

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE JOSE MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR

PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS A LA RED DE AGUA
POTABLE LAGUNILLAS LTDA

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero (e) En mecánica de procesos y
mantenimiento industrial

Alumnos:

Oscar Eugenio Alegría Guerra

Daniel Antonio Azocar Yáñez

Profesor Guía:

Ing. Eduardo Vidal

RESUMEN EJECUTIVO

Keywords: Mantenimiento, Agua Potable, Mejoras

Este proyecto tiene como finalidad realizar y confeccionar actividades para el mantenimiento y proponer mejoras a la “Red de Agua Potable de Lagunillas Ltda.” Ubicada a 18 km al sur de Casablanca, camino a San Antonio por la ruta G-962-F, en la región de Valparaíso, Chile, con el objetivo de ofrecer un mejor servicio a los usuarios de la red, minimizando las fallas inesperadas en el sistema y mejorando los tiempos de reparación que ocurran.

Primero se hace un levantamiento de todos los equipos involucrados en la red, recopilando información técnica y definiendo su rol en la red. Se recopila información para la confección de un plano de la red de todas las tuberías con sus respectivos diámetros y definiendo la ubicación de equipos y componentes. La dimensión de la red es de aproximadamente de 7000 m, con aproximadamente 240 usuarios.

Posteriormente se realiza una descripción del mantenimiento actual de la red y luego se describen las fallas que han tenido equipos y componentes de la red para dar pie a un análisis de criticidad el cual da como equipos y componentes críticos a:

- Cañería matriz
- Bomba sumergida Pedrollo 4SR8/17
- Bomba dosificadora de cloro Prominent Bt5b

Posteriormente se realiza un plan de mantenimiento para los equipos y componentes de la red. Para ello primero se sectoriza la red, luego se hace un inventario de los equipos que participan en el mantenimiento de la red (Bomba sumergida, válvula de retención, válvulas de compuerta, bomba dosificadora de cloro, macromedidor, estanque de regulación), posteriormente se codifican los equipos y las actividades de mantenimiento, se hacen formatos de registro de información para el mantenimiento (Ficha técnicas, hojas de vida de equipos, verificación de parámetros etc.) y finalmente se describen por equipo, las actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia. En las actividades de mantenimiento también se incluyen algunos elementos y equipos producto de las mejoras propuestas.

Además se hacen las propuestas de mejora de la red fundamentadas en las problemáticas existentes y requerimientos para la entrega de un mejor servicio, las cuales son las siguientes:

- Reemplazo de la tubería matriz
- Instalación y reemplazo de válvulas de corte
- Instalación de válvulas de purga
- Instalación de manómetros
- Instalación de un medidor de caudal instantáneo

Finalmente se hace un análisis de factibilidad financiera, obteniendo los costos de las mejoras, los costos de implementación para el mantenimiento y además las utilidades de la red para solventar los costos de las mejoras y el mantenimiento.

El costo total de las mejoras es de 734,71 UF (\$ 19.580.699 CLP).

El costo de la implementación del mantenimiento es de 78,053 UF (\$ 2.080.201 CLP).

El costo total del proyecto es de 812,763 UF (\$ 21.660.900).

Las utilidades anuales de la red son de 660,72 UF (\$ 17.542.814)

La implementación del mantenimiento puede ahorrar hasta un 70% los costos de reparación anual en las fallas que se producen en la red.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS DEL PROYECTO

CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Contexto en el que se desarrolla el proyecto

1.1.2. Problemática a resolver

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS

1.2.1. Descripción del proceso productivo de la red

1.3.5. Horas de funcionamiento de la bomba y Consumo de agua de la red

1.3. Descripción de los equipos e instalaciones

1.3.1. Bomba de impulsión Pedrollo serie 4SR

1.3.2. Grupo Electrógeno

1.3.3. Bomba clorificadora

1.3.4. Válvula de retención Check

1.3.5. Medidor de caudal

1.3.6. Válvulas de corte

1.3.7. Interruptor de nivel

1.3.8. Pozo Profundo

1.3.9. Estanque de regulación

CAPITULO 2: ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE

2.1 MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

2.1.1. Mantenimiento en estanque y bomba dosificadora de cloro

2.2 ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO EN LA RED DE AGUA POTABLE

2.2.1. Definición del alcance del mantenimiento para la red de agua potable

2.2.2. Metodologías para el análisis de fallas en la red

2.2.2.1. Principio de Pareto

2.2.2.2. El análisis de criticidad

2.2.3. Registro de fallas en la red de agua potable

2.3. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE FALLAS EN LA RED

2.3.1. Diagrama de Pareto

2.3.2. Análisis de criticidad

CAPITULO 3: PROPUESTAS DE MEJORA Y PLANES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA RED DE AGUA POTABLE

3.1 PROPUESTAS DE MEJORA A LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

3.1.1. Cambio de matriz principal

3.1.2. Instalación y reemplazo de válvulas de corte

3.1.3. Instalación de válvulas de purga aire

3.1.4. Instalación de manómetros

3.1.5. Instalación de un medidor de caudal instantáneo

3.2. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

3.2.1. Sectorización de la red

3.2.2. Registro de equipos y componentes involucrados en el plan de Mantenimiento

3.2.3. Asignación de un código a cada componente y equipo de la red

3.2.5. Diseño de sistemas de registro de datos

3.2.5.1. Ficha técnica

3.2.5.2. Hoja de vida.

3.2.5.3. Ficha de verificación de parámetros electrobomba sumergible

3.2.6. Actividades de mantenimiento para los equipos y componentes de la red

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

4.1. COSTOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

4.1.1. Costos de materiales y equipos

4.1.2. Costo de la mano de obra de las mejoras a la red

4.1.3. Costo total de las mejoras

4.2. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA RED

4.2.1. Costo de herramientas para el mantenimiento

- 4.2.2. Costo de los insumos involucrados en el mantenimiento
- 4.2.3. Costo de repuestos de los equipos involucrados en el mantenimiento de la red
- 4.2.4. Costo de la capacitación para el mantenimiento en la red
- 4.2.5. Costo total de la implementación del mantenimiento

- 4.3. ANALISIS DE LAS FINANZAS DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS Y COSTO TOTAL DEL PROYECTO
- 4.3.1. Utilidades de la red durante el periodo de un año.
- 4.3.2. Análisis final de los costos del proyecto
- 4.3.3. Beneficios económicos de la implementación de las mejoras y el mantenimiento en la red

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I: CALCULO DEL TAMAÑO DE LAS VÁLVULAS DE PURGA DE AIRE

ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

ANEXO III: INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO

ANEXO IV: PLANOS DE LA RED

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Mapa de ubicación de la localidad de Lagunillas

Figura 1-2. Trazado de la red de Agua potable a finales de 1960 en un mapa actual

Figura 1-3. Trazado actual de la red de agua potable

Figura 1-4. Tubería de Rocalit retirada por falla en la red

Figura 1-5. Reparación de una filtración y reemplazo de tubería de Rocalit.

Figura 1-6. Macromedidor que sale desde el pozo al estanque

Figura 1-7. Diagrama de flujo del proceso productivo de la red de agua potable de lagunillas

Figura 1-8. Pozo Profundo de la red

Figura 1-9. Inyección de cloro a la tubería de impulsión

Figura 1-10. Estanque de regulación enterrado en el cerro

Figura 1-11. Medidor de caudal domiciliario

Figura 1-12. Contador de horas de funcionamiento de la bomba en el pozo

Figura 1-13. Componentes de la bomba de impulsión

Figura 1-14. Estructura de un grupo electrógeno

Figura 1-15. Grupo electrógeno Lureye SDMO T22K

Figura 1-16. Bomba clorificadora de dosificación magnética

Figura 1-17. Vista interior válvula de retención de columpio

Figura 1-18. Esquema simplificado medidor de turbina

Figura 1-19. Macromedidores SENSUS WS-dynamic 80, Meinecke BMF series 3”, Raphael Raf meter RMI DN50

Figura 1-20. Válvula de compuerta cierre elastomérico

Figura 1-21. Interruptor de nivel tipo flotador

Figura 1-22. Esquema del sistema de impulsión de la red de agua potable

Figura 1-23. Estanque de regulación semi enterrado en el cerro

Figura 1-24. Dimensiones del estanque de regulación de la red de agua potable

Figura 2-1. Bomba clorificadora con mecanismo de succión desarmado para su mantenimiento

Figura 2-2. Estanque de regulación

Figura 2-3. Matriz de criticidad

Figura 3-1. Trazado matriz a reemplazar en la Red de Agua Potable de Lagunillas

Figura 3-2. Acometida domiciliaria de la Red de Agua Potable de Lagunillas

Figura 3-3. Instalación de válvulas de corte en derivaciones a submatrices para sectorizar la red

Figura 3-4. Instalación de válvulas de corte a cierta distancia para sectorizar la red

Figura 3-5. Sector en donde se encuentran las válvulas en el estanque de regulación

Figura 3-6. Válvulas a reemplazar en el estanque de regulación

Figura 3-7. Sector donde se encuentra la válvula de compuerta a reemplazar

Figura 3-8. Válvula de compuerta a reemplazar

Figura 3-9. Esquema constructivo de la cámara de alojamiento de las válvulas

Figura 3-10. Dosificación para cementos Bío Bío no controlados

Figura 3-11. Sectores en donde se recomienda la instalación de válvulas de purga

Figura 3-12. Válvula de bola conectada a la válvula de purga de aire

Figura 3-13. Instalación de la válvula de purga de aire a la salida de la bomba

Figura 3-14. Sector de la instalación de las válvulas de purga de aire en el estanque

Figura 3-15. Instalación de las válvulas de purga desde el estanque aguas abajo

Figura 3-16. Instalación de manómetro en la sección de impulsión de la red

Figura 3-17. Sector en donde se sugiere la instalación de un manómetro a la bajada del estanque

Figura 3-18. Medidor de flujo electromagnético

Figura 3-19. Sectorización de la red, sector la Palmilla

- Figura 3-20. Sectorización de la red, sur de Lagunillas e impulsión de la red
- Figura 3-21. Sectorización de la red, sector camino maitenes y sector centro, norte de Lagunillas
- Figura 3-22. Formato de ficha técnica de equipos de la red
- Figura 3-23. Formato de hoja de vida de equipos de la red
- Figura 3-24. Formato de Instructivo de actividad de mantenimiento de equipos
- Figura 3-25. Formato de ficha de verificación de parámetros de funcionamiento de la electrobomba

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Tiempo promedio de funcionamiento de la bomba y producción de agua
- Tabla 1-2. Especificaciones y características de la bomba
- Tabla 1-3. Materiales de los componentes de la bomba
- Tabla 1-4. Características técnicas del motor de combustión del grupo electrógeno
- Tabla 1-5. Características técnicas de bomba de dosificación magnética
- Tabla 2-1. Criterios de evaluación de las fallas para el análisis de criticidad
- Tabla 2-2. Registro de fallas en la Red de Agua Potable de Lagunillas
- Tabla 2-3. Total de fallas por componente o equipo
- Tabla 2-4. Frecuencia de fallas por componente o equipo
- Tabla 2-5. Total de fallas y costo de reparación por componente o equipo
- Tabla 2-6. Fallas anuales por componente o equipo
- Tabla 2-7. Consecuencias según criterios de evaluación de criticidad
- Tabla 2-8. Intervalos de los niveles para definir la criticidad
- Tabla 2-9. Resultados del nivel de criticidad en componentes y equipos de la Red de Agua Potable de Lagunillas
- Tabla 3-1. Cantidad de componentes a utilizar en el reemplazo del de la matriz
- Tabla 3-2. Cantidad de materiales necesarios para la construcción de las cámaras e instalación
- Tabla 3-3. Cantidad de materiales necesarios para el reemplazo e instalación de las válvulas de compuerta
- Tabla 3-4. Componentes necesarios para la instalación de las válvulas de purga
- Tabla 3-5. Componentes necesarios para la instalación manómetros
- Tabla 3-6. Componentes necesarios para la instalación de un medidor de caudal
- Tabla 3-7. Codificación de los sectores pertenecientes a la red
- Tabla 3-8. Inventario de los equipos que constituyen la red de agua potable
- Tabla 3-9. Equipos que se instalan producto de las mejoras

Tabla 3-10. Codificación de los equipos de la Red de Agua Potable Lagunillas
Tabla 3-11. Codificación de nuevos equipos de la Red de Agua Potable Lagunillas
Tabla 3-12. Actividades de naturaleza mecánica
Tabla 3-13. Actividades de limpieza
Tabla 3-14. Actividades de verificación y control
Tabla 3-15. Actividades de mantenimiento para válvulas de compuerta marca VAG, Talmet y Prosera
Tabla 3-16. Actividades de mantenimiento para válvulas de compuerta marca Dun An Redstar
Tabla 3-17. Actividades de mantenimiento bomba de dosificación de cloro
Tabla 3-18. Actividades de mantenimiento para la electrobomba sumergible del pozo profundo
Tabla 3-19. Actividades de mantenimiento para la válvula de retención
Tabla 3-20. Actividades de mantenimiento macromedidor
Tabla 3-21. Actividades de mantenimiento para estanque de regulación
Tabla 3-22. Actividades de mantenimiento para válvulas de purga automática y trifuncional A.R.I
Tabla 3-23. Actividades de mantenimiento válvulas de bola en las válvulas de purga
Tabla 3-24. Actividades de mantenimiento para medidor de caudal o flujo electromagnético
Tabla 4-1. Costo de los materiales para el reemplazo de la tubería matriz
Tabla 4-2. Costos de instalación de las nuevas válvulas de corte
Tabla 4-3. Costo de materiales y componentes para la instalación de las válvulas de purga
Tabla 4-4. Costo de componentes para la instalación de manómetros
Tabla 4-5. Costo de materiales y componentes en instalación del medidor de caudal
Tabla 4-6. Costo total de materiales y componentes para las mejoras a la red
Tabla 4-7. Número de horas hombre en la implementación de mejoras a la red
Tabla 4-8. Número de horas hombre y horas máquina en la implementación de mejoras a la red
Tabla 4-9. Costo total de la mano de obra en UF
Tabla 4-10. Costo total de la implementación de mejoras a la red
Tabla 4-11. Costo de las herramientas para el mantenimiento de la red
Tabla 4-12. Costo de los insumos para el mantenimiento de la red
Tabla 4-13. Costo de los repuestos para válvula VAG DN50
Tabla 4-14. Costo de los repuestos para válvula VAG DN80
Tabla 4-15. Costo de los repuestos para válvula DUN AN DN50
Tabla 4-16. Costo de los repuestos para válvula DUN AN DN80

Tabla 4-17. Costo de los repuestos para válvula PROSERSA DN50

Tabla 4-18. Costo de los repuestos para válvula TALMET DN80

Tabla 4-19. Costo de los repuestos para Bomba dosificadora de cloro PROMINENT

Tabla 4-20. Costo de los repuestos para Válvula de retención

Tabla 4-21. Costo de los repuestos para Macromedidores SENSUS, RAPHAEL Y MEINECKE

Tabla 4-22. Costo de los repuestos de estanque de regulación

Tabla 4-23. Costo de los repuestos de Válvulas de purga A.R.I

Tabla 4-24. Costo de los repuestos del medidor de flujo electromagnético

Tabla 4-25. Costos totales de los repuestos para el mantenimiento de la red

Tabla 4-26. Costo de la capacitación del operador en UF

Tabla 4-27. Costo total de la implementación de mejoras a la red

Tabla 4-28. Utilidades de la red en el periodo de un año

Tabla 4-29. Costos totales del proyecto

Tabla 4-30. Gastos actuales en el mantenimiento y gastos con la implementación del nuevo mantenimiento

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 2-1. Diagrama de Pareto de las fallas en la red de agua potable de lagunillas

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el agua potable es un bien de primera necesidad, por lo cual el servicio de abastecimiento de agua debe entregarlo de manera óptima, eficiente y sin complicaciones. Para cumplir con estas afirmaciones este proyecto está implementado en la “COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.”.

Durante los más de 50 años que lleva operando la red, esta jamás ha tenido un programa de mantenimiento y solo se reacciona cuando se genera una falla en la red. Además, durante los últimos años han ocurrido bastantes fallas en la red como la rotura excesiva de la matriz principal, deterioro de los equipos, como válvulas y otras instalaciones. Como se menciona anteriormente, la matriz de la red está fallando mucho debido a su antigüedad ya que está construida en Rocalit, un fibrocemento que ya ha sido discontinuado hace varios años el cual ya ha cumplido con su vida útil, provocando fallas e interrumpiendo el servicio por largas horas. Al producirse una falla, se debe cortar el servicio en toda la red debido a que existen pocas válvulas de corte que sectorizan la red. También existe un problema de desfase entre la cantidad de agua que impulsa la bomba y la que miden los medidores domiciliarios, produciéndose así una pérdida para red.

Debido a toda esta problemática se hace necesario implementar un plan de mantenimiento y una propuestas de mejora para minimizar los efectos que ha tenido los años de descuido y casi nulo mantenimiento.

Este proyecto se desarrolla en primer lugar describiendo la red en varios aspectos como los equipos y componentes que existen instalados, su proceso productivo, sus instalaciones y su administración. Luego analizan las fallas que ocurren en la red por medio de análisis por gráficos de Pareto, análisis de criticidad para ver cuáles son los equipos y componentes en los cuales se debe poner atención para el mantenimiento y además generar propuestas de mejora acordes a estos análisis. Después se exponen las propuestas de mejora, fundamentadas en los problemas que existen en la red. Luego se realiza el plan de mantenimiento de la red, en donde se sectoriza la red, se codifican los equipos y componentes que se involucran en el mantenimiento, se crean fichas técnicas de los equipos y formatos para la recopilación de información útil para el mantenimiento y al final se detallan las actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia para cada equipo.

Finalmente se hace un análisis de todos los costos involucrados en las mejoras y la implementación del mantenimiento evaluando si la red es capaz de solventar estos gastos y así actualizarla mejorando en gran medida la entrega de este servicio.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo general

Elaborar planes y presentar las bases para el mantenimiento del sistema de distribución de agua potable, que permita disminuir los tiempos en cortes de servicio, anticipándose a las futuras fallas en el sistema y aumentando la vida útil de esta.

Objetivos específicos

- Describir, en cuanto a equipos e instalaciones, la situación actual de la red de distribución del agua potable Lagunillas, para dimensionar los alcances del proyecto.
- Analizar la situación actual de las fallas y el mantenimiento en la red con el propósito de definir los equipos más críticos del sistema.
- Planificar actividades para el mantenimiento, eficientes en la reparación de la red tanto correctiva como preventiva y realizar las propuestas de mejoras a la red.
- Realizar un análisis económico del proyecto para ver la factibilidad de la implementación en la Red de Agua Potable de Lagunillas.

CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA
RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

1. **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS**

1.1 **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

1.1.1. Contexto en el que se desarrolla el proyecto

El proyecto se desarrolla e implementa en la “COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.”. Ubicada en el pueblo de Lagunillas a 18 Km al sur de Casablanca camino a San Antonio por la ruta G-962-F, en la región de Valparaíso, Chile (véase figura 1-1.).



Fuente: <https://www.google.cl/maps/place/Lagunillas>

Figura 1-1. Mapa de ubicación de la localidad de Lagunillas

1.1.2. Problemática a resolver

En el pueblo de lagunillas, existe la Cooperativa de Servicio de Agua Potable de Lagunillas Ltda., la que fue fundada en 1968 con aproximadamente 70 usuarios, por lo cual sus instalaciones cumplirán casi 50 años. Actualmente tiene alrededor de 230 usuarios por lo que desde hace tiempo se piensa en hacer mejoras debido al crecimiento de esta (véase figuras 1-2 y 1-3) y adaptarse a las tecnologías actuales para entregar una mejor calidad de servicio.



Fuente: <https://www.google.cl/maps>

Figura 1-2. Trazado de la red de Agua potable a finales de 1960 en un mapa actual



Fuente: <https://www.google.cl/maps>

Figura 1-3. Trazado actual de la red de agua potable

Uno de los principales problemas de la red y en la cual se invierten muchos recursos es en la reparación de las antiguas tuberías de Rocalit (véase figura 1-4), la cual, es una antigua tubería de fibrocemento que para su construcción se ocupaba Asbesto, mineral que hoy es considerado cancerígeno. Estas tuberías que componen la mayoría del casco histórico del pueblo de lagunillas (véase figura 1-2), son las que presentan muchos inconvenientes ya que son demasiado antiguas y se rompen con más facilidad que las actuales de PVC, y por lo tanto provocan bastantes cortes en el servicio, los cuales no se pueden avisar con antelación. Otro problema que existe es, que en la red de agua potable existe solo una persona encargada del mantenimiento, por lo tanto a la hora de que se presenta cualquier falla se está limitando a la velocidad de trabajo de esta persona para la reparación del problema. Si la falla es mayor se debe contratar servicios adicionales para resolver de esta (véase figura 1-5). Además cuando existen fallas en las tuberías y se debe cortar el servicio, este se debe cortar a gran parte de toda la comunidad ya que existen muy pocas llaves de corte que sectoricen la red.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-4. Tubería de Rocalit retirada por falla en la red



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-5. Reparación de una filtración y reemplazo de tubería de Rocalit

Otro problema que se debe abordar es el desfase de consumo que mide el macromedidor en la salida de la bomba (véase figura 1-6) y el consumo que marcan los medidores domiciliarios, con el cual se hace la facturación de la cuenta de cada usuario, el macromedidor principal indica que en promedio no se facturan aproximadamente 30.000 litros de agua, por lo que se puede inferir que existe una fuga en las tuberías que no ha sido detectada o existen medidores domiciliarios con posibles fallas o el mismo macromedidor no está midiendo de manera incorrecta el consumo total de agua, a raíz de esto es que se debe investigar las posibles causas para resolver este problema.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-6. Macromedidor que sale desde el pozo al estanque

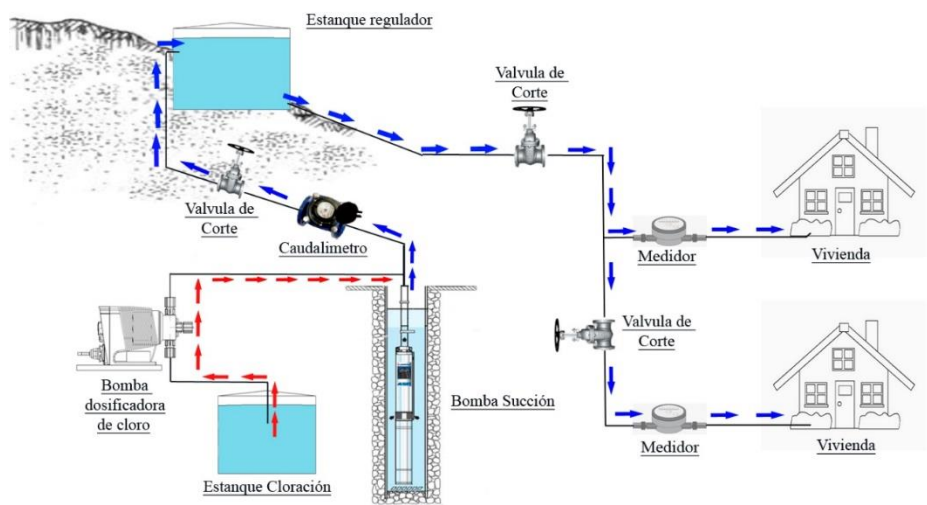
Además de lo dicho anteriormente, se hace necesario hacer un levantamiento de planos de las conexiones, de la red de impulsión y de distribución de agua, en la cual en los últimos años ha aumentado bastante el número de usuarios, y en la red no se ha llevado un registro de los trazados recorridos por las tuberías, lo cual facilitaría las ubicaciones de las fallas y a su vez el mantenimiento de estas mismas.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS

1.2.1. Descripción del proceso productivo de la red

El proceso comienza en la caseta de control, donde se encuentra el sistema de control y seguridad de la bomba la que incluye los relé térmicos, el grupo electrógeno, el sistema de clorificación y a un costado se encuentra el pozo profundo, que en su interior

aloja a la bomba y en la superficie se encuentra la válvula de retención además del macromedidor.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-7. Esquema del proceso productivo de la red de agua potable de lagunillas



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-8. Pozo Profundo de la red

Al salir el agua desde el pozo, inmediatamente el cloro es inyectado a la tubería por medio de una pequeña manguera de plástico con válvula anti retorno (véase figura 1-9.), desde ahí pasa por macromedidor (véase figura 1-6) y el agua es conducida por la matriz de impulsión al estanque de regulación que esta semi enterrado en el cerro a unos 210 metros sobre el nivel del mar o unos 23 metros de altura con respecto a la caseta de control.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-9. Inyección de cloro a la tubería de impulsión

El estanque de regulación, de 50 m³ de capacidad es el encargado de abastecer la demanda de agua del pueblo y entregar la presión constante de trabajo. Una vez lleno el estanque, la bomba se detiene por medio de un interruptor de nivel tipo flotador, la vuelve a encender cuando este se vacía hasta cierto límite.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-10. Estanque de regulación enterrado en el cerro

Desde ahí la tubería matriz se devuelve cerro abajo y reparte el agua en las sub-matrices.

