

REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



Trabajo de Diploma

Título:

Evaluación de la Gestión de Proceso utilizando la aplicación del modelo de eficacia en la Estación Básica de Abasto de Agua Subterránea La Caridad.

Diplomante: Mandel . W. Samuel

Tutor: Dr. Wilfredo Francisco Martín

Consultantes: Lic. Rosario Natividad Cherta Marrero

Ing. Fermin Montalvo Colarte.

"Año 52 del Aniversario de la Revolución"

Curso 2009-2010

DECLARACION DE AUTORIDAD

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



“Carlos Rafael Rodríguez”

Sistema de Documentación y Proyecto.

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Universidad de Cienfuegos para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de este envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma

Vice Decano.

Firma del Tutor

Sistema de Documentación y Proyecto.

Nombre y Apellido. Firma.



PENSAMIENTO

Pensamiento.

La educación es una de las únicas salidas de la Pobreza.

Sir. Arthur Lewis.

Un hombre no se define por las veces que se caiga, sino por las veces que se levanta.

Ernesto Che Guevara

Tu no siempre tiene que ver la escalera completa, solo mente da el primer paso.

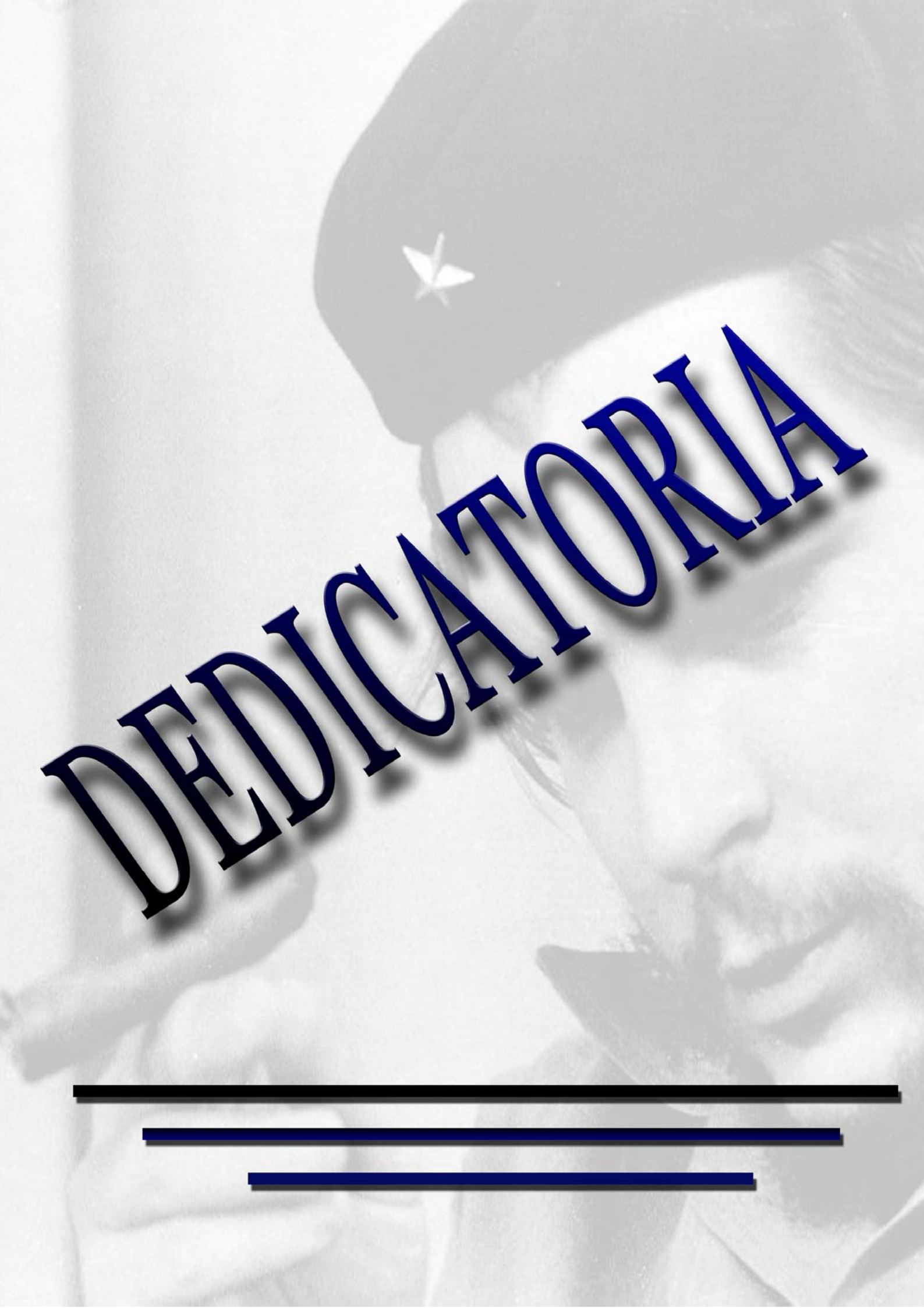
Dr. Martin Luther King.

Ser Culto es ser Libre.

José Martí

Tú creas tú propio universo mientras que caminas.

Winston Churchill



DEDICATORIA

Dedicatoria.

Dedico este trabajo de Diploma.

A mi mama Rosemarie George: por haber sido una de las personas más admiradas en mi vida, siempre tenías esta fe en mí y con un amor incondicional, un apoyo y comprensión que solamente tiene una madre entienda. Este sueño realizado fue posible porque me siempre aconsejaba que un hombre lucha para lo que realmente quiere.

A mis hermanos: Kelvin, Daron, y Melisa por ser las personas con los cuales podía compartir todos los momentos de mi vida.

A Mi novia Kessa: por ser un apoyo sin límite, con una sonrisa en los momentos felices y un consejo en los momentos difíciles.

A mis Amistades: por haber estado a mi lado y confiado en mí en todo este viaje largo que he viajado.



AGRADECIMIENTO

Agradecimiento.

La gratitud es una cortesía que no se debe olvidar, porque te ensena como es el carácter de cada uno, especialmente en los momentos difíciles.

Es con este pensamiento que quiero dejar constancia de mis agradecimientos a:

A Dios porque sé que no se ha apartado de mí en todo este camino largo y ha estado en todos los momentos que he compartido.

A mi familia especialmente a mi mama y mi hermano porque nunca dejaron de creer que podía alcanzar todo lo que quería.

A mi Tutor Dr. Wilfredo Francisco Martin por toda su paciencia que tuvo conmigo durante el desarrollo de este trabajo.

A mis Profesores de la Facultad de Mecánica por haber dado a mí todas las herramientas necesarias para el mundo que pronto voy a enfrentar.

A los trabajadores de la Empresa Acueducto y Alcantarillado especialmente a los trabajadores de los Departamentos de Ingeniería y Pitometría, La Lic. Rosario Natividad y el Ing. Fermin Montalvo Colarte.

A todas aquellas personas que me han apoyado para poder llegar hasta este momento.

Los que no menciono que me disculpen y que piensen que solo fue un descuido mental pero le estoy profundamente agradecido.



RESUMEN

Resumen

Este trabajo de diploma fue realizado sobre la estación básica de abasto de agua subterránea La Caridad, la cual está situada en la periferia de la ciudad de Cienfuegos y pertenece a la Empresa Acueducto y Alcantarillado y forma parte de un proyecto más amplio iniciado por la el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. El mismo tiene el enfoque principal de evaluar la gestión de proceso de esta estación básica de abasto de agua subterránea a través de la aplicación de un modelo de eficacia. El mismo será a base de los indicadores utilizando en la propia gestión de agua.

La preservación y conservación del agua subterránea adquiere hoy una gran relevancia, por cuanto es una de las fuentes principales de abastecimiento de agua en Cuba. Por la importancia que representa en la ciudad de Cienfuegos la estación básica de abasto de agua subterránea La Caridad es que ha sido objeto de este trabajo de investigación para valorar la gestión del agua en la estación. En la literatura consultada no se encontraron estudios sobre la gestión en las estaciones básicas de abasto de agua subterránea, utilizando los indicadores de la gestión de agua.

Los resultados obtenidos en este trabajo se basan en la evaluación de la estación básica de agua subterránea La Caridad; de los indicadores analizados se obtiene que la calidad del agua es aceptable, existe inestabilidad en el proceso de extracción y distribución del agua, presenta problemas económicos la estación y no se garantiza la satisfacción del cliente.

Summary

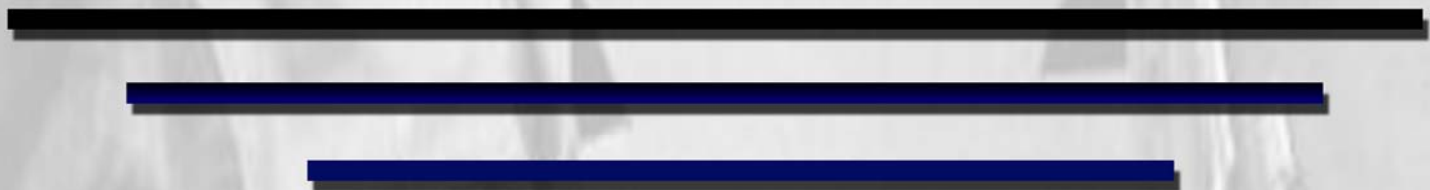
This Project was carried out at one of the many water pumping stations which is located in the outer boundaries of the city and managed by the Local Water Company of Cienfuegos. This project forms part of a more national undertaking initiated by the National Hydraulic Resources. The project will take a in depth look at the process management procedures the very which will be evaluated using an efficacy model which will set up using the indicators used in water resource management.

The preservation and conservation of underground water has acquired much relevance, being one of the principal sources of water in Cuba. Due to the importance of underground source water pumping stations, La Caridad has been selected as the focus of this investigative work, to evaluate the water resource management techniques. In all the literature consulted the presence of studies done on underground water pumping stations using water indicators is almost nonexistent.

The result acquired from this project is ensuring that these indicators can assist in the evaluation of the process management techniques being applied in the water station. Thereby ensuring that these aspects are met according to the following water quality conditions, solving instability problems associated with water extraction and distribution, proposal to better the economic aspect related to the station and finally ensuring customer satisfaction.



INDEX



Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1 Revisión Bibliográfica.	
1.1 El ciclo de agua.....	3
1.2 Los recursos hídricos.....	4
1.2.1 Los recursos en Cuba.....	4
1.2.2 Los recursos hídricos en Cienfuegos.....	5
1.3 Agua de abasto en Cuba y la provincia de Cienfuegos.....	7
1.3.1 Fuentes de agua de abasto.....	7
1.3.2 Aguas superficiales.....	7
1.3.3 Aguas subterráneas.....	8
1.3.4 Fuentes de agua subterránea.....	8
1.4 Sistema de la gestión de proceso.....	9
1.4.1 Importancia de la gestión de proceso.....	9
1.4.2 Objetivos fundamentales en la gestión de los procesos.....	9
1.4.3 Dimensiones para medir la calidad del proceso.....	9
1.4.4 Características de un proceso bien dirigido y controlado.....	10
1.5 La estación básica de abasto de agua subterránea.....	11
1.5.1 La estación desde el enfoque de la cuenca hidrográfica.....	11
1.5.2 Estaciones básicas de agua.....	11
1.6 Proceso de extracción de agua.....	12
1.6.1 Extracción y conducción del agua subterránea.....	12
1.6.2 Extracción del agua.....	12
1.7 Bombeo del agua.....	13
1.7.1 Formas de bombeo.....	13
1.7.2 Bombas para la extracción de agua.....	14
1.8 Accesorios del sistema de bombeo.....	17
1.9 Medición de caudal.....	18
1.10 Almacenamiento del agua.....	19
1.10.1 Sistema de almacenamiento.....	19
1.11 Conductoras de agua.....	19
1.11.1 Medios de conducción de agua.....	19
1.12 El sistema de distribución.....	20
1.12.1 Distribución de agua en la redes.....	22
1.13 Pérdidas de caudal en los sistemas de suministro.....	22
1.14 Electricidad.....	22
1.15 Gestión de agua en las estaciones básicas.....	23
1.16 Manejo y explotación de la estación.....	24
1.17 Documentación normativa.....	25
1.18 Tratamiento del agua.....	25
1.19 Característica de las estaciones básicas.....	26
1.20 Aspectos económicos.....	26
1.20.1 Indicadores económicos de la gestión del agua.....	27
1.21 Satisfacción del cliente.....	28
1.22 Eficacia del proceso.....	28
1.23 Plan de acciones	29
1.24 Conclusiones Parciales.....	30
Capítulo 2 Descripción general de la estación Básica.	
2.1 Situación geográfica.....	32
2.2 Antecedentes.....	33

2.3	Características técnicas de los equipos instalados en la estación.....	34
2.4	Servicio de apoyo.....	36
2.5	Explotación del acuífero.....	36
2.6	Tratamiento de agua en la estación	37
2.7	Suministro y abastecimiento.....	37
2.8	Elementos del proceso de abasto y distribución.....	37
2.8.1	Dotación.....	37
2.8.2	Continuidad de servicio.....	38
2.8.3	Presiones de entrega.....	39
2.9	Monitoreo de agua en la estación.....	39
2.10	Gestión y manejo en la estación básica La Caridad.....	40
2.11	Funcionamiento y caracterización.....	40
2.12	Caracterización energética de la estación básica La Caridad.....	42
2.13	Conclusiones Parciales.....	44

Capítulo 3 Evaluación de los indicadores utilizados en la gestión de proceso con la aplicación de un modelo de eficacia.

3.1	Introducción.....	45
3.2	Evaluación de la calidad del agua.....	46
3.3	Los Indicadores técnicos.....	48
3.3.1	Volumen de agua entregada.....	48
3.3.2	Distribución de agua a los consumidores.....	52
3.3.3	Determinación del punto de operación de la bomba.....	53
3.3.4	Parámetros técnicos de la bomba.....	54
3.3.5	Indicadores técnicos de la estación.....	55
3.4	Cálculos de las pérdidas de agua en la conductora debido a los salideros.	56
3.5	La evaluación económica de la estación básica de abasto de agua.....	58
3.5.1	Costo relacionado con las pérdidas de caudal.....	59
3.5.2	Pago por proveedores.....	60
3.5.3	Pago por salarios.....	61
3.5.4	Productos químicos.....	61
3.5.5	Consumo de energía eléctrica.....	62
3.5.6	Gastos en combustible.....	62
3.5.7	Gastos en mantenimiento menores.....	63
3.5.8	Otros gastos.....	64
3.5.9	Ingresos.....	65
3.5.10	Balance económico.....	64
3.5.11	Indicador económico analizado.....	66
3.6	Satisfacción del cliente.....	67
3.7	Aplicación de un modelo de eficacia para la gestión de proceso.....	72
3.8	Plan de acciones.....	74
3.9	Conclusiones parciales.....	75
	Conclusiones generales.....	76
	Recomendaciones.....	78
	Referencia bibliográficas	
	Bibliografía	
	Anexos.	



INTRODUCCIÓN



Introducción

Desde la Conferencia de Mar de la Plata celebrada en el año 1977, hasta el Tercer Foro Mundial del Agua que tuvo lugar en Kyoto, Marzo 2003; los temas del agua han sido motivo de profundas reflexiones por parte de los representantes de las agencias especializadas, de la comunidad científica internacional y autoridades gubernamentales de todas las latitudes del planeta. La privación y el difícil acceso del agua potable y el saneamiento que sufren millones de hombres, mujeres y niños en el mundo menos desarrollado, han sido temas permanentes en los foros celebrados durante los 33 años transcurridos.

No cabe dudas que como resultado de todos los diálogos sostenidos se ha ganado claridad en muchos aspectos conceptuales básicos, como son la gobernabilidad de los recursos hidráulicos y la necesaria gestión integrada de éstos, como requisitos para un manejo eficiente y sostenible del recurso; el enfoque participativo en la solución de los problemas del agua que involucra a todos: los gobiernos, los usuarios y las comunidades, las instituciones reguladoras y las entidades prestadoras de servicios, tanto públicas como privadas; la necesidad del fortalecimiento institucional como requisito para una gestión eficaz y transparente, entre otros.

El estudio, conservación y evaluación del agua subterránea adquiere hoy una gran relevancia por cuanto es la fuente principal de abastecimiento de agua en el mundo. Por la importancia que representa en la ciudad de Cienfuegos la estación básica de abasto de agua subterránea La Caridad es que ha sido objeto de este trabajo de investigación para valorar la gestión del agua en la estación que incluye desde la fuente hasta las redes de suministro. Actualmente no existe una adecuada evaluación de la gestión de proceso que permite conocer el estado de las prácticas de gestión en las estaciones básicas de abasto de agua subterránea, utilizando los propios indicadores de la gestión de agua.

Los problemas descritos anteriormente permiten entonces plantear lo siguiente:

Objetivo General:

Evaluar la gestión de proceso en la estación básica de abasto de agua subterránea La Caridad, mediante los indicadores de calidad del agua, disponibilidad o entrega del agua, valoración económica y la satisfacción del cliente.

Objetivos Específicos:

1. Comparar la calidad de agua de la estación con las normas NC 93/11/86 y NC 93/02/85.
2. Analizar las posibilidades de extracción del agua del pozo.
3. Analizar el sistema de bombeo y pérdidas de caudal.
4. Determinar los indicadores económicos relacionados con el consumo eléctrico y subsidios económicos de la estación.
5. Evaluar la satisfacción del cliente.
6. Determinar la eficacia de proceso aplicando un modelo de gestión de proceso.

Hipótesis:

Mediante el análisis de los indicadores utilizados en la gestión de agua tales como, calidad del agua, extracción y bombeo, valoración económica y satisfacción del cliente se puede valorar la eficacia del proceso de la estación básica de abasto de agua subterránea La Caridad.

Beneficios Esperados:

La evaluación realizada sobre la estación básica de agua subterránea La Caridad permite al INRH poseer una herramienta para mejorar la gestión de estas estaciones subterráneas en todo el país.



CAPITULO I

Capítulo 1 Revisión Bibliográfica

1.1 El Ciclo de Agua.

Cuando se formó la tierra, hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años ya tenía en su interior vapor de agua. El magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones de los volcanes. Luego la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia.

El agua existe en la Tierra en tres estados:

- ❖ Sólido (hielo y nieve)
- ❖ Líquido
- ❖ Gaseoso (vapor de agua)

Los océanos, ríos, lagos y nubes están en constante cambio, el agua de la superficie se evapora, la de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra, constituyendo el ciclo hidrológico ó ciclo del agua, mostrado en la figura 1.1.



Figura 1.1 Ciclo del agua.¹

¹ El ciclo del agua. (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Educación. Pág. 1- 2. Tomado de: <http://www.h2o.net.2006>.

El ciclo del agua no se inicia en un lugar específico, pero para esta explicación se asume que comienza en los océanos. El sol, que dirige el ciclo del agua, calienta el agua de los océanos, la cual se evapora hacia el aire como vapor de agua. Las corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la menor temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad, es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos (roca subsuperficial saturada), los cuáles almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo. A lo largo del tiempo, esta agua continúa moviéndose, parte de ella retornará a los océanos, donde el ciclo del agua se "cierra"...y comienza nuevamente.

