



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Tesis de Grado

**“Propuesta para aumentar la capacidad de producción
de la planta de agua potable del centro sur del cantón
Quevedo año 2014”**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

ELIAS FILEMÓN MORÁN ORTEGA

Director de Tesis

Ing. PEDRO INTRIAGO ZAMORA, M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **MORÁN ORTEGA ELIAS FILEMÓN**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Atentamente,

MORÁN ORTEGA ELIAS FILEMÓN

C.I. 1203202096

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. PEDRO INTRIAGO ZAMORA, M.Sc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado MORÁN ORTEGA ELIAS FILEMÓN, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial titulada: “PROPUESTA PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO SUR DEL CANTÓN QUEVEDO AÑO 2014”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. PEDRO INTRIAGO ZAMORA, M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**Presentado al Comité técnico Administrativo como requisito previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial**

TESIS

**“PROPUESTA PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE
LA PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO SUR DEL CANTÓN
QUEVEDO AÑO 2014”**

Aprobado:

**Ing. AUGUSTO CHANDI ESTRADA, M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. MILTON PERALTA FONSECA, MBA.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. TERESA LLERENA GUEVARA, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**QUEVEDO – ECUADOR
2015**

AGRADECIMIENTO

A JEHOVA, por ser el creador de lo que existe, en mi vida, razones más que suficientes para tener metas, A mi esposa Eva Sánchez y mis princesas Eliane e Ivis que son pilares fundamentales y propietarias de cuanto he logrado.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por haber formado parte de la institución en calidad de estudiante, brindándome los medios necesarios y han permitido culminar con éxito mi profesión de Ingeniero Industrial.

A las autoridades, compañeros, amigos y demás personas que directa e indirectamente fueron un apoyo en la culminación de mi carrera, muy especialmente al Ing. Milton Peralta Fonseca, MBA e Ing. Pedro Intriago Zamora, MSc., quienes con sus conocimientos han sabido guiarme en el desarrollo y culminación de mi Tesis y mi formación profesional.

Al Concejal Abg. Ángel Mora Salinas e Ing. Narciso Yonfa ex Gerente de la empresa de agua, por sus conocimientos acerca sobre los procesos de tratamientos de Agua Potable que fueron de ayuda esencial para la culminación de la misma.

Elías Morán

ÍNDICE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
TRIBUNAL DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE CONTENIDO	vi
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE GRAFICOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi
 CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción	2
1.1.1. Problematización	4
1.1.2. Justificación	6
1.2 Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3 Hipótesis	7
 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Fundamentación teórica	9
2.1.1. Manual del agua potable	9
2.1.1.2 Suministro de agua: los factores calidad y cantidad	9
2.1.2.1 Inicio de la Reforma del Agua Limpia	10
2.1.2.1 La Ley del Agua Limpia 2	12
2.1.2.2 La Ley del Agua Potable	14
2.1.2.3 Definiciones de la Ley del Agua Potable 3	15
2.1.3 Tratamiento del agua	17
2.1.3.1 Desbaste o cribado	18
2.1.3.2 Cribas con rejillas y rastrillo	19
2.1.3.3 Rejillas móviles	20

2.1.3.4	Rejillas de tambor	20
2.1.3.5	Cribas de barras.....	20
2.1.3.6	Rejillas inmóviles.....	21
2.1.4	El Proceso de coagulación.....	21
2.1.4.1	Coagulación	22
2.1.4.2	Coagulantes	22
2.1.4.3	Prueba del frasco	22
2.1.4.4	Ayudas de coagulación	23
2.1.4.5	Operación.....	23
2.1.4.6	Floculación	24
2.1.4.7	Sedimentación	24
2.1.4.8	Filtración.....	25
2.1.4.8.1	Sistemas de filtración rápida	26
2.1.4.8.2	Otros filtros.....	26
2.1.4.9	Desinfección.....	27
2.1.4.9.1	Métodos de desinfección.....	29
2.1.4.10	Cloración	30
2.1.4.10.1	Uso del cloro	31
2.1.4.10.2	Factores que determinan una cloración correcta	31
2.1.4.10.3	Subproductos de la cloración	32
2.1.4.11	Otros métodos de desinfección.....	32
2.1.4.11.1	Ozonación	33
2.1.4.11.2	Luz ultravioleta	33
2.1.4.12	Tecnologías no convencionales de tratamiento del agua	33
2.1.4.13	Fluorización.....	34
2.1.4.14	Tratamiento de los contaminantes orgánicos e inorgánicos	34
2.1.4.14.1	Aireación	35
2.1.4.14.2	Oxidación	36
2.1.4.14.3	Absorción	36
2.1.4.14.4	Desmineralización.....	37
2.1.4.14.5	Procesos de membrana	38
2.1.5	Caudal.....	38
2.1.5.1	Capacidad de producción.....	38

2.1.5.2	Caudal natural.....	40
2.1.5.3	Factibilidad	41
2.1.5.3.1	Proyecto de factibilidad	41
2.1.5.3.2	Componentes del estudio de factibilidad.....	42
2.1.5.3.3	Estudio de mercado	42
2.1.5.3.4	Oferta	42
2.1.5.3.5	Demanda.....	42
2.1.5.3.6	Proceso	43
2.1.5.4	Estudio económico	43
2.1.5.4.1	Inversión.....	43
2.1.5.4.2	Capital	44
2.1.5.4.3	Financiamiento.....	44
2.1.5.5	Costos	44
2.1.5.5.1	Costo de venta	45
2.1.5.5.2	Costos fijos.....	45
2.1.5.5.3	Costos variables.....	45
2.1.5.5.4	Depreciación	45
2.1.5.5.5	Estado de resultados	46
2.1.5.5.6	Balance general	46
2.1.5.6	Evaluación financiera	46
2.1.5.6.1	Estado de flujo de caja.....	46
2.1.5.6.2	Valor actual neto (VAN).....	47
2.1.5.6.3	Tasa interna de retorno (TIR).....	47
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		48
3.1.	Materiales y Métodos	49
3.1.1.	Localización y tiempo de la investigación	49
3.1.2.	Materiales y equipo	49
3.1.3.	Recursos Humanos.....	49
3.1.3.1.	Materiales y Equipos.....	49
3.2.	Tipos de investigación.....	50
3.3.	Métodos de investigación.....	50
3.4.	Población y muestra.....	51

3.4.1.	Población	51
3.4.2.	Muestra	51
3.5.	Procedimiento metodológico	52
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		54
4.1.	Resultados	55
4.1.1.	Diagnostico técnico del funcionamiento actual de la planta de agua potable	55
4.1.1.1.	Encuesta aplicada a la población que es considerada la beneficiaria con el suministro de agua potable	55
4.1.1.3.	Situación Inicial	69
4.1.1.3.1	Factores Internos	69
4.1.1.3.2.	Factores Externos	70
4.1.2	Consumo actual y consumo esperado	72
4.1.2.1	Calidad del agua	72
4.1.2.2	Calidad del Agua del cantón Quevedo se mezclan las Plantas superficial como subterránea.	72
4.1.2.3	Macromedición.....	73
4.1.2.4	Datos según los técnicos de la planta de agua.	73
4.1.2.5	Propuesta según datos de Censo 2010.	74
4.1.2.6	Dotación de agua potable recomendada según la propuesta	75
4.1.3	Estudio técnico.....	80
4.1.3.1	Identificar los movimientos improductivos en las operaciones que disminuye el rendimiento óptimo de las líneas de producción.....	84
4.1.3.2	Falta de incentivos al personal de producción de empresa	84
4.1.3.3	Avería frecuente de los floculadores y sedimentadores	84
4.1.3.4	Dificultades en elaboración del cloro gas	84
4.1.3.5	Desorganización en algunas áreas de trabajo:	85
4.1.3.6	Captación	85
4.1.3.7	Parshal.....	85
4.1.3.8	Floculación	85
4.1.3.9	Descantilación.....	86

4.1.3.10	Filtración.....	86
4.1.3.11	Cloración	86
4.1.3.12	Línea de impulsión y presión.....	87
4.1.3.13	Reservorios	87
4.1.3.14	Ubicación satelital	90
4.1.3.15	Micro localización	90
4.1.3.16	Propuesta de Mejoramiento	91
4.1.3.16.1	Plantas Convencional de agua.....	91
4.1.3.16.2	Recuperación de hormigón	91
4.1.3.16.3	Recubrimiento decorativo de hormigón con base de resinas epóxicas	91
4.1.3.16.4	Limpieza de paredes exteriores de la planta de tratamiento con su respectiva pintada	92
4.1.3.16.5	Cambios de placas de floculadores	92
4.1.3.16.6	Material	92
4.1.3.16.7	Medidas.....	92
4.1.3.16.8	Características Técnicas.....	92
4.1.3.16.9	Colocación	93
4.1.3.16.10	Cambio de placas de sedimentadores con módulos de sedimentación	93
4.1.3.16.11	Ventajas	93
4.1.3.16.12	Funcionamiento.....	94
4.1.3.16.13	Válvulas.....	95
4.1.3.16.14	Tratamiento de pasamanos en área de floculadores, sedimentación y tuberías vistas	95
4.1.3.16.15	Planta agua subterráneas	95
4.1.3.16.16	Cambio de torres de aireación	95
4.1.3.16.17	Recuperación de tubería de ingreso de agua a las torres.....	96
4.1.3.16.18	Cambio de válvulas y automatización de sistema.....	96
4.1.3.16.19	Recuperación y pintura de hormigón	97
4.1.3.16.20	Oxigenadores dinámicos.....	97
4.1.4	Estudio Técnico Económico	97
4.1.4.1	Depreciación	97

4.1.4.2	Estado de Pérdidas y Ganancias	99
4.1.4.3	Estado de pérdidas y ganancias	103
4.2	Discusión.....	106
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108
5.1.	Conclusiones.....	109
5.2.	Recomendaciones	110
 BIBLIOGRAFÍA		111
6.1.	Literatura Citada	112
6.2.	Linkografía	113
 CAPÍTULO VII ANEXOS		114

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros.	Pág.
1. Cliente de la empresa	55
2. Tiempo de suministro	56
3. Cancela las planillas	57
4. Satisfecho con lo que recibe.....	58
5. Opinión de la calidad	59
6. Mejoraría la calidad del agua.....	60
7. Alternativas costos	61
8. Reparar la planta	62
9. Estado de la planta.....	63
10. Cobra es adecuada	64
11. Mantenimiento adecuado	65
12. Situación de agua potable	66
13. Tiempo de suministro	67
14. El costo real del metro cubico	68
15. Características de los macromedidores.	73
16. Datos técnicos de la empresa	73
17. Datos de los censo	74
18. Dotaciones recomendadas.....	76
19. Datos técnicos de la propuesta	76
20. Total agua producida.....	77
21. Presupuesto de Gastos de Repotenciación.	78
22. Estimación de Gastos	79
23. Diagrama de flujo del proceso de la planta superficial propuesto.	82
24. Diagrama de flujo de procesos de la planta funcionando	83
25. Características del floculador	93
26. Características de los módulos aceleradas	94
27. Sustitución de válvulas obsoletas.....	95
28. Torres de aireación	96
29. Recuperación tuberías vistas	96
30. Válvulas compuerta.....	96

31.	Recuperación y pintura de hormigón.....	97
32.	Tabla de depreciación	97
33.	Sueldos + Beneficios.....	98
34.	Materia Prima	99
35.	Mano de Obra Directa	100
36.	Mano de Obra Indirecta.....	100
37.	Otros Costos de Producción.....	101
38.	Costo de venta información técnica	101
39.	Gastos Administrativos.....	102
40.	Flujo Neto de Efectivo	104
41.	VAN	105
42.	VAN Beneficio	105
43.	VAN Costo.....	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráficos	Pág.
1. Censo poblacional 2010 del cantón Quevedo.....	6
2. Cliente de la empresa.....	55
3. Tiempo de suministro	56
4. Cancela las planillas.....	57
5. Satisfecho con lo que recibe	58
6. Opinión de la calidad	59
7. Mejoraría la calidad del agua.	60
8. Alternativas costos	61
9. Reparar la planta.....	62
10. Estado de la planta.....	63
11. Cobra es adecuada	64
12. Mantenimiento adecuado	65
13. Situación de agua potable	66
14. Tiempo de suministro	67
15. El costo real del metro cúbico	68
16. Censo Poblacional	74
17. Diagrama de proceso de la empresa pública de agua potable.....	88
18. Flujograma de proceso.....	89

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó con la finalidad de buscar solución a un problema que tiene la ciudad de Quevedo que es la capacidad del agua que consume la población. Por eso se planteó como objetivo general “realizar una propuesta para aumentar la capacidad de producción de la planta de agua potable, sobre la base de un estudio técnico a la actual modalidad de potabilización del agua del centro sur del cantón Quevedo”.

La investigación se realizó en el lugar de los hechos; utilizándose técnicas de investigación. Con la finalidad de tener información cuantitativa, se tomó una muestra de 383 personas encuestadas.

Se determinaron datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto, dando mayor interés en la investigación, en el estudio técnico, de factibilidad y económico financiero cuyos resultados fueron la base para una mejor toma de decisiones.

El estudio técnico dio como resultado que la planta de agua potable del cantón Quevedo no es operativa, por falta de mantenimiento de sus instalaciones, tomándose como solución una reingeniería total (repotenciación) con una inversión de 872.481,68 dólares americanos para dichas obras, siendo esta adjudicada a la empresa INTAL. El capital de inversión tiene una tasa de depreciación del 12,5% por año, que es igual una depreciación anual de 109.060,21 dólares americanos durante 8 años que sería el tiempo de vida útil de los equipos.

Con un ingreso anual en el transcurso del primer año de \$ 1.126.416, un VAN de \$ 424.056,17, un TIR del 25% y un costo beneficio de 1,19.

ABSTRACT

This research carried out with the aim of finding a solution to a problem that Quevedo city has that is the quality of water consumed by the population. So raised as the general objective "to make a proposal to increase the production capacity of the plant for drinking water, based on a technical study to the current modality of potabilization water from the south center of the canton Quevedo".

The research was performed at the scene of the events; it used research techniques. In order to obtain quantitative information, a sample of 383 people polled was taken.

Data relevant about to the project were determined, giving greater interest in investigation, in the technical study, of feasibility and economic financial study and the results were the basis for better decision making.

The technical study resulted in the Canton Quevedo's drinking water plant isn't operative due to lack of maintenance of their facilities, taking as solution a complete reengineering (repowering) with an investment of US \$ 872,481.68 for such works, being this awarded to the company INTAL. Investment capital has a depreciation rate of 12.5% per annum, equivalent to an annual depreciation of US \$ 109,060.21 for 8 years that would be the lifetime of the equipment.

With an annual income during the first year of 1,126,416, an NPV of \$ 424,056.17, an IRR of 25% and a cost benefit of 1.19%.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Desde el origen de nuestro planeta el agua ya existía por eso teníamos la creencia de que es un recurso que estaría siempre para toda vida. Pero debemos tener en cuenta la existencia de grandes y profundos cambios en sus composición, que en los procesos químicos y físicos del agua como en los ocurridos en la evaporación al caer de nuevo en forma de lluvia se ha contaminado por agentes externos haciéndose presente en algunas pandemias o enfermedades referentes por el consumo en mal estado o no apta para el consumo humano y animal.

Hay que tener en cuenta que en nuestro planeta el agua se encuentra de la siguiente manera:

El 97% de agua se encuentra en los mares y es salada.

El 2 % del agua se encuentra congelada en los polos.

El 1 % del agua es dulce y se encuentra distribuida por todo el planeta, utilizada además por todos los que habitamos el planeta.

Porque el ser humano es el que más daño causa, la fragilidad del ecosistema contaminando el agua de algunas maneras con los procesos industriales, mediante químicos o simplemente por descuido.

Así, se encuentran datos sobre antiguos pueblos Egipcios y Romanos que hacían procesos de purificación del agua por medio de filtrados por carbón, exposición a la luz solar, uso de cobre y plata, marcándose los primeros procesos de potabilización. Con todos estos antecedentes a principios del año 1900 encontramos, tanto en Europa como en América, indicios de tratamientos de agua para el consumo humano a gran escala o industrial, utilizando de productos químicos y procesos físicos, como el cloro para eliminar bacterias y micro organismos, también se ha usado sulfato de aluminio y algunos polímeros que lo único que hacen es unir partículas de impurezas.

La sociedad humana actual ha sido testigo del proceso intensivo de urbanizaciones por lo cual las ciudades crecieron e incrementaron sus problemas; este fenómeno que se presenta desde la REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, tiene como punto más alto las dos últimas décadas; la GRAN MIGRACIÓN DEL CAMPO A LA CIUDAD, asentándose en las periferia de los centros poblados, grandes masas de pobladores, provocando hacinamientos que particularmente por esta vital necesidad ha exigido atención de los gobernantes; esto que se constituyó en un problema global, obliga a los organismos internacionales como la ONU a realizar estudios que expliquen el fenómeno y su influencia en la sociedad.

No es materia de nuestro estudio ser exhaustivos en los resultados que se lograron. Solamente a manera de conclusión debemos destacar que el agua para consumo humano ha llegado a tener tal trascendencia, pues forma parte de las propuestas urgentes del quehacer político de formular soluciones y aplicarlas. Si son simplemente a corto plazo, los problemas volverán a presentarse.

Quevedo, desde sus inicios tiene las características, de ser centro de captación de migración interna, originándose un crecimiento demográfico y urbanístico cada vez mayor; de allí se desprende que las propuestas de solución al tema AGUA POTABLE, aplicadas hace poco menos de dos décadas, hoy tengan serios inconvenientes de cumplir los objetivos para los cuales se formularon.

Lo expuesto, permite presentar el proyecto, problematiza la situación de la planta de tratamiento de agua potable del cantón Quevedo y su URGENTE REPOTENCIACION, por que el crecimiento poblacional en el cantón ha rebasado su capacidad física y, además, precisa una revisión completa inclusive en lo concerniente a lo representativo para la comunidad, por cuanto se trata de un elemento vital que por su condición exige el cumplimiento constitucional del derecho humano a preservarla y utilizarla.

En cuanto al costo, los organismos internacionales recomiendan que el gasto en servicios de agua y saneamiento no debe superar el 3% del ingreso económico del hogar, debiéndose considerar factores que afectan el costo, tales como:

- Necesidad de tratar el agua para transformarla en agua potable, es decir factores relacionados con la calidad del agua en la fuente.
- Necesidad de transportar el agua desde la fuente hasta el punto de consumo;
- Necesidad de almacenamiento en los períodos de abundancia de agua para usarla en los periodos de escasez
- Necesidad de evitar la contaminación de un curso de agua por bacterias que obtienen su energía oxidando el hierro presente en el agua.
- Realizar el plan para repotenciar la planta de agua potable de cantón Quevedo, es una alternativa válida considerando la escasez de recursos; no obstante, a largo plazo, debemos pensar en otras soluciones.

1.1.1. Problematicación

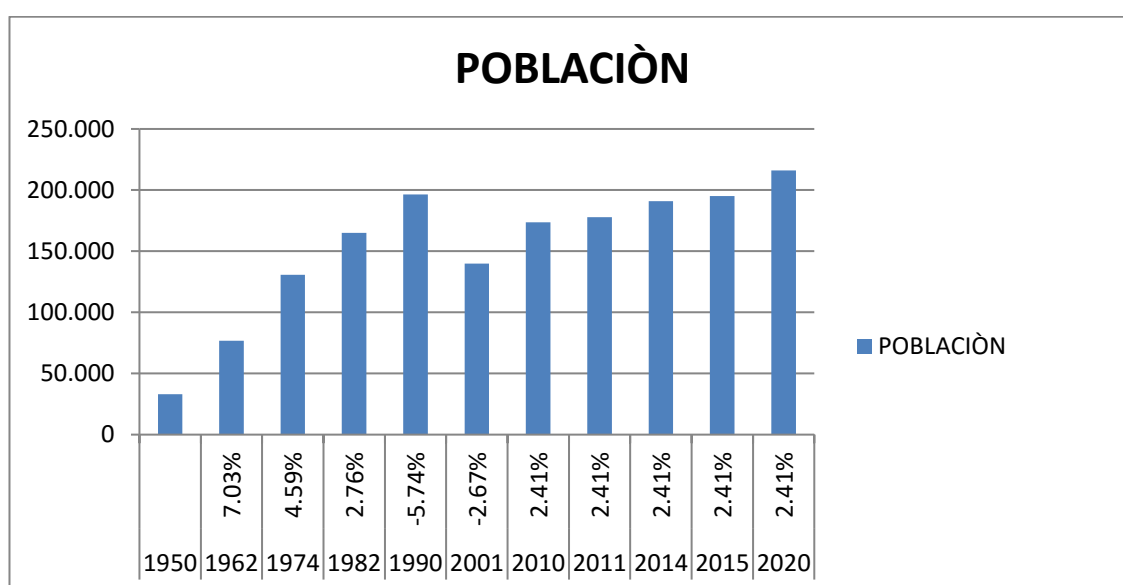
Antes del año 1978 los pobladores de la creciente ciudad de Quevedo se abastecían de agua para su consumo doméstico y el cumplimiento de sus actividades agroindustriales (empacadoras de banano), educativa, comerciales (restaurantes, comedores, bares y salones), artesanales (lavandería) en un principio directamente desde el río y afluentes cercanos como el estero. El atascozo, vertientes San Pedro, Aguas Claras tratándolas superficialmente. También se proveían mediante pozos artesianos con sus lógicas consecuencias por la manipulación de su calidad.

Desde la perforación del primer pozos en el año 1957 y sobre él la construcción de un tanque elevado y así sucesivamente por toda la urbe (San Camilo, Galo Plaza, Bella Vista, el Guayacán) esta extracción y suministro requirió presupuesto cubierto por los usuarios.

La demanda de un mejor servicio impulso la construcción de una gran obra para esa época de tal manera que se ejecutó,

La planta de tratamiento de agua potable del cantón Quevedo, fue diseñada y construida para una población mínima que existía en los años de 1981; hoy en día, la población se ha multiplicado convirtiéndose en un grave problema. Aunque desde el principio el agua es un elemento que se encuentra es casi todos los sitios y por el uso irracional en algunos procesos se la ha contaminado, en otros, se ha evaporado pero lo que si es cierto, se ha hecho un uso irresponsable del inapreciable recurso que amerita a la (Municipalidad de Quevedo), empresa de agua potable emprender de inmediato la repotenciación o con una nueva obra mejor nivel y con respuesta a las experiencias del mercado que cada vez requiere aumento a la capacidad de producción.

Gráfico 1. Censo poblacional 2010 del cantón Quevedo



Elaborado por el Autor (2014)
Fuente: INEC 2010

1.1.2. Justificación

Con esta investigación se pretende encontrar una solución a los problemas que hoy en día presenta la planta de tratamiento de agua potable del Cantón Quevedo, no siendo ya, una idea descabellada por el crecimiento poblacional que hoy en día experimenta la ciudad de Quevedo y su entorno. Por ello, tomando en consideración el elevado costo que significaría reemplazarla con una nueva, la alternativa inmediata sería repotenciar la existente.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar una propuesta para aumentar la capacidad de producción de la planta de agua potable, sobre la base de un estudio técnico a la actual modalidad de potabilización del agua del centro sur del cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico técnico para conocer el funcionamiento actual de la planta de agua potable.
- Elaborar estudio del consumo actual y relacionarlo con el consumo esperado, luego de aumentar la capacidad de producción.
- Determinar mediante estudio técnico, el flujograma a utilizarse para mejorar el tratamiento de potabilización del agua.
- Establecer costos y rentabilidad financiera que le significarían a la empresa, el mejoramiento del proceso de tratamiento del agua potable de Quevedo.

