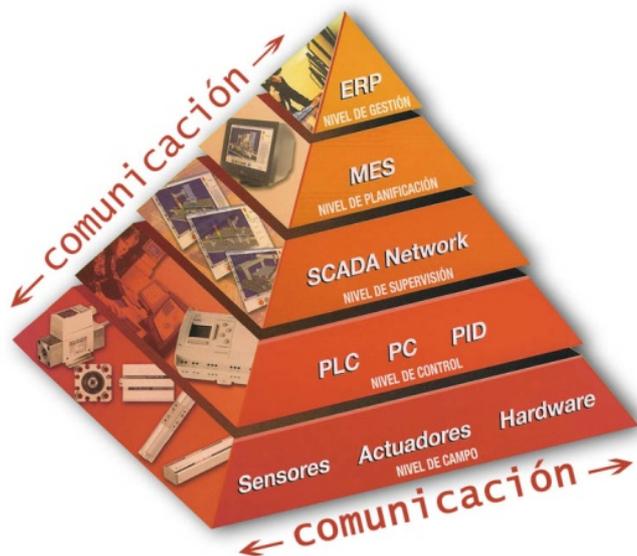
Si, las cuales son realizadas por el departamento de sistemas y telecomunicaciones.

4. ANALISIS DEL ESTADO DE ARTE EN ACUACAR EMPLEANDO EL MODELO PIRAMIDAL DE LA AUTOMATIZACION

El desarrollo de este capítulo tiene como objeto determinar el grado de automatización en el que esta se ubica Aguas de Cartagena, a partir del análisis correspondiente a las respuestas obtenidas en la encuesta y nuestro criterio como ingenieros.

4.1. DEFINICION

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, que a su vez son supervisados por diferentes tipos de software que permiten llevar el registro y el historial de los equipos que intervienen en los niveles de campo, esta información le proporciona a los diferentes niveles administrativo el comportamiento de estos para la toma de decisiones.



Para representar los distintos niveles de automatización que nos podemos encontrar en la industria, se recurre frecuentemente al modelo piramidal de la automatización para determinar en qué nivel de este se encuentran estructurados los procesos. Ver figura 10

Figura 15. Modelo Piramidal de la Automatización

4.2. CARACTERIZACION DEL MODELO PIRAMIDAL DE LA AUTOMATIZACIÓN EN ACUACAR

Luego de identificar las diferentes escalas del modelo de la automatización, especificaremos la estructura y el desarrollo de estos en ACUACAR.

NIVEL DE CAMPO

Está conformada por los equipos físicos que realizan las actividades de control, medición y procesamiento que integran el proceso de la empresa y en este punto hay una relación directa Operador-Equipo para la ejecución y el funcionamiento de estos

A nivel de campo encontramos los siguientes equipos: sensores de nivel, sensores de presión, actuadores (válvulas), sensores de PH, turbiedad, Sensores de Presión, entre otros. (Ver Tabla 3). Los cuales son monitoreados constantemente para verificar su estado y funcionamiento.

NIVEL DE CONTROL

La función de este nivel es recibir las señales que mandan los diversos equipos que se encuentran en el nivel de campo para luego ser enviadas a los niveles de supervisión.

Dentro de este nivel se destacan equipos como: RTU (unidades de Transmisión Remota), PLC's, Tarjeta de Interface de entrada de Datos-MOTOROLA y Módulos de I/O-ABB, los cuales empleando protocolos de comunicación MODBUS o RS232.

Este Nivel se caracteriza de la siguiente manera: La señales enviadas por los equipos mencionados en el Nivel de Campo es captada por los diversos equipos al nivel de control, donde luego es llevada a protocolo de comunicación MODBUS

por medio de TARJETAS, para ser enviada vía microondas a la estación central para su análisis por los sistemas Supervisorios.

NIVEL DE SUPERVISION (SCADA)

La información captada por la RTU central luego es convertida al protocolo que se acomode a los equipos que permiten el análisis de estos datos el cual puede ser MODBUS o RS232 (Depende de la computadora Central).

La empresa con una herramienta informática conocida como INTOUCH Versión 9 de la familia de productos WONDERWARE, la cual muestra los diferentes entornos y el comportamiento de los equipos que conforman las estaciones de control, evidenciando las deficiencias de sus procesos, encendidos de alarmas y fallas en sus sistemas.

NIVELES DE PLANIFICACION

En este punto se aprecia la falta de interacción directa de esta área con los nivel de supervisión, control y campo. Esta cuentan con un simulador de procesos hidráulicos para el diseño y simulación de proyectos en área de ampliación de la distribución de acueducto y alcantarillado, este software es conocido con el nombre de EPANET y se apoya en otra herramienta informática conocida como S.I.G (Sistema de Información Geográfica) la cual suministra información base para la elaboración de planes de Mantenimiento Preventivo de las Redes, simulación de maniobras en la red para atención de averías, consulta de información de redes de acueducto y alcantarillado para proyecciones futuras, entre otras.

NIVEL DE GESTION

Este nivel no presenta una relación conjunta con los demás niveles de la pirámide, no cuenta con una herramienta que permita interpretar la información suministrada

de los otros niveles para la toma inmediata de decisiones, sin embargo, opera según la información suministrada por las diferentes gerencias: Control de Perdidas, Técnica, Administrativa, Comercial, Proyectos, Financiera, Calidad y Ambiente, con el fin de la toma de decisiones que contribuyan al desarrollo de la empresa.