1.2 Los recursos hídricos

1.2.1 Los recursos hídricos en Cuba

Desde los años sesenta del siglo pasado se inició en Cuba el desarrollo de las estrategias para la gestión del agua, con la creación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, el fortalecimiento de la infraestructura hidráulica, la formación de recursos humanos capacitados y la creación de las bases legales y normativas para la administración de las aguas terrestres, con la participación de otros organismos del estado cubano.

Los recursos hídricos potenciales en Cuba alcanzan los 38 100 hm³, de los cuales 31 700 hm³ corresponden a las aguas superficiales, para un 83% y 6 400 hm³ (17%) a las aguas subterráneas, de este potencial total se ha evaluado al nivel de esquema como recursos hídricos aprovechables 23 900 hm³, 17 900 hm³ superficiales y 6 000 hm³ subterráneas.

De acuerdo a las obras hidráulicas construidas y a las condiciones creadas para la explotación, los recursos hidráulicos disponibles anualmente ascienden a 13 533 hm³,

siendo las aguas superficiales el 67% con un volumen de 9 038 hm³ y a las aguas subterráneas el 33%, con un volumen de 4 495 hm³.

Nuestro país posee un potencial de agua disponible aceptable, las ejecuciones de presas a largo de todo el territorio en la década del 80 del pasado siglo, le ha proporcionado un abastecimiento aceptable de agua regulada, pero las fuertes sequías como la del 2005 ha producido estrés hídricos en algunas zonas de Cuba y se han agotados muchas presas y cuencas subterráneas.

Actualmente el país se encuentra con una fuerte sequía, el 31 de mayo del 2010, el acumulado nacional de lluvia apenas llegó al 47 % de la media histórica nacional y los embalses solo acopian el 41 % de su capacidad.

1.2.2 Los recursos hídricos en Cienfuegos

Los recursos hídricos en la provincia de Cienfuegos tienen una amplia utilización como fuentes de abasto, fundamentalmente para la población, la ganadería, el riego, en el desarrollo de actividades industriales, acuícola y en actividades turísticas.

La infraestructura de las obras hidráulicas en la provincia para la entrega de sus aguas a los diferentes usuarios permite disponer de un potencial anual de 631 hm³, distribuidas según se presenta en la Tabla No. 1.1

Tabla 1.1 Distribución del agua en la provincia de Cienfuegos

Concepto	Volumen hm ³	% Total
Agua superficial	397	63
Aguas subterráneas	234	37
Total	631	100
Como agua superficial regulada	387	
Del total del agua de la provincia en	-	
Presas	361	
Micro presas	25	

Como agua superficial no regulada	9,9	
-----------------------------------	-----	--

Aunque estos recursos hídricos han presentado agotamiento temporal producto de sequías y fuentes de aguas contaminadas, existe garantía total de agua para todos los usos en la provincia. El Servicio de Provisión Mayorista de Agua entrega el agua en su estado natural proveniente de fuentes superficiales reguladas, no reguladas y subterráneas, con los límites máximos admisibles de calidad del agua que se acuerden entre las partes y las medidas a adoptar en los casos de imposibilidad temporal o definitiva de asegurar el agua con los límites de calidad acordados, que pueda ser utilizada para abasto para la población después de potabilizada por el acueducto, para la ganadería, el riego y la industria en su estado natural.

El Servicio de Provisión Mayorista de Agua a los usuarios se realiza en el Proceso de Provisión Mayorista de Agua Superficial Regulada, No Regulada y Subterránea, el cual se planifica anualmente en el Informe de Balance de Agua Anual de la Empresa Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos, donde se realiza el balance - demanda - disponibilidad que se elabora bajo las indicaciones el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, con periodicidad anual con el fin de evaluar el argumento de agua para las diferentes actividades económicas y sociales de acuerdo con las disponibilidades de las fuentes de abasto para el año que se planifica.

Así se garantiza una adecuada política de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, de manera tal que los mismos continúen satisfaciendo las necesidades del territorio en concordancia con los principios de sostenibilidad y de la preservación de la calidad de la vida y el medio ambiente.

Para brindar el Servicio de Provisión Mayorista de Agua se cuenta con la infraestructura, los recursos materiales, financieros, de humanos calificados y los procedimientos empresariales para garantizar la realización del proceso.

El crecimiento de la industria del turismo y otros, así como la evaluación del impacto que ocasiona el INRH al construir y explotar las obras hidráulicas con el contexto de los cambios climáticos imponen nuevos patrones en el manejo, la calidad y la cantidad de agua a utilizar.

1.3 Agua de abasto en Cuba y la provincia de Cienfuegos.

1.3.1 Fuentes de agua de abasto

Existen en la naturaleza dos tipos fundamentales de fuentes de abasto de agua: las aguas superficiales y las aguas subterráneas. Es imprescindible indicar que en ambas fuentes de agua existe la necesidad de cumplir con los índices de calidad establecidos en las normas de calidad de fuentes de abastecimiento determine si el agua puede ser considerado como agua potable o de otro uso. Estos dos tipos de agua se dividen de la siguiente forma; las aguas de abastecimiento superficiales tales como aguas provenientes de los ríos, arroyos, lagos y embalses naturales o artificiales que pueden ser dulces o salobres, procedentes de corrientes de lagunas, y en general las aguas situadas sobre la corteza terrestre en contacto con la atmósfera y las aguas subterráneas son de los mantos subterráneos, tanto libres como confinados.

1.3.2 Aguas superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forman ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas. Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas. El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo (o se precipita, por ejemplo en forma de

lluvia) la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente (hacia abajo) hasta que llega a los ríos y lagos.²

1.3.3 Aguas subterráneas.

El agua subterránea es aquella que ocupa gran parte de los espacios vacíos del interior del terreno, el agua subterránea es la mayor fuente natural de abastecimiento de agua en el mundo y se define como la porción de agua subsuperficial que está a mayor presión que la atmosférica y que mantiene completamente saturada a las formaciones geológicas. Son aguas subterráneas tanto las que fluyen en forma de ríos como las que se almacenan entre las rocas del subsuelo formando lo que se llama acuíferos, que son una formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua, permitiendo al hombre extraerla para su uso.³

En Cuba el 25 % del agua que se abastece es de origen subterráneo, tanto para uso agrícola, industrial, como para la población y en la provincia de Cienfuegos de 108 fuentes de abasto a la población, 97 provienen de aguas subterráneas.

1.3.4. Fuentes de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas se pueden dividir según su forma de extracción debida a su lugar geográfica con respeto a la superficie de la tierra. Luego toda esta agua se encuentra entre el área dominado en el acuífero el cual es aquella área bajo la superficie de la tierra donde el agua de la superficie, por ejemplo lluvia, percola y se almacena.

² Enciclopedia, Wikipedia Foundation.com

USGS. EPA. 2004 La ciencia del Agua. <http://wáter.usgs.gov/earthwuse.html>

³ Lenntech. Origen y situación de las aguas subterráneas en la tierra. Tomado De: http://www.lenntech.com/español/feedback_esp.htm. 10 de Marzo de 2009

1.4 Sistema de la gestión de proceso.

La gestión de proceso son actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo referente a los procesos.

Gestionar = dirigir + controlar.

1.4.1 Importancia de la gestión de proceso.

La gestión de proceso tiene las siguientes importancias:

- ❖ Mejorar el entendimiento de las organizaciones
- ❖ Definir la cantidad de documentación necesaria.
- ❖ Conformidad con la familia ISO 9000/2008
- ❖ Conformidad al medio ambiente ISO 14001
- ❖ Alineamiento de las normas cubanas de seguridad y salud.

1.4.2 Objetivos fundamentales en la gestión de los procesos.

Los objetivos fundamentales de la gestión de los procesos son:

- ❖ Incrementar la eficacia
- ❖ Reducir los costos
- ❖ Mejorar la calidad del proceso y con ello sus salidas.

1.4.3 Dimensiones para medir la calidad del proceso.

- ❖ Eficiencia: virtud de hacer algo. Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. O sea, tiene que ver con la actitud y la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo gasto de recursos y tiempo. Rendimiento es el indicador de medición de la eficiencia.
- ❖ Eficacia es hacer efectivo un intento o propósito. Ejemplo: grado de satisfacción de los clientes con relación a los servicios prestados.
- ❖ Adaptabilidad: la empresa se mantiene eficaz frente a los cambios que se producen en el entorno.

1.4.4 Características de un proceso bien dirigido y controlado.

- ❖ Tener identificados a sus proveedores y clientes, siendo conocido con detalle por todos lo que a los clientes se les añade valor.
- ❖ Tener una misión claramente definida en términos de su contribución al desarrollo de las políticas y estrategias.
- ❖ Contar con responsables de proceso, admitidos por su capacidad de liderazgo y disposición de poder, para actuar sobre el proceso.
- ❖ Tener límites concretos de comienzo y final.
- ❖ Tener asignado los recursos y ser realizables con los disponibles.
- ❖ Incorporar un sistema de control de su eficacia, y flexibilidad que se utiliza para centrar la atención del personal y la toma de mejoras.
- ❖ Contribuir al desarrollo de ventajas competitivas propias sostenibles y duraderas.

1.5 La estación básica de abasto de agua subterránea

1.5.1 La estación desde el enfoque de la cuenca hidrográfica.

En el contexto de las cuencas hidrográficas, se localizan las denominadas estaciones básicas de abasto de agua, y es en estas donde se manejan los recursos hídricos disponibles por la naturaleza y los que se ponen a la disposición del hombre que como factor antrópico, que es quien las explota, administra, controla y suministra el producto tratado a los clientes. Este nombre de Estaciones Básicas es tomado en Cuba con el propósito de perfeccionar el control de la calidad de las aguas mediante el programa de la denominado Red de Calidad de las Aguas (RED-CAL) creada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulico (INRH) en 1980.

La evaluación de la calidad de las aguas a ese nivel adquiere una importancia relevante, como parte fundamental de los elementos que componen el manejo de las aguas.

1.5.2 Estaciones básicas de agua

Las Estaciones Básicas han sido clasificadas por la Red de Calidad (RED CAL) de acuerdo a las funciones que las mismas realicen, de ahí que éstas se clasifican en dos grandes grupos o tipos de estaciones:

1.- Estaciones Básicas:

Son las que controlan la calidad del agua entregada a los usuarios: Acueducto, industria, agricultura y el sector pecuario.

2.- Estaciones de Vigilancia

Son aquellas que sirven para clasificar los recursos hídricos por cuencas de acuerdo con su calidad.

Las estaciones básicas se localizan en dependencia de su finalidad de abasto, así las utilizadas para acueductos, se ubican en lugares que representen fuentes de abasto para la población, en el caso de las industrias de igual forma y tanto así para la agricultura y el sector pecuario y las estaciones de vigilancia se localizan en ríos principales, acuíferos o tramos de acuíferos subterráneos, zonas de interés para el control de la contaminación del agua y en zonas de influencia de vertimientos de residuales líquidos que afecten la calidad de las aguas terrestres.

En Cuba se ha desarrollado una amplia red de monitoreo cuantitativo y cualitativo de las aguas superficiales y subterráneas, existiendo 2450 pozos de observación del régimen de las aguas subterráneas, 2165 estaciones de monitoreo, control y vigilancia de la calidad del agua. En la provincia de Cienfuegos se cuenta con un total 114 estaciones (Tabla 1.2) para el control del monitoreo y vigilancia de la calidad del agua.

Tabla 1.2. Estaciones de monitoreo y vigilancia en la provincia

No	Tipos de Fuentes	Cantidad
1	Estaciones de abasto. Superficiales.	11
2	Estaciones de abasto. Subterráneas	97
3	Estaciones de vigilancia	6
Total		114

Las estaciones básicas manejadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cienfuegos, son aquellas instalaciones que procesan las aguas crudas provenientes de las fuentes de agua, ya sean de origen superficial o subterráneo y controlan la calidad del agua tratada entregada a los clientes.

En la provincia las estaciones básicas para el abasto de agua a la población, de ellas 8 pertenecen a plantas potabilizadoras las cuales procesan aguas superficiales y 97 son de aguas subterráneas las cuales solo reciben desinfección para su potabilización cumpliéndose con lo establecido en la NC: 93-02-86 de Agua Potable.

1.6 Proceso de extracción de agua.

1.6.1 Extracción y conducción del agua subterránea.

La extracción y conducción del agua subterránea desde el pozo al cliente tiene varias vías, desde instalaciones caseras de flujos pequeños e intermitentes sin ningún tratamiento del agua hasta sistemas de flujos que pueden llegar hasta 100 L/s con bombas centrifugas accionadas por corriente eléctrica e conducciones de varios kilómetros y con tratamiento del agua si utilizada por la población.

1.6.2 Extracción del agua.

Las principales aplicaciones de bombas en sistemas de abastecimiento de agua a pequeñas comunidades son:

- ❖ Bombeo de agua desde pozos
- ❖ Bombeo de agua desde captaciones de agua superficial
- ❖ Bombeo de agua hacia reservorios de almacenamiento y al sistema de distribución, si existieran.

A fin de retirar el agua contaminada del subsuelo, se construye un sistema de extracción. Generalmente este sistema está compuesto por uno o más equipados con bombas. Cuando estas se ponen en funcionamiento, extraen el agua de los pozos hacia la superficie. Una vez en la superficie, el agua pasa a un tanque de retención y al

sistema de tratamiento donde es tratada. Se pueden utilizar diversos métodos de tratamiento.

1.7 Bombeo del agua

1.7.1 Formas de de bombeo

La tecnología de bombeo de agua se desarrollo paralela a la disponibilidad de fuentes de energía. Efectivamente, se puede decir que el primero de nuestro ancestros que junto sus manos y cogió agua de corrientes, escogió la técnica de bombeo, que le era la apropiada. Los dispositivos modernos tales como las bombas centrífugas, son ampliamente usado cuando se dispone de fuentes de energía adecuadas, tales como motores diesel y motores eléctricos.

El agua puede ser bombeada a su destino de varias formas, para flujos pequeñas se trabaja con bombas manuales, pequeñas bombas conocidas como turbinas, molinos de vientos, donques y golpe de ariete y para flujos mayores son usadas bombas centrífugas accionadas con corriente eléctrica.

Los sistemas de bombeo consisten en suministrar energía al agua estancada en ríos, presas, etc., para ser trasladada a su destino de uso poblaciones, industria y riego. Los sistemas de bombeo de agua constan de bombas generalmente centrífugas, las conductoras metálicas o plásticas y los depósitos de recepción del agua, que pueden ser tanques, embalses reguladores, etc.

1.7.2 Bombas para la extracción de agua.

Bombas Centrífugas: Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requerido. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Las bombas que se aplican en los pozos profundos son del tipo sumergible el cual quiere decir que se someten completamente dentro de los pozos de agua, para luego bombear el agua

desde la profundidad del pozo hasta la superficie de la tierra donde se hace las mediciones de caudal y presión. Las bombas centrifugas sumergibles para pozos profundas son de múltiples etapas lo cual permite garantizar una altura de impulsión mayor. La bomba que por el contorno su forma lo conduce hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente rodete, en la siguiente figura 1.2 se puede apreciar la bomba centrifuga sumergible vertical.



Figura 1.2 Bomba marca Wilo centrifuga vertical sumergible.

La bomba marca Wilo del tipo sumergible vertical, se usa particularmente para la extracción de agua de pozos profundos.

Las otras formas de bombeo de agua se van a definir muy brevemente para poder tener una apreciación para tales procesos:

- ❖ Bombas Manuales
- ❖ Molinos de Viento
- ❖ Golpe de Ariete

Bombas manuales:

Un tipo de bomba manual es la bomba de balancín la misma se define como una "bomba aspirante", un cilindro que contiene un pistón móvil está conectado con el suministro de agua mediante un tubo. Una válvula bloquea la entrada del tubo al cilindro. La válvula es como una puerta con goznes, que solo se abre hacia arriba, dejando subir, pero no bajar, el agua. Dentro del pistón, hay una segunda válvula que funciona en la misma forma. Cuando se acciona la manivela, el pistón sube. Esto aumenta el volumen existente debajo del pistón, y, por lo tanto, la presión disminuye. La presión del aire normal que actúa sobre la superficie del agua, del pozo, hace subir el líquido por el tubo, franqueando la válvula-que se abre- y lo hace entrar en el cilindro. Cuando el pistón baja, se cierra la primera válvula, y se abre la segunda, que permite que el agua pase a la parte superior del pistón y ocupe el cilindro que está encima de éste. El golpe siguiente hacia arriba hace subir el agua a la espita y, al mismo tiempo, logra que entre más agua en el cilindro, por debajo del pistón. La acción continúa mientras el pistón sube y baja. Esta misma se presenta en la figura 1.3, una bomba de tipo manual.

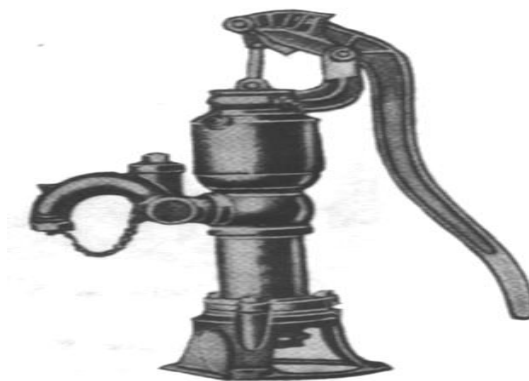


Figura 1.3 Bomba Manual

Molinos de viento:

Es el tipo más corriente de aerogenerador eólico para bombear agua. El motor está conectado, directamente o a través de una caja de engranajes, por medio de un excéntrico y una varilla metálica que acciona el pistón de la bomba. Estas aplicaciones son en general a pequeña escala, y puede ser utilizada en pequeños sistemas de riego, o para abastecer de agua potable a comunidades rurales. Este funcionamiento de la misma bomba se aprecia en la figura 1.4.

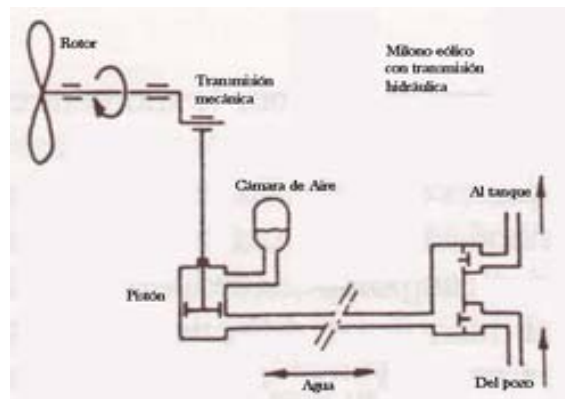


Figura 1.4 Bomba actuada por el viento.

Golpe de Ariete:

Una bomba de ariete es una bomba hidráulica cíclica que utiliza la energía cinética de un golpe de ariete en un fluido para subir una parte de ese fluido a un nivel superior. No necesita por lo tanto aporte de otra energía exterior. Esto y su sencillez la hacen adecuada para lugares remotos donde no hay acceso a energía eléctrica o motores de otro tipo. La figura 1.5 muestra la bomba de golpe de ariete.

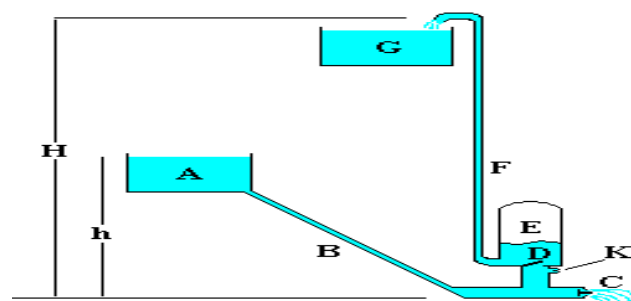


Figura 1.5 Bomba de golpe de ariete.

