

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
UNIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARÍA**

**“POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA EL
MUNICIPIO DE DULCE NOMBRE DE MARÍA”**

Trabajo de Titulación para optar al título de
Ingeniero en Gestión Industrial

Alumno:
Víctor Salvador Jiménez Palomo

Profesor guía:
Ricardo Cahe Cabach

El Salvador, Marzo de 2010

RESUMEN EJECUTIVO

El municipio de Dulce Nombre de María, se encuentra ubicado en el departamento de Chalatenango al norte de El Salvador. El municipio cuenta con una población de más 8 mil habitantes.

Los habitantes de esta comunidad han manifestado su inconformidad con la calidad de agua que se les suministra para el consumo humano, muchas de las enfermedades que presentan niños y adultos esta directamente relacionadas con el consumo de agua de mala calidad.

El presente proyecto nace con la necesidad de la comunidad de contar con un sistema de potabilización de agua, el cual les brinde la calidad necesaria para evitar las enfermedades que actualmente los aquejan. El proyecto básicamente busca implementar un sistema de potabilización de agua con los siguientes procesos: Pre-Sedimentación, Sedimentación, Pre-Filtración y Desinfección.

La alcaldía del municipio ha mostrado su interés para invertir en mejorar el actual sistema de agua potable, y de llevarse a cabo este proyecto, quedaría en manos de la alcaldía la búsqueda y asignación de fondos para cubrir la inversión, el desarrollo y administración del proyecto y la administración de la planta.

El monto de la inversión inicial que este proyecto necesita es de **\$100,275.00**, los ingresos anuales que entregaría serían de **\$87,859.80**, con egresos de **\$48,992.28** anuales.

El análisis financiero mostró que el proyecto es capaz de alcanzar un VAN de **17,850.45** y un TIR del **24%** con un periodo de recuperación de la inversión de 5 años, en un horizonte del proyecto de 6 años.

Los datos proporcionados son el resultado de la evaluación del proyecto con el 50% de financiamiento, utilizando únicamente un préstamo de largo plazo por el monto de **\$56,567.74**

El beneficio número que este proyecto podría entregar es el de la disminución de enfermedades en niños de la comunidad, que podría reducirse hasta en un 20%.

INDICE

Capítulo 1: diagnóstico y metodología de evaluación.....	1
Diagnóstico	
Antecedentes generales	
Objetivos del proyecto	
Contexto de desarrollo del proyecto	
Tamaño del proyecto	
Impactos relacionados con el proyecto	
Metodología.....	4
Definición de situación base sin proyecto	
Definición de situación con proyecto	
Análisis de separabilidad	
Método para medición de beneficios y costos	
Indicadores	
Criterios de evaluación	
Estructura de evaluación del proyecto	
Capítulo 2: análisis de prefactibilidad de mercado.....	9
Definición del producto	
Análisis de demanda actual y futura	
Variables que afectan a la demanda	
Análisis de la oferta actual y futura	
Comportamiento del mercado	
Determinación de niveles de precio y proyecciones	
Análisis de localización	
Análisis del sistema de comercialización	
Capítulo 3: análisis de prefactibilidad técnica.....	14
Descripción y selección de procesos	
Diagrama de flujo	
Balance de masa y energía	
Selección de equipos	
Proyectos complementarios	
Determinación de insumos, productos y subproductos	
Lay-out	
Flexibilidad y rendimiento	
Consumos de energía	
Programas de trabajo; turnos y gastos en personal	
Personal de operaciones, cargos, perfiles y sueldos	
Inversiones en equipo y edificaciones	
Inversiones en capital de trabajo	
Costos de instalación y puesta en marcha	
Costos de imprevistos	

Capítulo 4: análisis de prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria financiera y ambiental.....	41
Administrativa	
<i>Personal</i>	
<i>Estructura organizacional</i>	
<i>Sistemas de información administrativos</i>	
<i>Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos</i>	
<i>Gastos en personal</i>	
Legal.....	43
<i>Marco legal vigente nacional e internacional</i>	
<i>Aspectos legales del giro del proyecto</i>	
<i>Aspectos laborales</i>	
<i>Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente</i>	
Societaria.....	46
<i>Relación entre los inversionistas</i>	
<i>Estructura societaria</i>	
<i>Estimación del gasto para dar forma a la estructura societaria</i>	
Tributaria.....	46
<i>Sistema tributario</i>	
<i>Mecanismo de determinación de gasto en impuesto</i>	
Financiera.....	46
<i>Fuentes de financiamiento</i>	
<i>Inversionistas</i>	
<i>Instituciones crediticias</i>	
<i>Costos de financiamiento</i>	
Ambiental.....	47
<i>Impacto medio ambiente</i>	
<i>Marco legal vigente</i>	
<i>Análisis de afluentes</i>	
<i>Ajuste a las normas</i>	
 Capítulo 5: evaluación económica.....	 50
<i>Horizonte del proyecto, tasa de descuento, moneda a utilizar, impuestos, depreciaciones, Reinversiones, análisis de riesgo, etc.</i>	
<i>Proyecto puro</i>	
<i>Flujo de caja sin financiamiento</i>	
<i>Indicadores económicos</i>	
<i>Rentabilidad del proyecto puro</i>	
<i>Proyecto con financiamiento (al menos 2: 50% y 75% de financiamiento).</i>	
<i>Flujo de caja con financiamiento</i>	
<i>Indicadores económicos</i>	
<i>Rentabilidad del proyecto con financiamiento</i>	
 Conclusiones.....	 57
 Bibliografía.....	 58

INTRODUCCION

La potabilización del agua es el proceso por medio del cual, se modifica la calidad del agua de forma que esta pueda ser apta para el consumo humano.

El municipio de Dulce Nombre de María no cuenta actualmente con un sistema de potabilización de agua idóneo, este proyecto busca la implementación de este sistema para lograr con el disminuir la cantidad de enfermedades que se reportan actualmente relacionadas al consumo de agua en mala calidad.

Este documento contiene una serie de estudios económicos, ambientales, laborales, financieros, técnicos, económicos y sociales que ayudaran a entender la necesidad y factibilidad de la implementación del proyecto.

En el capitulo uno se encuentra el diagnostico y metodología de evaluación del proyecto, es decir, justificación de la realización del proyecto y definición de las herramientas de evaluación a aplicar. En el capitulo dos se realiza el análisis de pre factibilidad de mercado, haciendo especial énfasis en el análisis de la demanda actual y futura.

La pre factibilidad técnica es el tema del capitulo tres, en el cual se seleccionan y describen los procesos y los equipos, también se diseña el lay-out de la planta y se estructura el diagrama de flujo de los procesos, terminando con el cálculo de las inversiones necesarias.

En el capitulo número cuatro es en donde se estudia la pre factibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria, ambiental y financiera. Es en este capitulo en donde se desarrollan los flujos de caja y se aplican las herramientas de evaluación económica para ver la bondad monetaria del proyecto.

DIAGNÓSTICO:

Antecedentes Generales:

El Municipio de Dulce Nombre de María ha mostrado un crecimiento acelerado en cuanto a desarrollo y población, esto ha significado una mayor demanda de recursos básicos como lo es el agua.

El municipio consta con una fuente de agua propia la cual es suficiente para satisfacer la demanda actual, el problema radica en la calidad de dicha agua ya que la mayor parte de la población ha mostrado en resultados de exámenes algún tipo de parásito o lombriz y según un estudio realizado por la Unidad de Salud de la localidad, el agua no es de buena calidad para tomarla ya que presenta residuos de heces.

El tratamiento que actualmente se le da al agua es malo consta solamente de dos procesos, primero el almacenamiento de agua en una bóveda de cemento y segundo se agrega una cantidad de cloro no controlada.

Objetivo General del proyecto:

“Implementar un sistema de potabilización de agua en el municipio de Dulce Nombre de María, mediante el cual se minimice el grado de enfermedades relacionadas con el consumo de agua”.

Objetivos Específicos:

- Mejorar en un 75% la calidad del agua potable del municipio proporcionando al municipio de Dulce Nombre de María un sistema de potabilización de agua idóneo para el consumo de sus pobladores.

- Reducir significativamente la cantidad de enfermos por consumo de agua inadecuada.
- Aprovechar los recursos naturales del municipio para brindar un buen servicio a la población.
- Implementar una tecnología de potabilización de agua que cumpla con los requerimientos ambientales que dictan las leyes.
- Satisfacer los requerimientos de la población en cuanto a higiene y calidad del agua y al mismo tiempo disminuir el índice de enfermedades en los habitantes.

Contexto de desarrollo del proyecto:

El proyecto se desarrollará en conjunto con la comuna del municipio de Dulce Nombre de María, el alcalde ha mostrado su interés y preocupación por mejorar el sistema de potabilización de agua.

Se busca implementar un sistema de potabilización de agua en base a los siguientes procesos:

- Pre-sedimentación.
- Sedimentación.
- Pre-filtración.
- Filtración lenta.
- Desinfección.

El proyecto sería financiado por la alcaldía una vez ya terminado dicho proyecto sería auto sostenible con los ingresos que se recibirían por el cobro del servicio de agua potable que la población pagaría.

La fuente de agua sería un río de la comunidad el cual entrega la cantidad necesaria requerida por la población.

El municipio consta con un sistema de potabilización de agua pero no es el más idóneo, este proyecto señalaría las modificaciones y agregados que se necesitarían hacer al actual sistema, enfocándose en los procesos ya

detallados y entregando un informe completo de los recursos económicos que se necesitarán.

Tamaño del proyecto:

El proyecto tendría un alcance del 100% del municipio ya que todos se verían beneficiados con él, y tomando en cuenta la inversión que se realizaría en construcciones y compra de tecnología se podría catalogar como un proyecto grande y complejo.

La inversión se ha estimado que podría alcanzar los \$100,000. El espacio utilizado para la realización del proyecto también será significativo en relación al espacio utilizada actualmente. La planta en su construcción podría generar al menos 100 empleos directos, mientras que en su funcionamiento al menos 5 empleos fijos.

Impactos relacionados con el proyecto:

Al implementar este proyecto se esperan los siguientes impactos:

- Económico: ya que el valor del servicio se incrementaría significativamente en relación con la cuota que actualmente se paga por el servicio de agua.
- Salud: El proyecto tendría un impacto positivo sobre la salud de los pobladores que últimamente se ha relacionado con la calidad del agua.
- Generación de empleo: Tanto la implementación, desarrollo y mantenimiento del proyecto necesitarán de mano de obra y operadores, los cuales se tomarán de la misma población.
- Ambiental: con el proyecto también se buscaría una política de cuidado al río o fuente de agua del proyecto para de una forma no causar un impacto negativo a éste.

METODOLOGÍA

Definición de situación base sin proyecto:

Actualmente la potabilización de agua en Dulce Nombre de María no es precisamente lo que la palabra dice sino más bien una simple floración sin control de que esta sea la adecuada.

Estudios realizados por diferentes instituciones de salud en más de una ocasión han revelado presencia de material fecal en el agua que llega hasta las casa de los habitantes, dichos estudios se han realizado por la gran cantidad de enfermos por diarrea u otras enfermedades relacionadas con la calidad del agua que se toma, los niños de la localidad presentan altos niveles de parásitos en exámenes realizados.

Actualmente el proceso de potabilización de agua consta de un solo proceso:

- Almacenamiento.
- Clorificación.

Definición de situación con proyecto:

Con el proyecto en marcha se busca mejorar significativamente la calidad del agua, llevando con sigo una mejora en la salud en general de la población.

Proceso de potabilización de agua con proyecto:

- Pre-sedimentación.
- Sedimentación.
- Pre-filtración.
- Filtración lenta.
- Desinfección.

Método para medición de beneficios y costos:

Los criterios a utilizar para determinar la viabilidad del proyecto serán el Valor Actual Neto (V.A.N.), Tasa Interna de Retorno (T.I.R.), y Período de Recuperación de la Inversión (P.R.I.).