Finalmente el agua que llega de sub-matrices es distribuida a los hogares pasando por el medidor domiciliario (véase figura 1-11.), estando lista para el consumo del usuario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-11. Medidor de caudal domiciliario

1.3.5. Horas de funcionamiento de la bomba y Consumo de agua de la red

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es el consumo de agua, el cual determinará las horas de funcionamiento de la bomba. Para ello la red cuenta con un contador de tiempo (véase figura 1-12) que lleva la cuenta en horas que está encendida la bomba y un medidor de caudal en la salida del pozo ya antes mencionado (véase figura 1-6).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-12. Contador de horas de funcionamiento de la bomba en el pozo

En la siguiente tabla se muestra un control del consumo y las horas promedio en que la bomba funciona.

Tabla 1-1. Tiempo promedio de funcionamiento de la bomba y producción de agua.

Años 2015 a 2016										
				Macro medidor	Contador de tiempo	Macro medidor	Contador de tiempo	Contador de tiempo	Macro medidor Lts/día	Bomba litros por minuto
	Mes	Mes	Días	m ³	Horas	m ³ x mes	Hrs x mes	Hrs x día	Prom x día	Prom x día
1	31-12-2014	Enero	31	105158	11759	5911	592	19,1	190677	166
1	31-01-2015			111069	12351					
2	31-01-2015	Febrero	28	111069	12351	5162	520	18,6	184357	165
2	28-02-2015			116231	12871					
3	28-02-2015	Marzo	31	116231	12871	5416	548	17,7	174710	165
3	31-03-2015			121647	13419					
4	31-03-2015	Abril	30	121647	13419	5135	519	17,3	171167	165
4	30-04-2015			126782	13938					
5	30-04-2015	Mayo	31	126782	13938	4559	459	14,8	147065	166
5	31-05-2015			131341	14397					
6	31-05-2015	Junio	30	131341	14397	4598	464	15,5	153267	165
6	30-06-2015			135939	14861					
7	30-06-2015	Julio	30	135939	14861	4422	444	14,8	147400	166
7	30-07-2015			140361	15305					
8	30-07-2015	Agosto	31	140361	15305	4174	413	13,3	134645	168
8	31-08-2015			144535	15718					
9	31-08-2015	Septiembre	30	144535	15718	4358	431	14,4	145267	169
9	30-09-2015			148893	16149					
10	30-09-2015	Octubre	31	148893	16149	4506	447	14,4	145355	168
10	31-10-2015			153399	16596					
11	31-10-2015	Noviembre	30	153399	16596	5365	536	17,9	178833	167
11	30-11-2015			158764	17132					
12	30-11-2015	Diciembre	31	158764	17132	5636	572	18,5	181806	164
12	31-12-2015			164400	17704					
13	31-12-2015	Enero	31	164400	17704	5234	536	17,3	168839	163
13	31-01-2016			169634	18240					
14	31-01-2016	Febrero	29	169634	18240	5297	549	18,9	182655	161
14	29-02-2016			174931	18789					

Fuente: Cooperativa de agua potable Lagunillas LTDA

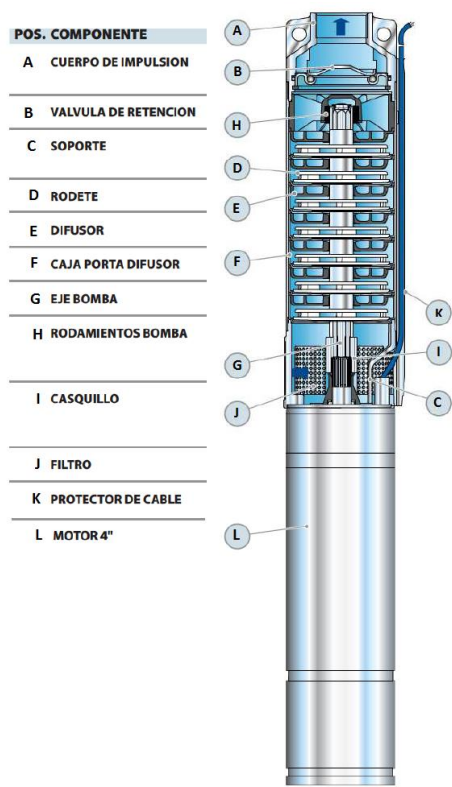
De la tabla anterior se puede inferir que en la época de verano es cuando aumenta el consumo de agua en la red, por lo tanto es donde funciona la bomba con mayores exigencias de servicio, también se puede calcular indirectamente un dato que es muy importante, el caudal que está entregando la bomba.

1.3. **DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES**

1.3.1. **Bomba de impulsión Pedrollo serie 4SR**

Esta es una bomba sumergible dispuesta en posición vertical, lo que permite tener una fuerza de elevación significativa. La bomba sumergible PEDROLLO serie 4SR cuenta con un cuerpo de impulsión de acero inoxidable ideal para bombear aguas limpias con un contenido de arena no superior a 150 g/m³.

La bomba para su funcionamiento cuenta con una serie de componentes ensamblados en un cuerpo (véase figura 1-19.), cada uno de estos tienen una función para así finalmente realizar la tarea para la cual fue construida la bomba.



Fuente: Catalogo Bomba-SERIE-4SR-8-17 PEDROLLO

Figura 1-13. Componentes de la bomba de impulsión

La tabla 1-2. Muestra las especificaciones generales y características de la bomba PEDRLLO serie 4SR.

Tabla 1-2. Especificaciones y características de la bomba

Datos Técnicos y especificaciones generales	
Caudal	375 l/min – 22.5 m³/h
Altura manométrica	405 m
Profundidad de utilizo bajo nivel del agua	100 m
Temperatura máxima fluido	+35°C
Contenido de arena máximo	150 g/m³
Funcionamiento	Vertical
Arranques/ hora	20 con intervalos regulares
Flujo de enfriamiento motor	8 cm/s mínimo
Motor eléctrico	
Monofásica	230 V – 50 Hz
Trifásica	400 V – 50 Hz
Cables de alimentación	

Fuente: Catalogo Bomba-SERIE-4SR-8-17PEDROLLO

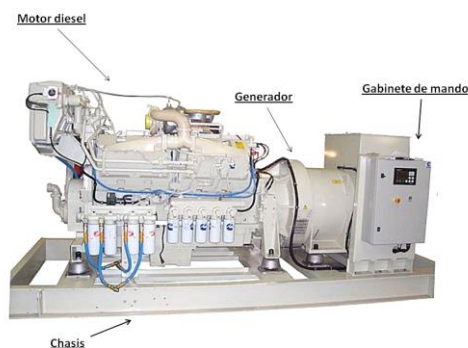
Tabla 1-3. Materiales de los componentes de la bomba

Componente	Características constructivas
Cuerpo de impulsión	Acero inoxidable micro fundido AISI 304 dotado de boca de impulsión roscado ISO 228/1
Válvula de retención	Acero inoxidable AISI 304
Soporte	Acero inoxidable AISI 304
Rodete	Lexan 141-R
Difusor	Noryl GFN2V
Caja porta difusor	Acero inoxidable AISI 304
Eje bomba	Acero inoxidable AISI 304
Rodamiento bomba	Parte fija en tecno polímero especial y parte rotatoria en acero inoxidable AISI 316 revestida de óxido de cromo para resistir la arena
Casquillo	Acero inoxidable AISI 316L
Filtro	Acero inoxidable AISI 304
Protector de cable	Acero inoxidable AISI 304
Motor 4”	4PD = “PEDROLLO”

Fuente: Catalogo Bomba-SERIE-4SR-8-17PEDROLLO

1.3.2. Grupo Electrónico

Un grupo electrógeno es un conjunto de motor con generador que transforma la energía térmica de un combustible a energía mecánica y esta a su vez mediante inducción electromagnética en un generado se transforma a energía eléctrica.

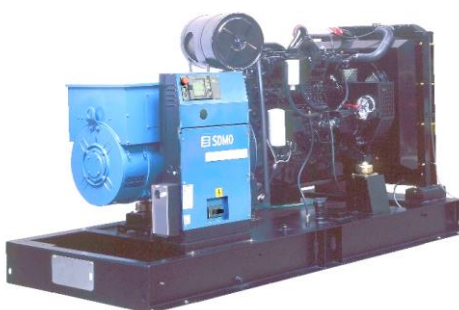


Fuente: www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/12/Partes-de-un-Generador.jpg

Figura 1-14. Estructura de un grupo electrógeno

Los grupos electrógenos se componen por diversas piezas que forman un conjunto (véase figura 1-14.), tenemos cuatro partes que son las principales para el funcionamiento del equipo.

El sistema cuenta con un grupo electrógeno Lureye SDMO modelo T22K. Este grupo electrógeno es estacionario y cuenta con un motor diésel marca MITSUBISHI que mueve un generador marca MECC ALTE. A continuación, se ven los datos técnicos del grupo electrógeno Luyere, el cual está instalado en la red.



Fuente: www.lureychile.cl/crm/sln/lureye/productos/0v001_18132_d330.jpg

Figura 1-15. Grupo electrógeno Lureye SDMO T22K

Tabla 1-4. Características técnicas del motor de combustión del grupo electrógeno.

Datos Generales	Modelo de motor	MITSUBISHI S4Q2-SD
	Disposición de los cilindros	L
	Desplazamiento (C.I)	2.51
	Diámetro (mm) x Carrera (mm)	88 x 103
	proporción de compresión	22: 1
	Velocidad (RPM)	1500
	Velocidad del pistón (m/s)	5.15
	Frecuencia de regulación (%)	2.5
	BMEP (bar)	6.93
	Tipo de regulación	Mecánica
Sistema de escape	Emanaciones de gas (L/s)	74
Consumos	110% de la carga (L/h)	6.8
	100% de la carga (L/h)	6.2
	75% de la carga (L/h)	4.7
	50% de la carga (L/h)	3.4
	Caudal de la bomba de combustible al máximo (L/hr)	36

Fuente: http://www.lureychile.cl/crm/sln/lureye/archivosrelacionados/0v003_19301_fichatcnicat.pdf

1.3.3. Bomba clorificadora

Esta bomba tiene como objetivo inyectar una cantidad de cloro al fluido para poder eliminar las bacterias que pueden existir en este. Esto lo hace mediante una bomba de diafragma o membrana.

Para realizar la carga y descarga de fluido la membrana debe tener un movimiento ascendente y descendente. La bomba utilizada en el sistema realiza este movimiento de forma magnética. Mediante una bobina y un vástago de metal. Cuando la bobina se energiza esta produce un campo magnético atrayendo el vástago y moviendo la membrana y al des energizarse vuelve el vástago a su posición inicial. Así se produce el movimiento y la bomba succiona e inyecta el cloro necesario al fluido.

La bomba BT5b genera una presión interna de 10 bar, el caudal que genera es de 6.8 l/h e inyecta cloro al fluido a una razón de 180 pulsos/min. Su cabezal de inyección está fabricado de PVDF (Poli fluoruro de vinilideno).



Fuente:

www.prominent.cl/PortalData/1/Recursos/products/metering_pumps/mechanically_actuated_diaphragm/solenoid_driven/beta/P_Beta_B.jpg

Figura 1-16. Bomba clorificadora de dosificación magnética

Tabla 1-5. Características técnicas de bomba de dosificación magnética

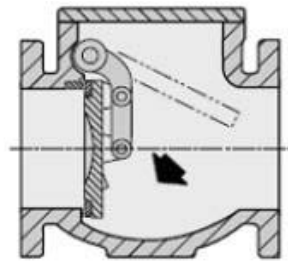
Modelo		BT5B1008PVT
Fuente de poder	Voltaje	100- 230 V
	Frecuencia	50/60 Hz
	Potencia	20.3 W
	Intensidad	0.74 – 0.31 A
Sistema dosificación	Caudal	6.8 l/h
	Presión	10 Bar
	Frecuencia inyección	180 impulsos/min
	Tamaño de conexión	8 x 5 mm
Materiales Construcción	Cabezal dosificador	PVDF
	Conexión de aspiración e impulsión	PDVF
	Juntas	PTFE
	Bolas	Cerámica

Fuente: Catalogo Bomba de dosificación magnética Beta® b BT4b y BT5b

1.3.4. Válvula de retención Check

Esta tiene como propósito impedir una inversión de la circulación de un fluido que circule por esta. Su accionamiento es automático, funciona sin controles externos y depende para su funcionamiento el sentido de circulación y las presiones del sistema. Está en un sentido de circulación abre la válvula, y al inverso esta se cierra. Existen tres tipos básicos de válvulas de retención; Válvula de retención de columpio, de elevación y de mariposa.

Esta es una válvula usada comúnmente que contiene una bisagra en la parte superior de un disco que se desplaza unos 90°. El disco puede llevar un contrapeso exterior, un sistema amortiguador o ambos. En su posición totalmente abierta, el disco abre 90°, por lo tanto, tiene un desplazamiento muy largo, sobre todo en diámetros mayores.



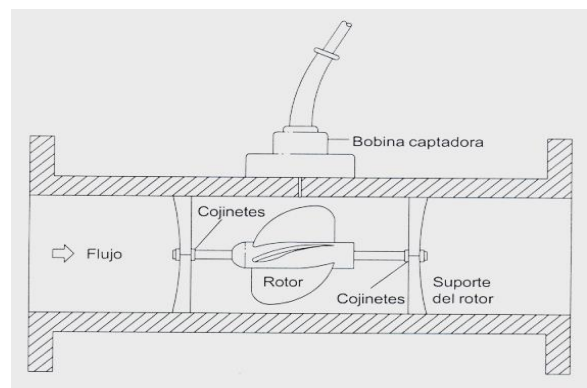
Fuente: Guía de selección válvula de retención, Urbaca.

Figura 1-17. Vista interior válvula de retención de columpio

1.3.5. Medidor de caudal

El medidor de caudal también llamado caudalímetro, medidor de flujo o flujómetro, es un instrumento de medición del gasto volumétrico de un fluido. El medidor de caudal instalado en la red es del tipo turbina.

El medidor de turbina está constituido por un juego de paletas o aspas acoladas a un eje las cuales giran cuando pasa un fluido a través de ellas. La velocidad a la cual giran estas aspas es proporcional a la velocidad del flujo, como se conoce el área por donde pasa el flujo y se tiene la velocidad del fluido, con esto se determina el caudal que pasa por el medidor.



Fuente: www.monografias.com/trabajos106/curso-vapor-medida-caudal-vapor-instalaciones-industriales/image025.png

Figura 1-18. Esquema simplificado medidor de turbina

Estos medidores no miden el caudal de forma directa, por esto se consideran medidores de tipo indirecto, ya que miden el caudal a partir de la velocidad del flujo que pasa por el conducto. El principio y obtención de la medición se logra con base en la proporcionalidad que existe entre el número de revoluciones o vueltas que dan las aspas, y la velocidad del fluido que se transporte. La velocidad que adquieren las aspas al contacto con el fluido se transmite en un sistema de pulsos eléctricos que la transforman directamente en información equivalente a volúmenes o registros de caudal.

Los macromedidores instalados en la red son de diámetro nominal 50 y 80 mm y además son de las siguientes marcas, las cuales se detallan en la siguiente imagen:



Fuente: Catalogo SENSUS WS-dynamic, Catalogo Meinecke WP/ Dynamic / BMF Series - Turbine Water Meters, Catalogo Raphael removable measuring uunit irrigation water meter

Figura 1-19. Macromedidores: SENSUS WS-dynamic 80, Macromedidor Meinecke BMF series 3”, Macromedidor Raphael Raf meter RMI DN50

1.3.6. Válvulas de corte

Las válvulas que están dispuestas en toda la red de agua potable de Lagunillas son del tipo de compuerta. Su principio de funcionamiento es abrir o levantar una compuerta o cuchilla para permitir el libre paso de fluidos. Estas se diferencian por tener un sello, el cual se logra mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas. La compuerta o cuchilla puede ser redonda o rectangular. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña.

Estas son utilizadas comúnmente cuando se necesita un caudal de fluido rectilíneo, así como una restricción mínima al paso del mismo.



Fuente: http://www.betaplast.si/content_images/hydroline.jpg

Figura 1-20. Válvula de compuerta cierre elastomérico

Las válvulas instaladas en la red son de 50 mm y 80 mm de diámetro nominal y son de diversas marcas: VAG, TALMET, Dun An, Prosera, etc.

1.3.7. Interruptor de nivel

Un interruptor de nivel es un dispositivo que, instalado sobre un tanque u otro recipiente en que hay almacenamiento de sólidos o líquidos, permite discriminar si la altura o nivel que el material o elemento almacenado alcanza o excede un nivel predeterminado. Al producirse dicha condición, este dispositivo cambia de estado y genera una acción que evita que el nivel siga subiendo.

El Interruptor de nivel instalado en la red sirve para diferentes líquidos (agua potable, agua de riego, etc.) en estanques abiertos y cerrados. Sirve para señalización de niveles, conectar bombas, válvulas de descarga, etc. El instrumento flota en el líquido y el nivel de conexión y desconexión se ajusta con el peso colocado en el cable.

- Está construido de Moplen
- Soporta presiones de hasta 5 Bar
- Contactos de 10 A, y soporta 250 Volts en corriente alterna.
- Entrega la flexibilidad de tener dos tipos de conexión; NA (normalmente abierto) y NC (normalmente cerrado).
- Contiene un cable de 3 mts. de largo.
- Capaz de soportar una temperatura máxima del fluido hasta unos 50°C



Fuente: <http://www.veto.cl>

Figura 1-21. Interruptor de nivel tipo flotador

1.3.8. Pozo Profundo

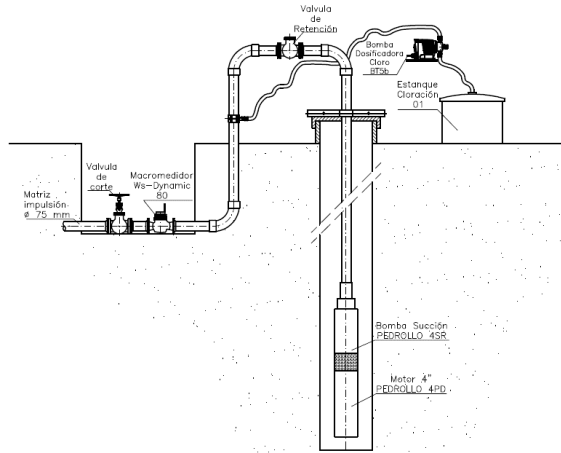
El pozo profundo es parte fundamental de la red ya que es el que abastece de agua a la red. La construcción de este pozo fue terminada en 1968 y puesto en marcha el mismo año, tiene una profundidad total de 35 metros pero la bomba está dispuesta a 26 metros de profundidad. El pozo esta encamisado por un tubo de acero el cual tiene un diámetro de 12 pulgadas. La tubería de impulsión tiene un diámetro de 3 pulgadas y está hecha de Rocalit.

En el pozo hay dos niveles especiales:

El nivel estático: es el nivel en que se encuentra el agua cuando no se ha iniciado extracción de agua con la bomba. El pozo de la red de agua potable de lagunillas tiene una altura estática de 10 mts.

El nivel dinámico: Cuando se inicia el bombeo el nivel del agua comienza a bajar según la rapidez de bombeo hasta que después de un tiempo el nivel se detiene, la rapidez de llenado del pozo se equilibra con la del bombeo y esta nueva profundidad o punto es el nivel dinámico. El pozo de la red de agua potable de lagunillas tiene una altura dinámica de 18 mts. Cabe destacar que esta altura es medida desde la superficie del pozo a nivel del suelo hasta donde se encuentra el nivel del agua en la profundidad del pozo.

El tiempo de recuperación del pozo, en que el agua llega desde el nivel dinámico al estático es de aproximadamente 30 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-22. Esquema del sistema de impulsión de la red de agua potable

1.3.9. Estanque de regulación

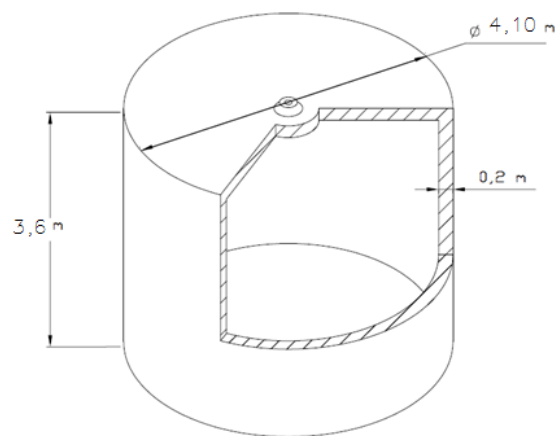
El estanque de regulación es el encargado de almacenar el agua proveniente del pozo profundo, al estar semi enterrado en el cerro a 26 metros de altura con respecto al nivel de las tuberías de la red logra crear una presión constante de servicio que se mantiene en toda la red, no así en los extremos de la red debido a las perdidas por roce en las tuberías, pero la presión en estos extremos es la suficiente para abastecer a los usuarios.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-23. Estanque de regulación semi enterrado en el cerro

El estanque está construido de hormigón armado y tiene una capacidad de 50 m³ de agua. Su diámetro es de 4,1 metros y tiene una altura aproximada de 3,6 metros, además el espesor de sus paredes es de 20 cm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-24. Dimensiones del estanque de regulación de la red de agua potable

CAPITULO 2: ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED DE AGUA
POTABLE

2. ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE

2.1 MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

2.1.1. Mantenimiento en estanque y bomba dosificadora de cloro

El mantenimiento de la red de agua potable es prácticamente correctivo en cuanto a fallas de tuberías se trata. Solo se reparan una vez que estas presentan fugas y la única manera de saber que están fallando es ver brotar el agua desde el suelo, ya que afortunadamente para la mayoría de la red, sobre todo en la parte más antigua del pueblo, no se ha pavimentado la orilla del camino por donde pasan las tuberías, facilitando la detección de fallas.

El único mantenimiento preventivo que se realiza en la red, es la limpieza de la bomba clorificadora y la limpieza del estanque de regulación.

Para la bomba clorificadora se hace un desarme de los componentes que conforman la succión de esta (véase figura 2-1.) y se procede a enjuagar todo el conjunto en agua y detergentes para eliminar todos los minerales que se cristalizan en su interior, además se inspecciona si la membrana presenta signos de desgaste o algún tipo de orificio, el cual es uno de los elementos más críticos y de mayor desgaste que tiene la bomba.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-1. Bomba clorificadora con mecanismo de succión desarmado para su mantenimiento

El mantenimiento de la bomba clorificadora se hace al menos una vez en el año, o si la membrana de esta se ha roto se debe reemplazar por una nueva. Todo esto es relativo ya que no existe un plan establecido para este equipo, lo cual debiese ser ya que la bomba clorificadora funciona el mismo número de horas que la bomba de impulsión, lo cual son bastantes horas al día.

Para la limpieza del estanque, la cual se hace una vez al año se debe cortar el servicio algunas horas, por lo menos 2 a 3 horas, apagando la bomba de impulsión para que el estanque se vacíe. Lo que se hace es una inspección visual del interior del estanque posteriormente este es lavado por todo su interior con agua con cloro. Además se revisa el interruptor de nivel que está en el interior del estanque esté en óptimas condiciones, además desde ahí se controla y se corta el flujo de agua para su posterior enjuague.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-2. Estanque de regulación

2.2 ANALÍISIS DEL MANTENIMIENTO EN LA RED DE AGUA POTABLE

2.2.1. Definición del alcance del mantenimiento para la red de agua potable

Como se ve en el anterior punto, el mantenimiento de la red de agua potable es, mínimo o casi nulo, operando en la mayoría de los casos por acciones correctivas.