	TIPO	MARCA	PROTOCOLO COMUNICACIÓN.	REFERENCIA
NIVEL DE GESTION	E.R.P	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
NIVEL DE PLANEACION	MES	EPANET	HO YAY COMUNICACIÓN	SIMULACION DE REDES HIDRAULICAS
NIVEL DE SUPERVISION	SCADA	WONDERWARE	MODBUS	INTOUCH 9
NIVEL DE CONTROL	UNIDAD DE TRANSMISION REMOTA (RTU)	ABB Y MOTOROLA	RADIO FRECUENCIA	ABB-GJR 525000R0202-RTU, MOTOROLA-MOSCAD-LRTU
	MODULOS DE I/O	SIEMENS	MODBUS	FDK-085U 0234-MEMORIA MODBUS
		ABB	MODBUS	07 DI92C531
		MOTOROLA	MODBUS	TARJETA DE INTERFACE
NIVEL DE CAMPO	SENSORES DE NIVEL	SIEMENS	MODBUS	SONAR-BERO, SITRAN LR-200
		MILLTONICS	MODBUS	PROBE
	SENSORES DE CAUDAL	KPSI	MODBUS	211-42102-200
	SENSORES DE PRESION	DANFOSS	MODBUS	MBS 4010
	SENSORES DE PH	ENDRESS HAUSSER	MODBUS	LIQUISSYS M
	TURBIDIMETROS	ENDRESS HAUSSER	MODBUS	CUM-253
	VALVULAS ACTUADORAS	AUMA	MODBUS	SXO-MED071-8/80
		KEYSTONE	MODBUS	LC 060-9218
TRANSMISORES	SIEMENS	MODBUS	MAG 6000	
	DANFOSS	MODBUS	MAG 3000	

Tabla 3. Equipos que caracterizan la pirámide de automatización para ACUACAR³⁰

³⁰ En referencia a Guía de Inventario para Mantenimiento ACUACAR

5. APORTES A LA INVESTIGACION

Durante el desarrollo de este documento fueron denotados muchos aspectos concernientes al control, mantenimiento y supervisión de los procesos en la empresa los cuales podrían necesitar una atención especial, motivo por el cual adicionamos este capítulo para sugerir nuestros aportes hacia el mejoramiento de estos.

Dentro de los cuales hicimos énfasis en tres puntos: 1. Gestión del Mantenimiento Enfocado a la confiabilidad, 2. Optimización y Análisis de Datos empleando INTOUCH y 3. Aplicación de Control Avanzado de Procesos para el Tratamiento de Aguas.

5.1. GESTION DEL MANTENIMIENTO ENFOCADO A LA CONFIABILIDAD³¹

El hecho de planificar y programar los trabajos de Mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes.

El Modelo de Mantenimiento, a través de CMMS permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones, tan importantes en las áreas de costes y confiabilidad.

La práctica de Ingeniería de Confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como la reducción de los costes de mantenimiento constituyen los objetivos primordiales de las empresas enfocadas a asegurar la calidad de gestión de la organización de mantenimiento.

³¹ Consultado de (www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew, Marzo 2008)

Estos indicadores son:

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - Mean Time To Fail (MTTF)
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - Mean Time To Repair (MTTR)
- Disponibilidad
- Utilización
- Confiabilidad
- Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) - Mean Time Between Failures (MTBF).

Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - Mean Time To Fail (MTTF): este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado "Tiempo Promedio Operativo" o "Tiempo Promedio hasta la Falla".

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - Mean Time To Repair (MTTR): este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

Disponibilidad: la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

Utilización: la utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado

Confiabilidad: es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene

una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) - Mean Time Between Failures (MTBF):

El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.

El análisis de fallos es el paso más importante en la determinación de un programa de mantenimiento óptimo y éste depende del conocimiento del índice de fallos de un equipo en cualquier momento de su vida útil.

El estudio de la confiabilidad se utiliza en el análisis de data operativa para mantenimiento. Es posible conocer el comportamiento de equipos en operación con el fin de:

- Prever y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales necesarios para el mantenimiento.
- Diseñar y/o modificar las políticas de mantenimiento a ser utilizadas.
- Calcular instantes óptimos de sustitución económica de equipos.
- Establecer frecuencias óptimas de ejecución del mantenimiento preventivo.

5.2. OPTIMIZACION DEL ANALISIS DE DATOS EN SCADA

La empresa cuenta con el sistema de supervisión SCADA INTOUCH V. 9.0 Modulo Básico, el cual solo permite monitorear y supervisar los diferentes equipos que se encuentran dentro del proceso de tratamiento de potabilización de aguas.

Una de las ventajas que incorpora esta versión es una nueva aplicación Wonderware SmartSymbols, el cual permite la accesibilidad su base de datos a través de dispositivos móviles en la plataforma de Think Client la cual permite configurar una estación de red a través de internet permitiendo su monitoreo y control desde estos.

Pero una de las mayores atribuciones a este programa, es la combinación y adecuación de diferentes módulos, que permiten que la información del INTOUCH sea más completa, es decir, puede integrar un modelo de análisis de la información, caracterización de patrones de referencia como: temperatura, ciclo de trabajo, simulación de fallas, etc., Interconexión con otros tipos de sistemas de información para la toma de decisiones, etc.

En ejemplo de lo anterior se presentan los diferentes módulos:

- QI ANALYST
- RECETAS
- INDUSTRIAL SQL
- INTRACK
- ENTRE OTROS

5.2.1. QI ANALYST (SPC)³²

El módulo **QI Analyst®** (SPC para la Industria) permite a los fabricantes disponer de datos en tiempo real para monitorizar, predecir y hacer ajustes on-line para mejorar la calidad y consistencia de la producción. Combinando facilidad de uso, potentes técnicas de análisis y comunicación en tiempo

³² Consultado de (www.logitekxa.com/wonderware, Marzo 2008)

real, **QI Analyst®** es un completo software SPC que maximiza las posibilidades del departamento de Control de Calidad. El sistema le indica qué puede hacer su proceso, informándole mediante el sistema de monitorización en tiempo real. Disponiendo de información crítica, usted podrá hacer las correcciones necesarias en su proceso. Ver figura 17.