Estos indicadores mostrarán los gastos e ingresos que el proyecto podría entregar, pero como el proyecto es de tipo social y sin fines de lucro no importaría tanto la rentabilidad del mismo; si no más bien la inversión requerida y la capacidad del mismo para mantenerse funcionando a lo largo del tiempo; y sobre todo los beneficios sociales que este traería a la población, estos beneficios serán: el mejoramiento de la calidad de vida de la población por medio de la disminución de enfermedades relacionadas al consumo de agua de mala calidad.

Dependiendo de la rentabilidad del proyecto, este podría incluso financiar otros proyectos sociales dentro del municipio, si las utilidades son lo suficiente como para cubrir los gastos del proyecto.

Indicadores:

Los indicadores constituyen una herramienta central en el proceso de planificación de un proyecto bajo el enfoque de marco lógico. Estos indicadores deben ser establecidos tanto para objetivos generales, específicos, resultados y actividades, guardando cada uno de ellos sus propias especificaciones.

En todo caso, los indicadores representan la expresión numérica de objetivos y resultados, expresando también los niveles de éxito.

En el desarrollo del proyecto se implementaran los siguientes indicadores:

- Indicadores para objetivos generales: Deberán medir el impacto general, debiendo ser específicos en temas de cantidad, calidad, tiempo y especificaciones de los grupos co-responsables Político-Institucional Fortalecimiento y ampliación de la base económica local Sustentabilidad Progreso social Simbólico-Cultural.
- Indicadores para objetivos específicos: Estos describen el impacto que se espera al final del proyecto .Es decir, que deben ser armados considerando la situación que se espera al final del proyecto.
- Indicadores para los resultados: Son descripciones breves y claras de cada uno de los resultados que se tienen que obtener al final del proyecto.
- Indicadores para las actividades: Aquí, lo más conveniente será considerar el presupuesto para cada uno de los resultados considerados y que serán producidos por el proyecto.

Criterios de evaluación:

A continuación se presentan los principales criterios a utilizar en la evaluación de este proyecto. En cada caso se presentan los fundamentos teóricos de cada criterio, así como su uso y sus principales ventajas y desventajas.

- La tasa interna de retorno: La tasa interna de retorno, r , es aquella tasa de interés (tasa de descuento) que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos. Al utilizar este criterio lo que estamos haciendo es evaluar el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

- Valor Actual Neto (VAN): Es suma de los flujos netos de caja actualizados, incluyendo la inversión inicial. El proyecto de inversión, según este criterio, se acepta cuando el valor actual neto es positivo, dado que agrega capital a la empresa.
- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI): Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.

Por medio de estos criterios de tomara decisiones como la de la implementación o no del proyecto, además pondrán en evidencia la rentabilidad de este y harán una aproximación a las utilidades que este podría generar.

Estructura de evaluación del proyecto:

El proyecto tendrá la siguiente estructura:

- Diagnóstico: Será una evaluación general del proyecto indicando el mercado base y la disponibilidad de recursos para el desarrollo del mismo.
- Metodología: Se realizará un análisis en base a la comparación de la situación sin proyecto y la situación con proyecto, En este capítulo se medirán e identificarán los beneficios y costos. Se hará referencia a los indicadores que permitirán definir qué tan bondadoso será este proyecto no solo en el aspecto económico sino también en el social debido a la naturaleza de este.
- Estudio de Mercado: Se definirá el servicio de potabilización de agua, analizando la demanda y oferta actual y futura, el comportamiento del mercado, determinar las proyecciones de precio, localización, sistema de comercialización, esto determinara el inicio del estudio de prefactibilidad.

- Estudio Técnico: Se determinarán los requerimientos y características de los equipos y maquinaria a utilizar en el proyecto, el monto de inversión en los mismos, se analizarán las características y especificaciones técnicas de la máquina; también se definirán los procesos a seguir para el desarrollo de la idea.
- Estudio Administrativo: Se definirá la estructura del personal o recurso humano implicado en el proyecto, los procedimientos administrativos que se realizaran de la mano y con el apoyo de la comuna, los aspectos legales, tributarios financieros y ambientales.
- Evaluación Económica: En esta parte se planifica los gastos económicos que proporcionarán las etapas anteriores para poder determinar en si el monto de la inversión inicial.
- Conclusiones: Se darán a conocer los beneficios económicos, sociales y ambientales que se generarán en el proyecto para que los encargados del financiamiento tengan la mayor cantidad de antecedentes sobre las futuras inversiones que desarrollará para la puesta en marcha del proyecto.

DEFINICIÓN DEL SERVICIO:

El servicio llevaría como nombre **POTABILIZACION DE AGUA**, será implementado en el Municipio de Dulce Nombre de María en el departamento de Chalatenango al Norte de El Salvador.

Definición de potabilización: Hacer potable el agua que no lo es. Se puede realizar física, química, o bacteriológicamente. Para evitar el gusto desagradable que el cloro y sus componentes comunican al agua se procede a su ozonización.

Proceso de potabilización del agua: Las distintas secuencias y alternativas de la potabilización de agua a escala urbana generalmente incluye los siguientes procesos:

- Pre-Sedimentación.
- Aeración.
- Pre-Cloración.
- Coagulación.
- Sedimentación.
- Filtración.
- Ablandamiento.
- Cloración y almacenamiento.

El servicio sería proporcionado a toda la población que actualmente goza del servicio ya existente y se estima que con la mejora se podría abarcar mayor mercado expandiéndose a las comunidades vecinas.

Los habitantes actualmente cuentan con el sistema de cañerías y con el servicio de clorificación del agua; el sistema sería implementado solamente en la planta y los beneficiados no tendrían que realizar ningún tipo de instalación en sus casas.

ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA:

El municipio actualmente cuenta con una población de 8,987 habitantes, se encuentran inscritas un total de 2,247 viviendas de las cuales el 87% cuenta con servicio de agua potable, esto representa 1,955 clientes potenciales y seguros, ya que tiene la instalación del servicio actual y serán adsorbidos automáticamente por el proyecto.

Variables que afectan a la demanda:

- Precio del Servicio: Este podría ser un factor de riesgo ya que la implementación del proyecto traería al mismo tiempo un aumento en el precio actual del servicio y la población no estaría dispuesta en un 100% a pagar más de lo que actualmente paga, pero mostrándoles las bondades de salud que el proyecto trae consigo este podría ser cada vez más aceptado por la población.
- Ingreso del Consumidor: El municipio de Dulce Nombre de María tiene como actividad económica principal la agricultura aunque la mayor fuente de ingresos son las remesas familiares que vienen de EEUU. El municipio no es clasificado como una zona de extrema pobreza, pero si presenta indicadores de pobreza sobre todo en los cantones y caseríos que son parte de él.
- Precio de bienes sustitutos: En este caso los bienes sustitutos no tiene mucha relevancia ya que como se sabe el agua potable es un servicio de primera necesidad y las personas que se limitan de él tienen como única opción la construcción de pozos, pero estos dependen de las características de la zona.

- Desde otro punto de vista podría existir una amenaza ya que en El Salvador existe una sola Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados **ANDA**, la cual podría reclamar la administración del agua potable del municipio como en ocasiones ha intentado, pero la población no lo ha permitido ya que es un recurso que solo les pertenece a ellos.

- Precio de bienes complementarios: Los bienes complementarios que estarían amarrados al proyecto serían:
 - × Precio del cloro.
 - × Precio del Petróleo.
 - × Precio de los insumos como Filtros y otros.

Análisis de la oferta actual y futura:

Oferta Actual: La oferta actual es la más económica pero también como ya se ha mencionado la menos saludable para la población, por tanto la mayoría de las personas está dispuesta a cambiarla.

Oferta Futura: En un futuro podría existir una oferta que sea más económica que la que este proyecto ofrece, por parte de ANDA.

Comportamiento del mercado:

El mercado en el cual se pretende desarrollar este proyecto no es un mercado exigente, y tampoco se tiene competencia por el momento; además el proyecto tiene el apoyo de la comuna de la localidad.

El mercado tiene posibilidad de crecer ya que el pueblo en si cada año reporta más construcciones de viviendas y esta requieren conexión de agua potable, además existe un porcentaje de la población con vivienda sin servicio de agua potable.

Determinación de niveles de precio y proyecciones

El precio actual del servicio \$1.50 mensuales.

El precio máximo con el cual se ha determinado que se podría ofrecer el servicio es de \$5.00 mensual.

El precio mínimo se fijo en \$3.00 mensuales.

El precio promedio por tanto seria de \$4.00 mensuales.

Todos estos precios han sido definidos tomando en cuenta el precio actual del servicio y el tipo de proyecto ya que es de tipo Social y no con fines de lucro, por tanto la municipalidad asumirá o conseguirá los recursos económicos necesarios.

El precio ideal se determino mediante el siguiente método:

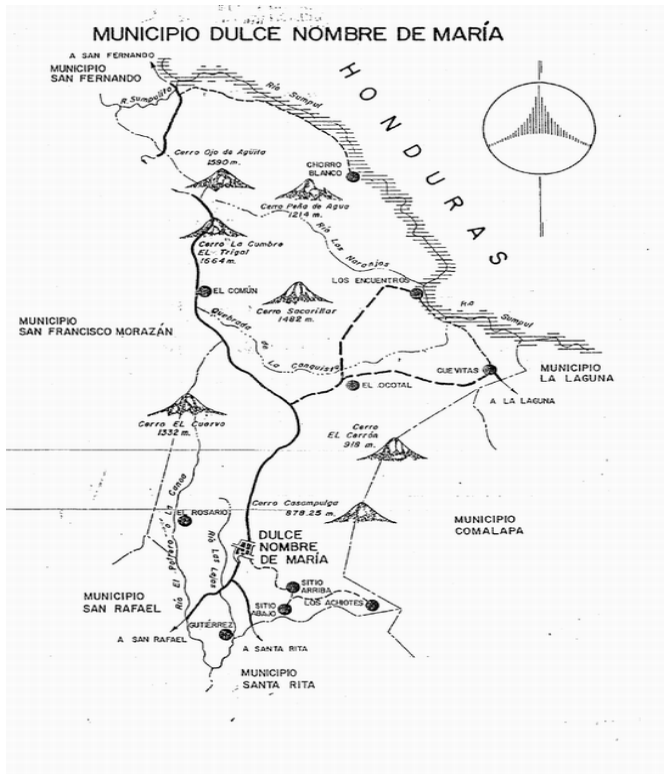
$$\text{Precio de venta} = (P_{\min} + 4 \times P_{\text{prom}} + P_{\max}) / 6$$

$$\text{Precio de venta} = (3 + (4 \times 4) + 5) / 6$$

$$\text{Precio de venta} = \$3.67 \text{ mensuales}$$

Análisis de localización:

La localización del proyecto sería en el mismo municipio:



Dentro del municipio el proyecto se ubicaría en la parte norte en donde la alcaldía cuenta con un terreno, sobre el cual actualmente se encuentra la cisterna almacenadora de agua. La ubicación se encuentra alejada del área poblada y es ideal para la implementación del proyecto.

Análisis del sistema de comercialización:

El servicio se comercializará de forma que las personas vean que es un beneficio para su salud la que se les estará ofreciendo, en todo caso la alcaldía determinara la puesta en marcha del proyecto y una vez realizado se cobrará como impuesto municipal.

La promoción más que todo se hará acerca de los beneficios que traería a los habitantes y como a largo plazo es un ahorro ya que disminuirá la infección de parásitos por consumo de agua.

Se tratara de promocionar por los siguientes medios:

- Volantes.
- Charlas explicativas.
- Exposiciones.
- Demostraciones.
- Radio.
- TV.