Para definir la magnitud y el alcance del mantenimiento que debe generar este proyecto, existen niveles de mantenimiento en una empresa, los cuales se pueden asociar de forma cualitativa, según el tipo de empresa, su tamaño y la magnitud de los recursos que se utilizan para la mantención de la planta, estos niveles de mantención son los siguientes:

- NIVEL 0: La mantención no está identificada en el organigrama de la planta
- NIVEL 1: Existe un departamento de mantención identificado en el organigrama.
- NIVEL 2: Identificación de la función mantenimiento al nivel de gerencia, con definición de objetivos y políticas Mensurables, y definición de metas anuales.
- NIVEL 3: Identificación de la función mantenimiento al nivel de gerencia con gerente general y gerentes por divisiones, con definición de un modelo de mantención que contiene: Principios básicos, objetivos y políticas, procedimientos técnicos y administrativos, sistemas de control e indicadores de medición, metas anuales, bianuales, trienales, quinquenales.

Calificando según estos criterios a la Red de Agua Potable de Lagunillas ya que no existe un departamento encargado del mantenimiento, la mantención no está descrita y no forma parte del organigrama de la red, no se tiene conocimiento de un plan de mantenimiento estructurado y solo existe una persona que se encarga, más que nada, del mantenimiento a nivel correctivo de la red, esta cabe en el nivel de mantención 0 (cero).

El nivel de mantención es un concepto relativo, que tiene importancia sólo en el hecho de que así están definidos en diferentes tipos de empresas, así es la realidad de algunas empresas.

En el área de mantenimiento existen muchas metodologías de análisis de información, las cuales permiten identificar las fortalezas y debilidades del mantenimiento en la organización para validar así estrategias internas y levantar oportunidades de mejora.

El análisis para el mantenimiento que se realiza en este proyecto, dados los datos que tiene la red además de los que más se acomodan a los requerimientos y resultados que se espera obtener son; Diagrama de Pareto y análisis de criticidad de equipos.

2.2.2. Metodologías para el análisis de fallas en la red

2.2.2.1. Principio de Pareto

El principio o regla de Pareto nos dice que para diversos casos, "El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan".

En otras palabras: un 20% de los errores vitales, causan el 80% de los problemas, o lo que es lo mismo: en el origen de un problema, siempre se encuentran un 20% de causas vitales y un 80% de triviales.

No son cifras exactas, pues se considera un fundamento empírico observado por Wilfredo Pareto y confirmado posteriormente por otros expertos de diversas áreas del conocimiento.

Algunos enunciados que son clásicos de este principio:

- El 80% del éxito proviene del 20% de tu esfuerzo
- El 80% de tu ingreso proviene del 20% de tu esfuerzo
- El 80% de los ingresos se generan con 20% de los clientes
- El 80% de las ventas se genera por el 20% de los productos

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno estudiado. De ahora en adelante se habla de problemas como causas y de fenómeno como situación problemática en el análisis de fallas de la Red de Agua Potable de Lagunillas.

Esto nos permite concentrar nuestros esfuerzos en aquellos problemas que representan ese 80%.

En este sentido, se utiliza el Gráfico de Pareto para:

- La mejora continua
- El estudio de implementaciones o cambios recientes (cómo estaba antes – cómo esta después)
- Análisis y priorización de problemas

2.2.2.2. El análisis de criticidad

Es una metodología que permite establecer jerarquías entre:

- Instalaciones
- Sistemas
- Equipos
- Elementos de un equipo

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla.

En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.



Fuente: <http://webcache.googleusercontent.com>

Figura 2-3. Matriz de criticidad

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

Estos criterios de evaluación están asociados (generalmente) con: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento y seguridad y medio ambiente.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} * \text{Flexibilidad operacional}) + \text{Costo de mantenimiento} + \text{impacto en la seguridad} + \text{impacto en el medio ambiente}$$

En donde:

- Frecuencia de fallas: Como Su nombre lo indica es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo, que para nuestro caso será de un año.
- Impacto operacional: Entendiéndose como los efectos causados en la producción

- Flexibilidad operacional: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables
- Costo del mantenimiento: Tomando todos los costos que implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.
- Impacto en la seguridad: Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas.
- Impacto en el medio ambiente: Evalúa los posibles daños que pueda causar la problemática hacia el medio ambiente.

Los criterios de evaluación están diseñados de acuerdo a los requerimientos y factores relevantes de la red de agua potable de lagunillas los cuales se detallan a continuación.

Tabla 2-1. Criterios de evaluación de las fallas para el análisis de criticidad

FRECUENCIA DE FALLAS	Puntaje
Alta: Más de 4 Fallas Por año	4
Promedio: 2 a 3 fallas por año	3
Baja: 1 baja por año	2
Excelente: Menos de una falla por año	1
IMPACTO OPERACIONAL	Puntaje
Parada de toda la planta por tiempo prolongado	10
Parada de toda la planta poco tiempo	8
Parada de un subsistema por tiempo prolongado	6
Parada de un subsistema por poco tiempo	4
Efecto menor en producción	2
Efecto insignificante en producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	Puntaje
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto almacén	2
Existe opción de producción	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	Puntaje
Menos de \$100000	1
Entre \$100000 y \$300000	5
Más de \$300000	10
IMPACTO EN LA SEGURIDAD	Puntaje
Afecta seguridad Humana	12
Afecta instalaciones causando daños severos	8
Provoca daños menores a personas y/o instalaciones	4
No provoca daños a personas	0
IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE	Puntaje

Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	10
Afecta el medio ambiente, por encima de normas establecidas	4
No afecta el medio ambiente	0

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Registro de fallas en la red de agua potable

En la siguiente tabla están registradas las fallas que se lleva hasta el momento desde el periodo de mediados del año 2013 a diciembre del 2016, además está considerado el costo de reparación aproximado por cada falla, aquí se incluyen el coste de los materiales, costo de mano de obra y maquinaria.

Los valores del costo de reparación de la tabla 2-2 son una estimación que fue proporcionado por la red en base a cálculos de costos materiales y mano de obra necesaria para la reparación.

Tabla 2-2. Registro de fallas en la Red de Agua Potable de Lagunillas

Fecha	Descripción	Costo Reparación Estimado
15-05-2013	Falla de la bomba	\$ 544.800
21-06-2013	Rotura de matriz	\$ 128.130
06-07-2013	Cambio Interruptor nivel estanque	\$ 13.990
06-08-2013	Rotura de cañería matriz	\$ 188.130
11-12-2013	Rotura de cañería matriz	\$ 118.130
19-01-2014	Rotura de cañería matriz	\$ 79.130
14-02-2014	Rotura de cañería submatriz	\$ 41.170
21-03-2014	Rotura de cañería submatriz	\$ 53.170
25-04-2014	Rotura de cañería matriz	\$ 149.890
09-06-2014	Rotura de cañería matriz	\$ 125.130
03-10-2014	Rotura membrana clorificador	\$ 620.000
21-10-2014	Rotura de cañería submatriz	\$ 59.930
09-01-2015	Rotura de cañería matriz	\$ 216.130
24-01-2015	Rotura de cañería matriz	\$ 135.890
19-02-2015	Rotura conexión submatriz	\$ 19.020
23-02-2015	Rotura conexión matriz	\$ 35.000
06-09-2015	Cambio Interruptor nivel estanque	\$ 18.990
05-10-2015	Rotura de cañería matriz	\$ 99.890
09-10-2015	Cambio macromedidor	\$ 195.000
10-12-2015	Rotura de cañería submatriz	\$ 53.130
22-02-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 164.890
11-03-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 96.130

03-06-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 152.130
16-08-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 149.000
15-09-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 182.130
20-10-2016	Rotura conexión matriz	\$ 30.000
28-10-2016	Cambio de medidor	\$ 28.900
02-11-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 103.130
05-11-2016	Rotura de cañería matriz	\$ 157.130
25-11-2016	Cambio de llave	\$ 11.000
05-12-2016	Rotura de cañería submatriz	\$ 47.930

Fuente: Elaboración propia

2.3. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE FALLAS EN LA RED

2.3.1. Diagrama de Pareto

Para la confección del diagrama Pareto se utiliza la información del historial de fallas de la Red de Agua Potable de Lagunillas.

En la siguiente tabla están resumidas todas las fallas de la Red de Agua Potable, ordenadas de mayor a menor frecuencia.

Tabla 2-3. Total de fallas por componente o equipo

Nº	Equipo / Componente	Nº Fallas
1	Cañería Matriz	16
2	Cañería Submatriz	5
3	Interruptor nivel estanque	2
4	Conexión entre matriz	2
5	Bomba Clorificadora	1
6	Macromedidor	1
7	Bomba pozo profundo	1
8	Conexión entre submatriz	1
9	Llave Plaza	1

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a partir de la tabla anterior, se añaden más columnas en las cuales se calcula, la frecuencia acumulada de las fallas, el porcentaje en relación al total de las fallas, para finalmente calcular el porcentaje acumulado de las fallas.

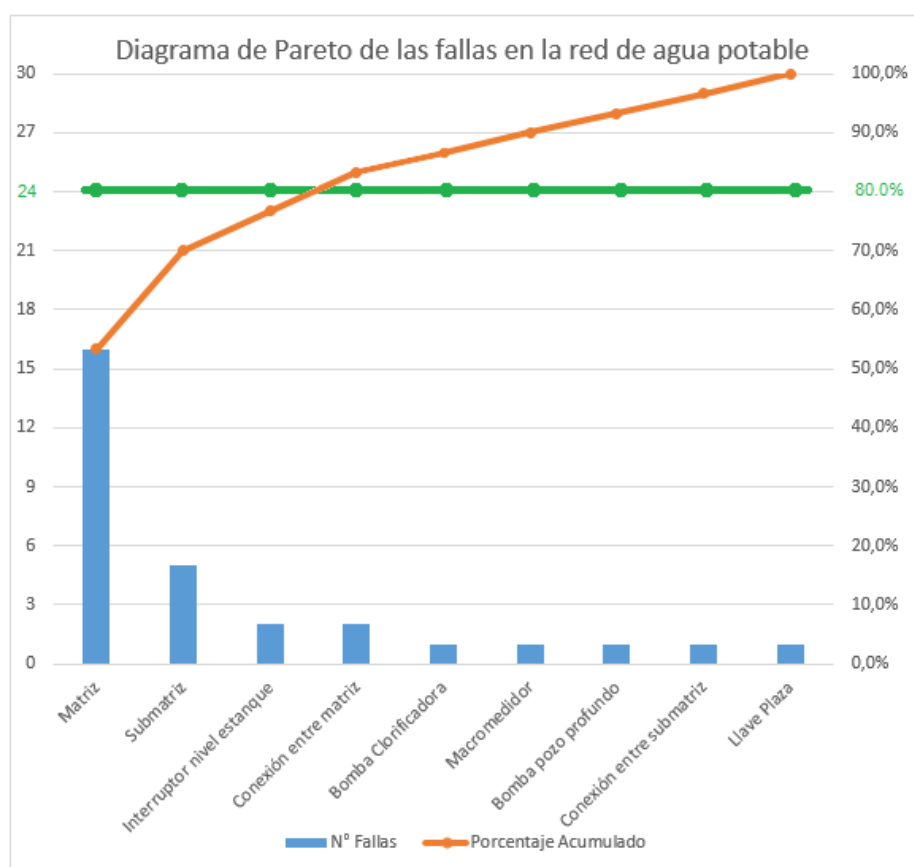
Tabla 2-4. Frecuencia de fallas por componente o equipo

N°	Equipo / Componente	N° Fallas	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Matriz	16	16	53,3%	53,3%
2	Submatriz	5	21	16,7%	70,0%
3	Interruptor nivel estanque	2	23	6,7%	76,7%
4	Conexión entre matriz	2	25	6,7%	83,3%
5	Bomba Clorificadora	1	26	3,3%	86,7%
6	Macromedidor	1	27	3,3%	90,0%
7	Bomba pozo profundo	1	28	3,3%	93,3%
8	Conexión entre submatriz	1	29	3,3%	96,7%
9	Llave Plaza	1	30	3,3%	100,0%
Total		30			

Fuente: Elaboración propia

Finalmente para la elaboración del diagrama de Pareto, solo se utilizan de la tabla anterior, las columnas de número de fallas y porcentaje acumulado y obviamente la columna correspondiente al equipo y componentes que han fallado.

El diagrama correspondiente a las fallas en la red de agua potable de Lagunillas se presenta a continuación:



Fuente: Elaboración propia

Grafico 2-1. Diagrama de Pareto de las fallas en la red de agua potable de lagunillas

Análisis de los resultados

El grafico muestra que las fallas más recurrentes son en la matriz y las submatrices de la red. Se entiende que estas sean las fallas más frecuentes ya que la matriz de la Red de Agua Potable es bastante antigua y ya no soporta como antes las presiones de servicio de la red.

Otra información entregada por el diagrama es que la matriz y la submatriz representan el 20% de las causas, agrupando el 70% de los problemas totales de toda la red, lo cual se acerca bastante a lo que plantea el principio de Pareto “El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan”. Si se eliminan estas 2 causas, el 70% de las fallas en la red desaparecen. Para disminuir estos problemas, en la matriz y la única solución es hacer el reemplazo de esta por completo para que el mantenimiento deje de ser correctivo y en las submatrices hacer el cambio de las más antiguas y donde se reportan la mayor cantidad de fallas.

2.3.2. Análisis de criticidad

Para el análisis de criticidad los datos de entrada más importantes son la frecuencia de fallas y el costo total de reparación de ellas. En la tabla 2-21. Se aprecia la frecuencia de fallas, el equipo que la presenta y el costo total estimado que ha tenido que desembolsar la Red de Agua potable de Lagunillas en hacer las reparaciones correspondientes.

Tabla 2-5. Total de fallas y costo de reparación por componente o equipo

N°	N° Fallas	Equipo / Componente	Costo reparación estimado
1	16	Matriz	\$2.244.990
2	5	Submatriz	\$255.330
3	2	Interruptor nivel estanque	\$32.980
4	2	Conexión entre matriz	\$65.000
5	1	Bomba Clorificadora	\$620.000
6	1	Macromedidor	\$195.000
7	1	Bomba pozo profundo	\$544.800
8	1	Conexión entre submatriz	\$19.020
9	1	Llave Plaza	\$11.000

Fuente: Elaboración propia

Luego, se presenta en la tabla 2-6. El cálculo de las fallas por año, este resultado se obtiene al dividir las fallas en el periodo total en el que se tiene registro, que en este desde finales del 2013 a finales del 2016, lo cual es aproximadamente 3 años.

Tabla 2-6. Fallas anuales por componente o equipo

N°	Equipo / Componente	N° Fallas	Fallas Por año
1	Matriz	16	5,3
2	Submatriz	5	1,7
3	Interruptor nivel estanque	2	0,7
4	Conexión entre matriz	2	0,7
5	Bomba Clorificadora	1	0,3
6	Macromedidor	1	0,3
7	Bomba pozo profundo	1	0,3
8	Conexión entre submatriz	1	0,3
9	Llave Plaza	1	0,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-7. Consecuencias según criterios de evaluación de criticidad

N°	Sistema o equipo	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de mantenimiento	Impacto en la seguridad	Impacto en el medio ambiente	Consecuencia
1	Matriz	4	2	10	0	0	18
2	Submatriz	4	1	5	4	0	13
3	Interruptor nivel estanque	3	1	1	8	0	12
4	Conexión entre matriz	6	1	1	4	0	11
5	Bomba Clorificadora	6	4	10	12	4	50
6	Macromedidor	4	1	5	4	0	13
7	Bomba pozo profundo	10	4	10	8	0	58
8	Conexión entre submatriz	4	1	1	4	0	9
9	Llave Plaza	1	1	1	0	0	2

Fuente: Elaboración propia

Las consecuencias están definidas cuantitativamente y cualitativamente, por lo cual el puntaje asignado a cada categoría debe ser analizado detenidamente, sobre todo en las categorías cualitativas.

En el impacto operacional el único equipo que recibe 10 pts. Es la bomba, ya que, si esta falla y deja de cumplir su función, la producción es detenida inmediatamente y por un tiempo bastante prolongado ya que su reparación presenta varias tareas de montaje y desmontaje. Por otro lado los demás componentes y equipos de la red tienen un puntaje menor debido a que, si bien, tienen un impacto operacional por su tiempo de parada en distintas medidas, ninguno de los otros al fallar puede para la producción de toda la red.

En la flexibilidad operacional los puntajes máximos se los lleva la bomba y la bomba clorificadora ya que al fallar no existe por el momento, ninguna opción de repuesto. Si bien no estando la bomba clorificadora la producción podría seguir pero no es recomendable debido a que el agua debe ir desinfectada con cloro.

En los costos de mantenimiento el puntaje máximo es, la reparación de la matriz debido a sus frecuencias de fallas y nuevamente están con máximo puntaje la bomba y la bomba clorificadora, ya que solo se considera el mantenimiento correctivo y se considera el costo de reposición del equipo.

El equipo con puntaje máximo que impacta en la seguridad es la bomba clorificadora ya que al fallar esta deja el agua sin clorar lo que puede ser un potencial

peligro para los usuarios ya que el agua puede venir con algún tipo de bacteria u hongo y que puede proliferar en la red.

Por último en el impacto al medio ambiente no existe ningún componente o equipo que lo afecte de manera grave, solo la falla del clorificador que al estar funcionando con cloro pueden ocurrir derrames de este afectando plantaciones agrícolas a un costado de la caseta donde ocurre la cloración de agua potable en la red.

La criticidad de equipos y componentes estudiados en la Red de Agua Potable es definida por los siguientes intervalos establecidos en la tabla 2-8.

Tabla 2-8. Intervalos de los niveles para definir la criticidad

Crítico	Más de 50
Semi crítico	De 25 hasta 49
No crítico	de 0 hasta 24

Fuente: Elaboración propia

Ya definida la criticidad, la tabla 2-9. Muestra en forma descendente el nivel de criticidad de todos los equipos y componentes sometidos a este análisis.

Tabla 2-9. Resultados del nivel de criticidad en componentes y equipos de la Red de Agua Potable de Lagunillas

RESULTADOS				
Nº	Sistema o equipo	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de criticidad
1	Matriz	18	4	72
7	Bomba pozo profundo	62	1	58
5	Bomba Clorificadora	50	1	50
2	Submatriz	13	2	26
6	Macromedidor	13	1	13
3	Interruptor nivel estanque	12	1	12
4	Conexión entre matriz	11	1	11
8	Conexión entre submatriz	9	1	9
9	Llave Plaza	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados

Los resultados de este análisis nos permiten establecer jerarquías en los equipos y componentes críticos, para enfocar los esfuerzos de mantenimiento y así mitigar las fallas y reducirlas al máximo.

El componente con un mayor nivel de criticidad es la matriz de la red, debido básicamente a su frecuencia de falla, si bien cuando esta falla no representa un peligro significativo en la red, dado que solo detiene la producción es necesario disminuir las fallas de manera casi total, ya que en un sistema hidráulico es difícil que este componente tenga tanta frecuencia en sus fallas siendo que las variables de presión y caudal permanecen casi constantes, lo que implica que la matriz está demasiado deteriorada y es necesario reemplazarla. Una vez que la matriz sea reemplazada se espera una disminución considerable de la frecuencia de fallas.

La bomba del pozo profundo es la segunda en nivel de criticidad para el sistema debido a la función que cumple en la red. Aunque esta tiene una frecuencia de falla casi mínima su alto costo de reposición además de su complicada y demorosa puesta en marcha la hacen un componente en el cual se debe poner atención.

Por último el tercer equipo crítico resultante del análisis es la bomba clorificadora de la red, aunque si este presenta una falla y deja de cumplir su función no detiene la producción, es necesaria que esta funcione de manera correcta ya que el agua sin clorar puede ser potencialmente peligrosa, así también el exceso de cloro resulta peligroso para la ingesta humana. Además esta tiene un alto costo de reposición lo que afecta los ingresos de la Red de agua potable.

CAPITULO 3: PROPUESTAS DE MEJORA Y PLANES DE
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA RED DE AGUA
POTABLE

3. PROPUESTAS DE MEJORA Y PLANES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA RED DE AGUA POTABLE

3.1 PROPUESTAS DE MEJORA A LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

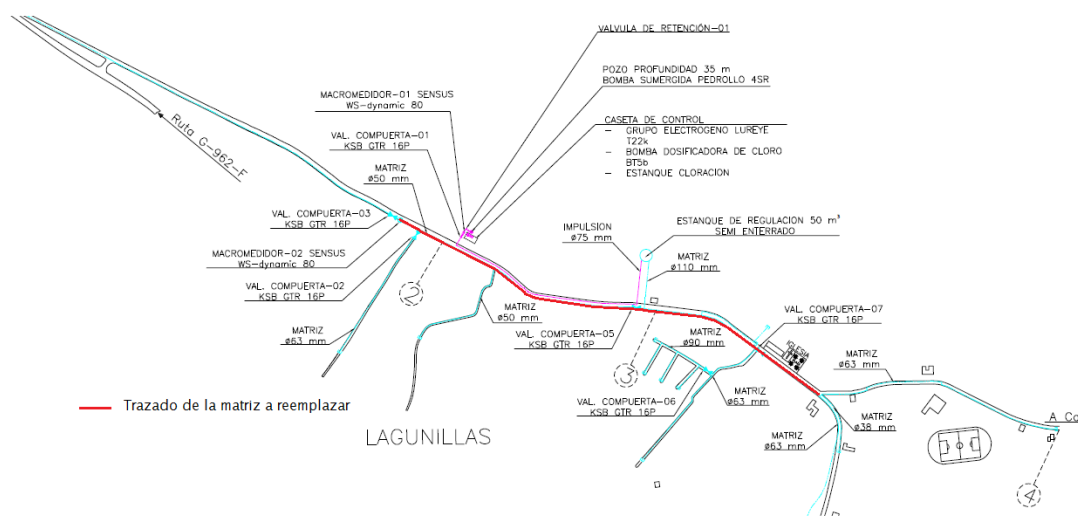
3.1.1. Cambio de matriz principal

Esta propuesta es una de las más importantes y que implica una mayor inversión, ya que las fallas que ocurren en la matriz son las más frecuentes y además los costos de reparación por cada falla son considerables desde el punto de vista económico de la Red de Agua Potable, además estas deficiencias demeritan la calidad del servicio.

Debido a estas razones es necesario reemplazar la matriz principal de la red, que pasa por el centro del pueblo la cual está hecha de Rocalit (véase figura 1-7.)

Como se explica en el principio del trabajo la matriz data de la década de finales de los 60, por lo que su reemplazo debió ocurrir hace ya bastantes años atrás.

La figura 3-1. Muestra el trazado de la matriz que se debe reemplazar lo cual son aproximadamente 1150 metros de tubería, entre los cuales de esta matriz parten muchas derivaciones a submatrices. Por esto es recomendable que el cambio sea progresivo y sectorizado, ya que este cambio representa un corte de servicio que dependiendo del tramo y el régimen de trabajo, puede durar varios días.

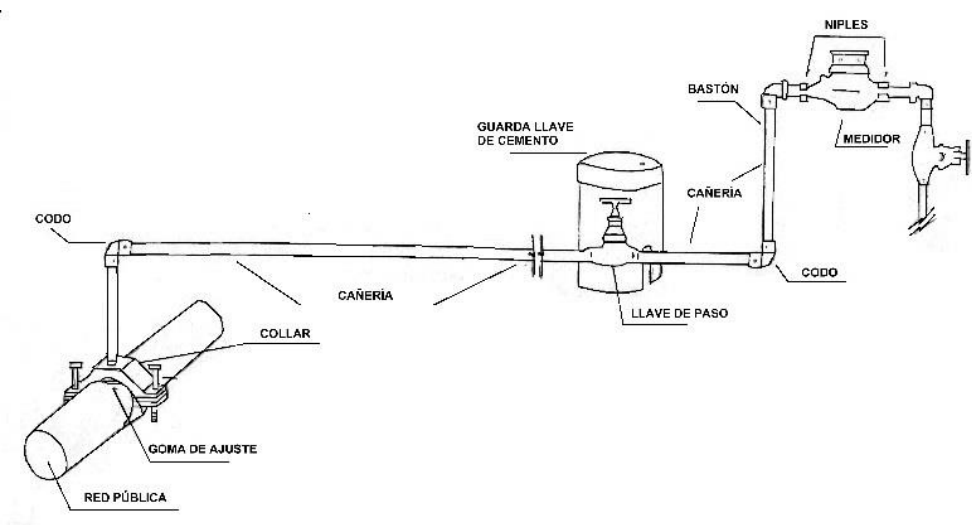


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1. Trazado de la matriz a reemplazar en la Red de Agua Potable de Lagunillas

Según la norma chilena se debe cumplir con el punto 7.4 de la Nch 691. Que indica que el diámetro nominal mínimo de las tuberías debe ser de 100 mm. Sin embargo, es posible aceptar diámetros nominales de 75 mm siempre que no excedan los 50 m de longitud y donde no exista conexión a grifo de incendio. En el caso de la Red de Agua Potable de Lagunillas esto no se cumple ya que la matriz principal es de 50 mm de diámetro en casi toda su extensión, menos en la tubería de impulsión que es de 3 pulgadas y en el tramo desde la bajada del estanque es de 110 mm, debido a que se dimensionó hace muchos años atrás con una menor cantidad de usuarios.