1.3 Hipótesis

Mediante la aplicación de ajustes técnicos al actual proceso de potabilización del agua, se aumenta la capacidad de producción en la planta de agua potable del Cantón Quevedo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Manual del agua potable

Cuando el hombre interviene en el ciclo natural del agua se generan ciclos hidrológicos artificiales o ciclos hidrológicos *urbanos*. Aunque hay muchas comunidades que se suministran de agua subterránea, la mayoría lo hacen con aguas superficiales. Después de someterla a un tratamiento el agua se distribuye a las viviendas e industrias. El agua gastada (agua residual) se recoge en un sistema de alcantarillado y se transporta a una planta de tratamiento para procesarla antes del vertido final en el mar, o reciclarla. Actualmente las tecnologías únicamente permiten recuperar una parte de la calidad original del agua. **(Spellman, 2004)**

2.1.1.1 Todo sobre el agua: conceptos básicos

Una comunidad aguas abajo probablemente tendrá que sacar el suministro de agua antes de llegar a una depuración completa (características naturales). Esta práctica se intensifica y complica a medida que las comunidades se suceden y crecen a orillas de un mismo curso de agua. Obviamente, el incremento en el número de usuarios acarrea una creciente necesidad de aumentar la cantidad de agua disponible. Esta extracción y el proceso de retomo en las sucesivas comunidades de una cuenca hidrológica, tienen como consecuencia una reutilización indirecta del agua. **(Spellman, 2004)**

2.1.1.2 Suministro de agua: los factores calidad y cantidad

Los profesionales que trabajan con el agua potable tienen que tener un conocimiento claro y completo de los ciclos natural y antrópico del agua, así como también considerar dos aspectos principales (cantidad y calidad, los factores C y C): (1) proporcionando una calidad «potable» al suministro de agua, un suministro limpio, saludable, y seguro para beber; y (2) encontrar un suministro

de agua capaz de proporcionar las cantidades adecuadas para satisfacer la demanda anticipadamente. **(Joanne D. , 2004)**

2.1.2 Normativa sobre el agua potable

2.1.2.1 Inicio de la Reforma del Agua Limpia

Para comprender la historia (y el ímpetu) que yace detrás del movimiento de reforma generado para la limpieza en los suministros de agua (del pasado reciente a la actualidad), trazamos la cronología de algunos de los sucesos más significativos provocados por las organizaciones medioambientales y grupos de ciudadanos desde mediados de los años 60. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

En 1972 el congreso de EE UU. Aprueba la Ley del Agua Limpia (superando el veto del presidente Nixon). La Ley del Agua Limpia ha sido llamada «una proposición de vida o muerte para la nación» (Sierra Club, 1997, p. 4). La ley tiene como meta alcanzar unos niveles de calidad del agua que permitan el baño y la pesca en 1983, un vertido de contaminantes igual a cero en 1985, y la prohibición del vertido de contaminantes en cantidades tóxicas. **(Spellman, 2004)**

En 1974, se aprobó la Ley del Agua Potable, a partir de la cual se establecieron las normas nacionales para las cantidades de contaminantes en los sistemas de suministro de agua, en los pozos de agua subterránea y en los acuíferos, y también se establecieron otros requisitos. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

En 1984, la alianza entre el Consejo de Defensa de los Recursos Naturales, el Sierra Club y otros, denunció con éxito a Phillips ECG, un industrial neoyorquino que había echado residuos en el río Seneca. De acuerdo con el presidente del Comité del Agua del Sierra Club, Samuel Sage, el caso «puso a prueba los músculos de los ciudadanos contra los contaminadores bajo el

prisma de la Ley del Agua Limpia» (Sierra Club, 1997, p. 6). Durante ese tiempo, el proyecto de revisión de la Ley de Agua Limpia atrajo la cólera de los grupos ecologistas, quienes la apodaron «Ley del Agua Sucia» después de que los legisladores debilitaran la protección de los humedales y de las provisiones de tratamiento industrial. Como consecuencia de las acciones ecologistas la mayor parte de las provisiones para la ganadería porcina tuvieron que desaparecer. En 1984 tuvo lugar la sanción ambiental más alta hasta la fecha - 70.000 dólares- impuesta a una fábrica de aluminio en Messina, NY (por contaminar el río San Lorenzo) tras la denuncia de Sierra Club. **(Spellman, 2004)**

En 1986, Tip O'Neill, portavoz de la Cámara de Representantes, aseguró que no dejaría caer en el suelo el proyecto de ley de revisión de la Ley de Agua Limpia, sin el acuerdo de los grupos ambientales. Más tarde cuando el proyecto de ley fue elaborado y aprobado por el Congreso, el presidente Reagan la vetó. También en 1986, las enmiendas a la Ley del Agua Potable permitieron difundir una lista de contaminantes del agua de bebida. **(Spellman, 2004)**

En 1987 la Ley del Agua Limpia fue reintroducida y se convirtió en ley, superando el veto del Presidente Reagan. Se estableció una nueva provisión en el programa nacional de estuarios. **(Joanne D. , 2004)**

Desde 1995 a 1996 la Casa Blanca aprobó la enmienda 961 (de nuevo apodada la Ley del Agua Sucia) la cual en algunos casos eliminó normas sobre la calidad del agua, sobre la protección de humedales, el tratamiento de las aguas residuales y la escorrentía agrícola y urbana. El Sierra Club recogió más de un millón de firmas apoyando el proyecto de ley de los derechos del medio ambiente y publicó «Peligro en el grifo», informe que mostró los sobornos de algunos contaminadores a amigos suyos del Congreso, con objeto de anular la Ley del Agua Limpia. Debido en parte a esos esfuerzos, el proyecto de ley se quedó parado en el Senado. **(Joanne D. , 2004)**

En 1997 la USEPA (United States Environmental Agency) informó que más de un tercio de los ríos del país y la mitad de los lagos eran todavía inadecuados para la pesca o el baño. El Sierra Club denunció a la USEPA por no aplicar la Ley del Agua Limpia en Georgia. Se requirió que el estado de Georgia identificara las aguas contaminadas y estableciera la carga de contaminación que tenían. Denuncias similares fueron realizadas en otros estados. Por ejemplo, en el de Virginia la firma Alimentación Smithfield recibió una sanción de más de 12 millones de dólares -la mayor hasta entonces- por violar la Ley del Agua Limpia vertiendo productos residuales dañinos, derivados de fósforo entre ellos, en un tributario de la bahía de Chesapeake. **(Spellman, 2004)**

2.1.2.1 La Ley del Agua Limpia 2

El interés por los microorganismos patógenos causantes de enfermedades, que existen en muchas corrientes de agua en nuestro país, no era lo que inicialmente atrajo la atención de los ciudadanos Joe o Nancy sobre las condiciones de salud de las vías de agua nacionales. Las cualidades estéticas son las primeras en atraer la atención. Los estadounidenses en general experimentan gran placer estético frente a la belleza de la naturaleza, y actúan para evitar la contaminación y la degradación de las aguas simplemente porque muchos apreciamos la belleza natural de los ríos, cascadas y lagos de montaña, confiando siempre en que se hallen, puros y limpios. **(Spellman, 2004)**

La Ley del Agua Limpia se centra en la mejora de la calidad del agua mediante el mantenimiento y restauración de la integridad física, química y biológica de las aguas nacionales. Proporciona un amplio conjunto de normas, métodos técnicos y asistencia financiera para gestionar los aspectos causantes de contaminación que afectan de forma adversa a la calidad del agua, incluyendo los vertidos de aguas residuales municipales e industriales, así como la escorrentía contaminada, procedentes de las áreas rurales y de las urbanas, e incluyendo asimismo la destrucción de hábitats. **(Spellman, 2004)**

La Ley del Agua Limpia exige unas normas de ejecución para las principales industrias (como las siderúrgicas y las refinerías de petróleo), que proporcionen un control de la contaminación basado en las mejores tecnologías disponibles. Estas normas nacionales deben desembocar en la eliminación de más de 1 x 10⁹ libras de contaminación anual de las aguas. **(Spellman, 2004)**

La Ley del Agua Limpia también establece una estructura mediante la cual los estados y las tribus indígenas vigilan sus aguas, determinen el uso más apropiado (tal como el recreo o el consumo de agua potable), y establezcan criterios específicos de calidad del agua para diferentes contaminantes, de modo que se protejan esos usos. Estos criterios, junto con las normas nacionales para la industria son las bases que permiten limitar la cantidad de contaminación que puede descargarse en una vía de agua. Bajo el sistema nacional de vertidos de contaminantes, las plantas de depuración de aguas residuales y las industrias que vierten aguas residuales, deben obtener autorizaciones y cumplir los límites específicos marcados en esas autorizaciones. **(Spellman, 2004)**

La Ley del Agua Limpia también proporciona financiación para ayudar a los estados y a los municipios a satisfacer sus necesidades en infraestructura para obtener aguas limpias. Desde 1972 se han proporcionado más de 66 x 10⁹ dólares en préstamos y garantías, principalmente para construir o mejorar las plantas de depuración. La financiación también se ha destinado a corregir un problema importante de la calidad del agua: la escorrentía de áreas rurales y urbanas. **(Spellman, 2004)**

Desgraciadamente la Ley del Agua Limpia es tan sólo una parte del camino hacia el objetivo. Al menos un tercio de los ríos de Estados Unidos, la mitad de los estuarios y más de la mitad de los lagos no son aptos para la pesca o el baño. Treinta y un estados han registrado toxinas en los peces por encima de los niveles marcados por la legislación alimentaria. Según un estudio de la EPA, en los peces de una localidad, por lo menos, aparecieron todos los contaminantes químicos. El descenso de la calidad de las aguas se toma como

causa del descenso en el número de mariscos. (Spellman, 2004)

2.1.2.2 La Ley del Agua Potable

Cuando se viaja por el mundo, una de las primeras cosas que se aprende a preguntar es si el agua de bebida está en buen estado, si es potable. Desgraciadamente en la mayoría de los lugares del mundo la respuesta es «no». Masters, en 1991, averiguó que el 80% de todas las enfermedades del mundo son atribuidas a un agua o a unas condiciones higiénicas inadecuadas. William C. Clark, en un discurso pronunciado en Racine (Wisconsin) (abril, 1988) resumió esto mejor: «si alguien pudiera hacer mañana por la mañana agua limpia en todo el mundo habría hecho, en una sola acción la mejor cosa que se pueda hacer y muchos otros seres vivos, incluso personas...». Los sistemas vivos limpian el agua y la hacen adecuada, entre otras cosas, para el consumo humano». La naturaleza actúa por sí misma con un nivel de eficacia y perfección que no podemos imaginar. El problema, desde luego, es que la población humana se ha desarrollado demasiado como para permitir dejar a la naturaleza que trabaje en solitario.

La naturaleza a través del ciclo hidrológico nos proporciona un suministro sin fin de agua. Sin embargo, encontramos que desarrollar y mantener un suministro de agua en buen estado requiere los esfuerzos coordinados de ingenieros, científicos, tecnólogos, planificadores, operarios de plantas depuradoras y legisladores. En esta sección vamos a exponer la normativa que se ha desarrollado en los Estados Unidos para asegurar que los suministros de agua que se ponen en práctica proporcionen un agua en buen estado, dulce y agradable.

La legislación para proteger la calidad del agua de bebida en los Estados Unidos empezó con la Ley del Servicio Público de Salud de 1912. Con el tiempo, la ley evolucionó, pero hasta la Ley del Agua Potable de 1974, enmendada en 1986 y en 1996 no se extendió la responsabilidad nacional más allá de los límites interestatales, incluyendo todos los sistemas comunitarios de

más de 15 puntos de consumo 25 o más consumidores. Acuciada por la preocupación pública de identificar compuestos químicos dañinos en el agua de bebida, la ley estableció las bases nacionales y estatales para el agua de consumo humano. Se centra en asegurar el buen estado del agua para los suministros al público, y la protección de la contaminación de los acuíferos nacionales. **(Spellman, 2004)**

2.1.2.3 Definiciones de la Ley del Agua Potable 3

fuentes Aguas de los Estados Unidos: (a) todas las aguas que se usan actualmente, las que fueron usadas en el pasado o pueden ser susceptibles de uso o comercio interestatal o exterior, incluyendo todas las aguas que están sujetas al flujo de las mareas; (b) todas las aguas interestatales, incluyendo los humedales interestatales; (c) todas las otras aguas tales como lagos interestatales, ríos, arroyos, marismas, estanques naturales, zonas fangosas, arenosas, praderas, prados húmedos, playas etc., cuyo uso, degradación o destrucción pudiese afectar . El comercio interestatal o exterior.

Aguas navegables: aguas estadounidenses que incluyen los mares interiores del territorio.

Buenas prácticas de gestión: Programación de actividades, prácticas prohibidas, procedimientos de mantenimiento y otras prácticas de manejo para prevenir o reducir la contaminación de las aguas en los Estados Unidos.

Contaminante: suelo dragado, residuo sólido, residuo de incineración, filtro, lodo de depuradora, basura, sobrantes de alimentos, desechos químicos, materiales biológicos, materiales radiactivos (excepto aquellos regulados bajo la ley de energía atómica, 1954), rocas, restos de material, arena, suciedad, y desechos procedentes de la industria o la agricultura, vertidos en el agua. No significa: a) aguas residuales de barcos; o b) agua, gas u otro material inyectado en un pozo para mejorar su producción de petróleo o gas, o el agua usada para la producción de petróleo o gas o con fines de eliminación que tiene

autorización del estado en el que está situado el pozo y si el estado determina que la inyección o la eliminación no dará como resultado la degradación de fuentes superficiales o subterráneas.

Contaminantes: cualquier sustancia o materia física, química, biológica o radiológica presente en el agua.

Contaminantes tóxicos: aquellos contaminantes que después de haberse vertido y bajo exposición, ingestión, inhalación o asimilación por un organismo pueden, de acuerdo con la información disponible por el Administrador, causar muerte, enfermedad, anormalidades en el comportamiento, cáncer, mutaciones genéticas, disfunciones fisiológicas o deformaciones físicas en tal organismo o en su descendencia.

Fuente acuífera única o principal: acuífero que suministra el 50% o más del agua de consumo en un área determinada.

Humedales: aquellas áreas que han sido inundadas o saturadas por el agua superficial o subterránea con frecuencia y duración suficientes para sostener la presencia de vegetación adaptada a las condiciones de suelo saturado de aguas. Los humedales generalmente incluyen marjales, ciénagas, tremedales y áreas similares.

Plantas de tratamiento públicas: cualquier dispositivo o sistema utilizado en la depuración de las aguas residuales municipales o industriales de naturaleza líquida que es propiedad del estado o del municipio. Esta definición incluye el alcantarillado, las tuberías y otros modos de conducción del agua residual a la planta de depuración.

Punto de origen: cualquier transporte discernible, confinado y discreto, incluyendo pero no limitado a ninguna tubería, canal, túnel, conducto, pozo, fisura, zanja, contenedor, recipiente para alimentación de concentrados animales o barcos u otros ingenios flotantes en la cual hay o pueden verse

contaminantes. Este término no incluye las descargas de escorrentía agrícola ni los flujos de retorno de riego.

Riesgo importante para la salud pública: cualquier nivel de contaminante que causa o puede causar que un acuífero sobrepase el nivel máximo de contaminación establecido en las leyes, en cualquier punto donde el agua vaya a ser destinada a consumo humano o que pueda afectar negativamente a la salud de las personas o que pueda necesitar un sistema de depuración del agua como tratamiento adicional para evitar esos efectos adversos.

Sistema nacional de eliminación de vertidos de contaminantes: Programa nacional para establecer, modificar, revocar o renovar, terminar, evaluar, y dar autorizaciones e imponer y aplicar requisitos de pre tratamientos, según las Secciones 307, 402, 318 y 405 de la Ley del Agua Limpia.

Sistema público de agua: sistema para abastecer de agua de consumo a la población por medio de tuberías, si este sistema tiene por lo menos 15 puntos de consumo o sirve al menos a 25 individuos.

Vertido de contaminante: cualquier adición de cualquier contaminante a las aguas navegables procedente de una fuente puntual de origen.

Zona de nacimiento de un río: área en cabecera de un río que drena la zona de recarga de un acuífero.

Zona de recarga: área a través de la cual el agua entra en una acuífera única o principal. **(Spellman, 2004)**

2.1.3 Tratamiento del agua

Mucha del agua natural accesible se enfrenta a las necesidades cada vez mayores de la creciente población mundial, que incrementa la demanda de este recurso natural, mientras la contaminación entorpece su abastecimiento.

Los centros de población de las naciones en desarrollo (que carecen de tratamiento de agua ni depuración de aguas residuales) sufren a menudo brotes de enfermedades de transmisión hídrica. En estos lugares, el vertido sin tratar contamina los cursos de agua utilizados para beber, lavar y cocinar. En otros casos, la industrialización desmandada lleva a la contaminación del agua porque no se eliminan adecuadamente los residuos químicos y nucleares. **(Spellman, 2004)**

Por tanto, los proveedores de agua potable deben garantizar que el abastecimiento sea fiable para el consumo humano. De hecho, la razón principal para el proyecto e instalación de un sistema público de agua es la protección de la salud humana. Básicamente, un sistema que trabaje correctamente es la línea de defensa entre la enfermedad y el público.

Una típica planta de tratamiento (para tratar agua de un curso de agua superficial, con turbidez y materia orgánica) procesa un agua bruta utilizando varios procesos unitarios: (1) desbaste, (2) coagulación, (3) floculación, (4) sedimentación, (5) filtración, (6) ablandamiento, (7) desinfección y (8) fluorización. Esta, presenta brevemente cada uno de estos procesos de tratamiento para aguas superficiales. (Media hora) para que se formen los flóculos y se mantengan hasta sedimentarse en los depósitos de floculación. Cuanto más fuerte sea el flóculo y más alta la concentración de sólidos en suspensión, más tiempo de mezcla se requiere para mantener al floculó en suspensión. Los tipos más normales de «mezclador» o floculador son de las paletas que utilizan varillas de madera montadas horizontalmente en una rueda y accionadas por motor. Se produce una rotación lenta. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.3.1 Desbaste o cribado

Hablamos de las entradas de agua y algo de lo que se incluye en los dispositivos de desbaste, que también se llama cribado. El desbaste (el primer paso importante en el tratamiento del agua que contiene sólidos gruesos) se

define como el proceso por el cual los sólidos en suspensión de tamaño grande, se eliminan del agua antes de entrar en la factoría. El agua del río (la fuente de agua de la que tratamos en esta exposición) contiene frecuentemente sólidos en suspensión y en flotación, con tamaños variables, desde trapos pequeños hasta troncos de árbol. La eliminación de estos sólidos es vital, no sólo porque no pueden estar presentes en el agua potable, sino también porque la basura del río puede dañar los equipos situados aguas abajo (bombas, etc.), incrementar las necesidades de productos químicos, impedir el flujo hidráulico en canales o tuberías o dificultar los procesos de tratamiento (Pank, 1995). Los parámetros más importantes utilizados en la selección de una determinada tecnología para el sistema de desbaste, son el tamaño de las aberturas y el caudal. Otros criterios son los costes relacionados con la operación y el equipo, la hidráulica de la planta, los requerimientos de manejo de los desechos, la preparación de los técnicos, y la disponibilidad de éstos. **(Spellman, 2004)**

2.1.3.2 Cribas con rejas y rastrillo

Se utilizan para eliminar los sólidos grandes retenidos en el rastrillo. Protegen el equipo de bombeo y se utilizan como filtrado preliminar que protege las rejillas más finas (de tambor o móviles).

Esta criba consiste en un tablero provisto de rejas, que son barras de acero espaciadas desde 4 a 8 cm. Las construidas con polietileno de alta densidad están empezando a sustituir a las de acero. Son más ligeras y menos susceptibles de desarrollo microbiano, corrosión y formación de hielo.

Estas cribas tienen unos mecanismos, los rastrillos, que se pueden utilizar en una amplia variedad de configuraciones de acceso, incluyendo la instalación en construcciones verticales y paredes de presas. Se montan en estructuras fijas diseñadas para una sola criba o transversales a unas ruedas en su amplitud completa o bien suspendida. **(Spellman, 2004)**

2.1.3.3 Rejillas móviles

Consisten en una serie de enrejados de alambre formando una estructura de cesta y enlazados a dos trenzas de unas cadenas con ruedas. La rejilla móvil actúa en una trayectoria vertical sobre un conjunto de ruedas dentadas, a través del flujo. El agua pasa por la malla que gira y los desechos se recogen y retienen en la cara de entrada de los enrejados de alambre. Las cestas cargadas de desechos se sacan del flujo de agua, por encima del caudal de operación, donde se pulveriza agua a presión para eliminar los desechos adheridos. Este proceso puede ser continuo o intermitente. En las operaciones intermitentes las rejillas se activan cuando se ha eliminado una determinada carga o a un determinado tiempo. **(Spellman, 2004)**

2.1.3.4 Rejillas de tambor

Una rejilla de tambor (o rejilla cilíndrica) tiene pocas piezas móviles y se monta sobre un eje horizontal con una serie de mallas unidas o montadas en la periferia de un cilindro. El cilindro rota lentamente sobre su eje. Debido a la simplicidad de construcción, el mantenimiento y los costos de operación son menores que los de las rejillas móviles. **(Spellman, 2004)**

2.1.3.5 Cribas de barras

Aunque se utilizan principalmente en algunos puntos de las plantas depuradoras, estas cribas también se emplean en plantas de tratamiento. Una criba de barras la forman una serie de barras de acero soldadas a dos travesaños horizontales, en ambos extremos. Se limpian automáticamente con uno o más rastrillos operados mecánicamente. Uno de los rastrillos sube y elimina los desechos acumulados (sólidos grandes y trapos), y los eleva para apartarlos de recorrido. En la parte superior del ciclo de operación del rastrillo los desechos se barren por un mecanismo de frotado. Normalmente se colocan en un ángulo de 60-80° respecto a la horizontal. **(Joanne D. , 2004)**

2.1.3.6 Rejillas inmóviles

Este tipo de rejillas no tienen piezas móviles que obligan a quitar los residuos o a que exista un equipo de eliminación manual de los mismos. Se colocan en cualquier punto del cuerpo de agua superficial, de manera que se saque partido de las corrientes naturales y se controle la velocidad para minimizar la acumulación de residuos. **(Spellman, 2004)**

Normalmente se montan en un eje horizontal orientado paralelamente a la corriente, de manera que la acción de la corriente ayude a mantener limpia la rejilla. La velocidad máxima de entrada a la rejilla es de 15 cm/s para evitar que los residuos se queden pegados a la rejilla. **(Spellman, 2004)**

2.1.4 El Proceso de coagulación

Después del desbaste el agua se suele bombear hacia grandes lagunas o balsas de sedimentación (también conocidas como clarificadores o depósitos de asentamiento). Dentro de estos lugares se permite la estabilización del agua durante un tiempo predeterminado. Aunque haya habido desbaste y cribado, el agua contiene material en disolución y en suspensión. Las lagunas de sedimentación proporcionan un modo adecuado de eliminar la materia en suspensión, se hace trabajar a la gravedad. Dentro de la laguna, con un flujo y turbulencia mínimos (condiciones de quietud), las partículas más densas se depositan en el fondo. Este proceso se denomina sedimentación, y la capa de sólidos depositada en el fondo de la laguna se llama fango o lodo (o biosólidos en alguna planta depuradora). **(Spellman, 2004)**

El tamaño y la densidad de las partículas en suspensión tienen relación directa con la velocidad a la que se depositarán en el fondo de la laguna. Las partículas grandes y pesadas lo harán, más rápidamente que las más pequeñas o ligeras. Las fuerzas que se oponen a la sedimentación son la flotabilidad y la fricción. La velocidad de sedimentación de las partículas también se ve afectada por la temperatura y viscosidad del agua.

El proceso de coagulación (junto con la floculación) trabaja para neutralizar o reducir la repulsión electrostática de las partículas del agua que las mantiene alejadas y en suspensión. Normalmente las partículas del agua están cargadas negativamente y se repelen entre sí, en la misma forma que lo hacen los polos de un imán.

El objeto de la coagulación (y floculación subsiguiente) es convertir las partículas pequeñas en flóculos más grandes y así hacerlos precipitar o dejarlos en suspensión. Los flóculos están condicionados así a una eliminación rápida posterior. En este libro el término coagulación se define como el método de alteración de los coloides para que éstos se acerquen y adhieran entre ellos para formar partículas más grandes, es decir flóculos. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.1 Coagulación

Es el segundo paso en el tratamiento del agua bruta. Proceso unitario que lleva utilizándose muchos años. Básicamente consiste en la sedimentación de los sólidos en suspensión formada por material muy pequeño. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000) .**

2.1.4.2 Coagulantes

Los coagulantes y las ayudas de coagulación se utilizan en el proceso de coagulación. Generalmente los tipos y ayudas disponibles se definen en el esquema de la planta depuradora. Para determinar las dosis óptimas de coagulantes se utilizan ensayos predeterminados. **(Spellman, 2004).**

2.1.4.3 Prueba del frasco

Se utiliza para simular el proceso de una coagulación a gran escala y para determinar las dosis óptimas (dosis más efectivas y económicas para el tiempo e intensidad de agitación seleccionados). Se ha utilizado durante muchos años en la industria de depuración del agua y parte de unas condiciones para el test

que intentan reflejar las operaciones normales en una planta depuradora. De este modo, se evalúan el tipo y cantidad de sedimentos del fondo y las propiedades físicas de los flóculos. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.4 Ayudas de coagulación

En la coagulación muchas veces aparecen dificultades debido a que es baja la velocidad de sedimentación o precipitación, o, a que los flóculos son frágiles y se rompen debido a las fuerzas hidráulicas en las balsas de sedimentación y en los filtros (Ilammer y Hammer, 1996). AWWA (1995) describe una ayuda de coagulación; como aquel compuesto químico que se añade durante la coagulación; para mejorar la fuerza de la misma, esto es, lograr que los flóculos sean más fuertes y más sedimentables, para superar el efecto de la temperatura, en la lentitud de la coagulación, para reducir la cantidad de coagulante y para reducir la cantidad de lodo en el fondo. Las ayudas de coagulación benefician la floculación mejorando la calidad del sedimento y la dureza de los flóculos. **(Spellman, 2004)**

Los compuestos químicos que más se usan son los polímeros. Los polímeros sintéticos son solubles, de alto peso molecular, orgánicos, con múltiples cargas a lo largo de la cadena molecular de átomos de carbono. Se utilizan mucho como ayuda de coagulación en el tratamiento del agua de bebida porque proporcionan flóculos grandes, antes de pasar por los procesos de sedimentación y filtración. Otras ayudas de coagulación son la sílice activa, algunos agentes absorbentes, y sustancias oxidantes. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.5 Operación

El proceso unitario de la coagulación implica la adición de productos químicos, un movimiento de mezcla rápido y un tiempo de reposo en el depósito de mezcla, durante unos cuantos minutos (Masters, 1991). En el proceso de

mezcla se añade un polímero (o alguna otra ayuda de coagulación) al agua desestabilizada antes y durante la floculación.

La eliminación de los flóculos depende de su naturaleza y concentración, del uso, tanto de coagulantes como de ayudas de coagulación de las características del agua como pH, temperatura y fuerza iónica. Debido a la naturaleza compleja de las reacciones de coagulación, los tratamientos químicos se basan en datos empíricos derivados de la prueba del frasco y otros ensayos de laboratorio y estudios de campo. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.6 Floculación

La floculación es el factor que afecta de manera más importante la eficiencia de eliminación de partículas. Durante la operación, la floculación es un proceso lento en el que las partículas entran en contacto unas con otras para unirse, permanecer juntas y aglomerarse hasta un tamaño capaz de sedimentarse con rapidez. Se debe proporcionar un mezclador suficiente (agitación suave durante, de una revolución por minuto, que proporciona una agitación suave para que los flóculos se desarrollen. La velocidad de aglomeración o floculación depende del número de partículas presentes, del volumen relativo que ocupan y del gradiente de velocidad creado. **(Joanne D. , 2004)**

2.1.4.7 Sedimentación

La sedimentación (también conocida como clarificación) es la eliminación de las partículas en suspensión, los flóculos químicos, los precipitados y otros sólidos sedimentables, por efecto de la gravedad. De una forma simple se puede decir que la sedimentación separa el líquido de los sólidos. El proceso tiene lugar en una laguna rectangular, cuadrada o redonda llamada laguna, tanque o balsa de sedimentación. Dentro de tales lagunas la trayectoria de flujo es rectilínea si son rectangulares, radial en las que tienen la alimentación desde el centro y también algunas en que este punto de alimentación es periférico y

espiral en otros diseños, también con alimentación en la periferia. **(Spellman, 2004)**

La sedimentación, en el proceso convencional de tratamiento de agua, tiene lugar entre la floculación y la filtración. Los parámetros de diseño se basan en datos empíricos obtenidos en los depósitos de sedimentación a gran escala. Los parámetros comunes para determinar el tamaño de las lagunas de sedimentación son el tiempo de retención (entre 1 y 10 horas), la velocidad de desbordamiento, la carga del vertedor y, en los depósitos rectangulares, la velocidad horizontal. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

En el tratamiento de agua, la mayoría de los tanques de sedimentación son clarificadores de flujo ascendente donde el agua sube verticalmente hacia el punto de descarga la cual se verifica por medio de canales. Más específicamente, en un tanque de sedimentación ideal, el agua fluye horizontalmente, llenando la balsa asciende verticalmente y fluye hasta rebosar y salir por un canal de descarga. Los flóculos se sedimentan en sentido opuesto al del flujo, y se sacan mediante un mecanismo continuo de extracción de lodo. Las partículas cuya velocidad de asentamiento son mayores que las del líquido que rebosa, se asientan y se sacan con el lodo. Los flóculos ligeros se van con el efluente. A continuación, se filtra este líquido efluente. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.8 Filtración

La filtración (algunas veces llamada proceso de pulido) implica la eliminación de partículas en suspensión, haciendo pasar el agua por una capa o cama de material poroso o granular, arena por ejemplo. A medida que el agua fluye a través del filtro (al que se puede llamar medio filtrante) se atrapan las partículas en suspensión. En la purificación del agua superficial (o sea nuestro caso), la filtración es un proceso muy importante incluso si éste es el único proceso en el tratamiento del agua. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.8.1 Sistemas de filtración rápida

En las plantas de tratamiento modernas el filtro rápido ha sustituido casi siempre al filtro de arena lento. El filtro rápido consiste en una capa de arena, de 0,6 a 0,75 m de profundidad, sobre varias capas graduadas de gravas. La apertura de los poros entre los granos de arena es más grande que el tamaño de los flóculos que tienen que ser eliminados, por lo que hay que usar otros medios para su eliminación total. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.8.2 Otros filtros

El filtro de presión es similar al filtro rápido en que el agua fluye a través de una capa granular. Sin embargo, en lugar de estar abierto a la atmósfera y utilizar la fuerza de la gravedad, el filtro de presión está dentro de un depósito de acero cilíndrico y el agua se bombea a presión sobre la capa granular. No son tan fiables como los filtros rápidos porque la presión puede forzar a los sólidos a entrar a través de la capa, y llegarán al efluente. A causa de este problema rara vez se emplean en las depuradoras municipales, pero se usan en las plantas industriales y en las piscinas. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

Los filtros de tierra de diatomeas contienen una capa fina de este material pulverulento natural, constituido por caparazones microscópicos de diatomeas y se usa también en la industria y en las piscinas, si bien no es tan fiable como los filtros rápidos de arena. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000).**

Los intercambiadores habituales son zeolitas minerales naturales o fabricados que recogen determinados iones de una solución con lo que se cargan previamente (sodio o potasio) y, o bien cambian esos iones (el caso de ablandamiento del agua), o los utilizan para oxidar una sustancia (en el caso de la eliminación del hierro o manganeso). **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.9 Desinfección

La Ley del Agua Potable obliga a que se desinfecten los abastecimientos públicos y a que la USEPA establezca normas y procesos para el tratamiento y distribución de agua desinfectada para garantizar que no exista ningún riesgo para la salud. La USEPA estableció intervalos para los contaminantes que pueden representar riesgos para la salud y que merecen la mayor atención, debido a la exposición a ellos de una gran cantidad de población. Entre otros, se trata del plomo, los subproductos de la desinfección y los organismos causantes de enfermedades. Los desinfectantes se utilizan en casi todos los sistemas que manejan agua superficial y en un porcentaje desconocido de sistemas que utilizan agua subterránea.