Figura 16. Análisis Grafico con QI ANALYST³³

5.2.2. RECETAS³⁴

El módulo de recetas permite al usuario la creación, modificación y carga de parámetros. Mediante eventos o acciones se pueden cargar variables de proceso en el PLC, como *setpoints*, ingredientes, límites, tiempos, temperaturas, etc., a partir de datos almacenados en ficheros tipo hoja de cálculo. Ver figura 18

³³ Tomado de (www.logitelsa.com/wonderware/intch13.htm, Marzo 2008)

³⁴ Consultado de (www.logiteksa.com/wonderware, Marzo 2008)

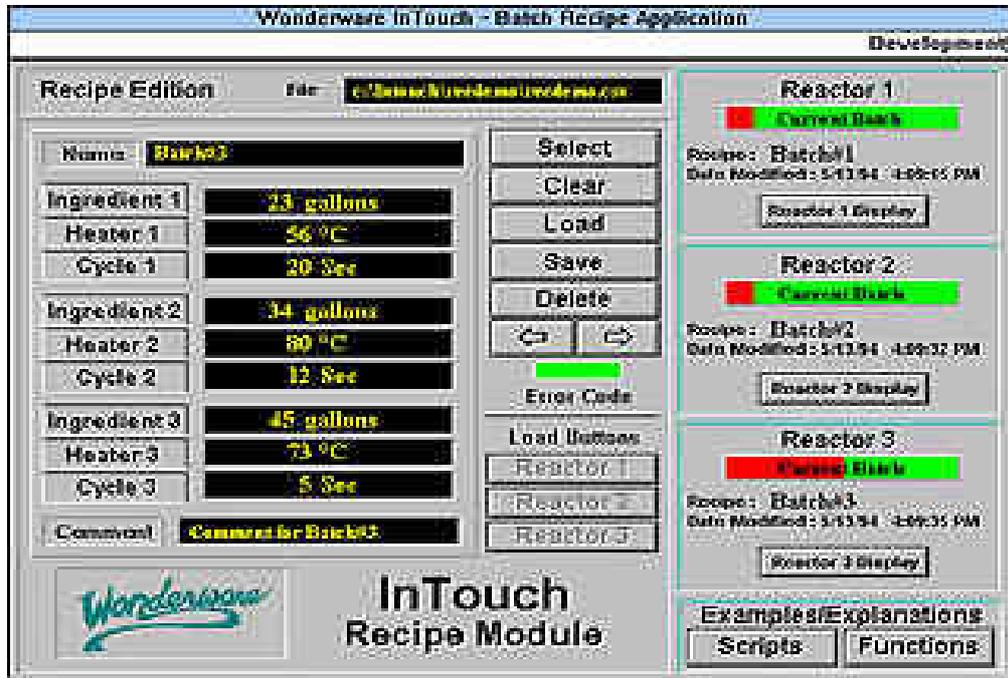


Figura 17. Cuadro de Control de Parámetros de Medida de indicadores³⁵

5.2.3. INDUSTRIAL SQL®

El Servidor **Industrial SQL®** es una extensión del Microsoft **SQL Server®** y maximiza su abertura, flexibilidad y potencia. Se puede usar como un 'historiador de planta' para rápidamente acceder a datos referentes tanto a tiempo real como a cualquier determinado momento del pasado. FactorySuite **IndustrialSQL®** procura a los ingenieros de control, ingenieros de proceso, al departamento de mantenimiento, al de producción y a los operadores en general, la información vital que necesitan para mejorar la calidad del producto y su eficiencia. No es necesario conocimiento alguno de **SQL®** para instalar, configurar o usar la base de datos. **InSQL®** nos facilita verdadera información funcional y datos fáciles de acceder para satisfacer una amplia gama de necesidades de información. Ver figura 18.

³⁵ Tomado de (www.logitelsa.com/wonderware/intch14.htm, Marzo 2008)

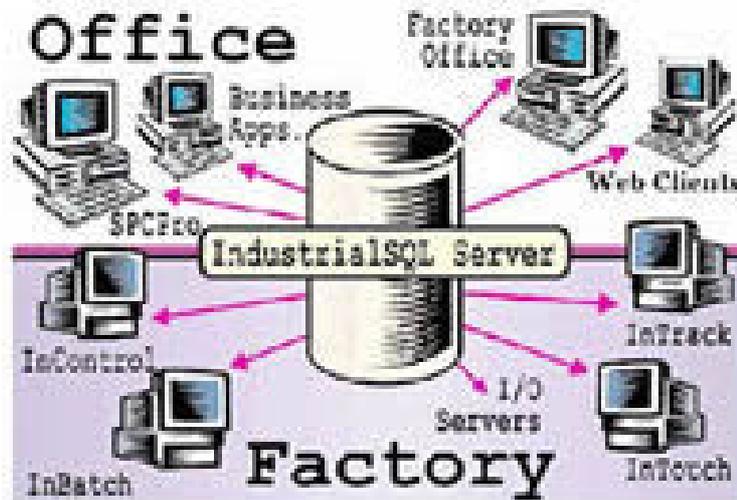


Figura 18. Esquema de una Red industrial SQL³⁶

InSQL Server® es la primera Base de Datos Relacional a tiempo real, contando con el mayor rendimiento y el menor coste del mercado. Combina la potencia y la flexibilidad de una base de datos relacional con la rapidez y la compresión de un sistema a tiempo real, para integrar la oficina con el pie de fábrica, reduciendo los volúmenes de almacenamiento de datos e integrando todos los datos de planta.

TIPOS DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL³⁷

INGENIERÍA

OBJETIVOS: Optimizar la eficiencia de los procesos de fabricación y Asegurarse que los procesos están funcionando.

TIPO DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL®

¿Porqué se calienta esta bomba?, ¿Qué causa la subida de temperatura?,
 ¿Cuáles eran las condiciones del sistema cuando se registró un alto / bajo rendimiento?, ¿Cuál es la capacidad de la máquina en proporción a la estabilidad?

³⁶ Tomado de (www.logitelsa.com/wonderware/insql14.htm, Marzo 2008)

³⁷ Consultado de (www.logiteksta.com/wonderware, Marzo 2008)

MANTENIMIENTO:

OBJETIVOS: Minimizar el tiempo de paro y Maximizar la vida de las máquinas / la planta.

TIPO DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL®

¿Cuántas veces se ha encendido este motor?, ¿Cuándo se debe de lubricar esta bomba?, ¿Qué temperaturas ha soportado esta bomba a lo largo de la operación?, ¿Se ha degradado el rendimiento de la bomba desde la última revisión?

OPERADOR

OBJETIVOS: Operar en la planta eficaz y eficientemente para realizar reparos.

TIPO DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL®:

¿Qué es lo siguiente que debo producir?, ¿Está aumentando la temperatura de salida?, ¿Qué pasó la última vez que se dieron esta serie de condiciones?, ¿Estoy desperdiciando algún material?, ¿Está todo en regla?, ¿Qué ha causado el salto de temperatura en la bomba?

PLANIFICADOR DE PRODUCCIÓN

OBJETIVOS: Asegurarse que los productos son producidos en el momento debido.