Además de considerar la extensión del cambio de la tubería es necesario tener en cuenta la acometida domiciliaria la cual, se describe en la figura 3-2.



Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/AguaPotable/1_2ap.htm

Figura 3-2. Acometida domiciliaria utilizada en la Red de Agua Potable de Lagunillas

La figura muestra los componentes de la acometida domiciliaria que en la red de agua potable se utiliza. Esta consta de un collar de 63 mm x 1/2", cañería de cobre de 1/2" de diferente largo para todas las acometidas de la red, 2 codos de bronce de 1/2", una llave de bola de paso y un guarda llave. Además para dimensionar la cañería de cobre y el total que se debe adquirir, existen datos importantes que se deben considerar. Uno es la distancia entre la matriz y el medidor domiciliario de cada usuario el cual es de 3,5 m en promedio. El otro es la profundidad de la matriz la cual es de 1,2 m con respecto al nivel del suelo. Con estos datos se puede inferir que se necesitan aproximadamente 4,7 m de cañería de cobre por acometida.

Para dimensionar todos los materiales a usar en el tramo donde se debe cambiar la matriz existen 46 acometidas, por lo cual, en la siguiente tabla se detallan la cantidad

de material aproximado a utilizar en el cambio de la matriz de la red de agua potable de Lagunillas.

Tabla 3-1. Cantidad de componentes a utilizar en el reemplazo del de la matriz

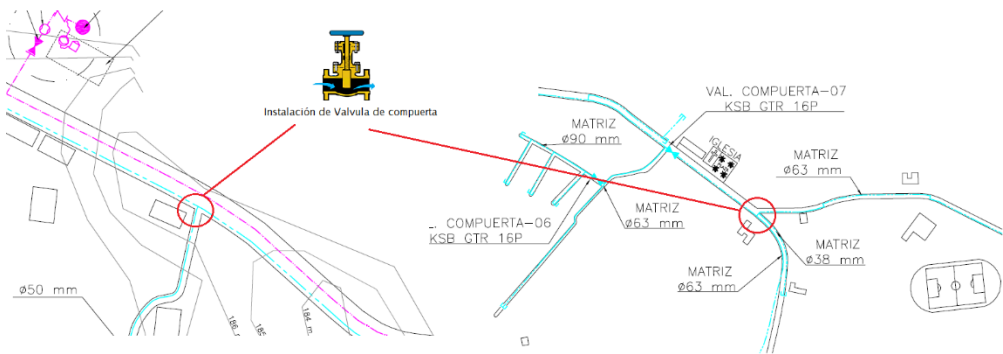
Componentes	Cantidad
Tubería PVC 63 mm Pn16	1150 metros
Collarín 63 x 1/2"	46 unidades
Codo de Bronce de 1/2"	92 unidades
Cañería de cobre de 1/2"	220 metros
Llave de bola de 1/2"	46 unidades
Guarda llave	46 unidades

Fuente: Elaboración propia

3.1.2._ Instalación y reemplazo de válvulas de corte

Esta propuesta tiene relación con la anterior porque se debe realizar en conjunto ya que en la matriz se deben conectar las válvulas de corte, las cuales son de compuerta, del mismo tipo que existe en los otros puntos de la red, este tipo de válvulas son recomendadas para este tipo de sistema. Estas válvulas de corte sirven para sectorizar la red aguas abajo, ya que si ocurre un problema o falla en un extremo de la red, el servicio no sea interrumpido en la totalidad de esta.

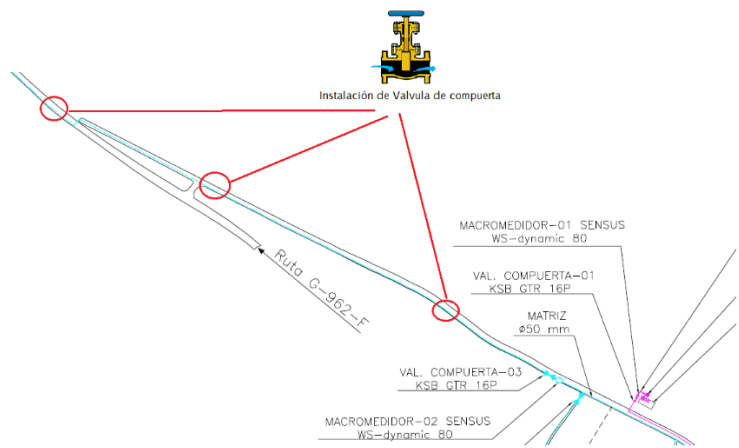
Se propone que la instalación de las válvulas se efectúe en los sectores en que desde la matriz salga una derivación a una submatriz como se muestra en la figura 3-3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3. Instalación de válvulas de corte en derivaciones a submatrices para sectorizar la red

Además se propone la instalación de estas válvulas cada cierta distancia para dividir aún más la red y poder sectorizarla ante posibles fallas.

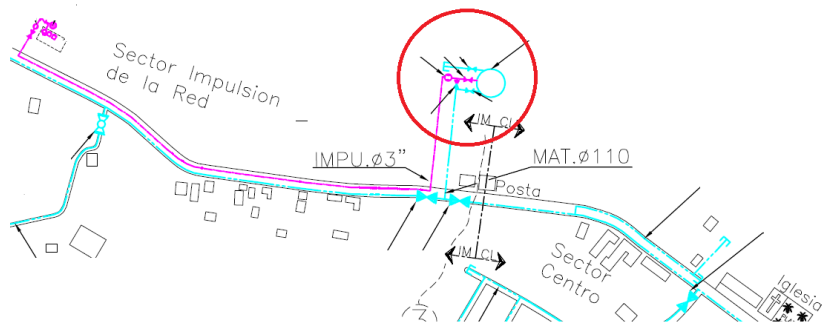


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Instalación de válvulas de corte a cierta distancia para sectorizar la red

En la red existen varias válvulas que debido a un estado avanzado en la corrosión ya han dejado de cumplir su función en la red, por lo cual se hace necesario su reemplazo.

Las válvulas que se deben reemplazar son principalmente las que se encuentran junto al estanque de regulación.



Fuente: Elaboración propia

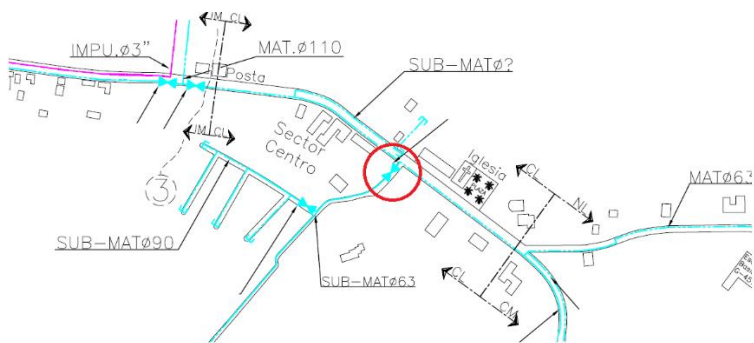
Figura 3-5.Sector en donde se encuentran las válvulas en el estanque de regulación



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-6. Válvulas a reemplazar en el estanque de regulación

Otra de las válvulas que se deben reemplazar es la que se encuentra en la parte centro del pueblo, específicamente la que deriva desde la matriz a la una de las parcelas cercanas y a la villa del pueblo construida a mediados del 2010.



Fuente: Elaboración propia

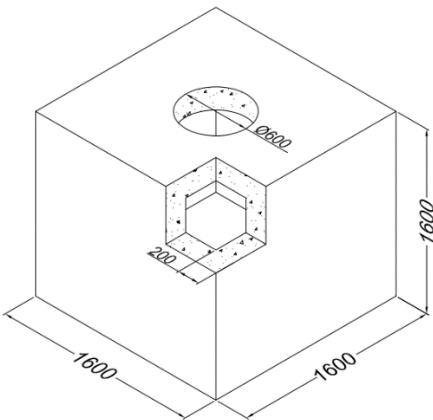
Figura 3-7. Sector donde se encuentra la válvula de compuerta a reemplazar



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-8. Válvula de compuerta a reemplazar

En resumen se deben instalar por lo menos 9 válvulas de corte con sus respectivas cámaras para almacenarlas. Además se deben reemplazar las válvulas de corte del estanque de regulación las cuales son 4 y una válvula de corte que está en la entrada de la villa del pueblo mostrada en las figuras 3-7 y 3-8. En total la Red de Agua potable debe adquirir 14 válvulas de compuerta, de estas 7 son de diámetro nominal 80 mm y las restantes son de diámetro nominal 50 mm. Además se deben considerar los materiales para la construcción de las cámaras que alojan las nuevas válvulas a instalar. El total de cámaras a construir es de 9 y su construcción se guía por la figura 3-9.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-9. Esquema constructivo de la cámara de alojamiento de las válvulas

El volumen de concreto que aproximadamente ocupa cada cámara es de 2,1 m3, por lo que se puede obtener la mezcla de aditivos para el concreto mediante la siguiente tabla de dosificación que entrega la empresa de cementos Bío Bío.

MATERIALES	Elemento Hormigonado				
	CIMENTOS Balde x saco	RADIERES Balde x saco	CADENAS Y MUROS Balde x saco	LOSAS Y PILARES Balde x saco	PAVIMENTOS Balde x saco
Cemento Bio Bío Especial	1 saco	1 saco	1 saco	1 saco	1 saco
Grava	12 1/2	10	8	7	7
Arena	8	7	6	5 1/2	4
Agua	2 1/2	2	2	2	1 1/2
Rendimiento en Carretillas	(2)	(2)	(1 1/2)	(1 1/2)	(1 1/4)
Rendimiento en Litros de mezcla	200	167	142	125	112
Sacos para 1 m³	5	6	7	8	9

• Se ha considerado Cemento Bio Bío Especial de planta Talcahuano y áridos característicos de la zona sur.

• 1 saco pesa 42,5 Kg.

• Se considera el balde concreto de 12 lt. y la carretilla aprox. 90 lt.

• Las dosificaciones son aproximadas, pueden requerir correcciones de acuerdo al tipo y humedad de áridos utilizados.

Fuente: <https://cementosbiobio.cl>

Figura 3-10. Dosificación para cementos Bío Bío no controlados

Dado los metros cúbicos a llenar de concreto, es posible calcular los materiales a utilizar para la construcción de cada cámara. Para ello se elige el elemento hormigonado de la figura 3-59, el cual, la cámara correspondería a un cimiento. Teniendo en cuenta los datos es posible calcular los áridos y el agua que se necesita en la construcción. Este cálculo se especifica a continuación.

- Sacos de cemento necesario: $2,1\text{ m}^3 * 5\text{ sacos/m}^3 = 10,5 \approx 11\text{ sacos}$
- Grava necesaria: $12,5\text{ baldes} * 12\text{ lts/balde} = 150\text{ Lts} * 11 = 1650\text{ Lts} = 1,65\text{ m}^3$.
- Arena necesaria: $8\text{ baldes} * 12\text{ lts/balde} = 96\text{ Lts} * 11 = 1056\text{ Lts} = 1,056\text{ m}^3$.
- Agua necesaria: $2,5\text{ baldes} * 12\text{ lts/balde} = 30\text{ Lts} * 11 = 330\text{ Lts} = 0,33\text{ m}^3$.

En resumen para la construcción de las 9 cámaras para el alojamiento de las válvulas, la instalación y reemplazo de las válvulas de compuerta se necesita la siguiente cantidad de materiales.

Tabla 3-2. Materiales necesarios para la construcción de las cámaras e instalación.

Materiales	Cantidad por cámara	Número de cámaras a construir	Total
Sacos de cemento	11 sacos	9	99 sacos
Grava	1,65 m3		14,85 m3
Arena	1,056 m3		9,504 m3
Agua	0,330 m3		2,97 m3
Tapa sin hormigonear	1 unidad		9 unidades
Fierro redondo 12 mm Barra 6m	2,4 m		21,6 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3. Cantidad de materiales necesarios para el reemplazo e instalación de las válvulas de compuerta.

Componente	Cantidad
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50 conexión brida EN 1092-2	7
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 80 conexión brida EN 1092-2	7
Pernos Hexagonales M16 x 50 DIN 931	84
Golilla plana M16 Din 125	84
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	84
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN50	14
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN80	14
Adaptador a brida para tubo PVC DN 50	14
Adaptador a brida para tubo PVC DN 80	14

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Instalación de válvulas de purga aire

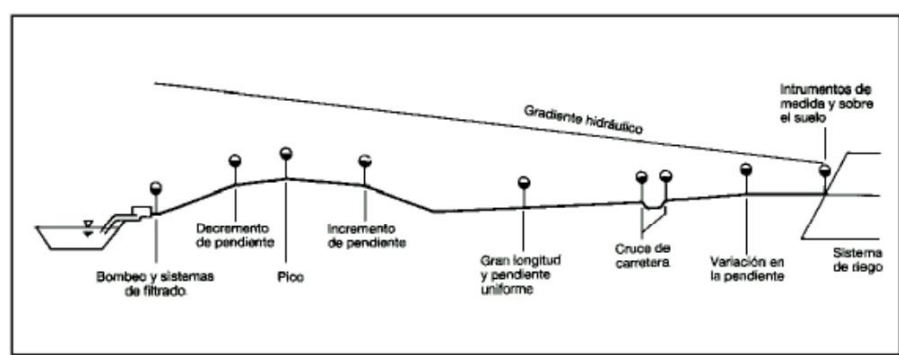
Una problemática que se explica al principio del presente trabajo es la diferencia de consumo de agua entre el macromedidor a la salida de la bomba y el total de consumo de todos los usuarios, la cual, es aproximadamente de 30.000 litros de agua mensualmente.

Una de las posibles causas que puede provocar esta problemática es la presencia de aire en las tuberías de distribución de agua, la cual es provocada por la interrupción del sistema de alimentación. Esto puede provocar daños a los conductos por una posible cavitación, daños en sellos de válvulas, en las llaves de los usuarios y errores en el registro del macromedidor y también en los micromedidores de los usuarios.

Al restablecerse el servicio, la fácil compresibilidad del aire, genera picos de alta presión que dañan a los conductos creando roturas, y aumentando las existentes, sobre todo en la matriz central que es más sensible a los cambios de presión debido a su estado de deterioro.

Por todas estas razones es necesario instalar en la red las válvulas de purga, para extraer todo el aire que ingresa a esta.

Con el fin de evacuar el aire que entra en el sistema debido a las bombas, se debe instalar una válvula de purga de aire con orificio pequeño a la salida de los grupos de bombeo, antes de la válvula de retención A fin de evitar la influencia negativa del aire sobre la exactitud de los elementos de medida y para evitar daños mecánicos como ya se mencionó anteriormente.



Fuente: <http://www.construmatica.com>

Figura 3-11. Sectores en donde se recomienda la instalación de válvulas de purga de aire

Además de la instalación de la válvula de purga de aire, se debe instalar antes de esta una válvula de bola del mismo diámetro de la válvula como muestra la figura 3-5.

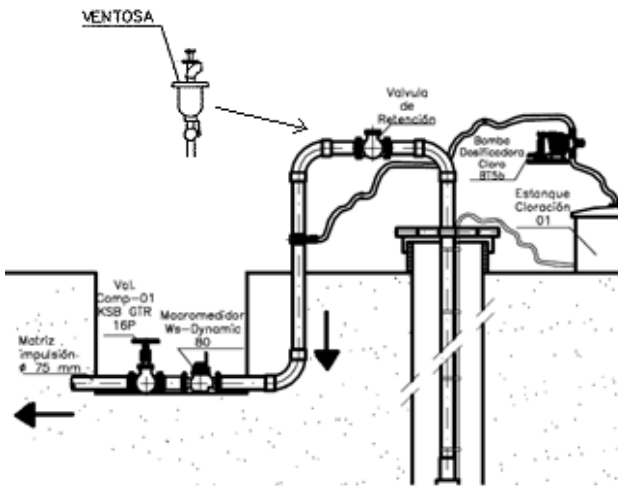


Fuente: <http://www.arivalves.com/es/air-valves>

Figura 3-12. Válvula de bola conectada a la válvula de purga de aire

En la red se hace necesario instalar solamente 3 válvulas de purga debido a que en toda la red aguas abajo no existe una diferencia significativa de altura tanto positiva como negativa en toda su extensión, además estos cambios de altura son muy graduales.

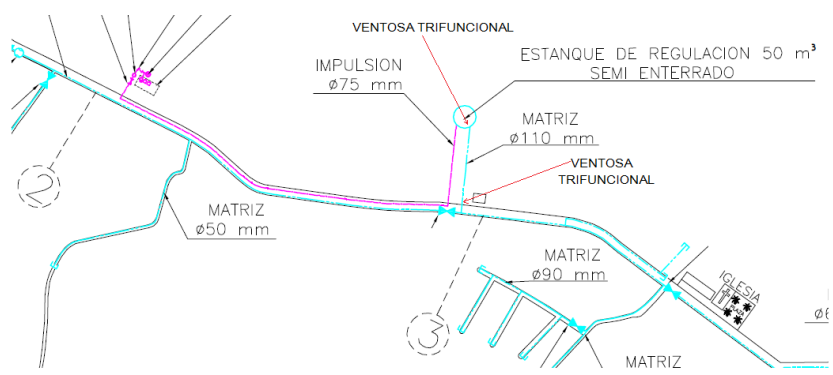
La primera válvula de purga se debe instalar a la salida de la bomba (ver figura 3-13), esta debe ser de tipo automática o comúnmente llamada purgador, esta válvula se encarga de evacuar solo el aire que viene disuelto en el agua. La cantidad de aire disuelto en el agua depende de la temperatura del agua y la presión en la tubería, a mayor presión es mayor el aire disuelto en la tubería, por el contrario, a mayor temperatura es menor la cantidad de aire disuelto.



Fuente: Elaboración propia

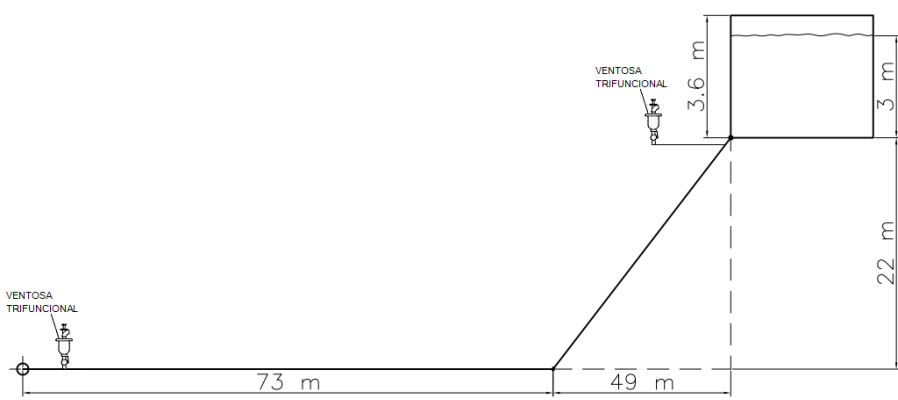
Figura 3-13. Instalación de la válvula de purga de aire a la salida de la bomba

Las otras dos válvulas de ventosa que se deben instalar en la red están ubicadas en la tubería matriz que baja desde el estanque y alimenta a la red aguas abajo (ver figura 3-14 y 3-15). Aquí se deben instalar válvulas de purga del tipo trifuncional, las cuales permiten la entrada y salida de gran cantidad de aire cuando la tubería se vacía y cuando esta se vuelve a llenar de agua, además liberan el aire disuelto en ella.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-14. Sector de la instalación de las válvulas de purga de aire en el estanque



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-15. Instalación de las válvulas de purga de aire desde el estanque aguas abajo

El dimensionamiento de las válvulas de purga de aire es una parte importante ya que el sobredimensionamiento de estas, encarece en gran medida el costo de estas válvulas.

Este cálculo se realiza y se muestra en detalle en el ANEXO I. A raíz de los cálculos mencionados anteriormente se seleccionan las válvulas de purga de aire y los

demás componentes, en la siguiente tabla se detallan todos ellos con sus respectivas cantidades.

Tabla 3-4. Componentes necesarios para la instalación de las válvulas de purga de aire

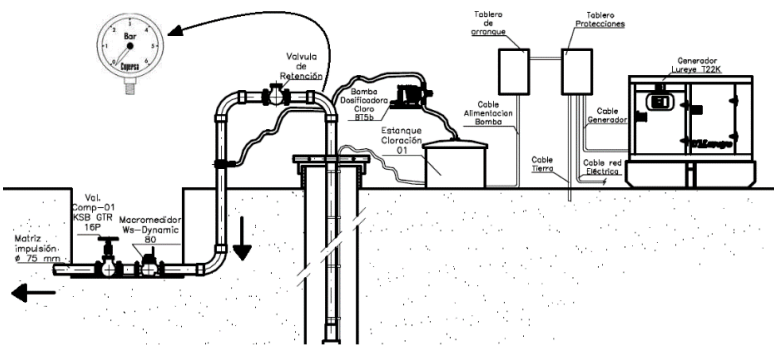
Elemento	Cantidad
Válvula de purga de aire automática A.R.I S-050 Rosca BSP 1”	1
Válvula de bola PN16 1 ½” BSP	1
Tee galvanizada 3x1 1/2” rosca BSP	1
Reducción Bushing 1 ½” x 1” BSP	1
Niple galvanizado 1 ½” BSP	1
Válvula de purga de aire trifuncional A.R.I D-040 2”	2
Válvula de bola PN16 2” BSP	2
Niple galvanizado 2” BSP	2
Flange acero hilo interior 2" x 50 mm	2
Tee brida brida brida 100x100x50 ASME B16.5	2
Teflón sellante ¾ 50 m	1
Pernos Hexagonales M16 x 50 DIN 931	40
Golilla plana M16 DIN 125	40
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	40
Empaquetaduras EPDM ASME 16.5	4

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Instalación de manómetros

La instalación de manómetros en la Red es importante debido a que se desconoce la presión manométrica existente en las tuberías y es importante poder monitorearla ante posibles aumentos o disminuciones de presión que puedan perjudicar los equipos y componentes del sistema.

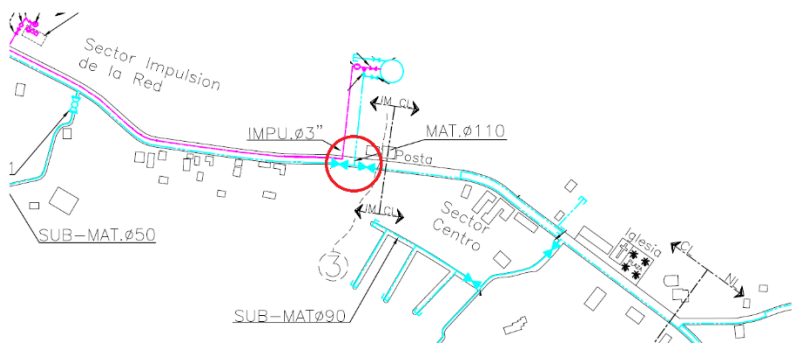
Para revisar y monitorear la presión se debe instalar un manómetro justo en la salida de la tubería que viene del pozo profundo (véase figura 3-22.), en este punto la presión es la máxima en el sistema de impulsión debido a que las pérdidas de carga son menores que al final de la tubería de impulsión que llega al estanque. La instalación del manómetro en este punto será para medir cualquier variación en la presión que ocurre en la bomba o aguas arriba hasta el estanque, pudiendo ser un alza en la presión debido a una obstrucción en la tubería o en el mecanismo de la bomba o una disminución de esta debido a una baja en la potencia de la bomba.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-16. Instalación de manómetro en la sección de impulsión de la red

Otro punto importante en donde se debe instalar un manómetro es al final de la tubería matriz que baja desde el estanque. Este se debe instalar en donde a nivel de la calle del pueblo en la cámara donde se encuentran las válvulas correspondientes al corte del lado sur y norte de la Red. La presión que debiese mostrar aquí es la altura manométrica del estanque menos las correspondientes perdidas de carga en la tubería. Esta es la presión que debe soportar la matriz para la alimentación de la red.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-17. Sector en donde se sugiere la instalación de un manómetro a la bajada del estanque

Tabla 3-5. Componentes necesarios para la instalación de manómetros

Elemento	Cantidad
Manómetro de glicerina 16 Bar 63 mm	2
Toma manométrica	2

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Instalación de un medidor de caudal instantáneo

La instalación de un medidor de caudal instantáneo se hace necesaria debido a que se desconoce el caudal que está enviando la bomba por las tuberías hacia el estanque. Solo se sabe el caudal debido a un cálculo indirecto, el cual este es un promedio que se calcula entre los metros cúbicos entregados por la bomba al estanque que mide el macromedidor en el sector de impulsión y el hodómetro de la bomba. El cálculo es metros cúbicos que marca el macromedidor, dividido en las horas de funcionamiento de la bomba, véase en tabla 1-1.