Durante casi un siglo, el cloro ha sido el desinfectante que más se ha usado, el de menor costo y el más efectivo. Sin embargo, los tratamientos desinfectantes pueden producir una variedad de subproductos que han mostrado ser cancerígenos o producir otros efectos por su toxicidad. Recientemente se ha incrementado la preocupación por el deterioro de la calidad del agua, calidad que desciende grandemente en las redes de distribución, a menos que los sistemas se diseñen, operen y mantengan de forma apropiada. Puesto que la desinfección es una parte integrante del proceso de depuración, es necesario hacer antes una filtración para reducir los niveles de gérmenes patógenos y conseguir que la desinfección sea más efectiva al reducir la turbidez y otros constituyentes que pueden interferir. **(Joanne D. , 2004)**

- Alternativas a la desinfección con cloro para eliminar los organismos patógenos, que abarcan la aplicación de rayos ultravioleta y procesos que mejoren la efectividad global e impliquen una reducción de la cantidad de desinfectante utilizada. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**
- Desarrollo de procesos unitarios, especialmente para las factorías de pequeñas dimensiones que eliminen los contaminantes inorgánicos (como el arsénico) y orgánicos, partículas y patógenos (como los organismos que

forman quistes, posibles patógenos como calicivirus microsporidia y virus de la hepatitis A, Mycobacterium avium intracelular, enterocitos, Helicobacter pylori, Legionella pneumophila, adenovirus 40/41/1-39 y Toxoplasma gondii.

- Desarrollo de procesos de tratamiento eficientes y económicos para eliminar los precursores de los subproductos (por ej., trihalometanos, ácidos haloacéticos; de la ozonación: bromatos, aldehídos; de la cloración: cloropirrina, haloaceto- nitrilos, y de la cloraminación: cloraminas, cloruro de cianógeno)
- Mejorar métodos para controlar los patógenos mediante sedimentación, coagulación, filtración y otros medios aceptables económicamente.
- Controlar la contaminación del agua de consumo humano entre la planta de tratamiento y el consumidor, considerando especialmente que puede haber filtraciones en las tuberías de distribución (plomo, cobre, hierro y otros materiales de las tuberías, revestimientos protectores) como resultado de su inestabilidad, de la interacción con microorganismos, agentes desinfectantes y productos químicos de tratamiento del agua.

Ya ha quedado establecido que uno de los primeros objetivos del tratamiento del agua es depurarla hasta el punto de poderla distribuir al consumidor como un producto de aspecto cristalino. Obviamente, el consumidor no quiere beber un vaso lleno de barro o limo, de colores metálicos, apesados, o incluso un vaso de agua que parezca sacado de un arroyo.

Sin embargo, una vez se ha depurado el agua hasta que aparece transparente como el cristal, el proceso de tratamiento exige un paso más, hasta el límite de dejar el agua libre de organismos patógenos. Para llegar hasta ese punto se sigue un proceso de desinfección que destruye o inactiva los patógenos. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.9.1 Métodos de desinfección

- Tratamiento por calor - para desinfectar el agua emplean la ebullición. Probablemente uno de los primeros métodos empleados para desinfectar el agua fue hervirla. Para pequeñas cantidades de agua, hervirla constituye todavía un buen procedimiento de emergencia.
- Tratamiento por radiación - emplea una radiación de rayos ultravioleta para desinfectar el agua.

Tratamiento químico - emplea productos químicos para desinfectar el agua. Estos desinfectantes químicos son oxidantes como el cloro, ozono, bromo, yodo, permanganato de potasio, iones metálicos como plata, cobre, mercurio y/o ácidos y álcalis.

Obviamente, hay un gran número de desinfectantes diferentes para aplicar al agua; trataremos de algunos de ellos en detalle en las siguientes secciones. Por ahora es suficiente comprender que aunque hay varias elecciones posibles, cualquier desinfectante que se elija debe poseer ciertas propiedades, específicamente: Desinfección - proceso que inactiva los organismos patógenos en el agua mediante oxidantes químicos o agentes equivalentes. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

- Subproductos de la desinfección - componentes formados por la reacción de un desinfectante, como el cloro, con la materia orgánica.
- Enfermedad de transmisión hídrica - enfermedad causada por organismos patógenos presentes en el agua.

La esterilización es la destrucción de todos los microorganismos. La esterilización del agua potable necesita la aplicación de dosis mucho más altas de desinfectantes químicos lo cual incrementa notablemente los costes de operación y puede crear sabores desagradables para el consumidor. La

aplicación excesiva de desinfectantes también genera concentraciones excesivas de subproductos indeseables de la desinfección. Como consecuencia de estos problemas, las prácticas actuales de tratamiento se utilizan para eliminar la turbidez y la desinfección subsecuente en las cantidades exactas para matar los organismos causantes de enfermedad y proteger así la salud pública. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.10 Cloración

El cloro gaseoso (Cl_2), 2,5 veces más pesado que el aire, es un gas amarillo verdoso, tóxico. Un volumen de cloro líquido confinado en un contenedor a presión proporciona alrededor de 450 volúmenes de gas. Las grandes plantas depuradoras utilizan normalmente cloro gaseoso, suministrado a presión elevada en forma líquida, en cilindros de acero. El líquido se desprende inmediatamente en forma de gas cuando se extrae del contenedor a presión. El cloro gaseoso es letal a concentración de 0,1% en volumen en el aire. Las concentraciones no letales irritan los ojos, las membranas nasales y el tracto respiratorio. **(Spellman, 2004)**

El hipoclorito de sodio proporciona del 5% hasta el 15% de cloro disponible, (la lejía utilizada en la colada doméstica es una solución al 5% de hipoclorito de sodio). Se acostumbra diluir con agua antes de usarlo como desinfectante y es muy corrosivo, por lo que se debe manejar y almacenar con cuidado manteniéndolo fuera del contacto con el equipo que pueda sufrir corrosión. La solución de hipoclorito de sodio es más cara por kilo que el cloro y no proporciona el nivel de protección del gas. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

El hipoclorito de calcio es un sólido granular, en polvo, granos o tabletas, que contiene el 65% de cloro aprovechable. En la forma que se presenta es estable, más estable que las soluciones de hipoclorito de sodio, que se deterioran con el tiempo. El hipoclorito de calcio es higroscópico, lo que significa que absorbe fácilmente la humedad. Reacciona lentamente con la

humedad del aire para formar cloro gaseoso. Es un material corrosivo, de olor fuerte, que requiere un manejo adecuado. Hay dificultad práctica en disolver el hipoclorito de calcio. Se debe mantener alejado de materiales orgánicos como madera, ropas y productos del petróleo. Las reacciones entre este compuesto y la materia orgánica pueden causar un calor tan intenso que termine en fuego o explosión. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.10.1 Uso del cloro

Los hipocloritos se aplican al agua en forma líquida por medio de bombas de desplazamiento positivo, que distribuyen una cada vez que baja un pistón o un diafragma flexible. Cuando se añade cloro al agua, éste reacciona con numerosas sustancias o impurezas del agua (materia orgánica, sulfuros, hierro y nitritos) creando una demanda de cloro. La demanda de cloro es la medida de la cantidad de cloro que se combina con las impurezas y está por tanto disponible para desinfectar. **(Spellman, 2004)**

El cloruro se combina con amonio y otros componentes del nitrógeno para formar otros compuestos de cloro que tienen propiedades desinfectantes. Estas sustancias se llaman cloro combinado residual disponible. En este contexto «disponible» significa que puede actuar como desinfectante. El cloro no combinado que permanece en el agua se llama cloro libre residual disponible. El cloro libre tiene una actividad desinfectante mucho más efectiva que el combinado. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.10.2 Factores que determinan una cloración correcta

Los factores importantes para una cloración adecuada son:

- Concentración de cloro libre
- Tiempo de contacto
- Temperatura
- PH
- Turbidez

La efectividad de la cloración está directamente relacionada con el tiempo de contacto y con la concentración de cloro libre. A concentraciones más bajas de cloro, hay que aumentar el tiempo de contacto. Manteniendo un pH bajo también se incrementa la efectividad de la desinfección. Cuanta más alta es la temperatura, más rápida es la velocidad de desinfección. El cloro (y cualquier otro desinfectante) es efectivo sólo si entra en contacto con los organismos que hay que matar. No se produce un buen contacto entre el cloro y los microorganismos si la turbidez es elevada. Por esto y por la impresión visual la turbidez hay que reducirla por medio de los métodos de coagulación y sedimentación ya explicados. **(Joanne D. , 2004)**

2.1.4.10.3 Subproductos de la cloración

Se han realizado varios estudios para reducir los subproductos peligrosos de la cloración. Por ejemplo, una propuesta consiste en eliminar la mayor parte de los componentes orgánicos antes de llevar a cabo la cloración. Esto puede realizarse (hasta cierto grado) no clorando el agua que entra, antes de la coagulación y filtración. La aireación o absorción sobre carbón activado también elimina materia orgánica en concentraciones que no se alcanzan con otros métodos. Otra alternativa puede ser evaluar de nuevo las dosis de cloro utilizadas el mismo grado de desinfección podría alcanzarse cantidad o dosis más bajas de cloro. Otra posibilidad es cambiar el proceso unitario donde se añade el cloro, por ejemplo, después de la filtración. Finalmente, otra alternativa actual es utilizar otros métodos de desinfección. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.11 Otros métodos de desinfección

Actualmente hay varios métodos de desinfección alternativos para utilizarlos en el tratamiento del agua. En este texto nos centraremos en dos de ellas: la ozonación y la radiación ultravioleta. Estas alternativas utilizadas con frecuencia (especialmente en los pequeños sistemas de tratamiento) sustituyen a la desinfección con cloro en las plantas grandes debido a la presión de la normativa. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.11.1 Ozonación

El ozono (O_3) en estado gaseoso a las temperaturas y presiones normales, es un poderoso desinfectante (desinfecta rompiendo las moléculas en el agua). Es inclusive más efectivo que el cloro contra algunos virus y quistes. Tiene otra ventaja, la de no dejar sabor ni olor, y no le afecta el pH o el contenido de amonio del agua. Cuando el ozono reacciona con los compuestos inorgánicos reducidos y con la materia orgánica añade un átomo de oxígeno en lugar de uno de cloro y el resultado es un compuesto aceptable ambientalmente. Pero como el ozono es inestable y no se puede almacenar, debe producirse in situ. Es un proceso normalmente más costoso que la cloración. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.11.2 Luz ultravioleta

La luz ultravioleta (UV) es una radiación electromagnética más allá del color morado en el espectro de la luz, fuera del intervalo visible de la luz. Tiene un nivel de energía mucho más alto que la luz visible y en grandes dosis inactiva tanto virus como bacterias. La energía ultravioleta se absorbe por el material genético de los microorganismos, anulando su capacidad para reproducirse y sobrevivir tanto tiempo como la radiación está en contacto con los microorganismos, sin que interfiera la turbidez. La gran ventaja de este tipo de desinfección sobre los otros dos métodos citados es que no implica el uso de productos químicos. Generalmente la luz ultra-violeta utilizada en la desinfección del agua se genera mediante series de lámparas de mercurio de baja presión sumergidas. Los continuos avances en la tecnología germicida ultravioleta están logrando que sea un método fiable y una opción económica para la desinfección en muchas plantas. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.12 Tecnologías no convencionales de tratamiento del agua

Dependiendo de la calidad del agua y de su fuente, se pueden utilizar otros procesos unitarios, o aplicarlos separadamente del proceso convencional de

tratamiento. Vamos a observar con detenimiento el agua subterránea. ¿Requiere una fuente de agua subterránea típica un tratamiento más allá de los medios convencionales? El agua subterránea no requiere por lo general las etapas de tratamiento citadas aquí aparte de la desinfección, porque se ha filtrado naturalmente en el suelo y los materiales geológicos subyacentes. Sólo se aplica la desinfección como precaución porque la ley lo exige en las factorías de tratamiento de agua pública. Lo normal es que el agua subterránea esté libre de bacterias y otros microorganismos. Pero, dado que el agua entra en contacto con el suelo y las rocas, hay motivo de preocupación. Con ese contacto el agua subterránea se puede contaminar con cantidades grandes de minerales disueltos que se deben eliminar. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.13 Fluorización

La experiencia ha mostrado que el agua potable que contiene una cantidad adecuada de flúor puede solucionar el 65% de problemas dentales de los niños. El flúor se combina químicamente con el esmalte de los dientes cuando se están formando las piezas dentales permanentes. El resultado es que los dientes son más duros, más fuertes y resisten mejor las caries. La USEPA estableció límites superiores para el flúor en los abastecimientos de agua potable basados en la temperatura ambiente debido a que la gente bebe más agua en los climas cálidos. Las concentraciones de flúor deben ser más bajas en esos lugares. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.14 Tratamiento de los contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua

Algunos suministros de agua pueden también contener sustancias inorgánicas que existen de manera natural en el suelo como sulfatos, fluoruros, arsénico, bario, radio, selenio y radón. Las sustancias metálicas de origen industrial también pueden contaminar las aguas superficiales. Los nitratos inorgánicos (procedentes de los fertilizantes y escorrentía de los establos en zonas agrícolas) aparecen frecuentemente en los abastecimientos de aguas

subterráneas. Otra fuente de contaminación con productos químicos inorgánicos es la corrosión o deterioro de los elementos del sistema de abastecimiento, como en las tuberías de plomo, que desprenden sustancias metálicas y no metálicas en el agua, como el plomo, cadmio, cinc, cobre, hierro y cemento de fontaneros. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

Los componentes inorgánicos se pueden tratar con el control de corrosión y con técnicas de eliminación. El control de corrosión se aplica a reducir la presencia de subproductos de la oxidación de metales (plomo, por ejemplo) para que no llegue al grifo del consumidor. Las tecnologías de eliminación, coagulación/filtración, osmosis inversa e intercambio iónico se utilizan para tratar el agua bruta que se contamina con metales o sustancias radiactivas.

En las siguientes secciones hablaremos de los procesos para eliminar los sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua, para convertirla en agua potable. Estos mismos procesos, con algunas modificaciones, son los que pueden actuar en el tratamiento terciario del agua residual. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.14.1 Aireación

La aireación es un tratamiento físico en el que el agua se mezcla con aire. Constituye una técnica efectiva para eliminar gases disueltos y otros componentes olorosos altamente volátiles. El contacto con el oxígeno del aire mejora la calidad del agua de muchas formas. Por ejemplo, cuando el primer paso en el proceso del agua es la aireación, se puede obtener uno cualquiera o todos los siguientes logros: eliminación del sulfuro de hidrógeno, reducción del dióxido de carbono disuelto, adición de oxígeno disuelto por oxidación del hierro y manganeso (el oxígeno del aire reacciona con el hierro y el manganeso para formar un precipitado insoluble, la herrumbre). Uno de los usos más comunes de la aireación es el control del sabor y olor. La sedimentación y filtración posteriores son necesarias para clarificar el agua. Entre aquellos: adsorción Nota: La aireación rara vez es efectiva en el caso de las aguas

superficiales porque las sustancias productoras de olor son generalmente no volátiles. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.14.2 Oxidación

La oxidación es una reacción en la cual una sustancia pierde electrones, y por tanto incrementa su carga positiva. Una sustancia que oxida a otra se llama agente oxidante u **oxidador**. En el tratamiento de agua, la oxidación se usa para eliminar o modificar las sustancias que generan sabores y olores indeseables, para ayudar a eliminar el hierro y el manganeso, y para ayudar a mejorar la clarificación y eliminación de colores en el agua de origen.

El dióxido de cloro, el permanganato de potasio y el ozono son oxidantes fuertes capaces de destruir muchos compuestos olorosos. Como no producen trihalometanos, estos productos químicos son preferibles a la cloración fuerte. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.14.3 Absorción

La adsorción de sustancias orgánicas con carbón activado ha sido una práctica común en el tratamiento de agua durante muchos años. El carbón activado se fabrica con material que contiene carbono como madera, carbón o residuos del petróleo. Se consigue carbonizar quemando el material en ausencia de aire, y oxidando posteriormente a temperaturas altas con lo que se crea una estructura porosa. La etapa de «activación» proporciona canales irregulares y poros en la masa sólida, creando una gran relación de superficie por unidad de masa. Esta gran superficie da al carbón activado una efectividad elevada como agente adsorbente. Cuanto mayor sea la superficie de un absorbente mayor es su poder de adsorción. El carbón activado contiene gran número de poros y grietas en los cuales las moléculas orgánicas entran y se adsorben a su superficie.

Se utilizan dos formas de carbón activado en el tratamiento del agua: en polvo y granular. El carbón activado en polvo se utiliza a menudo para el control de

sabor y olor. Su efectividad depende del origen de los olores indeseables. Es también efectivo en la eliminación de los precursores orgánicos que reaccionan con cloro para formar los subproductos nocivos de la desinfección, los trihalometanos. **(Spellman, 2004)**

El carbón activado en polvo es un polvo negro insoluble, finamente granulado, que se añade en cualquier punto del proceso de tratamiento antes de los filtros. Se añade al agua como polvo seco o barro húmedo. Aunque la adsorción es casi instantánea es deseable mantener un tiempo de contacto de 15 minutos o más, antes de la sedimentación y la filtración. **(Spellman, 2004)**

La alúmina activada (óxido de aluminio en forma granular y altamente poroso) es también un medio de adsorción que se utiliza en el tratamiento del agua principalmente para eliminar los iones arsénico y el exceso de iones flúor. El agua se filtra por una columna de alúmina. La eliminación del exceso de iones se produce por una combinación de adsorción e intercambio iónico. **(Spellman, 2004)**

Como en el caso del carbón activado, el proceso de la alúmina activada también requiere regeneración periódica que se produce haciendo pasar una solución de sosa cáustica por el medio filtrante. El exceso de sosa cáustica se neutraliza enjuagando la alúmina activada con un ácido. La eliminación de estas aguas, cargadas de iones tóxicos de arsénico y flúor, se debe hacer de acuerdo con la normativa aplicable. **(Spellman, 2004)**

2.1.4.14.4 Desmineralización

La desmineralización se refiere a la eliminación de los sólidos disueltos (sustancias inorgánicas minerales) del agua. Los sólidos disueltos contienen tanto cationes como aniones, y por tanto se necesitan dos tipos de resinas de intercambio iónico. Las resinas de intercambio catiónico utilizadas con el propósito de desmineralizar el agua tienen hidrógeno y están divididas en ácidos fuertes y ácidos débiles. Las resinas de intercambio aniónico utilizadas

contienen iones hidróxido y se dividen en bases fuertes y débiles. **(Joanne D. , Manual del Agua Potable, 2000)**

2.1.4.14.5 Procesos de membrana

Durante la ósmosis, dos soluciones que contienen diferentes concentraciones de minerales están separadas por una membrana semipermeable. El agua tiende a emigrar a través de la membrana desde el lado de la solución más diluida, hacia la más concentrada. Esto es osmosis, y continúa hasta que aparece una presión hidrostática en la solución más concentrada y detiene el flujo.

La electrodialisis es la desmineralización del agua que utiliza los principios de la ósmosis, pero se sirve casi únicamente de membranas selectivas y de un campo eléctrico para separar los aniones y cationes de la solución. Antes, la electrodialisis se utilizaba para purificar el agua salobre, pero ahora está adquiriendo cierta importancia en el tratamiento de las aguas residuales de la industria. Por ejemplo, las sales metálicas de los enjuagues en los recubrimientos electrolíticos se eliminan de este modo. **(Spellman, 2004)**

2.1.5 Caudal

El agua que pasa por un riachuelo o río, por una tubería, por una sección normal de una corriente de agua, la que produce un pozo o una mina o la que entra o sale de una planta de tratamiento, medida en una unidad de tiempo, se conoce como caudal.

2.1.5.1 Capacidad de producción

La capacidad productiva hace referencia al máximo nivel de producción que puede soportar una unidad productiva concreta, en circunstancias normales de funcionamiento durante un período de tiempo determinado.

Se expresa en unidades relacionadas con períodos de tiempo: horas máquina diarias, horas hombre por semana, volumen anual, etc.

Este término pone de manifiesto si un sistema productivo es capaz de satisfacer la demanda o si está quedando insatisfecha. Además, evalúa si los equipos e instalaciones permanecen inactivos o han sido utilizados en su totalidad. Lo más adecuado sería que la organización tuviese una capacidad productiva flexible que le permitiera ajustarse a cambios en los volúmenes de producción. Si tuviese una capacidad productiva por encima de la requerida, estaría perdiendo clientes. Si la tuviese por debajo de la requerida, estaría incurriendo en costes adicionales a la producción existente. (<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/041225/041225-04.pdf>)

Consumo.- El consumo de líquido de cada población está determinado por distintos factores, como son: el clima, la hidrología, la clasificación del usuario, las costumbres locales, la actividad económica, etc. Por ejemplo:

El Consumo se clasifica según el tipo de usuario, en: Doméstico, Comercial, Industrial o de servicios públicos. El tipo doméstico se divide a su vez en: Popular, Medio y Residencial, dependiendo del nivel económico del usuario. El Industrial se divide en Turístico e industrial, cuando las demandas parciales sean significativas con respecto a la total. Los climas extremos incrementan el consumo, en el cálido para satisfacer las necesidades humanas y en el frío aunque disminuye el consumo humano se incrementa el consumo por las fugas. La disponibilidad del agua también repercute en el consumo, a mayor dificultad de obtención menor cantidad distribuida. Las Localidades que cuentan con red de alcantarillado incrementa el consumo.

Dotación.- Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros. / habitante-día. Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos

siguientes: para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público. La dotación no es una cantidad fija, sino que se ve afectada por un sin número de factores que la hacen casi característica de una sola comunidad; sin embargo, se necesita conocer de ante mano estos factores para calcular las diferentes partes de un proyecto.

Presión del Agua: Una presión excesiva o por el contrario muy baja, hace aumentar la cantidad de agua consumida, en el primer caso por fugas y en segundo por desperdicio. Debe procurarse suministrar el servicio con una presión mínima de 1.00 kg/cm² y máxima d 5.00 Kg/cm². Presiones mayores de 5.0 Kg. /cm² es necesario instalar en la red, accesorios que rompan la presión para que la tubería trabaje hidráulicamente bien.

Medidores: La instalación de medidores hace disminuir el consumo del agua por tenerse que pagar por ella, los desperdicios se reducen notablemente, sino se instalan medidores la dotación base puede incrementarse. El uso de medidores ahorra hasta en un 40 % el consumo de agua, por eso es muy importante se instalen medidores en los sistemas de agua potable.

Costo del Agua: El diseño de tarifas adecuadas al costo real del agua se vuelve primordial, si no se corre el peligro de fomentar el desperdicio del agua o bien la ineficiencia de la administración de los sistemas de agua potable. El precio del agua para los usos es la principal motivación para ahorrar agua, es decir quien consuma más que pague más. **(Pedro R. R., 2001)**

2.1.5.2 Caudal natural

Caudal natural es cuando la presión remanente o residual de una tubería que descarga libremente en la atmósfera es cero, es porque el caudal máximo se está moviendo a través del tubo. Este es el caudal natural de la tubería, y es el

caudal máximo absoluto que se puede mover por gravedad. El caudal natural del tubo se puede controlar seleccionando la medida del tubo. **(MURCIA, 2009)**

Si el caudal natural de una tubería es mayor que el caudal mínimo (de la fuente), entonces el tubo descargara más rápido de lo que puede ser llenado, y el resultado será que el tubo no estará lleno de líquido.

2.1.5.3 Factibilidad

Examina las ventajas y desventajas tanto económicas como sociales que resultan de la aplicación y combinación de un conjunto de recursos humanos (trabajo - mano de obra), materiales (tierra - maquinarias), y financieros (capital) para realizar actividades que produzcan bienes o presten servicios, con el fin de satisfacer las necesidades de la población. De este análisis depende un proyecto de inversión tenga éxito o fracase. **(NASSIR S. , 2008)**

La factibilidad debe conducir a la identificación precisa del plan de negocio a través del estudio de mercado, tamaño, localización, ingeniería del proyecto , diseño del modelo administrativo adecuado para cada etapa del proyecto, estimación del nivel de inversiones necesarias y sus cronologías, los mismos que los costos operacionales y el cálculo de los ingresos identificaciones plena de fuentes de financiación. **(Flores, 2007)**

2.1.5.3.1 Proyecto de factibilidad

Plan de mercado que se propone a realizar una empresa tomando en cuenta acciones técnicas, económicas o financieras del proyecto a desarrollar, en base de hechos reales y precisos, mide los beneficios o rentabilidad del proyecto. **(Chiriboga, 2008)**

2.1.5.3.2 Componentes del estudio de factibilidad

Los componentes de este estudio profundizan la investigación por medio de tres análisis, los cuales son la base en la cual se apoyan los inversionistas para tomar una decisión. **(Acevedo, 2010)**

- a. Análisis de Mercado
- b. Análisis Técnico
- c. Análisis Financiero.