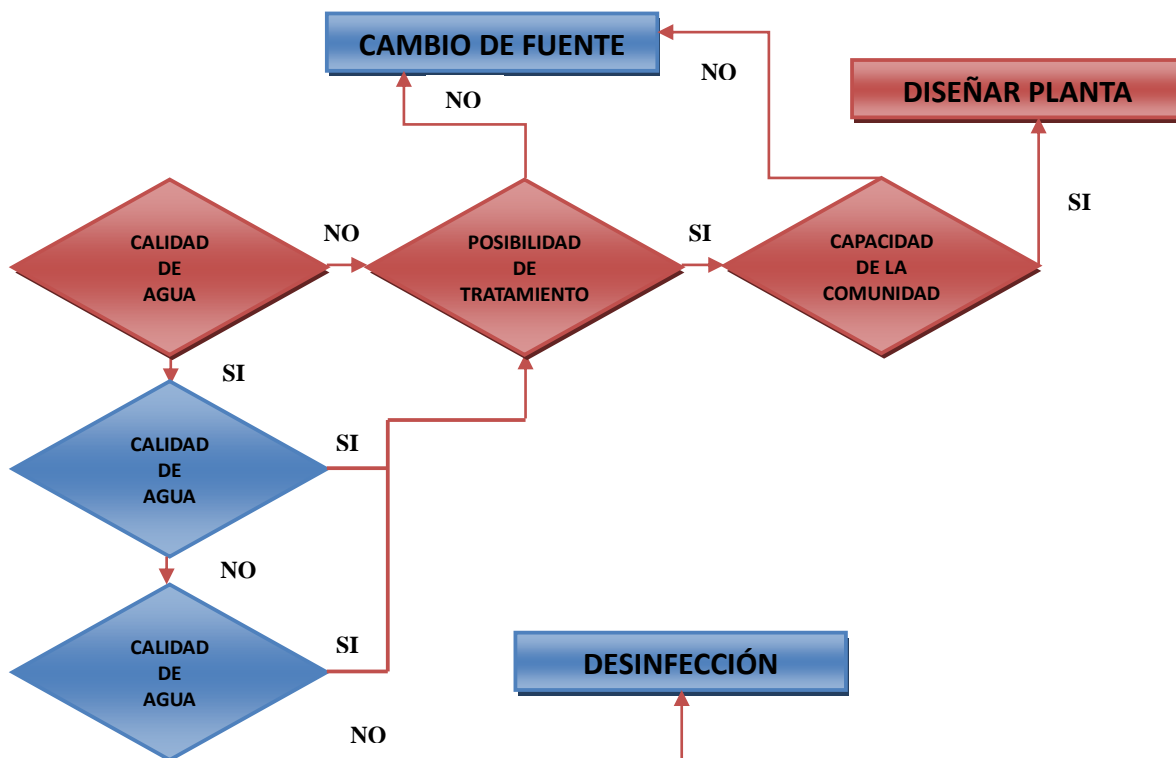
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

El agua en su ciclo hidrológico, tiene oportunidad de establecer contacto con otros cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos. Por sus propiedades, se comporta como un disolvente casi universal y como un medio de transporte de la mayor parte de sustancias que se encuentran en la superficie o en el interior de la corteza terrestre, presentándose en suspensión, coloidal o disuelta.

El objetivo del tratamiento del agua es reducir estas sustancias a los límites establecidos en las normas de calidad de agua para el consumo humano, usando métodos adecuados, los cuales se denominan operaciones unitarias.

Estas operaciones permiten:

- Extraer del agua las sustancias deletéreas.
- Modificar el estado o la estructura de los compuestos deletéreas.
- Destrucción, eliminación o inactivación de micro y macro organismos.



La decisión de la implementación de una planta de tratamiento de agua y selección de los procesos dependerá de la calidad del agua, los riesgos sanitarios involucrados, y la capacidad de la comunidad.

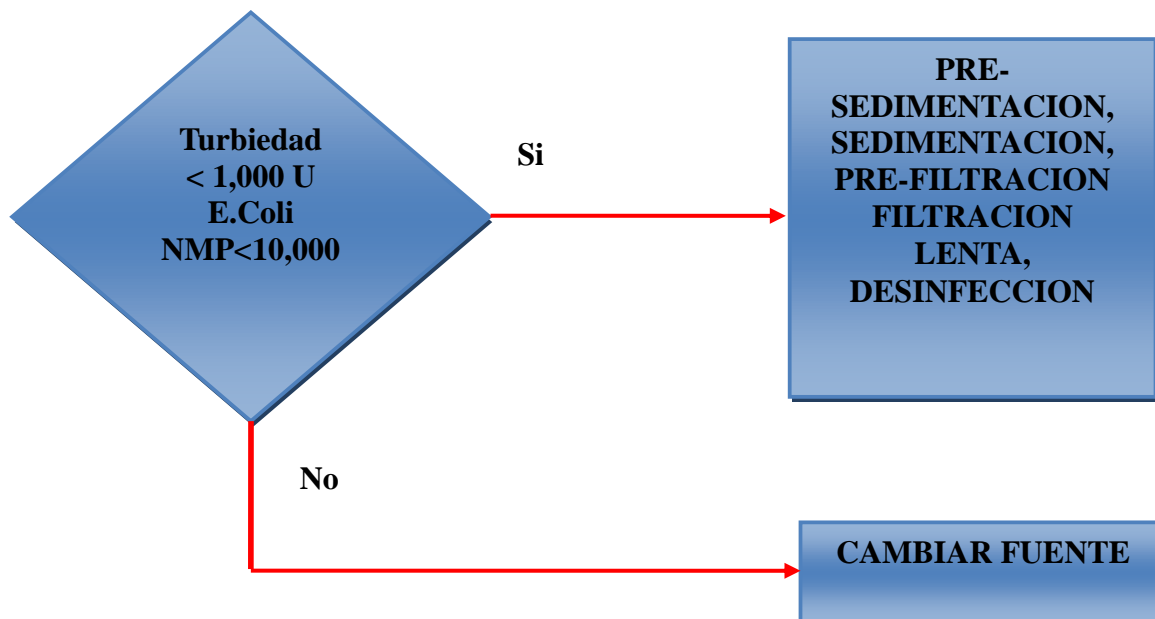
Observando la esquematización anterior se puede concluir que la comunidad de Dulce Nombre de María es un candidato óptimo para la implementación de la planta ya que el agua actualmente distribuida no posee calidad, además de que la población presenta enfermedades causadas por el consumo de agua de poca calidad.

Una vez verificada la factibilidad de la comunidad para operar una planta de tratamiento se procede a seleccionar los procesos componentes de la planta.

DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS:

Selección de los procesos:

En forma general se podrían seleccionar los procesos integrantes de una planta de tratamiento de agua, utilizando los criterios indicados en la siguiente figura:



Descripción de los procesos:

- PRE-SEDIMENTACIÓN O SEDIMENTACIÓN PRIMARIA:

El objetivo del tratamiento por sedimentación es el de remover rápidamente los residuos sólidos sedimentables y material flotante para así disminuir la concentración de sólidos suspendidos. La sedimentación primaria se emplea como parte del pre-tratamiento dentro del procesamiento integral de las aguas residuales. Los sedimentadores primarios remueven entre 50% y 70% de sólidos suspendidos.

Esta etapa se realiza en piletas preparadas para retener los sólidos sedimentables, los sólidos pesados caen al fondo. En su interior las piletas pueden contener placas o seditubos para tener un mayor contacto con estas partículas. El agua pasa a otra etapa por desborde.

Con este sistema se elimina las partículas sólidas y la turbidez, en los tanques de quietamiento.

- SEDIMENTACIÓN:

La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

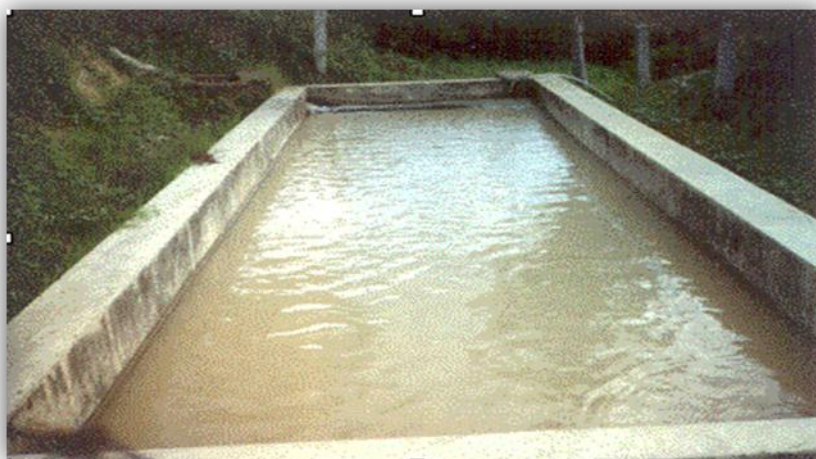
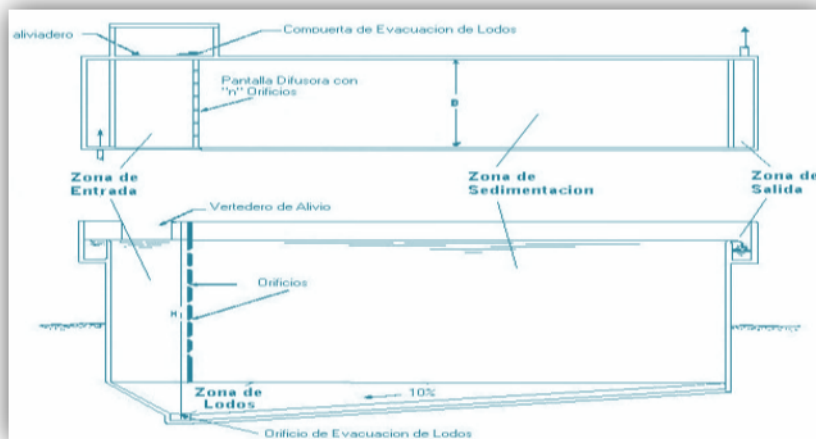
En el caso de la potabilización del agua, el proceso de sedimentación está gobernado por la ley de Stokes, que indica que las partículas sedimentan más fácilmente cuando mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del líquido, y cuando menor es la viscosidad del líquido.

La selección de los procesos dependerá de la calidad del agua, los riesgos sanitarios involucrados, y la capacidad de la comunidad. Normalmente las plantas de tratamiento de agua en el medio rural utilizan los sedimentadores convencionales.

Dulce Nombre de María se encuentra en una zona rural por tanto y la demanda de agua actual permite utilizar el sedimentador convencional.

Para este proceso se requieren los estanques de sedimentación, el agua llegara por rebalse del proceso anterior.

Tanques de sedimentación modelo convencional:



Partes principales del sedimentador:

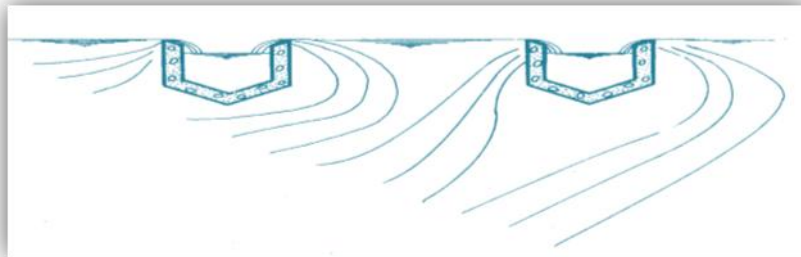
Zona de entrada: Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

Zona de sedimentación: Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, flujo pistón.