TIPOS DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL®:

- ¿Cómo de productiva es la utilización de la planta comparado con los meses pasados?, ¿Estamos recibiendo informes precisos de otros departamentos?, ¿Completamos el proyecto en el plazo previsto?, ¿Cuál es la producción máxima / mínima por hora?, ¿Cuánto hemos producido hoy comparado con lo que estaba previsto?

CONTABILIDAD

OBJETIVOS

- Monitorizar y minimizar el coste de producción.

TIPOS DE PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN CON INSQL®:

- ¿Cuánto dinero hemos ganado en la producción de este producto?
- ¿Cómo va el consumo de materia prima este mes, comparado con el mes pasado?
- ¿Qué ha contribuido a la variación del coste de producción este mes?

5.3. APLICACIÓN DE CONTROL AVANZADO DE PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

El Control Avanzado de Procesos (APC) ayuda a obtener conocimientos adicionales sobre el proceso, a entender las interacciones entre las variables del proceso, a explicar relaciones no lineales y a manejar sistemas de múltiples parámetros.

Las herramientas y las metodologías de APC ayudan a maximizar la capacidad de su proceso, la calidad del producto, los ahorros de energía y a la vez reducen las variaciones del proceso y las intervenciones.

Las tecnologías de APC incluyen control predictivo de modelos, simulación y modelado dinámico, optimización en tiempo real y control de lógica de aproximación. Estas soluciones están orientadas a reducir el costo total, monitorear y administrar los costos de los servicios públicos, aumentar la productividad y el rendimiento efectivo de la producción, mejorar el mantenimiento preventivo, mejorar el control del proceso y el rendimiento de las operaciones.

Algunas de estas aplicaciones para el tratamiento de agua potable y residual podrían ser:

- Modelo de Distribución de Aguas
- Modelo de Control de Cloración de Aguas
- Control de PH
- Control del Potencial de Oxidación – Reducción
- Control de Oxígeno Disuelto
- Optimización del Costo de Energía
- Mantenimiento Predictivo
- Control y Optimización de Bombas
- Control de Temperaturas, Composición, etc.

CONCLUSIONES

En el estudio realizado en Aguas de Cartagena se pudo determinar que el modelo piramidal de la automatización se encuentra estructurado hasta niveles intermedios (Nivel Supervisor - SCADA) y su relación con el nivel de planeación (EPANET) no es muy estrecha, lo cual no permite que entre estos niveles haya una adecuada retroalimentación en la consecución y planeación de nuevos proyectos, hacia el Nivel de Gestión debe reforzarse la consolidación y unificación de la información enviada desde los distintos niveles apoyándose en herramientas informáticas y metodologías como E.R.P., M.E.S, I.M.S., entre otros.

Vale la pena resaltar el crecimiento y el desarrollo de nuevos proyectos de acueducto y alcantarillado que lleva esta empresa, haciendo cumplimiento de su política social de llevar agua a todas las localidades que no cuenten con este en Cartagena, pero al mismo tiempo es importante reforzar las áreas que permiten el mantenimiento de equipos, control de perdidas y supervisión de los sistemas de acueductos y alcantarillado a través de la consolidación del modelo de la Automatización.

Como sugerencia, consideramos que la empresa ACUACAR, podría requerir un personal encargado de realizar la optimización de los procesos que se encuentran dentro de la mismas para la consolidar y estructurar la relación que se da entre los diferentes niveles que integran el modelo piramidal y su adecuada implementación en el manejo de conceptos ERP, MES, SCADA, PLC`s, SENSORES-ACTUADORES.(ingeniero de proceso), el objetivo sería la organización del flujo de información de la empresa para la toma de decisiones eficaces.

BIBLIOGRAFÍA

Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. Artículos [en línea]
www.acuacar.com

Grupo Multidisciplinario De Modelación De Fluidos. Software [en línea]
www.gmmf.upv.es/software.htm

Mantenimiento Mundial. Notas de artículos [en línea]
www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/

LOGITEK S.A. Proveedor de Soluciones Industriales, Software [en línea]
www.logitek.com/wonderware

Rockwell Automation. Librería [En línea]
http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literatura/documents/br/emse00-br011_-es-e.pdf.

Chemical Engineering and Advanced Materials. Advanced Process Control
<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/advaconandopt.jsp?lang=esp>

SOTEICA Ideas & Tecnologías. Optimización y Control Avanzado [en línea]
www.soteica.com/advaconandopt.jsp?lang=esp

CONTEC. Consultores Tecnológicos [en línea]
www.contec.cl

TKNIKA. Centro de Innovación para la formación Profesional y Aprendizaje Permanente. [en línea]
www.tknika.net/attachedfile_3_fo/tnika_introduccion_redes_ethernet.ppt

ATMSA Asistencia Tecnología Medioambiental. Software [en línea]
www.atmsa.com/cas/software

FISICOS:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, Encuesta de Perfil Profesional de la Automatización en Cartagena de Indias.

ACUACAR S.A. E.S.P., Informe de Anual 2007, Diciembre 2007

ACUACAR S.A. E.S.P. Informe de Evaluación y Logros en doce años de gestión

ANEXO A.

ENCUESTA DEL PERFIL DEL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACION EN
CARTAGENA DE INDIAS

ENCUESTA DEL PERFIL DEL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACION EN³⁸ CARTAGENA DE INDIAS

SECCION A. ENCUESTA CONFIDENCIAL

Por favor complete la siguiente información demográfica, la cual será usada para asegurar la representatividad de profesionales de la automatización con diferentes niveles de formación y de experiencia.

1. Genero

Masculino

Femenino

2. Edad

Menor de 30 años

41 - 50 años

Mayor de 60 años

31 - 40 años

51 - 60 años

3. Ciudad o Población en la que trabaja:

Cartagena de Indias

4. ¿Cuántos años de experiencia tiene en el área de automatización?

Ninguna experiencia en el área de automatización

6 - 10 años

Menor a 1 año

11 - 15 años

1 - 5 años

Mas de 15 años

5. ¿Qué porcentaje de su tiempo dedica en tareas que tiene que ver con la automatización en su trabajo actual?