2.1.5.3.3 Estudio de mercado

Manifiesta que el estudio de mercado es probar que existe un número suficiente de individuos, empresas u otras entidades económicas que, dadas ciertas condiciones, presentan una demanda que justifica la puesta en marcha de un determinado programa de producción de bienes o servicios en un cierto período. **(Ilpes 2008)**

Se denomina a la primera parte de la investigación formal del estudio, Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. **(URBINA, 2013)**

2.1.5.3.4 Oferta

Oferta también se define como la cantidad de productos y servicios disponibles para ser consumidos. La oferta es la relación entre la cantidad de bienes ofrecidos por los productores y el precio de mercado actual. **(Vizcarra, 2007).**

La cantidad de un bien o servicio que la gente se encuentra dispuesta a vender a distintos precios dentro de cierto período al mantenerse constantes otros factores distintos al precio. **(Keat, 2011)**

2.1.5.3.5 Demanda

Las cantidades de un bien o servicio que la gente se encuentra dispuesta a comprar a distintos precios dentro de un cierto período, al mantenerse

constantes otros factores distintos al precio. **(Keat, 2011)**. (PAUL, Economía de empresas)

La demanda de un bien o servicio se puede definir como la cantidad que el consumidor está dispuesto a comprar a distintos precios de mercado. En la medida que el precio sea más alto, la cantidad que se está dispuesto a adquirir será menor o viceversa. **(López, 2010)**

2.1.5.3.6 Proceso

Se define como una serie de actividades, pasos, acciones o eventos organizados que se relacionan entre si orientadas a obtener un resultado específico y predeterminado. **(Ricardo Camacho C. 2008; Lima, Perú)**

2.1.5.4 Estudio económico

Señala que es una síntesis cuantitativa que demuestra con un margen razonable de seguridad, la realización del proyecto con los recursos programados y la capacidad de pago de la empresa. La metodología para medir la rentabilidad de un proyecto, la estructura financiera futura de una empresa, tanto en un entorno de estabilidad económica como de inflación, considera los precios y costos constantes, a menos que se indique lo contrario. **(PUJOL, 2012)**

2.1.5.4.1 Inversión

Básicamente, esta rama estudia cómo hacer y cómo administrar una inversión en activos financieros y en particular qué hacer con un excedente de dinero cuando se desea invertirlo en el mercado financiero (por ejemplo, comprar o invertir en una acción que representa la propiedad, en alguna proporción, del capital social de una empresa) **(Ochoa y Saldívar, 2012)**

2.1.5.4.2 Capital

Cuenta del pasivo que comprende los valores de los certificados de aprobación suscritos y pagados por los socios y los que se originan por la aplicación de excedentes. Las cuentas que integran el capital social son: el capital pagado; (acciones en tesorería); y, aportes de socios. **(Chiriboga, 2007)**

2.1.5.4.3 Financiamiento

Una vez que se ha establecido el plan de inversión este se compara contra los recursos disponibles y de esta comparación resulta el plan de financiamiento. **(MURCIA, 2009)**

Una vez que se ha establecido el plan de inversión este se compara contra los recursos disponibles y de esta comparación resulta el plan de financiamiento. **(NASSIR S. , 2008)**

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de las necesidades económicas. Si la empresa logra conseguir dinero barato en sus operaciones, es posible demostrar que estos le ayudarán a elevar considerablemente el rendimiento sobre su inversión. Debe entenderse por dinero barato los capitales pedidos en préstamos a tasas mucha más bajas que la vigentes en las instituciones bancarias. **(URBINA, 2013)**

2.1.5.5 Costos

Los contadores definen el costo como un sacrificio de recursos que se asigna para lograr un objetivo específico. Un costo (como los materiales directos o la publicidad) por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes o servicios **(Horngren, 2012)**

2.1.5.5.1 Costo de venta

En ocasiones el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia. En este sentido vender no significa sólo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. Mercadotecnia abarca, entre otras muchas actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores, el estudio de estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de publicidad que realiza la empresa; la tendencia de las ventas, etc. Como se observa, un departamento de mercadotécnica puede constar no sólo de un gerente, una secretaria, vendedores y choferes sino también de personal altamente capacitado y especializado, cuya función no es precisamente vender. La magnitud del costo de venta dependerá tanto del tamaño de la empresa como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quien desarrolle ese departamento. **(URBINA, 2013)**

2.1.5.5.2 Costos fijos

Es el costo que se deberá pagar en un período determinado independientemente de su nivel de producción (arriendo de bodegas, algunas remuneraciones, seguros de máquinas, entre otros). **(NASSIR S. , 2008)**

2.1.5.5.3 Costos variables

Son aquellos que fluctúan de acuerdo a la cantidad de unidades producidas. No solo se relacionan a los costos de la fábrica, sino también a los costos de distribución **(Sarmiento, 2009)**

2.1.5.5.4 Depreciación

La depreciación es considerada como la pérdida paulatina del valor de los activos fijos por desgaste u obsolescencia. La depreciación se la realiza de

acuerdo al Reglamento de la Ley de Régimen Tributario Interno que en su artículo 20, numeral 6 dispone: inmuebles (excepto terrenos) naves, aeronaves, barcasas y similares 5 % anual; instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10 % anual; vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil, el 20 % anual y equipo de cómputo y software el 33% anual. **(Sarmiento, 2009)**

2.1.5.5.5 Estado de resultados

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. Esta definición no es muy completa, pues habrá que aclarar que los ingresos pueden provenir de fuentes externas e internas y no sólo de la venta de los productos. **(URBINA, 2013)**

2.1.5.5.6 Balance general

Es un informe contable que presenta ordenada y sistemáticamente las cuentas de Activo, Pasivo y Patrimonio, y determina la posición financiera de la empresa, en un momento determinado. **(Zapata, 2011)**

2.1.5.6 Evaluación financiera

2.1.5.6.1 Estado de flujo de caja

Comprende el efectivo en caja y bancos, es decir son las entradas y salidas del efectivos y sus equivalentes. **(Sarmiento, 2009)**

Una vez proyectado el estado de resultados en el horizonte previamente establecido, se debe llegar al flujo neto de caja y para ello, y a partir de la UNE proyectada, se debe incluir el plan de inversión, junto con la recuperación de los valores que aunque se causaron no salieron efectivamente del flujo de tesorería, igual que devolver los préstamos conseguidos. **(MURCIA, 2009)**

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que se determine en ella. La información básica para realizar esta proyección está contenida tanto en los estudios de mercado, técnico y organizacional. **(NASSIR S. , 2008)**

Beneficio neto

Exceso de ingresos sobre costos y gastos efectuados en un período determinado de tiempo. Si los gastos exceden a los ingresos, tal diferencia recibe el nombre de pérdida neta. **(Vizcarra, 2007)**

2.1.5.6.2 Valor actual neto (VAN)

El valor presente neto VPN de un proyecto de inversión no es otra cosa que un valor medido en dinero de hoy es el equivalente en valores actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto.

Representa lo que vale hoy el flujo de beneficios generados y los costos incurridos por el proyecto durante todo su horizonte. **(MURCIA, 2009)**

2.1.5.6.3 Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) está definida como aquella tasa de interés o descuento que hace que el valor actual neto de una inversión sea igual a cero. **(URBINA, 2013)**

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y tiempo de la investigación

La presente investigación se realizó en la planta de agua potable del cantón Quevedo que se encuentra ubicada en el sector norte de la ciudad Km 1 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. Con una duración de 7 meses.

3.1.2. Materiales y equipo

Para la siguiente investigación se necesitaron los siguientes recursos.

3.1.3. Recursos Humanos

- Autor.
- Población.
- Personal que labora en la planta.

3.1.3.1. Materiales y Equipos

<u>Materiales de Oficina</u>	Cantidad
Hoja A4 (resmas)	4
Carpetas	6
Borradores	2
Lapiceros	4
Lápiz	2
Cartuchos de tintas	6
Agenda	1
Equipos de Oficina	
Computadora	1
Impresora	1
Calculadora	1
USB-memorias	2
Empastado de Tesis	5

3.2. Tipos de investigación

Para lograr objetivamente el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes métodos:

3.2.1. Investigación de campo

Se trata de buscar una solución a los problemas que tiene actualmente la planta de agua potable en el tratamiento del líquido vital.

3.2.2. Investigación bibliográfica

Se utilizó este tipo de investigación mediante: libros, folletos, revistas y otras fuentes que nos sirvan para la elaboración de la propuesta para la repotenciación de la planta de agua potable del centro sur del cantón Quevedo.

3.3. Métodos de investigación

El presente trabajo se sustenta en los siguientes métodos de investigación:

3.3.1. Método cualitativo

En la presente investigación se aplicaron las dos características de la investigación cualitativa: la primera, investigación cualitativa exploratoria; y, la segunda, investigación cualitativa orientada.

El método cualitativo se usó para hacer un estudio técnico de las condiciones en que se encuentra la planta de tratamiento de agua potable. Por tanto es: (registrar, buscar, reconocer, identificar) y el segundo es orientar (estudio, de las circunstancias para la toma de decisiones) que sean las más acertadas por el bien de los usuarios.

3.3.2. Método inductivo

Se realizaron encuestas a sectores estratégicos de la población, con el cual se llegó a un consenso general acerca de las características de consumo de agua que recibe la población de Quevedo.

3.3.3. Método deductivo

Por medio de este método se extrajo la información primaria (encuesta y observación) para realizar las conclusiones y recomendaciones, que permitió interpretar los resultados de la investigación de campo de manera lógica.

3.3.4. Método estadístico

A través de este método se utilizó un programa de computación que permito tabular, graficar y analizar toda la información obtenida mediante las encuestas que fueron aplicadas.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La conforman los 190.922 posibles clientes (habitantes de la ciudad de Quevedo) proyección según censo poblacional 2010 y 20 empleados de la empresa de agua potable que ofrece suministro de agua potable de la ciudad de Quevedo; los clientes fueron encuestados en diferentes campos y de profesionales y actividades (comerciantes etc.) .Los empleados a consultar fueron aquellos colaboradores de la empresa.

3.4.2. Muestra

Referencia que son los operadores y sus técnicos que son 20 personas, y para los 190 922 clientes se aplicó el uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2 (N - 1) - Z^2 pq}$$

Dónde:

n = muestra

N = Universo objetivo, 190.922 (PEA)

Z = Nivel de confianza 1.96%

e = Margen de error 5%

p = Probabilidad de ocurrencia del evento 50%

q = Probabilidad de no ocurrencia 50%

$$n = \frac{1.96^2 (0,50) (0,50) (190.922)}{0,05^2 (190.922 - 1) + 1.96^2 (0,50)(0,50)}$$

$$n = \frac{3,8416 (0.50) (0.50) (190.922)}{0,0025(190.921) - 3,8416 (0,50)(0,50)}$$

$$n = \frac{183.361,489}{477,3025 - 0,9604}$$

$$n = 383$$

Aplicación de la Ecuación:

La muestra es de 383 personas de la ciudad de Quevedo, las mismas que fueron encuestados.

3.5. Procedimiento metodológico

Para el desarrollo de esta propuesta y tener datos con altos grado de fiabilidad, fue necesario llevar a cabo primeramente, una observación de campo, para determinar hacia dónde se debe enfocar la investigación, luego de ello palpar

mediante una entrevista cuáles son los temas de mayor interés que deben corregirse con el desarrollo de la propuesta.

Una vez determinada la problemática existente fue necesario implementar las soluciones inmediatas y efectivas que permitan alcanzar el éxito total en la empresa.

Estudio de campo: Facilitó la construcción de las técnicas de instrumentos, aplicando la validez y confiabilidad de la verificación de la hipótesis, utilizando encuesta para la muestra decisiva.

Procedimiento: con los datos de los resultados de la información recopilada se utilizó las técnicas e instrumentos con el objetivo de obtener el análisis actual de los procesos actuales en los tratamientos y buscar el mecanismo como aumentar la capacidad de producción de agua para consumo humano.

Análisis de resultados: con la obtención de datos recopilados de la empresa se pudo detallar el proceso y buscar cómo aumentar la producción de agua de la planta de tratamiento productivo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diagnostico técnico del funcionamiento actual de la planta de agua potable

4.1.1.1. Encuesta aplicada a la población que es considerada la beneficiaria con el suministro de agua potable

Pregunta 1. ¿Es usted cliente de la Empresa Pública de Agua Potable?

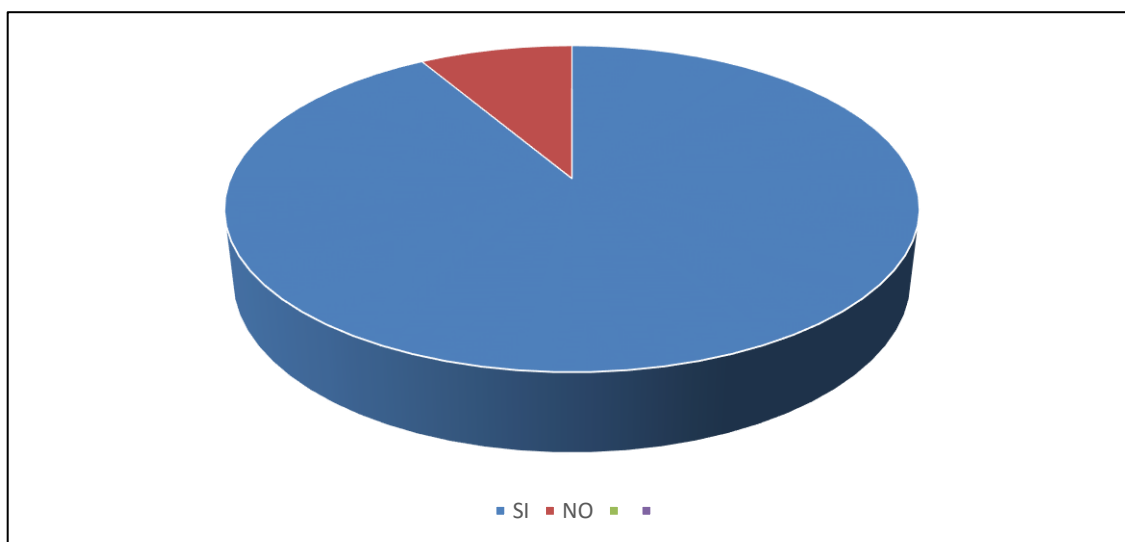
Cuadro 1. Cliente de la empresa

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	352	91.0 %
NO	321	9.0 %
TOTAL	383	100 %

Fuente: Encuesta.

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 2. Cliente de la empresa



Análisis

Según el criterio expuesto por los usuarios se establece que el 91 % de los encuestados dice ser cliente de la empresa de agua potable y el 9 % manifiesta que prefiere el agua del pozo porque presenta mejor calidad o es más sana.

Pregunta 2. ¿Considera usted que el tiempo de suministro de agua es suficiente en el día?

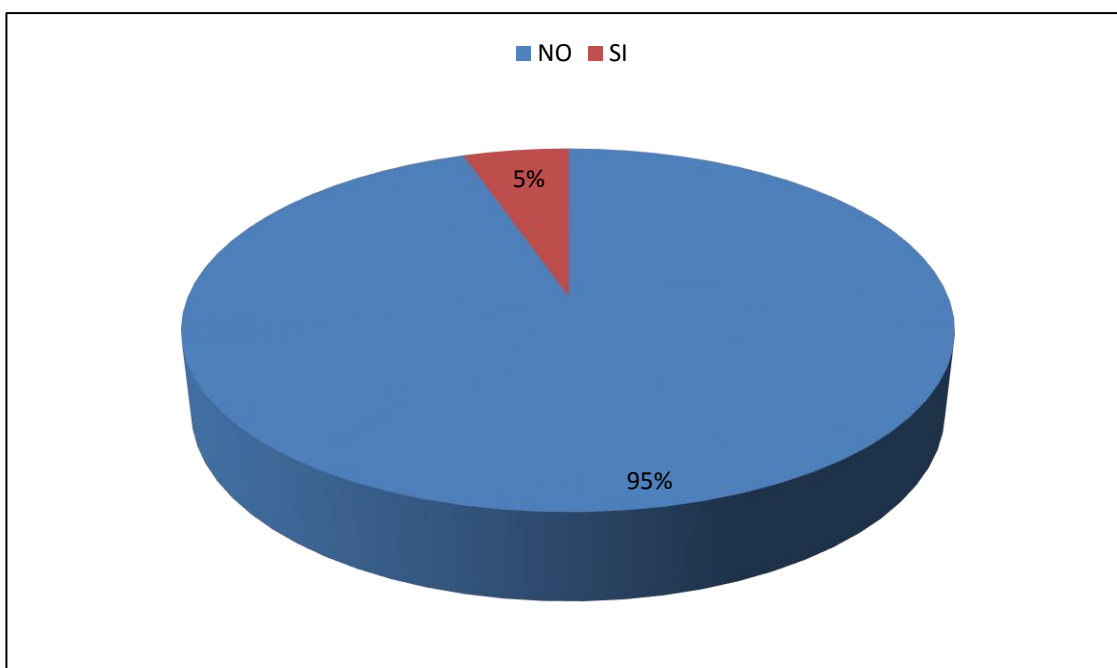
Cuadro 2. Tiempo de suministro

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
NO	364	95 %
SI	19	5.%
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 3. Tiempo de suministro



Análisis

Dentro de la consulta sobre el suministro de agua los encuestados dijeron en un rotundo 95 % que el tiempo de atención no es suficiente y solamente un 5 % de la población sostiene que se puede mantener porque ellos cuentan con cisterna para el almacenamiento.

Pregunta 3. ¿Los procesos de facturación y cobranzas aplicados en la empresa de agua potable son los adecuados?

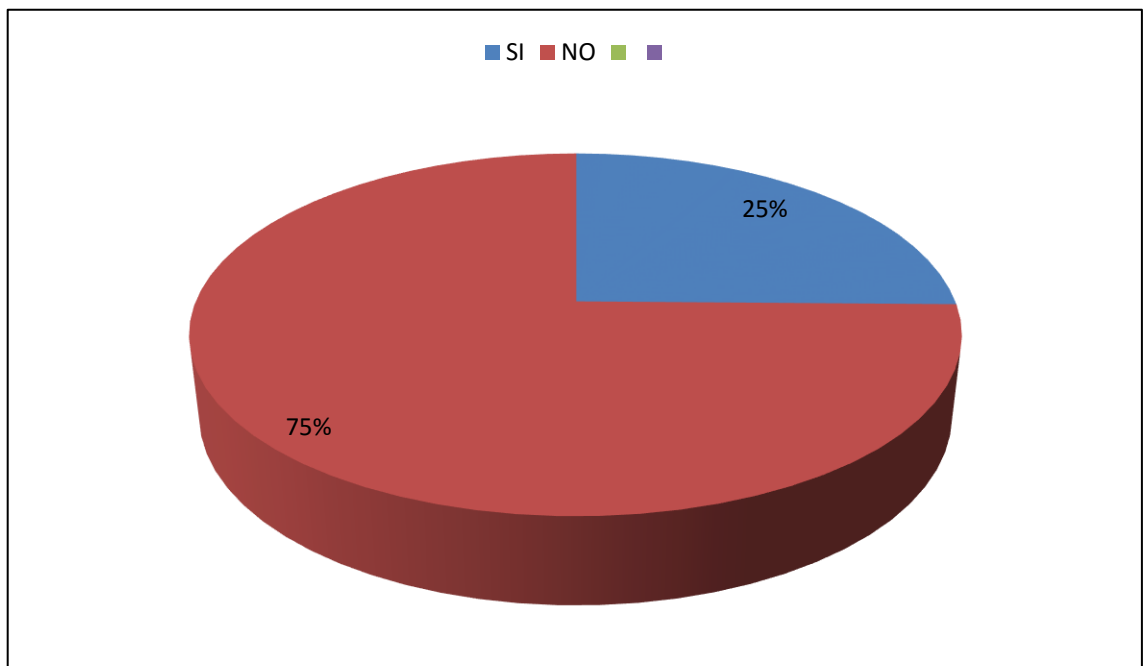
Cuadro 3. Cancela las planillas

Resultado	Frecuencia	Porcentajes
SI	96	25.0%
NO	287	75.0%
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 4. Cancela las planillas



Análisis

Sobre el tema de facturación y cobranza sostiene el 25 % si cumple y está de acuerdo con ello pero el 75 % sostiene no estar de acuerdo por el sencillo motivo de que el agua no es apta para el consumo humano.

Pregunta 4. Se encuentra satisfecho con el suministro de agua que recibe actualmente?

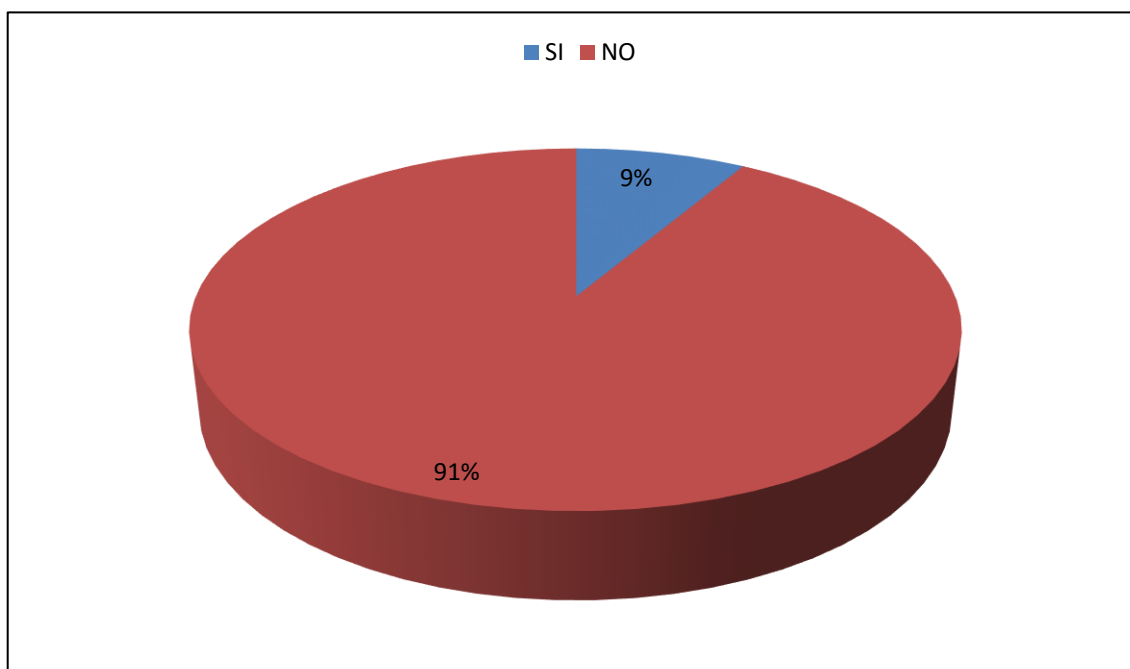
Cuadro 4. Satisfecho con lo que recibe

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	31	9 ç%
NO	352	91 %
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 5. Satisfecho con lo que recibe



Análisis

En cuanto se refiere al suministro del líquido vital a los usuarios solo un 9 % acepta la forma en que se distribuye, en cuanto que el 91 % no se encuentra satisfecho por la actual forma de distribución del líquido vital.

Pregunta 5. ¿Cómo considera la calidad del agua actual?

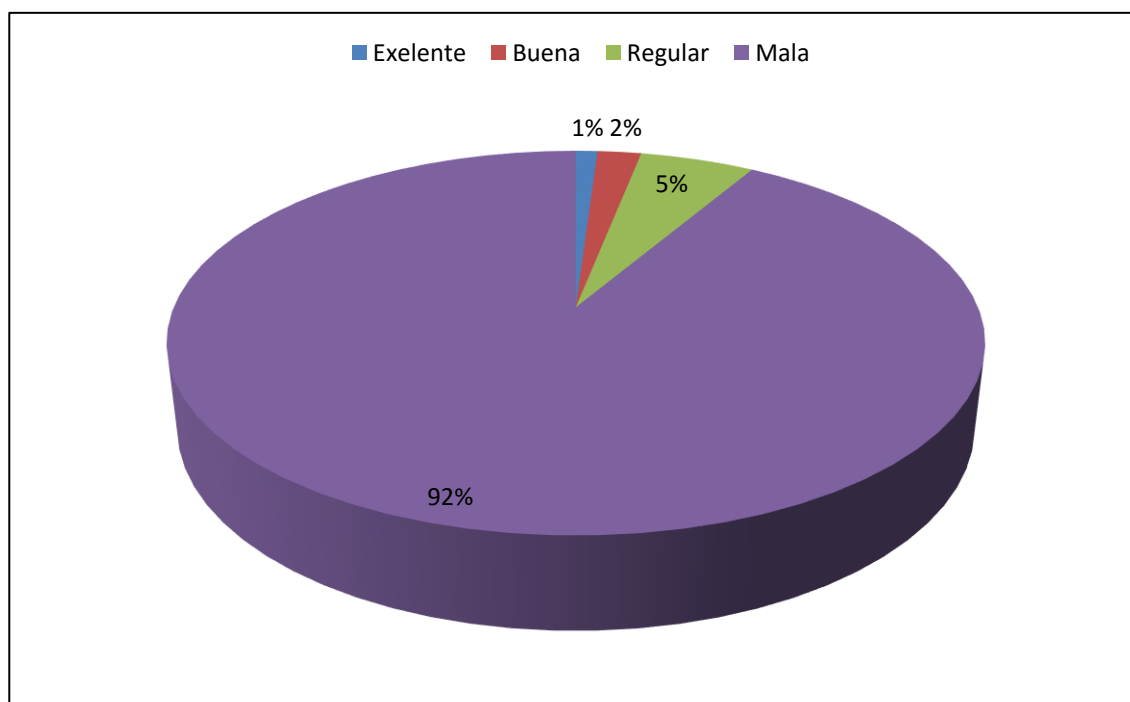
Cuadro 5. Opinión de la calidad

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	4	1.03%
Buena	7	2.06%
Regular	20	5.41%
Mala	352	91.50%
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 6. Opinión de la calidad



Análisis

En lo que respecta a la calidad del agua potable el 4 % la considera excelente el 8 % la encuentra buena el 21 % la considera regular mientras que el 92 % de los encuestados la tienen como mala dejando claro que mejor es la del pozo artesanal.

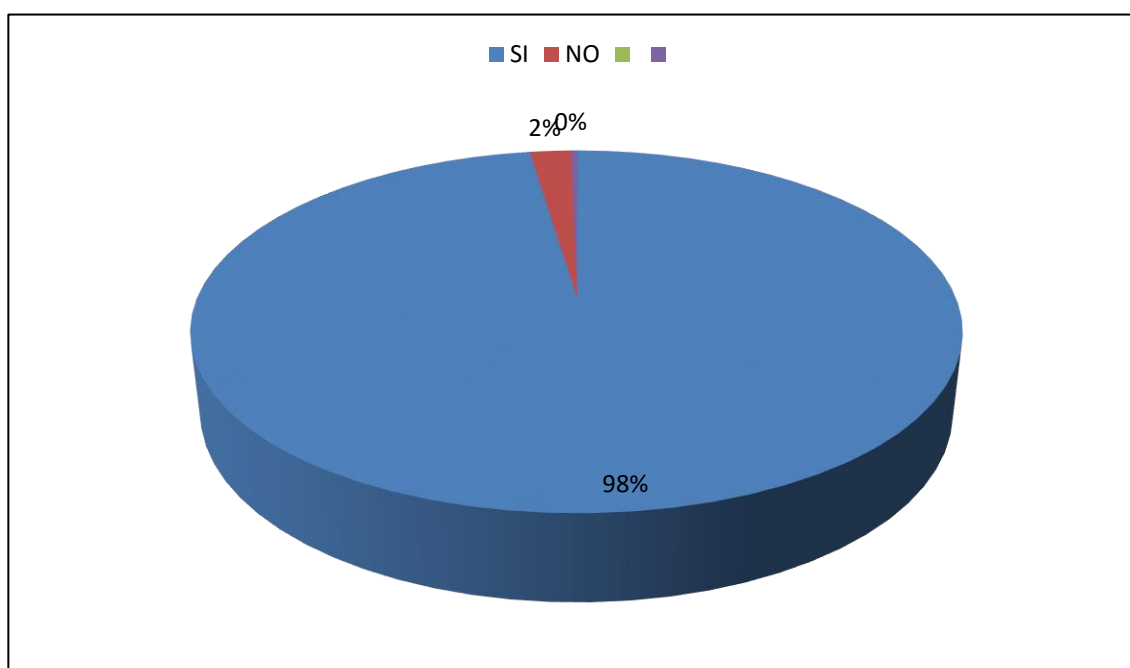
Pregunta 6. ¿En caso de mejorar la calidad del agua potable de Quevedo estaría dispuesto a pagar el costo real?