Zona de salida: Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

Zona de recolección de lodos: Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

Canaletas recolectoras para agua sedimentada:



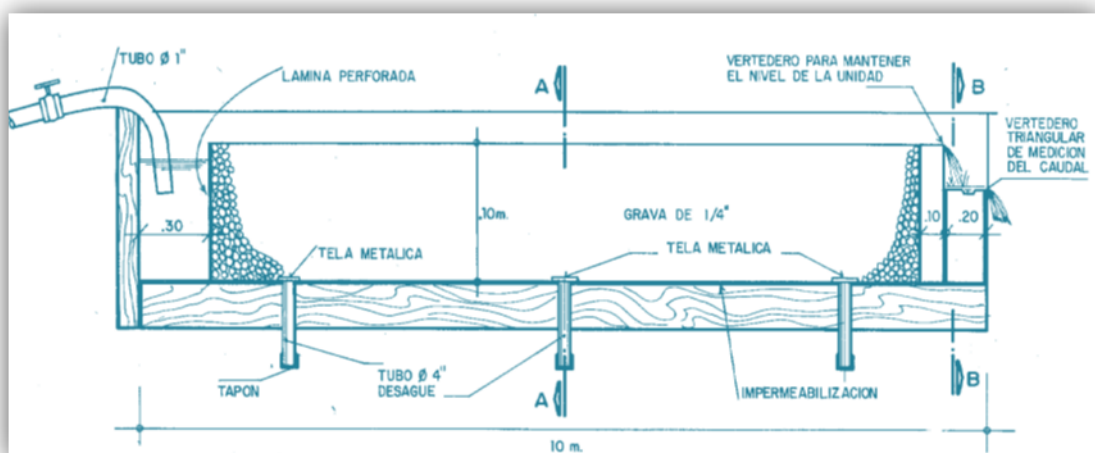
▪ PRE-FILTRACIÓN:

En vista de que la mayoría de las comunidades rurales utilizan fuentes superficiales de aprovisionamiento de agua que no son compatibles con los procesos de filtración lenta, que más adelante se describen, es de absoluta necesidad la utilización de un proceso de pre-filtración.

Para alcanzar una adecuada eficiencia de los filtros lentos, es necesaria la utilización de algún tipo de tratamiento para reducir la turbiedad y principalmente retener los sólidos en suspensión, los cuales son responsables en parte de la turbiedad.

Normalmente, se utiliza sedimentación, proceso que solo es capaz de retener sólidos de 0.02 mm de diámetro; partículas de diámetro menor solo son parcialmente removidas, por lo que se tiende a utilizar almacenamiento prolongado o recurrir a otras fuentes de aprovisionamiento como agua subterránea, generando proyectos más caros. Se justifica por tanto la utilización del proceso de pre-filtración sobretodo en el medio rural debido a la compatibilidad con los recursos materiales, económicos y técnicos de estas zonas.

Este proceso requiere la elaboración de los sistemas de pre-filtrado, de cuales existen varios tipos y formas, para la ejecución de este proyecto se utilizara el sistema de pre-filtros Horizontales. Las características del sistema se detallan en la siguiente figura:



▪ FILTRACIÓN LENTA:

El agua ya sedimentada que entra a un filtro, contiene una variedad muy grande de partículas en suspensión. Su tamaño puede variar desde flóculos relativamente grandes de 1mm de diámetro hasta coloides, bacterias y virus con tamaños inferiores a 10^{-3} mm. Dentro de esta gama se puede encontrar partículas electropositivas, electronegativas y neutras, todo este conjunto queda en mayor o menor proporción retenido en el lecho filtrante.

La filtración lenta, esto es, tasas menores de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$, precedió a la filtración rápida. Con la aparición de los filtros rápidos, los lentos se fueron usando cada vez menos, sin embargo en los países en desarrollo, los filtros lentos, en zonas rurales principalmente, pueden tener ventajas definidas sobre los filtros rápidos.

Descripción General: un filtro lento de flujo descendente consiste en una caja rectangular o circular a la cual se le coloca de 0.90m a 1.20m de arena fina sobre 0.40 a 0.45 de grava gruesa, encima del lecho filtrante se deja una capa de agua de 1.00m a 1.50m y debajo de la grava se coloca un sistema de drenes apropiado.

Por los menos debe de haber dos unidades de filtros lentos de modo que cuando se ponga fuera de uso una de ellas, pueda trabajarse con la otra.

Básicamente, un filtro lento consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, lecho filtrante de arena, drenaje y un juego de dispositivos de regulación y control. El filtro lento modificado que recomienda el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) elimina los dispositivos de control vulnerables y tiene las siguientes características:

La estructura de ingreso consiste en una cámara de distribución con vertederos rectangulares para distribuir el caudal uniformemente a todas las unidades del sistema y válvula de limpieza. Si no se han considerado unidades previas para

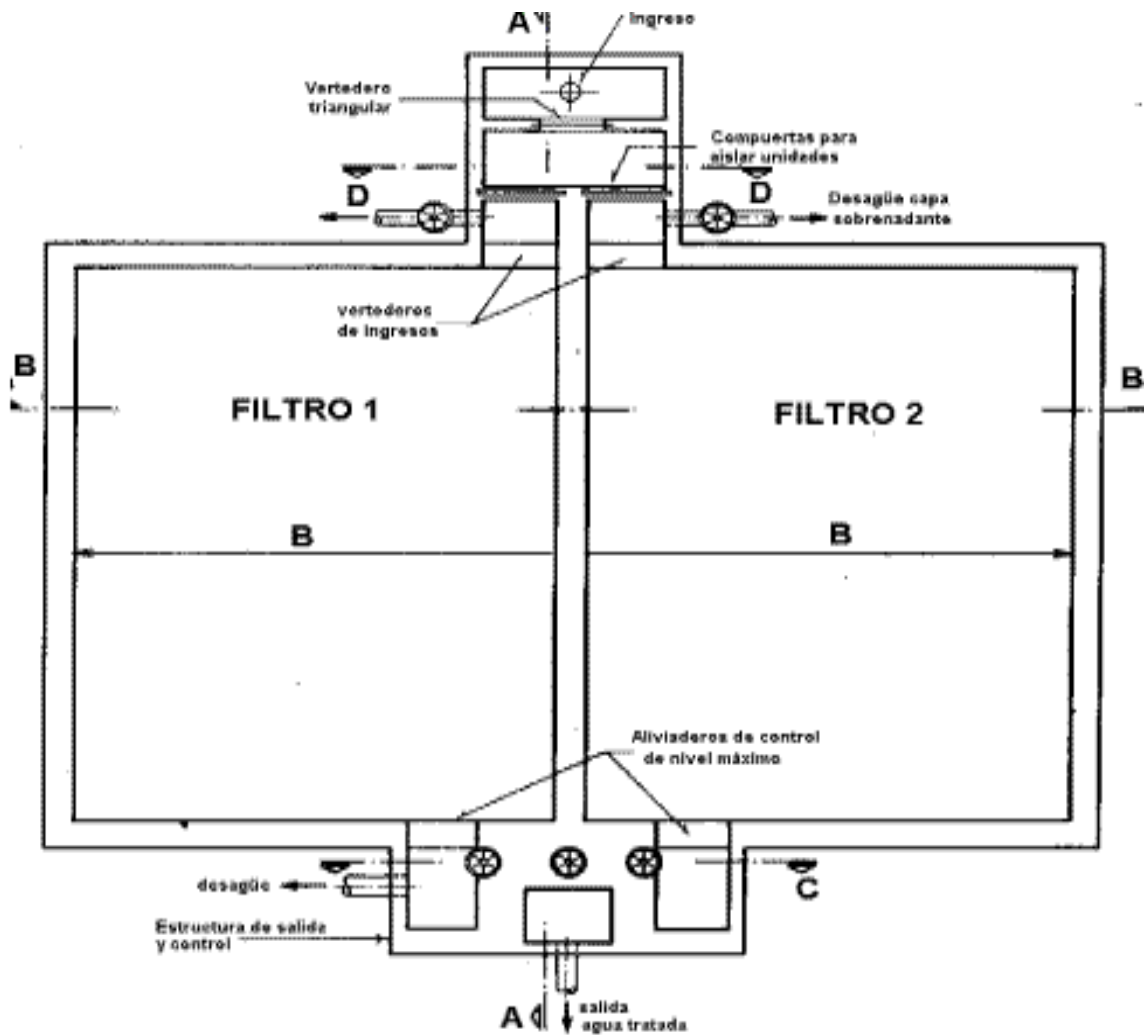
acondicionar la calidad del agua, en esta cámara se incluirá el sistema de ajuste y medición de caudal, consistente en una válvula y un vertedero triangular.

Las cajas de los filtros deberán ser, por lo menos, dos y estarán compuestas de un sistema de drenaje, una capa de grava graduada, una capa de arena, una capa de agua y el borde libre.

La estructura de salida es común a dos unidades y comprende un vertedero de control de nivel máximo de operación, una caja de desagüe, dos cámaras de salida cada una con un vertedero de control de nivel mínimo, una válvula para comunicar la cámara de salida con la de desagüe, una válvula para intercomunicar las cámaras de salida, una cámara de reunión del efluente y dos válvulas para eliminar el efluente inicial.

Ventajas: La mayor ventaja de esta unidad reside en su simplicidad. Este filtro sin controlador de velocidad y con controles de nivel mediante vertederos es muy sencillo y confiable de operar con los recursos disponibles en el medio rural de los países en desarrollo.

Para el proceso de filtración se utilizara la tecnología de filtros lentos, su forma se detalla a continuación:



▪ DESINFECCIÓN:

Con el objetivo de garantizar la calidad bacteriológica del agua se utiliza la desinfección por medio de cloro gas, con las dosis que se estime necesario. Se aplica en el vertedero de entrada del agua, y a la salida de la canalización del agua filtrada por medio de dos aparatos dosificadores.

Hoy en día, todos los cloradores operan generalmente bajo el principio de vacío total y solamente son usados para la cloración directa. En el tratamiento de agua, cloración indirecta significa que una solución de cloro es producida en sitio utilizando cloro gaseoso y agua. Esta solución sirve como desinfectante.

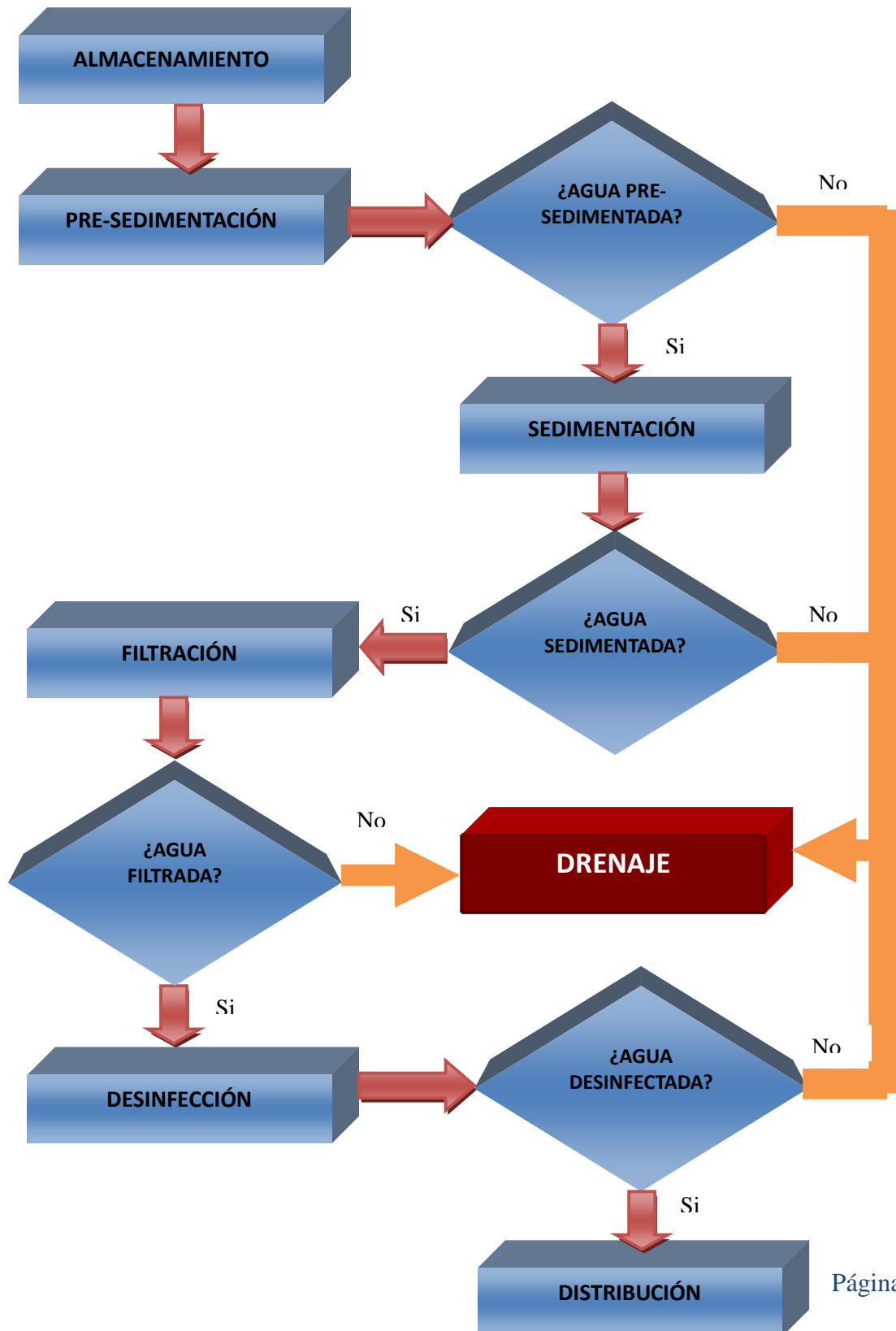
Desde la introducción de cloradores al vacío total, las objeciones en contra del uso del cloro gaseoso, con respecto a la seguridad, han ido a menos. Vacío total significa que existe un vacío en toda la instalación, por ejemplo: desde el cilindro de cloro, hasta el punto de inyección. Afortunadamente no puede haber una fuga de cloro en caso de una falla, ni desde el suministro de cloro ni por la línea que va al inyector. Una fuga sólo ocasionará que el aire entre al sistema.

