

EVALUACIÓN FINANCIERA A PROYECTOS DE INVERSIÓN EN
MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN EN HYDROS MELGAR
S. EN CA. ESP.

CARLOS AUGUSTO ANAYA GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
POSGRADO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

EVALUACIÓN FINANCIERA A PROYECTOS DE INVERSIÓN EN
MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN EN HYDROS MELGAR
S. EN CA. ESP.

CARLOS AUGUSTO ANAYA GONZÁLEZ

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

DIRECTOR
FERNANDO GARCÍA GÓMEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
POSGRADO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha dado la fortaleza de alcanzar esta nueva meta.

A todos y cada uno de los integrantes de Hydros Melgar S en CA ESP, que apoyaron y colaboraron para la realización de este trabajo especialmente para el personal operativo del sistema de captación Bocatoma San José la Colorada y la planta de tratamiento de agua potable.

A Luis Fabián Castilla por la oportunidad de aplicar e implementar los conocimientos adquiridos.

DEDICATORIA

A toda mi familia que me ha apoyado para poder obtener este logro, a mis tíos, mi hermano y especialmente a mi esposa por la paciencia y amor incondicional de cada día nuevo que emprendo y a mis viejos que desde donde estén se sientan orgullosos.

Carlos Augusto

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. ASPECTOS GENERALES	16
1.1 MISIÓN	16
1.2 VISIÓN	17
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO	18
1.6 ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA	19
1.6.1 Marco teórico	19
1.6.2 Marco conceptual	20
1.6.2.1 Proyecto de inversión	20
1.6.2.2 Punto de equilibrio	21
1.6.2.3 Tasa de rendimiento sobre la inversión	22
1.6.2.4 Valor presente neto	22
1.6.2.5 Relación costo-beneficio	24
1.6.2.6 Tasa interna de retorno	24
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	25
2.1 CAPTACIONES	25
2.1.1 Bocatoma quebrada la palmara	25
2.1.2 Bocatoma río Sumapaz	25
2.1.2.1 Captación succión positiva	25
2.1.2.2 Captación succión negativa	27

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	29
3.1 EQUIPO ROTATIVO	29
3.1.1 Sistema de bombeo N° 1	30
3.1.2 Sistema de bombeo N° 2	31
3.1.3. Sistema de bombeo N° 3	33
3.2 SISTEMA ELÉCTRICO	35
3.2.1 Subestación eléctrica	35
3.2.2 Tableros eléctricos	37
3.3 LÍNEAS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN	41
3.3.1 Sistemas de bombeo N° 1 y 2	41
3.3.2 Sistema de bombeo N° 3	42
3.4 HISTÓRICOS DE MANTENIMIENTO	43
3.4.1 Equipo rotativo	44
3.4.2 Sistema eléctrico	46
3.4.3 Líneas de succión e impulsión	47
4. DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS	48
4.1 EQUIPO ROTATIVO	48
4.2 SISTEMA ELÉCTRICOS	51
5. EVALUACIÓN FINANCIERA	55
5.1 VALOR PRESENTE NETO	57
5.2 TASA INTERNA DE RETORNO	58
5. CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Emblema corporativo	16
Figura 2. Punto de equilibrio	21
Figura 3. Captación tipo dique construida en el año de 1955	25
Figura 4. Tanques predesarenadores y de succión de los sistemas de bombeo N° 1 y 2	26
Figura 5. Sistema de bombeo N° 1	27
Figura 6. Cárcamo bomba 3 y salida de 12"	27
Figura 7. Línea de impulsión de 12"	28
Figura 8. Anclajes Sistema de bombeo N° 2	29
Figura 9. Vista lateral del impulsor y área de empaquetadura	30
Figura 10. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 1	31
Figura 11. Escape por prensa estopa y cuerpo de la bomba	32
Figura 12. Impulsor y aleta partida	32
Figura 13. Cavitación y erosión en el impulsor	32
Figura 14. Eje deteriorado	33
Figura 15. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 2	33

Figura 16. Vista general de la bomba al retirar la tapa	34
Figura 17. Deterioro de una de las camisas de sello y anillos de desgaste	34
Figura 17. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 3	35
Figura 19. Seccionador	35
Figura 20. Transformador de 500 KVA	36
Figura 21. Generador eléctrico Diesel	36
Figura 22. Transferencia manual	37
Figura 23. Tablero eléctrico sistema de bombeo N° 1 y 2	38
Figura 24. Contactores sistemas de bombeo N° 1 y 2	38
Figura 25. Tablero eléctrico sistema de bombeo N° 3	39
Figura 26. Contactores sistemas de bombeo N° 3	40
Figura 27. Banco de condensadores	40
Figura 28. Válvulas de succión	41
Figura 29. Válvula y cheque de descarga	42
Figura 30. Internos de cheques y válvulas de descarga	42
Figura 31. Línea de succión y válvula de pie	43
Figura 32. Válvulas línea de impulsión antes del cabezal	43
Figura 31. Flujo de caja	57

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Histórico de mantenimiento equipo rotativo	44
Tabla 2. Costos mantenimiento equipo rotativo año 2010	45
Tabla 3. Histórico de mantenimiento sistema eléctrico	46
Tabla 4. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 1	48
Tabla 5. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 2	49
Tabla 6. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 3	50
Tabla 7. Costos por m ³ bombeado	51
Tabla 8. Costos rehabilitación tableros eléctricos	52
Tabla 9. Costos cambio de usuario no regulado a regulado	53
Tabla 10. Costos banco de condensadores	54
Tabla 11. Cuadro Capital y ahorro	55
Tabla 12. Costo anual estimado tras rehabilitación de los sistemas	56
Tabla 13. Valor presente neto	57
Tabla 14. Tasa interna de retorno	58

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Cotizaciones mantenimiento generador eléctrico K19 Cummins	61
ANEXO B Curva bombas N° 1 y 2	68
ANEXO C Curva bomba N° 3	69
ANEXO D Resolución 312 de 2005	70

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN FINANCIERA A PROYECTOS DE INVERSIÓN EN MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN EN HYDROS MELGAR S. EN CA. ESP.*

AUTOR: CARLOS AUGUSTO ANAYA GONZÁLEZ**

PALABRAS CLAVES: PROYECTO, INVERSIÓN, ANÁLISIS, TÉCNICO, FINANCIERO, VIABILIDAD.

Evaluar la viabilidad de un proyecto desde la perspectiva financiera, logra objetividad frente a las personas que solo piensan en el funcionamiento y la operación de los proyectos. Se realizó la descripción del sistema de captación para poder contextualizar el entorno en el que se encuentran los proyectos a analizar y la influencia en la operación del sistema vital para la prestación del servicio de acueducto.

Se realizó un análisis técnico al equipo rotativo, sistema eléctrico, líneas de impulsión y succión, con el cual se plantean soluciones según expectativas de la gerencia general, seleccionando las soluciones tecnológicas más adecuadas y eficientes.

Con el planteamiento de las soluciones, se cuantifica el valor de dichas soluciones para evaluar su viabilidad respecto al ahorro estimado en costos de operación (corriente reactiva), bajo mantenimiento y aumento de la eficiencia hidráulica.

Con los costos cuantificados se emplea la tasa de oportunidad definida por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, se seleccionan las técnicas de valor presente neto y la tasa interna de retorno, que son los métodos de más fácil análisis que demostraron la viabilidad de realizar los proyectos de inversión planteados, revelando un escenario favorable para llevar a cabo las inversiones propuestas.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Fernando García, Ingeniero Químico.

SUMMARY

TITLE: FINANCIAL EVALUATION FOR INVESTMENT PROJECTS IN MAINTENANCE FOR COLLECTION SYSTEM IN HYDROS MELGAR S. IN CA. ESP. *

AUTHOR: CARLOS AUGUSTO ANAYA GONZALEZ **

KEYWORDS: PROJECT, INVESTMENT, ANALYSIS, TECHNICAL, FINANCIAL, VIABILITY.

Evaluate the feasibility of a project from the financial perspective achieve objectivity towards people who think only in the projects functioning and operation. We performed the description of the collection system in order to contextualize the analyzed projects environment and the influence to operation in the system, vital for the provision of the aqueduct service.

Was conducted technical analysis to rotating equipment, electrical systems, drive and suction lines, was generating solutions according with the management expectations, selecting the most appropriate and efficient technological solutions.

With the approach of the solutions were quantified the value of these solutions to assess their viability relative to the estimated savings in operating costs (reactive current), low maintenance and increased hydraulic efficiency.

With those quantified costs, the opportunity rate and the internal rate of return are used to calculate the current fees defined by the Drinking Water and Basic Sanitation Regulation Commission techniques, these method results the easiest way for financial analysis that demonstrated the feasibility of carry out investment projects proposed, presenting favorable conditions for carrying out the proposed investments.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering, Maintenance Management Specialization.
Director: Fernando García, Chemical Engineer.

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de inversión en empresas de servicios públicos, poseen gran responsabilidad social, debido a la naturaleza de sus recursos los cuales son de difícil adquisición, por lo que la evaluación financiera debería ser indispensable para lograr apreciar todos los factores incluyendo su rentabilidad, que es un término al parecer, desconocido para los funcionarios públicos.

La priorización en la ejecución de proyectos en este tipo de empresas va encaminada a garantizar la prestación del servicio, fundamentalmente si estamos hablando del servicio más vital que requiere el ser humano como lo es el agua potable.

Por ello la evaluación financiera se centrará en los proyectos de inversión para el sistema de captación que es el encargado de suministrar entre el 40 y 70 % (dependiendo de factores climáticos) del agua requerida por la planta de tratamiento.

La evaluación de proyectos de inversión no es un tema difícil de digerir, la dificultad se halla en la realización de un análisis detallado que identifique las soluciones tecnológicamente más eficientes, amigables con el ambiente y de fácil mantenimiento.

1. ASPECTOS GENERALES

Figura 1. Emblema corporativo



Fuente: <http://www.caudalesdecolombia.com.co>

Hydros Melgar S en CA ESP. Empresa prestadora de los servicios de Agua potable y Saneamiento Básico del Municipio de Melgar (Tolima).

1.1 MISIÓN

Hydros Melgar S. en C.A. E.S.P. es una Empresa Prestadora de Servicios Públicos, ubicada en el Municipio de Melgar – Tolima, dedicada a satisfacer las necesidades básicas de Acueducto, Alcantarillado y Saneamiento Básico de los Usuarios en la zona rural y urbana del Municipio, asegurando la calidad, continuidad y cobertura de los servicios prestados con conciencia ambiental; operando dentro del marco legal definido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Nuestro compromiso incluye la satisfacción de nuestros Usuarios, el mejoramiento de calidad del servicio y la preservación del medio ambiente, garantizando la generación de valor a nuestros accionistas.

1.2 VISIÓN

En el año 2016 Hydros Melgar S. en C.A. E.S.P. estará consolidada como una empresa líder en la Gestión Integral de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Saneamiento Básico, garantizando la conservación del Recurso Hídrico; generando bienestar y desarrollo a la comunidad a través del aumento de la cobertura y garantizando la continuidad y calidad del servicio; sobre la base de un equipo de trabajo competente y comprometido con el mejoramiento continuo.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Síntomas:

- Fallas constantes en equipos de bombeo.
- Altos consumos de energía.
- Baja disponibilidad de equipos.
- Fallas en el cabezal entre la unidad de bombeo y planta de tratamiento.

Causas:

- Mantenimiento y montaje inadecuado.
- Sistemas eléctricos antiguos, motores de baja eficiencia.
- Mal estado de los equipos y deficiencia en el suministro de energía.
- Operación inadecuada debido a la ausencia de facilidades para el cebado de las tuberías.

La estación de captación “Bocatoma San José la Colorada” perteneciente a Hydros Melgar S en CA E.S.P presenta fallas continuas en equipos de bombeo, altos consumos de energía, fallas en el suministro de energía y averías en el cabezal entre la unidad de bombeo y la planta de tratamiento debido a la ausencia de facilidades para el cebado de la tubería.

Estos problemas requieren el análisis técnico y financiero, que garantice la correcta inversión de los recursos públicos que serán destinados para el mejoramiento en la prestación del servicio de agua potable para el municipio de Melgar.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

- Determinar la viabilidad de los proyectos de inversión en mantenimiento mediante una evaluación financiera.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar un análisis técnico a los equipos y sistemas eléctricos e hidráulicos para determinar su estado actual.
- Determinar si es viable la reparación de los equipos o la reposición de estos mediante un análisis costo beneficio.
- Realizar las selecciones de las soluciones tecnológicas que contribuyan en el ahorro energético.
- Realizar la evaluación financiera a los proyectos de inversión determinados por la gerencia.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO

Las tomas de decisiones para la realización de proyectos de inversión en el área de mantenimiento, deben argumentarse en aspectos técnicos, ambientales, sociales y financieros que de no ser planteados adecuadamente culmina con la ejecución de la propuesta menos adecuada. Por ello se adentrará en el análisis financiero que a despensas de los demás aspectos es imparcial y predominante en la toma de decisiones.

El sistema de captación provee entre el 40% y el 70% (dependiendo de factores climáticos) del agua requerida por la planta de tratamiento. Este porcentaje afecta directamente la prestación del servicio de acueducto y por consiguiente el recaudo por facturación.