No trabajo actualmente en tareas de automatización

51 - 75 %

Menor al 25%

76 - 100%

25 - 50 %

6. Cual de las siguientes áreas de control usted trabaja cotidianamente (marque una sola)

³⁸ Basado en el ISA- Instrumentation, System and Automation

- Control de maquinas/discreto
- Control de procesos

- Tanto control de maquinaria/
Discreto como de procesos

___ 7.Cuál es su principal responsabilidad e su trabajo actual (marque una sola)

- Ingeniería de campo
- Sistemas de Información
- Operación y Mantenimiento

- Ingeniería de proyectos/sistemas
- Otro (Por favor especifique)
Diseño y Mantenimiento

___ 8.Cuál de las siguientes opciones mejor describe la compañía u organización para la cual trabaja (Por favor seleccione una)

- Proveedor de Sistemas de Control
- Empresa de Ingeniería de Diseño
- Integrador de Sistemas

- Usuario Final
- Otro:
Prestadora de Servicios

9.Cuál de las siguientes opciones describe mejor la industria para la cual trabaja (Por favor seleccione solo una)

- 1. Automatización de Edificios
- 2. Manufactura Química
- 3. Manufactura de Pulpa y Papel
- 4. Bienes de Consumo
- 5. Transporte
- 6. Medio Ambiente y Basuras
- 7. Agroindustria
- 8. Manufactura de Alimentos y Bebidas
- 9. Manufactura de Maquinarias

- 10. Manufactura Petrolera
- 11. Manufactura Farmacéutica
- 12. Manufactura de Plásticos
- 13. Manufactura de Textiles
- 14. Ingeniería y Construcción
- 15. Agua Potable o Residual
- 16. Minería
- 17. Otros

10. ¿A cuál de las siguientes sociedades y/o organizaciones pertenece ? (Seleccione todas las que apliquen)

- | | | | |
|-------------------------------------|----------|--------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> | 1. IEEE | <input type="checkbox"/> | 5. ISA |
| <input type="checkbox"/> | 2. ASME | <input type="checkbox"/> | 6. ACA |
| <input type="checkbox"/> | 3. AIChE | <input type="checkbox"/> | 7. Otra |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4. ACIEM | | |

11. ¿Cuál es su más alto nivel de educación? (Por favor seleccione solo una)

- | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Ingeniería | <input type="checkbox"/> | Doctorado |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Especialización | <input type="checkbox"/> | Otros |
| <input type="checkbox"/> | Maestría | | |

12. ¿Cuál es el enfoque de estudios de su más alto grado de formación? (e.g. Instrumentación, Administración de negocios, ingeniería química, control, etc.)

COMUNICACIONES

13. ¿Cuál es su ingreso anual? (Por favor seleccione solo una)

- | | | | |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | Menos de \$15M | <input type="checkbox"/> | \$45M - \$60M |
| <input type="checkbox"/> | \$15M - \$30M | <input type="checkbox"/> | Más de \$60 M |
| <input checked="" type="checkbox"/> | \$30M - \$45M | | |

M= Millones de Pesos

4.1 SECCIÓN B. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Dominios de desempeño: Los dominios de desempeño son las principales responsabilidades que define al profesional de la automatización. En este caso se han escogido los seis (6) dominios definidos por la ISA:

- Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
- Definición (Definition)
- Diseño de Sistemas(System Design)
- Desarrollo (Development)
- Implementación (Deployment)
- Operación y Mantenimiento (Operation and Maintenance)

Tareas: Una tarea es una actividad hecha en el marco de la realización de un dominio de desempeño.

Cada dominio de desempeño consiste en una serie de tareas que colectivamente conforman una descripción completa y detallada del mismo. Normalmente las tareas responden a preguntas como:

- ¿Qué actividades usted realiza?
- ¿A quién o quienes está dirigida dicha actividad?
- ¿Porque realiza dicha actividad?
- ¿Cómo se cumple dicha actividad?

4.2 SECCIÓN C. EVALUACIÓN DE DOMINIOS DE DESEMPEÑO

Importancia: Esta definida como el grado de que tan esencial es conocer el dominio de desempeño por parte de un profesional de la automatización. Indica que tan importante es cada uno de los dominios de desempeño.

Evalué cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño y recuerde no comparar los dominios entre si. Selección el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio del desempeño.

1 = Ligeramente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es solamente ligeramente esencial para realizar el trabajo del profesional de automatización

2 = Moderadamente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es moderadamente importante para realizar el trabajo del profesional de automatización.

3 = Muy Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es claramente esencial para realizar el trabajo del profesional de automatización

4 = Extremadamente importante. El desempeño de las tareas en este dominio es absolutamente esencial para realizar el trabajo del profesional de automatización.

EVALUACIÓN DE DOMINIO DE DESEMPEÑO DE IMPORTANCIA

<u>4</u>	1. Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
<u>4</u>	2. Definición (Definition)
<u>4</u>	3. Diseño de Sistemas (System Design)
<u>4</u>	4. Desarrollo (Development)
<u>4</u>	5. Implementación (Deployment)
<u>4</u>	6. Operación y Mantenimiento

Criticidad: Potencial de consecuencias injuriosas que podrían ocurrir si el profesional de la automatización no conoce adecuadamente el dominio del desempeño. Indica el grado en el cual el desconocimiento del desempeño podría implicar la causa de daños al empleador, empleado, público, entre otros. Los daños pueden ser físicos, emocionales, financieros, etc.

Evalué cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada. Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño y recuerde no comparar los dominios entre sí. Seleccione el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio del desempeño.

1 = Mínimo o Sin Peligro. La incapacidad de desempeñar las tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas mínimas

2 = Peligro Moderado. La incapacidad de desempeñar las tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas moderadas.

3 = Peligro Substancial. La incapacidad de desempeñar las tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas sustanciales.

4 = **Peligro Extremo.** La incapacidad de desempeñar las tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas severas.

EVALUACIÓN DE DOMINIO DE DESEMPEÑO DE CRITICIDAD

<u>4</u>	1.	Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
<u>4</u>	2.	Definición (Definition)
<u>4</u>	3.	Diseño de Sistemas (System Design)
<u>3</u>	4.	Desarrollo (Development)
<u>3</u>	5.	Implementación (Deployment)
<u>4</u>	6.	Operación y Mantenimiento

Frecuencia: Que porcentaje de tiempo emplea el profesional de la automatización realizando tareas en cada uno de los dominios de desempeño. Escriba el porcentaje en el espacio al lado de cada uno de los dominios de desempeño. El total debe ser igual al 100%.