Fuente: <http://www.veto.cl/>

Figura 3-18. Medidor de flujo electromagnético

Por otro lado este medidor de caudal electromagnético puede reemplazar al macromedidor (Sensus WS-Dynamic) que se encuentra en la tubería de impulsión, ya que este viene con funciones de contabilizar el caudal total que ha pasado por el medidor, se puede fijar la fecha de instalación, entre muchas otras funciones de monitoreo digital que el macromedidor actual no las trae, ya que es un equipo del tipo analógico.

Tabla 3-6. Componentes necesarios para la instalación de un medidor de caudal

Elemento	Cantidad
Medidor de caudal flujo electromagnético DN80	1
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	4
Golilla plana M16 Din 125	4
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	4
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN80	2

Fuente: Elaboración propia

3.2. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS

Esta propuesta de un plan de mantenimiento se realiza con el fin de prevenir al máximo las fallas en los equipos y componentes de la red además de preservar estos en un óptimo estado de operación.

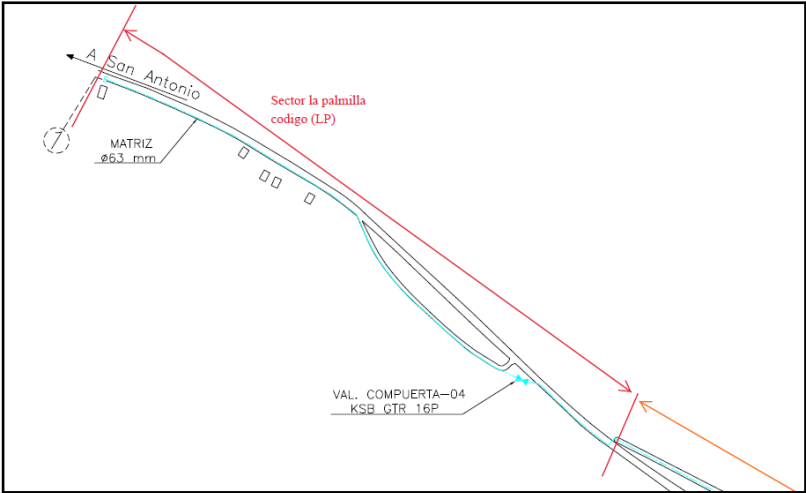
Es necesario tener en cuenta que los resultados obtenidos en la implementación de dicho plan de mantenimiento, es exclusivamente compromiso de la empresa, de ellos depende una mejora sustancial en la línea de producción, la calidad del servicio y la seguridad en el sistema.

El procedimiento para la confección de los planes de mantenimiento para la Red que se explican en este capítulo son los siguientes:

- Sectorización de la red
- Registro de los equipos y componentes involucrados en el mantenimiento de la Red.
- Codificación de los equipos y componentes
- Codificación de las actividades de mantenimiento
- Diseño de un sistema de registro: Fichas técnicas de equipos y componentes, Hojas de vida, Instructivos para el mantenimiento.
- Actividades de mantenimiento asignadas a cada equipo.

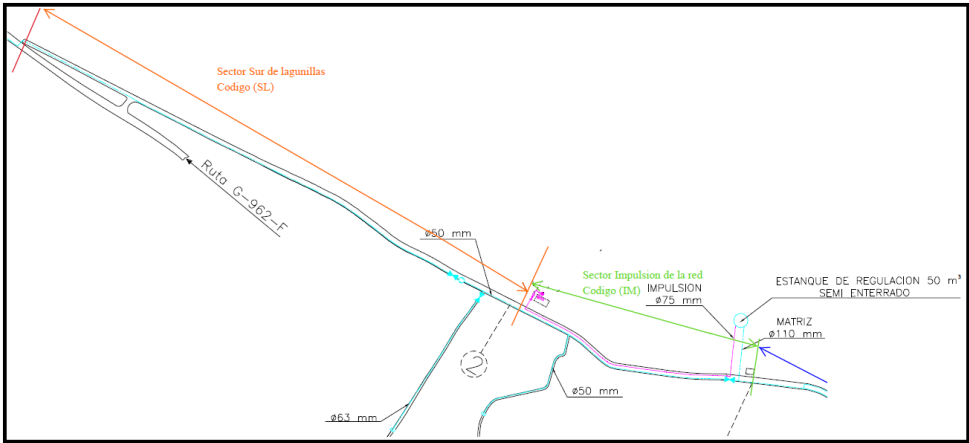
3.2.1. Sectorización de la red

La sectorización de la red es necesaria para una rápida ubicación de los componentes y equipo lo que facilita las labores de mantenimiento.



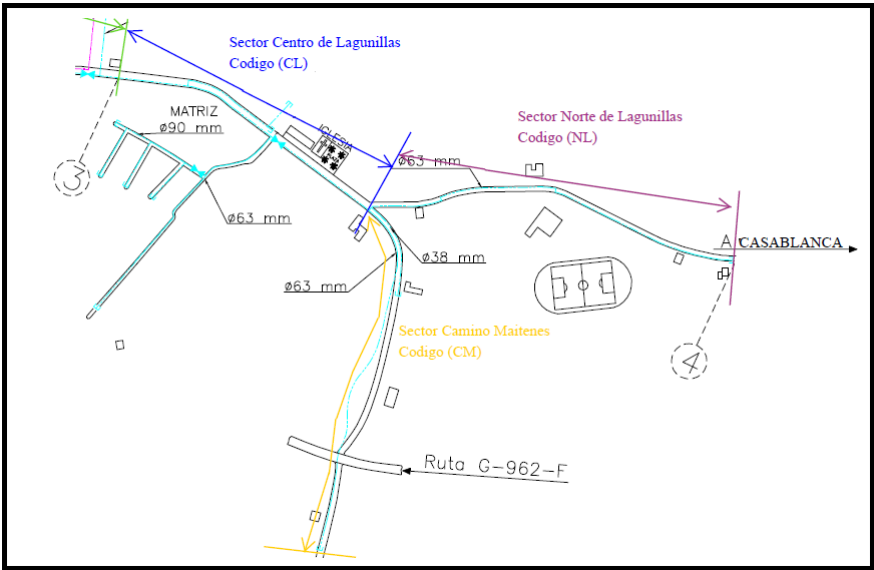
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-19. Sectorización de la red, sector la Palmilla



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-20. Sectorización de la red, sur de Lagunillas e impulsión de la red



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-21. Sectorización de la red, sector camino maitenes y sector centro, norte de Lagunillas

Tabla 3-7. Codificación de los sectores pertenecientes a la red

Sector	Código
La Palmilla	LP
Sur de Lagunillas	SL
Impulsión de la red	IM
Centro de Lagunillas	CL
Norte de Lagunillas	NL
Camino Maitenes	CM

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Registro de equipos y componentes involucrados en el plan de Mantenimiento

Para el reconocimiento de los equipos y componentes de la red involucrados en el mantenimiento, es necesario hacer un catastro el cual facilita el trabajo para la posterior codificación de estos. Los equipos y componentes que se detallan a continuación están involucrados directamente en el proceso productivo de la Red y además se agregan componentes que deben ser instalar debido a las mejoras propuestas anteriormente.

Los equipos actualmente instalados en la red se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3-8. Inventario de los equipos que constituyen la red de agua potable

Equipo	Cantidad
Electrobomba sumergible Pedrollo 4SR8-17	1
Válvula de retención 3"	1
Bomba de dosificación magnética Prominent BT5a	1
Macromedidor Sensus Ws Dn80	1
Válvula de compuerta Talmet T-112 Dn80	2
Válvula de compuerta estanque no identificada	4
Macromedidor Meinecke Bmf series Dn80	1
Válvula de compuerta Dun An Redstar Dn80	2
Válvula de compuerta Dun An Redstar Dn50	1
Válvula de Bola plástica Tigre	1
Válvula de compuerta Prosera 2014 Dn50	1
Válvula de compuerta Vag Eko plus Dn50	1
Macromedidor Raphael Raf meter Dn50	1
Válvula de compuerta sector villa no identificada	1
Interruptor de nivel Veto	1
Grupo electrógeno Sdmo T22K	1
Estanque de regulación 50 m3	1

Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que las válvulas del estanque y la de derivación a la villa del pueblo serán reemplazadas debido a su evidente deterioro el cual fue mencionado anteriormente.

En el siguiente cuadro se detallan los componentes y equipos nuevos a instalar en la red, producto de las mejoras y además también se mencionan los componentes a reemplazar en la red.

Tabla 3-9. Equipos nuevos que se instalan producto de las mejoras

Equipo	Cantidad
Manómetros	2
Medidor de caudal flujo electromagnético	1
Válvulas de compuerta Dn 80	7
Válvulas de compuerta Dn 50	7
Válvula de purga de aire Automática	1
Válvula de purga de aire Trifuncional 2”	2
Válvula de bola de 2”	2
Válvula de bola 1 ½	1

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Asignación de un código a cada componente y equipo de la red

Luego de identificar y censar los equipos y componentes existentes en la Red, que involucrados en el mantenimiento se procede a realizar la codificación de estos mismos, la cual los identificará a cada uno de ellos con un código alfanumérico único que facilita su identificación en el proceso productivo.

Los criterios utilizados para la codificación de los equipos y componentes son; El sector en donde está instalado el quipo y/o componente, su nombre abreviado y un número correlativo correspondiente al mismo tipo de componente instalado.

Tabla 3-10. Codificación de los equipos de la Red de Agua Potable Lagunillas

Equipo	Código
Electrobomba sumergible Pedrollo 4SR8-17	IM-EBS-01
Válvula de retención 3"	IM-VDR-01
Bomba de dosificación magnética Prominent BT5a	IM-BDM-01
Macromedidor Sensus Ws Dn80	IM-MCR-01
Válvula de compuerta Talmet T-112 Dn80	IM-VDC-01
Válvula de compuerta Talmet T-112 Dn80	CL-VDC-02
Válvula de compuerta estanque no identificada	IM-VDC-04
Válvula de compuerta estanque no identificada	IM-VDC-05
Válvula de compuerta estanque no identificada	IM-VDC-06
Válvula de compuerta estanque no identificada	IM-VDC-07
Macromedidor Meinecke Bmf series Dn80	IM-MCR-02
Válvula de compuerta Dun An Redstar Dn80	IM-VDC-02
Válvula de compuerta Dun An Redstar Dn80	IM-VDC-03
Válvula de compuerta Dun An Redstar Dn50	LP-VDC-01
Válvula de Bola plástica Tigre	IM-VDB-01
Válvula de compuerta Prosera 2014 Dn50	SL-VDC-02
Válvula de compuerta Vag Eko plus Dn50	SL-VDC-01
Macromedidor Raphael Raf meter Dn50	SL-MCR-01
Válvula de compuerta villa no identificada	CL-VDC-01
Interruptor de nivel Veto	IM-IDN-01
Grupo electrógeno Sdmo T22K	IM-GEN-01
Estanque de regulación	IM-EDR-01

Fuente: Elaboración propia

Además se le asigna un código a los nuevos componentes a instalar en la red.

Tabla 3-11. Codificación de los nuevos equipos de la Red de Agua Potable Lagunillas

Equipo	Código
Manómetro 16 bar 63 mm	IM-MNM-01
Manómetro 16 bar 63 mm	IM-MNM-02
Medidor de caudal electromagnético DN80	IM-MDC-01
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 80	CL-VDC-03
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 80	IM-VDC-08
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	LP-VDC-02
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	SL-VDC-03
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	SL-VDC-04
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	NL-VDC-01
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	NL-VDC-02
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	NL-VDC-03
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	CM-VDC-01
Válvula de purga de aire automática A.R.I S-050 Rosca BSP 1”	IM-VDP-01
Válvula de purga de aire trifuncional A.R.I D-040 2”	IM-VDP-02
Válvula de purga de aire trifuncional A.R.I D-040 2”	IM-VDP-03
Válvula de bola 1 ½”	IM-VDB-02
Válvula de bola 2”	IM-VDB-03
Válvula de bola 2”	IM-VDB-04

Fuente: Elaboración Propia

La interpretación del código se hace de la siguiente forma:

IM-VDC-05

IM: Sector en que se encuentra instalado el equipo y/o componente, en este caso es en el sector IMPULSIÓN.

VDC: Abreviatura del nombre del equipo y/o componente, en este caso es una Válvula De Compuerta.

05: Cantidad de equipos y/o componentes iguales en el sector, en este caso es la quinta válvula de compuerta que se encuentra en el sector de impulsión.

3.2.4. Asignación de un código a cada actividad de mantenimiento

Para la posterior programación de las actividades de mantenimiento es necesario asignarles un código de identificación para una identificación sencilla, fácil de reconocer e identificar por el operario o encargado del mantenimiento de la red y además para la posterior programación del mantenimiento.

La codificación de las actividades se diferencia debido a su naturaleza; Mecánica, eléctrica, limpieza, verificación, instrumentación, calibración etc.

La codificación se hace en base a una relación alfanumérica, identificando la inicial de la naturaleza de la actividad junto a un número consecutivo siguiente como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-12. Actividades de naturaleza mecánica

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Accionar válvula (cerrar y abrir)	M01
Reemplazo de empaques entre cuerpo y bonete (tapa)	M02
Reemplazo de sello elastomérico (o'rings) del vástago	M03
Reemplazo de sellos elastoméricos (o'rings) tuerca y vástago	M04
Reemplazo de empaques entre unión de Bridas	M05
Reapriete de las tuercas de unión cuerpo y bonete (tapa)	M06
Reapriete de la tuerca del vástago	M07
Reapriete de tuercas bridas de unión	M08
Reemplazo de los pernos de las bridas de unión	M09
Aplicación de pintura anticorrosiva azul	M10
Reemplazo de la válvula	M11
Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula	M12
Apriete de tuerca superior	M13
Cambio de sello obturador	M14
Apriete de tuerca del obturador y biela	M15
Reemplazo del medidor	M16
Pintar estanque	M17
Reemplazo del medidor de nivel	M18
Cambio de la junta tórica de la unión de la base y el cuerpo	M19
Cambio del conjunto de selladura de la válvula	M20
Cambio de membrana de seguridad	M21
Cambio de membrana de dosificación	M22
Reemplazo de la bomba	M23
Medición de aislamiento de la bomba	M24
Lubricación del eje de la biela	M25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-13. Actividades de limpieza

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Drenar y limpiar las cámaras de alojamiento	L01
Desarme y limpieza de la cuña	L02
Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión	L03
Limpieza del cabezal de dosificación	L04
Limpieza de las válvulas de aspiración y presión	L05
Limpieza del filtro, rodetes, difusor de la bomba	L06
Limpieza interior del macromedidor	L07
Limpieza, lavado y desinfección del estanque	L08
Limpieza del interior de la válvula	L09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-14. Actividades de verificación y control

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Verificación de fugas en el equipo	V01
Verificar daños en la membrana de dosificación	V02
Verificación del par de apriete de los tornillos del cabezal	V03
Verificación de nivel estático y dinámico del pozo	V04
Verificación del consumo de corriente	V05
Verificación del voltaje suministrado	V06
Verificación del caudal suministrado por la bomba	V07
Búsqueda de ruido en la válvula	V08
Verificación del funcionamiento del interruptor de nivel	V09
Inspección visual del estado interior	V10

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Diseño de sistemas de registro de datos

3.2.5.1. Ficha técnica

La ficha técnica del equipo o componente está destinada a facilitar el acceso a la información de estos. La información contenida en esta ficha está relacionada a todas las características técnicas, características generales y operativas.

Las fichas técnicas están adaptadas a cada equipo ya que si se compara una válvula de compuerta y una electrobomba no tienen las mismas características técnicas y de operación, por lo cual los parámetros en que se detallan los componentes son, en su mayoría bastante distintos. Cabe destacar que en el ANEXO II se detallan todas las fichas técnicas de los equipos que conforman la Red de Agua Potable.

PLAN DE MANTENIMIENTO					 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA:					Foto del equipo
DATOS GENERALES					
EQUIPO:		CÓDIGO:			
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):			
DIMENSIONES:	CATÁLOGO:				
HOJA DE VIDA N°:	LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:			
FUNCIÓN:					
DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE					
NOMBRE:		TELÉFONO:		DIRECCIÓN:	
E-MAIL:		CIUDAD		OTROS:	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE:	AMPERAJE:	POTENCIA (Hp):	RPM:	CAUDAL (Lts/min):	
PRESIÓN DE OPERACIÓN:		EFICIENCIA (%):	CAPACIDAD:	OTROS:	
OBSERVACIONES:					

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-22. Formato de ficha técnica de equipos de la red

3.2.5.2. Hoja de vida.

La hoja de vida es un sistema de registro fundamental para el seguimiento de fallas e intervenciones que se le hacen a los equipos y componentes de la red. En esta hoja se detallan las intervenciones históricas, ordenadas por fecha y cada uno tiene su propia hoja, además en esta hoja se asocia la ficha técnica del equipo o componente.

En esta ficha se debe anotar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

PLAN DE MANTENIMIENTO			 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
HOJA DE VIDA			
HOJA DE VIDA N°	FICHA TÉCNICA N°	NOMBRE DEL EQUIPO	CÓDIGO DEL EQUIPO
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED

HISTORIAL DE REPARACIONES			
FECHA	DESCRIPCIÓN	REPARÓ	COSTOS

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-23. Formato de hoja de vida de equipos de la red

3.2.5.3. Instructivo

Para cada instructivo se relacionan las acciones de mantenimiento que se deben practicar al equipo con base a los requerimientos de Limpieza, Mecánica y de verificación y control. De esta manera los operarios y/o encargados del mantenimiento podrán acceder a ellos al recibir una orden de trabajo.

Las órdenes de trabajo se utilizan con el objetivo de dar al operario unos pasos sistemáticos de las actividades de mantenimiento a realizar.

A continuación se muestra un ejemplo del diseño de dicho formato y además todos los instructivos de todos los planes de mantenimiento de los equipos se detallan en el ANEXO III, pero se detallan solo uno por cada componente de la misma naturaleza, es decir, los instructivos de una válvula de compuerta, una válvula de purga de aire, una válvula de bola, etc.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
INSTRUCTIVO					
Página: De:		N° de Folio:			
Fecha de ejecución	Hora de inicio	Hora de finalización	Código del equipo		
Duración estimada		Código actividad	Nombre de actividad		
Frecuencia	Prioridad equipo	Prioridad Componente		Código de localización	
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD					
Nombre				Cargo	
Recursos asignados		Costo unitario	Cantidad	Unidad	Subtotal
Elementos de seguridad					
Equipos					
Herramientas					
Insumos					
Repuestos					
COSTO TOTAL					
PROCEDIMIENTO					
OBSERVACIONES					

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-24. Formato de Instructivo de actividad de mantenimiento de equipos de la red

3.2.5.3. Ficha de verificación de parámetros electrobomba sumergible

Esta ficha está orientada a hacer un seguimiento de los parámetros de funcionamiento de la electrobomba sumergible con el motivo de asegurar el correcto funcionamiento de esta. En esta ficha se registran los datos de consumo de corriente, voltaje de alimentación suministrada por el proveedor, el caudal que impulsa la bomba por la tubería de impulsión, la presión que desarrolla el sistema. Estas variables se comparan con valores de funcionamiento normales lo que facilita la detección de alguna falla en la bomba u otro componente en el sistema de impulsión. Cada ficha se renueva mensualmente ya que tiene espacio para la recopilación de datos de todos los días del mes.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA DE VERIFICACIÓN DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO ELECTROBOMBA SUMERGIBLE				
Nº Ficha	Mes	Año	Nombre Mantenedor	
FV0001				
PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES NORMALES				
	Consumo Corriente (A)	Voltaje (V)	Caudal (Lts/min)	Presión (Bar)
PARÁMETROS MEDIDOS				
	Consumo Corriente (A)	Voltaje (V)	Caudal (Lts/min)	Presión (Bar)
Día 1...				
Día 31				

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-25. Formato de ficha de verificación de parámetros de funcionamiento de la electrobomba

3.2.6. Actividades de mantenimiento para los equipos y componentes de la red

Finalmente con el objetivo de definir todo lo realizado en los puntos anteriores, quedan establecidas las actividades de mantenimiento para cada equipo de la red. A continuación se detallan en tablas por cada equipo. También se incluyen los nuevos componentes instalados en la red, menos los manómetros ya que estos carecen de mantenimiento.

Todas estas actividades han sido definidas y confeccionadas de acuerdo a procesos similares, observando manuales de mantenimiento de válvulas y bombas de distintos fabricantes adecuándolas a las necesidades de la red. Para las frecuencias de mantenimiento de cada actividad se han definido observando procesos similares, además de la opinión de algunos profesionales relacionados con el rubro del mantenimiento en redes de agua potable. Las frecuencias son bastante más holgadas que algunos procesos similares debido a que la exigencia en la red, el tamaño y las variables de caudal y presión son bastante menores. Por estas razones es que este plan aún no está orientado a implantar unas de las metodologías de RCM y TPM ya que sería muy poco práctico en cuanto a la inversión en los recursos que se deben invertir.

Tabla 3-15. Actividades de mantenimiento para válvulas de compuerta marca VAG, Talmet y Prosera

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Válvulas de compuerta VAG, Talmet y Prosera	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Drenar y limpiar las cámaras de alojamiento	Trimestral	L01
	Accionar válvula (cerrar y abrir)	Mensual	M01
	Reemplazo de empaques entre cuerpo y bonete (tapa)	Anual	M02
	Reemplazo de sellos elastoméricos (o'rings) tuerca y vástago	Anual	M04
	Reemplazo de empaques entre unión de Bridas	Anual	M05
	Reapriete de las tuercas de unión cuerpo y bonete (tapa)	Semestral	M06
	Reapriete de la tuerca del vástago	Semestral	M07
	Reapriete de tuercas bridas de unión	Semestral	M08
	Desarme y limpieza de la cuña	Anual	L02
	Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión	Mensual	L03
	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión	2 Años	M09
	Aplicación de pintura anticorrosiva azul	3 años	M10
	Reemplazo de la válvula	15 años	M11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-16. Actividades de mantenimiento para válvulas de compuerta marca Dun An Redstar

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Válvulas de compuerta Dun An Redstar	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Drenar y limpiar las cámaras de alojamiento	Trimestral	L01
	Accionar válvula (cerrar y abrir)	Mensual	M01
	Reemplazo de empaques entre cuerpo y bonete (tapa)	Anual	M02
	Reemplazo de sello elastomérico (o'rings) del vástago	Anual	M03
	Reemplazo de empaques entre unión de Bridas	Anual	M05
	Reapriete de las tuercas de unión cuerpo y bonete (tapa)	Semestral	M06
	Reapriete de los pernos de la estopera	Semestral	M07
	Reapriete de tuercas bridas de unión	Semestral	M08
	Desarme y limpieza de la cuña	Anual	L02
	Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión	Mensual	L03
	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión	2 Años	M09
	Aplicación de pintura anticorrosiva azul	3 años	M10
	Reemplazo de la válvula	15 Años	M11

Fuente: Elaboración propia

Existen 2 planes de mantenimiento para la válvula de compuerta debido a que las de la marca Dun An Redstar son distintas constructivamente a las demás, por lo que las actividades y algunos procedimientos cambian un poco.