1.8 Accesorios del sistema de bombeo

La situación topográfica del lugar entre otros factores ayudara decidir el comportamiento de sistema de conductora y lo cual tendrá en efecto directo sobre la cantidades y tipos se accesorios se debe utilizar cuando se está conformando un sistema de distribución. Los accesorios constituyen los codos, conexiones en T, válvulas etc., juegan un papel crítico en el sistema de suministro y una de las más utilizadas son las válvula de compuerta con cheques de restricción. Cuando se desarrolla la evaluación de carga necesaria por la bomba es importante tener en cuenta todos los accesorios de sistema como también influyen en las perdidas internas del sistema de distribución de todos los sistemas de distribución el accesorio que mayor importancia es la válvula. En la siguiente figura 1.3 se muestra una válvula de compuerta de retención.



Figura 1.4 Válvulas de compuerta de retención.

1.9 Medición de caudales.

Son muchos los métodos que en la actualidad existen para medir los caudales trasgados por las tuberías en los sistemas de abasto, por ejemplo, existen los caudalímetros basados en medir la diferencia de presión que ellos mismos crean en un tramo corto de la tubería. También es posible medir el caudal por los criterios de la carga necesaria lo que se domina (H_{sist}) o (h_{maq}) de la bomba. Otro tipo de caudalímetro son los ultrasónicos. También en el mercado se pueden encontrar una gran gama de caudalímetros de inserción, estos van desde los clásicos Pitot, hasta los que a pesar de tener otro principio de funcionamiento se les llama así por la forma en que van colocados en la tubería; entre estos están, las sondas de inserción electromagnéticas y las sondas de inserción de turbinas, estos medidores tienen como ventaja que una misma sonda puede ser utilizada en un amplio rango de diámetros lo que les confiere una gran versatilidad. Las mayores restricciones de estos flujómetros son el alto costo de los mismos, así como, para su instalación hay que seccionar la tubería lo que provoca afectaciones en el sistema. El aparato siguiente se domina una cuadlimetor de tipo ultra flux, y es uno de los diseños más recientes para la medición de caudal a través de la introducción de unos parámetros funcionales los cuales son, diámetro interior y exterior de la tubería, la circunferencia, el espesor, el material, el producto a medir a este caso agua, la rugosidad del material, la distancia entre sondas, la cual se define como la distancia entre los puntos que define el área de medición. Este equipo función con principios ultrasónicos.



Fig. 1.5 Equipo para la medición del caudal con el medidor ultra flux.

El uso de este equipo asegura mediciones de caudales muy exactos y rápidos lo cual ayuda a hacer el proceso de medición más eficiente, logrando hacer varias mediciones en un tiempo menor que los equipos que se utilizaban antes.

1.10 Almacenamiento del agua.

1.10.1 Sistema de almacenamiento

El almacenamiento del agua se maneja con las instalaciones de tanque de agua que varían en tamaño según el área que debe abastecer. En la mayoría de los casos y particularmente en Cuba se hace uso del bombeo por gravedad. Lo cual quiere decir que se bombea el agua hacia una altura cuya diferencia con el nivel estático o el suelo ayudara a crear una diferencia de altura lo suficiente alto, como para suministrar el agua con la presión necesaria.

1.11 Conductoras del Agua

1.11.1 Medios de conducción de agua

Los principales medios de trasiego de agua en Cuba y en la provincia de Cienfuegos se pueden caracterizar de las siguientes formas:

- ❖ Canales
- ❖ Conductoras
- ❖ Tuberías

En cada instante los medios influyen directamente, la situación topográfica y geográfica del área, la cantidad de agua y la presión y la calidad del agua a suministrar. Los canales son más para distribuciones rurales y las tuberías son más para urbanos, distribución en ciudades y empresas, Usos domésticos. Aunque según la topografía se utiliza la las toberas y tuberías en aplicaciones de agrícolas.

1.12 El sistema de distribución.

1.12.1 Distribución de agua en la redes.

Para realizar un análisis del proceso de distribución se debe tener en cuenta los principales indicadores que forman parte de los parámetros para determinar la calidad y eficiencia del servicio entre los que se encuentran: Caudales, cantidad de agua entregada (Dotación), continuidad del servicio y presiones de entrega.

Caudales:

- ❖ Uno de los datos fundamentales a la hora de proyectar una estación de abastecimiento de agua es el volumen por unidad de tiempo con que va a contar la instalación. Esta cantidad o caudal depende de la población servida por la instalación y de las costumbres en relación al uso del agua. Así se observa que la cantidad de agua utilizada para la misma población por día es mayor en pueblos que no tienen instalado un sistema de contadores individualizado, así también de la cultura y costumbres de los consumidores, tanto en las zonas urbanas como rurales.

Con los registros de datos de todas las mediciones realizadas en el sistema se pueden estipular las pérdidas que ocurren en el recorrido y cuantificarlas. Las pérdidas en la red se calculan por la diferencia entre las cantidades de agua extraída y tratada y la vendida a los clientes.

Dotación:

- ❖ Las dotaciones de agua deben ser establecidas por cada país y ser iniciadas a partir de los niveles existentes. En Cuba la norma NC 53/91 Determinación de la Demanda de Agua Potable para Población ha sido establecida para asentamientos rurales y urbanos estimándose una dotación de entre 330 y 204 L/h/d para asentamientos urbanos y de 200 a 240 litros para los rurales, aunque en algunas ciudades se sobrepasan como el caso de Cienfuegos ciudad que se calcula en más de 400 L/h/d, en otras sucede lo contrario y sobre todo en situaciones de sequía o emergencia. En el Anexo 8 se presenta algunos consumos de agua por usuario o producto.

Continuidad del servicio

- ❖ La estabilidad y continuidad en el servicio garantiza además de una buena satisfacción del cliente, asegurar la calidad del agua y el ahorro, evita la corrosión y deposición de sólidos en las tuberías, evita la entrada de agentes externos etc. A pesar de todo no se logra en muchas regiones del mundo lograr este servicio continuo las 24 horas, en muchos países y ciudades el servicio de agua se realiza por horarios donde se incluye Cuba con la mayoría de las provincias y ciudades. En el caso específico de Cienfuegos se ofrece el servicio por zonas y en diferentes horarios, para lograr de alguna medida satisfacer la demanda de los clientes.

Medidas de presión

- ❖ Las medidas de presión en las Estaciones Básicas de agua se encuentran preferiblemente en la impulsión de las bombas, éstas se realizan mediante un manómetro el cual refleja la intensidad con que la fuerza del agua actúa sobre la superficie y su unidad de medida más utilizada en el mca el dominado metro de la columna de agua. En las acometidas de los usuarios las presiones de entrega se determinan en las pilas de agua mediante un manómetro colocado en la misma, esta práctica se realiza en ocasiones cuando se requiere de un estudio de presiones en una zona o circuito a solicitud de la dirección de ingeniería.

1.13 Pérdidas de caudal en los sistemas de Suministro

Actualmente no se ha presentado una metodología para poder determinar qué cantidad de los caudales de agua que se pierden en el proceso de distribución. Luego se debe tener en cuenta que las perdidas pueden ser provocadas por diferentes causas. Consumos no contabilizados, es decir suministros 'legales' de aguade alcantarillas, mantenimiento y limpieza de la propia red de agua.

- ❖ Clientes conectados clandestinamente
- ❖ Errores en los contadores domiciliarios, debido tanto a los rangos intrínsecos de presión de los propios instrumentos, como a la existencia de contadores defectuosos.
- ❖ Defenecías propias de la red, como son pequeñas grietas, fugas de juntas, válvulas y otras difíciles de detectar, y cuya localización, y reparación no es económicamente factible.
- ❖ Fugas recuperables, cuya detección y localización son objetos de prevención, reparación.

1.14 Electricidad

El suministro de la energía eléctrica a esta empresa y sus unidades empresariales de base se realiza del Sistema Electroenergético Nacional mediante la contratación del servicio a la Empresa de Electricidad de Cuba, pagando las tarifas establecidas al efecto.

Los consumidores de esta energía identificados son los siguientes:

- ❖ Sistemas de bombeo de las estaciones básicas, de donde se bombea hacia los pobladores, industrias, zona de riegos.
- ❖ Ventiladores.
- ❖ Alumbrado interno y externo.

Actualmente el mayor consumidor de energía eléctrica de las estaciones básicas es el bombeo de agua desde los pozos hasta los clientes. Luego se hace uso también de los grupos electrógenos.

Los grupos electrógenos estacionarios, son equipos destinados a proveer energía antes emergencias por corte de suministro de la red pública o como generadores de base para cooperativas eléctricas, establecimientos industriales o residencias rúales. Equipos con motores a combustión interna, diesel, o gas, giran a 1500 o 1300 rpm., entregando energía monofásica o trifásica con tensiones de 380/220 Vca, y frecuencia 50 Hz.

La familia C175 de grupos electrógenos diesel ofrece la mayor potencia posible en un solo paquete de alta velocidad. Ideal para una variedad de aplicaciones de servicio principal, de servicio continuo o de reserva. Los grupos electrógenos son principalmente de reserva lo cual quiere decir que se usan mayormente cuando hay una disrupción en la red eléctrica y en condiciones altamente necesarios como en ciclones.

1.15 Gestión de agua en las estaciones básicas.

La gestión es un término y un concepto comúnmente utilizado para definir un proceso generalmente administrativo, normativo o regulatorio. En su sentido más amplio, se refiere al conjunto de actividades, funciones, formas de organización institucional de organismos de gobierno, y no gubernamentales, recursos e instrumentos de política y sistemas de participación, relacionados con uno o varios objetivos que definen el sentido y el objeto de la gestión. Esto significa que no hay una gestión sin adjetivos, neutral ni general, por el contrario, la gestión como proceso administrativo ó de conducción y regulación, sólo tiene sentido si se le asocia a objetivos y funciones o recursos concretos.

Las estaciones básicas, tienen como función principal ofrecer un servicio de agua con calidad a los clientes que la solicitan, satisfaciendo sus necesidades, para ello contará con una organización y estructura que permita realizar las actividades competentes, utilizando los instrumentos necesarios de acuerdo a su disponibilidad, siendo el máximo responsable de la eficiencia en el proceso la administración de la instalación, quien velará por el cumplimiento de todas las indicaciones establecidas para el desarrollo de las actividades a realizar en la estación dando cumplimiento a los objetivos de la empresa y la propia instalación.

1.16 Manejo y explotación de la estación

Por manejo se entiende la administración específica del recurso, esto es, la aplicación concreta de los instrumentos de gestión en una cuenca hidrográfica u otro ecosistema y por integración, las sinergias entre los recursos y componentes, o sea se trata de los procedimientos operativos de ejecución de la ordenación, el seguimiento, el control y la evaluación que es tanto aplicable a la cuenca en general como a una estación básica.

En el agua subterránea el manejo no adopta un enfoque eco sistémico como debe corresponderse para cualquier recurso, no ha sido por lo general un manejo eficaz y

eficiente en el que se debe basar el ecosistema para su preservación y conservación, con demasiada frecuencia se han usado fronteras institucionales más que ecológicas para manejar el recurso. Aunque el agua subterránea es una parte integral y vital del ciclo hidrológico, en la mayoría de los casos quienes manejan el agua no consideran de manera adecuada sus interacciones con los sistemas de aguas superficiales y sus posibles efectos en las especies.

Como factores indispensables a valorar en la gestión y explotación de la estación se encuentran los recursos necesarios, entre los cuales se hallan:

- ❖ Recursos humanos aptos y capacitados.
- ❖ Recursos económicos.
- ❖ Recursos financieros.
- ❖ Recursos materiales.

1.17 Documentación normativa

- ❖ Resoluciones y programas que regulan la capacitación del personal que operará la estación, se realizará un adiestramiento y se evaluará el desempeño anualmente.
- ❖ Reglamento para la operación de la instalación de cloración.
- ❖ Manual para operadores de las Estaciones de Bombeo.
- ❖ Manual de procedimientos y de rutina.
- ❖ Registro de información que recogerá todos los datos del estado y funcionamiento de la estación, incluidos los mantenimientos, y la determinación del cloro residual del agua a la salida de la estación y la dosis aplicada del producto.⁴

1.18 Tratamiento del agua

En la provincia se operan 97 Estaciones Básicas para el abasto de agua a la población, de ellas 8 pertenecen a plantas potabilizadoras las cuales procesan aguas superficiales y 89 son de aguas subterráneas las cuales solo reciben desinfección para su potabilización, para cumplir con lo establecido en la NC:93-02-85. Agua Potable : Requisitos Sanitarios y Muestreo. ⁴

El tratamiento de agua es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

El tratamiento de agua permite acondicionar el agua al uso adecuado, éste dependerá también de la composición del agua en la fuente de origen y del proceso requerido en que se utilizará.

Para el tratamiento del agua se emplea el Hipoclorito de Sodio (NaClO) como desinfectante, la aplicación del mismo se realiza mediante un equipo hipoclorador de diafragma, el cual es regulado a través de un botón que posee en su parte posterior colocándose en la posición de la escala con los litros por hora a dosificar.⁵

1.19 Características de las estaciones básicas

Como en toda organización, en la E.B se encuentra establecida la documentación que asegura identificar el proceso en cuanto a la operación, el control del proceso en todas sus etapas, la disponibilidad de los recursos y su uso, información de la operación, la medición de los parámetros de eficiencia y el análisis de estos procesos, por lo cual en la instalación se dispone de los siguientes documentos:

- ❖ Libro de Registro: Control de la Operación de la Estación de Bombeo.

⁴ INRH, DNAA. Manual para operadores de estaciones de bombeo de acueducto. Ciudad de la Habana, Cuba, 1997.47p.

⁵ Cuba. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos. Procedimiento de Monitoreo de la Red de Calidad del Agua. /DT-FP-01, 2006

- ❖ Instructivo: Indicaciones para la Cloración.
- ❖ Manual para Operadores de Estaciones de Bombeo.
- ❖ Reglamento del operador

El funcionamiento de la EB es regido por el Manual de Operaciones del INRH, el Reglamento para la operación de las Instalaciones de Cloración y el Manual de procedimientos elaborado por la dirección técnica de la Empresa.

1.20 Aspectos económicos

El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos. Luego que cada la mayoría de los proceso de suministro tienen su aspecto económico que debe complementar lo técnico o energético y las instalaciones básicas de abasto de se debe evaluar para valorar su significado económico.

1.20.1 Indicadores Económicos fundamentales sobre la gestión del agua:

- ❖ Precio del agua por metro cúbico de agua recibida
- ❖ Costo de abastecimiento de agua por metro cúbico
- ❖ Ganancia al costo del agua por metro cúbico
- ❖ Subsidio al costo del agua por metro cúbico.

Tabla. 1.3 Precio aproximado del cobro del agua en algunos países.

País	Precio del agua \$/m ³
Alemania	1,91
Francia	1,23
Inglaterra	1,18
Italia	0,76
España	0,57
Estados Unidos	0,51
Australia	0,51
Sudáfrica	0,47
Canadá	0,40
Cuba	0,10

El precio del agua, en casi todos los países aplican tarifas en dependencia al:

- ❖ Al uso domestico, comercial, industrial, de riego, etc.
- ❖ Ayuntamiento, escuelas, hoteles, restaurantes, etc.
- ❖ Grandes ciudades, pueblos, comunidades.
- ❖ Estación: en seca y en primavera.
- ❖ De la forma de entrega: Conductoras, pipas, bidones, botellas.
- ❖ La forma de venta: Estatal, privada e ilegal.

Observando la tabla 1.3 se debe señalar que en Cuba el precio del agua se toma como un \$ 0,10/m³ el cobro a los usuarios es muy bajo.

1.21 Satisfacción del cliente

Después de todos los análisis técnicos que se hace desde la extracción hasta el suministro del agua, uno de los parámetros críticos en el uso y gestión de agua es el tema de la satisfacción del cliente. Como son los clientes los que determinan finalmente el nivel de potabilidad del agua según su propio criterio, y más que su calidad su

condiciones de entrega. Luego para poder hacer un análisis de este parámetro hubo que hacer un grupo de encuestas a los clientes en destinas zonas para poder determinar la validez de los resultados obtenidos por estas encuestas.

1.22 Eficacia del proceso.

Entre uno de los sistemas que exige su implementación de la aplicación del Perfeccionamiento Empresarial Cubano es el Gestión de la Calidad por las normas NC ISO 9000: 2008. Este sistema está basado en el enfoque de procesos, como un proceso es conjunto de actividades que tiene entradas y salidas (resultado), entonces se puede considerar las estaciones básicas subterráneas como un proceso.

Las entradas del proceso las estaciones básicas subterráneas son los el agua extraída de los pozos, los recursos materiales y humanos necesarios para operar y mantener la estación y como salida el agua tratada (generalmente desinfectada) entregada a los clientes. Como actividades extracción y distribución del agua, tratamiento del agua, monitoreo del proceso, gestión económica, gestión de dirección, recursos humanos, etc.

Para la evaluación del proceso se mide los indicadores principales, para una estación básica subterránea pudieran ser: cumplimiento de los objetivos planificados, calidad del agua, cumplimiento del agua plan de entrega al agua a los clientes, rentabilidad económica de la estación, cumplimiento del plan de consumo de electricidad, satisfacción de los clientes.

Los indicadores deben ser evaluados con frecuencia alrededor de cada 6 meses mediante el modelo de la tabla 1.4, a cada uno de los indicadores de se determina el grado de consecución a través del criterio de medida y se evalúa el grado de desempeño. El proceso debe ser eficaz y encada evaluación que se aprecian mejoras en el proceso con respecto a la anterior.

Tabla 1.4 Modelo para la medición de la eficacia del proceso.

No.	Indicadores	Criterio de medida	Grado de consecución	Nivel de Desempeño
1.	Cumplimiento de la calidad de agua potable entregada.	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal
2	Cumplimiento de entrega de agua	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal
3	Subsidio económico de la estación	% de cumplimiento	70 – 100 % 70 – 30 % < 30 %	Mal Regular Bien
5	Evaluación de satisfacción de los clientes	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal

Según los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores establecidos en la tabla se llega a un resultado para el Criterio de Evaluación: Si el proceso obtiene Bien en la evaluación de los indicadores se califica de Eficaz.

Según la valoración de los indicadores del proceso se puede emitir si el proceso es eficaz o no.

1.23 Plan de acciones

Con los requisitos de cada indicador evaluado, se puede valorar como eficaz o no eficaz. Si el proceso se valora como no eficaz entonces se propone un plan de acciones el cual tiene el objetivo de proponer estrategias y acciones de mejorar la gestión de proceso en la estación básica.