Tabla: desinfectantes utilizados para el agua potable:

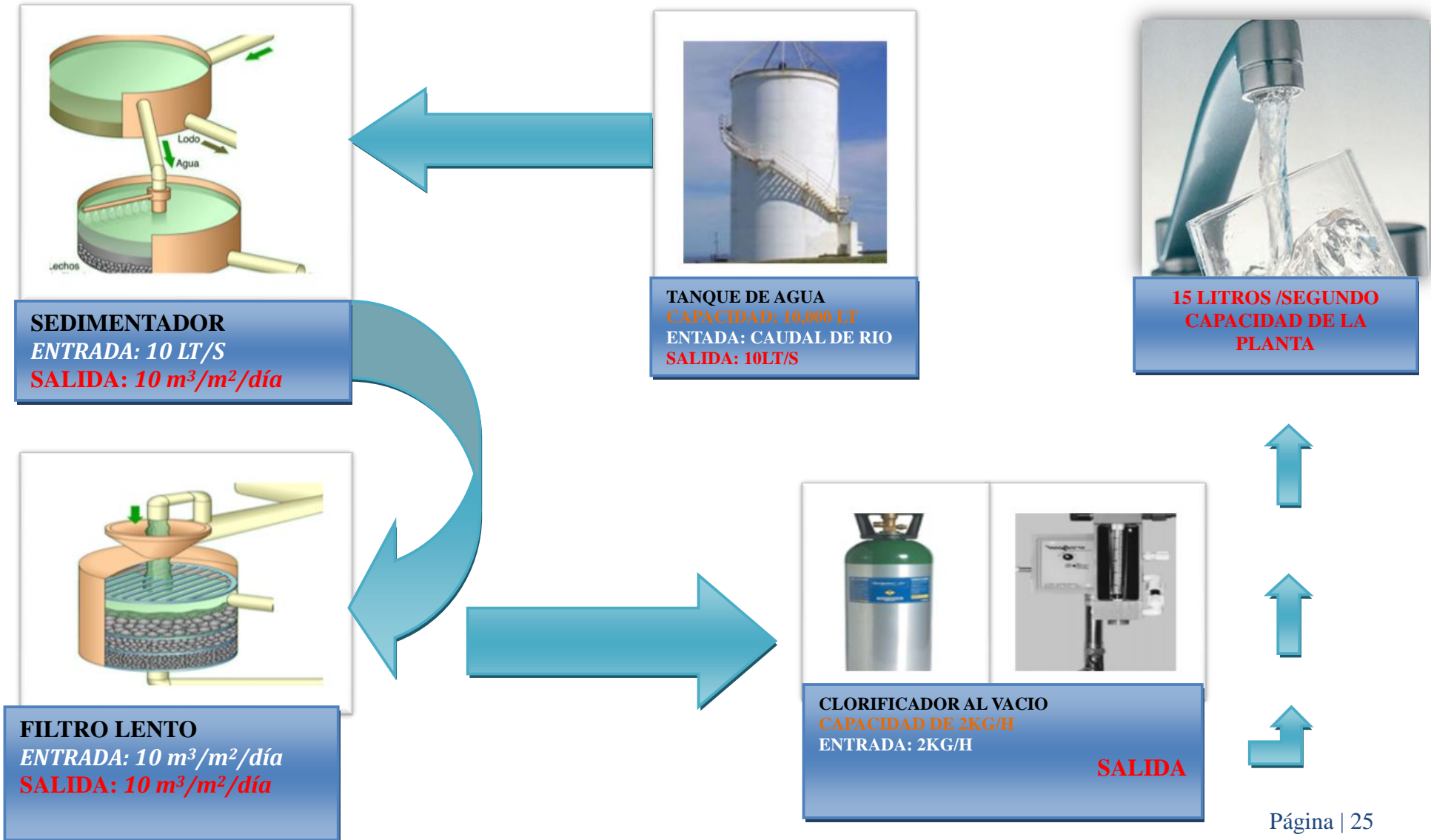
Desinfectante	Notación química	Estado de agregación	Características comerciales / Características de aplicación
Cloro gaseoso	Cl ₂	Gaseoso	Licuaado en cilindros de acero de 50kgs y 65 kgs ó tanques de acero de 500 kg o 1,000 kg; términos de embarque de acuerdo a la DIN EN 937 Φ 99.5% Cl ₂ máx., 20 ppm H ₂ O, adición como soluciones acuosas con 0.3-3 g/L Cl ₂ o producido en sitio por electrólisis por medio de cloruro de sodio o ácido clorhídrico.
Hipoclorito de sodio	NaClO ₂	Líquido, como solución acuosa	Solución comercial con 150-170 g/L de cloro efectivo, la solución de hipoclorito de sodio contiene aprox. 12 g/L de sosa cáustica y por consiguiente es fuertemente alcalina, valor de pH de 11.5-12.5; términos de embarque de acuerdo a la DIN EN 901, contiene como subproducto aprox. 140 g/L de cloruro de sodio (NaCl) y aprox. 5 g/L de clorato de sodio (NaClO ₃) así como bromato, es difícil de almacenar, se descompone. o Producido en sitio por electrólisis por medio de una solución de cloruro de sodio. Concentración efectiva en la solución de 8.25 g/L dependiendo del proceso de electrólisis. La solución de hipoclorito producida por medio de la salmuera tiene un valor de pH de 9-10.
Hipoclorito de calcio	Ca(ClO) ₂	Sólido	Comercialmente disponible en polvo, gránulos o tabletas; términos de embarque según la DIN EN 900, el hipoclorito de calcio debe contener un mínimo de 65% de cloro activo, además contiene 4-7% de sustancias no solubles en agua y un mínimo de 5% de H ₂ O, se usa como solución al 1-5%, el valor de pH de la solución es 10-11.
Dióxido	ClO ₂	Líquido como	Generado en sitio por medio de cloro gas y solución de clorito de sodio o por medio de ácido de cloro solución acuosa clorhídrico y solución de clorito de sodio, la concentración de la solución es de 0.5-4.0 g/l ClO ₂

DIAGRAMA DE FLUJO:

El diagrama de procesos y decisiones que seguirá el proyecto será el de la siguiente figura:



BALANCE DE MASA Y ENERGÍA:



SELECCIÓN DE EQUIPOS:

La selección de los equipos no se realizara por separado debido a las características del proyecto, se seleccionara como un todo: PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA.

El proceso de selección será en base a licitación pública. El estado quien es la fuente de financiamiento para este proceso maneja todos sus proyectos y compras en base al proceso de licitación pública el cual se detalla a continuación:

La licitación pública es un procedimiento que tiene por objeto seleccionar el co-contratante de la Administración. No es el contrato mismo. Se rige por principios propios y, en caso de silencio, deberá acudirse a las normas y principios del DERECHO ADMINISTRATIVO CONTRACTUAL y del procedimiento administrativo común.

Las siguientes especificaciones de materiales se aplicarán a los elementos que según lista de cantidades sean suministrados por la contratista.

Todo lo que respecta al manejo de esos elementos deberá ser según lo recomendado por el fabricante y las normas internacionales.

El contratista antes de proceder a la compra de materiales deberá presentar al Supervisor el listado de los elementos que suministrar, para que éste lo autorice por escrito.

El contratista será responsable por todo el suministro hasta su instalación y, hasta la realización de las pruebas definitivas de las obras a entera satisfacción del supervisor. El hecho de que los elementos del suministro se haya o no sometido a pruebas y ensayos en fábrica de presión, resistencia, estanqueidad, funcionamiento, etc., no liberará al contratista de la responsabilidad de que los

artículos estén fabricados de acuerdo a las especificaciones y de su buen funcionamiento al efectuarse las pruebas finales y durante el período de garantía de la obra.

Detalle de equipos que formaran parte de la planta potabilizadora que se someterá a licitación:

- Construcción de tanques de Pre-Sedimentación: También llamados tanques de aquietamiento Estos deberán de ser de sementó, con una velocidad de retención de 3 horas, se requiere una capacidad de $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.

- Construcción de tanques de sedimentación: Estos deberán ser construidos preferentemente en cemento, se necesitaran dos unidades para que el proyecto tenga una funcione las 24 horas del día, además se consideraran los siguientes aspectos:
 - ✓ Tiempo de retención de 4 horas.
 - ✓ Capacidad de carga superficial de $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.
 - ✓ Profundidad de 2,5 m.
 - ✓ La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.
 - ✓ Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.
 - ✓ La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en esa zona.
 - ✓ El caudal por metro lineal de recolección en la zona de salida debe ser igual a 3 L/s.

- Construcción de sistema de pre filtrado: Tanque de horizontal de diversos materiales, con sistema de filtrado por rejillas y arena, con vertedero de medición de caudal, con sistema de drenajes ubicados en el fondo del tanque.
- Construcción de sistema de Filtrado: El sistema de filtración será por medio de filtros lentos. Se requiere que el sistema tenga la capacidad de recibir 10 m³/m²/día que será lo entregado por los sistemas que lo preceden.

Descripción General: un filtro lento de flujo descendente consiste en una caja rectangular o circular a la cual se le coloca de 0.90m a 1.20m de arena fina sobre 0.40 a 0.45 de grava gruesa, encima del lecho filtrante se deja una capa de agua de 1.00m a 1.50m y debajo de la grava se coloca un sistema de drenes apropiado.

Por los menos debe de haber dos unidades de filtros lentos de modo que cuando se ponga fuera de uso una de ellas, pueda trabajarse con la otra.

- Construcción de sistema de interconexión de procesos: Este será con tuberías de PVC del diámetro que mejor convenga para el caso la red de distribución a los clientes finales ya se encuentra construida, por tanto solo se conectaran de proceso a proceso en el orden mostrado. Las conexiones de bombeo se realizaron con los siguientes tipos de tubos:
 - ✓ Hierro fundido dúctil (HFD), clase K-9 (normas ISO 2531).
 - ✓ Fierro fundido, norma AWWA C106.
 - ✓ Hierro galvanizado.
 - ✓ Policloruro de vinilo (PVC), clase 10 ó 15 (normas ISO 4422).
 - ✓ Acero Schedule 40 sin costura (ASTM A 53).