Tabla 3-17. Actividades de mantenimiento bomba de dosificación de cloro magnética

ACTIVIDADES DE MANTENIMIETO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Bomba dosificación magnética	Verificación de fugas en el equipo	Diaria	V01
	Verificar daños en la membrana de dosificación	Mensual	V02
	Verificación del par de apriete de los tornillos del cabezal	Trimestral	V03
	Limpieza del cabezal de dosificación	Semestral	L04
	Limpieza de las válvulas de aspiración y presión	Semestral	L05
	Cambio de empaquetadura de válvula de retención de inyección a la tubería	2 años	M26
	Cambio de membrana de dosificación	2 años	M21
	Cambio de membrana de seguridad	2 Años	M22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-18. Actividades de mantenimiento para la electrobomba sumergible del pozo profundo

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Electrobomba	Verificación de nivel estático y dinámico del pozo	Diaria	V04
	Verificación del consumo de corriente	Diaria	V05
	Verificación del voltaje suministrado	Diaria	V06
	Verificación del caudal suministrado por la bomba	Diaria	V07
	Medición de aislamiento de la bomba	Mensual	M24
	Limpieza del filtro, rodets, difusor de la bomba	2 años	L06
	Reemplazo de la bomba	15 años	M23

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-19. Actividades de mantenimiento para la válvula de retención

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Válvula de retención	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Búsqueda de ruido en la válvula	Semanal	V08
	Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula	Anual	M12
	Apriete de tuerca superior	Mensual	M13
	Cambio empaquetadura tapa superior	Anual	M02
	Cambio de sello obturador	2 Años	M14
	Apriete de tuerca del obturador y biela	2 años	M15
	Lubricación del eje de la biela	2 Años	M25
	Reemplazo de la válvula	15 Años	M11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-20. Actividades de mantenimiento macromedidor

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Macromedidor	Verificación de fugas en el equipo	Diaria	V01
	Búsqueda de ruido en el medidor	Semanal	V08
	Drenar y limpiar la cámara de alojamiento	Mensual	L01
	Reemplazo de empaques entre bridas de unión	Anual	M05
	Reapriete de pernos de unión de bridas	Anual	M08
	Limpieza interior del macromedidor	3 años	L07
	Cambio de pernos de las uniones bridadas	3 años	M09
	Aplicación de pintura anticorrosiva azul	5 Años	M10
	Reemplazo del medidor	20 años	M16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-21. Actividades de mantenimiento para estanque de regulación

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Estanque de regulación	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Verificación del funcionamiento del interruptor de nivel	Mensual	V09
	Inspección visual del estado interior	Anual	V10
	Reparación de fugas y grietas	-	M27
	Limpieza, lavado y desinfección del estanque	Anual	L08
	Pintar estanque	3 años	M17
	Reemplazo del interruptor de nivel	5 años	M18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-22. Actividades de mantenimiento para válvulas de purga de aire automática y trifuncional A.R.I

ACTIVIDADES DE MANTENIMIETO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Válvulas de purga de aire	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Limpieza del interior de la válvula	Semestral	L09
	Cambio de la junta tórica de la unión de la base y el cuerpo	3 Años	M19
	Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula	Anual	M12
	Cambio del conjunto de selladura de la válvula	3 Años	M20
	Cambio de la válvula	12 Años	M11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-23. Actividades de mantenimiento válvulas de bola en las válvulas de purga

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Válvulas de Bola	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Accionar válvula (cerrar y abrir)	Mensual	M01
	Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula	Anual	M12
	Reemplazo válvula	10 años	M15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-24. Actividades de mantenimiento para medidor de caudal o flujo electromagnético

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Descripción	Frecuencia	Código
Medidor de flujo electromagnético	Verificación de fugas en el equipo	Semanal	V01
	Reemplazo de empaques entre unión de Bridas	Anual	M05
	Reapriete de tuercas bridas de unión	Semestral	M08
	Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión	Mensual	L03
	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión	2 Años	M09
	Reemplazo de medidor	20 años	M11

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

4.1. COSTOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación se realiza el análisis de los costos que involucran las propuestas de mejora. Este se divide en 2 partes. En la primera se analizan todos los costos de materiales, equipos e insumos que involucran las mejoras y en la segunda parte se analizan todos los costos de la mano de obra que se utilizan. Estos costos están calculados en UF (unidad de fomento), el cual se toma como referencia el valor de esta perteneciente al 15 de Junio del 2017, el cual corresponde a \$26.651 CLP (pesos chilenos).

4.1.1. Costos de materiales y equipos

En los siguientes cuadros se detallan todos los materiales, componentes y equipos necesarios para la implementación de las mejoras, estas son el cambio de tubería matriz, instalación de las nuevas válvulas de corte, instalación de las válvulas de purga de aire, instalación de manómetros y el medidor de caudal.

Tabla 4-1. Costo de los materiales para el reemplazo de la tubería matriz

Materiales cambio de tubería matriz				
Componente	Valor unitario	Cantidad	Subtotal (CLP)	Subtotal (UF)
Tubería 63 mm unión goma Tigre PN 16 6m	\$ 20.112	195	\$ 3.921.840	147,155
Collarín de arranque 63mm x 1/2"	\$ 2.878	46	\$ 132.388	4,967
Tubo de cobre tipo K 1/2" 6 m	\$ 10.290	38	\$ 391.020	14,672
Codo de bronce 1/2"	\$ 503	92	\$ 46.276	1,736
Llave de paso tipo bola 1/2"	\$ 2.243	46	\$ 103.178	3,871
Seguro válvula de bola 1/2"	\$ 1.302	46	\$ 59.892	2,247
Carrete 1/2 Kg. Soldadura estaño 50%	\$ 13.634	2	\$ 27.268	1,023
Caja pasta para soldar 150 gr	\$ 2.490	3	\$ 7.470	0,280
Lija para tubos	\$ 290	10	\$ 2.900	0,109
Nicho guardallave	\$ 2.590	46	\$ 119.140	4,470
Total			\$ 4.811.372	180,532

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-2. Costos de instalación de las nuevas válvulas de corte

Materiales instalación de válvulas de corte				
Componente	Valor unitario	Cantidad	Subtotal (CLP)	Subtotal (UF)
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 50	\$ 54.431	7	\$ 381.017	14,296
Válvula de compuerta de sello elastomérico VAG Ekoplus DN 80	\$ 94.854	7	\$ 663.978	24,914
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	84	\$ 43.680	1,639
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	84	\$ 7.560	0,284
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	84	\$ 12.180	0,457
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN50	\$ 726	14	\$ 10.164	0,381
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN80	\$ 880	14	\$ 12.320	0,462
Adaptador a brida para tubo PVC DN 50	\$ 18.711	14	\$ 261.954	9,829
Adaptador a brida para tubo PVC DN 80	\$ 26.196	14	\$ 366.744	13,761
Tapa sin hormigonear	\$ 34.990	9	\$ 314.910	11,816
Fierro redondo 12 mm barra 6 m	\$ 4.880	4	\$ 19.520	0,732
Cemento Melón 42,5 kg Especial	\$ 4.784	99	\$ 473.616	17,771
Arena 1 m3	\$ 10.000	10	\$ 100.000	3,752
Grava 1 m3	\$ 13.000	15	\$ 195.000	7,317
Total			\$ 2.862.643	107,412

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-3. Costo de materiales y componentes para la instalación de las válvulas de purga de aire

Materiales instalación de válvulas de purga de aire				
Componente	Valor unitario	Cantidad	Subtotal (CLP)	Subtotal (UF)
Válvula de purga de aire automática A.R.I S-050 Rosca BSP 1"	\$ 57.717	1	\$ 57.717	2,166
Válvula de bola 1 ½" BSP	\$ 11.289	1	\$ 11.289	0,424
Tee galvanizada 3x1 1/2" rosca BSP	\$ 21.111	1	\$ 21.111	0,792
Reducción Bushing 1 ½" x 1" BSP	\$ 1.350	1	\$ 1.350	0,051
Niple galvanizado 1 ½" BSP	\$ 1.957	1	\$ 1.957	0,073
Válvula de purga de aire trifuncional A.R.I D-040 2"	\$ 153.212	2	\$ 306.424	11,498
Válvula de bola PN16 2" BSP	\$ 18.650	2	\$ 37.300	1,400
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	40	\$ 20.800	0,780
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	40	\$ 3.600	0,135
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	40	\$ 5.800	0,218
Niple galvanizado 2" BSP	\$ 3.523	2	\$ 7.046	0,264
Flange acero hilo interior 2" x 50 mm	\$ 8.205	2	\$ 16.410	0,616
Teflón sellante ¾ 50 m	\$ 3.454	1	\$ 3.454	0,130
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 4" 100 mm	\$ 1.075	4	\$ 4.300	0,161

Tee brida brida brida 100x100x50	\$ 67.737	2	\$ 135.474	5,083
Total			\$ 634.032	23,790

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-4. Costo de componentes para la instalación de manómetros

Materiales instalación Manómetro				
Componente	Valor unitario	Cantidad	Costo (CLP)	Costo (UF)
Manómetro 16 bar 63 mm	\$ 13.100	2	\$ 26.200	0,983
Toma manométrica	\$ 5.250	2	\$ 10.500	0,394
Total			\$ 36.700	1,377

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-5. Costo de materiales y componentes para la instalación del medidor de caudal

Materiales instalación Medidor de caudal instantáneo				
Componente	Valor unitario	Cantidad	Costo (CLP)	Costo (UF)
Medidor de flujo electromagnético	\$ 799.990	1	\$ 799.990	30,017
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	4	\$ 2.080	0,078
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	4	\$ 360	0,014
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	4	\$ 580	0,022
Empaquetaduras para brida norma EN 1092-2 DN80	\$ 880	2	\$ 1.760	0,066
Total			\$ 804.770	30,197

Fuente: Elaboración propia

La consulta de los precios fue efectuada en junio y julio del 2017, en las páginas web de Homcenter Sodimac, Easy, en el catálogo de precios 2016-2017 de Cosmoplas y en el catálogo de ferretería O’Higgins.

El costo total de los materiales y de los componentes que se necesitan para las mejoras la instalación de mejoras se especifica en la tabla 4-6.

Tabla 4-6. Costo total de materiales y componentes para las mejoras a la red

Costo total de materiales y componentes		
Mejora	Costo (CLP)	Costo (UF)
Cambio de tubería matriz	\$ 4.811.372	180,53
Instalación de nuevas válvulas de corte	\$ 2.862.643	107,41
Instalación válvulas de ventosa	\$ 634.032	23,79
Instalación de manómetros	\$ 36.700	1,38
Instalación de medidor de caudal instantáneo	\$ 804.770	30,20
Total	\$ 9.149.517	343,31

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Costo de la mano de obra de las mejoras a la red

Una gran parte de las mejoras las puede realizar solo el operador que tiene contratado la red de agua potable, ya que este posee varios conocimientos en materia de instalación y puesta en marcha de equipos y componentes hidráulicos. Aunque para algunas mejoras si va a necesitar de algunos ayudantes para disminuir los tiempos de corte en la red y además del arriendo de maquinaria para movimiento de tierra.

- Para el diseño en las mejoras, las horas hombre que se invierten en calcular el tamaño de los elementos a instalar, diseño de los planos, cálculo de materiales a usar, selección de componentes, cubicaciones etc. Solo en las mejoras propuestas. El total de horas que se ocupa en estos cálculos es de **40 H/H**.
- Para la construcción e instalación de las mejoras, el cálculo es más complejo, ya que aquí se utilizan más personal, sobre todo en el cambio de la tubería matriz. Para esta mejora se utilizan a 5 ayudantes más el operador de la red. Además para el movimiento de tierra se utiliza una máquina retroexcavadora. En total para el cambio de la matriz se necesitan un total de 25 días, con una jornada de 8 diarias, lo que da un total de **200 H/H** y **200 H/M**. Para el resto de las mejoras solo se utiliza al operador de la red.

En resumen en la tabla 4-7. Muestra todas las horas que corresponden a la mano de obra.

Tabla 4-7. Número de horas hombre en la implementación de mejoras a la red

Etapa	Nº H/H Horas hombre
Diseño y cálculo de componentes	40
Construcción e implementación	200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-8. Número de horas hombre y horas máquina en la implementación de mejoras a la red

Mano de obra	Nº Horas	
	Horas Hombre (H/H)	Horas Maquina (H/M)
Ayudantes	200	-
Retroexcavadora	-	200

Fuente: Elaboración propia

En la etapa de diseño el profesional a cargo es un Ingeniero proyectista, el cual tiene una tarifa de 1,5 UF por hora, considerando que no se le hace un contrato para el proyecto.

Los ayudantes tienen una tarifa por hora de 0,13 UF, además se debe considerar que en total son 5, por lo que el total de horas de ayudantes es de 0,65 UF por hora.

La retroexcavadora tiene un valor de arriendo de 0,9 UF por hora

Tabla 4-9. Costo total de la mano de obra en UF

Mano de obra	Nº H/H Horas hombre	Valor en UF	Costo en UF
Ingeniero Proyectista	40	1,5	60
Ayudantes	200	0,65	130
Retroexcavadora	200	0,9	180
Costo total de la mano de obra			370

Fuente: Elaboración propia

Los datos de las tarifas hora que cobran el Ingeniero proyectista han sido consultados a algunos profesionales que ofrecen este servicio, siendo un monto estimado por la prestación de sus servicios. En cuanto a los montos de las horas hombre los ayudantes y las horas máquina de la retroexcavadora han sido proporcionados por la red de agua potable, ya que estos son los montos que se han pagado en trabajos anteriores.

4.1.3. Costo total de las mejoras

Una vez determinados los costos de materiales, componentes y mano de obra se procede a sumar el total de los resultados vistos en los dos puntos anteriores para determinar cuál es el costo que tienen las mejoras implementadas en la red. En la tabla 4-. Se detallan el costo total de las mejoras, incluyendo valores en UF (Unidad de fomento) y en CLP (Pesos Chilenos).

Tabla 4-10. Costo total de la implementación de mejoras a la red

Costos	Valor en UF	Valor en CLP
Costo total de materiales	343,31	\$ 9.149.517
Costo total de mano de obra	370	\$ 9.860.870
SUBTOTAL	713,31	\$ 19.010.387
OTROS GASTOS (3%)	21,4	\$ 570.312
TOTAL	734,71	\$ 19.580.699

Fuente: Elaboración propia

4.2. **COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA RED**

Para implementar el mantenimiento se debe hacer una inversión en herramientas, insumos y repuestos ya que cada equipo y componente de la red consume algunos de estos, unos en mayor o menor medida. Por ende se hace necesario contar con un inventario que pueda satisfacer todas las necesidades del mantenimiento.

Además de esto se debe hacer una capacitación al operador de la red de agua potable, ya que este debe adquirir nuevas competencias para mantener y operar de correcta forma los nuevos equipos y componentes instalados. Dicho esto los costos que genera la capacitación se incluyen en los costos de implementación del mantenimiento.

4.2.1. Costo de herramientas para el mantenimiento

El costo de las herramientas que se utilizan en el mantenimiento de la red, está ligado a todos los componentes y equipos de esta. Además no se cuentan en el presupuesto las herramientas básicas que ya cuenta la red. Para ello se ha hecho un listado de todas las herramientas que se necesita adquirir el que esta detallado en la tabla 4-11.

Tabla 4-11. Costo de las herramientas para el mantenimiento de la red

Herramienta	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Juego de dados ½” mm Hexagonal Bahco 8 a 24 mm	\$ 59.990	1	\$ 59.990	2,251
Alicate anillo de retención Redline	\$ 4.990	1	\$ 4.990	0,187
Set de 6 destornilladores Paleta y Phillips Stanley	\$ 4.750	1	\$ 4.750	0,178
Juego de llaves Allen Force	\$ 8.290	1	\$ 8.290	0,311
Llave francesa 12" Stanley	\$ 12.620	1	\$ 12.620	0,474
Llave francesa 18" Stanley	\$ 39.900	1	\$ 39.900	1,497
Alicate de corte Stanley	\$ 4.590	1	\$ 4.590	0,172
Alicate Universal Stanley	\$ 2.990	1	\$ 2.990	0,112
Juego de llaves punta corona 6 a 22 mm Force	\$ 34.990	1	\$ 34.990	1,313
Llave punta corona 24 mm Stanley	\$ 7.890	2	\$ 15.780	0,592
Llave punta corona 26 mm Stanley	\$ 8.990	1	\$ 8.990	0,337
Llave punta corona 32 mm Stanley	\$ 22.990	1	\$ 22.990	0,863
Llave punta corona 36 mm Stanley	\$ 28.990	1	\$ 28.990	1,088
Llave de torque 1/2" de 4 a 50 NM	\$ 58.990	1	\$ 58.990	2,213
Llave de cadena 4"	\$ 26.990	1	\$ 26.990	1,013
Llave Stilson 36"	\$ 22.990	1	\$ 22.990	0,863
Kit de extracción de empaquetaduras y o rings	\$ 24.990	1	\$ 24.990	0,938
Eslinga + Tie Down 6 m	\$ 59.900	1	\$ 59.900	2,248
Soldadora arco manual 180 Amp Bauker	\$ 74.990	1	\$ 74.990	2,814
Guantes soldador	\$ 2.590	1	\$ 2.590	0,097
Pechera soldador	\$ 23.990	1	\$ 23.990	0,900
Mascara para soldar Red Line	\$ 5.990	1	\$ 5.990	0,225
Escobilla de acero mango madera	\$ 1.890	3	\$ 5.670	0,213
Escalera tipo tijera	\$ 43.990	1	\$ 43.990	1,651
Farol linterna Led con dinamo Atom	\$ 13.495	2	\$ 26.990	1,013
Linterna recargable led	\$ 4.990	3	\$ 14.970	0,562
Megóhmetro 1000V UNI-T UT511	\$ 99.990	1	\$ 99.990	3,752
Balde 20 Lts	\$ 4.600	1	\$ 4.600	0,173
Cepillo acero Hela	\$ 2.650	1	\$ 2.650	0,099
Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	\$ 15.990	1	\$ 15.990	0,600
Espátula York 60 mm Hela	\$ 1.350	1	\$ 1.350	0,051
Huinchilla medir 50 mts x 1/2" Redline	\$ 15.990	1	\$ 15.990	0,600
Llave de tubo en aluminio 250 mm Redline	\$ 8.290	1	\$ 8.290	0,311
Pala plana Roots	\$ 4.490	1	\$ 4.490	0,168
Torquímetro Dr. Torque Wrench 1/2"	\$ 11.990	1	\$ 11.990	0,450
Total			\$ 808.240	30,327

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Costo de los insumos involucrados en el mantenimiento

Los insumos involucrados directamente en el mantenimiento son, la mayoría para limpieza y lubricación para válvulas. El estanque de regulación es el que necesita mayor limpieza y algunos son para hacer pequeñas reparaciones en este del tipo correctivo.

Estos insumos son los que la red debe tener en stock para implementar el mantenimiento durante un año.

Tabla 4-12. Costo de los insumos para el mantenimiento de la red

Insumos	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Antigripante Loctite Lb 8150 (500 gr)	\$ 27.350	1	\$ 27.350	1,026
Molykote 55 O-RING Grasa lubricante de silicona para juntas Tóricas (150 gr)	\$ 11.980	1	\$ 11.980	0,450
Teflón sellante ¾ 50 m	\$ 3.490	2	\$ 6.980	0,262
Pintura Spray anticorrosiva Azul RAL 5015 Wurth 400 ml	\$ 12.490	1	\$ 12.490	0,469
Pintura oleo anticorrosiva Sipa 3 lts	\$ 13.190	1	\$ 13.190	0,495
Cloro gel Clorox 900 ml	\$ 1.399	5	\$ 6.995	0,262
Virutillas de acero grande	\$ 1.675	5	\$ 8.375	0,314
Cinta aisladora PVC 10 mts	\$ 905	3	\$ 2.715	0,102
Cemento 42,5 Kg Polpaico	\$ 4.784	4	\$ 19.136	0,718
Ladrillo fiscal Rustico	\$ 150	40	\$ 6.000	0,225
Mopa algodón con mango	\$ 5.290	1	\$ 5.290	0,198
Electrodo 6011 3/32 1 Kg Indura	\$ 3.819	1	\$ 3.819	0,143
Carro escurridor 26 lts Rubbermaid	\$ 29.990	1	\$ 29.990	1,125
Cable SPT 2x20 Blanco 25 mts. Roimex	\$ 5.440	2	\$ 10.880	0,408
Escobillón de exterior Virutex	\$ 3.590	1	\$ 3.590	0,135
Marcador permanente 60 negro Artel	\$ 590	1	\$ 590	0,022
Huaipé mecánico 1 Kilo	\$ 1.690	16	\$ 27.040	1,015
Aguarrás mineral multiuso 1 lts.	\$ 1.190	7	\$ 8.330	0,313
Desengrasante industrial Soin 1 lts.	\$ 2.130	1	\$ 2.130	0,080
Total			\$ 206.870	7,762

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Costo de repuestos de los equipos involucrados en el mantenimiento de la red

Para tener un orden en el cálculo del costo de los repuestos para cada equipo de la red, estos están separados por tipo de equipo, marca, tamaño etc. La cantidad de repuestos que se calcula es para un solo cambio y también se multiplica por la cantidad de equipos iguales en la red.

En este punto se muestra la inversión máxima que debe hacer la red para mantener en stock todos los repuestos ya que algunos de estos no necesitan ser reemplazados en periodos cortos de tiempo. La mayoría de estos tiene una frecuencia de cambio superior a 1 año por lo que para llegar hasta la fecha límite de reemplazo del equipo (término de su vida útil), estos repuestos ya se habrán cambiado un par de veces. Es por eso que el costo total de la implementación del mantenimiento está considerando la compra de repuestos en el periodo de un año.

En la tabla 4-13. Se muestran los repuestos para la válvula de marca VAG DN50. En la red actualmente existe solo una válvula de esta marca instalada pero se tienen en consideración la demás válvulas que serán instaladas producto de las mejoras las cuales son 7 más la que actualmente está instalada en la red.