1.24 Conclusiones Parciales.

1. Los recursos hídricos disponibles en la provincia de Cienfuegos son buenos, aunque no están exento de sequías y contaminaciones. El Servicio de Provisión Mayorista de Agua entrega el agua en su estado natural proveniente de fuentes superficiales reguladas, no reguladas y subterráneas, con los límites máximos admisibles de calidad del agua.
2. La actividad económica en las estaciones básicas es deficiente: el precio del agua es bajo en forma general, grandes pérdidas económicas por los salideros y rebombeo, cobro inadecuado a los clientes por falta de metros contadores y falta de gestión en el cobro a los clientes. Estos inconvenientes provocan que el estado tenga que subsidiar prácticamente los gastos económicos de entrega de agua a los clientes y los trabajadores de las Empresas de Acueducto y Alcantarillado no pueden implantar el Proceso de Perfeccionamiento Empresarial, por su baja rentabilidad.
3. Las 97 estaciones básicas subterráneas entregan más del 37 % del agua que se consume en la provincia, por lo tanto debe existir una adecuada gestión de estas estaciones, más que si se tienen en cuenta que se encuentran distribuida en toda la provincia y sometidas a estrés hídricos, debido a las sequías y la elevada explotación.
4. La aplicación de modelos de gestión de proceso, a partir de los indicadores permite a las estaciones básicas subterráneas identificar sus principales problemas técnicos, económicos, sociales y ambientales.



CAPITULO 2

Capítulo 2. Descripción general de la estación básica de agua subterránea La Caridad.

2.1 Situación Geográfica

La estación básica “La Caridad”, se encuentra situada en los 22° 11' 20" de latitud norte y los 80° 22' 52" de longitud oeste, sobre la llanura de Cienfuegos, a 22,5 m de altitud, en la carretera de Caunao hacia Palmira, como se muestra en la figura 2.1 y a 6,5 km al noroeste de su cabecera provincial y a 4,5 Km del poblado de Palmira. Abarca un área de 180 m² en su régimen perimetral colindando con los caseríos La Caridad, Concepción y Las Delicias. El pozo pertenece a la cuenca hidrográfica El Salado, subcuenca El Saladito y se encuentra enmarcado por la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos en la cuenca subterránea Cf 3 de Abreus, limitando con la cuenca Cf 6 de Cienfuegos.



Fig. 2.1.- Ubicación geográfica de la Estación Básica de de Abasto de Agua La Caridad

2.2 Antecedentes

La estación básica “La Caridad”, es una fuente de agua subterránea considerada como una de las principales fuentes de abasto del municipio de Cienfuegos por la importancia que la misma ha tenido desde su puesta en funcionamiento en el año 1966 cuando se confeccionó el proyecto y se ejecutaron en ese propio año las obras denominadas “Abasto de agua desde el pozo en Palmira hasta la Zona Industrial de Cienfuegos”, consistentes en el suministro de agua desde pozos conocidos por La Caridad y Los Guapos, con un estimado de producción de 40 L/s y 25 L/s respectivamente, que hacían un total de 65 L/s, que tributarían a un tanque en T15 situado a 3,5 Km de la estación. Finalmente solo se construyó la estación básica de abasto La Caridad, la cual se mantiene funcionando hasta la actualidad. Actualmente el bombeo de agua desde La Caridad hacia el tanque en T15 ha sido interrumpido por trabajos que se están realizando en este tramo de tubería. La estación cuenta con dos bombas vertical sumergible de la marca Wilo ambos con maneja un caudal nominal de 25 L/s y una altura de impulsión de 90 m. A partir de mayo 2010, con la extensión de la conductora de Damují hacia la ciudad e Cienfuegos, se suministro agua de ésta a la zona de Paraíso.

2.3 Características técnicas de los equipos instalados en la estación.

El pozo La Caridad puede aportar a sus clientes un caudal de 24 L/s dentro de 8-10 horas de trabajo diario, por lo se puede considerar una fuente de abasto pequeña, pero de gran importancia por estar ubicada en zona de varias comunidades y centros de producción. Posee un equipamiento de bombeo instalado adecuado para la extracción del agua, su mayor limitación se encuentra que por mal estado de las conductoras, alrededor de la mitad del agua se pierde en la distribución por los salideros.

Conociendo las particularidades del acuífero, las cuales se obtienen mediante aforos y estudios realizados por la Empresa de Perforación de Recursos Hidráulicos, se pueden determinar las características del pozo para su explotación, las cuales se ven representadas en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Características del pozo La Caridad

Profund. Total (m)	Cota Absoluta (m snm)	Profund. Nivel Estático	Profund. Nivel Dinámico	Gasto (L/s)
35	45	16,38	18,46	24

Tabla 2.2 Características del motor.

Marca	Modelo	Tipo	Potencia (KW)	Rendimiento (%)
Wilo	EMU	Nu-80-2/40	32,5	84

La características de la tabla 2.2 son las del motor que trabaja con la bomba centrífuga sumergible.

Tabla 2.3 Características de la Bomba Instalada.

Modelo	Tipo	Marca	Gasto L/s	Carga (H) (metros)	Potencia (KW)	Rendimiento (%)
Sumergible	CF-0721	Wilo	25	90	34,5	74

Las características demostradas en la tabla anteriores son las de la operación nominal, siendo el régimen de trabajo de la bomba el que propone la manufactura, las cuales se pueden ver en el Anexo3.

Tal curva se construyó a partir de los datos dados en los manuales de la bomba, se debe destacar que para cada valor de caudal seleccionado habrá un rendimiento y una altura de carga como consecuencia, siendo el óptimo a 25 L/s de 74 %.

Tabla 2.4 Características del hipocloradores

Modelo	Tipo	Gasto L/h	Carga (H) (Metros)	Estado técnico
VAMC10016	PVT 07 MSOO	19,2	100	Bueno

Para el tratamiento del agua (desinfección) se encuentran instalados 2 equipos hipocloradores, uno para el uso y otro de reserva para garantizar la continuidad de la cloración, ambos con las mismas características, las cuales se presentan en la Tabla 2.4.

Con el fin de garantizar el suministro de agua, en momentos de interrupción del fluido eléctrico se instaló un grupo electrógeno el 28 de Julio de 2007, ubicándose en la antigua caseta de la estación, en la tabla 2.5 se presentan sus características:

Tabla 2.5 Características del Grupo electrógeno

Marca	Modelo	Tipo	Potencia (KVA)	Estado técnico
Denyo	60 EH	CM	60.0	Bueno

2.4 Servicios de apoyo

Para la comunicación diaria con el despacho municipal de la unidad estación básica Cienfuegos y emitir el parte diario de operación, consumo de energía, productos químicos, y otras incidencias, se cuenta con un medio de comunicación telefónico y una planta de radio, ésta última por problemas técnicos se encuentra fuera de servicio actualmente.

2.5 Tiempo de explotación del acuífero

El régimen de explotación del pozo en la Estación se efectuaba en dos horarios, de 4 a.m. a 10 a.m. en las sesiones de la mañana y de 2 p.m. a 4 p.m. en la sesión de la tarde, o sea 8 horas diarias, estos horarios no son fijos y varia en dependencia de plan de agua que se va a cumplir. En dependencia de las necesidades se puede extender el horario de bombeo y en caso extremo se pueden usar las dos bombas en paralelos.

Los volúmenes de agua entregada por la estación oscilan entre los 28237 y 46314 m³ de aguas mensuales en dependencia de la época del año y el comportamiento del pozo en su régimen de explotación. A partir del año 2009 los volúmenes de agua extraída fueron reducida debido a un periodo de sequia que afectaba todo el país.

2.6 Tratamiento del agua en la Estación

Para el tratamiento del agua se emplea el Hipoclorito de Sodio (NaClO) como desinfectante, la aplicación del mismo se realiza mediante un equipo hipoclorador de diafragma, cuyas características ya fueron especificadas en la tabla 2.4, el cual es regulado a través de un botón que posee en su parte posterior colocándose en la posición de la escala con los litros por hora a dosificar.

A través de una manguera succiona de la solución de NaClO preparada en un depósito y a su vez el equipo lo inyecta a presión en la tubería de salida mediante un injerto colocado en la misma, la dosificación del producto se realiza según la dosis fijada por el laboratorio provincial después de determinada la demanda de cloro del agua, esta dosis puede ser modificada si se comprueba el desvanecimiento del cloro activo en la solución concentrada, o modifican por alguna causa las características del agua, todo ello consultado y revisado por el laboratorio provincial de la empresa, todo lo cual se determina con la medición del cloro residual a la salida de la instalación

2.7 Suministro y Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua el sistema cuenta con dos bombas ambas con las mismas características mostradas en la tabla 2.3 y una conductora de 7,89 Km de $\varnothing$ 200 mm. La entrega de agua a los consumidores se realiza de forma sectorizada mediante el uso de 12 válvulas colocadas en los entronques de las redes, lo que significa que el servicio de agua es alternado en horas y días para su consumo, principalmente en la zona de Paraíso los consumidores en ruta la toman directamente de la conductora principal a través de ramales que conectan a las tuberías que van para destinos domésticos.

2.8 Elementos del proceso de abasto y distribución

Para realizar un análisis del proceso de distribución se tiene en cuenta los principales indicadores que forman parte de los parámetros para determinar la calidad y eficiencia del servicio entre ellos que se notan los siguientes;

- ❖ Cantidad de agua entregada (Dotación),
- ❖ Continuidad del servicio
- ❖ Presiones de entrega.

2.8.1 Dotación:

Según a los datos registrados de los volúmenes de agua suministrados por la estación y el número de consumidores reconocidos, la cantidad de agua destinada a los clientes se establece según la Instrucción 2002 del 27-4-2004 de la Empresa Acueducto y Alcantarillado de Cienfuegos, para asentamientos rurales que se estima entre 200 y 240 litros. Sin embargo debido a malos manejos en la conductora, uso indebido de los usuarios conectados, muchos de forma ilegal, los salideros existentes en la conductora, redes y acometidas, el abasto de agua es insuficiente, no cumpliéndose con los planes de suministro de agua.

2.8.2 Continuidad del servicio:

Lo que se pudo constatar con el despacho Municipal de Acueducto y Alcantarillado de Palmira y en entrevistas con los clientes, el servicio era alternado y en ocasiones cada 2 o 3 días principalmente en el barrio Paraíso, y más crítico aún en El Piojo (último consumidor), los consumidores de ruta no presentan problemas hasta Canta Ranas y tampoco algunos del Recreo. En la Anexo 6 se muestra la ubicación de las comunidades mencionadas.

2.8.3 - Presiones de entrega:

La presión del agua en las acometidas es buena en los consumidores más cercanos a la estación, a medida que se aleja de ésta va disminuyendo a lo largo de la conductora detectándose que el agua llega a penas sin presión a los usuarios más apartados de la red, en este caso los consumidores más afectados son los del callejón El Piojo y de los biplantas por ser los últimos en el extremo de la red en la barriada de Paraíso.

Como es de esperar esta situación ha creado una insatisfacción en la población consumidora por lo que ha sido necesario tomar medidas para resolver la problemática en la comunidad.

Entre las acciones realizadas para resolver de inmediato la situación del abasto de agua a la zona de Paraíso, se continuó la conductora de abasto de agua proveniente de la planta Damují que abastece al asentamiento de las Petrocasas hasta este barrio Paraíso y extendiéndose el servicio hasta las zonas afectadas.

2.9 Monitoreo del agua en la Estación Básica

La calidad del agua en la estación se determina desde el punto de vista físico químico y bacteriológico, utilizando como referencia los análisis realizados tanto por el Laboratorio Provincial de Acueductos y Alcantarillado, como por la RED - CAL de la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos(DPRH) y del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología (CPHE), los mismos han servido de referencia para conocer si los parámetros de calidad se encuentran en los valores permisibles o no con relación a la norma cubana 93/11/86: Requisitos Sanitarios y Muestreo, que establece las concentraciones deseables y permisibles de cada elemento o compuesto para aguas de consumo humano. La comprobación de la potabilidad del agua se realiza diariamente mediante el control de la dosis de cloro aplicada al agua a la salida de la instalación y se efectúa por comparación del color producido al añadir el reactivo ortotolidina o DPD a una muestra de agua clorada. También en puntos seleccionados de la red. El valor establecido en la estación para los resultados esperados es de 2

mg/L para obtener 0,3 mg/L al final de la red y cumplir con los parámetros establecidos por la NC 92/02/85 (Sistema de Abastecimiento Público de Agua).

2.10 Gestión y manejo en la estación básica la Caridad

La estación básica La Caridad actúa como elemento activo en el abastecimiento de agua, su gestión está encaminada hacia el abastecimiento de agua a un conjunto de actividades como el uso de la tierra por diferentes usuarios, actividades agropecuarias, socioeconómicas y la comunidad, existiendo una estrecha relación entre todos los factores en la Cuenca El Salado donde se ubica. En la actualidad la estación abastece de agua a un estimado de 2340 consumidores en su totalidad según el último censo efectuado por la Empresa Acueducto y Alcantarillado de Cienfuegos (E.A.A. 2008). De acuerdo al departamento comercial de la E.A.A. de Cienfuegos, existen contratados 1468 clientes residenciales y 11 estatales, entregando además a otros usuarios aislados en ruta, entre los principales consumidores se encuentran: el Taller de Transporte para el Comercio, la Unidad Militar Canta Ranas, Empresa Acopio, la Empresa Porcina y el Centro Integral Porcino, además de otros centros de comercio y gastronomía en Paraíso,

2.11 Funcionamiento y Caracterización de la Estación

Como en toda organización, en la E.B se encuentra establecida la documentación que asegura identificar el proceso en cuanto a la operación, el control del proceso en todas sus etapas, la disponibilidad de los recursos y su uso, información de la operación, la medición de los parámetros de eficiencia y el análisis de estos procesos, por lo cual en la instalación se dispone de los siguientes documentos:

- ❖ Libro de Registro: Control de la Operación de la Estación de Bombeo.
- ❖ Instructivo: Indicaciones para la Cloración.
- ❖ Manual para Operadores de Estaciones de Bombeo.
- ❖ Reglamento del operador

El funcionamiento de la EB es regido por el Manual de Operaciones del INRH, el Reglamento para la operación de las Instalaciones de Cloración y el Manual de procedimientos elaborado por la dirección técnica de la Empresa.

La administración de la estación es la máxima responsable de cumplir y hacer que se cumplan los lineamientos que en ellos se establecen.

Para el control de todas las operaciones y funcionamiento general de la instalación se encuentra establecido un libro de registros denominado “Control de la Operación de Estaciones de Bombeo”, el cual recoge las constancias de las acciones, mediciones e intervenciones realizadas durante la jornada de bombeo en el día. En éste se indican las horas de arrancada y parada de los equipos de bombeo, las lecturas de dosificadores y de niveles y presiones, consumos y existencias de productos, de electricidad y de agua, los resultados de las determinaciones de control del proceso, los mantenimientos realizados y otras incidencias que hayan ocurrido y el personal presente en cada turno.

En las primeras páginas del libro se reflejan además los datos siguientes:

- ❖ Datos generales de Estación
- ❖ Características de la fuente de abasto
- ❖ Características del tanque de almacenamiento (si lo tiene)
- ❖ Datos del banco transformador
- ❖ Control de visitas e inspecciones.

El resumen del mes donde se refleja el cumplimiento de los parámetros de eficiencia que se corresponden con el % de cumplimiento de agua suministrada tratada, cumplimiento de la energía eléctrica y la continuidad de la cloración. Este

Último aspecto avalado por el técnico de la U.E.B. encargado de la actividad, quien realiza la comprobación y el cierre del mes.

2.12 Caracterización energética de la estación básica La Caridad

La caracterización energética de la estación se realiza a través de descripciones del consumo de los portadores energéticos. En la tabla 2.6, se muestran el consumo de los portadores.

Tabla 2.6 Relación de los equipos consumidores de la estación.

Cantidad	Equipos	Potencia (Kwh)	Observación
2	Bombas	32,5	Mayor consumidor de energía
1	Ventiladores	0,25	Menores consumidores de electricidad
4	Alumbrado eléctrico	0,3	
2	Hipocloradores	2	
1	Grupo Electrógeno	--	Solo opera en tiempo en la ausencia de electricidad la red nacional.

Tabla 2.7. Indicadores técnicos de la estación.

Valores	2007	2008	2009
Promedio de consumo de energía kW/mes	8125,33	11655,08	9130,21
Promedio extracción del agua m ³ /mes	38634,15	43912,75	27571,21
Relación consumo de energía/ volumen de agua extraída	0,21	0,26	0,30

El indicador del consumo de corriente eléctrica con respecto al volumen extraído de agua se aumentó probablemente al envejecimiento de las bombas. Los consumos eléctricos y volumen de agua bombeada para cada mes de los tres años analizados se pueden ver en el anexo 2.

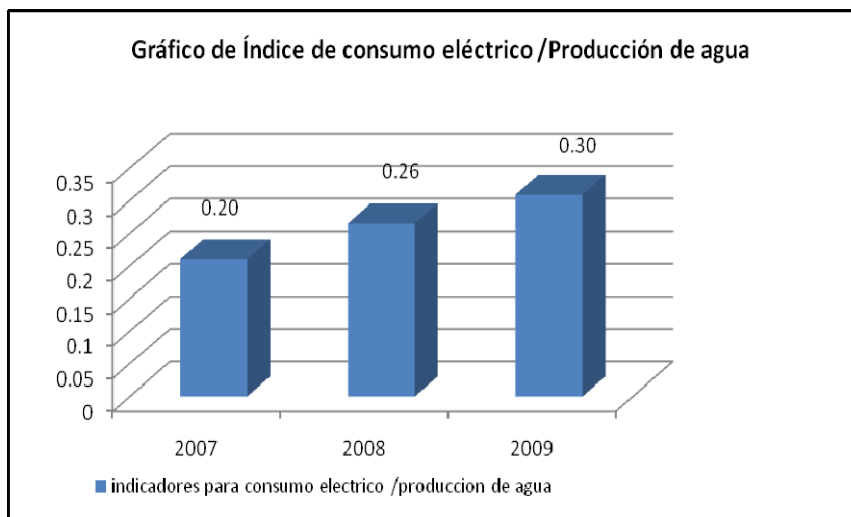


Figura 2.6 Índice de consumo para eléctrico para la producción de agua para los años 2007,2008, 2009.

El índice de consumo de consumo eléctrico contra producción de agua para los años 2007 hasta 2009 creció La tendencia del figura 2.6, es creciente lo cual quiere decir la medida que el tiempo se alarga se estará consumiendo mas electricidad para bombear los volúmenes de agua necesaria para abastecer a las comunidades. Se puede observar que la relación de consumo de energía contra producción de agua ha aumentado, probablemente debido al deterioro de las bombas o a problemas de operación del sistema de bombeo.

2.13 Conclusiones Parciales.

1. La estación Básica La Caridad anuqué relativamente pequeña, pero de gran importancia por el lugar geográfico donde está situada, a unos 9 kilómetros de la ciudad de Cienfuegos y al lado de la carretera entre Palmira y Cienfuegos ofrece un servicio necesario cuando hay afectaciones en la ciudad de Cienfuegos por sequías, roturas de los sistemas de conducción y de bombeo del agua, eventos meteorológicos como huracanes se convierte en una fuente de abasto de agua por pipas.
2. A pesar de los volúmenes de agua extraídos en el pozo que superan la norma establecida per cápita se presentan serias afectaciones en el servicio de agua a los clientes, lo que conspira con el buen funcionamiento de la estación y los consumos de energía, productos químicos y otros, evidenciándose que las mayores pérdidas de agua se manifiestan en la conducción, o sea en conductoras y redes.
3. Los volúmenes de agua suministrada según los gráficos analizados casi siempre están por los volúmenes establecidos por el plan. El cual implica una sobreexplotación del agua de abasto.
4. El consumo eléctrico ocupa el lugar como el mayor portador de los portadores energéticos de la estación.