EVALUACIÓN DE DOMINIO DE DESEMPEÑO DE CRITICIDAD

<u>10%</u>	1.	Estudio de Factibilidad (Feasibility Study)
<u>10%</u>	2.	Definición (Definition)
<u>10%</u>	3.	Diseño de Sistemas (System Design)
<u>15%</u>	4.	Desarrollo (Development)
<u>15%</u>	5.	Implementación (Deployment)
<u>40%</u>	6.	Operación y Mantenimiento

4.3. SECCION D. EVALUACION DE TAREAS DE LOS DOMINIOS DE DESEMPEÑO

En esta sección usted evaluara las tareas asociadas con cada uno de los seis dominios en tres dimensiones: importancia, criticidad y frecuencia.

Recuerde que una tarea es una actividad realizada en un dominio de desempeño.

Recuerde que los dominios de desempeño son las principales responsabilidades

que definen el desempeño del profesional en automatización. En esta sección usted validará las tareas. No dude en consultar la sección C para revisar las relaciones entre las tareas y los dominios de desempeño.

ESCALAS DE EVALUACIÓN.

IMPORTANCIA	CRITICIDAD	FRECUENCIA
1. Ligeramente importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o frecuentemente

DOMINIO 1: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		Importancia				Criticidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Definir los objetivos preliminares utilizando practicas de trabajo actualmente establecidas con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa				X				X	X			
Tarea 2.	Determine el grado de automatización requerida utilizando el análisis costo/beneficio con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa		X			X					X		
Tarea 3.	Desarrollar una estrategia de automatización preliminar que concuerde con el grado de automatización requerido considerando varias opciones y seleccionando las mas razonables con el objetivo de preparar un estimado de factibilidad		X			X					X		
Tarea 4.	Conducir estudios técnicos para la estrategia de automatización preliminar tomando datos y realizando un análisis apropiado relativo a los requerimientos con el objetivo de definir las necesidades y riesgos de desarrollo.				X			X			X		
Tarea 5.	Elaborar un análisis Justificativo generando un estimado de costos e factibilidad y usando un modelo financiero aceptado con el objetivo de determinar la viabilidad del proyecto			X		X					X		
Tarea 6.	Crear un documento de resumen conceptual reportando las decisiones y suposiciones preliminares con el objetivo de facilitar la toma de decisiones de realizar o no el proyecto	X				X					X		

DOMINIO 2: DEFINICIONES		Importancia				Criticalidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Determinar estrategias operacionales a través de discusiones con el grupo de staff y usar documentación apropiada con el objetivo de crear y comunicar los requerimientos de diseño.				X				X		X		
Tarea 2.	Analizar soluciones técnicas alternativas realizando estudios detallados con el objetivo de definir la estrategia de automatización final.				X			X		X			
Tarea 3.	Establecer requerimientos y datos detallados incluyendo arquitectura de red, conceptos de comunicación, conceptos de seguridad, estándares, preferencias de vendedores, hoja de datos, instrumentos, equipos necesidades de reportes de información, y arquitectura de seguridad a través de prácticas establecidas con el objetivo de formar la base de diseño.				X				X				X
Tarea 4.	Generar un estimado de costos del proyecto obtenido la información de costos con el objetivo de determinar la viabilidad de la continuación del proyecto.				X				X		X		
Tarea 5.	Resumir los requerimientos del proyecto creando un documento de base de diseño y un documento de requerimientos del usuario con el objetivo de lanzar la fase de diseño.				X				X		X		

DOMINIO 3: DISEÑO DE SISTEMAS		Importancia				Criticidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Realizar un análisis de seguridad y/o peligro, y evacuaciones de cumplimiento de regulaciones e identificando tópicos y riesgos claves con el objetivo de cumplir con los estándares, regulaciones y políticas aplicables.		X					X					X
Tarea 2.	Establecer estándares, guías y formatos aplicables al sistema de automatización usando la información tomada en el estado de definición y considerando los efectos del factor humano con el objetivo de satisfacer criterios y preferencias del diseño del usuario.				X				X				X
Tarea 3.	Crear especificaciones detalladas de equipos, hojas de datos de instrumentos basados en criterios de selección del vendedor, características y condiciones el ambiente físico, regulaciones, y requerimientos de diseño con el objetivo de comprar los equipos y el diseño y desarrollo de los sistemas de soporte.					X			X		X		
Tarea 4.	Definir la capa estructura de datos y los modelos de flujo de datos considerando el volumen y tipos de datos involucrados con el objetivo de proveer especificaciones para la selección de hardware y el desarrollo del software.					X			X		X		
Tarea 5.	Seleccionar los medios de comunicación físicos, la arquitectura de red, y los protocolos basados en requerimientos de datos con el objetivo de completar los diseños del sistema y el desarrollo de los sistemas de soporte.					X			X		X		
Tarea 6.	Desarrollo de una descripción funcional de la solución de automatización (e.g. esquemas de control, alarmas, HMI, reportes) usando reglas establecidas en la etapa de definición con el objetivo de guiar el desarrollo y la programación.					X			X				X
Tarea 7.	Diseñar los planes de prueba usando metodologías escogidas con el objetivo de ejecutar pruebas apropiadas relativas a los requerimientos funcionales.					X			X				X

Tarea 8.	Realizar el diseño detallado para el proyecto convirtiendo los diseños de ingeniería y del sistema en requisiciones de compra, planos, diseños en paneles y detalles de instalación consistente con las especificaciones y descripciones funcionales con el objetivo de proveer la información detallada para el desarrollo y la implementación.			X				X			X		
Tarea 9.	Preparar paquetes de trabajo de construcción completos organizando la información y los documentos de diseño detallados con el objetivo de liberar el proyecto para su construcción.			X				X			X		