Cuadro 6. Mejoraría la calidad del agua.

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	376	97.94%
NO	7	2.06%
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 7. Mejoraría la calidad del agua.



Análisis

En cuanto a la posibilidad de mejorar la calidad del agua potable la población indica el 98 % está de acuerdo en pagar un precio justo siempre y cuando se mejore la calidad del producto, mientras que el 2 % no cree que se pueda mejorar la calidad del líquido vital.

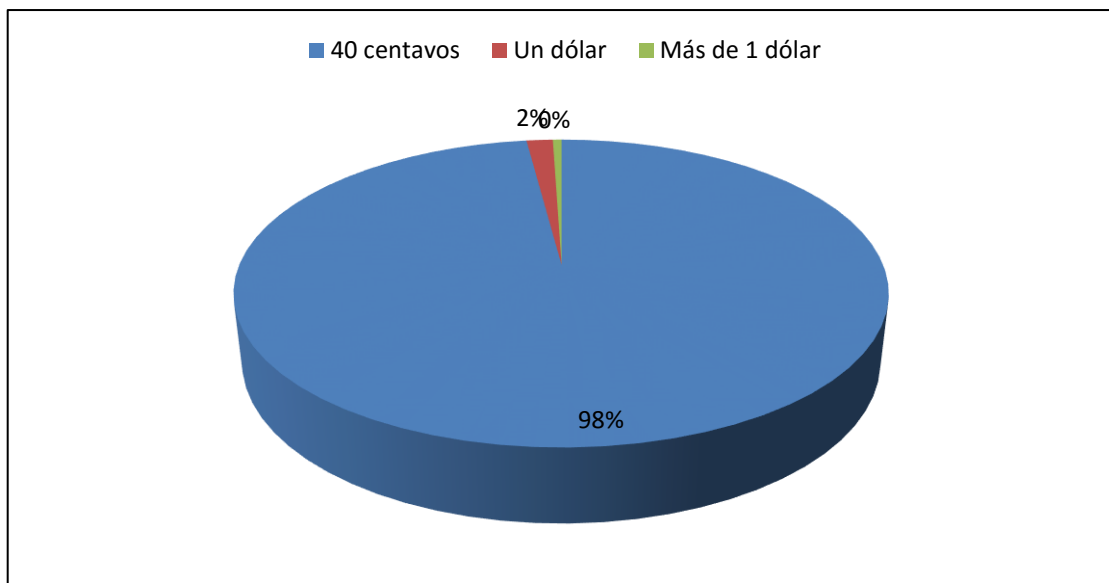
Pregunta 7. ¿Cuál sería el costo del agua potabilizada que Ud., estaría dispuesto a pagar?

Cuadro 7. Alternativas costos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
40 Centavos	376	97.94%
1 Dólar	5	1.55%
Más de 1 Dólar	2	0.51%
TOTAL	383	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 8. Alternativas costos



Análisis

Cuando hablamos de dinero hay que ser muy sigiloso las encuestas realizadas a los usuarios nos da como resultado que el 98 % está dispuesto a pagar el costo que se considera más adecuado en cuanto 1.55 % deja un costo de un dólar en cuanto que el 0.51 % sostiene que si cuesta más de un dólar tiene que hacerse una planta de tratamiento de agua para Quevedo nueva con tecnología de punta.

4.1.1.2. Encuesta realizada al personal de colaboradores de la empresa de agua potable

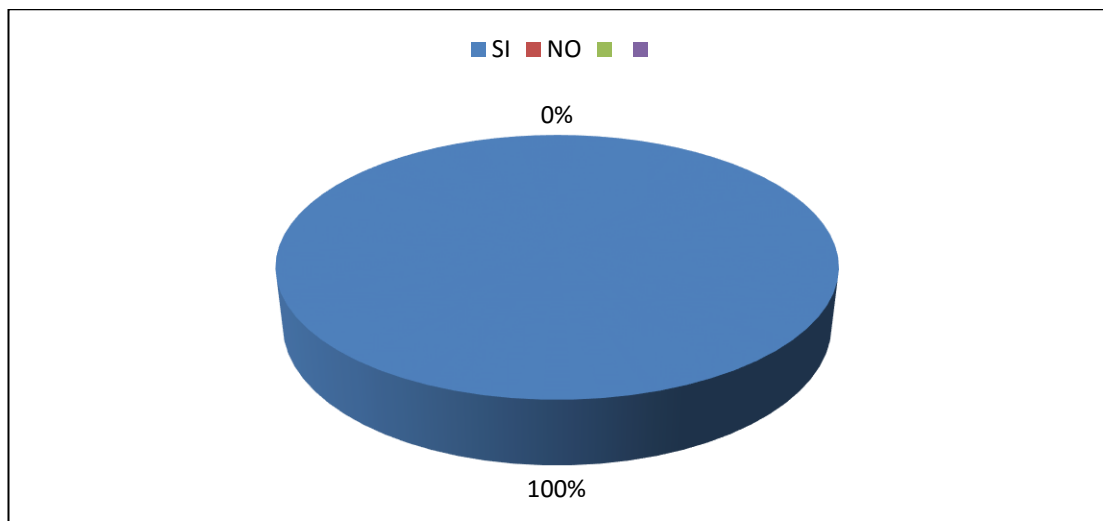
Pregunta 1. ¿Está Ud. de acuerdo que la planta necesita una reingeniería total a sus instalaciones?

Cuadro 8. Reparar la planta

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	20	100%
NO	0	0%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 9. Reparar la planta



Análisis

Cuando se encuesta al personal que labora en la planta de tratamiento de agua potable se da un rotundo 100 % a la posibilidad de que se realicen trabajos para mejorar los procesos y la planta en total.

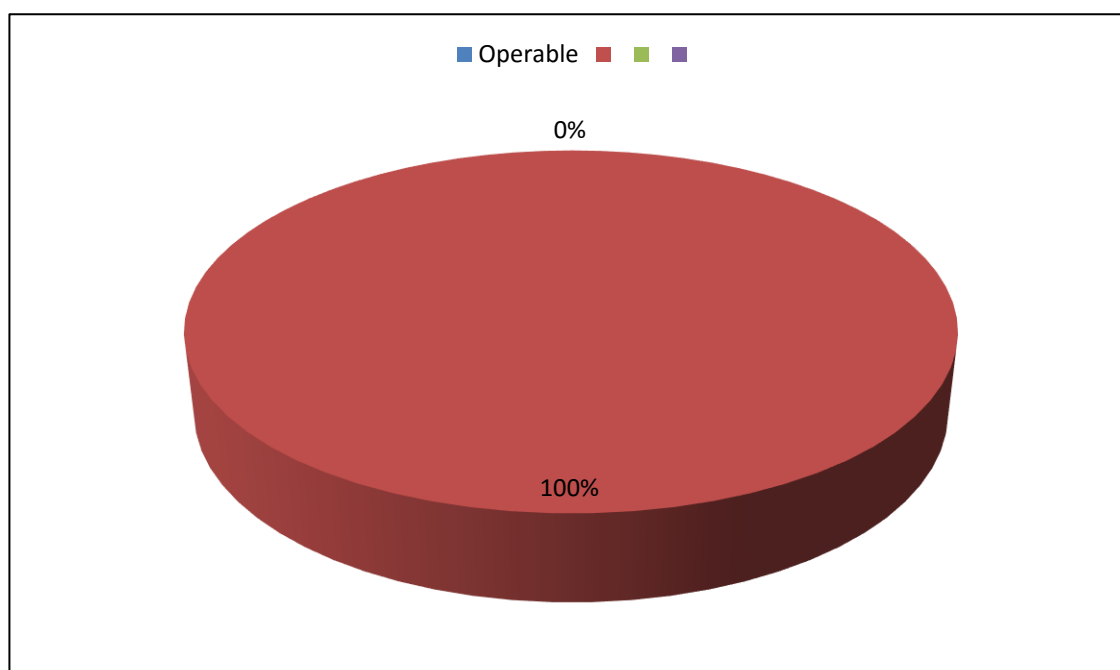
Pregunta 2. ¿Cómo considera el estado de la planta de agua potable?

Cuadro 9. Estado de la planta

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Operable	0	0%
No operable	20	100%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 10. Estado de la planta



Análisis

Cuando se preguntó sobre el estado de la planta de agua potable se encontró un 100 % en no operable y un 0 % la considera operable.

Pregunta 3 ¿Los procesos de potabilización, facturación y cobranzas aplicados en la Empresa de Agua Potable. Son los adecuados?

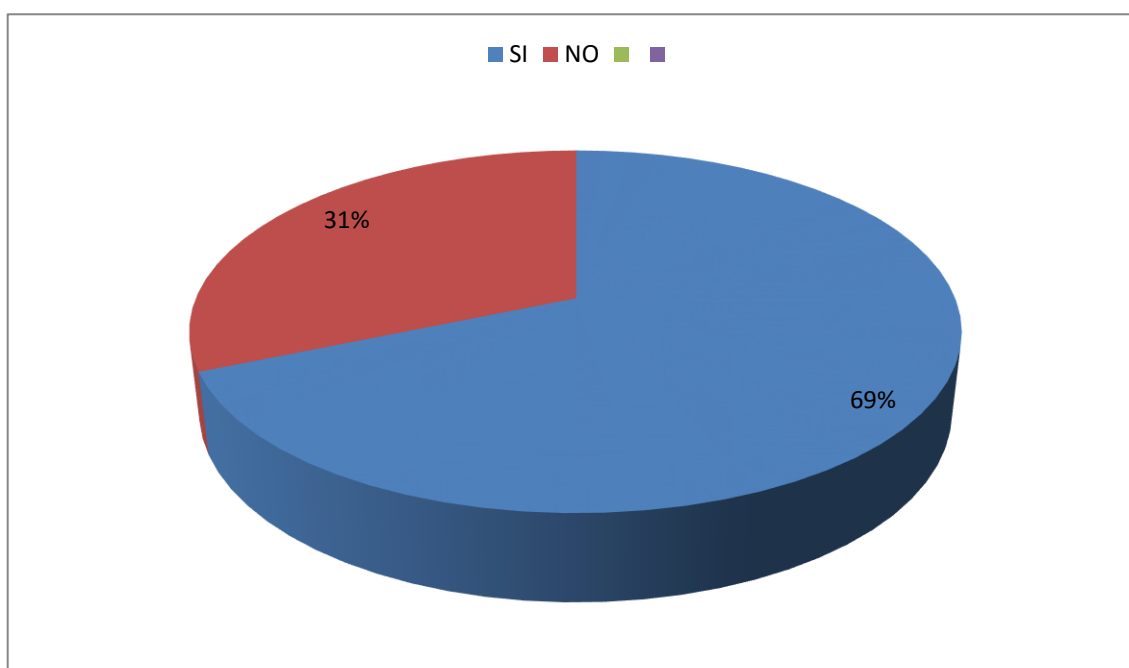
Cuadro 10. Cobra es adecuada

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	7	31%
NO	13	69%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 11. Cobra es adecuada



Análisis

Dentro de los procesos de potabilización, facturación y cobranza la encuesta deja claro que el 69 % son adecuados mientras que el 31 % no lo considera adecuado.

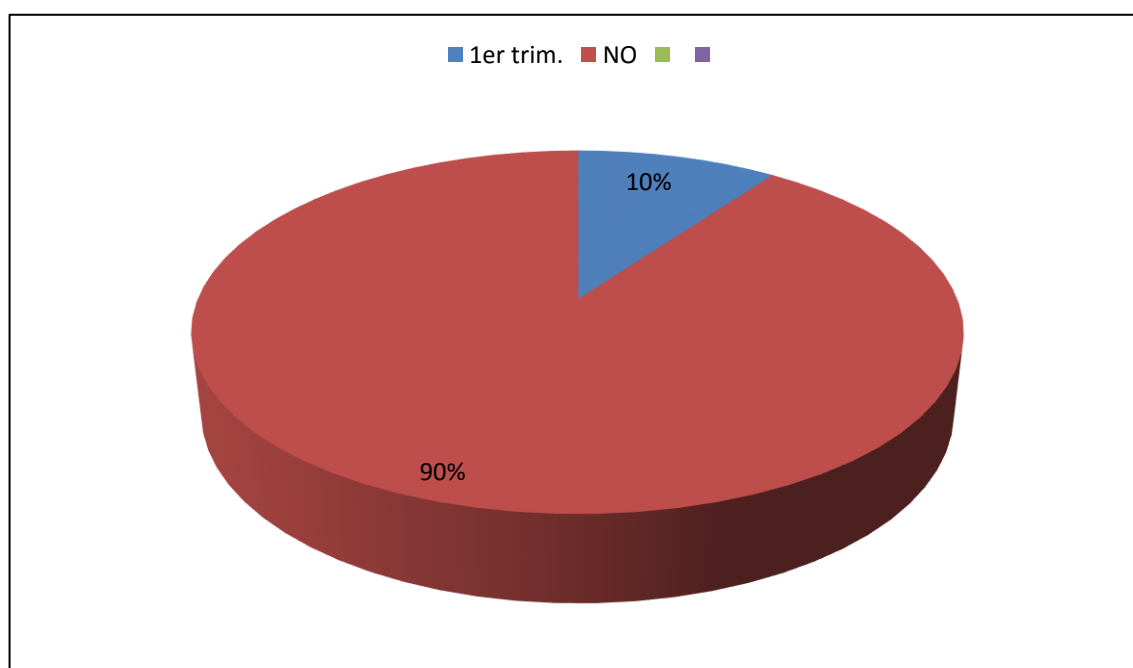
Pregunta 4 ¿Se encuentra satisfecho con el mantenimiento a la planta de agua potable?

Cuadro 11. Mantenimiento adecuado

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	2	10%
NO	18	90%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 12. Mantenimiento adecuado



Análisis

Cuando se preguntó sobre el programa de mantenimiento el 90 % dijo que no existe un programa de mantenimiento y el 10 % mantuvo que no puede dar un concepto porque el trabajo de ellos es de guardia.

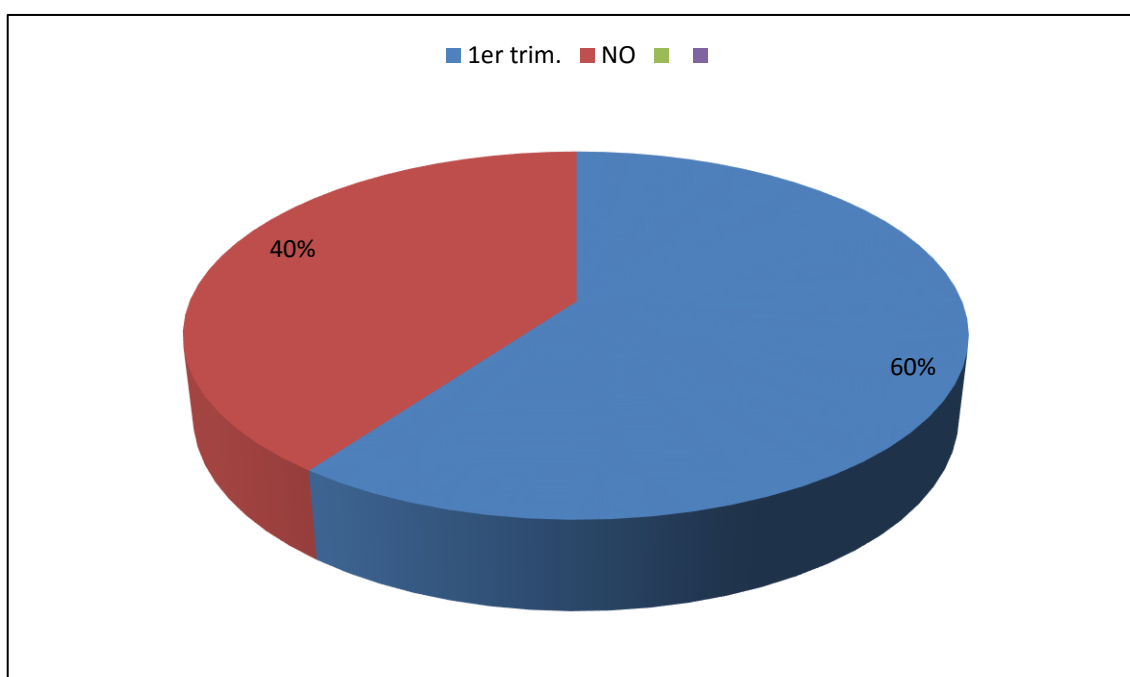
Pregunta 5 ¿Considera Ud. que la Empresa de Agua Potable debe ser Privada o Municipal?

Cuadro 12. Situación de agua potable

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Privada	12	60%
Municipal	8	40%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 13. Situación de agua potable



Análisis

Dentro de la propuesta si quieres que sea privada la empresa el 60% es de acuerdo por la inversión y la no injerencia del orden político mientras que el 40 % considera que debería seguir siendo municipal.

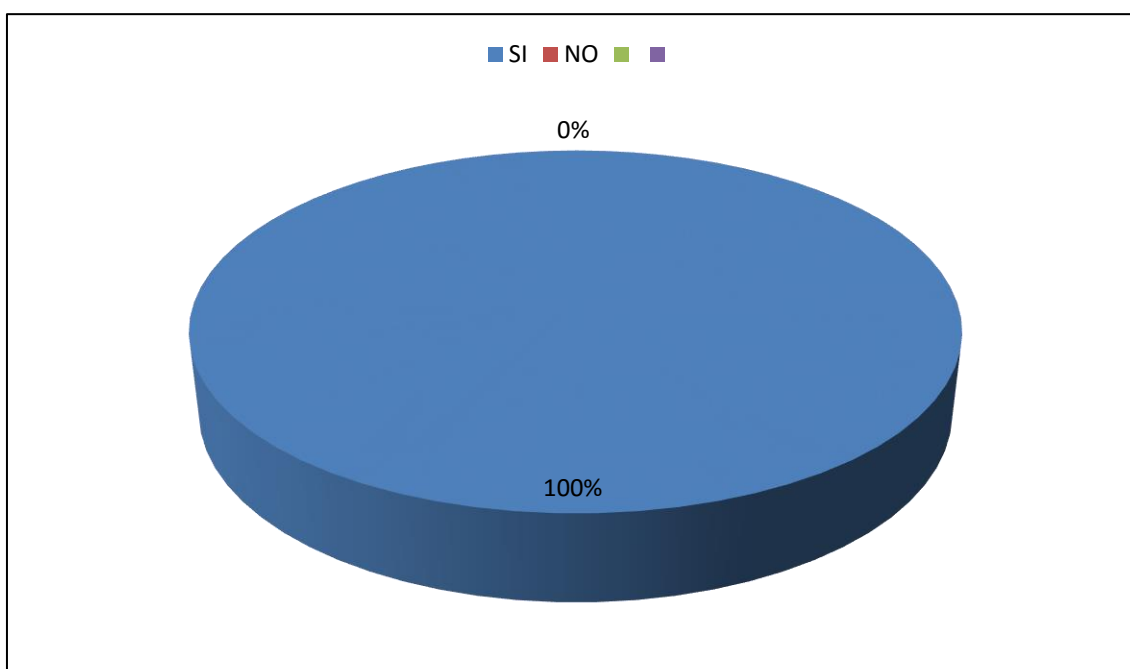
Pregunta 6 ¿Considera Ud. que con una reingeniería se podrá brindar suministro las 24 horas del día?

Cuadro 13. Tiempo de suministro

Resultado	Frecuencia	Porcentaje
SI	20	100%
NO	0	0%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 14. Tiempo de suministro



Análisis

Cuando se preguntó si se ganaría algo con la reingeniería de la planta de agua potable encontramos que el 100 % si haría efecto algunos y al 0 % el no.

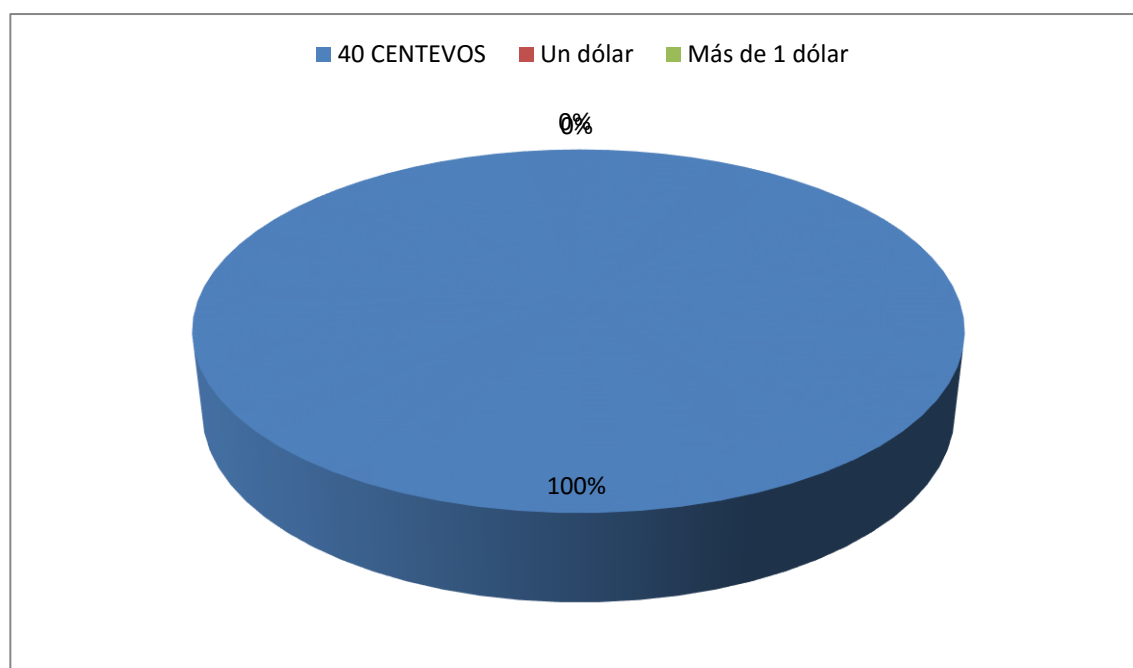
Pregunta 7 ¿Cuál sería el costo del metro cúbico del agua potabilizada que Ud. cree que sería el adecuado?

Cuadro 14. El costo real del metro cubico

Resultado	Frecuencias	Porcentaje
40 Centavos	20	100%
1 Dólar	0	0%
Más de 1 Dólar	0	0%
TOTAL	20	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado: El Autor. (2014)

Gráfico 15. El costo real del metro cúbico



Análisis

En cuanto al costo del metro cúbico el 100 % considera que debería ser de 40 centavos de dólar.

4.1.1.3. Situación Inicial

Dentro del estudio técnico del proyecto: Aumentar la producción de la Planta de Agua Potable del centro – sur del cantón Quevedo, año 2014, que tiene la captación superficial de agua del Rio Calope, se ha detectado que la planta de tratamiento se encuentra en estado operable del 10 % de su infraestructura, contrariamente debido a la existencia de varios factores internos y externos que han incidido en la optimización de sus condiciones y, consecuentemente, en la prestación de tal elemental servicio a la comunidad.

Específicamente, los tres primeros procesos: coagulación, floculación y decantación en mayor o menor medida no han recibido ningún tratamiento, determinándose que uno de aquellos en condiciones de funcionamiento aceptables es el de cloración porque la distribución del líquido vital tampoco se realiza en forma normal.

La infraestructura ha estado condicionada a los siguientes factores:

4.1.1.3.1 Factores Internos

Entre los factores internos causantes del estado actual de la planta de Agua Potable se encuentran: falta de supervisión, mantenimiento inadecuado, ausencia de un cronograma de revisiones periódicas preventivas y correctivas, y la falta de manuales de procedimientos. Se determina la escasa importancia concedida a la elaboración y aplicación de un cronograma de revisiones, ni a los manuales de procedimiento por parte de la autoridad supervisora no garantizando la salud de los consumidores pobladores.

Respecto de las revisiones, se refiere exclusivamente a los equipos propiamente dichos.

Finalmente entre los otros procedimientos se pueden mencionar las reparaciones mecánicas y dispositivos de seguridad y emergencia.

4.1.1.3.2. Factores Externos

La realización del proyecto aumentar la producción del sistema de tratamiento de Agua Superficial de la Planta convencional ha permitido descubrir varios aspectos importantes.

El 90 % de los equipos que forman la Planta de Agua Potable se encuentra oxidados, sucios y algunos hasta con perforaciones causadas por la ausencia del debido mantenimiento resultando en la necesidad de un cambio urgente de partes y piezas esencial en los diversos procesos técnicos. Esta realidad ha conducido a un análisis profundo sobre el estado de operatividad y su incidencia en el riesgo de la salud de los usuarios y consumidores que amerita recomendar la declaratoria de emergencia y su inmediata repotenciación.

Obviamente exige la puesta en marcha de planes de contingencia y de mantenimiento conducentes a proporcionar un eficiente servicio de calidad. Dentro de esta declaratoria se debería considerar en la estructura de hormigón la impermeabilización con material epóxico con el fin de evitar la disminución de su capacidad de trabajo mediante revestimiento de hormigón.

Tal recubrimiento se realizará en las áreas correspondientes a: coagulación, floculación, decantación, filtración y posiblemente en algunas áreas de la parte estructural teniendo en cuenta que desde los tanques de almacenamiento se inicia la distribución de agua.

Y, entre estos factores se pueden citar los que de una u otra manera han sido afectados;

- a) Sistema de tratamiento de Agua Superficial de la Planta Convencional,** pudiéndose describir los siguientes:
 - Recuperación de hormigón, y el recubrimiento protector con resinas epódicas: resalto hidráulico, floculador, sedimentadores.

- Limpieza y pintura de paredes exteriores.
- Cambio de placas de floculación
- Cambio de placas de sedimentación
- Válvulas
- Tratamiento de pasamanos y tuberías
- Estación de dosificación de químicos
- Reposición de lechos filtrantes.

b) Sistema de tratamiento de Agua Subterránea de la Planta de Aireación.

Y; en cuanto a esta Planta el problema más visible se encuentra en el área de aireación conocida también como cascada por efecto del paso del tiempo es la corrosión en las pilas de aireación, las llaves de paso y la estructura de hormigón.