Esta relación enfatiza la importancia del desarrollo y análisis de las soluciones más óptimas.

Por lo que estas decisiones serán analizadas con sus consecuencias a futuro mediante el criterio de evaluación de proyecto más adecuado.

1.6 ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA

1.6.1 **Marco teórico.** En el transcurso del estudio de la Evaluación de Proyectos se han desarrollado una serie de métodos basados en la economía comparando los costos y beneficios que acarreará determinado proyecto de inversión, de tal manera que pueda tomarse una decisión en cuanto a la conveniencia del mismo; para ello debe hacerse una correcta asignación de los recursos asegurando que el resultado del análisis tenga una base sólida desde su formulación.

Es por esto que a través de los años los proyectos se han convertido en un importante instrumento que permite visualizar los resultados potenciales, de rentabilidad económica y financiera que se pueden lograr en un futuro; así como en una exigencia por parte de las instituciones financieras, para tener una mayor certidumbre sobre la recuperación de los recursos otorgados.

La toma de decisiones en la realización de proyectos se supedita a situaciones que no son resultado de análisis de mercado, estrategias de oferta y demanda o evaluaciones financieras, por lo contrario resultan de competencias desleales, acaparamiento del mercado por parte de un gran conglomerado, tragedias naturales, circunstancias políticas y corrupción entre otras.

Existen muchos ejemplos de proyectos exitosos como de fracasos inesperados, pero los grandes éxitos, están precedidos por estudios serios que reflejan los escenarios de inversión más reales.

Tanto los grandes como los pequeños proyectos están sujetos a dichas circunstancias, pero existe un grupo particular de proyectos los cuales no se alejan de estas situaciones pero poseen menor influencia de estos. Hablamos de los proyectos de mejoramiento en una empresa ya constituida y principalmente los implementados en el área de mantenimiento los cuales se prorrogan por largos periodos de tiempo, siendo retomados solo cuando se evidencian los grandes retrasos en producción, baja calidad y accidentes entre otro.

Por ello se les debe dar la importancia que se merecen y la mejor manera de hacerlo es llevar estos proyectos a números o en el lenguaje más entendible para los cargos que toman decisiones; **dinero**. Partiendo de la lógica que los equipos al transcurrir su vida útil pierden la capacidad y calidad de producción, pero al no evaluar estos parámetros para justificar los proyectos a ejecutar se pierde competitividad, calidad y muchos recursos tratando de mantener productivos un lote de maquinaria en obsolescencia.

1.6.2 Marco conceptual

1.6.2.1 Proyecto de inversión. Un proyecto de inversión se puede definir como “un paquete discreto de inversiones, insumos y actividades diseñado con el fin de eliminar o reducir varias restricciones al desarrollo, para lograr uno o más productos o beneficios, en términos del aumento de la productividad y del

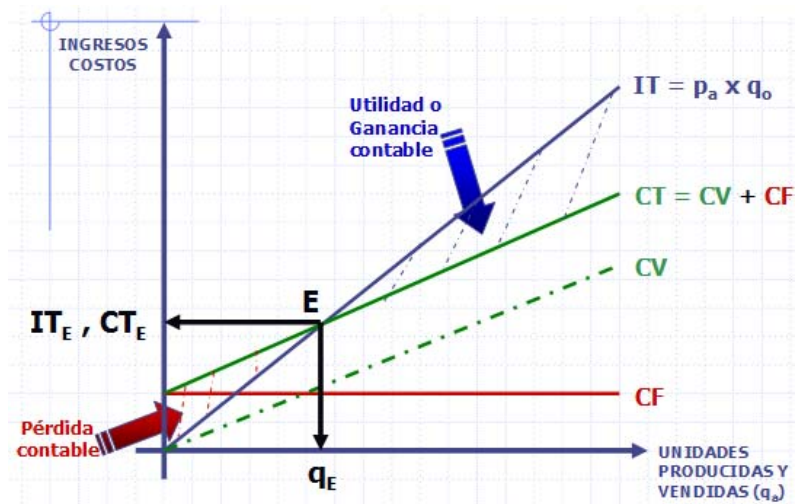
mejoramiento de la calidad de vida de un grupo de beneficiarios dentro de un determinado período de tiempo”¹

Un proyecto surge al plantear una idea que cubrirá una necesidad, que desde el punto de vista del mantenimiento es garantizar y/o aumentar la producción de un bien, debido a cambios del producto, nuevas tecnologías que economizan la producción y ampliación de la capacidad productiva.

Para el desarrollo de la evaluación financiera debemos conocer algunos de los métodos implementado para ello.

1.6.2.2 **Punto de equilibrio.** La producción de bienes o servicios genera una serie de costos que se clasifican en:

Figura 2. Punto de equilibrio



Fuente. Koch Tovar, Josefina. Manual del Empresario Exitoso. Edición electrónica. Eumed.net, 2006. p 67.

¹ Colin F. Bruce, The Project Cycle. An Introduction to the Stage of Project Planning and Implementation. Banco Mundial, Instituto de Desarrollo Económico, CN347a, mayo de 1982, p.1. Citado por Karen Marie Mokate. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Alfaomega, 2007.p.1. Banco Mundial,

Costos fijos (CF)

Son todos aquellos costos que se generan sin la necesidad de realizar un solo producto, dependen del tamaño de la infraestructura, cantidad de personal, arriendos, seguros, etcétera, que no dependen de la producción y son de modo constantes en el tiempo hasta cierto punto dependiendo si las condiciones mencionadas no se alteran.

Costos variables (CV)

Están relacionados directamente con la producción, existen siempre y cuando se produzca un producto y dependen directamente de la cantidad de producción elaborada, entre los que encontramos materia prima, energía, agua, etcétera.

1.6.2.3 Tasa de rendimiento sobre la inversión. Mide el rendimiento medio anual sobre la inversión y su cálculo se hace de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Ingreso total / año de vida útil}}{\text{Egreso total del proyecto}} \times 100 = \frac{\text{Ingreso anual}}{\text{Egreso total}} \times 100$$

1.6.2.4 Valor presente neto (VPN). Para tomar una decisión sobre la rentabilidad de un proyecto, se debe compararlo con el costo de oportunidad de los recursos invertidos en él.

El VPN representa la equivalencia presente de los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto², su importancia recae en la facilidad de realizar las operaciones llevando los veneficios y costos al día cero pudiendo realizar una análisis rapido y efectivo sobre la viabilidad del proyecto.

² Karen Marie Mokate. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Alfaomega, 2007. p. 138.

El VPN se calcula de la siguiente manera:

$$BN_t = B_t - C_t$$

Donde:

BN_t = beneficio neto en el período t,

B_t = beneficios brutos en el período t,

C_t = costos en el periodo t,

Convirtiendo los beneficios netos a su equivalencia en el periodo de referencia.

$$VPN = BN_0 + BN_1/(1+i_{op}) + BN_2/(1+i_{op})^2 + \dots + BN_T/(1+i_{op})^T$$

Donde i_{op} representa la tasa de interés de oportunidad del periodo y T el último período de la vida útil del proyecto.

Los beneficios anuales del proyecto por el costo de oportunidad corrige las ganancias que deberían recibir si se realizara no esta sino otra inversión. Esta corrección se debe realizar para analizar los datos en un mismo periodo de tiempo "hoy".

Es importante anotar que el cálculo del valor presente neto se basa en dos supuestos básicos:

Se asume que los beneficios netos generados por el proyecto serán a la tasa de interés de oportunidad, inclusive después de la vida útil del equipo.

Que la diferencia entre la suma invertida en el proyecto y el capital total que se disponga para invertir en general, se invierte a la tasa de interés de oportunidad utilizada en el cálculo.

Como análisis de los resultados que se obtengan encontramos:

$VPN > 0$ el proyecto es bueno desde el punto de vista económico

$VPN < 0$ el proyecto no es bueno desde el punto de vista económico

VPN = tomar la decisión de aceptarlo o rechazarlo es indiferente³

Para finalizar se reitera que el valor presente neto constituye sencillamente la equivalencia financiera presente de todos los flujos netos atribuibles al proyecto.⁴

1.6.2.5 Relación costo -beneficio. Es la relación que se obtiene cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide por el valor actual de la corriente de costos.

$$\text{Costo - Beneficio} = \frac{\text{Valor presente del flujo de efectivo}}{\text{Valor presente de la inversión realizada}}$$

El método de costo beneficio es poco utilizado debido que representa un índice porcentual y por ende pierde la valoración de la escala del proyecto en el caso de proyectos mutuamente excluyentes.

1.6.2.6 Tasa interna de retorno. La tasa interna de retorno es aquella tasa de interés con la cual se igualarán el valor presente descontado de todos los flujos de efectivo o ingresos, que genera el proyecto durante su vida útil y el monto total de la inversión realizada a valor presente.⁵

$$VPF_1 = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j} - F_0 = 0$$

F_0 = Inversión Inicial
 F_j = Flujos netos por período

Es decir que la tasa interna de retorno es igual a la tasa de interés de oportunidad mínima aceptable es decir hace que el valor presente neto sea igual a cero.

³ ORDUZ PRADA, Héctor. Evaluación de proyectos de inversión, Especialización en Gerencia de Mantenimiento Universidad Industrial de Santander, Escuela de ingeniería Mecánica, 2011. p. 83.

⁴ Karen Marie Mokate. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Alfaomega, 2007. p. 141.

⁵ Koch Tovar, Josefina. Manual del Empresario Exitoso. Edición electrónica. Eumed.net, 2006. P 73.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

A continuación se describe el conjunto de elementos que conforman el sistema de acueducto en lo referente a estructuras de captación, aducción, planta de tratamiento y distribución.

2.1 CAPTACIONES

2.1.1 **Bocatoma quebrada la palmara.** Es una bocatoma tipo dique con captación lateral y de fondo, entendiéndose bocatoma como la estructura hidráulica que capta el agua de una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto. Presenta una tubería de aducción entre la bocatoma y los desarenadores con una longitud aproximada de 160 metros.

Figura 3. Captación tipo dique construida en el año de 1955



Fuente. El autor

2.1.2 **Bocatoma Río Sumapaz.** Se realiza en las instalaciones de la bocatoma Fénix, está compuesta por dos captaciones de bombeo, una de succión positiva y la otra de succión negativa.

2.1.2.1 **Captación Succión Positiva.** La captación de succión positiva es la más antigua de las dos, está compuesta por 2 tuberías de concreto de 24" que llevan

las aguas captadas hacia un cárcamo desarenador. Por gravedad las aguas se dirigen hacia el cárcamo de succión, de donde se succionan por medio de dos bombas centrifugas marca Colbombas modelo C5E accionadas por un motor de 100 HP con su correspondiente tablero de control para enviarlas por medio de una tubería de PVC de 12" hacia la PTAP. Las imágenes siguientes muestran el estado actual de las bombas, tanques predesarenadores y succión de las bombas 1 y 2.

Figura 4. Tanques predesarenadores y de succión de los sistemas de bombeo N° 1 y 2



Fuente. El autor

Los predesarenadores y el tanque de succión son estructuras de tipo sencillo en concreto que cuentan con su barrera de protección. Los controles eléctricos y

tableros de las bombas 1 y 2 se encuentran ubicados en una estructura de mampostería sencilla con ladrillo a la vista.

Figura 5. Sistema de bombeo N° 1



Fuente. El autor

2.1.2.2 **Captación de succión negativa.** Está conformado por una bomba centrífuga marca Worthington modelo 8LN18 accionada por un motor marca US Motors de 300 HP, que impulsa el agua hacia la planta de tratamiento a través de la misma tubería de 12" en PVC.