CAPITULO 3

Capítulo 3 Evaluación de los indicadores utilizados en la gestión de Proceso con la aplicación de un modelo de eficacia.

3.1 Introducción

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos tiene la responsabilidad de controlar el cumplimiento, con rigor y eficacia de los instrumentos legales y normativos vigentes sobre la preservación del uso racional del agua y perfeccionar y controlar a las entidades económicas integradas en su sistema para alcanzar los máximos niveles de eficiencia económica y de calidad de los servicios que prestan. La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico en la provincia de Cienfuegos, subordinada a la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos de Cienfuegos, dirige y controla la provisión de agua a todos los clientes estatales ya sean para uso agrícola o doméstico, así mismo es la encargada de realizar los planes de demandas de agua de la provincia de acuerdo a las solicitudes realizadas por los clientes y además controlar la calidad del agua cruda entregada a los clientes mediante los planes de monitoreo de la REDCAL.

La Estación Básica tiene como objeto social prestar el servicio de abastecimiento de agua segura a sus clientes, satisfacer las necesidades de éstos y ofrecer un producto que cumpla con todos los parámetros de calidad que certifiquen el buen funcionamiento del sistema como son:

- ❖ Garantía del suministro
- ❖ Calidad del servicio
- ❖ Economía de gestión
- ❖ Control y evaluación de la calidad del agua suministrada.

3.2 Evaluación de la calidad del agua

Para la evaluación de la calidad del agua se aplicaron las normas NC 93/11/1986. Fuentes de Abastecimiento de Agua. Calidad y Protección Sanitaria y la NC 93 /02/85. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreos.

Los abastecimientos de agua como la estación La Caridad, solamente requieren desinfección en el tratamiento, según norma NC 93/11/86. Fuentes de Abastecimiento de Agua. Calidad y Protección Sanitaria. Con una adecuada desinfección se puede aceptar esta agua como potable, según la NC 93 /02/85. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreos.

Tabla 3.1 Cumplimiento de los indicadores, calidad del agua de la estación básica

Características físicas, químicas, y bacteriologías	Valores límite máximo, según la NC 93/11/86	Valores promedios de Estación Básica La Caridad.
pH	De 6,5 a 8,5	7,2
Aceites y grasas	0,3 mg/L	No detectado
Sólidos totales disueltos	1000 mg/L	613,8
Turbiedad (escala sílice)	10 U	0
Color (escala platino cobalto)	15 U	0
Color y sabor	No desagradable	aceptable
Sustancias tóxicas y plaguicidas	Según, NC 93 – 02:85 “HC. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreos.	No se detectaron.
Nitratos	45 mg/L	25 mg/L
Flúor	1,0 mg/L	No detectado

Cloruros	250 mg/L	25,5
Calcio , hierro, manganeso, cobre, magnesio, sulfato, cinc, plata	Según, NC 93 – 02:85 “HC. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreos.	Cumplen con los requisitos sanitarios.
Bacterias coliformes totales (NMP en 100ml)	250 coliformes totales por 100mL (en un 10% de las muestras examinadas en el año , se permitiría hasta 1000 coliformes totales)	Máximo 23 Mínimo - 3
Coliformes fecales (por 100ml)	Nunca será superior al 20% de los coliformes totales.	Max 3 Min -3

El primer indicador que se va a analizar es la calidad del agua y según los parámetros mostrados en la tabla 3.1 la calidad del agua de abasto de La Caridad fue comparada con la NC 93/11/86 norma cubana en el cual se comprobó que los indicadores de calidad están dentro del rango establecido por la norma cubana. El cual establece el estándar para el agua potable. Se quiere señalar que en el transcurso de este trabajo se empezó a suministrar agua hacia Paraíso desde la estación de bombeo de Damuji, para ayudar con el suministro de agua hacia Paraíso. Sin embargo el agua que proviene de la estación de bombeo Damuji se presenta con una calidad menor debido a la presencia de algas. Lo cual provoca un sabor no deseado en el agua y quejas por los clientes en esta área de distribución.

3.3 Indicadores técnicos

3.3.1 Volumen de agua entregada

El segundo indicador que se analiza se domina la entrega de agua. Aquí se debe señalar que este indicador abarca todo el aspecto técnico considerando el tema de la extracción, bombeo y distribución del agua, junto con los volúmenes de agua que se entrega a los clientes. Aquí también se considera en todo el proceso de distribución las pérdidas de caudal debido a fugas, salideros debió a condiciones de deterioro físico en la conductora principal de suministro de agua. Este indicador adquiere una relevancia muy alta porque es la que mide los volúmenes actuales que se puede entregar a los clientes teniendo en cuenta las limitaciones técnicas de cualquier sistema de extracción, bombeo y distribución de agua. Luego se destaca la situación actual de sistema de suministro de agua.

Los consumidores más afectados son los del callejón El Piojo y de los Biplantas por ser los últimos en el extremo de la red en la barriada de Paraíso. Los volúmenes de agua que llega a estos puntos finales de la distribución son muy reducidos y en algunos lugares el agua no llega. Los volúmenes de agua que se entregan dependen del plan de entrega que se elabora en el Departamento de Ingeniería de la empresa Acueducto y Alcantarillado. El diagrama de la distribución de a de agua en los lugares mencionados se puede ver en el Anexo 6.

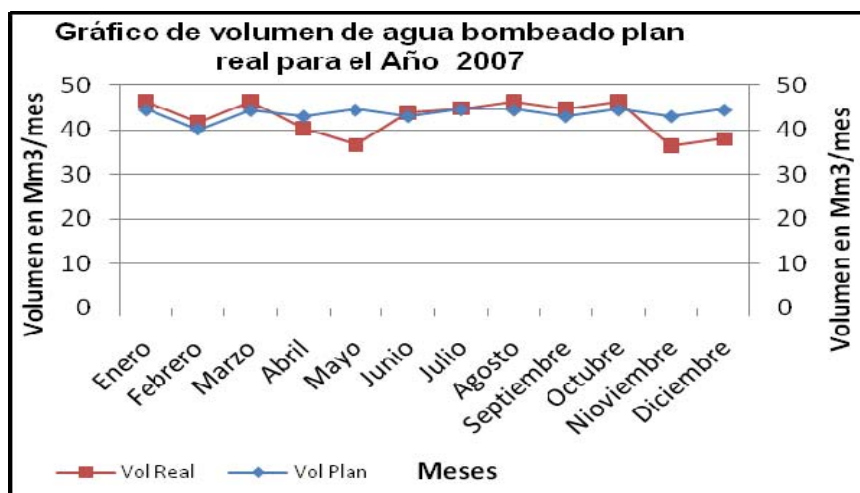


Figura 3.1 Gráfico de volumen plan – real para el año 2007.

Los gráficos de volumen real contra plan consideran los volúmenes bombeados en Mm^3 y oscilan entre 35 Mm^3 y 50 Mm^3 para el año 2007, se puede observar de la figura 3.1 que los volúmenes planificados superan los reales y se debe señalar que los volúmenes de agua bombeada están directamente afectados por el tiempo del año hidrológico..

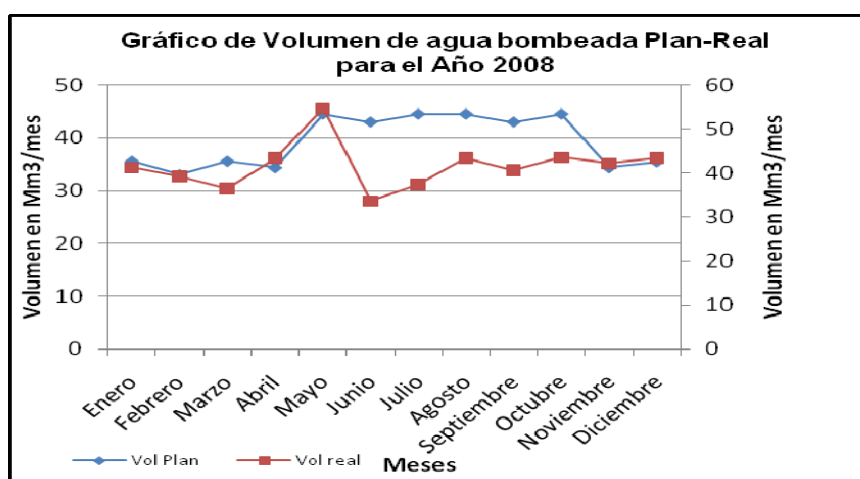


Figura 3.2 Gráfico de volumen plan – real para el año 2008.

De la figura 3.2 se puede observar que el volumen real comparado con el volumen planificado sigue casi el año completo inferior al volumen de agua planificado debido a problemas de sequia para lo cual el volumen de agua real se quedo por debajo de los volúmenes del plan.

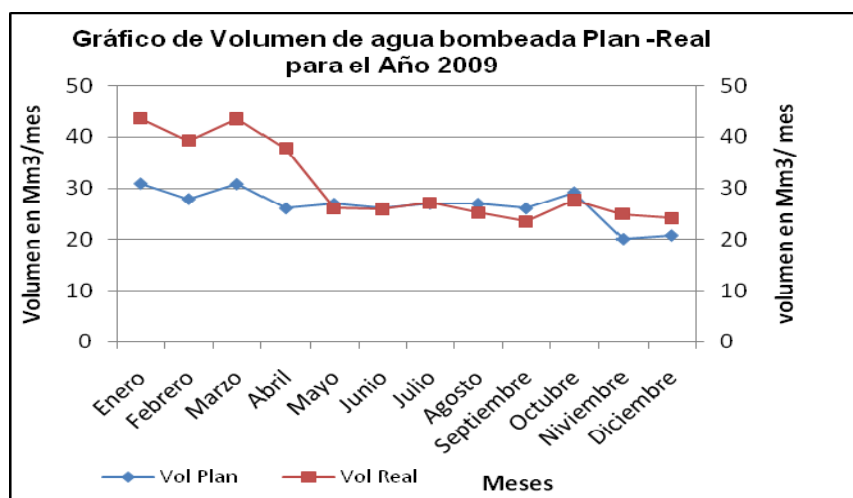


Figura 3.3 Gráfico de volumen plan – real para el año 2009.

De la figura 3.3 se puede observar que después del mes de mayo hasta diciembre la diferencia volumétrica se nota como muy reducida en comparación a los meses anteriores. Los volúmenes de agua entregada final del año en comparación con el principio de año se puede observar que disminuyeron hasta casi un 50%, lo cual provocó ciertas acciones por parte de la empresa Acueducto y Alcantarillado como reducir significativamente los volúmenes planificados de la entrega de agua.

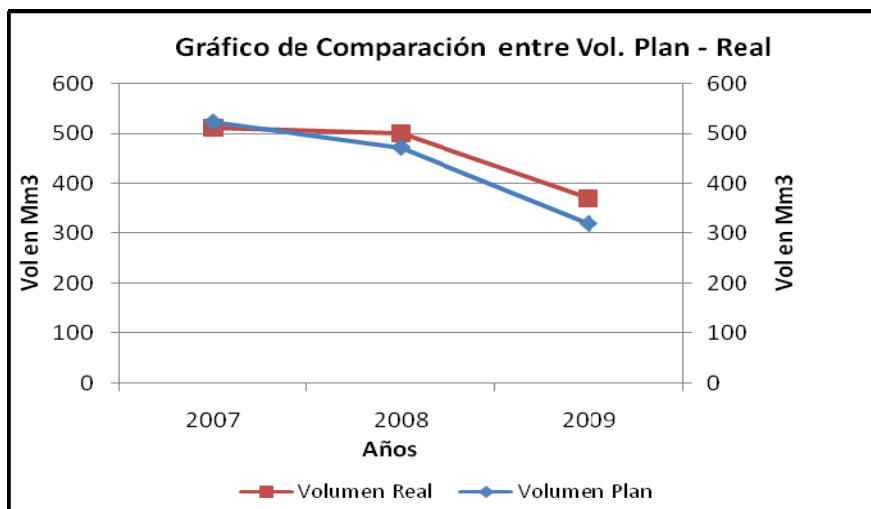


Figura 3.4 Gráfico de volumen plan – real para el año los años 2007-2009.

Los datos de los gráficos reflejan los valores actuales de volumen de agua bombeada para los años indicados. Se señala lo siguiente:

- ❖ Los volúmenes de agua se expresan en Mm^3 por mes y oscila entre 20.2 y 46.5.
- ❖ Los años se analiza por su comportamiento hidrológico lo cual quiere decir de los meses noviembre hasta abril se domina el periodo seco y de mayo hasta octubre el periodo húmedo.
- ❖ Los volúmenes de agua entregados a los clientes en el año 2009 eran menos debido a periodos de sequia.
- ❖ Los volúmenes de agua entregada podía ser reducida por la presencia de salideros junto con los periodos secos lo cual provoca muy poca agua llegando a los clientes.
- ❖ El ultimo gráfico señala los valores entregados a para los tres años en el cual se aprecia una disminución significativo de los volúmenes entregados debido a periodos de sequia que afecto la entrega considerablemente desde un $500Mm^3/año$ hasta un $370 Mm^3/año$.

3.3.2 Distribución de agua a los consumidores

Tabla 3.2 Consumidores en la red de distribución.

No	Asentamiento	Clientes	Observaciones
1	La Caridad	151	En tramo de distribución de agua no hay problemas, el flujo de agua se encuentra entre 33 y 22 L/s.
2	La Angelita		
3	Las Delicias		
4	Pepe Rivas		
5	Canta Ranas	101	No presenta problemas
6	El Porcino		No presenta problemas.
7	Recreo	52	No llega prácticamente agua, resuelven con pipas y pozos artesanos.
8	La Luisa	25	
9	Cubra Libre	5	
10	La Gloria		Por Paraíso se suministra agua Por la conductora Damují
11	Las Tecas		
12	Paraíso	241	
13	El Piojo		Por la conductora Damují
14	Biplantas		

La tabla 3.2 indica los principales consumidores conectados a la red de suministro y la situación actual con la entrega de agua para los distintos consumidores.

3.3.3 Determinación del punto de operación de la bomba.

Este es un paso sumamente importante para determinar si la bomba realmente está trabajando dentro del rango de trabajo deseado, y que los caudales de agua medida son verdaderamente debido a la operación. Este se verifica porque es posible tener lectura de mediciones que son reales debido a que la bomba esta cavitando; la entrada de aire en el impelente de la bomba lo cual provoca que las lecturas medidas son aún mayores que las permisibles para las condiciones de trabajo.

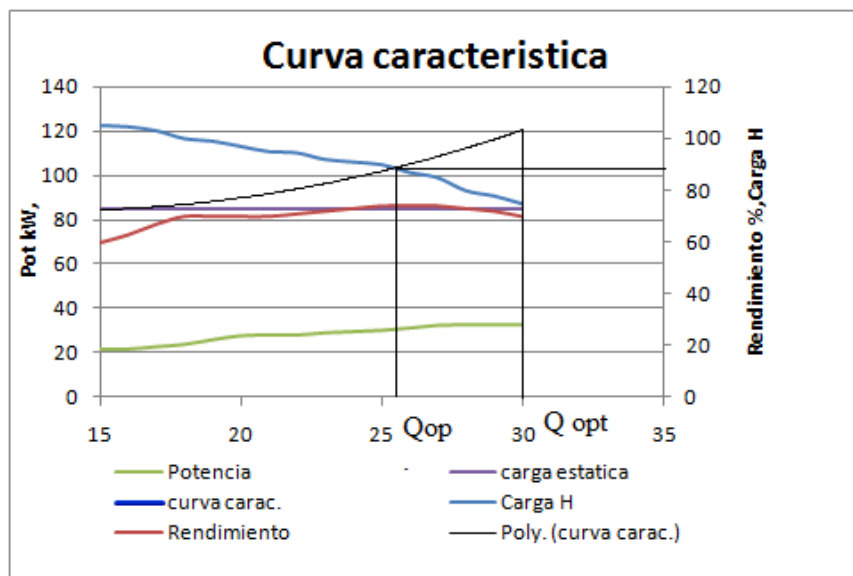


Figura 3.5 Grafico de unto de operación de la bomba.

Ese punto de operación se determinó haciendo uso del Anexo 4 lo cual es la curva característica de la bomba dada por la manufactura. Aquí se debe señalar que Q operación hace referencia al caudal de operación y Q opt. Al caudal óptimo. El óptimo es el volumen de agua que actualmente se está bombeando.

3.3.4 Parámetros técnicos de la bomba.

Los parámetros técnicos promedios se muestran en la tabla 3.3, estos pueden oscilar en dependencia de las condiciones de operación del sistema.

Tabla 3.3 Parámetros técnicos de las bombas y horario de bombeo.

No	Parámetro	unidades	Valores	Observación
1	Cantidad de bombas funcionando	unidad	2	Trabaja una bomba. Hay una bomba de reserva. En ocasiones trabajan las dos bombas.
2	Eficiencia de la bomba	%	74	Para una bomba por diseño. La eficiencia a 25 L/s ver en la curva característica de la bomba.
3	Potencia de la bomba	Kw/h	32,5	Para una bomba de diseño.
4	Caudal nominal Caudal máximo Caudal mínimo	L/s	25 33,6 7,91	Para una bomba por diseño. Criterio por la manufactura.
5	Caudal de entrega de agua	L/s	30	Caudal medido en la salida de la estación.
6	Volumen de agua entregada	m ³ /día	1080	Modelo CF-0721.
7	Pérdidas en la conductora	%	48	Estimado, por La Empresa Acueducto y Alcantarillado.
8	Precio de venta de la electricidad	Pesos /kw/h	0,0944	Para instalaciones de baja tensión y entidades industriales pequeñas.
9	Tiempo de bombeo mensual	Días	30	-----
10	Tiempo de bombeo diario	Horas	----	Independencia al plan de entrega, entre 8 y 10 horas.

11	Tiempo de bombeo anual	Meses	12	-
12	Energía consumida	MW/año	117	Modelo: Modelo CF-0721.

3.3.5 Indicadores técnicos de la estación.

Trabajando con un caudal de 25 L/s lo cuál es la nominal propuesta por la manufactura.

Índice de consumo de la bomba trabajando con un 25 L/s/

$$\frac{\text{Consumoelectrico(kW)}}{(\text{CaudalL / s})} = \frac{32.5kw}{25L / s} = 1,3 \text{ kWh/L/s consumo ideal. (1)}$$

Eficiencia de la bomba trabajando a 25 L/s según la figura 3.2 la bomba está trabajando a una eficiencia entre 70-75%. Los datos de manufactura proponen un 74%.

Caudal de la bomba actual:

Índice de consumo de la bomba trabajando con un 30 L/s.

$$\frac{\text{Consumo(kW)}}{\text{Caudal(L / s)}} = \frac{34kw}{30L / s} = 1,33 \text{ kWh/L/s (2)}$$

La bomba está trabajando a una eficiencia menor a un 69% de rendimiento la propuesta por la empresa sin embargo es necesario para garantizar los volúmenes de agua a entregar a los clientes.

3.4 Cálculos de las pérdidas de agua en la conductora debido a los salideros.

Las pérdidas en la conductora pueden ser por salideros, posibles instalaciones ilegales para la extracción de agua y venta de aguas que no se contabilizan en el trayecto de la tubería.

Volumen de agua perdida.