- **Sistema de Bombeo de agua:** El bombeo de agua se reducirá al mínimo ya que la construcción de la planta se realizara en una zona donde el terreno permita o ayude el paso del agua por gravedad a lo largo de toda la planta, en todo caso habrá procesos en los cuales se necesite el bombeo de agua para lo cual se considera el siguientes tipo de bombas:

Bombas centrifugas de eje horizontal: La bomba centrífuga de eje horizontal es un equipo utilizado para bombear desde cisternas de bombeo hacia reservorios de almacenamiento o hacia la red de distribución. Las especificaciones de esta bomba están de acuerdo a la norma ISO/DIS 2858.

Los proveedores están obligados a suministrar el material descriptivo del equipo, redactado en castellano o ingles consignando lo siguiente:

- ✓ Especificaciones técnicas de diseño, construcción y material de todos los componentes del equipo.
- ✓ Curvas características certificadas de la electrobomba a suministrar: Caudal vs.
- ✓ Presión, Eficiencia, Potencia al freno y NPSH.
- ✓ Características como marca, modelo, potencia, velocidad, ciclaje, dimensiones, altura dinámica total, etc.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Caudal: hasta 230 m³/h - Altura: hasta 400 m.
- ✓ Velocidad de rotación: 1450- 3500 1/min.
- ✓ Succión PN16 - Descarga PN40.
- ✓ Presión máxima de utilización: 40 bar.
- ✓ Temperatura del liquido bombeado: min: -15°C max: 120°C.

OTROS EQUIPOS NECESARIOS:

- Válvulas de compuerta: de mantenimiento, estas válvulas deberán ser con compuerta elastómerica con cierre estanco por compresión del mismo, accionado por una volante a través de un vástago de acero inoxidable, la estanqueidad entre el cuerpo y la tapa se logrará mediante una caja estopera.

El diseño de la válvula será tal que permitirá desmontar y retirar el obturador sin necesidad de separar el cuerpo de la línea. Asimismo, deberá permitir sustituir los elementos que dan la estanqueidad al vástago estando la línea en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador.

- Válvulas de retención o check: Previenen el retorno de flujo en las tuberías; siendo muy usadas en los árboles de descarga de las estaciones de bombeo. Estas válvulas reaccionan automáticamente a los cambios de dirección de flujo. Serán de preferencia tipo swing con amortiguación hidráulica, neumática ó mecánica en el cierre y apertura para evitar golpes de ariete, según sean las condiciones de la operación.

Estas pueden ser de cierre rápido y de cierre lento. Las válvulas de cierre lento se caracterizan por abrir lentamente y evitar la sobrepresión al iniciar su operación, pueden estar equipadas con control de velocidad para la apertura y cierre. Las normas de fabricación estarán de acuerdo con la Norma Internacional ISO.

- Válvula de control de bomba: Se utiliza con la finalidad de purgar el pozo para evitar daños a los equipos de bombeo por sobrepresiones en el momento del arranque de la bomba. Deberá ser de tipo Globo - Diafragma y deberá instalarse en todas las estaciones de bombeo, entre la salida de la bomba y la válvula check, además deberá estar conectada a la línea de limpieza en los pozos o re circular sea la cisterna en el caso de estaciones de rebombeo.

- Válvulas de alivio: Su función es la de controlar los transitorios cambios bruscos de presiones al momento del arranque y parada de los equipos de bombeo, asegurando que estos no sobrepasen los límites de trabajo del sistema y de esta manera evitar daños a las tuberías (roturas). Serán de tipo anticipadora de onda con control de sub y sobrepresión (anticipadora y alivio). La válvula de alivio se seleccionará bajo los siguientes parámetros:
 - ✓ Con el máximo caudal de bombeo.
 - ✓ La velocidad máxima permisible no debe exceder a los 10 m/seg.
 - ✓ El rango de regulación del piloto de válvula, debe estar dado para la presión máxima de la línea de impulsión + 50%.
 - ✓ La dimensión de la válvula debe ser proporcional al caudal de bombeo y a la velocidad del flujo.

- Válvula de purga de aire: Operan en forma hidráulica, permitiendo la admisión o expulsión del aire de las partes altas de las tuberías; asimismo, deberán ser de tipo combinado de triple función (aire, vacío, purga) con un diámetro mínimo de 2" (50 mm). Deberá ser instalado antes de la válvula check (inicio de los sistemas de bombeo) para asegurar el desplazamiento de un caudal de aire equivalente al desplazado por el pistón de agua en la tubería, según las características del equipo de bombeo. Esta válvula en el caso de agua potable, tendrá que cumplir las siguientes condiciones:
 - ✓ La presión de trabajo deberá ser igual a la máxima presión de descarga de la bomba, a válvula cerrada.
 - ✓ El volumen de paso de aire deberá ser igual al máximo caudal de bombeo previsto en la curva de rendimiento considerándose el proceso de arranque.
 - ✓ El sistema de flotación deberá estar protegido contra falsos cierres ocasionados por la velocidad de flujo del aire a alta presión.
 - ✓ Deberá permitir la evacuación del aire.

ACCESORIOS DE CONTROL:

- Medidores de caudal: Elementos de medición de flujo y consumos que permiten proporcionar datos de control inmediatos. Deberán contar con un indicador de transmisión magnética, lectura instantánea en Litros por segundo, totalizador en M3 y registro acumulado de 8 dígitos, con un margen de error de + 2%.
- Manómetros: Elementos de medición de presión del agua, con lecturas en kg/cm², con diámetro de su esfera de 75 mm. y rango de presión + 2%, deberá contar con glicerina como elemento amortiguador de las ondas bruscas de presión.

PROYECTOS COMPLEMENTARIOS:

Se maneja como proyecto complementario las instalaciones de nuevos usuarios a la red de agua potable que puedan surgir con la implementación del proyecto.

También se maneja como proyecto complementario la posibilidad de ampliar la capacidad de la planta en el caso de optar por vender el servicio a las comunidades vecinas.

DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS:

Insumos:

El insumo principal para el desarrollo de este proyecto es el agua no tratada la cual será tomada del tanque que actualmente recolecta el agua del río de la comunidad.

El cloro también será catalogado como un insumo de suma importancia debido a su labor de desinfección, se adquirirá en su forma gaseosa en presentaciones de una tonelada.

Los filtros requieren cambio de sus componentes filtrantes como arenilla y grava, estos materiales serán considerados como insumos para el proceso de potabilización.

Producto:

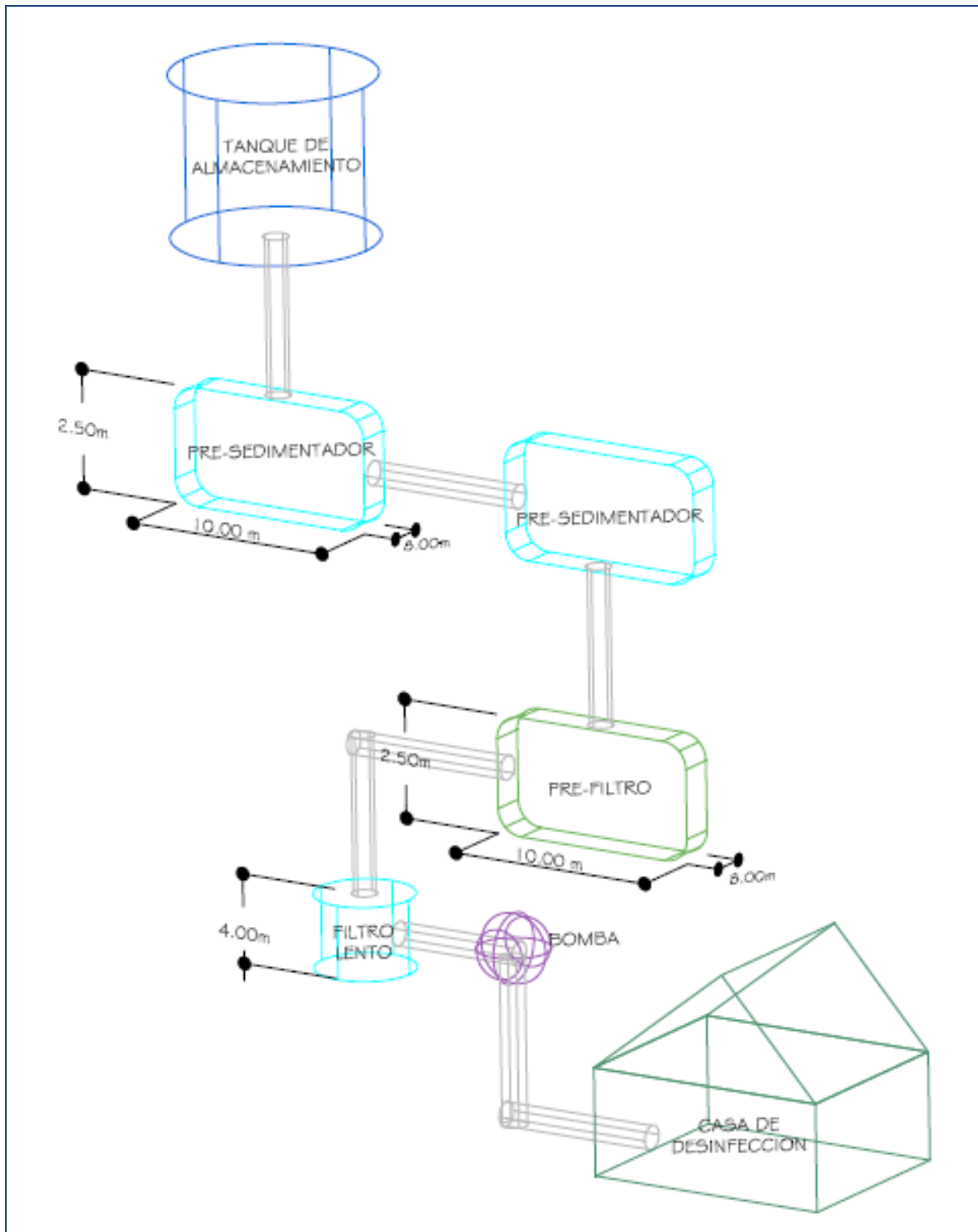
El producto que este proyecto entregara con la realización de cada uno de los procesos detallados es el “Agua Potable” apta para el consumo humano.

Sub-producto:

Se podría catalogar como un sub-producto el agua obtenida de los drenajes de cada proceso, ya que la zona donde se piensa montar la planta se encuentra rodeada de tierra cultivada esta podría servir como un sistema de riego.

LAY-OUT:

En la siguiente imagen se muestra el lay-out de la planta potabilizadora de agua propuesta:



FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO:

El rendimiento de la planta potabilizadora de agua está diseñada en base a el rendimiento que el sistema actual tiene, y el sistema actual tiene la capacidad de distribuir agua a una población de aproximadamente 9 mil habitantes las 24 horas del día en época de invierno, en verano el suministro de agua se raciona utilizando un horario por zonas, este proyecto maneja la misma metodología.

El proyecto tal y como se diseño no tiene posibilidad de atender a una población superior a los 10 mil habitantes por tanto el proyecto no tendría mucha flexibilidad.

CONSUMOS DE ENERGÍA:

El consumo de energía del sistema estará concentrado en los requerimientos eléctricos del sistema de bombeo, específicamente en el motor de la bomba a continuación se detallan las especificaciones y requerimientos eléctricos de una bomba centrífuga de eje horizontal como la que se utilizara en la planta.

Tipo Type Typ		Motore	
		kW	HP
TMZ-2P80-125/2	2950 l / min	110	150
TMZ-2P80-125/3		160	220
TMZ-2P80-125/4		200	270
TMZ-2P 80-125/5		250	340

PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL:

Periodos de producción:

La planta trabajara durante las 24 horas del día y está diseñada para hacer incluso mientras se le realiza mantenimientos en los distintos procesos.

Turnos de trabajo:

La planta tendrá dos tipos de turnos el primero se maneja con personal y tendrá una duración de 11 horas en el intervalo de las 7 am y las 6 pm, en este turno la planta trabajara de forma controlada por el personal a cargo de ella y se producirá el agua potable apta para el consumo humano.