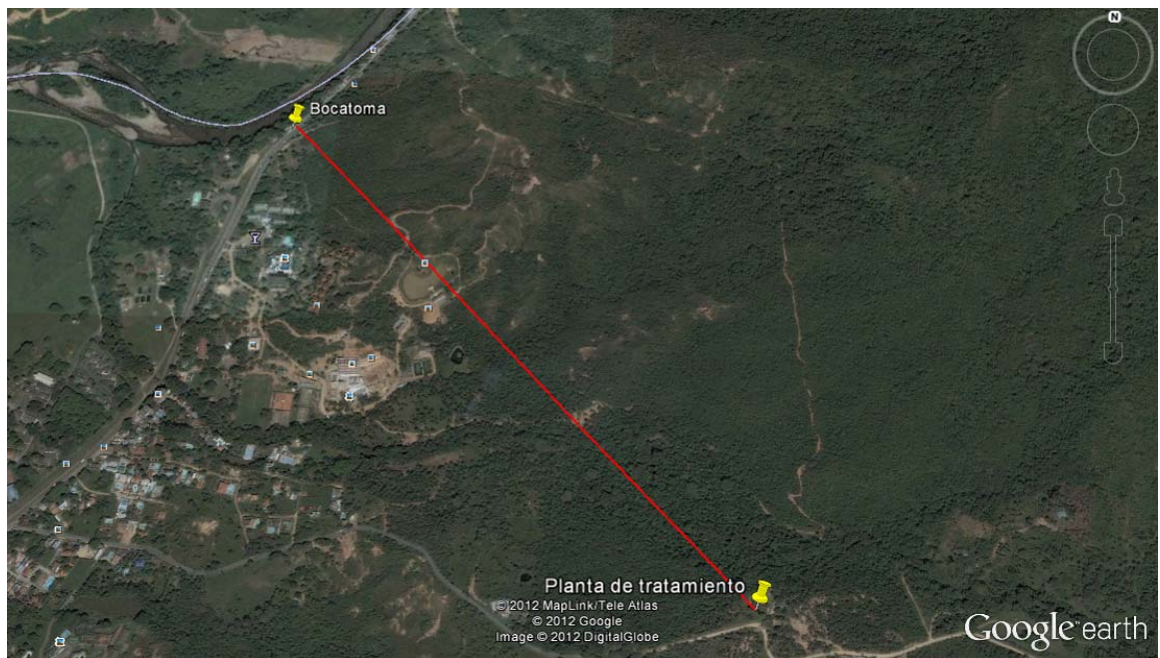
Figura 6. Cárcamo bomba 3 y salida de 12"



Fuente. El autor

La línea de impulsión entre el bombeo y la planta de tratamiento está conformada por una tubería de 12" en PVC y tiene una longitud aproximada de 1,5 Km. En su recorrido posee válvulas de doble acción (ventosa automática) con el fin de evitar que el aire separe la columna de agua en la red cuando esté en operación y permita la entrada de aire cuando se desocupe, evitando presiones inferiores a las atmosféricas, y la salida de aires cuando se está llenando la línea.

Figura 7. Línea de impulsión de 12"



Fuente. Google earth

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para identificar el estado actual de los equipos, sistemas eléctricos e hidráulicos se realizará un análisis técnico para poder determinar y priorizar las inversiones a realizar.

3.1 EQUIPO ROTATIVO

Los sistemas de bombeo ubicados en el cárcamo de la planta de captación, se encontraban en malas condiciones mecánicas, con altos consumos de energía, graves problemas de alineamiento, anclajes inadecuados e inexistentes, escapes de agua por el cuerpo de la bomba y empaquetadura.

Figura 8. Anclajes Sistema de bombeo N° 2



Fuente. El autor

3.1.1 **Sistema de bombeo N° 1.** Al cual se le realiza una inspección que arroja:

- Desalineamiento superior a 25 milímetros lo cual ocasiona la repetitiva falla de rodamientos y acoples.
- Rodamientos precargados debido a un montaje inadecuado, esto es evidente porque el eje no presenta juego axial ni radial al ser medido con indicador de caratula.
- El impulsor presenta un error de paralelismo con respecto al cuerpo de la bomba superior a 10 milímetros lo cual no permite que los anillos de desgaste del propio impulsor trabajen y se presenten altas presiones en la caja de empaquetadura.
- El motor presenta alta vibración en vacío, se evidencia torcedura en el eje, mal estado del área de contacto con el acople incluido el cuñero.

A continuación se ilustran dichas anomalías (el equipo fue desarmado).

Figura 9. Vista lateral del impulsor y área de empaquetadura



Fuente. El autor

Figura 10. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 1



Fuente. El autor

3.1.2 **Sistema de bombeo N° 2.** Al cual se le realiza una inspección que arroja:

- Deterioro mecánico excesivo en los alojamientos de los rodamientos.
- Impulsor con aleta partida acompañado de un gran desgaste por cavitación y erosión en el ojo de succión y anillos de desgaste fuera de estándar.
- El eje evidencia mal estado en la rosca que asegura la tuerca del impulsor, holgura excesiva en el área de fijación de los rodamientos y deformación del área del cunero incluido el diámetro exterior del mismo.
- El motor presenta alta vibración en vacío, mal estado del área de contacto con el acople incluido el cuñero y una pata fisurada.

A continuación se ilustran dichas anomalías (el equipo fue desarmado).

Figura 11. Escape por prensa estopa y cuerpo de la bomba



Fuente. El autor

Figura 12. Impulsor y aleta partida



Fuente. El autor

Figura 13. Cavitación y erosión en el impulsor



Fuente. El autor

Figura 14. Eje deteriorado



Fuente. El autor

Figura 15. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 2



Fuente. El autor

3.2.3 Sistema de bombeo N° 3. Al cual se le realiza una inspección que arroja:

- Desgaste excesivo en camisas de sello que ocasionan escape de agua y contaminación de la grasa que lubrica los rodamientos.
- Desalineamiento de las partes internas de la bomba (Rotor y anillos de desgaste).
- Holgura excesiva entre anillos de desgaste e impulsor.
- Holgura excesiva en caja de rodamientos lado empuje, ocasionando vibraciones y falla de este rodamiento.

- Ajuste excesivo en caja de rodamientos lado acople, ocasionando alta temperatura y falla en este rodamiento.
- El motor presenta alta vibración en vacío, mal estado del área de contacto con el acople y alto consumo de corriente aproximadamente un 30% más debido a la baja eficiencia hidráulica de la bomba.

A continuación se ilustran dichas anomalías (el equipo fue desarmado).

Figura 16. Vista general de la bomba al retirar la tapa



Fuente. El autor

Figura 17. Deterioro de una de las camisas de sello y anillos de desgaste



Fuente. El autor

Figura 17. Motor eléctrico sistema de bombeo N° 3



Fuente. El autor

3.2 SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico se encuentra deteriorado por el transcurrir de más de 20 años de trabajo continuo y poco mantenimiento, sumado a reparaciones esporádicas y altas fluctuaciones en el voltaje de la red que alimenta la sub estación eléctrica.

3.2.1 Subestación eléctrica. La subestación eléctrica posee una capacidad instalada de 500 KVA 13,2 KV- 440 Voltios y consta de seccionador, transformador, generador eléctrico y transferencia.

Figura 19. Seccionador



Fuente. El autor

El seccionador se encuentra fuera de servicio, los pararrayos y errajes presenta avanzado deterioro debido a su antigüedad, por lo que las maniobras internas como mantenimientos al transformador y podas se deben realizar manipulando los cortacircuitos externos, teniendo que ser realizado por parte de la empresa electrificadora local (Enertolima).

Figura 20. Transformador de 500 KVA



Fuente. El autor

El transformador no presenta inconvenientes pero se debe realizar un mantenimiento general que garantice el estado de sus conexiones, aisladores y características del aceite dieléctrico.

Figura 21. Generador eléctrico Diesel



Fuente. El autor

El generador eléctrico se encuentra fuera de servicio, debido a la manipulación por parte de personal no idóneo lo cual acarreo la falla de la tarjeta principal. Se realizó contacto con el representante (Cummins de los Andes) el cual realizó una inspección general (Ver anexo A).

Figura 22. Transferencia manual



Fuente. El autor

La transferencia no presenta problemas pese a su antigüedad y como su nombre lo indica de operación manual, que debido a las fluctuaciones del servicio eléctrico y las constantes fallas el manejo manual es el más indicado.

3.2.2 Tableros eléctricos. Los tableros eléctricos de los sistemas de bombeo N° 1 y 2 cuentan con una antigüedad de más de 20 años, el tablero del sistema de bombeo N° 3 cuenta con 10 años de trabajo.

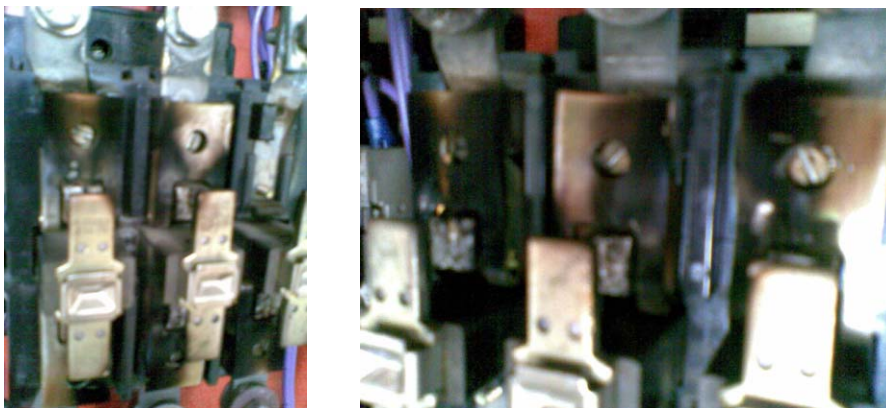
Figura 23. Tablero eléctrico sistema de bombeo N° 1 y 2



Fuente. El autor

El tablero eléctrico que energiza los sistemas de bombeo N° 1 y 2, cuenta con dos arranques estrella-triángulo que alimentan dos motores de 100 HP a 440 Voltios, sus componentes se encuentran en avanzado deterioro, el aislamiento del cableado de potencia presenta el aislamiento cristalizado, no posee protecciones de alto y bajo voltaje.

Figura 24. Contactores sistemas de bombeo N° 1 y 2



Fuente. El autor

- En la figura 22 se evidencia el mal estado de los contactos producto de su antigüedad y los inconvenientes de una arranque estrella triangulo sumado al arranque brusco por la falla en los accesorios hidráulicos.
- Las protecciones contra sobre corriente son termo magnéticos, a los que se les realizaron pruebas en vacío poco satisfactorias ya que no accionaron de forma consecutiva bajo las mismas condiciones.

Figura 25. Tablero eléctrico sistema de bombeo N° 3



Fuente. El autor

El tablero eléctrico que energiza el sistema de bombeo N° 3, cuenta con un arranque estrella-triangulo que alimentan un motor de 300 HP a 440 Voltios, sus componentes se encuentran en avanzado deterioro, el aislamiento del cableado de potencia presenta el aislamiento cristalizado, no posee protecciones de alto y bajo voltaje.

Figura 26. Contactores sistemas de bombeo N° 3



Fuente. El autor

- En la figura 24 se evidencia el mal estado de los contactos producto de su antigüedad y los inconvenientes de una arranque estrella triangulo sumado al arranque brusco por bajos niveles de voltaje y baja eficiencia hidráulica de la bomba.
- Las protecciones contra sobre corriente son termo magnéticos, a los que se les realizaron pruebas en vacío poco satisfactorias ya que no accionaron bajo ningún parámetro.

Figura 27. Banco de condensadores



Fuente. El autor

- En la figura 25 se observa el banco de condensadores de los sistemas de bombeo N° 1 y 2, pero no opera cuando está en servicio el sistema N° 3.

- Posee dos condensadores fuera de servicio por averías en los contactores que los accionan.
- En las ocasiones que el sistema de bombeo N° 3 opera con gran frecuencia (más de 100 horas al mes) la facturación de energía reactiva se incrementa entre 2 y 3,5 millones de pesos.

3.3 LÍNEAS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN

Como se describió en el numeral 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO las líneas de succión de los sistemas de bombeo N° 1 y 2 son independientes a las del sistema 3 pero la descarga de los tres sistemas concluyen en un solo cabezal de 12" pulgadas que llega a la planta de tratamiento por lo que analizaremos por separado hasta el punto del cabezal principal.

3.3.1 Sistemas de bombeo N° 1 y 2. Las líneas de succión e impulsión antes de llegar al cabezal principal poseen grandes problemas en sus accesorios debido al deterioro progresivo de más de 20 años de operación continua que han provocado la falla de los internos de las válvulas y cheques anti retorno incurriendo en daños prematuros e impidiendo el correcto funcionamiento de los equipos de bombeo.

Figura 28. Válvulas de succión



Fuente. El autor

Figura 29. Válvula y cheque de descarga



Fuente. El autor

Figura 30. Internos de cheques y válvulas de descarga



Fuente. El autor

3.3.2 **Sistema de bombeo N° 3.** Las línea de succión e impulsión del sistema de bombeo N° 3 antes de llegar al cabezal posee una antigüedad de 10 años y se encuentra operando en óptimas condiciones.

Figura 31. Línea de succión y válvula de pie



Fuente. El autor

Figura 32. Válvulas línea de impulsión antes del cabezal



Fuente. El autor

3.4 HISTÓRICOS DE MANTENIMIENTO

Para poder determinar alternativas que solucionen los problemas de operación de los componentes de la estación de bombeo se analizará el histórico de mantenimiento realizado en el año 2010.