Se establece la descripción de ciertos elementos:

- Cambio de las torres de aireación
- Recuperación de tubería de ingreso de agua
- Cambio de válvulas y automatización del sistema
- Recuperación y pintura de hormigón
- Originadores dinámico

Después de mejorar completamente el equipamiento de la planta de agua potable con suministro nuevo se espera optimizar los diferente proceso de potabilización, mantener el abastecimientos actual en excelente nivel de calidad, es decir libre de contaminantes o materiales tóxicos y calidad destinada a satisfacer la demanda o provisiones en viviendas, comercio industrias hasta para el consumo humano priorizando la salud de los usuarios, muy por encima del bien material aun del interés personal.

Estudio de mercado este estudio se constituye en una parte sustancial de un proyecto sea de carácter público o privado. Nos permite aprobar o establecer científica y técnica mente el nivel de la demanda o la existencia de un número de individuo, empresas y otras organizaciones de índole económica en

condiciones de insatisfacción en el mercado, la cantidad exacta de producto bienes o servicios que se puede producir durante un periodo y el costo fijado en base al costo de producción.

En la actualidad esta planta se encuentra en condiciones críticas por la falta de mantenimiento de lo cual su sistema denota un 0% de tratamiento del agua del rio debido a que todos los elementos que la conforman como floculadores, filtros, etc. Están prácticamente obsoletos razón por lo que el líquido pasa directamente hacia la líneas principales de alimentación de redes para la ciudadanía sin ningún tipo de tratamiento

La cloración se realiza con cloro gas para lo cual se cuenta con una caseta de cloración. Este sistema actualmente presenta constante falencias por lo que se requiere continuos mantenimientos corriendo riesgos de accidentes mayores cuyo principal componente son:

Bodega con capacidad de dos cilindros llenos y dos vacíos
Switchover
Panel de control provisto de ratímetros
Bomba de inyección

4.1.2 Consumo actual y consumo esperado

4.1.2.1 Calidad del agua

La calidad del agua no es 100% potable, por cuanto los sistemas de tratamientos requieren de mantenimientos o cambio inmediato.

4.1.2.2 Calidad del Agua del cantón Quevedo se mezclan las Plantas superficial como subterránea.

La calidad físico química y bacteriológica, debido a la mezcla de la dos plantas, no cumplen con la norma INEN 1 108 ya que el Fe y Mn por el grado de dilución que se da entre la planta superficial que trata las aguas del rio Calope

la de aireación + filtración de los pozos, no trabaja eficazmente para bajar la concentración de los elementos físico – químicos. **(Anexo 4-5)**

4.1.2.3 Macromedición

Las plantas cuentan con las siguientes macromedidores:

Cuadro 15. Características de los macromedidores.

Macromedidores	Ubicación	Observación
No 1 Mc. Krome Electromecánico	Ingreso planta Tratamientos Convencional	No funciona
No 2 Mc. Krome Electromecánico	Salida PTAP Convencional	No funciona
No 3 Mc. Krome Electromecánico	Salida PTAP Aireación	No funciona
No 4 Mc. Krome Electromecánico	salida pozo PTAP	No funciona
No 5 Mc. Krome Electromecánico	salida tanque 5000 m ³	No funciona

Fuente: Proyecto de repotenciación 2013

El mercado que se proyecta satisfacer es de un producto de consumo masivo e indispensable para la vida en el planeta, bajo la premisa de mejorar, fijar, proporcionando la cantidad de producto en calidad y cantidad óptimas para el consumo.

4.1.2.4 Datos según los técnicos de la planta de agua.

Cuadro 16. Datos técnicos de la empresa

Planta superficial	Segundo a horas	Horas al día	Producción de agua	Necesidad diaria	Personas beneficiada
320 lt /seg	3600seg/hora	24hora/día	27.648.000	120Lts	230.400Lts
Cientes					
18.560	Pagan				
23.467	Registrados				
Viviendas					
55.000	fijas				

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.2.5 Propuesta según datos de Censo 2010.

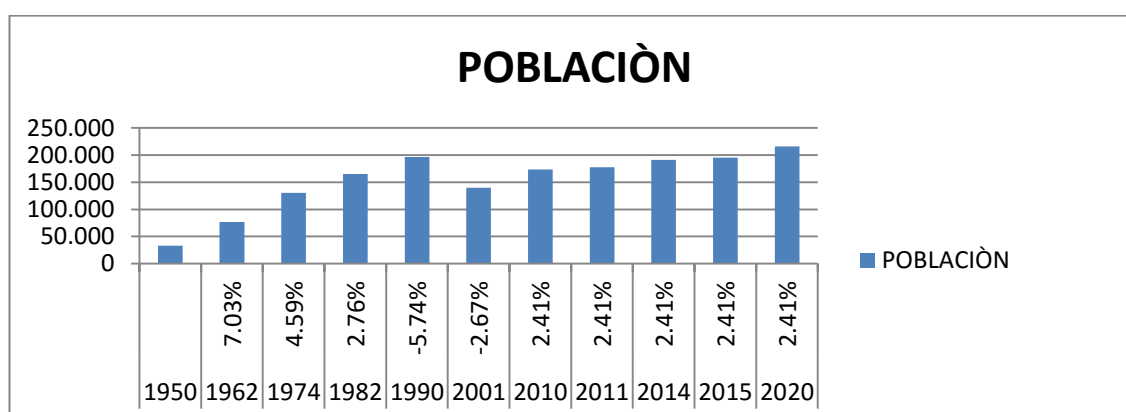
Se consideró en el siguiente estudio la población que tiene el servicio de agua potable por la planta de tratamiento sin contar el abastecimiento de los pozos del ciudad de Quevedo, que es de 173 575 habitantes según el Censo del INEC año 2010 con una tasa de crecimiento de 2.41%; lo que da una población activa para el año 2014 de 190 922 personas.

Cuadro 17. Datos de los censo

DATOS	CRECIMIENTO	POBLACIÓN
	Crecimiento poblacional	
1950		33.082
1962	7.03%	76.873
1974	4.59%	130.588
1982	2.76%	164.920
1990	-5.74%	196.568
2001	-2.67%	139.790
2010	2.41%	173.575
2011	2.41%	177.758
2014	2.41%	190.922
2015	2.41%	195.105
2020	2.41%	216.020

Elaborado por: El Autor (2014) fuente INEC

Gráfico 16. Censo Poblacional



Fuente: INEC (2010)

4.1.2.6 Dotación de agua potable recomendada según la propuesta

Cuando se concluya con la repotenciación se espera que la empresa de agua potable el 100% garantizada la calidad en sus procesos para esto se dan como datos los 320 litros de agua que se obtienen de Calope lo multiplicamos por 3600 segundo = 115.200 y lo multiplicamos por 24 horas del día es = 27,648.000 litros de agua por día esto a su vez se lo divide para 120 que es la cantidad de agua que una persona necesita para todas sus actividades estos denota una gran cantidad de 230.400 personas que serían beneficiada pero por cuestión técnica tomamos un 20% así lo multiplicamos y lo dividimos para 100 obteniendo 46.060 dando como resultado 184.320 personas como mínimo.

La producción de agua para satisfacer las necesidades de la población y otros requerimientos, se fijara una base de estudio de las condiciones particulares de cada población, considerando;

- Las condiciones climáticas del sitio;
- Las dotaciones fijadas para los distintos sectores de la ciudad considerando las necesidades de los distintos servicios públicos;
- Las necesidades de agua potable para la industria;
- Los volúmenes para la protección contra incendio;
- Las dotaciones para lavado el mercados, camales, plazas, calles, piletas, etc.;
- Las dotaciones para riegos de jardines;
- Otras necesidades incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistema de alcantarillado, etc.

A falta de datos y para estudio de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones indicadas en la tabla.

Cuadro 18. Dotaciones recomendadas

POBLACION (habitantes)	CLIMA	Dotación media futura (litros/habitante/día)
Hasta 5.000	Frio	120 - 150
	Templado	130 - 160
	cálido	170 - 200
5.000 a 50.000	Frio	180 - 200
	Templado	190 - 220
	cálido	200 - 230
Más de 50.000	Frio	+ 200
	Templado	+ 220
	cálido	+ 230 200

Elaborado por: El Autor (2014)

Fuente: IEOS-DNPLA-CNOR

Cuadro 19. Datos técnicos de la propuesta

Planta superficial	Planta subterránea	Agua para tratamiento	Segundo a hora	Horas a día	Total de agua día	Necesita 1 persona	Personas beneficiadas
320 Lts/seg	50 Lts/seg	370 Lts/seg	3600	24	31.968.000 Lts	200 litros	159.840
Cientes							
18.560	Pagan						
23.467	Registrados						
Viviendas							
47.500	Fijas						

Elaborado por: El Autor (2014)

23.467 personas registradas se consideran que deben pagar el suministro del líquido vital con un costo estimado por consumo de 4 dólares por domicilio lo que obtiene un ingreso mensual de 93.868 dólares esto a su vez es multiplicado por los 12 meses del año dando un ingreso anual de 1 126 416 dólares previsto para el primer año .

De acuerdo con la cantidad de líquido ya potabilizado que se desperdicia se tiene que un 60% de la producción de agua para el consumo humano se

desperdicia por fugas o daños frecuentes e las redes de suministro del líquido vital entonces:

Cuadro 20. Total agua producida

31 968 000		60%		19 180 800	Desperdiciadas
31 968 000		40%		12 787 200	Distribuidas
31 968 000					Total

Elaborado por: El Autor (2014)

Así solo tenemos que un 40% se la capacidad de producción de la planta es distribuida a la comunidad y de aquí 12 787 200 litros de agua día lo dividimos para la cantidad de litros para cada persona / 200 = 63.936 personas luego se divide para 4 personas por casa resulta que dan 15.984 domicilios.

Dentro del análisis se encuentra que la planta tiene una captación de 320 litros de agua del rio Calope más los 50 litros de agua que abastecen la planta subterránea suman 370 litros de agua que es tratada en la planta esta se multiplica por los segundo que tiene una hora = 3600 segundos = 1 332 000 litros a su vez multiplicado por los horas del día = 24 horas = 31 968 000 litros de agua por día aquí se dividen para los litros de agua que da la tabla de agua recomendada que es 200 litros y se obtiene que existirían 159.840 personas beneficiadas. Esto lo dividimos para 4 personas que tiene cada casa promedio nos da 39 960 domicilios que para nuestros estudio la serramos en 40 000 domicilios.

Dentro del estudio se encuentra una población de 190 922 habitantes actualmente, que si lo dividimos para 4 personas por domicilio. La ciudad de Quevedo tendría un aproximado de 47 500 domicilios. Que no da con los datos de Sr. Alcalde de la ciudad donde el cuantifica 55 000 inmuebles que se tendría que atender.

Cuadro 21. Presupuesto de Gastos de Repotenciación.

RESUMEN PLANTAS CONVENCIONAL SUPERFICIAL			
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	P TOTAL
1	A -1	Recuperación de Hormigón	10.731,00
2	A -2	Recubrimiento protector y decorativo dehormigón con base en resina acrilicas	83.550,00
3	A -3	Limpieza y pintadas de paredes exteriores de la planta de tratamiento	39.600,00
4	A -4	Cambio de placa de floculadores	143.337,00
5	A -5	Cambio de placa de sedimentadores por modulos de sedimentación	134.200,00
6	A -6	Válvulas	86.200,00
7	A -7	Tratamientos de pasamanos en las areas de floculación sedimentación y tuberías vista	9.674,80
8	A -8	Estación de dosificación de químico	23.370,00
9	A -9	Cambio de techo flotante	138.710,40
SUMAN			669.373,20
RESUMEN PLANTA SUBTERRANEA (AIREACION)			
ITEM	CODIGO	DESC RIPCION	P TOTAL
1	B -1	Cambio de torres de aireación	83.760,00
2	B -2	Recuperación de tuberías de ingreso a las torres	967,48
3	B .3	Cambio de válvulas y automatización del sistema	96.296,00
4	B -4	Recuperación y pintura de hormigón	4.960,00
5	B -5	Oxigenadores dinamico	17.125,00
SUMAN			203.108,48
TOTAL			872.481,68

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 22. Estimación de Gastos

RUBRO	DESCRIPCION	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO				Plazo del contrato: ciento veinte días calendario (120)							
		COSTO TOTAL	%	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		QUINCENA 7	QUINCENA 8
				QUINCENA 1	QUINCENA 2	QUINCENA 3	QUINCENA 4	QUINCENA 5	QUINCENA 6				
1,00	recuperacion de hormigones	\$ 10.731,00	1,23	5.365,50	5.365,50								
2,00	recubrimiento protector y decorativo con base en resinas acrilicas	\$ 83.550,00	9,58%		41.775,00	41.775,00							
3,00	limpieza y pintura de paredes exteriores de la planta de tratamiento	\$ 39.600,00	4,54%								19.800,00	19.800,00	
4,00	cambio de placas de floculacion	\$ 143.337,00	16,43%				47.779,00	47.779,00	47.779,00				
5,00	cambio de placas de sedimentacion por modulos de sedimentacion	\$ 134.337,00	15,38%				44.733,33	44.733,33	44.733,33				
6,00	Tratamiento de pasamanos en areas de floculacion, sedimentacion y tuberias vistas	\$ 9.674,80	1,11%								43.100,00	43.100,00	
7,00	valvulas	\$ 86.200,00	9,88%										9.674,80
8,00	estacion de dosificacion de quimicos	\$ 23.370,00	2,68%			11.685,00	11.685,00						
9,00	cambio de lechos filtrantes	\$ 138.710,40	15,90%					34.677,60	34.677,60	34.677,60	34.677,60	34.677,60	
10,00	cambio de torre de almacenacion	\$ 83.760,00	9,60%		20.940,00	20.940,00	20.940,00	20.940,00					
11,00	recuperacion de tuberias de ingreso de agua a las torres	\$ 967,48	0,11%		241,87	241,87	241,87	241,87					
12,00	cambio de valvula y automatizacion del sistema	\$ 96.296,00	11,04%						32.098,67	32.098,67	32.098,67	32.098,67	
13,00	reparacion de pintura de hormigones	\$ 4.960,00	0,57%							2.480,00	2.480,00		
14,00	oxigenadores dinamicos	\$ 17.125,00	1,96%					8.562,50	8.562,50				
		\$ 861.887,68	100,00%										
	INVERSION PROGRAMADA		PARCIAL	5.365,50	68.322,37	74.641,87	125.379,20	156.934,30	167.851,10	132.156,27	141.831,07		
			ACUMULADO	5.365,50	73.687,87	148.329,74	273.708,94	430.643,25	598.494,35	730.650,61	872.481,68		
	INVERSION ACUMULADA		PARCIAL		7,83%	8,56%	14,37%	17,99%	19,24%	15,15%	16,26%		
			ACUMULADO		8,45%	17,00%	31,37%	49,36%	68,60%	83,74%	100,00%		

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3 Estudio técnico

Dentro de primera visita se encontró que la planta de tratamiento de agua potable estaba no operativa en gran parte de sus instalaciones no existía ningún proceso de potabilización en los primeros pasos tanto en la superficial como en la subterránea acerca de la superficial lo único que se realizaba como proceso es la clorificación, el cual se realizaba aun no correctamente tanto era la falta de mantenimiento que se encontraba completamente llevada por la corrosión.

Por esto se decidió hacer un cambio de todas las partes que presentan algún tipo de problema dentro del:

Sistema de tratamiento de Agua Superficial de la Planta Convencional, pudiéndose describir los siguientes:

- Recuperación de hormigón, y el recubrimiento protector con resinas epólicas: resalto hidráulico, floculador, sedimentadores.
- Limpieza y pintura de paredes exteriores.
- Cambio de placas de floculación
- Cambio de placas de sedimentación
- Válvulas
- Tratamiento de pasamanos y tuberías
- Estación de dosificación de químicos
- Reposición de lechos filtrantes.

Sistema de tratamiento de Agua Subterránea de la Planta de Aireación.

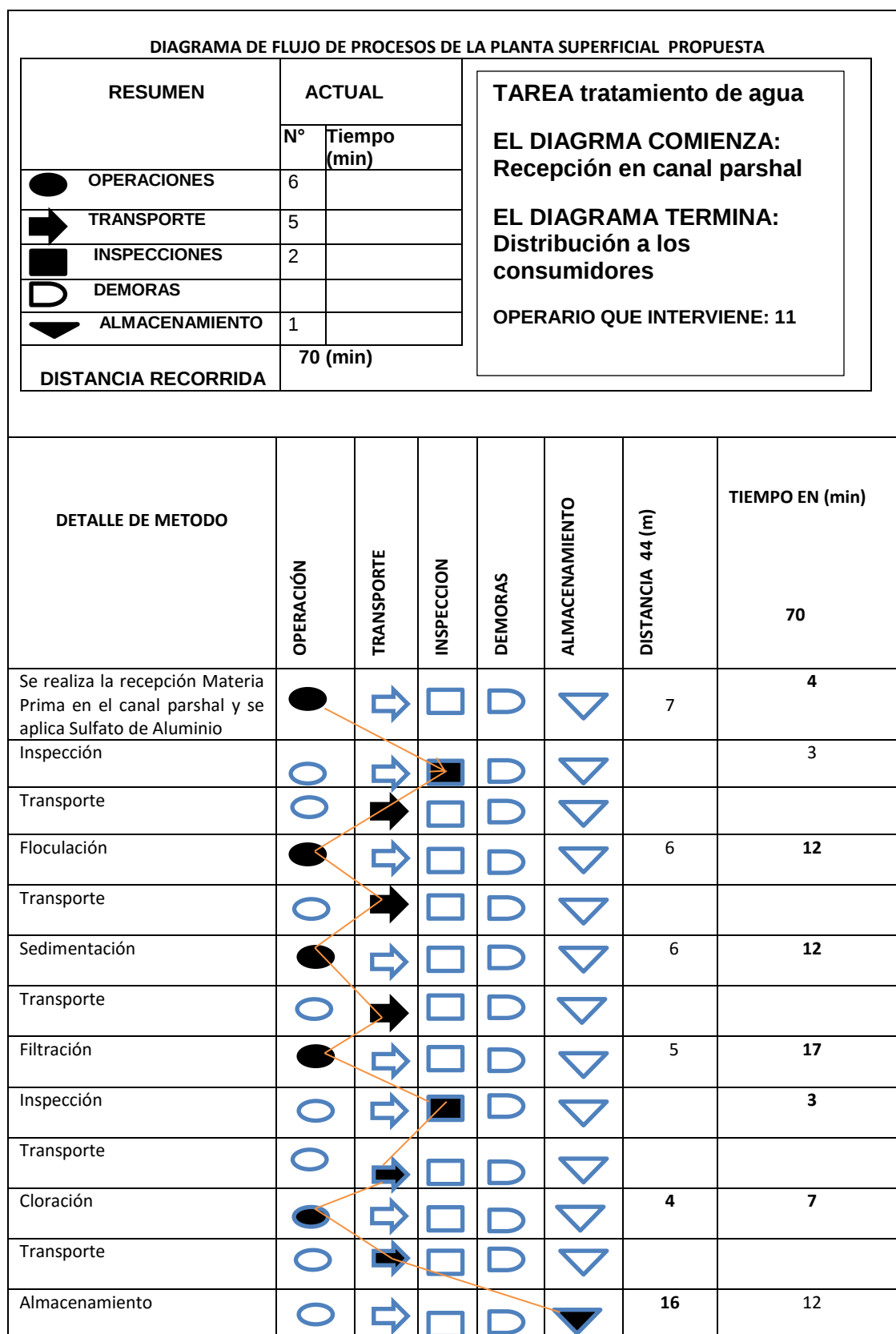
Y; en cuanto a esta Planta el problema más visible se encuentra en el área de aireación conocida también como cascada por efecto del paso del tiempo es la corrosión en las pilas de aireación, las llaves de paso y la estructura de hormigón.

Se establece la descripción de ciertos elementos:

- Cambio de las torres de aireación
- Recuperación de tubería de ingreso de agua
- Cambio de válvulas y automatización del sistema
- Recuperación y pintura de hormigón
- Originadores dinámico

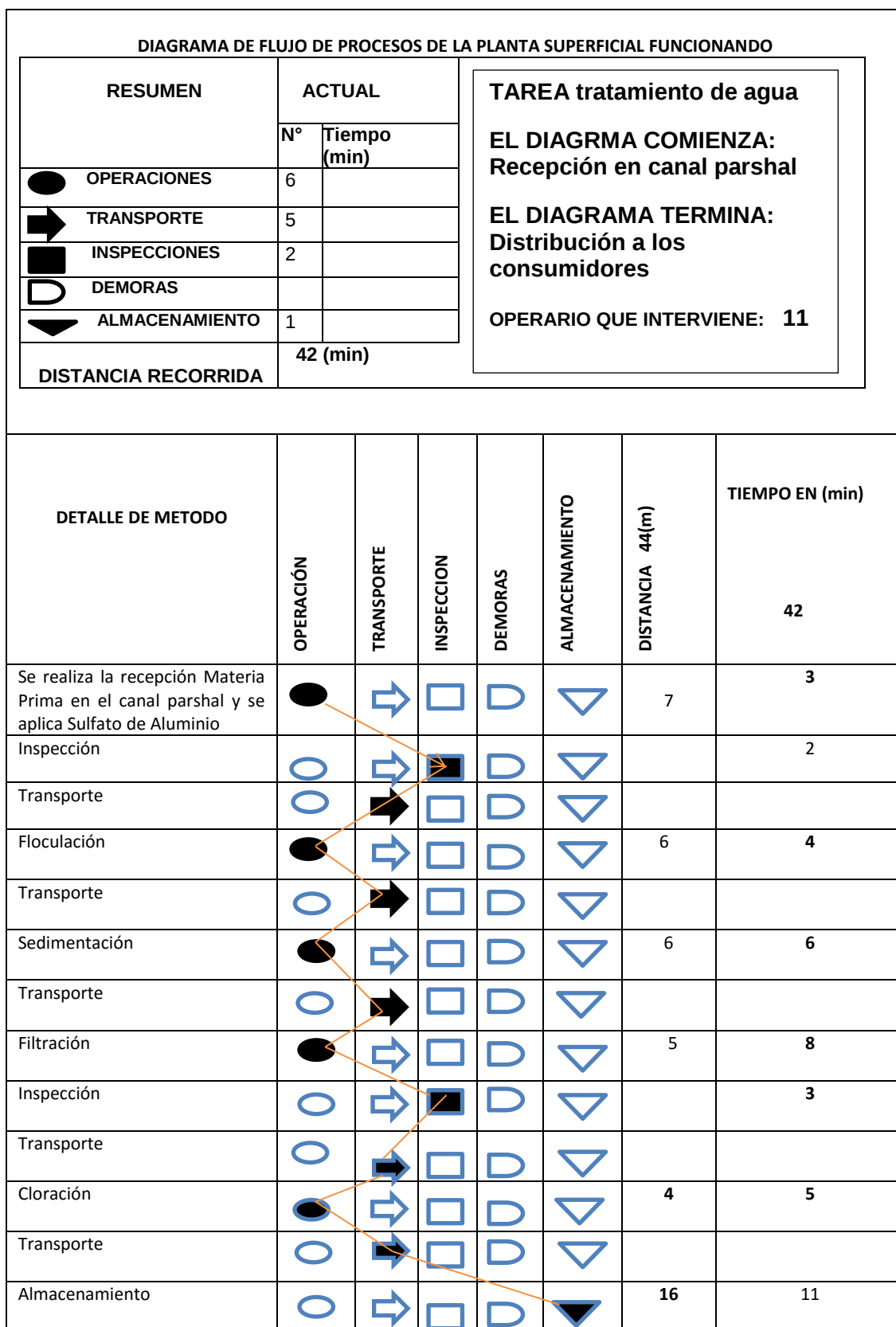
Por lo expuesto se podría pensar en la posibilidad de aumentar la capacidad de producción de la planta de agua potable, revisando datos con la persona que ha estado ante al frente como gerente de la planta de Quevedo y fichas de plantas de tratamientos de agua de similares características se encontró, que estando operativa al 100 % se puede analizar la posibilidad de hacer ingresar unos 50 ò 60 litros de agua por segundo en el canal parshal haciéndola avanzar por el canal lateral hasta el sector de los filtros, siempre que su turbiedad no pase del 0.5 es decir en la temporada de verano, cuando el agua se encuentra más clara esto en respecto a la planta de tratamiento superficial que es abastecida por el rio Capole, o también se puede pasar el agua por todo el proceso de potabilización porque el sistema de sedimentación y filtración este bien distribuido, el nuevo sistemas de seditubos, respecto a la planta subterránea se tendría que revisar los sistemas de aireación del agua y sus conductores más la necesidad de ingresar más agua al sistema esto se obtendría con un nuevo pozo profundo de al menos 20 pulgadas de diámetro 140 metros de profundidad.

Cuadro 23. Diagrama de flujo del proceso de la planta superficial propuesto.



Elaborado por: El Autor. (2014)
Fuente: Investigación de campo.

Cuadro 24. Diagrama de flujo de procesos de la planta superficial funcionando



Elaborado por: El Autor. (2014)
Fuente: Investigación de campo.

4.1.3.1 Identificar los movimientos improproductivos en las operaciones que disminuye el rendimiento óptimo de las líneas de producción

Mediante el proceso de potabilización de agua para el consumo humano, se ha realizado un estudio de tiempo y movimiento para determinar las causas de los procesos que afecten la producción de la empresa pública de agua potable; a continuación se definieran las siguientes:

No hay un control para el personal a la hora de entrada, a la planta por parte del encargado, no en su mayoría, y esto se presenta casi todos los días en especial los días lunes y viernes llegan con un retraso de 10 a 25 minutos en todos los turnos.

4.1.3.2 Falta de incentivos al personal de producción de empresa

No existe un incentivo por parte de las autoridades municipales a los empleados que cumplen con sus horarios y obligación en sus labores diarias antes el tiempo previsto de entrada a la planta, esto hace que el personal se desmotive y no realice sus actividades como tiene que ser, se den charlas motivacionales, y cómo funcionan plantas de tratamientos de agua potable modernas.

4.1.3.3 Avería frecuente de los floculadores y sedimentadores

No está trabajando en un ritmo normal por problemas de mantenimiento o por roturas de los pleibos marinos, que ya cumplieron su vida útil o por otros daños que se presenta en alguna llave de paso o sangrado.

4.1.3.4 Dificultades en elaboración del cloro gas

El lugar en donde los operarios hacen su labor cotidiana, no es conforme a su posición física, por su ubicación y la misma materia prima que viene en forma granulada y hay que convertirla el cloro gas de una forma semi artesanal.

4.1.3.5 Desorganización en algunas áreas de trabajo:

En el lugar donde se almacena el sulfato de aluminio es pequeño y no se puede hacer un mezclado correcto, donde se encuentran los tanques de cloración también es reducido sin poder maniobrar con facilidad, las bodegas no tienen un orden y carecen de señalética.

4.1.3.6 Captación

Se encuentra situada a 32 Km de la ciudad de Quevedo, es del tipo convencional y dimensionado para captar 340 lt/seg. Está conformado por:

Un azud cuya cresta está en la cota 286,5 msnm y cuyo perfil " (creager) " esta dimensionado para un caudal de crecida de 50 años equivalente a 400m³/seg. Consta con una longitud aproximada de 45 m y está protegido por dos delantales y muros de protección construida en hormigón armado, está conformado por una toma lateral que funciona como orificio compuerta por una rejilla de 5 m * 1 m que permite captar hasta 640 Lt/seg.