Volumen real – volumen real*(0,48)

$$= 1080 \text{ m}^3/\text{día} - 518,96 \text{ m}^3/\text{día} = 561,60 \text{ m}^3/\text{día}$$

Caudal de agua perdida

$$\frac{\text{Volumen}(\text{m}^3/\text{día})}{\text{Tiempo}(\text{s})} = \frac{518,96}{3600*10} = 14,4\text{L/s} \quad (3)$$

Energía gastada en el volumen de agua perdida.

$$\frac{\text{volumen_perdido} * \text{tiempo}}{\text{indice_deConsumo}} \quad (4)$$

Cálculo de energía para un 48 % de caudal perdida.

$$= \frac{14,4 * 10 * 30 * 12}{1,13} = 45876,10 \text{ Kw/ año}$$

A continuación se muestra en la tabla 3.4 el consumo energético relacionado con el caudal perdido. A partir de la ecuación 4 se analiza el comportamiento energético de la estación relacionado con los porcentajes de caudales perdidos debido a los grandes salideros con que se presenta el sistema de distribución.

Tabla 3.4 consumo energético para porcentaje de caudal perdido.

Volumen de agua bombeada(L/s)	Volumen de agua perdida en L/s	podrida de caudal %	Energía consumida kWh/año
30	1,5	5	4778,76
30	3	10	9557,52
30	4,5	15	1433,28
30	6	20	19115,04
30	7,5	25	23893,80
30	9	30	28672,56
30	10,5	35	33451,32
30	12	40	38230,08
30	13,5	45	43008,89
30	14,4	48	45876,10

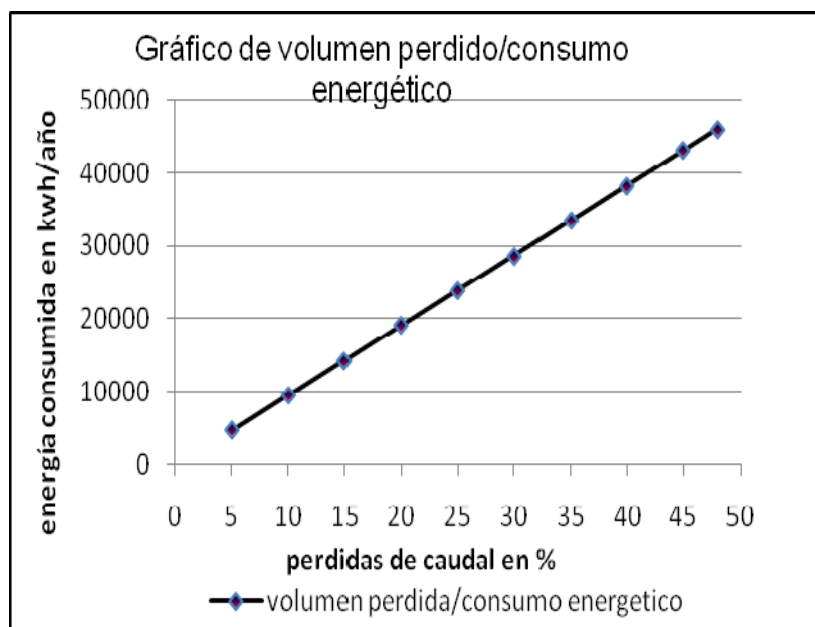


Figura 3.7 Gráfico porcentaje de caudal perdida contra energía eléctrica consumida.

3.5 La Evaluación Económica de la estación básica de abasto de agua.

Uno de los indicadores más importante de la gestión de agua es el costo que incurre todas sus operaciones. En el análisis del proceso económico en la estación han de tenerse en cuenta los gastos y los ingresos que tienen lugar en el proceso de producción del agua potable de la estación, comenzando con el pago de agua a los proveedores hasta llegar al cobro del agua a los clientes.

Considerando el costo como uno de los indicadores más importante del análisis económico de una organización, para este análisis se incluyen los costos de producción que comprenden: el pago de la materia prima, mano de obra directa e indirecta, los materiales indirectos, costo de los insumos, costo de mantenimiento y los cargos por depreciación y/o amortización de los equipos, así como los costos generales que comprenden los costos de administración, de venta y financieros, además de los costos de administración que como su nombre lo indica, son los costos de realizar la función de administración dentro la empresa, considerados como indirectos. Con el propósito de realizar una valoración económica representativa del comportamiento de la estación en este aspecto se tuvieron en cuenta los gastos de los indicadores señalados en el párrafo anterior durante tres años en los períodos comprendidos de del 2007 y hasta el año 2009.

En relación con los insumos, análisis de control al agua, inspecciones técnicas y otras se estimaron por la periodicidad que se realizan que de acuerdo a los planes establecidos tienen frecuencia mensual. Los valores de ingresos se tomaron de la oficina del departamento comercial de cobro del agua a los clientes estatales y residenciales. Luego para poder valorar la situación económica del proceso de bombeo de agua en la estación básica se va a analizar una serie de factores que están directamente vinculados al costo de operación de la estación básica. Todos los datos de gastos y ingreso para hacer los cálculos económicos fueron dados por el departamento de económica y ingeniería en la empresa Acueducto y Alcantarillado.

3.5.1 Costo relacionado con las pérdidas de caudal.

Estos costos debidos a las pérdidas se determinan a partir de la siguiente ecuación, la cual se utilizo en una hoja Excel para buscar los costos según diferente valor de porcentaje de agua pérdida.

$$\text{Costo} = \text{Energía consumida} * \text{Tarifa de venta de electricidad}$$

Tabla 3.5 Costo asociado con las pérdidas de caudal.

Energía kWh/año	Pérdida de caudal %	Tarifa de pago de electricidad	Costo MN
4778,76	5	0,0944	451,11
9557,52	10	0,0944	902,23
14336,28	15	0,0944	1353,34
19115,04	20	0,0944	1804,46
23893,80	25	0,0944	2255,57
28672,56	30	0,0944	2706,69
33451,32	35	0,0944	3157,80
38230,08	40	0,0944	3608,92
43008,89	45	0,0944	4060,00
45876,10	48	0,0944	4330,70

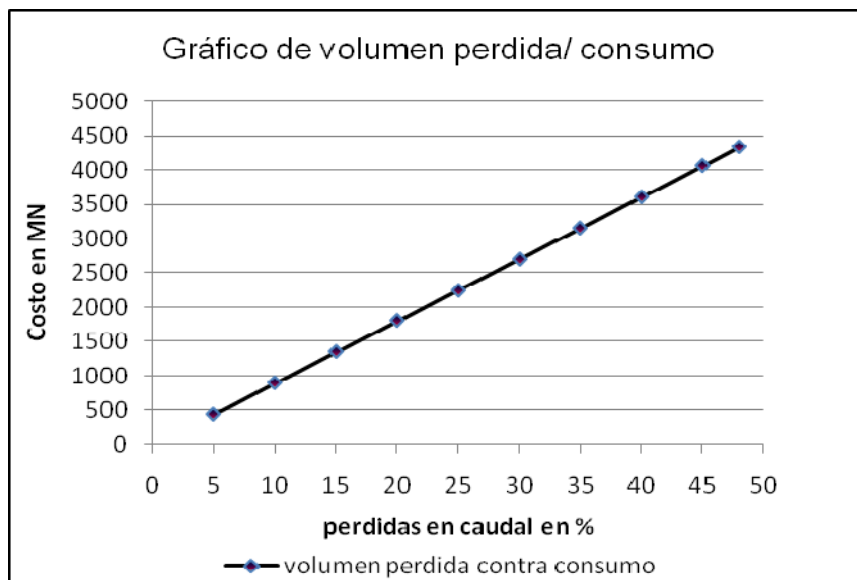


Gráfico 3.2 Perdidas por salideros contra costo

Segun el grafico a la medida que el porcentaje de perdida aumenta tambien los costo relacionado con estas mismas. Se ha mencionado en el cuerpo del trabajo que el estado cubano pierde casi un 48% de todo el agua que se bombea , y luego la empresa Acueducto y Alcantarillado Provincial tambien trabaja con este porcentaje. La reduccion del costo viene como resultado de bajar estas perdidas hasta un 6-10% , como los paises desarrollados trabajan con un 6- 10% de perdidas en sus redes de distribucion.

3.5.2 Pago por proveedores.

El pago del agua a los proveedores se efectúa de acuerdo a la Resolución P-6-2000 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), establecida el 29 de Marzo del año 2000 en su acápite Agua Regulada que refiere el pago del agua subterránea para abasto humano operado por el acueducto de la forma siguiente: Hasta la norma establecida se pagará 0.0018 MN / m³ de agua extraída y por encima de la norma se pagará 0.005 MN / m³ de agua extraída. Teniendo en cuenta que el volumen de agua extraída promedio es de 42914.15 metros cúbico al mes para la estación La Caridad, el pago

del agua a la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado no alcanza los 1000,00 pesos moneda nacional anual.

3.5.3 Pago por salarios

La composición de los recursos humanos en la estación y el pago por salarios se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.6. Composición del personal que opera la estación

Indicador	Calificación	Salario (MN)	Gastos anuales por salario. MN
1 Operador (Jefe de Brigada)	9 no Grado	410,00	4920,00
3 operadores	2 Técnicos Medio y 1 grado 12	400,00	14400,00
Total			19320,00

3.5.4. Productos químicos

El pago del producto químico se efectúa en ambas monedas o sea CUC y MN, siendo el INRH quien asume los CUC y la empresa solo paga en MN a un valor de \$ 80,52 la Tonelada Métrica del producto. Se consume alrededor de 18 Ton/mes en la estación básica La Caridad.

3.5.5 Consumo de energía eléctrica

El pago de la energía eléctrica se realiza mediante las Referencias Normativas siguientes:

- ❖ Ley 1287: 1975. Ley Eléctrica
- ❖ Reglamento del Servicio Eléctrico. 1975
- ❖ Resolución 311. 2001 Ministerio Finanzas y Precios. Sistema Tarifa Eléctrico
- ❖ Se consume alrededor de 8254 KW/mes y se paga alrededor de 0,094 pesos/Kwh en dependencia si se bombea en horario pico, que imparta alrededor de 1535,00 MN/mes.

3.5.6 Gastos en Combustible

La estación demanda poco combustible para los trabajos de mantenimiento, traslado de producto químico y para el equipo electrógeno.

Tabla 3.7. Gastos monetarios por consumo de c

Conceptos	Costo por litro	Índice de consumo (L/h)	Horas de trabajo anual	Valor MN
Combustible para mantenimiento (Diesel)	0,7	5,8	10	40,60
Para la distribución del producto químico.	0,70	1,15	10	8,05
Combustible(diesel) para grupo electrógeno	0,70	8	16	89,60
Total				138,25

3.5.7 Gastos de mantenimiento menores

Los gastos de mantenimiento menores son a las bombas, equipo hipoclorador y algunas reparaciones eléctricas. Se relaciona los más importantes:

- ❖ Mecánico de cloro.....\$ 360,00 MN/anual
- ❖ Mecánico de bomba.....\$ 360,00 MN/anual
- ❖ Electricista.....\$ 360,00 MN/anual

3.5.8. Otros gastos

Otros gastos de menor importancia son los gastos en la distribución de los productos químicos, las inspecciones que está sometida la estación, los análisis de laboratorio físico, químico y bacteriológico por el laboratorio de Análisis Químico de la Delegación Territorial del INRH de Cienfuegos y otros insumos como materiales de oficina:

- ❖ Distribuidor de productos químicos..... \$ 335,00 MN/anual
- ❖ Inspecciones\$ 470,00 MN/anual
- ❖ Análisis de agua.....\$ 120,00 MN/anual
- ❖ Otros Insumos.....\$ 1000,00 MN/anual

La estación hace aproximadamente dos años se le suministro los equipos, que se relacionan en la tabla 3.8 y que deben ser amortizados en periodo de 10 años.

Tabla 3.8. Depreciación del equipamiento de la Estación.

Costo de los equipos	Valor en MN	Depreciación 6 %
Bomba sumergiblee marca Wilo	1796,00	107,76
Hipocloradores	789,13	47,34
Grupo electrógeno	30692,43	1841,54
Total de costos por equipos	33277,56	1996,65

La depreciación de los equipos se incluye en los gastos totales, se estima una tasa de depreciación de 6%.

3.5.9 Ingresos:

Por concepto del cobro del agua la Unidad Empresarial de Base Acueducto y Alcantarillado (U.E.B) Cienfuegos quien administra la Estación debe recibir la cuantía del pago de todos los usuarios conectados a la red tanto residencial como estatal, recibiendo solamente el pago por los que están contratados, los estatales realizan su pago mediante la tarifa de \$ 0.10 por metro cúbico de agua contratada, y los residenciales a \$1.00 por consumidor, comportándose de la forma siguiente

- ❖ Cobro mensual a usuarios estatales..... \$ 179,00
- ❖ Cobro mensual a residenciales..... \$ 1217,00
- ❖ Total cobrado \$ 1396,00

Como puede apreciarse, existe un ingreso muy inferior al que debía obtenerse si todos los consumidores de ruta y aislados estuvieran contratados, lo cual aumentaría la rentabilidad en la estación.

3.5.10 Balance económico

Como se puede apreciar en el transcurrir de los años los gastos se mantienen estables. Lo que es evidente que aunque se lograra que el cien por ciento de los consumidores contribuyeran con el pago del agua, el saldo seguirá siendo negativo por cuanto el sistema de cobro no es representativo del consumo, principalmente en el caso de los estatales que efectúan su pago por tarifas y no por lo que realmente consumen.

Tabla 3.9 Balance Económico

Concepto	Período analizado años		
Gastos en el proceso (MN)	2007	2008	2009
Pago a los proveedores	834,49	948,12	638,73
Salarios devengados	19320,00	19320,00	19320,00
Producto químico	1200,78	1350,00	1350,00
Eléctricidad	9165,00	10149,00	10298.64
Combustible	138,35	138,35	138,35
Mantenimiento	1080,00	1080,00	1080,00
Depreciación	1996,65	1996,65	1996,65
Otros gastos	1925,00	1925,00	1925,00
Gastos totales	35660,27	39907,12	36747,57
Ingresos. Cobro de agua	1396,00	1396,00	1396,00
Saldo efectivo	-34264,27	-38511,12	-35351,57

3.5.11 Indicadores económicos.

Los indicadores económicos son las que están representados en la tabla 3.11, as pérdidas monetarias por salideros representan un monto en pesos muy bajo, porque la electricidad se cobra a una tarifa ínfima a la estación, pero si se realiza en base al combustible gastado y los precios del petróleo en el mercado internacional se apreciara que un valor apreciable. Se calcula los indicadores económicos

Tabla 3.11 índice de producción de agua contra Gastos Totales

Para realizar los cálculos de los indicadores económicos se hace necesario saber el volumen total de agua que se entrega en m³/año. En la tabla 3.10 se presenta tales valores.

Tabla 3.10 Volúmenes de agua suministrada en m³/año.

Indicadores	2007	2008	2009
Vol. de agua suministrado m ³ /año	514969,80	469893,00	491135,00

Tabla 3.11 indicadores económicos

Indicadores	2007	2008	2009
Pérdidas económicas por salideros	4399,20	4871,52	4943,35
Ingresos MN /Mm ³ de agua	3,01	3,07	3,33
Subsidio en MN/ m ³ de agua	0,081	0,082	0,085

Los ingresos monetarios por cobro de agua son prácticamente nulos, entre 3 a 4 pesos moneda nacional por cada mil metros cúbicos de agua. El estado cubano tiene que subsidiar entre 8 a 9 centavos el metro cúbico de agua, aunque el subsidio más

importante en la compra de equipo, de materia prima y combustible a elevados costos en el mercado internacional.

3.6 Satisfacción del cliente.

El cuarto indicador que se evaluó fue el estado de satisfacción de los clientes en relación al servicio de agua prestado por la Estación Básica “La Caridad” es utilizada como método de seguimiento la encuesta.

En la evaluación de la satisfacción de los clientes, se aplicó una metodología participativa que incluyó entrevistas individuales, de grupos y la realización de una encuesta y con la participación de clientes considerados como vitales que, en este caso son los 11 consumidores estatales y a una representación de los 1468 consumidores de la zona residencial contratada que se consideran como no vitales, donde será evaluada una muestra seleccionada al azar con una representación de los usuarios en ruta y establecimientos, así como de los asentamientos que reciben agua de la estación con el fin de conocer la percepción social sobre el estado del abasto y las afectaciones en el servicio, además de reconocer los posibles focos que existen en la zona y puedan afectar la calidad del agua en su recorrido.

En la Tabla 3.12 se presenta la distribución de los clientes por cada zona o barrio donde se suministra el agua de la estación básica, en la que se puede observar que de un total de 526 núcleos poblacionales fueron encuestados un total de 55 para un 10 por ciento de representatividad, la zona más representada es la zona 3, donde hubo mayor participación de los clientes, siendo la de menor por ciento la zona 4 por las dificultades que hoy se presentan con el servicio de agua.

Tabla 3.12 Número de clientes seleccionados por zonas

Zona Residencial	Nombre de la Zona	No. Núcleos y Centros Estatales	No. Clientes que residen en la zona	% Núcleo Encuestados
1	Carretera Palmira	151	422	15
2	Canta Ranas	101	262	14
3	El Recreo	33	93	30
4	Paraíso	241	691	4
Totales		526	1468	63

A los clientes estatales se les aplicó la encuesta de igual manera que a los residenciales, en este caso al 100 % de los mismos. Los clientes estatales encuestados se representan en la Tabla 3.13 de la forma siguiente:

Tabla 3.13 Clientes estatales encuestados

Nombre del cliente	No de Encuestas
Acopio	1
Taller de Transporte	1
Empresa porcina	2
Unidad porcina	1
Unidad Militar	1
Mercado, Comercio y Gastronomía	4

Otros	1
Total de encuestados	11

Los resultados de la evaluación de las encuestas por aspectos se presentan en la Tabla 3.19, donde se realizó el análisis de cada uno de estos aspectos en función del número de las personas encuestadas, dando una puntuación de 5 puntos a cada aspecto. Tabulando estos datos en una tabla de Excel, se obtuvieron los porcentajes en cada criterio. La calificación del nivel de satisfacción se determinó de la forma siguiente:

- de 95 a 100 por ciento se evalúa de Excelente
- de 86 a 95 por ciento se evalúa de Bueno
- de 75 a 85 por ciento se evalúa de Aceptable
- de 60 a 74 por ciento se evalúa de Regular
- Menos de 60 por ciento se evalúa de Malo

En la identificación de los aspectos ambientales que pueden provocar impactos en la gestión de la calidad del agua en la estación básica La Caridad, se tuvieron en consideración criterios de operadores, pobladores, los resultados de las encuestas y de la observación visual realizada.

El método empleado para establecer el orden de prioridad de los factores ambientales que puedan indicar el mayor impacto sobre el medio ambiente, así como el desempeño de la organización fue la consulta a expertos. La participación de un grupo de 11 de expertos conformados por especialistas seleccionados con años de experiencia en el sector y o relacionados con la temática del agua y el medio ambiente permitió determinar el orden de los factores ambientales y utilizando la metodología de la Gestión Ambiental Empresarial para la revisión medio ambiental del MSc. Ing Lázaro L.

Betancourt Pineda se logró conformar la tabla de impactos ambientales en la zona de estudio.