3.4.1 Equipo rotativo

Tabla 1. Histórico de mantenimiento equipo rotativo

Histórico de mantenimiento Equipo Rotativo Bocatoma San José la Colorada 2010												
Número de averías mensuales												
Sistema de bombeo N° 1	Bomba: Colbombas Modelo: C 5E						Motor: US Motors Potencia: 100 HP 1780 RPM					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla rodamientos Bomba	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Falla rodamientos Motor	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fallas empaquetadura	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Falla acople	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Eficiencia hidráulica	Caudal 45 L/seg, Eficiencia 32%, Optima 48%											
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrientes											
Sistema de bombeo N° 2	Bomba: Colbombas Modelo: C 5E						Motor: US Motors Potencia: 100 HP 1780 RPM					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla rodamientos Bomba	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Falla rodamientos Motor	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fallas empaquetadura	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Falla acople	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Eficiencia hidráulica	Caudal 45 L/seg, Eficiencia 32%, Optima 48%											
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrientes											
Sistema de bombeo N° 3	Bomba: Worthington Modelo: 8LN18						Motor: US Motors Potencia: 300 HP 1780 RPM					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla rodamientos Bomba	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Falla rodamientos Motor	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fallas empaquetadura	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Falla acople	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Eficiencia hidráulica	Caudal 115 L/seg, Eficiencia 45%, Optima 65%											
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrientes											

Fuente. El autor

Como podemos observar en la tabla 1 las averías del equipo rotativo son muy recurrentes debido a la antigüedad, inadecuado mantenimiento y montajes defectuosos, por lo que se discriminarán los costos de los mantenimientos correspondientes al año 2010 para poder tener el histórico de los recursos que se han gastado para garantizar la operación de la estación. Se estimará el costo de las pérdidas por baja eficiencia de los equipos de bombeo (Ver anexo B y C) pero este valor será informativo puesto que no hace parte del costo de mantenimiento si no del costo operativo del procesamiento de agua potable, más adelante será tenido en cuenta para la justificación de las intervenciones a realizar.

Tabla 2. Costos mantenimiento equipo rotativo año 2010

COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 1 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	4	\$ 1.150.000,0	\$ 4.600.000,0
Falla rodamientos Motor	2	\$ 1.500.000,0	\$ 3.000.000,0
Fallas empaquetadura	4	\$ 50.000,0	\$ 200.000,0
Falla acople	3	\$ 815.000,0	\$ 2.445.000,0
Eficiencia hidráulica	12	\$ 821.901,5	\$ 9.862.817,9
Total			\$ 10.245.000,0

COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 2 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	3	\$ 1.150.000,0	\$ 3.450.000,0
Falla rodamientos Motor	2	\$ 1.500.000,0	\$ 3.000.000,0
Fallas empaquetadura	3	\$ 50.000,0	\$ 150.000,0
Falla acople	2	\$ 815.000,0	\$ 1.630.000,0
Eficiencia hidráulica	12	\$ 821.901,5	\$ 9.862.817,9
Total			\$ 8.230.000,0

COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 3 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	3	\$ 3.138.000	\$ 9.414.000
Falla rodamientos Motor	1	\$ 3.845.000	\$ 3.845.000
Fallas empaquetadura	3	\$ 75.000	\$ 225.000
Falla acople	1	\$ 985.000	\$ 985.000
Eficiencia hidráulica	12	\$ 1.457.982	\$ 17.495.781
Total			\$ 14.469.000

Fuente. El autor

El resumen presentado en la tabla 2 evidencia un total de **\$32'944.000** pesos que se requirieron para garantizar la operación de equipos obsoletos y con grandes dificultades operativas. Pero no podemos desconocer los **\$ 37'221.417,1** pesos que es la sumatoria de los sobrecostos por baja eficiencia hidráulica de los tres sistemas.

3.4.2 Sistema eléctrico

Tabla 3. Histórico de mantenimiento sistema eléctrico

Histórico de mantenimiento Sistema Eléctrico Bocatoma San José la Colorada 2010												
Falla en su funcionalidad												
Sistema de bombeo N° 1	Arrancador estrella triangulo						440 Voltios 100 Amperios					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla en contactores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en líneas de potencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Consumo eléctrico	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Falla en seccionador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en corta circuitos externos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrentes											
Sistema de bombeo N° 2	Arrancador estrella triangulo						440 Voltios 100 Amperios					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla en contactores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en líneas de potencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Consumo eléctrico	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Falla en seccionador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en corta circuitos externos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrentes											
Sistema de bombeo N° 3	Arrancador estrella triangulo						440 Voltios 330 Amperios					
Avería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Falla en contactores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en líneas de potencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Consumo eléctrico	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Falla en seccionador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Falla en corta circuitos externos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Observaciones	El contratista no entrega informes de las fallas ocurrentes											

Fuente. El autor

La tabla 3 resume las continuas fallas de todos los componentes, las cuales no se costearon al no incurrir en gastos, pero es preocupante el estado de falla para todos los componentes, imprescindible para identificar una solución definitiva y garantizar la confiabilidad en la prestación del servicio.

Falla en contactores: Siempre que se encuentran operando la vibración y recalentamiento de terminales es constante.

Falla en líneas de potencia: Las líneas de potencia en algunas ocasiones se han visto sumergidas en agua y el aislante deteriorado conlleva el recalentamiento de dichos conductores constantemente.

Consumo eléctrico: Debido al recalentamiento de los componentes conlleva pérdidas considerables que influyen en la facturación del servicio eléctrico.

Falla en seccionador: Se identifica como falla continua ya que una de sus líneas se encuentra puenteadas y en caso de ser accionada no sería efectiva la desconexión quedando una fase energizada.

Falla en cortocircuitos externos: Esta falla es atendida por la electrificadora local (ENERTOLIMA), y es de gran ocurrencia debido al arranque estrella triangulo que posee un pico de corriente elevado haciendo que se accionen este tipo de protecciones dejando fuera de servicio la estación de bombeo.

3.4.3 Líneas de succión e impulsión. Estos componentes no implicaron costos en el año 2010 ya que no se cambió ni reparó ninguno de los elementos, pero cabe resaltar que los accesorios de las líneas de impulsión de los sistemas de bombeo N° 1 y 2 antes del cabezal están fuera de servicio y que solo se cuenta con un cheque de retención y una válvula de compuerta en el punto de intersección con el cabezal principal de 12 “.

4. DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS

4.1 EQUIPO ROTATIVO

Como se apreció el equipo rotativo se encuentra en malas condiciones con baja eficiencia hidráulica que incrementan los costos de la producción del agua potable para el municipio de Melgar. La rehabilitación del equipo rotativo puede ser llevada a cabo mediante la reparación de sus componentes, cambiando los elementos que se encuentren fuera de estándar o realizando la reposición del conjunto completo motor y bomba.

Tabla 4. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 1

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.						
PRESUPUESTO ESTIMADO						
INVERSIONES 2011.						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 1						
1	ADQUISICIÓN EQUIPOS					
1.1	Suministro equipo de bombeo marca Colbombas C5B	Colpozos S.A.S Nit: 890.300.012-5	Und	1	\$ 4.981.700	\$ 4.981.700
1.2	Suministro motor 150 HP marca WEG	Orbelect Nit: 79.480.862-8	Und	1	\$ 11.770.000	\$ 11.770.000
	Subtotal					\$ 16.751.700
2	INSTALACIÓN EQUIPO DE BOMBEO C5B - MOTOR 150 HP					
2.1	Suministro válvula de compuerta de 8" para línea de impulsión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-1	Und	1,00	\$ 1.559.700	\$ 1.559.700
2.2	Suministro válvula de compuerta de 10" para línea de succión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-1	Und	1,00	\$ 2.740.500	\$ 2.740.500
2.3	Suministro válvula de retención de 8" para línea de impulsión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-2	Und	1,00	\$ 1.208.720	\$ 1.208.720
2.4	Construcción base para anclaje para bomba C 5B y motor de 150 HP	Ingeniería y construcciones metalmecánicas E. U. Nit: 830.127.050-6	Und	1,00	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
2.5	Tornillería	Por definir	Global	1,00	\$ 350.000	\$ 350.000
2.6	Accesorios tubería	Por definir	Global	1,00	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
2.7	Imprevistos	Por definir	Global	1,00	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
	Subtotal					\$ 11.558.920
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 28.310.620
AIU (0%)						\$ 0
IVA 16%						\$ 4.529.699
TOTAL REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 1						\$ 32.840.319
Observaciones						
La adquisición de equipos se contempla realizar con fabricantes e importadores bajo cotizaciones existentes.						

Fuente. El auto

Los accesorios de las líneas de succión e impulsión deben ser cambiados analizando las alternativas más confiables en el mercado, la reparación de estos elementos no garantiza confiabilidad alguna y para repararlos se deberían retirar y dejar fuera de servicio los sistemas de bombeo lo cual no es probable. Por la

dependencia directa y bajo costo de estos elementos se incluirán en los presupuestos para la rehabilitación del equipo rotativo.

Tabla 5. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 2

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.						
PRESUPUESTO ESTIMADO INVERSIONES 2011.						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDAD	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 2						
1	ADQUISICIÓN EQUIPOS					
1.1	Suministro equipo de bombeo marca Colbombas C5B	Colpozos S.A.S Nit: 890.300.012-5	Und	1	\$ 4.981.700	\$ 4.981.700
1.2	Suministro motor 150 HP marca WEG	Orbelect Nit: 79.480.862-8	Und	1	\$ 11.770.000	\$ 11.770.000
	Subtotal					\$ 16.751.700
2	INSTALACIÓN EQUIPO DE BOMBEO C5B - MOTOR 150 HP					
2.1	Suministro válvula de compuerta de 8" para línea de impulsión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-1	Und	1,00	\$ 1.559.700	\$ 1.559.700
2.2	Suministro válvula de compuerta de 10" para línea de succión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-1	Und	1,00	\$ 2.740.500	\$ 2.740.500
2.3	Suministro válvula de retención de 8" para línea de impulsión	Metalúrgica construceel Colombia S.A. Nit: 830.023.458-2	Und	1,00	\$ 1.208.720	\$ 1.208.720
2.4	Construcción base para anclaje para bomba C 5B y motor de 150 HP	Ingeniería y construcciones metalmecánicas E. U. Nit: 830.127.050-6	Und	1,00	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
2.5	Tornillería	Por definir	Global	1,00	\$ 350.000	\$ 350.000
2.6	Accesorios tubería	Por definir	Global	1,00	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
2.7	Imprevistos	Por definir	Global	1,00	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
	Subtotal					\$ 11.558.920
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 28.310.620
AIU (0%)						\$ 0
IVA 16%						\$ 4.529.699
TOTAL REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 1						\$ 32.840.319
Observaciones						
La adquisición de equipos se contempla realizar con fabricantes e importadores bajo cotizaciones existentes.						

Fuente. El auto

En los últimos años se viene presentando un incrementando en el consumo de agua potable y al analizar la demanda a futuro, se decide ampliar la capacidad de los equipos de bombeo, lo cual no se logra reparando los existentes, por lo que se determina estimar equipos de mayor capacidad de bombeo (caudal). Esto contempla el cambio del motor y los tableros eléctricos que al aumentar la potencia no podrán ser accionados, al sobrepasar su capacidad de corriente máxima de no hacerlo se incurriría en un riesgo laboral debido a la alta humedad y acelerarían el deterioro del ya defectuoso sistema eléctrico.

Tabla 6. Costos de rehabilitación sistema de bombeo N° 3

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.						
PRESUPUESTO ESTIMADO INVERSIONES 2011.						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDA D	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 3						
1	TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN					
1.1	Rectificado alojamiento de dos alojamientos para instalar casquetes, aplicación de soldadura a caras que presentan desgaste y su posterior rectificado.	Mecanizados MC & CIA Ltda.	Global	1,00	\$ 5.300.000	\$ 5.300.000
1.2	Fabricación de casquetes en bronce al silicio	Mecanizados MC & CIA Ltda.	Und	2,00	\$ 1.500.000	\$ 3.000.000
1.3	Fabrica eje en acero inoxidable referencia material 316L, diámetro 3 ½", longitud 1,16 metros. Fabricación de dos bujes diámetro 4½" por 0,16 metros con cuñero interno. Fabricación de dos bujes diámetro 4" por 0,06 metros de longitud con rosca interna.	Transformotor Nit: 7.125.241-1	Global	1,00	\$ 6.200.000	\$ 6.200.000
1.4	Recuperación interna de carcasa e impulsor bomba Worthington mediante recubrimiento marca Chesterton.	Pedro Sanchez R. S.A.S. Nit: 860.068.802-3	Global	1,00	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
1.5	Balanceo dinámico	Por definir	Global	1,00	\$ 900.000	\$ 900.000
1.6	Trabajos adicionales, soldadura del impulsor, tornillería, empaquetadura de la tapa, accesorios de tubería para refrigeración de la empaquetadura, empaquetadura y manómetro.	Transformotor Nit: 7.125.241-1	Global	1,00	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
1.7						\$ 0
	Subtotal					\$ 20.400.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 20.400.000
AIU (0%)						\$ 0
IVA 16%						\$ 3.264.000
TOTAL REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO N° 3						\$ 23.664.000
Observaciones						

Fuente. El auto

Realizando un análisis del costo del metro cubico bombeado (ver Tabla 7), no se evidencia una gran diferencia entre el valor de los sistemas de bombeo N° 1 ó 2 y del sistema de bombeo N° 3, pero como se explicó en el numeral 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO los sistemas 1 y 2 son de succión positiva y el sistema 3 succión negativa, por lo que un gran porcentaje de la energía empleada en el sistema 3 se utiliza en la obtención del vacío para crear succión por lo que el consumo de energía es un 15% mayor respecto a los sistemas de succión positiva que no tienen que crear vacío y en cambio tiene una cabeza positiva de succión que ayuda en la operación de las bombas.