4.1.3.7 Parshal

Donde pasa el agua cruda a través de un canal en donde en fracción de segundo se mezcla con un coagulante que puede ser el sulfato de aluminio estos químicos que se agregan al agua, tienen la función de hacer que las partículas de impurezas que se encuentran dispersas, que empiezan a unir este proceso se lo denomina hidrólisis, con el cual se determina el grado de tracción de las partículas.

4.1.3.8 Floculación

Consiste en pasar el agua por una agitación, mezcla o movimiento lento que ayuda que varios tipos de moléculas compuestas por agentes químicos y las impurezas del agua se asocien entre si formándose más grandes y pesadas

Esto sucede cuando el agua pasa a través de placas divisorias subiendo y bajando, así las partículas de coágulos van chocándose unas contra otras formando los floculos.

4.1.3.9 Descantilación

Después de que el agua ha pasado por el proceso de floculación, se la dirige a decantación donde se permite la caída de las partículas de impurezas al fondo del estanque para completar este proceso dura varias horas el agua se queda en la parte superior del estanque.

4.1.3.10 Filtración

Después de concluida la descantilación, el agua es llevada al estanque donde se realiza la clarificación y pasa al siguiente proceso, el agua descantillada entra por la parte superior de cada estanque en el cual hay capas de arena y piedras de distintos tamaños que actúan como filtros. El agua baja a través de las capas filtrantes donde quedan retenidas las mayorías de las impurezas, que aún están en suspensión.

4.1.3.11 Cloración

Se lo realiza con cloro gas, para lo cual hay una caseta de cloración cuyo principal componente son:

- ❖ Bodega con capacidad de dos cilindros de una tonelada lleno y dos vacíos.
- ❖ Swichover.
- ❖ Panel de control provisto de rotámetros.
- ❖ Bomba de inyección.
- ❖ Todo esto cumpliendo con las normas INEN 1 108.
- ❖ Concentración de cloro en la planta superficial de 0.15 mg/lit.
- ❖ Concentración de cloro en la planta subterráneas es de 0.002 mg/lit.

4.1.3.12 Línea de impulsión y presión

El cárcamo de bombeo está compuesto de cuatro bombas centrifugas de eje horizontal acoplado en paralelos y cuyos datos técnicos son:

- ❖ Bomba centrifuga de eje horizontal MC. ITT Bell & Grusset.
- ❖ Diámetros de impulsión 8 pulgadas descargas 6 pulgadas.
- ❖ Tipo 81000s
- ❖ Capacidad 73 lt/seg.
- ❖ Capacidad neta 32 Lt/seg.

4.1.3.13 Reservorios

El agua ya purificada, potable, ingresa a las cisternas o depósitos elevados o bajo tierra desde donde las bombas las impulsan por las redes y tuberías a la ciudad, este es el único lugar donde el agua es impulsada por bombas eléctricas.

Gráfico 17. Diagrama de proceso de la empresa pública de agua potable

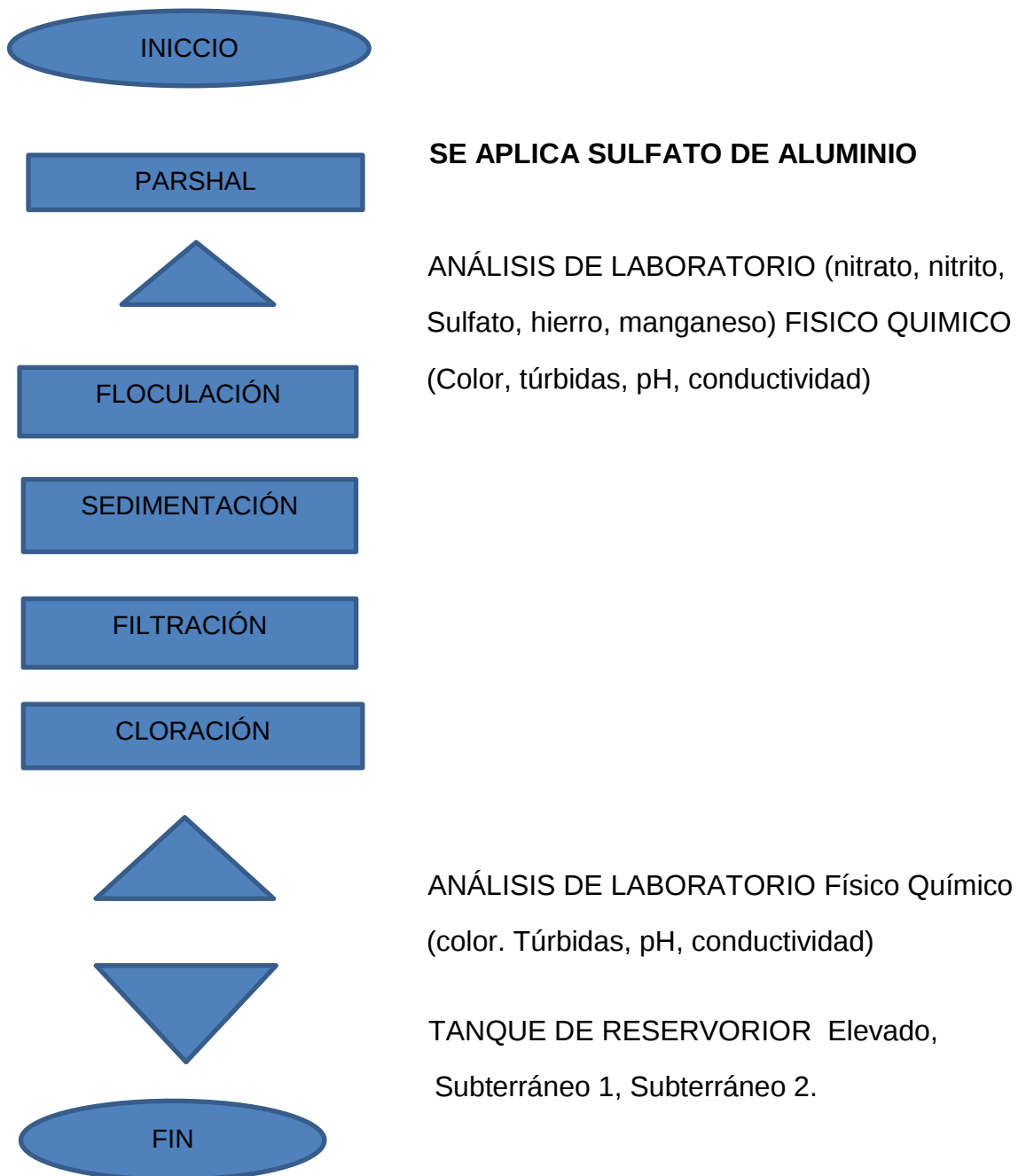


Gráfico 18. Flujograma de proceso



4.1.3.16 Propuesta de Mejoramiento

4.1.3.16.1 Plantas Convencional de agua

Luego de un análisis técnico, los planos constructivos de la planta de agua de Quevedo y de las visitas de campo realizadas, se puede determinar que la misma dispone de todos los procesos necesarios para tratar agua superficial.

La infraestructura básica se encuentra, es necesario y urgente intervenir la planta con el fin de MEJORAR la calidad del agua y frenar el deterioro de la infraestructura para lo cual se propone a continuación:

4.1.3.16.2 Recuperación de hormigón

Para esto se utilizaría un mortero tixotrópico de un solo componente, el cual está fabricado a base de cemento. Agregado de cuarzo, silica fibra, sintética y otros, este mortero entre otras cosas permite:

- ❖ Una buena adherencia a superficie vieja.
- ❖ Módulo de elasticidad y expansión térmica similar al hormigón.
- ❖ Alta resistencia a la compresión, flexión y tensión.
- ❖ Buen acabado final.

Antes de usar el mortero se deberá lavar íntegramente la superficie a recuperar para lo cual se utiliza agua a presión u disco metálico. Luego se aplica un producto adherente lo que permite, una óptima adherencia del mortero con el hormigón existente.

4.1.3.16.3 Recubrimiento decorativo de hormigón con base de resinas epóxicas

- ❖ Desarrollado especialmente para proteger al hormigón. Ventajas.
- ❖ El recubrimiento trabaja con catalizadores y dispone de las siguientes ventajas.
- ❖ Aprobado por la FDA de EE.UU.

- ❖ Alta resistencia a la carbonatación.
- ❖ Existente resistencia al agua.
- ❖ Impermeable.
- ❖ Fácil aplicación.
- ❖ Lavable.
- ❖ Resistente a los rayos UV.
- ❖ Larga durabilidad.

4.1.3.16.4 Limpieza de paredes exteriores de la planta de tratamiento con su respectiva pintura

Pintura lavable especial para exteriores y resistente a los rayos UV.

4.1.3.16.5 Cambios de placas de floculadores

Para floculadores con las siguientes características.

4.1.3.16.6 Material

PRFV, (Poliéster reforzado con fibra de vidrio y coremath)

Las placas deberán elaborarse el PRFV con una resistencia mínima de 500 kg/cm cuadrado y tendrá una superficie lisa y un espesor mínimo de 8 mm.

Material compuesto así, presenta una serie de características:

Excelente adherencia antes los tradicionales usados en similares propósitos.

4.1.3.16.7 Medidas

Espesos Placa de 8 mm +/- mm

Aluminio no anclaje 1.5 a 2 mm.

4.1.3.16.8 Características Técnicas

Resistencia química elevada: evita la corrosión, que evita costo en tratamientos esperados.

Material termorigico: mantiene elasticidad dimensional en el tiempo.

Bajo peso: manipuleo y montaje.

Bajo mantenimiento: poca limpieza debido a incrustaciones.

Elevada propiedades hidráulicas: bajo rozamiento.

4.1.3.16.9 Colocación

Las placas se colocaran con ángulos de aluminio de 1.5 a 2 mm de espesor ubicado en las paredes laterales del floculador. Los ángulos serán alojados con sistema HILTY.

La unión vertical de dos o más placas, se realizara con guías de aluminio.

Cuadro 25. Características del floculador

PROPIEDAD	FILAMENT WOUND
Esfuerzo a la tención psi	32.000 60.000
Esfuerzo a la flexión psi	20.000 40.000
Esfuerzo de compresión radial psi	40 000 radial
Esfuerzo de impacto (lb/pie)	40 - 50
Conductividad térmica BTU pie, Hr, pulg	12 - 20
Temperatura a distorsión.	250 - 360 grados F.
Dureza Barcol	27 - 45
Esfuerzo dielectico a 68 grados	450 - 500
Método paso a paso	

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3.16.10 Cambio de placas de sedimentadores con módulos de sedimentación

Los módulos de sedimentación acelerada conocidos también como seditubos, es una tecnología que se aplica desde hace 25 años en todo el mundo.

4.1.3.16.11 Ventajas

Las principales ventajas de ocupar seditubos se agrupan de 4 forma:

a) En la construcción de planta de tratamiento nuevas, las fosas de sedimentación serán más pequeña.

b) En planta existente: se puede aumentar la capacidad de tratamiento de tratamientos.

c) La calidad del efluente mejora perceptible con el uso de los módulos.

d) Según las características de los módulos de sedimentación: puede reducir el uso de químicos, disminuir la turbiedad del líquido que ingresa a los filtros.

4.1.3.16.12 Funcionamiento

Luego que el líquido se homogenizado correctamente los floculadores por los químicos, los módulos distribuyen muy uniformemente los líquidos en las áreas.

Es importante mantener una velocidad adecuada en los sedimentados a fin de permitir que actúe la gravedad en los flocs y que estos no sean impulsados hacia la superficie y de ahí a los filtros.

Los módulos de sedimentación consisten en una serie de tubos. Químicamente soldados a un ángulo de 60 grados en diferentes posiciones.

Cuadro 26. Características de los módulos aceleradas

Material utilizado	ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)
Espesor de lamina	0.5 1mm
Ángulos d los tubos	60 grados
Tamaño de los tubos	8 * 8 cm
Ancho	Aprox 80 cm
Largo	300 cm
Color del material	Azul o Blanco
Sistema de fabricación	Laminado termo formado y orensado
	1.14

Elaborado por: El Autor. (2014)

Peso específico del ABS

Característica DEL ABS

- 1.- Atoxico.
- 2.- Resistencia a ácidos.
- 3.- resistencia a alcalls.
- 4.- Superficie completamente lisa.

- 5.- No giroscópico.
- 6.- Con aditivos resistente a los rayos UV.
- 7.- peso específico 1.14.
- 8.- Estabilidad dimensional.

4.1.3.16.13 Válvulas

Cuadro 27. Sustitución de válvulas obsoletas

ITEM	CANTIDAD	PROCESOS	DESCRIPCIÓN
1	10	Sedimentados	Válvulas compuerta de 250mm instalad
2	20	Sedimentador	Bridas de 250mm
3	6	Purgas filtros	Válvulas compuerta De 400mm instalad
4	12	Purga de lodos	Bridas de 400mm
5	12	Floculador	Válvulas compuerta de 100mm instalad
6	24	Floculador	Bridas de 100mm

Elaborado por: El Autor. (2014)

4.1.3.16.14 Tratamiento de pasamanos en área de floculadores, sedimentación y tuberías vistas

Todos los pasamanos y tuberías vistas serán tratados mediante un proceso mecánico y químico que permita remplazar la pintura vieja, y luego dar fondo y cubierta de acabado con un esmalte acrílico de alta resistencia.

4.1.3.16.15 Planta agua subterráneas

Cambio de torres de aireación, recuperación y recubrimiento de hormigones, cambio de válvulas y automatización de válvulas manuales e eléctricas con tableros de control.

4.1.3.16.16 Cambio de torres de aireación

Las torres existentes aireación serán cambiadas por nuevas, su fabricación será de la siguiente manera.

Bandeja de contacto de acero inoxidable d3 1,5 mm de espesor.

Estructura de soporte de acero inoxidable de 2 mm de espesor.

Cuadro 28. Torres de aireación

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	12	Torres de aireación de 4 niveles de acero inoxidable de 1,5 mm de espesor y estructura de acero de 2 mm

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3.16.17 Recuperación de tubería de ingreso de agua a las torres

Las tuberías de ingreso de agua a las torres de aireación fueron tratadas mediante el proceso mecánico y químico que permita remover la pintura que tenía y fue pintado con fondo y cubierta con esmalte acrílico de alta resistencia.

Cuadro 29. Recuperación tuberías vistas

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	38	Superficie metálica Pasamanos y tuberías vistas

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3.16.18 Cambio de válvulas y automatización de sistema

Cambios de válvulas actuales por nuevas con actuadores neumáticos, las mismas que son controladas desde un tablero de control electrónico.

Cuadro 30. Válvulas compuerta

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	6	Suministro e instalación de válvula de compuerta de 250 mm con actuadores neumáticos
2	6	Suministro e instalación de válvula de compuerta de 400 mm con actuadores neumáticos
3	1	Suministro e instalación de un compresor de 5 HP trifásico de 15,2 CFM y 90 psi
4	1	Suministro e instalación de tablero eléctrico de proyección y control

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3.16.19 Recuperación y pintura de hormigón

Los tanques recolectores de agua, ubicados bajo las torres de aireación fueron sometidas a un proceso de recuperación de hormigón y aun tratamiento de pintura.

Cuadro 31. Recuperación y pintura de hormigón.

ITEM	TOTAL M2	DESCRIPCION
1	10	Recuperación hormigón
2	140	Recuperación epoxico

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.3.16.20 Oxigenadores dinámicos

Este equipo está ubicado en la línea de ingreso del agua, el mismo que trabaja con una presión de mínima de 10 psi, el oxigenador debe insuflar aire del ambiente hacia el agua de manera forzada.

Cuadro 32.- Oxigenadores dinámicos

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	5	Oxigenadores dinámico

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.4 Estudio Técnico Económico

4.1.4.1 Depreciación

Cuadro 32. Tabla de depreciación

BIENES	AÑOS DE VIDA UTIL	COEFICIENTE
Maquinaria en general	8 años	12.5
Equipos e instalaciones	8 años	12.5
Planta de tratamiento en la ind. Petrolera	8 años	12.5
Planta de procesamiento en la ind. Petrolera	8 años	12.5

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 33. Sueldos + Beneficios

Salario	*10.20%	13 Sueldo	14 Sueldo	Sueldo + Beneficios	Cargos en la Planta
2240	228,48	29,5	186,67	444,65	Gerente
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Jefe de Planta
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Laboratorio
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Diseño
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Secretaria
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Contador
1200	122,40	29,5	100,00	251,90	Asesor jurídico
900	91,80	29,5	75,00	196,30	Jefe de cuadrilla
800	81,60	29,5	66,67	177,77	Chofer
700	71,40	29,5	58,33	159,23	Electricista
500	51,00	29,5	41,67	122,17	Jardinero
625	63,75	29,5	52,08	145,33	Recurso Humano
1200	122,40	59	100,00	281,40	Asistentes (2)
1500	153,00	88,5	125,00	366,50	Guardianía (3) 500
1800	183,60	88,5	150,00	422,10	Asistente de cuadrilla (3)
4800	489,60	177	400,00	1066,60	Operadores de la Planta

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.4.2 Estado de Pérdidas y Ganancias

PROYECTO DE REPOTENCIACION DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

INGRESOS :

CANTIDAD	Precio unitario	Valor mes	ANUAL
----------	-----------------	-----------	-------

Ingresos por registrados que deben pagar

23467	4,00	93.868,00	1.126.416,00
-------	------	-----------	--------------

Costo de Producción

Cuadro 34. Materia Prima

	PROVEEDOR	UM	CANTIDAD	Precio unitario	Valor mes	ANUAL
Polímeros	A.W.T.	KG	0	1,00	-	-
Sulfato de aluminio	FERMAGRI	KG	12321	0,29	\$ 3.573,09	42.877,08
Cloro Gas (dosificación del agua	EL HUERTO	KG	2860	0,91	2.602,60	31.231,20
Reactivos (análisis, fisicoquímico y Bacteriológico	QUIMAC	Glo bal	1	3,43	3,43	41,21
Hipoclorito de calcio	QUIMQC	KG	225	3,67	825,75	9.909,00
Cal	FERMAGRI	KG	30	1,00	30,00	360,00

TOTAL MATERIA PRIMA

84.418,49

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 35. Mano de Obra Directa

	PERSONAS		SUELDOS	SUELDOS + BEN	Valor mes	ANUAL
DIRECTO						
Supervisor de cuadrilla	1		900	911,25	911,25	10.935,00
Jefe tecnico,diseño y laboratorio	3		1200	1.215,00	3.645,00	43.740,00
Operadores trabajadores	3		600	607,50	1.822,50	21.870,00
Elestrisista	1		700	708,75	708,75	8.505,00
Operadores de la planta	6		800	810,00	4.860,00	58.320,00
Asistente de labaratorio	1		600	607,50	607,50	7.290,00
MANO DE OBRA DIRECTA					12555	150660

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 36. Mano de Obra Indirecta

Mano de obra	PERSONAS	SUELDOS	SUELDOS + BEN	Valor mes	ANUAL
INDIRECTO					
Guardia	3	500	506,25	1.518,75	
MANO DE OBRA INIDRECTA				1.518,75	18.225,00
TOTAL MANO DE OBRA					

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 37. Otros Costos de Producción.

Otros costos de producción			Cantidad	Precio Unit	Valor Mes	ANUAL
Energía Eléctrica		kwh	440.000,00	0,08	36.080,00	432.960,00
Mantenimiento Reparación					6.000,00	72.000,00
Depreciación			872.481,68	109.060,21	9.088,35	109.060,21
TOTAL OTROS COSTOS PRODUCCION						614.020,21

Elaborado por: El Autor (2014)

COSTO DE VENTA Y DISTRIBUCION**Cuadro 38.** Costo de venta información técnica

CANTIDAD	PRECIO UNIT	VALOR MES	ANUAL
23467	0,11	2581,37	30976,44
23467	0,25	5 866,75	70 401
23467	0,35	8 213,45	98 561,4
23467	0,5	11 733,5	140 802

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 39. Gastos Administrativos

GASTOS GENERALES

Sueldos + Previsión Beneficio Sociales

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO	Cantidad	Precio Unit	Valor mes	ANUAL
Gerente	1	2.440,00	2.469,77	29.637,22
Secretaria	1	1.200,00	1.215,00	14.580,00
Recursos humano	1	625,00	632,81	7.593,75
Asesor jurídico	1	1.200,00	1.215,00	14.580,00
Chofer	1	800,00	810,00	9.720,00
Jardinero	1	500,00	506,25	6.075,00
DEPARTAMENTO FINANCIERO				
Contador General	1	1200	1.214,64	14.575,68
Asistente contable	1	500	506,25	6.075,00
Suministro de Oficina y Limpieza	1	1.400,00	1.400,00	16.800,00
Energía eléctrica Administración	kwh 48000	0,082	3.936,00	47.232,00

Elaborado por: El Autor (2014)

4.1.4.3 Estado de pérdidas y ganancias

EPMAPAQ Estado de Pérdidas y Ganancias.		
CUENTAS		
INGRESOS		
Ingresos registrados	1.126.416,00	
TOTAL INGRESOS		1.126.416,00
COSTO DE PRODUCCIÓN		
Materia Prima	125.585,28	
MANO DE OBRA DIRECTA	150.660,00	
Mano de obra indirecta	18.225,00	
Otros Costos Producción	614.020,21	
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN		908.490,49
COSTO DE VENTA Y DISTRIBUCIÓN m³		
	30.976,44	
TOTAL COSTO DE VENTA		30.976,44
GASTOS		
Gastos de Administración	84.682,68	
TOTAL GASTOS		84.682,68
RESULTADO DE EJERCICIO		102.266,39

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 40. Flujo Neto de Efectivo

Numero de registrados	23.467,00	25.000,00	30.000,00	35.000,00	40.000,00
Precio de venta (mensual)	4,00	4,00	7,20	7,20	7,20
Precio de venta (Anual)	1.126.416	1.200.000	2.592.000	3.024.000	3.456.000

ITEM	-	1	2	3	4	5
Inversión	(872.481,68)	-	-	-	-	
Valor salvaguardia						327.180,63
Ingreso		1.126.416,00	1.200.000,00	1.440.000,00	3.024.000,00	3.456.000,00
Costo de producción						
costo administrativo						
Costo de operación		974.000,00	1.027.000,00	1.224.000,00	2.570.000,00	2.764.000,00
Flujo neto efectivo	(872.481,68)	152.416,00	173.000,00	216.000,00	454.000,00	1.019.180,63

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 41. VAN

VAN	872.481,68	152.416,00	173.000,00	216.000,00	454.000,00	1.019.180,63
	1,12	1,12	1,2544	1,40	1,57	1,76
VAN	(872.481,68)	136.085,71	137.914,54	154.285,71	289.171,97	579.079,90
VAN	424.056,17					

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 42. VAN Beneficio

VAN BENEFICIO	-	1.126.416,00	1.200.000,00	1.440.000,00	3.024.000,00	3.456.000,00
	-	1,12	1,2544	1,40	1,57	1,76
VAN BENEFICIO	-	1.005.728,57	956.632,65	1.028.571,43	1.926.114,65	1.963.636,36
VAN BENEFICIO	6.880.683,67					

Elaborado por: El Autor (2014)

Cuadro 43. VAN Costo

VAN COSTO	872.481,68	974.000,00	1.027.000,00	1.224.000,00	2.570.000,00	2.764.000,00
	-	1,12	1,2544	1,40	1,57	1,76
VAN COSTO	-	869.642,86	818.718,11	874.285,71	1.636.942,68	1.570.454,55
VAN COSTO	5.770.043,90					

Elaborado por: El Autor (2014)

BENEFICIO/COSTO	1,19
------------------------	-------------

TIR	25%
------------	------------

4.2 Discusión

De acuerdo al análisis de los componentes de los diferentes estudios y teniendo en cuenta los datos recopilados sobre el estudio de aumentar la producción de la planta de agua potable centro sur del cantón Quevedo.

La presente investigación se realizó con varios criterios y varios autores entre ellos encontramos a **SPELLMAN** Manual del Agua edición año 2000 sobre los procesos de tratamientos de agua potable nos da pauta a los controles que deben tenerse en consideración con los diferentes procesos, los cuales deben cumplirse para que sea bueno y se realice con éxito, los trabajos recomendados.

Se sabe que las Plantas de procesamientos de agua potable tienen una gran responsabilidad con la vida y supervivencia de la especie humana en el planeta, no solos por el agua que bebemos sino también en los procesos productivos, donde se usa agua que entra a los procesos de potabilización, los alimentos de consumo inmediato, así también los que son tratados o procesados por la industria local.

Aquí encontramos que todos los conceptos del manual del agua no se pueden aplicar en nuestro medio, por ser una planta pequeña y que cuenta con algunos años de servicios. Pero nos sirve de apoyo para buscar nuevas técnicas que permitan mejorar la calidad de producto terminado.

Dentro de la que se refiere al tema contable hay diferentes criterios con el fin de poder orientar de mejor manera un tema delicado. Se encuentra que con ajuste en algunos rubros de gasto la volvemos rentable y sostenible en el tiempo

Dando por hecho el estudio sobre depreciación realizado por **(Sarmiento)**, que dice que es la pérdida prematura, paulatina del valor de las cosas, por eso se

tiene que para este estudio da el 12,5 % anual a 8 años la pérdida total del valor monetario de adquisición.

El costo /beneficio dio resultado 1.19 por lo tanto el proyecto es viable por lo que se da como aceptada la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ❖ El diagnóstico técnico implementado en el funcionamiento actual permitió aumentar la capacidad y calidad del agua en el cantón Quevedo, para poder satisfacer las necesidades de la población.
- ❖ El estudio técnico dio como resultado que la planta de agua potable era sub-utilizada en su capacidad de producción (23.467) domicilio, por eso se descubrió que la planta de tratamiento de agua se debía implementar solamente algunos cambios y cálculos y se aumentó 40.000) domicilio.
- ❖ Se desarrolló un esquema para encontrar los lugares donde se debe poner más énfasis en las mejoras, teniendo en cuenta que la finalidad del proyecto es aumentar la capacidad de producción de agua potable.
- ❖ Se concluyó que la planta de agua potable es rentable con unos pocos ajustes, en el aspecto administrativo, por cuanto los recursos deben distribuirse de una manera funcional.

5.2. Recomendaciones

- ❖ A la propuesta para aumentar la capacidad de producción de la planta de agua potable del cantón Quevedo, se le debe realizar una reingeniería a todas sus instalaciones, buscando implementar tecnologías nuevas con el fin de aprovechar sus instalaciones, de una manera óptima reduciendo así el 91% de la población insatisfecha con la mala calidad del líquido vital que recibe.
- ❖ Tomando como partida la decisión de poner en práctica parte de las ideas de dicha propuesta, busco solucionar los problemas en los procesos de tratamiento de agua potable se determinó que con ajustes pequeños la empresa aumenta su capacidad de producción.
- ❖ Ubicando los lugares en la planta de agua potable se determinó los pasos para que la empresa pueda aumentar su capacidad productiva y como beneficiario directo la comunidad.
- ❖ Además se debe de contar con una administración adecuada se tendrá rentabilidad y autosustentable teniendo presente los estudios de dar más agua en el canal parshal como otro pozo profundo.