DOMINIO 4: DESARROLLO		Importancia				Criticidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Desarrollar la Interface Hombre Maquina - HMI de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales.				X			X				X	
Tarea 2.	Desarrollar las funciones de bases de datos y generaciones de reportes de acuerdo con los documentos de diseño del objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales.				X			X				X	
Tarea 3.	Desarrollar la programación o configuración de control de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales.				X			X			X		
Tarea 4.	Implementar las metodologías de transferencias de datos que maximicen el flujo de salida y asegurar la integridad de datos usando protocolos y especificaciones de comunicación con el objetivo de asegurar la eficiencia y la confiabilidad.				X			X			X		
Tarea 5.	Implementar las metodologías de seguridad de acuerdo con los requerimientos del personal de staff con el objetivo de mitigar pérdidas y riesgos.				X			X				X	
Tarea 6.	Revisar la configuración y la programación usando prácticas definidas con el objetivo de establecer concordancia con todos los requerimientos de diseño.				X			X					X
Tarea 7.	Probar los sistemas de automatización usando el plan de prueba con el objetivo de determinar la concordancia con los requerimientos funcionales.				X			X					X
Tarea 8.	Recopilar todos los documentos requeridos y manuales de usuario creados durante el proceso de desarrollo con el objetivo de transferir el conocimiento esencial a los clientes y usuarios.				X			X					X

DOMINIO 5: IMPLEMENTACION		Importancia				Criticidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Realizar la revisión de todos los dispositivos de campo recibidos comparando los registros de los vendedores con las especificaciones de diseño con el objetivo e asegurar q lo dispositivos son los especificados.				X				X		X		
Tarea 2.	Realizar la inspección física de los equipos instalados con los planos de construcción con el objetivo de asegurar que la instalación esta de acuerdo con los planos y las especificaciones de diseño.				X				X		X		
Tarea 3.	Instalar las configuraciones y los programas cargándolos en los dispositivos con el objetivo de prepararlos para probarlos.				X				X		X		
Tarea 4.	Resolver problemas imprevistos identificados durante la instalación usando técnicas de solución de errores (trouble shooting) con el objetivo de corregir deficiencias				X				X		X		
Tarea 5.	Probar la configuración y la programación de acuerdo con los documentos de diseño ejecutando los planos de prueba con el objetivo de verificar que el sistema opera como se diseño.				X				X		X		
Tarea 6.	Probar los sistemas de comunicación y los dispositivos de campo de acuerdo con las especificaciones de diseño con el objetivo de asegurar una operación apropiada.				X				X		X		
Tarea 7.	Probar los elementos y sistemas de seguridad ejecutando planes de prueba con el objetivo de asegurar q las funciones de seguridad opera de acuerdo a los diseños.				X				X			X	
Tarea 8.	Proveer entrenamiento inicial para todo el personal de operativo en las actividades de operación y mantenimiento de sistemas a través de clases y aprendizaje práctico con el objetivo de asegurar un uso apropiado del sistema.				X				X	X			

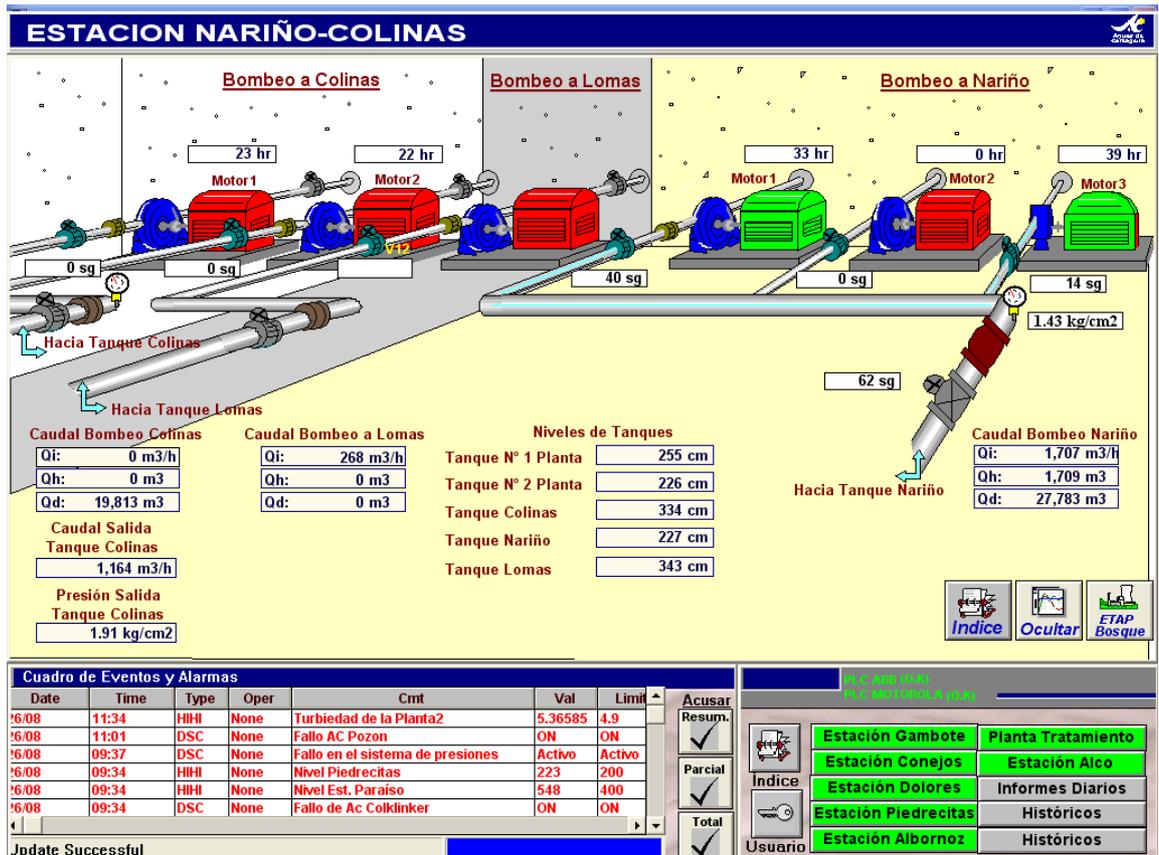
Tarea 9.	Ejecutar pruebas a nivel de sistemas de acuerdo con los planes de prueba con el objetivo de asegurar que el sistema completo funcione de acuerdo al diseño.				X					X		X	
Tarea 10.	Resolver problemas identificados durante las pruebas usando una metodología estructurada con el objetivo de corregir deficiencias en el sistema.				X					X			X
Tarea 11.	Hacer ajustes necesarios usando herramientas y técnicas aplicables con el objetivo de demostrar el desempeño del sistema y probar el sistema automatizado en operación.				X					X			X