Tabla 7. Costos por m³ bombeado

ANTES DE REHABILITACIÓN				
Valor m ³ Bomba N°3	Por Hora	Díario (12 Horas)	Mensual (96 Horas)	L/seg
	\$ 199,58	\$ 991.510,80	\$ 7.932.086,43	115
Valor m ³ Bomba N°1 ó 2	Por Hora	Díario (12 Horas)	Mensual (220 Horas)	L/seg
	\$ 154,56	\$ 300.457,82	\$ 5.508.393,35	45

Fuente. El auto

Otro aspecto relevante es que el sistema de bombeo N° 3 no posee desarenadores por cuanto todo el sedimento que transporta el agua no es retirada en un desarenador llegando de manera directa a la planta de tratamiento lo cual acarrea un incremento del 10% en costos operativos para la potabilización del agua.

Al tener confiabilidad en los sistemas de bombeo N° 1 y 2 y al ampliar el caudal que estos equipos generan sumado a su facilidad de operar con uno o los dos equipos, el sistema de bombeo N° 3 pierde su importancia inicial pero es de gran valor tener operativo este sistema que en casos de veranos extensos y/o mantenimiento de los otros sistemas es el único que puede garantizar el servicio a el municipio. En este orden de ideas el fuerte de la inversión se centrará en los sistemas de bombeo N° 1 y 2, sin descuidar el otro por lo que la alternativa de este sistema es la reparación general y no la reposición.

4.2 SISTEMA ELÉCTRICO

Para el mantenimiento o reposición de los elementos eléctricos se debe analizar el impacto sobre la operación ya que los existentes no poseen protecciones que garanticen la integridad del equipo rotativo. Por otra parte los altos consumos de energía reactiva se deben eliminar puesto que en el año 2010 sumo un acumulado de **\$ 91'627.735,11** pesos.

Otro factor importante del sistema eléctrico radica en el tipo de contrato con la empresa prestadora de servicio de energía, el cual no es favorable ya que se encuentra como usuario regulado y debido al consumo superior a 50.000 Kw-H por mes, se puede pedir el cambio a usuario no regulado, situación en la cual el valor del Kw-H se negocia por mutuo acuerdo y al mejor postor ya que otra empresa generadora puede prestar el servicio. Para poder realizar el cambio de usuario regulado a no regulado se deben realizar adecuaciones a los sistemas internos y externos, como la verificación y certificación de los equipos de medida y la disminución del consumo de energía reactiva motivo por el cual se platearan dichos costo.

Tabla 8. Costos rehabilitación tableros eléctricos

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.						
PRESUPUESTO ESTIMADO						
INVERSIONES 2011.						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
REHABILITACIÓN TABLERO ELÉCTRICO SISTEMA DE BOMBEO N° 1 Y 2						
1	Suministro Tablero Eléctrico y Cableado Tablero - Motor					
1.1	Tablero para dos motores de 150 hp 460 v	Andrés Ovalle Nit: 79.358.210-5	Global	1,00	\$ 29.568.400	\$ 29.568.400
1.2	Puesta a tierra tableros de control y distribución	Andrés Ovalle Nit: 79.358.210-5	Und	1,00	880.324	\$ 880.324
1.3	Instalación puesta a tierra	Andrés Ovalle Nit: 79.358.210-5	Und	1,00	\$ 904.800	\$ 904.800
1.4	Suministro e instalación de cobre aislado N°3/0 x 3 líneas	José Emeterio Perilla Nit: 14.249.563-3	Mts	22,00	\$ 98.000	\$ 2.156.000
1.5	Suministro e instalación de tubería PVC de 3"	José Emeterio Perilla Nit: 14.249.563-3	Mts	8,00	\$ 12.000	\$ 96.000
1.6	Suministro e instalación de caja de paso de 20x30 metálica	José Emeterio Perilla Nit: 14.249.563-3	Und	1,00	\$ 75.000	\$ 75.000
	Subtotal					\$ 33.680.524
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 33.680.524
AIU (0%)						\$ 0
IVA 16%						\$ 5.388.884
TOTAL REHABILITACIÓN TABLERO ELÉCTRICO SISTEMA DE BOMBEO N° 1 Y 2						\$ 39.069.408
Observaciones						

Fuente. El autor

La Tabla 8 describe los costos requeridos para la rehabilitación del tablero eléctrico pertenecientes a los sistemas de bombeo N° 1 y 2 los cuales serían remplazos en su totalidad por las razones mencionadas en el numeral 3.2.2 Tableros eléctricos.

Tabla 9. Costos cambio de usuario no regulado a regulado

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.						
PRESUPUESTO ESTIMADO INVERSIONES 2011.						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDAD	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
REQUERIMIENTOS USUARIO NO REGULADO						
1	ACONDICIONAMIENTO SECCIONADOR Y EQUIPO DE MEDIDA					
1.1	Suministro e instalación seccionador tripolar de operación bajo carga 17,5 KV - 630 Amperios, tipo intemperie,	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Global	1	\$ 18.393.777	\$ 18.393.777
1.2	Suministro e instalación de cortacircuitos 15 KV-100 Amp con cuadrilla de línea energizada	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Unidad	3	\$ 1.247.716	\$ 3.743.148
1.3	Desmante y posterior instalación de equipo de medida tipo intemperie, 2 elementos, 15 KV	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Global	1	\$ 3.096.477	\$ 3.096.477
1.4	Calibración en laboratorio de transformador de medida.	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Unidad	4	\$ 690.000	\$ 2.760.000
1.5	Cableado equipo de medida	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Global	1	\$ 1.082.025	\$ 1.082.025
	Subtotal					\$ 29.075.427
2	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL Y DE CORRIENTE					
2.1	Suministro de Transformador de corriente tipo intemperie 17,5 KV, clase 0,5, 25 VA, relación 20-40/5 Amp.	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Unidad	2	\$ 3.458.609	\$ 6.917.218
2.2	Suministro de Transformador de potencial tipo intemperie 17,5 KV, clase 0,5, 5 VA, relación 13.200/120 voltios.	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Unidad	2	\$ 4.285.119	\$ 8.570.238
	Subtotal					\$ 15.487.456
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 44.562.883
AIU (0%)						\$ 0
IVA 16%						\$ 356.503
TOTAL REQUERIMIENTOS USUARIO NO REGULADO						\$ 44.919.386
Observaciones						

Fuente. El autor

Como se describió uno de los factores influyentes es el tipo de contrato existente con la empresa que suministra el servicio eléctrico, al ser aprobada esta inversión los términos de negociación del valor de kilovatio son más estables y económicos, contribuyendo a un ahorro significativo en el valor servicio eléctrico, propicio para mejorar el margen del valor del metro cubico bombeado.

Tabla 10. Costos banco de condensadores

HYDROS MELGAR S. EN C.A. E.S.P.							
PRESUPUESTO ESTIMADO INVERSIONES 2011.							
ITEM	DESCRIPCIÓN	Proveedor	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR	
ADQUISICIÓN BANCO DE CONDENSADORES							
1	BANCO AUTOMÁTICO DE CONDENSADORES DE 100 KVA 440 VOL. 1 ETAPA FIJA DE 20 KVAR, A ETAPAS VARIABLES DE 20 KVAR CADA UNA. PROTECCIÓN GENERAL 3X150 AMP.						
1.1	Banco automático de condensadores de 100 kva -440 vol. 1 etapa fija de 20 kvar, a etapas variables de 20 kvar cada una. Protección general 3x150 amp. Marca Luminex Legrand	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-9	Global	1	\$ 15.021.960	\$ 15.021.960	
1.2	Acometida trifásica desde banco de condensador hasta entrada general al barra de 440 Vol. En 3 N° 1/1	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-10	Mts	10	\$ 148.833,2	\$ 1.488.332	
1.3	Puesta a tierra de banco de condensadores desde tablero general de 440 Vol. En cable cobre desnudo N° 2	ENERTOLIMA S.A. ESP. Nit 809.011.444-11	Mts	8	\$ 25.925	\$ 207.400	
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 15.021.960	
AIU (15%)						\$ 2.253.294	
IVA 16%						\$ 120.176	
TOTAL ADQUISICIÓN BANCO DE CONDENSADORES						\$ 17.395.430	
2 Banco de condensadores de 100 KVA							
2.1	Gabinete metálico protección IP 41 2200x1000x500 mm. con barraje trifásico de 300 amperios.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 2.580.000,00	\$ 2.580.000,00	
2.2	Breaker totalizador de 3x300 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00	
2.3	Breaker Merlin Gerin de 3x25 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 380.000,00	\$ 380.000,00	
2.4	Breaker Merlin Gerin de 3x50 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 380.000,00	\$ 760.000,00	
2.5	Breaker Merlin Gerin de 3x63 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		4	\$ 380.000,00	\$ 1.520.000,00	
2.6	Breaker Merlin Gerin de 1x2 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 28.000,00	\$ 56.000,00	
2.7	Breaker Merlin Gerin de 1x3 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 14.000,00	\$ 28.000,00	
2.8	Condensador de 10 KVAR 480 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 290.000,00	\$ 290.000,00	
2.9	Condensador de 20 KVAR 480 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 330.000,00	\$ 660.000,00	
2.10	Condensador de 25 KVAR 480 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		4	\$ 345.000,00	\$ 1.380.000,00	
2.11	Contactador de 20 KVAR 480 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 420.000,00	\$ 840.000,00	
2.12	Contactador de 25 KVAR 480 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		4	\$ 530.000,00	\$ 2.120.000,00	
2.13	Relé digital Frako para factor de potencia de 6 pasos.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00	
2.14	Transformador de control 350 V.A. 440/110 V.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00	
2.15	Portafusibles de 1x5 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 18.600,00	\$ 37.200,00	
2.16	Transformador de intensidad de 600/5 A.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 149.800,00	\$ 149.800,00	
2.17	Mts. Cable THHN 350 MCM.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		12	\$ 53.700,00	\$ 644.400,00	
2.18	Terminales de 350 MCM.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		6	\$ 11.420,00	\$ 68.520,00	
2.19	Ventiladores 220 V con rejilla, filtro y termostato.	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		2	\$ 112.000,00	\$ 224.000,00	
2.20	Montaje (incluye terminales, borneras, cables, marcadores, etc.)	Automatización eléctrica Industrial Nit: 79'358.210-5.		1	\$ 1.390.000,00	\$ 1.390.000,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS						\$ 15.697.920	
AIU (0%)						\$ 0	
IVA 16%						\$ 2.511.667	
TOTAL ADQUISICIÓN BANCO DE CONDENSADORES						\$ 18.209.587	
Observaciones							

Fuente. El autor

Se plantean dos alternativas de suministro del banco de condensadoras, las cuales serán tenidas en cuenta para el análisis financiero.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

Durante el desarrollo de la monografía se han podido identificar las necesidades planteadas, con los análisis técnicos anteriormente descritos. Previa aprobación de la gerencia general, se encamina a la ejecución del cambio de equipos y modernización por lo que el análisis financiero se centrará en estas alternativa, la cual como se afirmó está orientada a ampliar la capacidad de bombeo.

5.1 VALOR PRESENTE NETO

Se empleará el método de valor presente neto por ser uno de los más precisos y de fácil comprensión para poder analizar el resultado. En primera medida unificaremos la información financiera identificando el capital a invertir, el ahorro que conllevaría, un valor de salvamento, el periodo de operación esperado para estos equipos y la tasa de interés de oportunidad determinada por la gerencia.

Tabla 11. Cuadro Capital y ahorro

CONCEPTO	CAPITAL	CONCEPTO	AHORRO ANUAL
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO Nº 1	\$ 32.840.319,20	98% ENERGÍA REACTIVA ANUAL	\$ 89.795.180,41
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO Nº 2	\$ 32.840.319,20	EFICIENCIA HIDRÁULICA	\$ 37.221.417,09
REHABILITACIÓN SISTEMA DE BOMBEO Nº 3	\$ 23.664.000,00	MANTENIMIENTO	\$ 28.581.000,00
REHABILITACIÓN GENERADOR ELÉCTRICO MARCA CUMMINS MODELO K-19	\$ 20.870.894,00	Total	\$ 155.597.597,50
ADQUISICIÓN BANCO DE CONDENSADORES	\$ 17.395.429,68		
REQUERIMIENTOS USUARIO NO REGULADO	\$ 44.919.386,06		
REHABILITACIÓN TABLERO ELÉCTRICO SISTEMA DE BOMBEO Nº 1 Y 2	\$ 39.069.407,84		
Total	\$ 211.599.755,98		

Fuente. El autor

El periodo de operación es de 10 años, con un valor de salvamento estimado en \$10'000.000 pesos y una tasa de interés de oportunidad del 14,58% la cual es establecida por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico para las empresas prestadoras según resolución 312 de 2005 (Ver anexo).

Para aclarar la tabla 11 resume los valores requeridos y explicados en detalle en el numeral anterior donde se sumas los costos requeridos para ejecutar las mejoras. El aparte del ahorro describe que la energía reactiva se plantea una disminución del 98% estimada ya que el factor de potencia dependiendo de las variaciones operacionales no podría llegar al 100%. La eficiencia hidráulica se disminuiría en el 100% aun contemplando el cambio de los equipos y la selección de bombas con mayor caudal. El mantenimiento se planteó según la siguiente tabla.