Tabla 4-13. Costo de los repuestos para válvula VAG DN50

Válvulas VAG DN50				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sellos o ring de tuerca según norma UNE EN 1074	\$ 695	2	\$ 1.390	0,052
Sellos o ring de vástago y tuerca según norma UNE EN 1074	\$ 527	3	\$ 1.580	0,059
Empaquetaduras de bridas DN50 norma UNE EN 1092-2	\$ 745	2	\$ 1.490	0,056
Empaquetadura de tapa y cuerpo Norma BS 5163	\$ 1.990	1	\$ 1.990	0,075
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	8	\$ 1.160	0,044
Subtotal			\$ 12.490	0,469
Número de válvulas VAG DN50 en la red		8	\$ 99.920	3,749

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-14. Costo de los repuestos para válvula VAG DN80

Válvulas VAG DN80				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sellos o ring de tuerca según norma UNE EN 1074	\$ 845	2	\$ 1.690	0,063
Sellos o ring de vástago y tuerca según norma UNE EN 1074	\$ 627	3	\$ 1.880	0,071
Empaquetaduras de bridas DN80 norma UNE EN 1092-2	\$ 1.095	2	\$ 2.190	0,082
Empaquetadura de tapa y cuerpo Norma BS 5163	\$ 2.490	1	\$ 2.490	0,093
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027

Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	8	\$ 1.160	0,044
Subtotal			\$ 14.290	0,536
Número de válvulas VAG DN80 en la red		7	\$ 100.030	3,753

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-15. Costo de los repuestos para válvula DUN AN DN50

Válvulas DUN AN DN50				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sello o ring de vástago según norma BS 5163	\$ 650	1	\$ 650	0,024
Empaquetaduras de bridas DN50 norma DIN 2543	\$ 665	2	\$ 1.330	0,050
Empaquetadura de tapa y cuerpo Norma DIN 3352	\$ 1.590	1	\$ 1.590	0,060
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	8	\$ 1.160	0,044
Subtotal			\$ 9.610	0,361
Número de válvulas DUN AN DN50 en la red		1	\$ 9.610	0,361

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-16. Costo de los repuestos para válvula DUN AN DN80

Válvulas DUN AN DN80				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sello o ring de vástago según norma BS 5163	\$ 790	1	\$ 790	0,030
Empaquetaduras de bridas DN80 norma DIN 2543	\$ 845	2	\$ 1.690	0,063
Empaquetadura de tapa y cuerpo Norma DIN 3352	\$ 1.880	1	\$ 1.880	0,071
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934		8	\$ 1.160	0,044
Subtotal			\$ 10.400	0,390
Número de válvulas DUN AN DN80 en la red		2	\$ 20.800	0,780

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-17. Costo de los repuestos para válvula PROSERSA DN50

Válvula PROSERSA DN50				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sello o ring de vástago según norma BS 5163	\$ 690	1	\$ 690	0,026
Empaquetaduras de bridas en NBR DN50 norma DIN 2543	\$ 695	2	\$ 1.390	0,052
Empaquetadura de tapa y cuerpo en NBR Norma DIN 3352	\$ 1.780	1	\$ 1.780	0,067

Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	8	\$ 1.160	0,044
Subtotal			\$ 9.900	0,371
Número de válvulas PROSERSA DN50 en la red		1	\$ 9.900	0,371

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-18. Costo de los repuestos para válvula TALMET DN80

Válvula TALMET DN80				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Sello o ring de vástago según norma BS 5163	\$ 790	1	\$ 790	0,030
Empaquetaduras de bridas en NBR DN80 norma ISO 7005	\$ 1.175	2	\$ 2.350	0,088
Empaquetadura de tapa y cuerpo en NBR Norma NCH 2436	\$ 1.920	1	\$ 1.920	0,072
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	12	\$ 6.240	0,234
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	12	\$ 1.080	0,041
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	12	\$ 1.740	0,065
Subtotal			\$ 14.120	0,530
Número de válvulas TALMET DN80 en la red		2	\$ 28.240	1,060

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-19. Costo de los repuestos para Bomba dosificadora de cloro PROMINENT

Bomba dosificadora de cloro PROMINENT				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Empaquetadura para válvula de retención inyección tubería	\$ 990	1	\$ 990	0,037
Membrana de dosificación	\$ 15.990	1	\$ 15.990	0,600
Membrana de seguridad	\$ 9.900	1	\$ 9.900	0,371
Total			\$ 26.880	1,009

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-20. Costo de los repuestos para Válvula de retención

Válvula de retención				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Empaquetadura tapa superior en NBR	\$ 799	1	\$ 799	0,030
Sello o-ring obturador en NBR	\$ 1.320	1	\$ 1.320	0,050
Total			\$ 2.119	0,080

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-21. Costo de los repuestos para Macromedidores SENSUS, RAPHAEL Y MEINECKE

Macromedidores SENSUS, RAPHAEL Y MEINECKE				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	4	\$ 2.080	0,078
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	4	\$ 360	0,014
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	4	\$ 580	0,022
Empaquetaduras unión brida	\$ 1.175	2	\$ 2.350	0,088
Subtotal			\$ 5.370	0,201
Numero de Macromedidores en la red		3	\$ 16.110	0,604

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-22. Costo de los repuestos de estanque de regulación

Estanque de regulación				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Switch de nivel tipo pera Veto	\$ 13.990	1	\$ 13.990	0,525
Total			\$ 13.990	0,525

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-23. Costo de los repuestos de Válvulas de purga de aire A.R.I

Válvulas de purga de aire A.R.I				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Junta Tórica entre base y cuerpo de la ventosa	\$ 1.550	1	\$ 1.550	0,058
Conjunto de selladura de la válvula	\$ 8.990	1	\$ 8.990	0,337
Total			\$ 10.540	0,395
Número de válvulas de purga en la red		3	\$ 31.620	1,186

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-24. Costo de los repuestos del medidor de flujo electromagnético

Medidor de flujo electromagnético				
Repuesto	Valor Unitario	Cantidad	Valor (CLP)	Valor (UF)
Pernos Hexagonales M16 50 DIN 931	\$ 520	8	\$ 4.160	0,156
Golilla plana M16 DIN 125	\$ 90	8	\$ 720	0,027
Tuercas Hexagonal M16 DIN 934	\$ 145	8	\$ 1.160	0,044
Total			\$ 6.040	0,227

Fuente: Elaboración propia

Los únicos equipos que no aparecen en las tablas son las válvulas de bola de las válvulas de purga de aire, los manómetros, ya que estos no necesitan de cambio de repuestos y la electrobomba sumergible ya que a esta no se le hace un cambio de repuestos y solo se revisan sus parámetros de funcionamiento y se realiza una limpieza interior.

En la tabla 4-25. Se calcula el total de los costos de todos los repuestos incluyendo los equipos nombrados en las mejoras

Tabla 4-25. Costos totales de los repuestos para el mantenimiento de la red

Costos totales de los repuestos		
Equipos	Valor (CLP)	Valor (CLP)
Válvulas VAG DN50	\$ 99.920	3,749
Válvulas VAG DN80	\$ 100.030	3,753
Válvula Dun An DN50	\$ 9.610	0,361
Válvulas Dun An DN80	\$ 20.800	0,780
Válvula PROSERSA DN50	\$ 9.900	0,371
Válvulas TALMET DN80	\$ 28.240	1,060
Bomba dosificadora de cloro PROMINENT	\$ 26.880	1,009
Válvula de retención	\$ 2.119	0,080
Macromedidores SENSUS, RAPHAEL Y MEINECKE	\$ 16.110	0,604
Estanque de regulación	\$ 13.990	0,525
Válvulas de ventosa A.R.I	\$ 31.620	1,186
Medidor de flujo electromagnético	\$ 6.040	0,227
Total	\$ 365.259	13,705

Fuente: Elaboración propia

Los datos de los costos asociados a los repuestos de los equipos fueron consultados en el catálogo de precios 2016-2017 de Cosmoplas, en ferretería O’Higgins y a los propios fabricantes de los equipos vía correo electrónico.

4.2.4. Costo de la capacitación para el mantenimiento en la red

Para capacitar al operario en los procedimientos de mantenimiento, montaje, operación de nuevos equipos en la red, lectura de planos y todas las actividades asociadas al control de parámetros de la bomba y seguimiento de las fallas se hace necesario contar con los servicios de un Ingeniero en Mantenimiento que se haga cargo de esta tarea.

El valor de la H/H de este ingeniero tiene un costo de 1,5 UF.

Las horas que se necesitan para realizar la capacitación del operario de la red son 8, por lo que el costo total de la capacitación se muestra en la tabla 4-26.

Tabla 4-26. Costo de la capacitación del operador en UF

Mano de obra	Nº H/H Horas hombre	Valor en UF	Costo en UF
Ingeniero en mantenimiento	16	1,5	24

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Costo total de la implementación del mantenimiento

En la siguiente tabla se detallan todos los costos de la implementación del mantenimiento

Tabla 4-27. Costo total de la implementación de mejoras a la red

Costos	Valor en UF	Valor en CLP
Costo de herramientas	30,32	\$ 808.240
Costo de insumos	7,76	\$ 206.870
Costo de repuestos	13,70	\$ 365.259
Costo de capacitación	24	\$ 591.960
SUBTOTAL	75,78	\$ 2.019.613
OTROS GASTOS (3%)	2,273	\$ 60.588
TOTAL	78,053	\$ 2.080.201

Fuente: Elaboración propia

4.3. **ANALISIS DE LAS FINANZAS DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS Y COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

4.3.1. Utilidades de la red durante el periodo de un año.

La tabla 4-28. Muestra los ingresos operacionales producto del cobro del consumo de agua como tal. Los egresos operacionales son el pago del operador con su respectiva previsión, pago de contador, honorarios, arriendos de la sede para las reuniones, bodega de herramientas y materiales y el consumo de energía eléctrico por parte de la electrobomba y la sede. Estos gastos son fijos y los gastos variables son producto del

mantenimiento correctivo que se realiza en la red. Finalmente se muestra las utilidades que tiene la red de agua potable durante el periodo de un año.

Tabla 4-28. Utilidades de la red en el periodo de un año

Mes	Ingresos op. (CLP)	Ingresos op. (UF)	Egresos op (CLP)	Egresos op. (UF)	Utilidades (CLP)	Utilidades (UF)
jun-16	\$ 1.989.034	74,633	\$ 980.435	36,788	\$ 1.008.599	37,845
jul-16	\$ 2.189.035	82,137	\$ 899.567	33,754	\$ 1.289.468	48,383
ago-16	\$ 2.099.779	78,788	\$ 945.644	35,482	\$ 1.154.135	43,306
sep-16	\$ 2.130.220	79,930	\$ 1.135.611	42,610	\$ 994.609	37,320
oct-16	\$ 2.025.444	75,999	\$ 1.023.334	38,398	\$ 1.002.110	37,601
nov-16	\$ 2.245.945	84,272	\$ 1.025.967	38,496	\$ 1.219.978	45,776
dic-16	\$ 2.546.325	95,543	\$ 1.083.225	40,645	\$ 1.463.100	54,899
ene-17	\$ 2.893.367	108,565	\$ 985.476	36,977	\$ 1.907.891	71,588
feb-17	\$ 2.772.349	104,024	\$ 932.032	34,972	\$ 1.840.317	69,052
mar-17	\$ 2.425.612	91,014	\$ 899.327	33,745	\$ 1.526.285	57,269
abr-17	\$ 2.380.222	89,311	\$ 901.037	33,809	\$ 1.479.185	55,502
may-17	\$ 2.399.095	90,019	\$ 1.005.893	37,743	\$ 1.393.202	52,276
jun-17	\$ 2.174.000	81,573	\$ 910.065	34,147	\$ 1.263.935	47,425
Total					\$ 17.542.814	658,242

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Análisis final de los costos del proyecto

El resumen de todos los costos del proyecto se resume en la tabla 4-29. Que incluye las mejoras y la implementación del mantenimiento.

Tabla 4-29. Costos totales del proyecto

Costos	Valor UF	Valor CLP
Mejoras	734,71	\$ 19.580.699
Implementación del mantenimiento	78,053	\$ 2.080.201
TOTAL	812,763	\$ 21.660.900

Fuente: Elaboración propia

Comparando las tablas 4-28. Y la 4-29. Se puede observar que las cifras no son muy distintas ya que con las utilidades que tiene la red durante un año casi puede solventar los gastos totales del proyecto.

Dado estos datos se puede inferir que la red de agua potable de lagunillas puede solventar todos estos gastos sin ningún problema solo con recursos propios ya que puede recuperar su inversión en un periodo de un poco más de un año y además de seguir con el plan de mantenimiento a implementar ya que las utilidades anuales de la red pueden solventar los gastos anuales de mantenimiento.

4.3.3. Beneficios económicos de la implementación de las mejoras y el mantenimiento en la red

Finalmente se calculan cuáles son los beneficios económicos de implantar las mejoras y el mantenimiento en la red. Para ello la red ha proporcionado un registro de las fallas en donde esta ha registrado los costos que ha invertido en la reparación de las fallas del mantenimiento no programado, estos costos se registran desde finales de 2013 a finales del 2016 y se muestran anteriormente en la tabla 2-5. El total que gasta la red en este periodo de tiempo es de \$ 3.988.120 (149,142 UF) por lo que anualmente la red gasta en promedio \$ 1.329.373 (49,881 UF).

Se debe tener en cuenta que la red va a invertir en mejoras que disminuyen todas estas fallas y además invierte en el mantenimiento, el que consta de insumos y repuestos.

La inversión en las herramientas y mejoras no se debe contar en los gastos anuales ya que estas tienen una vida útil obviamente mayor a ese año.

Además, se debe considerar que el cambio de repuestos se hace cada dos años por lo que el costo anual de la compra de repuestos se divide a la mitad.

En la siguiente tabla se demuestra el ahorro de costos que la red debiese obtener al implementar el mantenimiento, suponiendo que las fallas que antes existían en la red han desaparecido.

Tabla 4-30. Gastos actuales en el mantenimiento y gastos con la implementación del nuevo mantenimiento

Costos	Valor (CLP)	Valor (UF)
Costo de reparaciones de fallas anuales	\$ 1.329.373	49,881
Costos	Valor (CLP)	Valor (UF)
Costo de los insumos para el mantenimiento	\$ 206.870	7,76
Costo de los repuestos para el mantenimiento	\$ 182.630	6,85
Total	\$ 389.500	14,61

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede deducir de este estudio que para la comunidad de Lagunillas la Red de Agua Potable es de vital importancia e influye mucho en los quehaceres diarios de la comunidad. Es por eso que es de suma importancia que este servicio se mantenga eficiente, con las menores fallas posibles y de gran calidad ya que los recursos hídricos cada vez están menos disponibles para el hombre y los costos asociados a la obtención del agua cada vez son más altos.

En cuanto a las propuestas de solución definidas en el proyecto, se espera que estas ayuden a mejorar la calidad del servicio. El reemplazo de la tubería matriz es una de las propuestas que más impacta a corto plazo ya que el tiempo de corte del servicio se debe ver disminuido considerablemente. Este reemplazo es una de las mejoras más importantes que se hará en la Red de agua potable desde que partió a finales de los años 60, además, la instalación de las nuevas válvulas de corte que sectorizan la red mejoran la intervención del mantenimiento, pudiendo afectar a muchos menos usuarios el corte del servicio.

Con la implementación de las mejoras y el mantenimiento a los equipos de la red se espera que los costos anuales en el mantenimiento correctivo que hace la red, deben disminuir en aproximadamente su valor un 70 % en promedio.

Otra problemática que se debe seguir de cerca es el desfase de consumo de agua que registra el macromedidor a la salida de la bomba y el total de agua facturado por mes que se mide en los medidores domiciliarios. Para esta problemática se presenta la mejora de instalación de purga de aire de la bomba en la tubería de impulsión y en la tubería matriz arriba en el estanque y en la bajada. Con esto se espera que se empareje el registro de los consumos de agua debido a la liberación de aire que se hace por las válvulas de purga de aire y que no atraviesa los instrumentos de medición del caudal. Si el problema persiste y no se emparejan totalmente los registros, se debiesen instalar más válvulas de purga de aire, esta vez, después de cada válvula de compuerta aguas abajo. Si el problema persiste de igual manera, puede que haya fugas que no salen a la superficie en las tuberías más antiguas o debiese haber algunos medidores adulterados o alguna conexión ilegal en la red. De igual manera la solución más apta es la propuesta en este proyecto por lo que se espera que se solucione a cabalidad.

Por otro lado, La Red de Agua Potable de Lagunillas no contaba con un plano técnico y específico de toda la red, ya que esta ha crecido bastante durante los últimos años, por lo que se ha confeccionado uno con el mayor detalle posible para ayuda del operador y los administrativos de la red en la ubicación de componentes, equipos y lo más

importante el trazado de las tuberías de la red haciendo más eficiente las labores de mantenimiento.

El proyecto en sí es una actualización a casi toda la red además presenta las bases y los pilares fundamentales para ponerse al tanto de las nuevas tecnologías y procedimientos en el mantenimiento de redes de agua potable, por lo que a modo personal nos deja bastante satisfechos ya que se ha investigado y recopilado mucha información técnica que ayudará a la red a poder seguir creciendo y utilizar el recurso hídrico de manera más eficiente e identificar las fallas que ocurren en esta de manera más anticipada siguiendo parámetros de funcionamiento y registrando datos que ayuden en el futuro.

Una alternativa que también se pensó utilizar en este proyecto es la utilización de un software de gestión del mantenimiento ya que este ayudaría a la automatización del mantenimiento, generando órdenes de trabajo automáticamente según lo programado por cada equipo y además genera un preciso control de los insumos y herramientas a utilizar por el operador. La implementación se descartó ya que el tamaño de la red y la cantidad de órdenes a generar anualmente no lo justificaba debido a que en este software se debe invertir gran cantidad de recursos en las licencias asociadas y además de la capacitación del operador de la red, pero si se puede implementar en un futuro próximo ya que la red está construyendo otro pozo profundo para aumentar la capacidad de la red, el cual incluye muchos equipos de bombeo, válvulas, estanque, etc. Y con esto la red puede crecer aún más y aumentar la cantidad de usuarios a los que se les puede entregar el servicio. Debido a esta razón un software de gestión de mantenimiento puede ser una opción de mejora futura y no se descarta en hacerlo nuevamente en conjunto para su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

TUTORIALES AL DÍA. Red de Distribución de Agua Potable: ¿Abierta o Cerrada? [en línea] <<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>> [Consulta: 16 de Octubre 2016].

EOI ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Redes de abastecimiento [en línea] <<https://static.eoi.es/savia/documents/componente45946.pdf>> [Consulta: 26 de octubre de 2016].

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS. NCH 409/1 Norma de calidad del agua potable [en línea] <<http://www.doh.gov.cl/APR/documentos/Documents/Normas%20NCh%20409%20Calidad%20y%20Muestreo%20del%20Agua%20Potable%20EEO.pdf>> [consulta: 6 de Noviembre de 2016].

HANNA INSTRUMENTS. Manual de instrucciones fotómetro de cloro libre modelo HI 96711C [en línea] <<http://www.hannainst.es/catalogo-productos/fotometros/monoparametrico-portatil/fotometro-de-cloro-libre-y-total-hi-96711>> [consulta: 6 de Noviembre de 2016].

PEDROLLO S.P.A. Catalogo Bomba sumergida de 4” 4SR [en línea] <http://www.pedrollo.com/public/allegati/4SR_ES_50Hz.pdf> [consulta: 10 de Noviembre de 2016].

VIEJO ZUBICARAY, Manuel. Bombas teoría, diseño y aplicaciones [en línea] <<https://es.scribd.com/doc/30310121/Bombas-Teoria-Diseno-y-Aplicaciones-Manuel-Viejo-Zubicaray>> [consulta: 20 de Noviembre de 2016].

IGARUCA, Maycon. Bombas Centrifugas [en línea] <<http://es.slideshare.net/mayconingarucagomez/bomba-centrfuga>> [consulta: 20 de Noviembre de 2016].

SDMO INDUSTRIES. SDMO T22 K standard features [en línea] <http://www.lureyechile.cl/crm/sln/lureye/archivosrelacionados/0v003_19301_fichatcnicat.pdf> [consulta: 26 de Noviembre 2016].

PROMINENT. Manual de usuario Bomba dosificadora de membrana Beta® BT4b y BT5b [En línea] <<https://www.prominent.com/resources/OperatingInstructions/Spanish/7439/986321-BA-BE-021-12-15-ES-Niederdruckpumpe-Beta-b-ES.pdf>> [consulta: 10 de diciembre de 2016].

TECVAL S.A. Válvulas de retención [en línea] <http://www.tecval.cl/valvula_de_retencion.html> [consulta: 12 de diciembre de 2016].

VALCAST. Stainless Steel Threaded End Swing Check Valve [en línea] <<http://valcast.com.mx/fichas-tecnicas/Ficha-Valvula-de-retencion-de-columpio-NPT-CKSWNPT.pdf>> [consulta: 10 de diciembre de 2016].

MAX MACHINERY INC. ¿Qué es un caudalímetro? [en línea] <<http://www.maxmachinery.mx/que-es-un-caudal%C3%ADmetro>> [consulta: 12 de diciembre de 2016].

CALDERÓN, Marcos. Sensores de caudal [en línea] <<http://es.slideshare.net/marcocalderonlayme/sensores-de-caudal-tipo-turbina>> [consulta: 12 de Diciembre de 2016].

SENSUS USA INC. Ws dynamic, turbine water meter for cold water [en línea] <<http://www.linkauto.cn/upload/pdf/WSD.pdf>> [consulta: 15 de diciembre de 2016].

QUIMINET. Usos y aplicaciones de las válvulas de compuerta [en línea] <<https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-las-valvulas-de-compuerta-56126.htm>> [consulta: 17 de diciembre 2016].

KSB AKTIENGESELLSCHAFT. Válvulas Lista de Productos estándar KSB Argentina, 2012 [en línea] <<https://www.ksb.com/blob/6320/20f365c6d3d8b8fe0dad44db5d7e7688/catalogo-argentina-data.pdf>> [consulta: 17 de diciembre de 2016].

VETO Y CIA. Switch de nivel [en línea] <http://www.veto.cl/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.pbv.tpl&product_id=1824&category_id=209&option=com_virtuemart&Itemid=861&lang=es> [consulta: 4 de Enero de 2017].

ROMERO, Haroldo. Apuntes Gestión del mantenimiento ed.2004 1.0 [en línea]. En: <<https://mail.google.com>> Miércoles 4 de Enero, 2017 <haroldo.romero@usm.cl> [consulta: Jueves 5 de Enero, 2017].

FIGUEROA, Octavio. Definición de un plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación [en línea] <<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132720/Definicion-de-plan-de-mantenimiento-optimo-para-equipos-criticos-de-una-planta....pdf?sequence=1>> [consulta: 8 de Enero de 2017].

TOBAR, Filermo. Análisis de criticidad y formulación de un plan de mantenimiento rutinario para los molinos de bolas [en línea] <<http://159.90.80.55/tesis/000137497.pdf>> [consulta: 8 de Enero de 2017].

THE LEARNING FACTORY. Manual del ingeniero de mantenimiento [en línea] <http://www.pcmanagement.es/editorial/management_sp/Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf> [consulta: 10 de Enero de 2017]

Chauvin, Silvia. 80/20: El Diagrama de Pareto en la Toma de Decisiones [en línea] <<http://www.mujeresdeempresa.com/8020-el-diagrama-de-pareto-en-la-toma-de-decisiones/>> [consulta: 12 de Enero de 2017]

ORREGO, Juan Carlos. Análisis de criticidad [en línea] <<http://es.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation/1>> [consulta: 15 de Enero de 2017].

E-REDING. Análisis de criticidad [en línea] <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cd7ckx8kHyAJ:reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=cl>> [consulta: 18 de Enero de 2017].

EXIO SRL. Preguntas frecuentes. ¿Qué problemas crea el aire en la red de distribución de agua potable? [en línea] <<http://exion.com.ar/preguntas.php>> [consulta: 12 de febrero de 2017].

INN. Norma NCH 691 of.98 Agua potable - conducción regulación y distribución [en línea] <<http://hidrauvlica.weebly.com/uploads/5/3/3/9/5339473/nch0691-1998.pdf>> [consulta 13 de febr

ANEXOS

ANEXO I: CALCULO DEL TAMAÑO DE LAS VÁLVULAS DE PURGA DE AIRE

Primero se debe dimensionar la válvula de purga a la salida de la bomba la cual es del tipo automática. Para dimensionar estos dispositivos se deberá de tener en cuenta los cambios de presión y temperatura del agua en la conducción, ya que son los que ocasionan la liberación del aire. La cantidad máxima de aire disuelto en el agua a presión atmosférica (m3 de aire en m3 de agua) es el denominado Coeficiente de Bunsen (CB), y los valores de cantidad disuelta de aire según la temperatura vienen dados en la tabla siguiente:

t (°C)	0	5	10	15	20	25	30
C _B	0.0286	0.0252	0.0224	0.0201	0.0183	0.0167	0.0154

Fuente: <https://www.hutech.es/single-post/2017/02/27/El-aire-en-las-tuber%C3%ADas-II-c%C3%A1culo-y-dimensionado-de-ventosas>

Generalmente en las conducciones de agua no existen unos saltos de temperatura del agua que produzcan un aumento significativo de liberación del aire disuelto, sin embargo, la variación de presión sí puede ser significativa.