Tabla 3.14 Grado de satisfacción de los clientes

No.	Aspectos	Evaluación en %	Grado de satisfacción
1	La preocupación por la presencia de salideros en redes	16,1	Malo
2	La preocupación por la presencia de salideros en acometidas	25,9	Malo
3	La preocupación por la ausencia del servicio.	38,2	Malo
4	La preocupación por la presencia de focos en la Fuente.	40,9	Malo
5	La preocupación por la presencia de salideros en conductoras	51,5	Malo
6	La satisfacción general con el servicio que le ofrece la Empresa	65,9	Regular
7	Con relación a la presencia de cloro residual se manifiesta	71,8	Regular
8	La preocupación por la calidad del servicio se considera	72,5	Regular
9	La preocupación por la presión de entrega es	72,8	Regular
10	La calidad del agua con relación al sabor se manifiesta con	73,6	Regular
11	La calidad del agua con relación al olor se manifiesta	80,9	Aceptable

La satisfacción del cliente se trato de llegar a una apreciación de las cantidades actuales o volúmenes de agua disponibles a las áreas dentro de la red de distribución, y el nivel de cumplimiento de los planes de entrega de agua a los clientes. También se valoro la aceptabilidad de la calidad de agua no según la comparación establecida la tabla 3.1 sino según el propio criterio de los clientes encuestados. El nivel de cumplimiento de este indicador se valora según la tabla anterior donde cada aspecto analizado implica directamente sobre el indicador de satisfacción del cliente. La estación se presenta con una situación muy delicada de que la satisfacción del cliente según el análisis anterior se valoro de forma muy estricta y el cumplimiento de los aspectos mencionados está muy inferior al nivel deseado.

3.7 Aplicación del Modelo de Eficacia para la gestión de proceso.

Tabla 3.17 Modelo de Eficacia para la gestión del proceso para la estación básica.

No.	Indicadores	Criterio de medida	Grado de consecución	Nivel de Desempeño
1.	Cumplimiento de la calidad de agua potable entregada.	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal
2	Cumplimiento de la extracción y la entrega del agua • Se incrementa el consumo eléctrico /extracción a un 30% en los últimos tres años • Se disminuye la extracción del agua en un 24% en los últimos tres años. • Las pérdidas por salideros en la conductora se encuentra alrededor de un 48%.	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal
3	Subsidio económico de la estación	% de cumplimiento	70 – 100 % 70 – 30 % < 30 %	Mal Regular Bien
4	Evaluación de satisfacción de los clientes	% de cumplimiento	90 – 100 % 80 – 89 % < 80 %	Bien Regular Mal

Proceso Eficaz. Si _ No._

El proceso se valoró como no eficaz como se cumplen solamente uno de los cuatro factores que fueron analizados para determinar el nivel el cumplimiento de los requisitos planteados en la tabla 3.15. El primer indicador que se evaluó fue la calidad del agua y según la tabla 3.1, la comparación de la norma cubana NC-93/11/86 con los parámetros mencionados en la misma tabla 3.1. Se comprobó que los parámetros de la norma cubana NC 93/02/85 de agua potable .El segundo indicador que se evaluó fue la entrega de agua el cual se divide en tres componentes principales los cuales son;

- ❖ Bombeo de agua, aquí se analizo la selección de la bomba y la comprobación del punto optimo de la bomba.
- ❖ Volúmenes de agua entregados a los clientes para el cual se hizo la comparación de tres anos 2007, 2008, 2009, viendo el comportamiento hidrológico de cada ano y valorando las ocasiones de la sobre explotación del pozo.
- ❖ Después se analizo los problemas que existe con los grandes salideros en la red de distribución se pude valorar que la estación no cumple con la entrega de agua teniendo en cuenta que un 48% de todo el volumen de agua se pierde en el proceso de distribución.
- ❖ La evaluación económica de la estación fue el otro indicador que se evaluó y según los resultados obtenido el subsidio de la estación está muy alta lo cual quiere decir que no cumple con su objetivo económico, sino se presenta con grandes gastos debido a su propia operación.

El ultimo indicador que se evaluó fue la satisfacción del cliente lo cual se hizo a través de encuestas y se comprobó que el nivel de aceptabilidad con la situación actual que existe para la entrega de un agua potable.

3.8 Plan de acciones.

Tabla 3.12

No.	Acciones propuestas	Fecha de cumplimiento	Responsable
1.	Revisar las estrategias especificadas de la Gestión de estaciones básicas en la literatura de la empresa Acueducto, divulgar la política y desplegar los objetivos del sistema de gestión de proceso.	-----	Dpto. De Ingeniería
2.	Asignar el trabajo de la revisión de las políticas de gestión de proceso adoptadas por la empresa.	-----	Dirección.
2.	Asegurar que siempre los estados actuales de los sistemas de tratamiento de agua cumple con los requisitos técnicos operativos que garanticen luego el cumplimiento de los indicadores de potabilidad del agua según la norma cubana NC: 93/02/85	-----	Dpto. De Ingeniería
3.	Revisión técnico - energético del estado de consumo de la estación garantizando el consumo mínimo de electricidad pero no afectando la entrega de agua a los clientes.	-----	Dpto. De Ingeniería
4.	Análisis completo para estado técnico de todo el sistema de conductora y tubería para la distribución del agua de la estación, notando lugares con las mayores afectaciones para la entrega de agua.	-----	Dpto. de Pitometría
5.	Realizar un estudio profundo que va a caracterizar todos los gastos que se hacen con respeto a la estación y precisar el porcentaje de todos los gastos incurridos por la misma, buscando ahorro un cada aspecto.	-----	Dpto. de Económica

3.9 Conclusiones parciales del capítulo

1. La calidad del agua de la estación básica La Caridad cumple el requisito de la NC de potabilidad del agua. No obstante hay que señalar el contenido de calcio es muy alto, el agua suministrada a Paraíso de la Presa Damují presenta un sabor desagradable por el alto contenido de colorantes producto de la algas y se presenta inestabilidad en la adición de desinfectante.
2. La gestión del proceso de bombeo y distribución en la estación según el modelo aplicado se valoro como no eficaz.
3. La E.B La Caridad tiene un plan de extracción que normalmente de cumple ya que se ajusta a las condiciones de explotación del pozo, sin embargo debido a la gran demanda de agua y a los salideros presentes en la conductora la entrega del agua es pobre a los clientes alejados de la zona de bombeo. En la extracción y entrega de agua se debe valorar los pozos artesanales que se encuentran explotando, sobre todo cerca del Porcino.
4. En la E.B La Caridad no se tiene conocimiento de la realización de una evaluación económica. Se presentan pérdidas económicas por bajo eficiencia de la bomba al operar a un flujo superior al normado y perdidas por salideros en la conducción, que repercuten en alto consumo de electricidad y en combustible que hay comprarlo en divisas.
5. El estado cubano tiene que subsidiar prácticamente todos los gastos de La E.B. La Caridad, debido al bajo precio del agua en Cuba, la carencia de metros contadores para el cobro del agua y la pobre gestión del cobro del agua a los clientes.
6. La satisfacción del cliente es del 65,9 % o sea muy pobre, hay mucha preocupación por la falta de ofrecer el servicio de forma estable y los problemas contaminación.



CONCLUSIONES

3.7 Conclusiones Generales

1. Las estaciones básicas de aguas subterráneas deben ser más protegidas, como proceso de suministro de agua a la población, al riego e industria poseen los mismos problemas de las estaciones reguladas: extracciones excesivas producto de los salideros, golpeadas por eventos meteorológicos como las sequías, amenazas por la contaminación ambiental, no se gestionan como una entidad económica que puede tener pérdidas y ganancias y no hay una concepción de clientes tanto para requisitos de suministrar agua como para cobrar ese servicio.
2. La Estación la Caridad no se encuentra excedente de estos problemas a pesar de posee una agua de abasto de que cumple los requisitos de la norma cubana NC 90/02/85 para la calidad del agua potable.
3. La extracción del agua de la estación provoca frecuentemente agotamiento de los acuíferos en la zona estudio, debido a las pérdidas de aguas por salideros en las líneas de conducción que sobrepasa el 40 % y el incremento de consumo de agua de la zona.
4. El sobreconsumo energético de la estación debido a los salideros contribuye en un 48% de todo el sobre consumo de la estación y pagan alrededor un 4400 Pesos MN anual debido a esta pérdida.
5. La gestión económica de la estación es deficiente, el agua es subsidiada en 85 %, motivado por el bajo precio de agua cobrada a los clientes, falta de metros contadores para el cobro del agua, clientes que no se le cobra el agua y los costos que ocasiona la electricidad por los salideros. Para que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado logre implantar el Perfeccionamiento Empresarial debe priorizar el aspecto económico de las estaciones abasto y lograr la rentabilidad de las empresas.

6. La satisfacción del cliente es del 65.9 % , en base a la encuesta realizada, se pudo observar que los criterios divergen en las diferentes comunidades, pues se tienen comunidades como la Caridad, Pepe Rivas que derrochan el agua y otras como Bi Plantas y el Piojo no tiene agua por la lejanía de la estación de bombeo.
7. La distribución de agua en la estación es complejo, hay extracción de agua por pipas que no se cobra, suministro de agua por las conductoras propias de la estación, zonas como en el Porcino que posee pozos artesanales sin el control de EAA de Cienfuegos y este año se comenzó el suministro de agua a sistema de la Estación de Damují; si bien se mejora el abasto de agua en la zona del Paraíso, esta agua presenta sabor desagradable aportado por el alto nivel de algas que presenta la Presa Damují.
8. En base a la evaluación realizada a la Estación Básica de Abasto de Agua Subterránea la Caridad se puede concluir que el proceso presenta problemas que con pocos recursos puede mejorarlo apreciablemente, se puede observar que hay una serie de indicadores susceptibles a mejorar por la empresa EAA.



RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Los resultados obtenidos en este trabajo deben ser divulgados en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cienfuegos, en la dirección técnica del Instituto Nacional Recursos Hidráulicos, en la sección de Hidráulica a través del Fórum de Ciencia de Técnica.
2. Implementar un sistema de monitoreo de control continuo que asegure el cumplimiento de los planes de gestión establecidas.
3. Se debe mejorar la educación sobre la necesidad del ahorro de los portadores energéticos que se encuentran en las estaciones básicas.
4. Implementar registros que permite conocer el estado técnico de los diferentes tramos de tubería y conductora en toda la red de distribución.
5. Revisar el cobro de clientes para el servicio de agua, asegurando que los volúmenes consumidos corresponden con los pagos efectuados.
6. Instalar equipos contadores específicamente los metros contadores que registran los volúmenes de agua consumida en las diferentes zonas especificadas en el trabajo.
7. Se debe continuar el desarrollo de este tema por la importancia que tiene para la empresa, pues el objetivo de la tesis fue evaluar la gestión de proceso en la estación básica de abasto de agua La Caridad y otras estaciones básicas donde se ha presenta la necesidad de la gestión de proceso.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Referencias Bibliográficas.

Colectivo de Autores. (n.d.). El Ciclo de Agua. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación*. Retrieved June 22, 2010, from <http://www.h2o.net>

Colectivo de Autores. (2006). Procedimiento de Monitoreo de la red de Calidad de Agua.. Indicaciones del Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. *Ciudad de la Habana*, 1,2, 11.

Colectivo de Autores. (2006). Redimensionamiento de la Red de Calidades las Aguas. Indicaciones del Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. *Ciudad de la Habana*, 1,2, 11.

INRH, DNAA. (1997).Manual para operadores de estaciones de bombeo de acueducto. La Habana.

Lenntech. (2004) Origen de la Aguas Residuales en la tierra
Retrieved From. http://www.lenntech.com/español/feedback_esp.htm. 10 de Marzo de 2009



BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

- Appelo C.A.J. (1995). *Standard Methods for examination of Water and waste*. Postma Geochemistry Ground Water and Pollution A.A .Balkema (Published Rotterman Edition., Vols. 1-3, Vol. 1). New York: Brookfield.
- (n.d.). *Ingeniería del agua*.
- Betancourt Aguilar, Carmen R. (2000). Estudio de la Calidad del agua de pozos en el municipio Palmira para el abasto social. 10.
- Bodero, María Elena. (2003). Los servicios de saneamiento del Perú: Panorama del sector. *Servicio Universitario Mundial del Canadá/Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional*, 29.
- Cavalhio St Patrick Antonio Stewart. (2006). *Análisis de la Eficiencia Energética en la Empresa Aprovechamiento hidráulico Cienfuegos (EACHF) Como eficaz indicadores de la gestión ambiental empresarial*. Tesis presentada en opción de grado científico de Master, Universidad de Cienfuegos.
- Cherta Marrero, Natividad Rosario. (2003). Contaminacion de las aguas de la provincia de Cienfuegos, 10.
- Colectivo de Autores. (2006). Redimensionamiento de la Red de Calidadde las Aguas. Indicaciones del Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. *Cuidad de la Habana*, 1,2, 11.
- Colectivo de Autores. (2003). *Curso Avanzado sobre Contaminación de Aguas Subterráneas, Monitoreo, Evaluación y Recuperación* (Vols. 1-3, Vol. 1).
- Colectivo de Autores. (n.d.). Foro Mundial de Agua. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
- Colectivo de Autores. (n.d.). El Ciclo de Agua. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación*. Retrieved June 22, 2010, from <http://www.h20.net>.

Colectivos de Autores. (n.d.). Ahorro de Energía en Sistemas de Bombeo y Gestión de agua.

Dourojeanni Al. (1991). Propuesta para el ordenamiento de los sistemas de gestión de agua en los países de la región, 43.

Dwayne O kieth Simson. (n.d.). *Revisión de la implantación del Sistema de Gestión de Calidad del proceso de generación de vapor del hospital Universitario Dr. Gustavo Aldereguia Lima*. Universidad de Cienfuegos. Retrieved from intranet.ucf.edu.cu.

Echevarria Díaz, Juan José. (2001). *Historia de la Hidráulica en la provincia de Cienfuegos*. Cuba.

El agua potable. (n.d.). . Retrieved from www.El agua potable apta para el consumo es esencial - Fuentes de abastecimiento.mht.

Estupiñán Luís, Francisco W. (2006). Proyecto de Mejoramiento de la red de calidad de las aguas de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos. *En VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA HIDRUALICA*.

Evaluación de la Calidad Sanitaria del Agua, en la red de distribución e instalación intradomiciliarias en comunidades urbanas. (1992). Salud Ambiental (AIDIS - INHEM, Cuba. Vol. 1).

Ferder G., G. Le Moigne. (1994). Managing water in a sustainable manner, 25.

Francisco Wilfredo Martín. (n.d.). *Informe técnico de Gestión del Agua en la Provincia de Cienfuegos*. Cienfuegos.

Grupo ABAR. (1998). Prevención de la contaminación. Identificación de sustancias contaminantes. Control de Calidad. Cuadernos de difusión Medio Ambiental. *Delegación general de Madrid, Volumen 2 calidad de los Rios 2nda edicion*, 14.

Gutiérrez Díaz Joaquín, Alfonso Fleites Miguel Enrique. (1995). Calidad del Agua para el Abasto Comunitario. Tecnología de Bajo Costo para la Potabilización de Agua. Experiencia cubana.

Ing. Néstor Ramón Pérez. (n.d.). *Bombas, ventiladores, y compresores*. Calle 116 s/n .127
CUJAE Mariano ciudad de la habana. Editora ISPAJE.

INRH, DNAA. (1997). *Manual para operadores de estaciones de bombeo de acueducto*. La
Habana.

La enciclopedia libre. (n.d.). Bombas de agua por bombas eolicas Definición y operación.
Retrieved from <http://www.wikipedia>, la enciclopedia libre 5.mht.

la enciclopedia libre. (n.d.). Bombas hidráulicas Definición y operación de las bombas
hidráulicas. Retrieved from <http://www.wikipedia>, la enciclopedia libre 5.mht.

La enciclopedia libre. (n.d.). Bomba de ariete Definición y operación de las bombas de ariete.
Retrieved from <http://www.wikipedia>, la enciclopedia libre 5.mht.

Mc Graw - Hill. (1990). *Normas de Abastecimiento de Agua*. Río de Janeiro, Brasil.
*Associacao Brasileira de Normas Técnicas ABNT, A Handbook of Community Water
Supplies*. 4a edición.

Msc. Rita Sobrepera. (2004). *Metodología para la Gestión de agua en empresas de
producción y servicios. Empresa de fertilizantes nitrogenados de Cienfuegos*. Tesis
presentad en opción de grado cientifio de Master, Universidad de Cienfuegos.

NC 93-03-85. (n.d.). *Higiene comunal. Sistema de Abastecimiento Público de Agua*.

Pérez Franco, Diosdado. (1995). *La explotación del agua subterránea. Un nuevo enfoque*.
Editorial Científico-Técnica.

Tremols Molina, J.I. (n.d.). *Operación y mantenimiento de los acueductos rurales*.

Tullis, J. P. (1995). *Fiabilidad y vida útil de elementos dinámicos en un sistema de distribución
de agua*. Yaniel Suarez Hernandez. (1999). *Uso eficiente del agua en la empresas
industriales Estudio de caso Combinado Lacteo escambray*. Tesis presentada en para el
trabajo de diploma. Universidad de Cienfuegos.