Tabla 12. Costo anual estimado tras rehabilitación de los sistemas

COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 1 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	0,5	\$ 1.150.000,0	\$ 575.000,0
Falla rodamientos Motor	0,2	\$ 1.500.000,0	\$ 300.000,0
Fallas empaquetadura	2	\$ 50.000,0	\$ 100.000,0
Falla acople	0	\$ 815.000,0	\$ -
Total			\$ 975.000,0

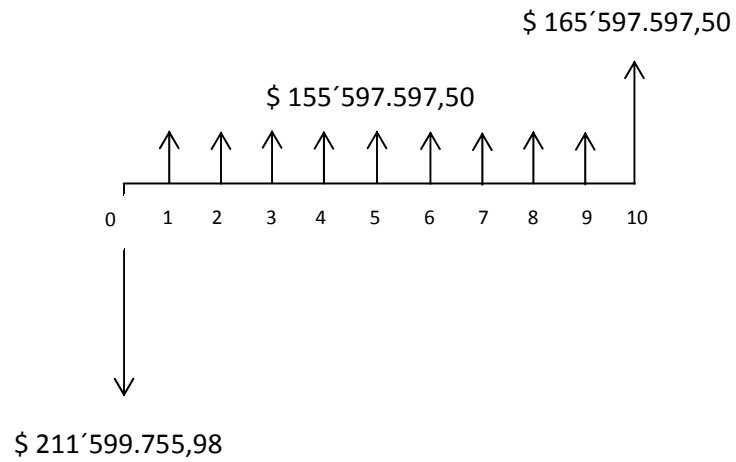
COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 2 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	0,5	\$ 1.150.000,0	\$ 575.000,0
Falla rodamientos Motor	0,2	\$ 1.500.000,0	\$ 300.000,0
Fallas empaquetadura	2	\$ 50.000,0	\$ 100.000,0
Falla acople	0	\$ 815.000,0	\$ -
Total			\$ 975.000,0

COSTO ANUAL MANTENIMIENTO SISTEMA DE BOMBEO N° 3 AÑO 2010			
Avería	# Averías por mes	Costo por avería	Costo anual
Falla rodamientos Bomba	0,5	\$ 3.138.000	\$ 1.569.000
Falla rodamientos Motor	0,2	\$ 3.845.000	\$ 769.000
Fallas empaquetadura	1	\$ 75.000	\$ 75.000
Falla acople	0	\$ 985.000	\$ -
Total			\$ 2.413.000

Total Mantenimiento anual sistemas de bombeo N° 1,2 y 3	\$ 4.363.000
--	---------------------

Fuente. El autor

Figura 33. Flujo de caja



Fuente. El autor

Con toda la información recopilada podemos calcular el valor presente neto obteniendo:

Tabla 13. Valor presente neto

CAPITAL	AHORRO	
\$ 211.599.755,98	\$ 155.597.597,50	
VALOR DE SALVAMENTO	i	PERIODO
\$ 10.000.000,00	14,58%	10
Periodo		
0	-\$ 211.599.755,98	
1	\$ 135.798.217,40	
2	\$ 118.518.255,72	
3	\$ 103.437.123,16	
4	\$ 90.275.024,58	
5	\$ 78.787.768,00	
6	\$ 68.762.234,25	
7	\$ 60.012.422,98	
8	\$ 52.376.001,90	
9	\$ 45.711.295,08	
10	\$ 42.458.617,86	
VALOR PRESENTE NETO	\$ 584.537.204,93	

Fuente. El autor

EL valor presente neto obtenido es **\$ 584'537.204,93** pesos, una cifra alentadora para poder animarse a realizar cualquier tipo de inversión desde el punto de vista económico.

5.2 TASA INTERNA DE RETORNO

Como la mejor forma de comprobar los resultados del valor presente neto y de calcular la tasa de interés de oportunidad máxima que se puede obtener se empleara dicho método.

Tabla 14. Tasa interna de retorno

CAPITAL	AHORRO	
\$ 211.599.755,98	\$ 155.597.597,50	
VALOR DE SALVAMENTO	TIR	PERIODO
\$ 10.000.000,00	73,25%	10
Periodo		
0	-\$ 211.599.755,98	
1	\$ 89.813.615,11	
2	\$ 51.841.966,64	
3	\$ 29.924.076,68	
4	\$ 17.272.692,82	
5	\$ 9.970.096,00	
6	\$ 5.754.911,26	
7	\$ 3.321.833,97	
8	\$ 1.917.419,82	
9	\$ 1.106.767,77	
10	\$ 679.902,97	
Valor presente	\$ 3.527,05	

Fuente. El autor

Con una tasa interna de retorno del **73,25%** se ratifica la viabilidad para desarrollar estos proyectos de inversión expuesto en el resultado obtenido por el valor presente neto.

5. CONCLUSIONES

La evaluación financiera si permite determinar la factibilidad, en el momento de desarrollar los proyectos de inversión, pertenecientes al área de mantenimiento.

La recopilación detallada de información histórica, midiendo las variables que permitan realizar análisis técnicos que contribuyen a determinar el estado actual de los equipos es la mejor practica que se debe realizar para conocer con que maquinaria y en qué porcentaje de vida útil se encuentran.

Al determinar el estado actual de deterioro de un equipo el análisis costo beneficio me indica que si con una inversión superior o igual al 40% del valor comercial del equipo nuevo no se garantiza la recuperación a su estado original no es viable realizar trabajos de reparación, contemplado desde el punto de vista económico siempre y cuando al estar él fuera de servicio no produzca pérdidas superiores al valor de la reparación y se cuente con equipos auxiliares que suplan la necesidad y den tiempo de realizar dichos trabajos.

Le tecnología de punta no debe ser tema intimidante para ningún ingeniero menos en el área de mantenimiento que son los que apoyan la selección y adquisición de nuevas maquinarias, el profesional debe estar al margen de las nuevas tecnologías para poder realizar juicios de valor y analizar las mejores alternativas para la organización, que no siempre son las más económicas, pero con un análisis financiero logra justificar la adquisición de una solución tecnológicamente superior que le dé una valor agregado a su departamento.

La comunicación clara y directa con los directivos que aprueban los proyectos de inversión, es fundamental, se debe tener confianza y un buen desenvolvimiento en el momento de sustentar las propuestas de inversión.

BIBLIOGRAFÍA

Koch Tovar, Josefina. Manual del Empresario Exitoso. Edición electrónica. Eumed.net, 2006. 124 p.

PABÓN BARAJAS, Hernán. Gerencia financiera del Mantenimiento, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Universidad Industrial de Santander, Escuela de ingeniería Mecánica 2011.

ORDUZ PRADA, Héctor. Evaluación de proyectos de inversión, Especialización en Gerencia de Mantenimiento Universidad Industrial de Santander, Escuela de ingeniería Mecánica, 2011. 103 p.

MARIE MOKATE, Karen. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Alfaomega, 2007. 296 p.

ANEXOS

ANEXO A



USEI 26-0669-10 LRLV
Ibagué, 12 de Febrero de 2010

Señores:
HYDROSMELGAR E.S.P.
ATTE: Ing. CARLOS AUGUSTO ANAYA
Correo: canaya@caudalesdecolombia.com.co
Cel. 317-6369689
Santa fe de Bogota

**Ref.: PROPUESTA CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS PLANTA ELECTRICA,
CALIBRACION DE MOTOR Y MANTENIMIENTO A SISTEMA DE INYECCION.**

Respetada Ing. SUAZA;

De la manera más atenta y respetuosa me permito cotizarle el servicio del cambio de aceite, filtros, recirculación de combustible, instalación de filtro FS1242B, calibración de motor y calibración de sistema de inyección a planta eléctrica que respalda sus instalaciones en la ciudad de melgar.

Según el fabricante, nuestra representada **Cummins-Power Generation** se recomienda efectuar el cambio de aceite y filtros por **despegue de motor** a las **50 horas** de trabajo y cada **250 horas** o cada **6 meses** máximo, lo que primero se cumpla, dependiendo del grado de contaminación del ambiente.

Los **filtros de aire** se cambian cada **800 horas** o 2 años, dependiendo el ambiente de trabajo (polución, contaminación ambiental).

El refrigerante del sistema de enfriamiento se debe cambiar cada 2000 horas o cada dos (2) años lo que primero se cumpla.

Los productos usados por nuestra compañía son filtros originales Fleetguard para el equipo Cummins, aceite **SAE 15W40** clasificación C14 y refrigerante Completa PG de Fleetguard.

Al aceite nosotros le podemos efectuar análisis de muestra ya que contamos con laboratorio, de igual manera para el refrigerante compleat de fleetguard tenemos el kit de prueba para determinar la concentración del refrigerante como la del anticorrosivo DCA4

Esperamos con esto satisfacer sus necesidades y acompañarlo nuevamente en el desarrollo de sus proyectos.



BOGOTÁ: Av. Ciudad de Cali # 11-23 Tel: 2680444 MEDELLÍN: Cívica 52 # 10-104 Tel: 2562020
BARRANQUILLA: Calle 20 # 4-10-105 PISO: 300 40 03 BAGO: Estación Mixtoño Calle 40 # 10-105
MONTERRÍA: Calle 10 # 10-07 Barrio Guadalupe Tel: 7933499
www.cummins.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676

ORGANIZACIÓN EQUITAL



RESEÑA DE VISITAS REALIZADAS POR CUMMINS DE LOS ANDES A PLANTA ELECTRICA

JUNIO 19/2009

Se realizo cambio de aceite, filtros y refrigerante, se realizo mantenimiento preventivo a planta electrica en general, no se pudo realizar pruebas ya que las baterías las había retirado el cliente para carga por que se encontraban descargas. Pendiente programar pruebas con carga.

JUNIO 23/2009

Se traslado técnico para realizar pruebas con carga pero solo se encendió equipo en vacío por falta de alternador ya que el cliente lo retiro para revisión del mismo. También en el informe escriben que el arnés fue manipulado por personal ajeno a nuestra compañía. Equipo queda operativo pero sin alternador.

JUNIO 25/2009

Se traslado técnico a la ciudad de melgar a realizar pruebas pero no se pudo hacer ya que el alternador, motor de arranque y baterías se encontraban en buen uso de trabajo, por lo cual se bajo para realizar mantenimiento a cada uno de los elementos y para el suministro de 2 baterías nuevas en próxima visita.

JUNIO 27-28/2009

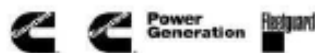
Se instalaron baterías, se instalo motor de arranque y alternador, se recomendó el cambio de la tarjeta de arranque y parada por falla en señal de motor de arranque, se recomendó calibración de motor. El equipo quedo operativo al 100% con las respectivas pruebas con carga.

Como se pueden dar de cuenta el equipo no esta operativo cada ves que hay un evento o corte de energia ya que no posee una firma que este realizando mantenimiento preventivo periódico y también que maneje las recomendaciones técnicas para este tipo de grupo electrógeno.

Esto nos conlleva a realizar reprocesos ajenos (5 visitas) a la labor inicialmente pactada y a estar realizando mantenimiento correctivo que al final resulta ser más costosos, además se tiene la planta electrica por fuera de servicio cuando en realidad necesite para respaldo.

Por lo cual técnicamente se recomienda lo siguiente:

- *Cambio de aceite y filtros (incluye el de aire).*
- *Cambio de tarjeta de arranque y parada.*
- *Calibración de motor.*
- *Calibración sistema de inyección.*
- *Instalación filtro Separador de agua adicional.*



BOGOTÁ: Av Ciudad de Cali # 11-22 Tel: 2688444 MEDALLA: Cra 52 # 10-154 Tel: 2554200
BARRANQUILLA: Calle 20 # 6 la 20-1620- 260 40 00 BAGO: Obispo Meléndez Corcha Norte Tel: 2683973
MONTENA: Calle 50 # 10-07 Banco Candelaria Tel: 755099

..... Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676

ORGANIZACIÓN EQUITEC



CONDICIONES COMERCIALES:

HYDROSMELGAR E.S.P.					
ITEM	REFERENCIA	CANT.	UNIDAD	VLR UNIT.	VLR TOTAL
FILTRO COMBUSTIBLE	FS1001	2	UN	53984	\$ 107.968
FILTRO ACEITE	LF670	2	UN	43288	\$ 86.576
FILTRO AGUA	WF2072	1	UN	42728	\$ 42.728
FILTRO DE AIRE	AF1969M	1	UN	279420	\$ 279.420
ACEITE	SAE15W40	13	UN	52322	\$ 680.186
TRANSPORTE MATERIALES Y VIATICOS DE TECNICOS	SE0037	2	UN	200000	\$ 400.000
MANO DE OBRA CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS Y REVISION GENERAL DE PLANTA	SE0053	1	UN	357000	\$ 357.000
FILTRO COMBUSTIBLE	FS1242B	1	UN	72688	\$ 72.688
BASE INSTALACION	BASFIL	1	UN	110880	\$ 110.880
INSTALACION FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE FS1242B	SE0051	1	UN	150000	\$ 150.000
ADITIVO COMBUSTIBLE	ADICOM	1	UN	83450	\$ 83.450
RECIRCULADOR	RECOMB	1	UN	100000	\$ 100.000
ACCESORIOS	SE0001	1	UN	80000	\$ 80.000
TARJETA DE ARRANQUE Y PARADA CONTROL CAPG24V	TARCPAG	1	UN	558900	\$ 558.900
INSTALACION TARJETA DE CONTROL CAPG24V	SE0051	1	UN	240000	\$ 240.000
EMPAQUE TAPA BALANCINES	EMPTAP	6	UN	32517	\$ 195.102
CAUCHOS INYECTORES	KIT	18	UN	2089	\$ 37.602
EMPAQUE BBA COMBUSTIBLE	EMPBOM	1	UN	18158	\$ 18.158
CALIBRACION DE MOTOR	CALMOT	1	UN	635897	\$ 635.897
DESMONTAJE Y MONTAJE SISTEMA INYECCION	DES/MON	1	UN	480000	\$ 480.000
CALIBRACION BOMBA DE INYECCION E INYECTORES	CALBOM	1	UN	520000	\$ 520.000
PROVISIONAL DE REPUESTOS SISTEMA DE INYECCION	CALMOT	1	UN	900000	\$ 900.000
				TOTAL	\$ 6.136.555
				IVA 16%	\$ 981.849
				TOTAL PROYECTO	\$ 7.118.404