El segundo turno tendrá una duración de 13 horas en el intervalo de las 6 pm a las 7 am, en este turno la planta quedara fuera de uso y los pobladores del municipio recibirán el servicio sin los procesos anteriormente detallados.

PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS

Personal de operaciones: El personal requerido para las operaciones se detalla a continuación:

- Supervisor de la planta (cargo Administrativo y operativo).
- Encargado de laboratorio de desinfección.
- Encargado de procesos de sedimentación y filtración.
- Mecánico de mantención.

Cargos y Perfiles: Todos los cargos se pretenden cubrir con habitantes del municipio.

1. Cargo: Supervisor de la planta:
Sexo: masculino.
Edad: 25-40 años.
Formación: Ingeniero civil, industrial.
Salario estimado: \$700.

2. Cargo: Encargado de laboratorio de desinfección
Sexo: masculino.
Edad: 20-30 años.
Formación: técnico.
Salario estimado: \$400.

3. Cargo: Encargado de procesos de sedimentación y filtración
Sexo: masculino.
Edad: 20-30 años.
Formación: técnico.
Salario estimado: \$400.

4. Cargo: Mecánico de mantención
Sexo: masculino.
Edad: 20-30 años.
Formación: técnico mecánico.
Salario estimado: \$400.

INVERSIONES EN EQUIPO Y EDIFICACIONES

La inversión en equipo y edificaciones se presenta como un todo según datos de costos para plantas medianas (14 l/s) para poblaciones de 8 mil habitantes:

INVERSION EN EQUIPO Y EDIFICACIONES	
CONSTRUCCION DE LA PLANTA	
ESTACION DE DESINFECCION	\$90,000.00
ESTACION DE BOMBEO	
TOTAL	\$90,000.00

INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

INGRESOS MENSUALES	
COSTO SERVICIO	\$3.67
CLIENTES	
POTENCIALES	1,995
TOTAL INGRESOS	\$7,321.65

GASTOS FIJOS MENSUALES	
SALARIOS	\$2,600.00
ENERGIA ELECTRICA	\$100.00
COLORO	\$1,582.69
MANTENIMIETNO PLANTA	\$200.00
OTROS GASTOS	\$300.00
TOTAL	\$4,782.69

CALCULO CAPITAL DE TRABAJO METODO MAX DEFICIT							
MES	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$7,321.65	\$7,321.65	\$7,321.65	\$7,321.65
GOSTOS	\$4,082.69	\$4,082.69	\$4,082.69	\$4,082.69	\$4,082.69	\$4,082.69	\$4,082.69
MARGEN	-\$4,082.69	-\$4,082.69	-\$4,082.69	\$3,238.96	\$3,238.96	\$3,238.96	\$3,238.96
ACUMULADO	-\$4,082.69	-\$8,165.38	-\$12,248.07	-\$9,009.11	-\$5,770.15	-\$2,531.19	\$707.77

EL CAPITAL DE TRABAJO REQUERIDO SERA DE \$12,248.07

Los primeros tres meses no se reportan ingresos ya que será el tiempo de pruebas en la planta, se capacitará el personal y prepararán los procesos de la producción.

COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA:

GASTOS DE INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	
INSTALACION DE RED DE TUBERIAS	\$3,000.00
CAPACITACION DEL PERSONAL	\$1,500.00
AMBIENTACION DE LA PLANTA	\$1,000.00
TOTAL	\$5,500.00

COSTOS DE IMPREVISTOS:

Se considero un 5% sobre la inversión como gasto de imprevistos ya que este proyecto no representa un riesgo de inversión demasiado grande.

GASTOS DE IMPREVISTOS	
CONSTRUCCION DE LA PLANTA EQUIPO DE DESINFECCION EQUIPO DE BOMBEO	\$90,000.00
INSTALACION DE RED DE TUBERIAS	\$3,000.00
CAPACITACION DEL PERSONAL	\$1,500.00
AMBIENTACION DE LA PLANTA	\$1,000.00
CAPITAL DE TRABAJO	\$12,248.07
TOTAL	\$107,748.07
GASTOS DE IMPREVISTOS (5%)	\$5,387.40

Total de la Inversión:

TOTAL INVERSION INICIAL	
CONSTRUCCION DE LA PLANTA EQUIPO DE DESINFECCION EQUIPO DE BOMBEO	\$90,000.00
INSTALACION DE RED DE TUBERIAS	\$3,000.00
CAPACITACION DEL PERSONAL	\$1,500.00
AMBIENTACION DE LA PLANTA	\$1,000.00
CAPITAL DE TRABAJO	\$12,248.07
GASTOS DE IMPREVISTOS (5%)	\$5,387.40
TOTAL INVERSION INICIAL	\$113,135.47

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA FINANCIERA Y AMBIENTAL

ADMINISTRATIVA

Personal: El personal administrativo requerido para la administración del proyecto se detalla a continuación:

- Supervisor de la planta.
- Secretaria
- Cobrador

Estructura organizacional: a continuación se detalla el organigrama de la planta con el personal administrativo y operativo.



Sistemas de información administrativos:

Se busca la implementación de un sistema de información de las actividades administrativas, y por medio del cual se represente el resultado de las actividades productivas. Se pretende llevar un control de facturación y producción.

Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos:

1. Cargo: **Supervisor de la planta.**

Sexo: masculino.

Edad: 25-40 años.

Formación: Ingeniero civil, industrial.

Contrato: Anual.

Funciones: Administración del personal y los recursos de la planta.

Salario estimado: \$700.

2. Cargo: **Secretaria Administrativa.**

Sexo: Femenino.

Edad: 20-30 años.

Formación: Título Técnico en Secretaria.

Contrato: Anual.

Funciones: Facturación, manejo de telefonía, manejo de documentación administrativa y apoyo a supervisión.

Salario estimado: \$400.

3. Cargo: **Cobrador.**

Sexo: Masculino.

Edad: 20-30 años.

Formación: bachiller.

Contrato: Anual.

Funciones: Repartir facturas y realizar los cobros.

Salario estimado: \$300.

Gastos en personal:

CARGO	SUELDOS
Personal Operativo	
Encargado Laboratorio desinfección	\$400
Encargado de Sedimentación y filtración	\$400
Encargado de Mantenimiento	\$400
Personal Administrativo	
Supervisor de la Planta	\$700
Secretaria*	----
Cobrador*	----
TOTAL	\$1,900

*Personal ya existe en alcaldía

LEGAL

Marco legal vigente nacional e internacional

Toda Obra, bien y servicio que deban de celebrar las instituciones de la administración pública para el cumplimiento de sus fines, deberá estar en concordancia y respetar los artículos de la LEY DE ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES DE LA ADMINISTRACION PUBLICA DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR. Según lo menciona el artículo 1 de dicha ley.

Aspectos legales del giro del proyecto

En El Salvador el abastecimiento de agua potable se encuentra a cargo de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA, esta institución ha elaborado un conjunto de normas para abastecimiento de agua potable, las normas que rigen este rubro se detallan a continuación:

- Diseño de la planta en base a población actual y futura.
- La fuente de suministro de agua debe un caudal aprovechable y una buena calidad del agua.
- Captación del Agua: Para fuentes superficiales se debe de considerar las variaciones estacionales de caudal aprovechables.
- En los sistemas con planta potabilizadora, la aductora captación- planta se dimensionará con 1.05 caudal de diseño para atender el retrolavado de filtros, limpieza de sedimentadores, etc.
- El lugar para ubicar la caseta de bombeo y subestación eléctrica debe ser amplio y protegido contra inundaciones, contaminaciones y otros riesgos.
- ANDA analizará cuidadosamente los resultados obtenidos en los diferentes exámenes; toxicólogo, microscópico, bacteriológico, físico y químico rutinarios; del agua de la fuente con el propósito de evaluar su potabilidad de acuerdo a los límites máximos admisibles, teniendo presente la relación que deben presentar entre si los valores de los diferentes parámetros.

Aspectos laborales

Para la contratación del personal administrativo y de producción que estarán a cargo de las actividades de la planta, se tomaran en cuenta y respetaran todas y cada una de las disposiciones que el código de trabajo de la república de El Salvador exige.

Algunas de estas exigencias legales son:

- Contrato de trabajo.
- Pago del ISSS (Instituto Salvadoreño del Seguro Social).
- Descuento de la Renta.
- Descuento de AFP.
- Jornadas de trabajo (44 horas a la semana).
- Salario.
- Aguinaldos.
- Indemnizaciones.
- Vacaciones, etc.

Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente

Los costos asociados a la legislación vigente serán los siguientes:

- Pago de los exámenes de calidad del agua potable.
- Pago de los asesores que legales y técnicos que intervendrán en la realización de la licitación pública.

Los aspectos laborales no acarrearán gastos ya que el personal nuevo se agregará a la planilla actual de la alcaldía del municipio.

SOCIETARIA

En este proyecto no se creara ningún tipo de sociedad, el desarrollo de este se realizara como una obra social del gobierno de El Salvador.

TRIBUTARIA

Sistema tributario

Este proyecto no tendrá que pagar impuestos al estado ya que será el estado mismo quien lo administre, este servicio de agua potable se le cobrara a la población del municipio en forma de impuesto, como se hace actualmente en el municipio.

Con fines académicos en los flujos de caja se realizara el pago de la renta sobre las utilidades netas del proyecto (25% de estas).

FINANCIERA

Fuentes de financiamiento

El financiamiento del proyecto estaría a cargo del gobierno de la república de El Salvador, representado por la alcaldía municipal del municipio de Dulce Nombre de María.

Con fines académicos se evaluara la opción del financiamiento del proyecto por medio de un banco o institución financiera.

Inversionistas

Este proyecto no contempla la participación de inversionistas debido a su naturaleza de tipo social, todos los gastos o costos serán absorbidos por el

gobierno.

Instituciones crediticias

La institución crediticia de la cual se propondrá la fuente de financiamiento teórica, ya que este proyecto no será objeto de crédito, es el banco Procredit de El Salvador.

Costos de financiamiento

Los costos del financiamiento son los intereses de los créditos, es decir, el valor extra que se paga por la utilización de fondos no propios.

AMBIENTAL

Impacto medio ambiente

Ley de Medio Ambiente:

DEBERES DE LAS PERSONAS E INSTITUCIONES DEL ESTADO:

Art. 42.- Toda persona natural o jurídica, el Estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, Vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y los ecosistemas, especialmente las actividades que provoquen contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo y el medio costero marino.

El objetivo principal del proyecto es mejorar la calidad de agua del municipio, mejorando de esta forma también la calidad de vida sus habitantes como lo menciona el artículo 42 de la ley de Medio Ambiente.

Este proyecto ha sido diseñado de forma que no contamine la atmosfera, el agua y el suelo, se implementaran medidas para el buen manejo de los desechos que este provoque.

Marco legal vigente

Ley de Medio Ambiente: CAPITULO III.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

INVENTARIOS DE EMISIONES Y MEDIOS RECEPTORES.

Art. 46.- Para asegurar un eficaz control de protección contra la contaminación, se establecerá, por parte del Ministerio en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con las autoridades competentes en materia de normatividad del uso o protección del agua, el aire y el suelo, la capacidad de estos recursos como medios receptores, priorizando las zonas del país más afectadas por la contaminación.

PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Art. 48.- El Ministerio promoverá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, una ley especial regulará esta materia. El Ministerio creará un comité interinstitucional nacional de planificación, gestión y uso sostenible de cuencas hidrográficas. Además promoverá la integración de autoridades locales de las mismas.

CRITERIOS DE SUPERVISIÓN.

Art. 49.- El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua. Un reglamento especial contendrá las normas técnicas para tal efecto, tomando en consideración los siguientes criterios básicos:

- A. Garantizar, con la participación de los usuarios, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consume humana y otros usos, mediante los estudios y las directrices necesarias.
- B. Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico.
- C. Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental.