ANEXOS



Anexo 1. Tabla de consumo de electricidad /volumen bombeado

2007		2008		2009	
vol m3	elec. kw/mes	vol m3	elec.kw/mes	vol m3	elec.kw/mes
46314	8640	43654	11760	43524	12540
41832	7688	39101	10480	45360	10349
43314	8800	42444	11440	43524	10443
28236.6	7680	42120	10960	43370	10262
37051.2	7040	35712	14560	26114	7264
18512	7760	33696	9780	26040	6587
36414	8490	55242	13480	12028	9940
46314	8499	50520	11400	27900	10930
44820	8492	48600	10831	11920	9690
46314	8476	50220	11656	25974	10600
36472	7440	42120	11334	24911.2	6771.6
38016	8499	43524	12180	24188	4186

Anexo 2 Volumen plan /real para 2007-2009

Meses	Vol Mm3	2007	2008	2009
		44.5	35.6	30.9
Enero	Plan	46.3	41.3	43.5
	Real	40.1	33.1	27.9
Febrero	Plan	41.8	39.3	39.3
	Real	44.4	35.6	30.8
Marzo	Plan	46.3	36.5	43.4
	Real	43	34.4	26.1
Abril	Plan	40.3	43.5	37.8
	Real	44.5	44.5	27
Mayo	Plan	36.7	54.7	26.1
	Real	43	43	26.1
Junio	Plan	43.9	33.7	26
	Real	44.6	44.5	27
Julio	Plan	44.8	37.5	27.2
	Real	44.5	44.5	27
Agosto	Plan	46.3	43.5	25.3
	Real	43	43	26.1
Septiembre	Plan	44.8	40.7	23.6
	Real	44.5	44.5	29,,2
Octubre	Plan	46.3	43.6	27.7
	Real	43	34.4	20.2
Noviembre	Plan	36.5	42.2	24.99
	Real	44.5	35.5	20.9
Diciembre	Plan	38	43.5	24.2
	Real	38	43.5	24.2

Anexo 3 Datos técnicos de la bomba y el motor

La Federal (La Caridad Eq# 2)

CF-0721

Proyecto: Pos. 4 + 5A
Nº proyecto: Pinar del Río

Fecha: 2006-04-27
Creado por: Bár, Hans-Dieter

WILO EMU

Datos técnicos
Bomba sumergible

Bomba
K 85 S

Etapas
3

Motor
NU 80-2/40

Fluido bombeado		Punto de diseño		Caudal nominal		25		l/s	
Sólidos		Tipo		Altura de impulsión nominal		90		m	
Weight %		0		Altura geodésica		0		m	
Temperatura de trabajo t A		30		°C		NPSH disponible		0	
pH a t A		7				Presión de entrada		0,0979	
Densidad para t A		0,9983		kg/dm³		Altitud sobre el nivel del mar		1000	
Viscosidad cinemática		1,005		mm²/s		Tipo de instalación		Instalación vertical	
Presión de vapor para t A		0,023		bar		Diámetro perforación			
Tensión		220		V		Datos del punto de trabajo			
Frecuencia		60		Hz		Caudal		25,00	
Bomba						Altura impulsión		90	
Fabricante		WILO EMU				Potencia absorbida		P ₂ 29,6	
Tipo		K 85 S				Rendimiento hidráulico		74,1	
Tamaño de construcción		8" (Ø192 - Ø200)				Potencia absorbida		P ₁ 34,5	
Sentido de giro		en el sentido del reloj				NPSH requerido (bomba)		8,7	
Presión máxima de trabajo		12		bar		Velocidad		3480	
Boca impulsión		Presión nom. PN16				Motor			
		Ø nominal DN125				Fabricante / tipo		WILO EMU NU 80-2/40	
Etapas		3				Ejecución		NU (llenado glicol)	
Tipo de rodete		Rodete semiaxial				Potencia		32,5	
Ejecución rodete						Tensión eléctrica		220 - 3	
						Frecuencia		60	
Rodete Ø		Máx. 144		mm		Potencia absorbida en potencia nominal		38,5	
		seleccionado 139,6		mm		Intensidad absorbida con potencia nominal		116	
		Mín. 113		mm		Nº de polos		2	
Caudal		nominal 25,1		l/s		Velocidad nominal		3441	
		máx. 33,6		l/s		Carga		125 / 100 / 75 / 50 / 25 %	
		mín. 7,9		l/s		cos phi		0,87/0,86/0,84/0,74/0,53	
		nominal 87,9		m		cos phi en arranque		0,45	
Altura impulsión		máx. 113		m		Rendimiento		84,1/85,7/85,7/81,8/68,8	
		mín. 51,1		m		Modo de func. (VDE 0530)		S1	
Altura H(Q=0)		123		m		Temperatura máx. del fluido		30	
P2 máx.		31,7		kW		Velocidad mín. de flujo		0,1	
Peso unidad		173		kg		Intensidad arranque dir./est.-tri.		720 / 240	
Materiales bomba - ejecución materiales		A		Par de arranque		150		Nm	
Aspiración		FG 25		Momento de inercia		0,0254		kg m²	
Etapa difusor		FG 25		Máx. arranques / h		10			
Impulsión PN 10-16		FG 25		Tipo de protección del encendido		IP 68			
Impulsión PN 25-40		FG 25		Peso motor		119		kg	
Rodete		G-Cu Sn10		Cable motor					
Anillo fijo de desgaste		G-Cu Sn7 Zn Pb		Cable motor máx. admisible				mm²	
Eje bomba		AISI 420							
Camisa eje		AISI 420							
Cojinete extremo bomba		Latón + NBR		Ejecución:		A B C			
Tornillos / cinta tensor		A 2 - 80, A 2.3		Sellado eje:		Cierre mecánico Cierre mecánico Cierre mecánico			
Tuercas		A 2 - 80, A 2.3		Tubo estator:		AISI 304 AISI 304 AISI 316Ti			
				Carc. sup. cojinete:		FG 20 FG 20 G-Cu Sn 10			
				Carc.inf. cojinete:		FG 20 FG 20 FG 20			
				Pieza inferior:		FG 20 G-Cu Sn 10 G-Cu Sn 10			
				Gorrón:		AISI 431 AISI 431 1.4462 (BS 318 S13)			
Anotaciones:				Piezas goma:		EPDM EPDM EPDM			

Anexo 4 Curva Característica de la bomba.

Proyecto: Pos. 4 + 5A
Nº proyecto: Pinar del Río

Fecha: 2006-04-27
Creado por: Bär, Hans-Dieter

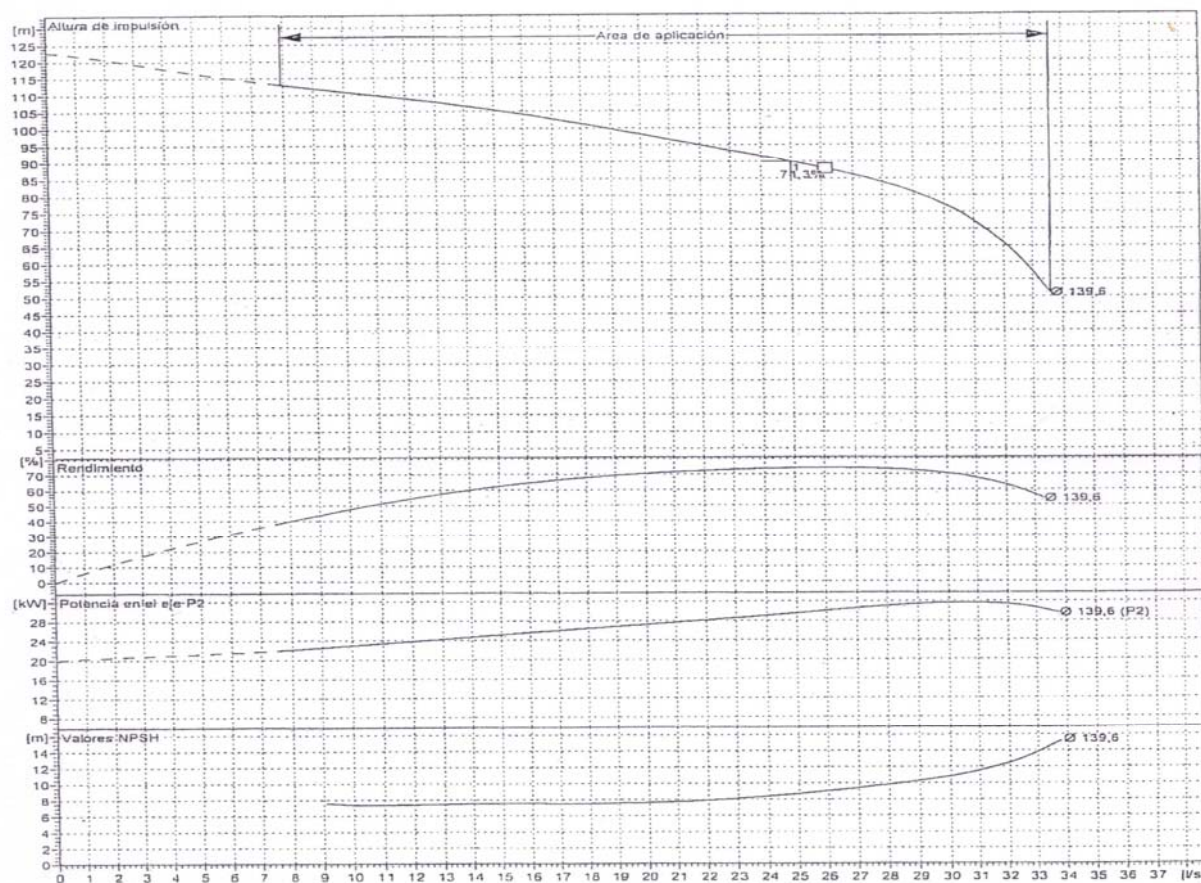
WILO EMU

Curvas
Bomba sumergible

Bomba
K 85 S

Etapas
3

Motor
NU 80-2/40



Bomba			Datos del punto de trabajo		
Etapas	3		Caudal	25,00	l/s
Rodete Ø	seleccionado 139,6	mm	Altura impulsión	90	m
Velocidad nominal	3500	1/min	Potencia absorbida	P ₂ 29,6	kW
Frecuencia	60	Hz	Rendimiento hidráulico	74,1	%
Tipo de rodete	Rodete semiaxial		Potencia absorbida	P ₁ 34,5	kW
Motor			NPSH requerido (bomba)	8,7	m
Potencia nominal	32,5	kW	Velocidad	3465	1/min
Potencia nominal de la bomba	--				

Anexo 5 Dibujo de bomba centrífuga sumergible vertical

Proyecto: Pos. 4 + 5A
Nº proyecto: Pinar del Rio

Fecha: 2006-04-27
Creado por: Bär, Hans-Dieter

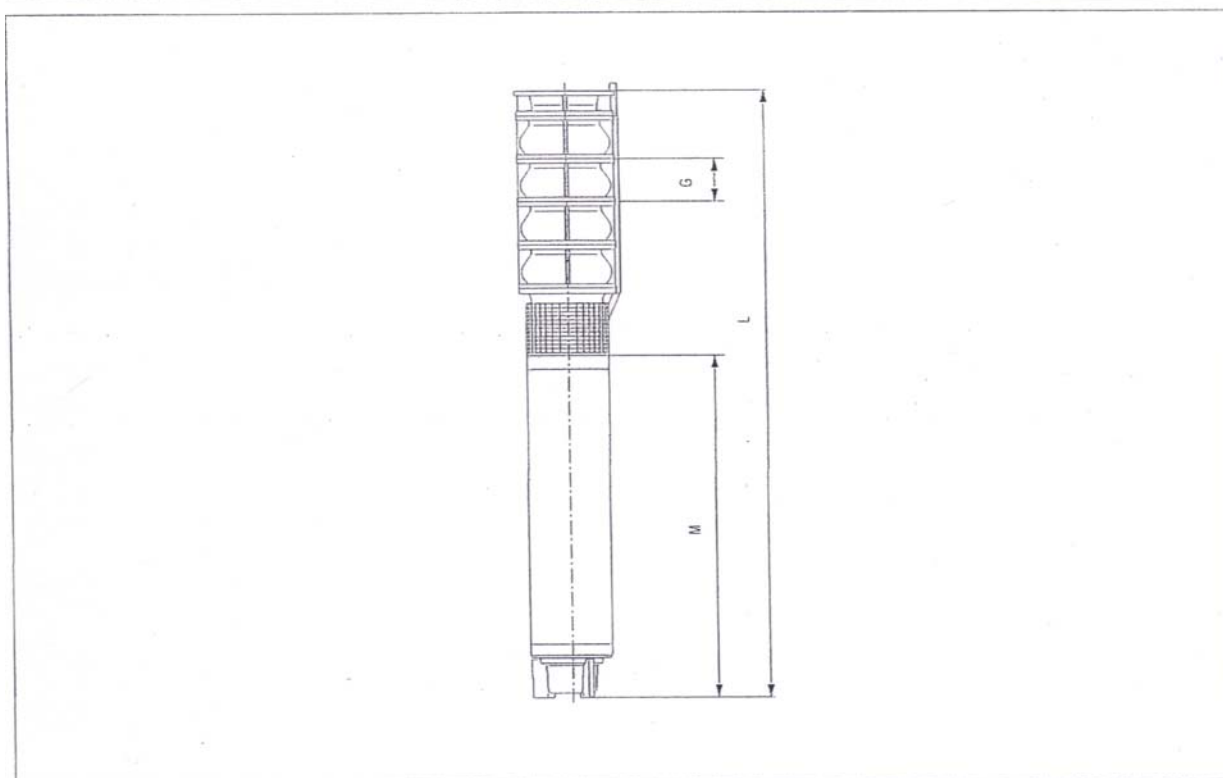
WILO EMU

Datos técnicos
Bomba sumergible

Bomba
K 85 S

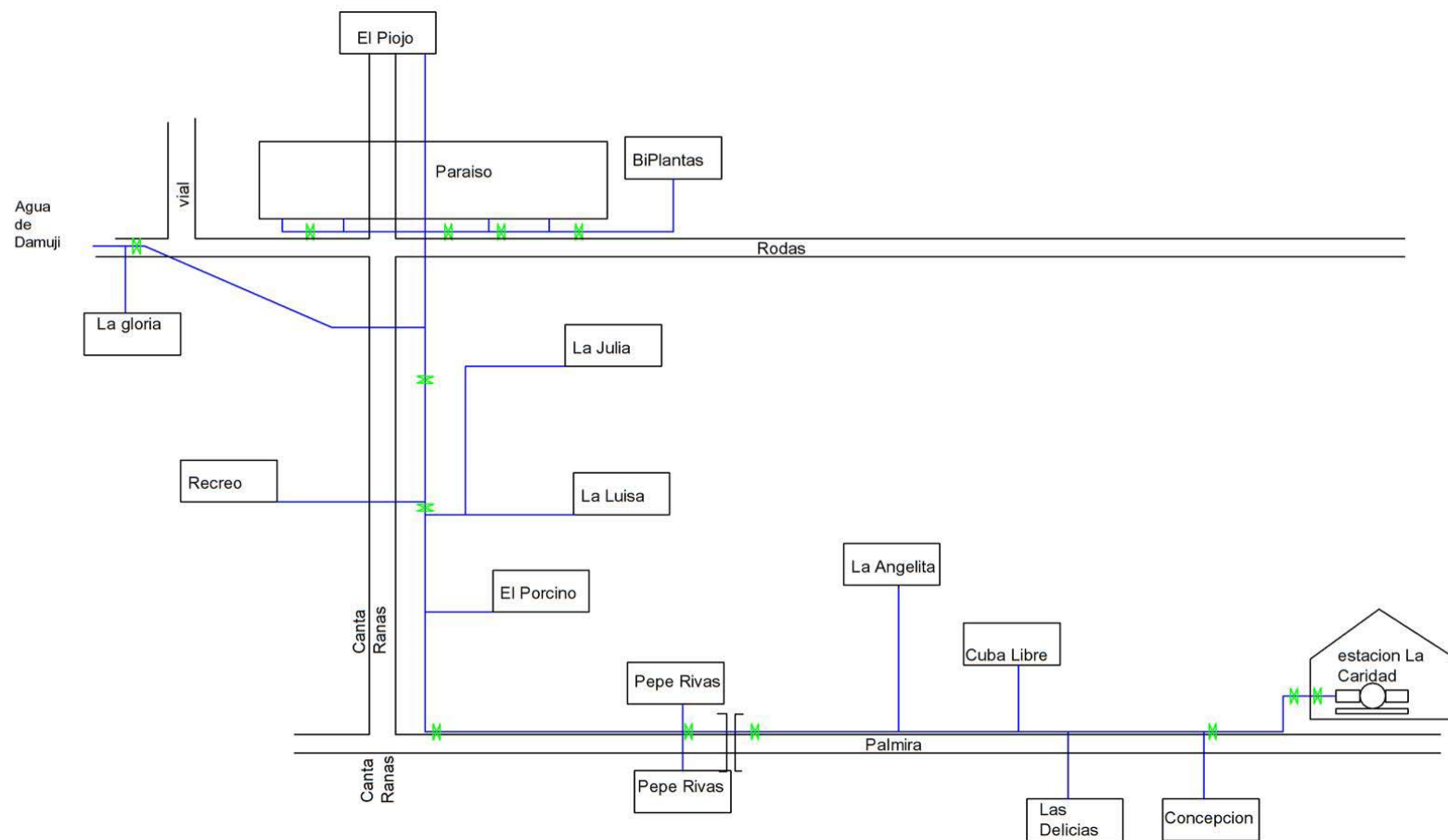
Etapas
3

Motor
NU 80-2/40



Medidas en mm				Conexiones	
G	120			Impulsión	Intake piece
M	995			DN125	
L	1653			PN16	

Anexo 6 Diagrama de distribución de agua en la estación básica La Caridad



Anexo 7 Diagrama de montaje de la bomba en el pozo.

Colocación

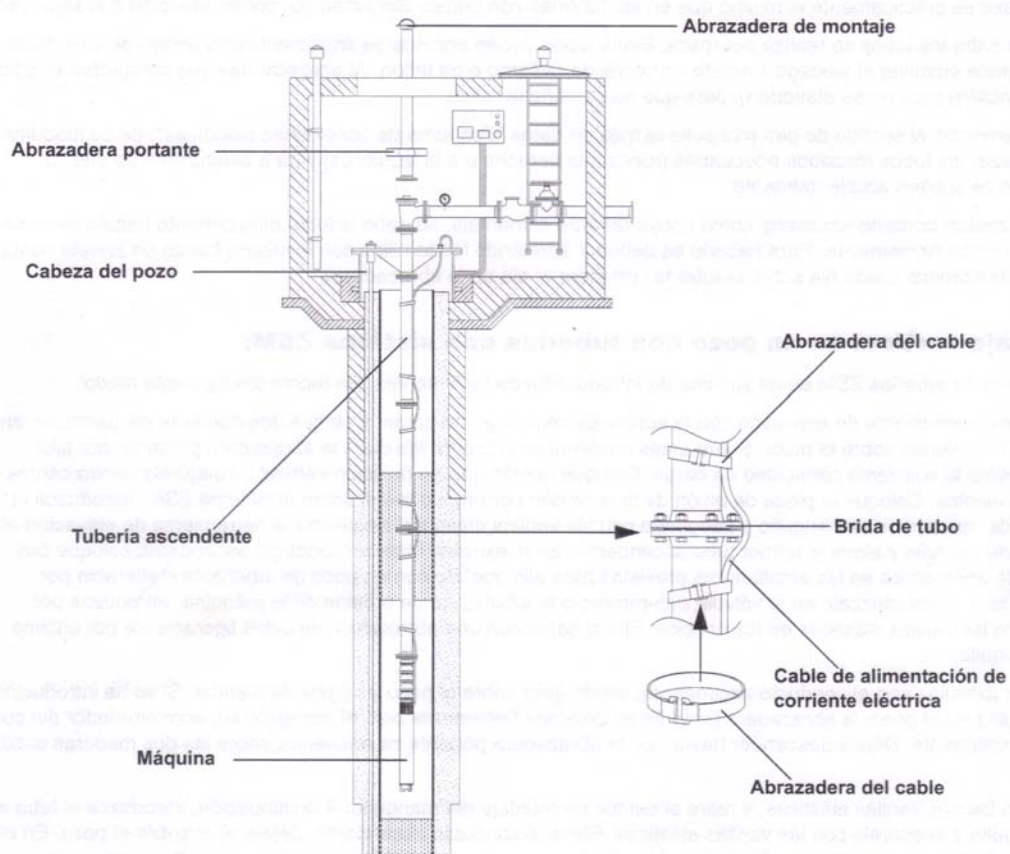


Fig. 5-6: Montaje de la máquina en un pozo

Anexo 8 Consumo de agua por usuario o producto

USUARIO O PRODUCTO	UNIDADES	Litros de agua/ UNIDADES
Municipalidades	Por hab / día	300
Petróleo refinería	Por bbl de crudo	2.900
Pólvora sin humo	Por toneladas	190.000
Residencia	Por / persona	120 – 200
Restaurantes	Por comida	16.5
Transporte (ferrocarril)	Por ton/km	2
Tenerías :	Por 50 kg cuero crudo	
Taninos		3.000
Cromo		3.000

Anexo 9

(A) Vista lateral de la caseta de la bomba sumergible.



(B) Vista frontal de la estación básica de abasto de agua subterránea