BOGOTÁ: Av. Cortés de Calb # 11-22 Tel: 2684441 MEDELLÍN: Cra 52 # 10-184 Tel: 2584200
 BARRANQUILLA: Calle 20 # 4-10-25 PISO: 305-40 CO. BUCARÁ: Urb. Los Miraflores, Ciudad Nueva Tel: 2880073
 MONTERÍA: Calle 50 # 9-57 Banco Castellana Tel: 7910499

www.hydrosmelgar.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676





- **EL FILTRO DE AIRE SE CAMBIA CADA 800 HRS O 2 AÑOS, el cambio depende del medio en el que se encuentre instalado el equipo (polución, polvo).**
- **Instalación de Tarjeta de control en tablero de control.**

FILTRO FS1242B

Se cotiza filtro separador de combustible opcional para filtrar el combustible antes de llegar a la planta electrica, con este filtro estamos protegiendo el sistema de inyección de la planta electrica que es tan delicado ya que el combustible que actualmente tiene Colombia esta muy contaminado.



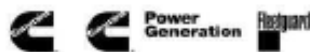
EN CASO DE NO TENER QUE CAMBIAR REPUESTOS AL SISTEMA DE INYECCION CUMMINS DE LOS ANDES DEVUELVE EL ITEM DE PROVISIONAL DE REPUESTOS QUE SON \$900.000+IVA.

ESTO SE REALIZA CON EL FIN DE AGILIZAR LA REPARACION EN CASO DE NECESITAR CAMBIAR PIEZAS DEL SISTEMA DE INYECCION.

- **LA CALIBRACION DE MOTOR SE REALIZA CADA 2 AÑOS O 2000 HORAS.**
- **LA CALIBRACION DEL SISTEMA DE INYECCION SE REALIZA CADA 3 AÑOS O 4000 HRS.**

Si es aprobada esta cotización:

- Por favor enviar orden de compra con el Nit, dirección, números de teléfonos, representante legal y nombre de la razón social a facturar, copia de Cámara y Comercio, RUT y numero de la actividad económica.
- El servicio se realizara en horario normal laboral, en horas nocturnas y fines de semana se cobrará el recargo correspondiente y viáticos de técnicos.
- Al realizar el servicio pueden resultar necesidades adicionales del equipo que serán cotizadas antes de su ejecución.
- Nuestras obligaciones cobijan solo lo cotizado.



BOGOTÁ: Av. Ciudad de Cali # 11-22 Tel: 2680444 MEDILLIN: Cra 52 # 10-184 Tel: 2554200
BARRANQUILLA: Calle 20 # 6 a 20 # 600. 390 40 03 BACIDR: Obispo-Morán. Ciudad Norte Tel: 2880873
MONTAÑA: Calle 59 # 9-07 Barrio Castellana Tel: 79 50-893
www.cummins.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676

ORGANIZACIÓN EQUITEL 



**Somos Auto retenedores según resolución No 4393 de Junio de 1999.
Somos Grandes Contribuyentes según resolución No 12506 de Diciembre 26
de 2002. Actividad comercial 204.**

- Se facturaría el IVA vigente a la fecha de factura.
- Validez de la oferta : 30 días.
- Tiempo de Ejecución: **2 Días después de formalización de pago.**

FORMA DE PAGO:

1. Cheque posfechado a 30 días previamente confirmado.
2. Consignar el valor correspondiente antes de iniciar el trabajo al numero de cuenta ahorros N° 163106875 del Banco de Bogota sucursal Cádiz y enviar confirmación de pago por fax y pedir línea al 8(2690569/70/73), anexar nombre del remitente y numero de cotización, atención Soporte Energía.
3. Si tiene crédito y/o contrato de mantenimiento con nosotros y es aprobado por nuestro gerente financiero favor enviar orden de compra con el Nit, dirección y nombre de la razón social a facturar.

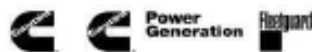
Cualquier inquietud que usted o alguien de su equipo de trabajo tenga gustosamente lo atenderé.

Por su atención y apoyo mil y mil gracias.

Cordialmente,



LUIS RAUL LEONEL VIDAL
Cummins de los Andes S.A.
Jefe Soporte de Energía-Ibague
Glorieta Miro lindo Costado Norte
Teléfono: (8)2690569-70-73 ext. 106
Celular: 311 4779656
Ibague - Colombia
Correo: soporte1@equitel.com.co



BOGOTÁ: Av. Ciudad de Cali # 11-22 Tel: 266244. MEDELLÍN: Cra 52 # 10-104 Tel: 254220.
SANTAFÉ DE BOGOTÁ: Calle 20 # 4-25 P.B.O. Tel: 44 05 842190. Ibagué: Mivivienda. Costado Norte Tel: 2882873.
MONTERÍA: Calle 50 # 9-07 Banco Castellana Tel: 755549

www.cummins.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676

ORGANIZACIÓN EQUITEL



USEI 21-0758-10 LRLV
Ibagué, 21 de Junio de 2010

Señores:
HYDROSMELGAR E.S.P.
ATTE: Ing. CARLOS AUGUSTO ANAYA
Correo: canaya@caudalesdecolumbia.com.co
Cel. 317-6369689
Santa fe de Bogota

Ref.: PROPUESTA REPARACION SISTEMA DE INYECCION.

Respetada Ing. Anaya;

De la manera más atenta y respetuosa me permito cotizarle el servicio de reparación del sistema de inyección después de las diferentes pruebas y calibración que se realizo en banco.

Esperamos con esto satisfacer sus necesidades y acompañarlo nuevamente en el desarrollo de sus proyectos.

CONDICIONES COMERCIALES:

HYDROSMELGAR E.S.P. SISTEMA DE INYECCION - REPARACION					
ITEM	REFERENCIA	CANT.	UNIDAD	VLR UNIT.	VLR TOTAL
BARREL Y PLUNGER	BARPLU	6	UN	1481150	\$ 8.886.900
COPILLAS DE INYECTOR KT19	COPINY	6	UN	300300	\$ 1.801.800
MALLAS INYECTORES GENERAL	MALINY	6	UN	1197	\$ 7.182
CAMISILLA INYECTOR KT	CAMINY	6	UN	13028	\$ 78.168
PERILLA EJE VIOLADOR BBA INY	PERBBA	1	UN	6213	\$ 6.213
CARCAZA SOLENOIDE N14	CARN14	1	UN	148829	\$ 148.829
EJE VALVULA PARO BBA INY	EJEBBA	1	UN	43645	\$ 43.645
FILTRO PETER ISX	PETER	1	UN	59547	\$ 59.547
PLATINA VALVULA PASO BBA INY	PLABBA	1	UN	2054	\$ 2.054
KIT REPARACION BBA INY AFC	KIT AFC	1	UN	210016	\$ 210.016
VALVULA RETORNO NH L10 N	VALNH	1	UN	56659	\$ 56.659
KIT SELLO BBA INY NH-NT	KITSEL	1	UN	167537	\$ 167.537
SELLO DE SEGURIDAD BBA INY	SELBBA	1	UN	12056	\$ 12.056
				TOTAL	\$ 11.480.606
				IVA 16%	\$ 1.836.897
				TOTAL PROYECTO	\$ 13.317.503



BOGOTÁ: Av. Ciudad de Cali # 11-22 Tel: 2040444. MEDELLÍN: Cra 62 # 10-104 Tel: 2064200.
BARRANQUILLA: Calle 50 # 6-25 PBX: 366 41 90. IBAGUÉ: Gloriosa Independencia. Corralo Norte Tel: 2090273.
MONTEBÁN: Calle 34 #4-10. Buenaventura Tel: 7552486
www.cummins.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676





Si es aprobada esta cotización:

- Por favor enviar orden de compra con el Nit, dirección, números de teléfonos, representante legal y nombre de la razón social a facturar, copia de Cámara y Comercio, RUT y numero de la actividad económica.
- El servicio se realizara en horario normal laboral, en horas nocturnas y fines de semana se cobrará el recargo correspondiente y viáticos de técnicos.
- Al realizar el servicio pueden resultar necesidades adicionales del equipo que serán cotizadas antes de su ejecución.
- Nuestras obligaciones cobijan solo lo cotizado.

**Somos Auto retenedores según resolución No 4393 de Junio de 1999.
Somos Grandes Contribuyentes según resolución No 12506 de Diciembre 26 de 2002. Actividad comercial 204.**

- Se facturaría el IVA vigente a la fecha de factura.
- Validez de la oferta : 30 días.
- Tiempo de Ejecución: **2 Días después de formalización de pago.**

FORMA DE PAGO:

1. Cheque posfechado a 30 días previamente confirmado.
2. Consignar el valor correspondiente antes de iniciar el trabajo al numero de cuenta ahorros N° 163106875 del Banco de Bogota sucursal Cádiz y enviar confirmación de pago por fax y pedir línea al 8(2690569/70/73), anexar nombre del remitente y numero de cotización, atención Soporte Energía.
3. Si tiene crédito y/o contrato de mantenimiento con nosotros y es aprobado por nuestro gerente financiero favor enviar orden de compra con el Nit, dirección y nombre de la razón social a facturar.

Cualquier inquietud que usted o alguien de su equipo de trabajo tenga gustosamente lo atenderé. Por su atención y apoyo mil y mil gracias.

Cordialmente,



LUIS RAUL LEONEL VIDAL
Cummins de los Andes S.A.
Jefe Soporte de Energia-Ibague
Glorieta Mirolindo Costado Norte
Teléfono: (8)2690569-70-73 ext. 106
Celular: 311 4779656
Ibague - Colombia
Correo: soporte1@equitel.com.co



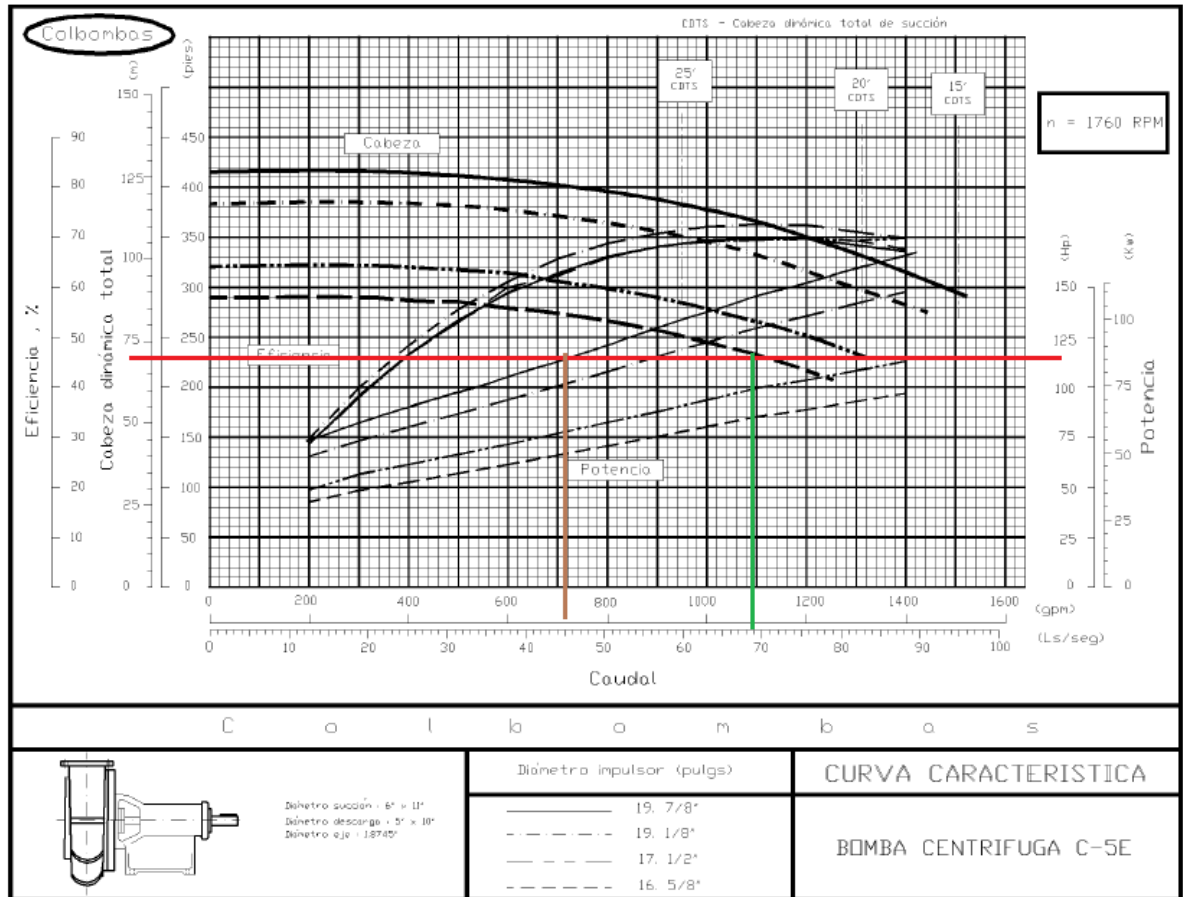
BOGOTÁ: Av. Ciudad de Cali # 11-22 Tel: 2045444. MEDELLÍN: Cr. 52 # 10-194 Tel: 2094200.
SANTAFÉ DE BOGOTÁ: Calle 50 # 5-6-25 PBX: 305 41 30. IBAGUÉ: Glorieta Mirolinda. Costado Norte Tel: 2092073.
MONTERÍA: Calle 31 #6-07 Barrio Castellana Tel: 7000499