DOMINIO 6: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Importancia				Criticidad				Frecuencia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tarea 1.	Verificar el desempeño del sistema y los registros periódicamente usando procedimientos establecidos con el objetivo de asegurar cumplimiento de las normas, regulaciones y "mejores prácticas".				X				X	X			
Tarea 2.	Proveer soporte técnico para el personal de operación aplicando la experticia en el sistema con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema.				X				X				X
Tarea 3.	Realizar análisis de las necesidades de entrenamiento para el personal de operación usando evaluaciones de competencia con el fin de establecer objetivos para el programa de entrenamiento.				X				X		X		
Tarea 4.	Proveer entrenamiento para el personal de operaciones, direccionando los objetivos identificados con el fin de asegurar que el nivel de competencia del personal es el adecuado para la tecnología y productos usados del sistema.				X				X	X			
Tarea 5.	Monitorear el desempeño usando herramientas de desempeño de software y hardware, con el fin de soportar la detección temprana de problemas potenciales.				X				X				X
Tarea 6.	Desempeñar inspecciones periódicas de acuerdo con estándares de procedimientos escritos con el objetivo de verificar el desempeño del sistema o de componentes de acuerdo con los requerimientos.				X				X				X
Tarea 7.	Realizar el mejoramiento continuo trabajando con el personal de operaciones, con el objetivo de incrementar la capacidad, confiabilidad y/o eficiencia.				X				X				X
Tarea 8.	Documentar lecciones aprendidas revisando los proyectos con todo el personal de STAFF, con el objetivo de mejorar proyectos futuros.				X				X		X		

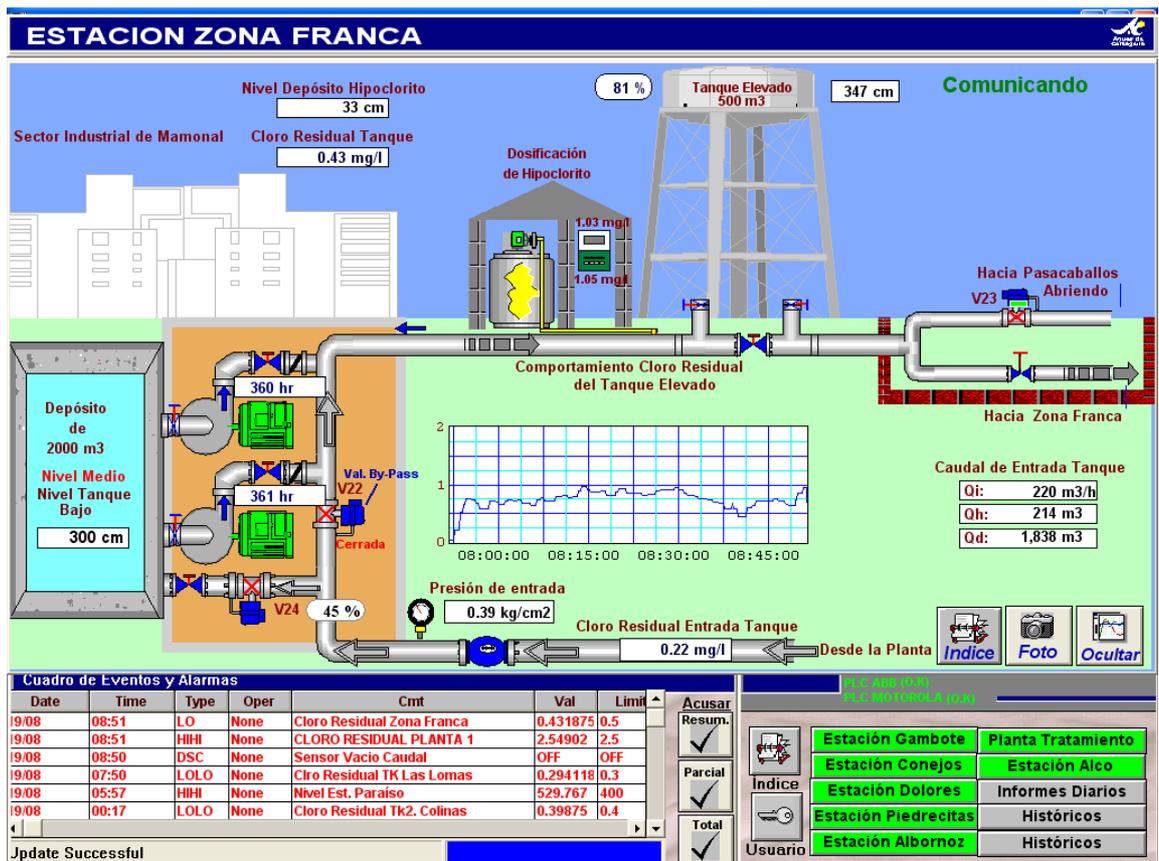
Tarea 9.	Mantener los contratos de licencias, actualizaciones, servicios de software y equipos; revisando tanto las opciones internas como las externas, con el objetivo de cumplir con la capacidad y la disponibilidad esperada.					X					X	X					
Tarea 10.	Determinar las necesidades de parte de almacén, basado en una evaluación de la base instalada y de las probabilidades de falla con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema y minimizar los costos.					X					X	X					
Tarea 11.	Proveer un plan de administración del sistema para realizar mantenimiento preventivo, implementación de Backup y diseñar planes de recuperación con el objetivo de evitar y recuperarse de fallas del sistema.					X					X						X
Tarea 12.	Seguir un proceso para la autorización e implementación de cambios de acuerdo con estándares o practicas establecidas con el objetivo de salvaguardar el sistema y la integridad de la documentación.					X					X						X

ANEXO B.

ESQUEMAS GRAFICOS DE SUPERVISION DE PROCESOS POR MEDIO
INTOUCH 9.0



Esquema Grafico de la Estación de Bombeo de Nariño-Colinas Empleando la interface soportada por INTOUCH



Esquema Grafico de la Estación de Zona Franca Empleando la interface soportada por INTOUCH