- D. Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes, sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare.
- E. Vigilar que en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta ley.

El municipio cuenta actualmente con un permiso para suministrar agua potable a la población, con este proyecto se busca modificar los procesos utilizados actualmente para potabilizar el agua, mejorando la calidad de esta.

Se Tramitara la autorización con el Ministerio de Medio Ambiente para poder extender el permiso de funcionamiento de la planta con los procesos mejorados. Para acceder a este permiso, el proyecto debe de cumplir con los 5 literales que menciona el artículo 49 de la ley de Medio Ambiente.

Horizonte del proyecto

El horizonte del proyecto se ha fijado para fines de análisis en 6 años de vida.

Tasa de descuento

La tasa de descuento se estima en un 15%, que es el porcentaje mínimo que un inversionista requiere.

Moneda a utilizar

Se utilizara la Moneda oficial de El Salvador: Desde enero de 2001, los dólares estadounidenses se aceptan como moneda oficial en El Salvador, y han desplazado al colón, conocido popularmente como "peso" (¢).

Impuestos

No se considera el pago de impuestos tales como la renta que las empresas deben pagar sobre sus utilidades, ya que este proyecto será una dependencia de la alcaldía del municipio de Dulce Nombre de María y las instituciones estatales o de gobierno no pagan este tipo de impuestos.

Depreciaciones

Las depreciaciones en este caso no se tomaran en cuenta ya que es una herramienta para disminuir el pago de impuestos, y este proyecto no paga impuestos.

Reinversiones,

En la vida del proyecto no se estiman reinversiones en equipos o edificaciones, solamente se contemplara en el caso de que la demanda exceda la capacidad de la planta.

Lo que si se contemplan son créditos a corto plazo (10%) si los flujos resultaran negativos.

Determinación de los ingresos y egresos:

INGRESOS FIJOS	
COSTO SERVICIO	\$3.67
CLIENTES POTENCIALES	1,995
TOTAL INGRESOS MENSUALES	\$7,321.65
TOTAL INGRESOS ANUALES	\$87,859.80

EGRESOS	
SALARIOS	\$1,900.00
ENERGIA ELECTRICA	\$100.00
COLORO	\$1,582.69
MANTENIMIENTO PLANTA	\$200.00
OTROS GASTOS	\$300.00
TOTAL MENSUAL	\$4,082.69
TOTAL ANUAL	\$48,992.28

FLUJOS DE CAJA:

Proyecto puro:

FLUJO DE CAJA PROYECTO PURO, SIN FINANCIAMIENTO							
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		\$65,894.85	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80
(-) Egresos		-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28
(=) Margen		\$16,902.57	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52
(-) Inversiones	-\$100,887.40						
(+/-) Capital de trabajo	-\$12,248.07						\$12,248.07
(=) Flujo de Caja	-\$113,135.47	\$16,902.57	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$51,115.59
FLUJO DE CAJA ACTUAL	-\$113,135.47	\$14,697.89	\$29,389.43	\$25,556.03	\$22,222.63	\$19,324.03	\$22,098.68
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$113,135.47	-\$98,437.59	-\$69,048.16	-\$43,492.13	-\$21,269.50	-\$1,945.47	\$20,153.21

* La tasa de descuento es del 15%

**La moneda es el Dólar \$

*** No se consideran impuestos por ser una entidad de gobierno

Indicadores económicos:

SIN FINANCIAMIENTO	
VAN=	20,153.21
TIR=	21%
PRI=	6 AÑOS

Proyecto con financiamiento 1:

FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO DEL 50%							
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		\$65,894.85	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80
(-) Egresos		-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28
(=) Margen		\$16,902.57	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52
(-) Intereses LP		-\$9,333.68	-\$8,307.03	-\$7,110.99	-\$5,717.61	-\$4,094.31	-\$2,203.18
(-) Inversiones	-\$100,887.40						
(+) Créditos	\$56,567.74						
(-) Amortizaciones de créditos LP		-\$6,222.08	-\$7,248.72	-\$8,444.76	-\$9,838.15	-\$11,461.44	-\$13,352.58
(+/-) Capital de trabajo	-\$12,248.07						\$12,248.07
(=) Flujo de Caja	-\$56,567.74	\$1,346.81	\$23,311.76	\$23,311.76	\$23,311.76	\$23,311.76	\$35,559.83
FLUJO DE CAJA ACTUAL	-\$56,567.74	\$1,171.14	\$17,627.04	\$15,327.86	\$13,328.58	\$11,590.07	\$15,373.50
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$56,567.74	-\$55,396.59	-\$37,769.55	-\$22,441.69	-\$9,113.11	\$2,476.95	\$17,850.45

* La tasa de descuento es del 15%

**La moneda es el Dólar \$

*** No se consideran impuestos por ser una entidad de gobierno

Indicadores económicos:

FINANCIAMIENTO DEL 50%	
VAN=	17,850.45
TIR=	24%
PRI=	5 AÑOS

CUADRO DE AMORTIZACIÓN DE CRÉDITO SOLICITADO					
Monto crédito	=	\$56,567.74			
Tasa anual(%)	=	16.50%			
Cuota	=	\$15,555.76			
# Cuotas	Saldo	Interés	Cuota	Amortización	Saldo Final
1	\$56,567.74	\$9,333.68	\$15,555.76	\$6,222.08	\$50,345.66
2	\$50,345.66	\$8,307.03	\$15,555.76	\$7,248.72	\$43,096.93
3	\$43,096.93	\$7,110.99	\$15,555.76	\$8,444.76	\$34,652.17
4	\$34,652.17	\$5,717.61	\$15,555.76	\$9,838.15	\$24,814.02
5	\$24,814.02	\$4,094.31	\$15,555.76	\$11,461.44	\$13,352.58
6	\$13,352.58	\$2,203.18	\$15,555.76	\$13,352.58	\$0.00

Proyecto con financiamiento 2:

FLUJO DE CAJA FINANCIAMIENTO DEL 75%							
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		\$65,894.85	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80	\$87,859.80
(-) Egresos		-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28	-\$48,992.28
(=) Margen		\$16,902.57	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52	\$38,867.52
(-) Intereses LP		-\$14,000.51	-\$12,460.55	-\$10,666.49	-\$8,576.41	-\$6,141.47	-\$3,304.76
(-) Intereses CP			-\$643.11				
(-) Inversiones	-\$100,887.40						
(+) Créditos	\$75,665.55	\$6,431.06					
(-) Amortizaciones de créditos LP		-\$9,333.12	-\$10,873.08	-\$12,667.14	-\$14,757.22	-\$17,192.16	-\$20,028.87
(-) Amortizaciones de créditos CP			-\$6,431.06				
(+/-) Capital de trabajo	-\$12,248.07						\$12,248.07
(=) Flujo de Caja	-\$37,469.92	\$0.00	\$8,459.72	\$15,533.89	\$15,533.89	\$15,533.89	\$27,781.96
FLUJO DE CAJA ACTUAL	-\$37,469.92	\$0.00	\$6,396.76	\$10,213.78	\$8,881.55	\$7,723.09	\$12,010.91
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-\$37,469.92	-\$37,469.92	-\$31,073.16	-\$20,859.38	-\$11,977.83	-\$4,254.74	\$7,756.16

* La tasa de descuento es del 15%, la moneda es el dólar \$ ** No se consideran impuestos por ser una entidad de gobierno

*** En el año 1 se solicitó crédito CP para hacer cero flujo neto

Indicadores económicos:

FINANCIAMIENTO DEL 75%	
VAN=	7,756.16
TIR=	20%
PRI=	6 AÑOS

CUADRO DE AMORTIZACIÓN DE CRÉDITO SOLICITADO					
Monto crédito	=				\$84,851.61
Tasa anual (%)	=				16.50%
Cuota	=				\$23,333.63
# Cuotas	Saldo	Interés	Cuota	Amortización	Saldo Final
1	\$84,851.61	\$14,000.51	\$23,333.63	\$9,333.12	\$75,518.49
2	\$75,518.49	\$12,460.55	\$23,333.63	\$10,873.08	\$64,645.40
3	\$64,645.40	\$10,666.49	\$23,333.63	\$12,667.14	\$51,978.26
4	\$51,978.26	\$8,576.41	\$23,333.63	\$14,757.22	\$37,221.03
5	\$37,221.03	\$6,141.47	\$23,333.63	\$17,192.16	\$20,028.87
6	\$20,028.87	\$3,304.76	\$23,333.63	\$20,028.87	\$0.00

Resumen de indicadores económicos en las diferentes evaluaciones:

FINANCIAMIENTO	0%	50%	75%
VAN	20,153.21	17,850.45	7,756.16
TIR	21%	24%	20%
PRI	6 AÑOS	5 AÑOS	6 AÑOS

Rentabilidad del proyecto puro:

El proyecto promete ser muy rentable según los indicadores económicos. Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto, en este caso el VAN es bastante alto lo que refleja una rentabilidad alta.

Rentabilidad del proyecto con financiamiento del 50%:

Los indicadores económicos muestran una pequeña disminución tanto el VAN como la TIR, pero el PRI disminuyó en un año lo cual es bueno, en todo caso al comparar esta evaluación con la del proyecto sin financiamiento sería más rentable la segunda.

Rentabilidad del proyecto con financiamiento del 75%:

El Valor actual neto se ve afectado grandemente, pero este no deja de ser negativo por lo tanto el proyecto también tendría rentabilidad en este caso, la PRI es de 6 años lo cual es bueno ya que se recupera la inversión en un periodo corto de tiempo, la tasa interna de retorno es buena (20%).

SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO

Se aplico sensibilización al proyecto financiado en un 50% para apreciar la respuesta que podría tener frente a los cambios en los ingresos y egresos.



SENSIBILIDAD DEL PROYECTO		
INGRESOS	VAN	TIR
-15%	-29,160.1	-1%
-10%	-13,489.9	8%
-5%	2,180.3	16%
0%	17,850.5	24%
5%	33,520.6	31%
10%	49,190.8	38%
15%	64,861.0	45%



SENSIBILIDAD DEL PROYECTO		
EGRESOS	VAN	TIR
-15%	45,662.02	37%
-10%	36,391.49	32%
-5%	27,120.97	28%
0%	17,850.45	24%
5%	8,579.93	19%
10%	-690.59	15%
15%	-9,961.11	10%

CONCLUSIONES

Al final de este estudio sobre la factibilidad de la potabilización del agua del Municipio de Dulce Nombre de María, se pueden concluir las siguientes cosas:

- La población de Dulce Nombre de María necesita el nuevo sistema de potabilización de agua.
- Con la implementación del proyecto se disminuiría significativamente el número de enfermos por consumo de agua de mala calidad.
- La implementación de la planta potabilizadora de agua es un proyecto de bajo riesgo, en el cual se podría invertir.
- Las leyes de la República de El Salvador, no limitan la creación y desarrollo de este proyecto.
- El proyecto demostró en la evaluación económica tener potencial para recuperar el dinero que en él se invierte y mantenerse con vida sin la necesidad de reinvertir.

BIBLIOGRAFÍA

- Compendio de Norma Técnica de Calidad de Agua Potable, elaborado por los técnicos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, tomando como base la Norma de Agua Potable coordinada por el CONACYT y aprobada por el Ministerio de Economía.
- Potabilización del agua Jairo Alberto Romero Rojas – 1999
- Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización - Francisco Javier Rodríguez Vidal – 2003
- Tecnología de Tratamiento de Agua Potable - Alvaro Portillo, Gladys Sirvent – 1987
- Material de apoyo de la materia Formulación de Proyectos impartida por el Ing. Ricardo Cahe.
- Entrevista con Ing. Mauricio Sandoval, encargado de procesos de potabilización de agua en el salvador por parte del FISDL.
- Fuentes de Internet:
 - www.anda.gob.sv
 - www.ops.org.sv
 - www.mailxmail.com
 - www.marn.gob.sv
 - www.minec.gob.sv
 - www.fisdل.gob.sv