www.cummins.com Línea Gratuita de Atención al Cliente 01 8000 11 7676

ORGANIZACIÓN EQUITEL

ANEXO B

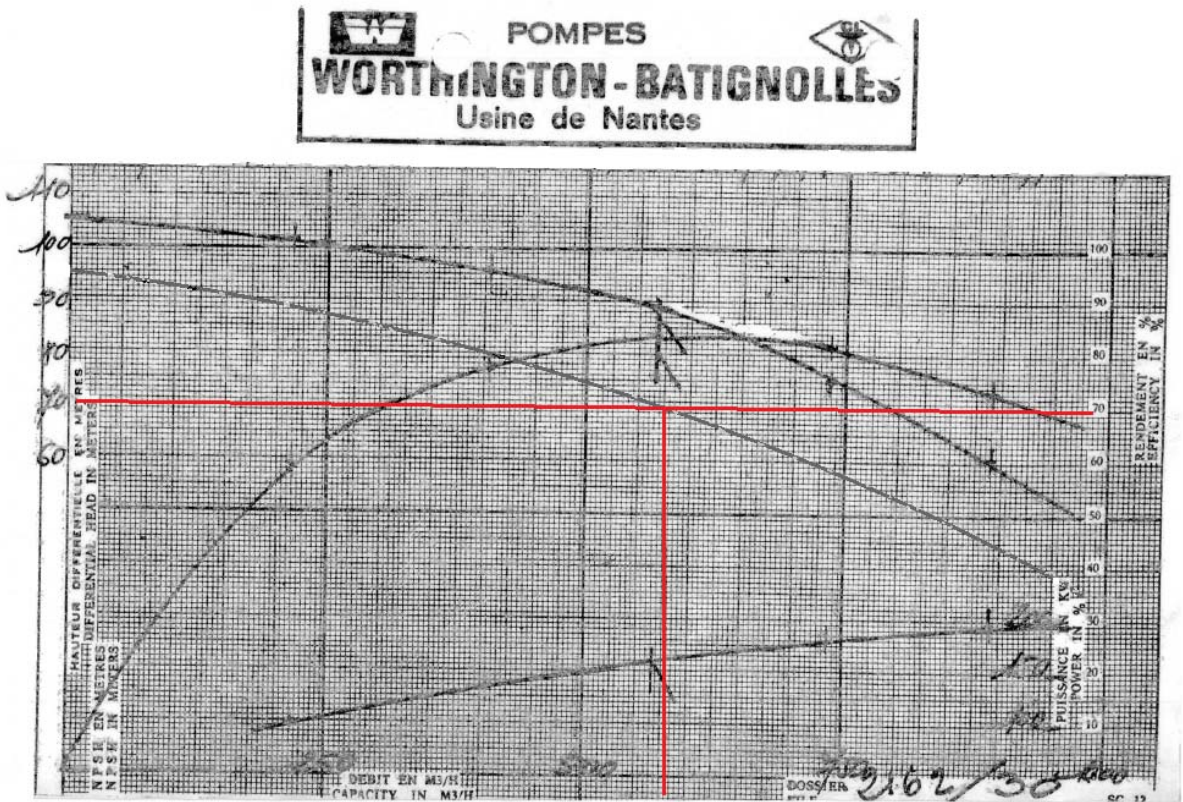
Curva bombas N° 1 y 2



Fuente. Catalogo Colbombas CURVAS DE DESEMPEÑO BOMBAS TURBINAS BOMBAS CENTRIFUGAS <http://www.colpozos.com.co>

ANEXO C

Curva bomba N° 3



Fuente. Manual equipo Worthington 8LNR

ANEXO D

RESOLUCIÓN 312 DE 2005

(Enero 14)

por la cual se fija la tasa de descuento aplicable a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado

LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

en ejercicio de sus facultades legales y en especial de las que le confiere la Ley 142 de 1994, el Decreto 1905 del 26 de septiembre de 2000, y

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con el artículo 73 de la Ley 142 de 1994 las Comisiones de Regulación tienen la función de regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abuso de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad;

Que el artículo 87 de la misma ley señala que el régimen tarifario estará orientado por los criterios de eficiencia económica, neutralidad, solidaridad, redistribución, suficiencia financiera, simplicidad y transparencia;

Que el artículo 87, numeral 87.4 dispone que por suficiencia financiera se entiende que las fórmulas de tarifas garantizarán la recuperación de los costos y gastos propios de operación, incluyendo la expansión, la reposición y el mantenimiento; permitirán remunerar el patrimonio de los accionistas en la misma forma en la que lo habría remunerado una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable; y permitirán utilizar las tecnologías y sistemas administrativos que garanticen la mejor calidad, continuidad y seguridad a sus usuarios;

Que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico expidió la Resolución 13 de 1995, "por la cual se establece la tasa de descuento o tasa de remuneración del capital vinculado a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo", acto administrativo en el que se resolvió que la tasa que se utilizaría para remunerar el capital y, por tanto, como

tasa de descuento en el cálculo de los costos económicos de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo sería la determinada por la junta directiva de las empresas, o quien haga sus veces, en un valor entre el 9% y el 14%;

Que el mencionado acto administrativo fue incorporado en la Resolución CRA 151 de 2001, artículo 1.3.11.1 - tasa de descuento o tasa de remuneración del capital vinculado a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo;

Que la Comisión definió, para la aplicación de la metodología tarifaria de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, consagrada en la Resolución CRA 287 de 2004, que existen diferencias entre las empresas de más de 25.000 suscriptores y aquellas que se encuentran por debajo de este límite, y que tal circunstancia genera diferentes condiciones de acceso al mercado de capitales;

Que en tal virtud, se considera apropiado utilizar la metodología de costo promedio ponderado de capital y la de CAPM (por sus siglas en inglés) para efectos del cálculo del costo del equity en los términos que se exponen a continuación:

A. El costo de la deuda. (K_D)

Que con el objeto de fijar la tasa de descuento, se establecen a partir del número de usuarios dos categorías o grupos de personas prestadoras. En el primer grupo se encuentran aquellas con más de 25.000 suscriptores con un costo de deuda de DTF + 5 puntos. El segundo grupo corresponde a aquellas personas prestadoras hasta con 25.000 suscriptores, con un costo de deuda de DTF + 8 puntos.

Para el efecto, se utiliza el promedio aritmético mensual del DTF en términos reales, desde junio de 2002 hasta diciembre de 2004, de cuyo resultado se obtiene que el costo de deuda, en términos reales, para las condiciones expuestas anteriormente corresponde a:

Personas prestadoras que atiendan más de 25.000 suscriptores

$K_D = 3.94\%$ efectiva anual en pesos reales

Personas prestadoras que atiendan hasta 25.000 suscriptores

$K_D = 5.89\%$ efectiva anual en pesos reales

B. El costo del equity. (K_E)

La aplicación de la metodología CAPM arroja los siguientes resultados:

$$K_e = R_f + b_a [E(R_m) - R_f] + \text{Riesgo País}$$

Dónde:

R_f = *Tasa libre de riesgo*. Se toma como tasa libre de riesgo el rendimiento promedio de los bonos del tesoro de Estados Unidos a 75 años, para el período comprendido entre 1928 y 2003, y corresponde a una tasa de 5.28%.

b = Este valor cuantifica el riesgo sistemático de la inversión y mide la sensibilidad relativa del negocio respecto a los movimientos del mercado, el cual se fija en 0.39 sin apalancar.

$E(R_m) - R_f$ = *Prima de riesgo de mercado*. Es la prima resultante de comparar el rendimiento del mercado con la tasa libre de riesgo, y que corresponde a 6.54%, para el mismo período utilizado en el cálculo de la prima libre de riesgo del período comprendido entre 1928 y 2003.

Riesgo país = Corresponde al promedio del spread de la deuda soberana colombiana del período comprendido entre junio de 2002 y diciembre de 2004, el cual es de 5.60%.

Aplicando estos valores en la fórmula se generan valores para el costo del equity así:

- Estructura 30% Deuda - 70% Equity

$$K_e = 14.14\% \text{ (en dólares)}$$

$$K_e = 16.90\% \text{ (en pesos corrientes)}$$

$$K_e = 11.47\% \text{ (en pesos reales)}$$

- Estructura 40% Deuda - 60% Equity

$$K_e = 14.54\% \text{ (en dólares)}$$

$$K_e = 17.31\% \text{ (en pesos corrientes)}$$

$$K_e = 11.86\% \text{ (en pesos reales)}$$

C. La estructura de capital

Que para el efecto es recomendable utilizar un rango en la estructura de capital que oscile entre el 30 y el 40% de deuda y consecuentemente entre el 70 y el 60% para el equity respectivamente.

D. Efecto de la tributación

Que en concordancia con la Resolución CRA 287 de 2004 y en aplicación del criterio de suficiencia financiera consagrado en la Ley 142 de 1994, es pertinente incorporar en el cálculo de la tasa de descuento, la tasa efectiva de tributación.

E. Participación ciudadana

Que mediante Resolución CRA 300 del 11 de noviembre de 2004, se presentó el proyecto de resolución, "por la cual se fija la tasa de descuento aplicable a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado" y se inició el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector;

Que el término para recepción de las observaciones, reparos o sugerencias realizadas con ocasión del proceso de discusión directa con usuarios y agentes del sector establecido en la referida Resolución CRA 300 de 2004 fue prorrogado mediante las Resoluciones UAE CRA 551 y UAE CRA 558 de 2004, en desarrollo de cuanto dispuesto por el numeral 10.4 del artículo 10 del Decreto 2696 de 2004;

Que como consecuencia del antedicho proceso, se recibieron comentarios y sugerencias de usuarios y agentes del sector, los que fueron valorados por la Comisión para la toma de la decisión final, tal como consta en el Anexo 1 de la presente resolución;

Que la Comisión evaluará el comportamiento de las variables utilizadas para el cálculo de la tasa de descuento, y en caso de presentarse variaciones significativas, tomará las medidas pertinentes;

Que en mérito de lo expuesto, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico,

RESUELVE:

Artículo 1º. *Ámbito de aplicación.* La presente resolución se aplica a todos los prestadores de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado y sus actividades complementarias.

Artículo 2º. *Tasa de descuento.* Se establece que la tasa de descuento para las personas prestadoras que a diciembre de 2004 atiendan a más de 25.000 suscriptores se situará al interior del rango comprendido entre 13.34% y 13.92%. Igualmente, se establece que la tasa de descuento para las personas prestadoras que a diciembre de 2004 atiendan hasta 25.000 suscriptores debe ubicarse en el rango comprendido entre 14.24 y 14.58%. Los límites de los rangos establecidos para la tasa de descuento están dados en términos reales antes de impuestos.

Parágrafo. En aquellos eventos en que en una misma área urbana coexistan dos o más prestadores de los servicios de acueducto y/o alcantarillado, la tasa de descuento se calculará con base en la totalidad de suscriptores atendidos dentro del área. De igual forma, en los eventos en que un mismo prestador o grupo empresarial opere varios sistemas de acueducto y/o alcantarillado, la tasa de descuento a aplicar será la que corresponda al total de los suscriptores atendidos a diciembre de 2004.

En el caso en que se incorporen nuevos sistemas independientes, en fecha posterior a diciembre de 2004, las personas prestadoras podrán utilizar la tasa de descuento que corresponda al tamaño del mercado incorporado.

Artículo 3º. *Vigencia y derogatorias.* La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el ***Diario Oficial*** y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 14 de enero de 2005.

La Presidenta,

Carmen Elena Arévalo Correa.

El Director Ejecutivo,

Carlos E. Hernández C.

(C.F.)