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

ALBERTO, C. (2008). Diccionario Tecnico Financiero Ecuatoriano.

CHAIN, S. (2008). Preparación y Evaluación de oryecto. Mexico: Mc GRAW HILL.

GABRIEL, B. (2013). Evaluacion de proyecto. MC GRAW-HILL/ internacional.

GABRIEL, B. U. (2008). Evaluacion de proyecto.

Industries, I. (2004). Goulds Pumps.

Joanne, D. (2000). Manual del Agua Potable. En Manual del Agua Potable Zaragoza España.: ACRIBIA S.A.

Joanne, D. (2004). Manual de Agua. España: Zaragoza.

Joanne, D. (2004). Manuam de Agua. España: Acribia.

MARLO, M. A. (2008). Abastecimiento, Diseño y Construcción de SISTEMAS de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de ingeniería sanitaria. Cochabamba – Bolivia.

MURCIA. (2009). Proyecto, formacion y criterio de evaluacion. Bogota: Alfaomega Colombiana.

NASSIR, S. (2008). Preparacion y evaluacion de proyecto. Mexico: MC GRAW HILL.

NASSIR, S. (2008). Preparación y evaluación de Proyecto. MEXICO: MC GRAW-HILL.

PAUL, K. (Economía de empresas). 2011. México: OOE Pearson, prentice hall.

PEDRO, R. R. (2001). Abastecimiento de Agua. México.

PUJOL. (2012). Diccionario del Marketing, cultural S A.

SIEMENS. (2011). Lista de precios Ecuador.

Spellman, F. R. (2004). Manual de Agua Potable . En J. Drinan, & A. B. Celma, Manual de Agua Potable . Zaragoza: Acribia, 2004.

URBINA, B. (2013). Evaluación de Proyecto. Mc GRAW HILL/INTERNACIONAL.

6.2. Linkografía

Acevedo E. Karen (2010). Estudio de Factibilidad de un Proyecto. Edit. Universidad del Atlántico. Disponible en www.slideshare.net.

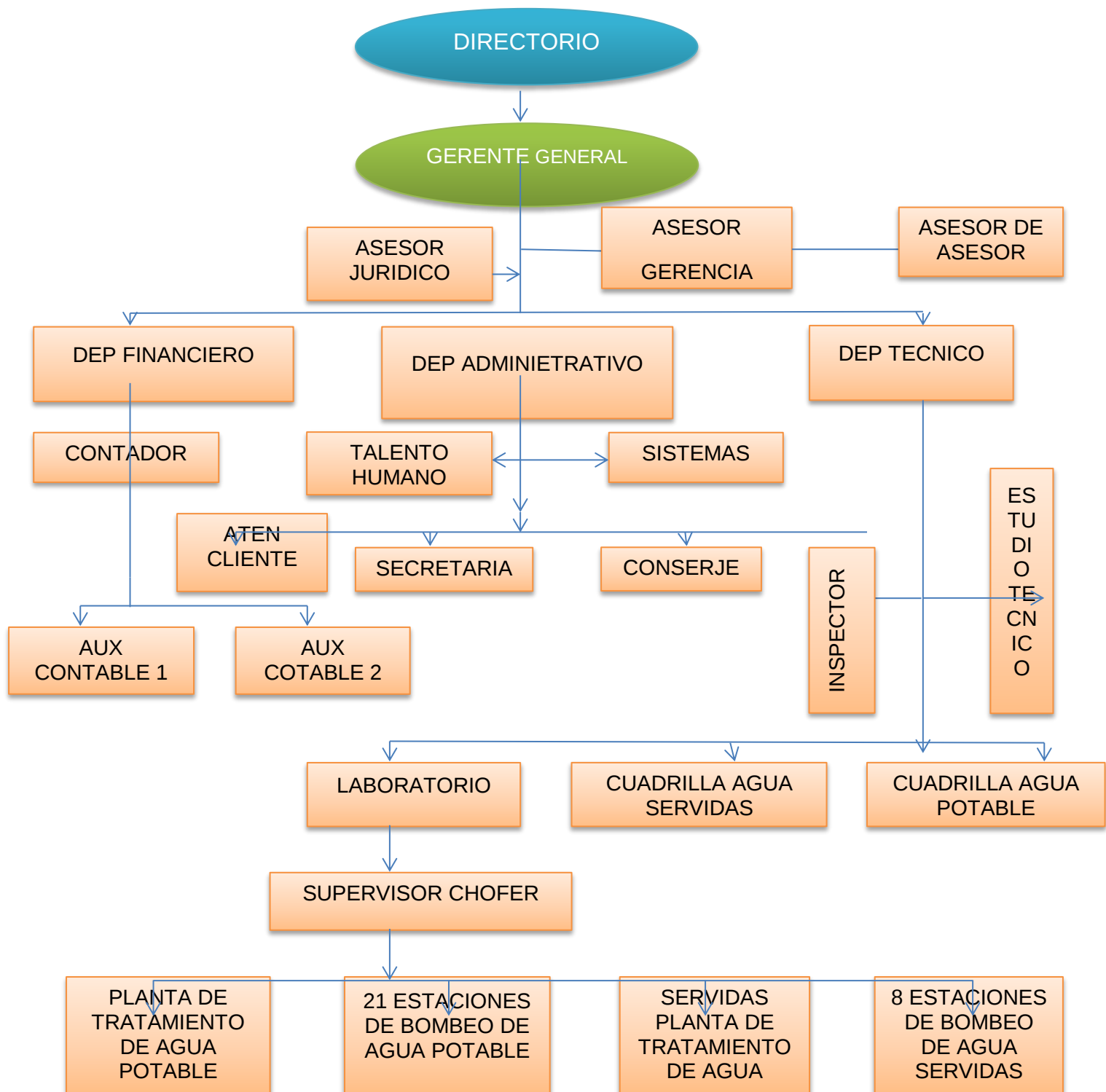
<http://clubensayos.com/Negocios/FLUJOS/1316530.html> (2013)

(<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/041225/041225-04.pdf>)

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama estructural dela EPMAPAG 2015



Anexo 2. Encuesta dirigida a los clientes



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La presente encuesta está dirigida a los clientes que reciben el agua de la Empresa de tratamiento de agua potable del Cantón Quevedo, `Provincia de Los Ríos, la misma que permitirá conocer si el servicio brindado cumple o no con las expectativas de los usuarios.

1. ¿Es usted cliente de la Empresa Público de Agua Potable?

SI ()

NO ()

2. ¿Considera usted que el tiempo de suministro de agua es suficiente en el día?

SI ()

NO ()

3. ¿Los procesos de facturación y cobranzas aplicados en la empresa de agua potable. Son los adecuados?

SI ()

NO ()

3. ¿Se encuentra satisfecho con el suministro de agua que recibe actualmente ofrece?

SI ()

NO ()

5. ¿Cómo considera la calidad del agua, actualmente?

Excelente ()

Regular ()

Bueno ()

Malo ()

6. ¿En el caso de mejorar la calidad del agua potable de Quevedo estaría dispuesto a pagar el costo real?

SI ()

NO ()

7. ¿Cuál sería el costo del metro cubico del agua potabilizada que Ud. Estaría dispuesto a pagar?

40 centavos ()

Un dólar ()

Más de un dólar ()

Agradezco su colaboración en la presente encuesta.

Anexo 3. Encuesta dirigida a los colaboradores.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

La presente encuesta está dirigida a los colaboradores de la Empresa de agua potable del Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, la misma que permitirá conocer si el servicio brindado cumple o no con las expectativas de los involucrados en el proceso.

1. ¿Está Ud. de acuerdo que la planta necesita una reingeniería total a sus instalaciones?

SI () NO ()

2. ¿Cómo considera el estado la planta de agua potable?

Operable () No operable ()

3. ¿Los procesos de potabilización, facturación y cobranzas aplicados en la Empresa de Agua Potable. Son los adecuados?

SI () NO ()

4. ¿Se encuentra satisfecho con el mantenimiento a la planta de agua potable?

SI () NO ()

5. ¿Considera Ud. Que la Empresa de Agua Potable debe ser Privada o Municipal.

Privada () Municipal ()

6. ¿Considera Ud. Que con una reingeniería se podrá brindar el suministro las 24 horas del día?

SI () NO ()

7. ¿Cuál sería el costo del metro cúbico del agua potabilizada que Ud. cree que sería el adecuado?

40 centavos ()

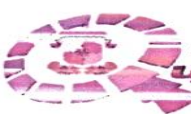
Un dólar ()

Más de un dólar ()

Agradezco su colaboración en la presente encuesta.

Anexo 4. Tabla de dosificación de sulfato de aluminio

Fecha: 24/03/2015

 EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO <i>Transparencia con Eficiencia</i>	
TABLA DE DOSIFICACION SULFATO DE ALUMINIO SULFATO DE ALUMINIO EN SOLUCION TIPO B	
CAUDAL 305 L/s	
RANGO TURBIEDAD NTU	DOSIFICACION SULFATO DE ALUMINIO
> 1	50
1,1 a 2,8	100
2,9 a 3,8	150
3,9 a 5,2	200
5,3 a 7,2	250
7,3 a 12	300
13 a 14,5	350
15 a 19	400
20 a 25	450
26 a 34	500
35 a 49	550
50 a 90	600
100 a 150	650
200 a 250	700
300 a 350	750
400 a 500	800
600 a 700	850
800 a 1000	900

Realizado por:

Q.F. Hermes Stracuzzi

Turbiedad	Químico	Caudal
20	300	318
20,1	350	318
17,4	600	209
150	200	247
3,70	200	210
4,01	200	221

Anexo 5. Análisis físico Químico de agua en proceso y potable.

SECRETARIA EPMAPAC

RECIBIDO EL DÍA DE HOY 29/06/2015

QUEVEDO 16:35 pm.

SECRETARIA Sandra C.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA EN PROCESO Y POTABLE

LUNES 22 HASTA EL VIERNES 26 DEL 2015																		
Hora	Lugar de muestreo	Olor, Sabor Inodoro, insípido e incolore	Color visual	Color	pH	Turbidez	Cloro	Alcalinidad	Dureza	Nitritos	Nitratos	Hierro	Cloruros	Sulfatos	Manganeso	Conductividad	STD	
				Pt Co		NTU	ppm	ppm CO3Ca	ppm CO3Ca	ppm N02	ppm N03	ppm Fe	ppm Cl	ppm S04	ppm Mn	us/cm	ppm	
6:00	Agua Canal Parshall Río Calope	ok	clara	73	7,24	1,76		40	40	0,009	2,5	0,18	4,9	1	0,059	87,1	40	
6:00	Agua de Pozo N°6	ok	clara	61	7,10	1,30		60	40	0,006	2,0	0,16	4,4	4	0,090	113,4	60	
6:00	Agua Potable	ok	clara	42	7,22	1,04	0,8	52	40	0,001	1,9	0,16	5,4	3	0,105	117,4	60	
6:00	Agua Canal Parshall Río Calope	ok	clara	27	8,13	1,42		36	40	0,006	2,7	0,17	4,9	2	0,034	87,9	40	
6:00	Agua de Pozo N°6	ok	clara	40	7,20	0,944		58	40	0,005	2,8	0,15	5,4	2	0,076	112,4	60	
6:00	Agua Potable	ok	clara	14	7,19	0,857	0,6	56	40	0,005	2,0	0,13	6,9	3	0,080	111,2	60	
6:00	Agua Canal Parshall Río Calope	ok	clara	29	7,46	1,27		60	30	0,002	2,5	0,26	4,9	2	0,034	88,1	40	
6:00	Agua de Pozo N°6	ok	clara	4	7,36	0,085		50	40	0,002	2,6	0,17	4,9	3	0,083	112,4	50	
6:00	Agua Potable	ok	clara	24	7,39	1,26	0,6	64	40	0,003	2,2	0,27	4,9	3	0,090	110,5	60	
6:00	Agua Canal Parshall Río Calope	ok	clara	65	8,55	5,40		40	28	0,015	2,3	0,35	2,4	2	0,043	85,5	40	
6:00	Agua de Pozo N°6	ok	clara	12	7,56	1,06		62	38	0,007	3,1	0,21	2,8	4	0,080	114,9	60	
6:00	Agua Potable	ok	clara	31	7,20	0,848	0,6	54	42	0,003	2,2	0,17	4,4	4	0,081	112,3	60	
6:00	Agua Canal Parshall Río Calope	ok	clara	37	7,43	1,34		46	30	0,003	1,2	0,09	2,4	2	0,023	90,2	40	
6:00	Agua de Pozo N°6	ok	clara	27	7,32	0,650		54	50	0,002	2,4	0,14	4,9	3	0,087	116,4	60	
6:00	Agua Potable	ok	clara	28	7,36	0,663	0,8	60	50	0,003	2,1	0,14	3,9	2	0,083	116,5	60	
NORMA	Norma Técnica INEN	Olor y Sabor		Color	pH	Turbidez	Cloro	Alcalinidad	Dureza	Nitritos	Nitratos	Hierro	Cloruros	Sulfatos	Manganeso	Conductividad	STD	
	1108:2011 Cuarta revisión			Pt-Co		NTU	ppm	ppm CO3Ca	ppm CO3Ca	ppm N02	ppm N03	ppm Fe	ppm Cl	ppm S04=	ppm Mn	us/cm	ppm	
	Límite Máximo Permitido	NO OBJETABLE		15	6.0 - 9.0	5	0,3-1,5	250	500	0,2	50	0,3	250	250	0,4	1500	500	

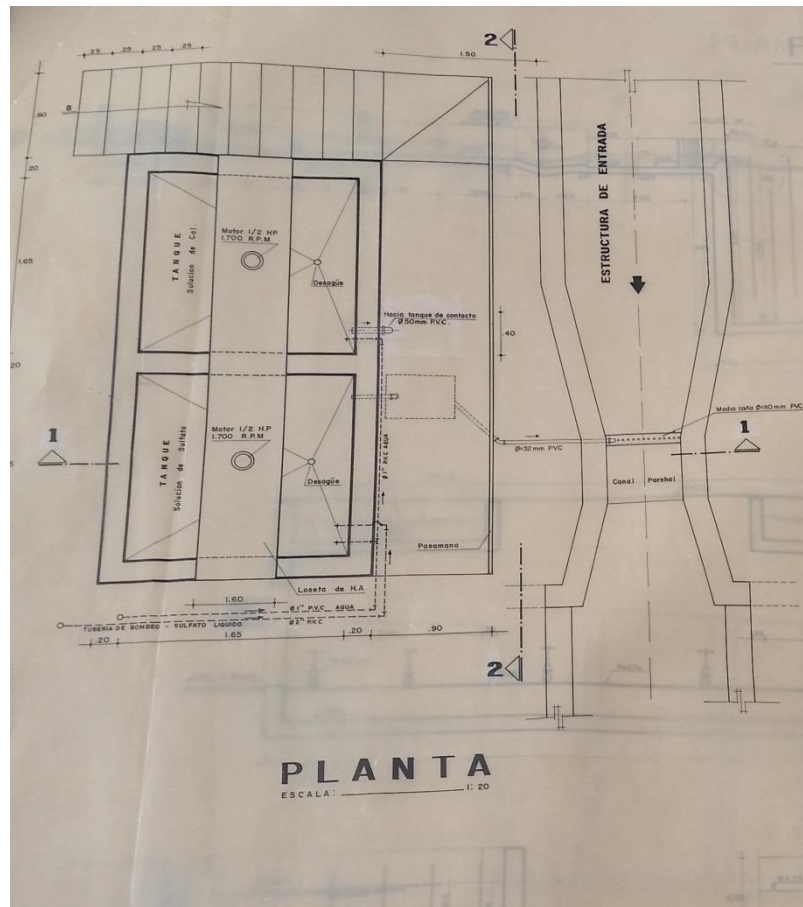
Conclusión: Los Resultados Obtenidos en esta semana del agua potable, cumple con los parámetros establecidos de la Norma INEN 1108:2011 requisitos de Agua Potable, ya que no excede el límite máximo permitido. Recomendaciones: Terminar de adicionar la ANTRACITA a los Filtros A-B-D-F, en la Planta de Tratamiento de agua superficial.

KARYNA HERRERA M.
ASISTENTE DE LABORATORIO

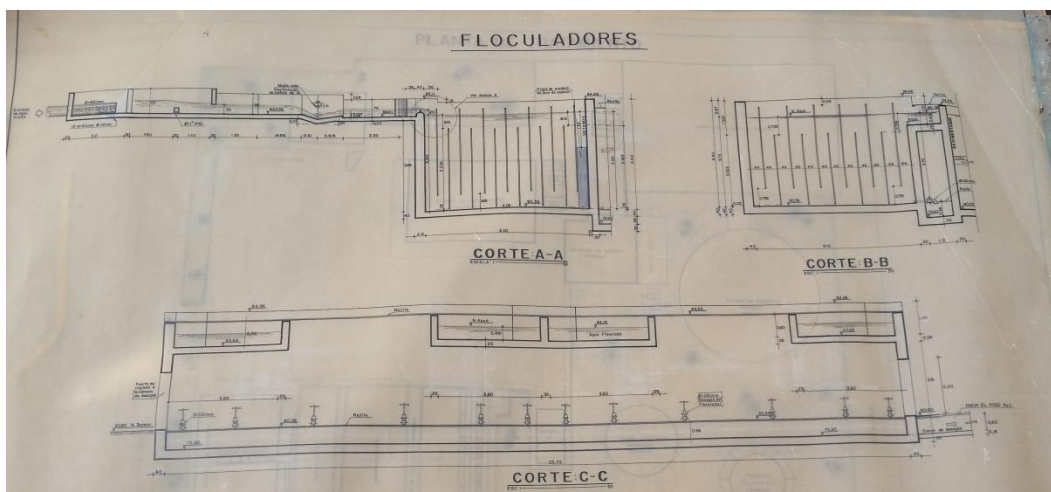
Q.F HERMES STRACUZZI
JEFE DE LABORATORIO

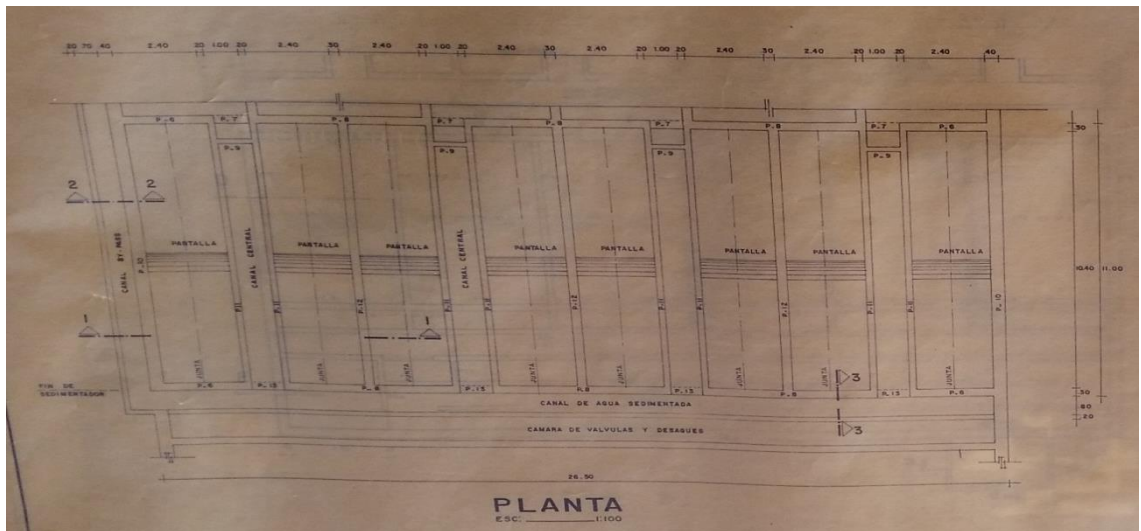
Anexo 6. Planos de la Planta

Canal Parshal

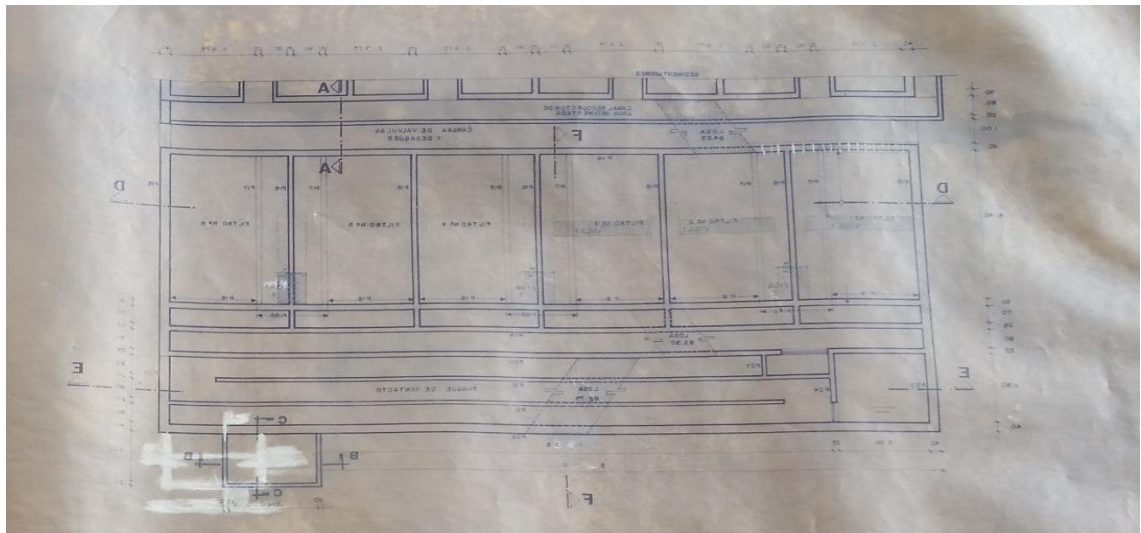


Sedimentadores

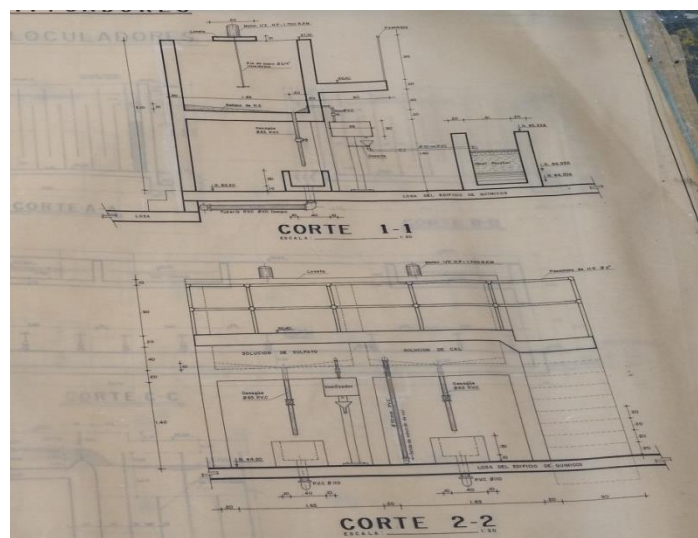




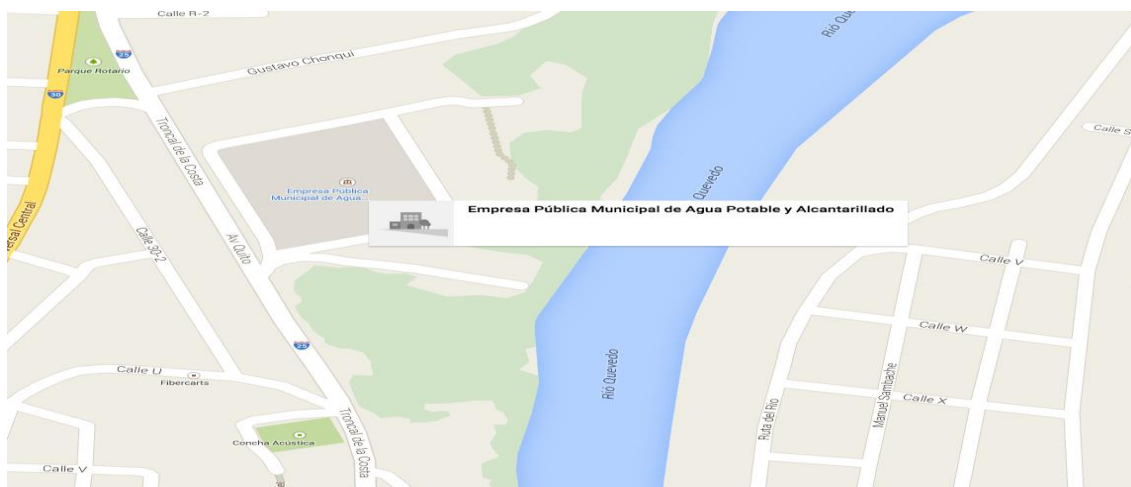
Filtros



Dosificadores



Microlocalización



Localizacion Satelital



Macrolocalizacion



Anexo 7. Fotografías

Laboratorio



Planta de agua Potable Centro sur Quevedo



Recepción de materia prima



Planta Superficial



Planta Superficial aumentada su capacidad de Producción



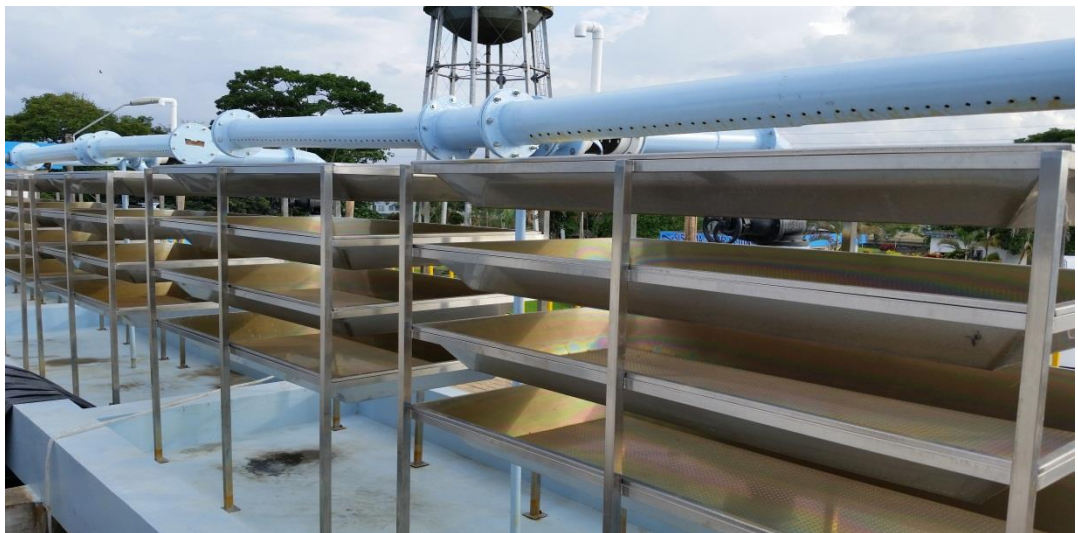
Planta Subterránea aumentada su capacidad de producción



Tanque de almacenamiento subterráneo



Sistema de aireación planta subterránea



Tablero de Control



Sistema de Cloro gas



Seditubos