La cantidad de aire (Qaire) que se libera en una conducción que transporta un caudal de agua Qagua a una temperatura t °C con una variación de presión Δp es:

$$Q_{aire} = CB * Q_{agua} * \Delta p$$

En donde:

Qaire = Caudal de aire que se libera en el agua (m3/min)

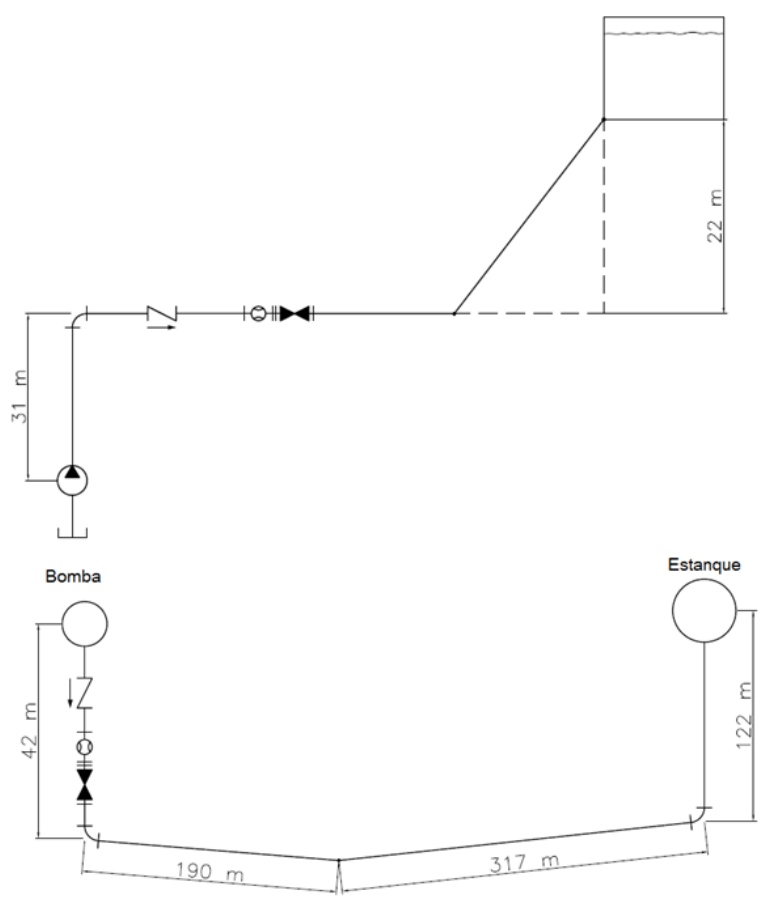
CB = Coeficiente de bunsen del agua a una t °C, a presión atmosférica (adimensional)

Qagua = Caudal de agua que transporta la tubería (m3/min)

Δp = Diferencial de presión a lo largo de la tubería (Bar)

Para determinar el caudal de aire que la válvula de purga debe expulsar de la tubería se debe conocer el diferencial de presión (Δp) en la tubería de impulsión. Este diferencial es la diferencia de presión entre la presión al principio y al final de la tubería

de impulsión, debido a las diferencias de altura y las pérdidas de carga. Para este cálculo se hace necesario contar con un esquema de la tubería de impulsión.



Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo se debe considerar que si el flujo es uniforme, es decir que la sección es constante, y por lo tanto la velocidad también es constante, el principio de Bernoulli, entre dos puntos puede escribirse de la siguiente forma:

$$y_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma \lambda$$

En donde:

y_1, y_2 = Altura geométrica en la dirección de la gravedad (m)

P_1, P_2 = Presión a lo largo de la línea de corriente (Pa)

v_1, v_2 = Velocidad del fluido (m/s)

ρ = Densidad del fluido (Kg/m3)

g = Aceleración de gravedad (m/s2)

$\Sigma\lambda$ = Sumatoria de todas las pérdidas por roce y localizadas.

Las pérdidas por roce en la tubería y las localizadas ($\Sigma\lambda$), que constituyen los elementos instalados en esta, como lo son codos, uniones y válvulas. Están dadas por la ecuación de Darcy-Weisbach y la ecuación de pérdida por elementos singulares.

Ecuación de Darcy-Weisbach para las pérdidas por roce a lo largo de la tubería.

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

En donde:

h_f = Pérdida de carga debido a la fricción (m)

f = Factor de fricción de Darcy (adimensional)

L = Largo de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

v = Velocidad del flujo (m/s)

g = Aceleración de gravedad (m/s²)

El factor de Darcy está dado por:

$f_{\text{laminar}} = \frac{64}{Re}$ Flujo laminar y para flujo turbulento se debe observar el diagrama de Moody (ver figura 3-12.)

Para saber si el flujo es laminar o turbulento se debe calcular el número de Reynolds (Re) que es adimensional, en donde:

$$Re = \frac{v * D}{\nu}$$

En donde:

v = Velocidad del flujo (m/s)

D = Diámetro de la tubería (m)

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s)

Si el número de Reynolds esta no sobrepasa los 2300 significa que es un flujo laminar y el factor de Darcy se puede calcular con la fórmula de f_{laminar} . Pero si este

número sobrepasa los 2300 es recomendable buscar el factor de Darcy en el diagrama de Moody.

La ecuación de las pérdidas localizadas o singulares está dada por:

$$p_l = K * \frac{v^2}{2g}$$

En donde:

p_l = Pérdidas localizadas (m)

K = Coeficiente para los diferentes accesorios instalados en la tubería (Tabulado y adimensional)

v = Velocidad del flujo en (m/s)

g = Aceleración de gravedad (m/s²)

Para la realización del cálculo se deben tener en cuenta los siguientes datos:

- Caudal del fluido en la tubería: 165 lt/min = 0,00275 m³/s (Tabla 1-2)
- Diámetro interior de la tubería: 65 mm = 0,065 m
- Área sección de la tubería

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 0,065^2}{4} = 0,00332 \text{ m}^2$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00275 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)}{0,00332 \text{ m}^2} = 0,828 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Material de la tubería: Rocalit = Asbesto cemento
- Largo total de la tubería: 653 m (figura 3-10)
- Diferencias de altura geométrica a lo largo de la tubería: (-31 m + 22m) (figura 3-64)
- Temperatura del agua 15 °C para efectos de calculo
- Densidad del agua a 15 °C es de 999,19 Kg/m³

Primero se despeja la ecuación de Bernoulli en función de las presiones P_1 y P_2 considerando que la velocidad entre todo el largo de la tubería permanece constante

$$P_1 - P_2 = (y_2 - y_1) * \rho g + \Sigma \lambda * \rho g$$

Reemplazando en la fórmula de las pérdidas de carga por fricción y pérdidas localizadas queda:

$$P_1 - P_2 = (y_2 - y_1) * \rho g + f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} * \rho g + \Sigma K * \frac{v^2}{2g} * \rho g$$

$P_1 - P_2 = \Delta p$, Factorizando y reduciendo términos queda finalmente

$$\Delta p = (y_2 - y_1) * \rho g + (f * \frac{L}{D} + \Sigma K) * \frac{v^2}{2} * \rho$$

Las pérdidas por roce en la tubería se calculan obteniendo el factor de Darcy y para ello se debe calcular el número de Reynolds considerando la viscosidad del agua a 15 °C como $1,139 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$.

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{0,828 * 0,065}{1,139 * 10^{-6}} = 4725$$

$Re > 2300$ por lo tanto es un flujo en régimen turbulento por lo se hace necesario utilizar el diagrama de Moody, pero primero se deben hacer algunos cálculos para entrar a la tabla, el cual es la rugosidad relativa $\frac{\epsilon}{D}$.

La rugosidad absoluta ϵ es un dato tabulado y depende del material de la tubería, estos datos aparecen en la siguiente tabla.

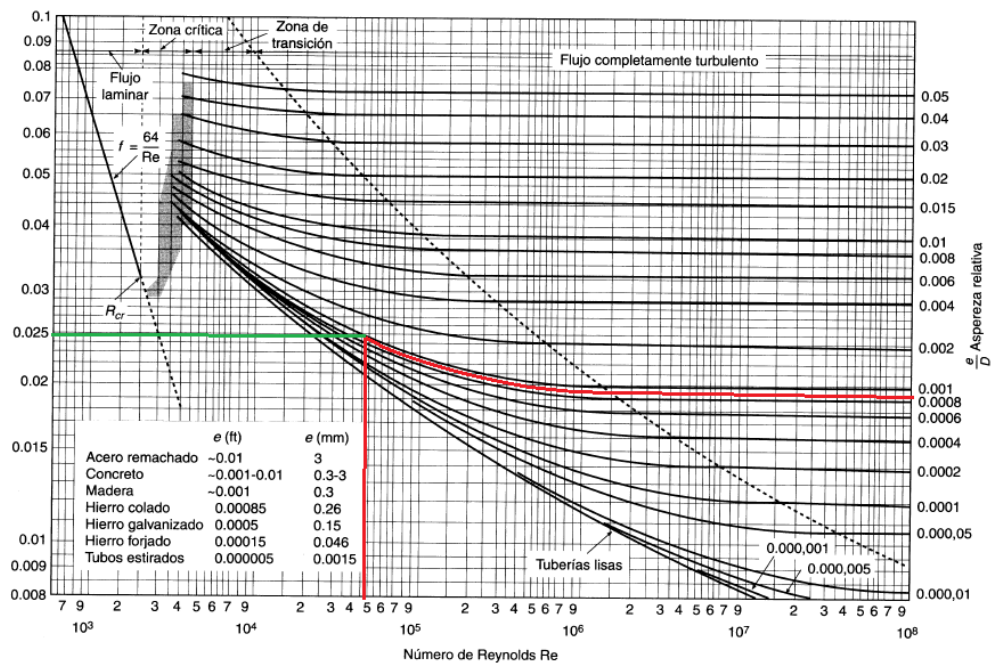
Valores de la Rugosidad Absoluta	
Material de construcción	Rugosidad (k: mm)
Tuberías de plástico	
Poliétileno (P.E.).....	0,002
Cloruro de polivinilo (PVC)	0,02
Tuberías metálicas	
Tuberías estiradas, sin soldaduras de latón, cobre, plomo.....	0,0015 - 0,01
Aluminio.....	0,015 - 0,06
Acero estirado sin soldaduras:	
Nuevas.....	0,02 - 0,10
Después de muchos años en servicio.....	1,2 - 1,5
Acero galvanizado:	
Nuevas, buena galvanización.....	0,07 - 0,10
Galvanización ordinaria.....	0,10 - 0,15
Fundición:	
Nuevas.....	0,25 - 1,00
Nuevas con revestimiento bituminoso.....	0,10 - 0,15
Asfaltadas.....	0,12 - 0,30
Después de varios años en servicio.....	1,00 - 4,00
Hormigón y fibrocemento:	
- <u>Hormigón:</u>	
Superficie muy lisa.....	0,3 - 0,8
Condiciones medias.....	2,5
Superficie rugosa.....	3 - 9
Hormigón armado.....	2,5
- <u>Fibrocemento (F.C.):</u>	
Nuevas.....	0,05 - 0,10
Después de varios años en uso.....	0,60

Fuente: <https://es.slideshare.net/lorencholll/hidraulica>

El material de la tubería es Rocalit que pertenece a la familia de los fibrocementos por lo que su valor es 0,6 mm porque ya tiene varios años de uso entonces la rugosidad relativa es:

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,6 \text{ mm}}{65 \text{ mm}} = 0,0092$$

Ya con los datos del número de Reynolds = 47 252 (columna horizontal del diagrama) y la rugosidad relativa = 0,0092 (columna vertical del diagrama) se busca el factor de Darcy en el diagrama de Moody. Según el diagrama el factor de Darcy es de 0,025.



Fuente: <https://previa.uclm.es/area/amf/gonzalo/IngFluidosFiles/Multimedia/Graphs/MoodyPeq.pdf>

La ultima incógnita faltante es el coeficiente K que es la sumatoria de todos los elementos singulares en la tubería de impuls n. Para ello se deben cuantificar los elementos instalados.

Elemento	Cantidad
Codo radio largo 90� 3'' 75 mm	4
Codo 45� 3'' 75 mm	1
Válvula de retención 3''	1
Macromedidor	1
Válvula de compuerta	1

Fuente: Elaboración propia

Estos elementos se buscan en la tabla de coeficientes K para diferentes accesorios.

Nº de diámetros (L/D) y coeficientes K para diferentes accesorios

Accesorios			Diámetro nominal											
			1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24
		L/D	Valores de K											
Válv.de compuerta(abierta)		8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1
Válv.de globo(abierta)		340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1
Válv.de retención horizontal(check)		100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)		50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6
Válv.de pie de disco(de huso)con colador		420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0
Válv.de pie de disco con bisagra		75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24
T en línea (con circulación por derivación)		60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72

Fuente: <https://es.slideshare.net/lorencholll/hidraulica>

Como no aparece el macromedidor se puede considerar como una válvula de compuerta abierta. Entonces el cálculo de K es:

$$\Sigma K = 0,14 + 0,9 + 0,29 + 4 * 0,29 + 0,14 = 2,63$$

Ya obtenidos todos los datos de la ecuación:

$$\Delta p = (y_2 - y_1) * \rho g + (f * \frac{L}{D} + \Sigma K) * \frac{v^2}{2} * \rho$$

Se reemplazan todos los datos.

$$\Delta p = (22 - (-31)) * 999,19 * 9,81 + (0,025 * \frac{653}{0,065} + 2,63) * \frac{0,828^2}{2} * 999,19$$

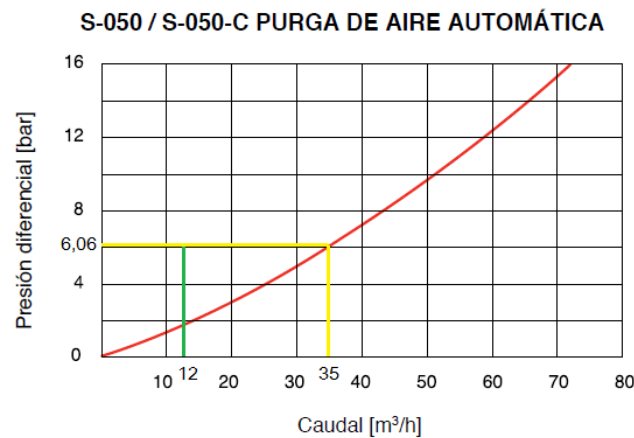
$$\Delta p = 606433,46 \text{ Pa} = 6,06 \text{ Bar}$$

Ahora es posible calcula el caudal de aire que debe retirar la válvula de purga de aire automática desde la tubería a la atmosfera dada la expresión previamente mencionada:

$$Q_{\text{aire}} = CB * Q_{\text{agua}} * \Delta p$$

$$Q_{\text{aire}} = 0,0201 * 0,165 * 6,06 = 0,2 \frac{m^3}{min} = 12 \frac{m^3}{h}$$

Con este caudal de salida de aire que debe expulsar la válvula, se verifica en la curva característica de una válvula de purga en el mercado. Para ello se busca una válvula de ventosa automática marca A.R.I modelo S-050 la cual entrega la siguiente curva.



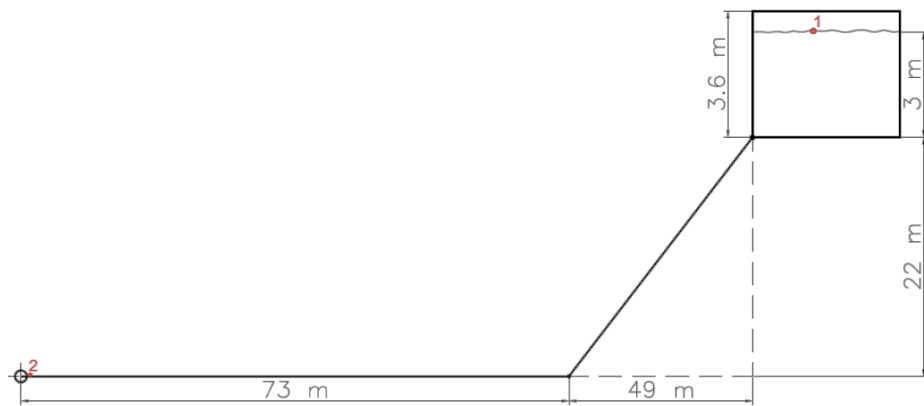
Fuente: <http://www.arivalves.com/es/products/water-supply/item/s-050-automatic-air-release-valve-segev>

Como se ve en el gráfico de la curva a una presión diferencial de 6,06 Bar la válvula es capaz de expulsar aproximadamente 35 m3/h de aire lo cual es bastante superior al aire que genera la tubería. Aunque la válvula se ve un poco sobredimensionada es una de las más pequeñas que se encuentran en el mercado.

Para dimensionar las válvulas trifuncionales que se deben instalar a la bajada del estanque, para el llenado de la tubería y la salida de aire de esta misma se debe calcular el caudal en que se llena la tubería matriz ya que este caudal será el mismo que debe expulsar la ventosa. Si el diámetro de la tubería matriz y la de impulsión hubiese sido el mismo, el caudal con que se llena la tubería matriz sería el mismo con el que impulsa la bomba para llenar estanque. En este caso el diámetro interior de la tubería matriz aguas abajo es de 100 mm. Como esto no sucede se debe emplear nuevamente para conocer el caudal que baja por esta tubería, la ecuación del principio de Bernoulli, la cual sirve en primera instancia para saber la velocidad en que el fluido llega al final de la tubería:

$$y_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma \lambda$$

Analizando y considerando las siguientes condiciones de frontera para simplificar la ecuación, el cálculo se debe guiar por el esquema de la figura 3-14.



Fuente: Elaboración propia

El punto 1 del estanque se considera que está a presión atmosférica y por lo tanto $P_1 = 0$. Además la velocidad del fluido se considera 0 en el estanque. En el punto 2 la altura vale 0. La presión en 2 también se considera 0 ya que no existe oposición al fluido. Las pérdidas por roce y localizadas se pueden despreciar. Despejando la velocidad en el punto 2 queda:

$$V_2 = \sqrt{\frac{y_1}{\frac{1}{2g}}}$$

Reemplazando las variables:

$$V_2 = \sqrt{\frac{\frac{25}{1}}{2 * 9,81}} = 22,14 \frac{m}{s}$$

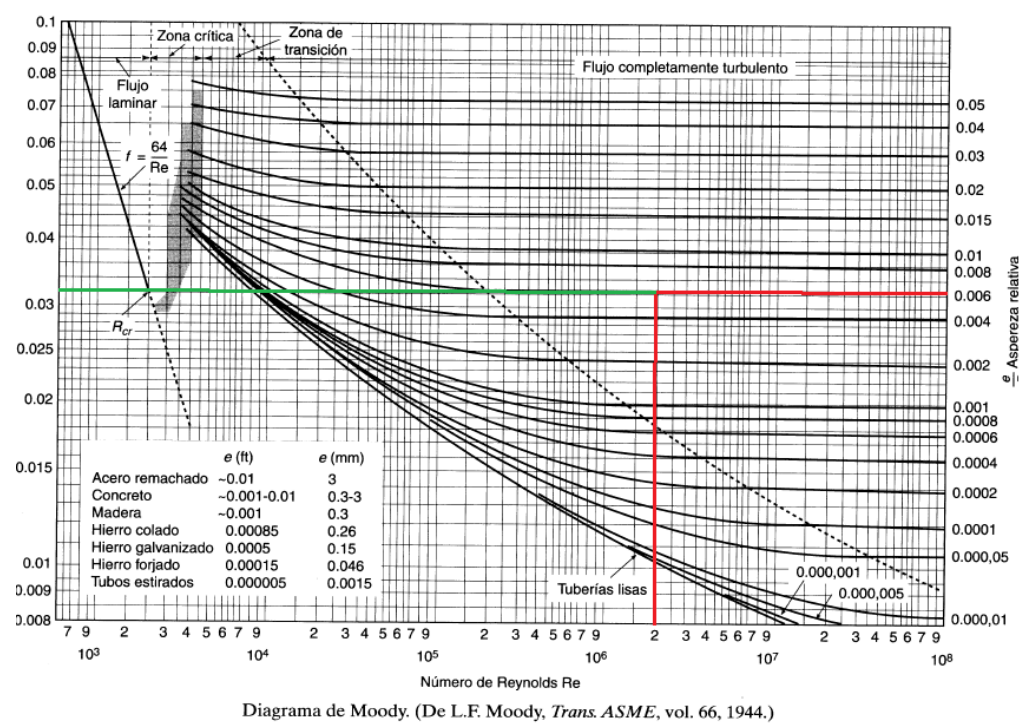
Esta velocidad es enorme debido a que no se consideran las pérdidas por roce, pero calculando estas el valor de la velocidad debiese disminuir considerablemente para ello se debe calcular el número de Reynolds.

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{22,14 * 0,1}{1,139 * 10^{-6}} = 1943810 \approx 2 * 10^6$$

Como $Re > 2300$ significa que es un régimen turbulento. Para ello el factor de Darcy se calcula con el diagrama de Moody. Antes de ir al diagrama hay que calcular la rugosidad relativa. Para ello se toma el dato de ϵ de la tabla 3-22.

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,6 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,006$$

Ya con los datos del número de Reynolds = 2×10^6 (columna horizontal del diagrama) y la rugosidad relativa = 0,006 (columna vertical del diagrama) se busca el factor de Darcy en el diagrama de Moody. Según el diagrama el factor de Darcy es de 0,032.



Fuente: <https://previa.uclm.es/area/amf/gonzalo/IngFluidosFiles/Multimedia/Graphs/MoodyPeq.pdf>

El último dato faltante es el largo total de la tubería. Este se calcula de acuerdo a la figura 3-67 por lo tanto el largo total es:

$$l_t = 73 + \sqrt{22^2 + 49^2} = 127 \text{ m}$$

Por último se reemplazan los datos de en la ecuación de Bernoulli despejada para la velocidad, pero esta vez con las pérdidas incluidas.

$$V_2 = \sqrt{\frac{y_1}{\left[1 + f \cdot \frac{L}{D}\right] \cdot \frac{1}{2g}}}$$

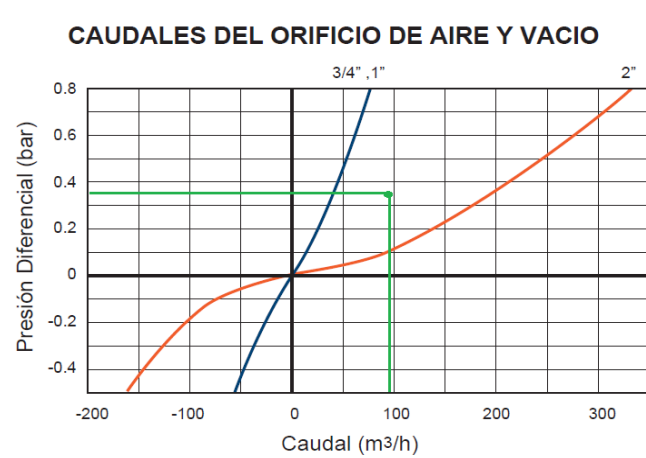
Remplazando las variables la velocidad que pasa por la tubería en el llenado es:

$$V_2 = \sqrt{\frac{25}{\left[1 + 0,032 * \frac{127}{0,1}\right] * \frac{1}{2 * 9,81}}} = 3,43 \frac{m}{s}$$

El caudal de agua que sale por la tubería es y empuja el aire a salir con este mismo flujo por la ventosa es:

$$Q = v * A = 3,43 * \frac{\pi * 0,1^2}{4} = 0,027 \frac{m^3}{s} = 97,2 \frac{m^3}{h}$$

Ya calculado este caudal se puede seleccionar una válvula de purga trifuncional de acuerdo a las curvas del fabricante. Se debe considerar una sobrepresión diferencial de llenado de 3,5 mca o 0,34 Bar para la apertura de la válvula. El tamaño de la válvula debe ser de 2” para que esta logre expulsar todo el aire de la tubería durante el llenado según la gráfica de la figura 3-21.



Fuente: <http://www.arivalves.com/es/products/water-supply/item/d-040-combination-air-valve-barak>

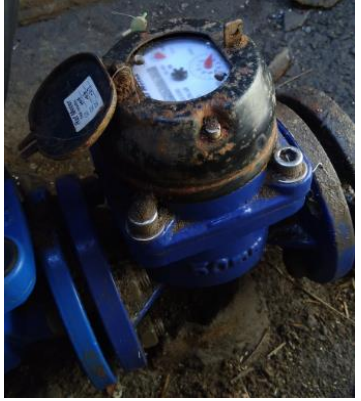
ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Electrobomba de impulsión pozo profundo			CÓDIGO: IM-EBS-01		
MARCA: Pedrollo		MODELO: 4SR8/17 - PD		PESO (Kg): 24	
DIMENSIONES: Ø98 x 1217		CATÁLOGO: Bomba SERIE 4SR-8-17 PEDROLLO.Pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV001		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)		FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: MAYO 2012	
FUNCIÓN: Impulsa el agua desde el pozo profundo hasta el estanque de regulación					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: HIDROTÉCNICA CHILE		TELÉFONO: +56 2 2327 6000		DIRECCIÓN: Av. Bilbao 3975, La Reina	
E-MAIL: info@hidrotecnica.cl		CIUDAD: Santiago		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE: 400 V	AMPERAJE: 7 A	POTENCIA (Hp): 4	RPM: 2900	CAUDAL (Lts/min): 375 (Max)	
PRESIÓN DE OPERACIÓN: No determinada		EFICIENCIA (%): 65 (máx)		CAPACIDAD: 4"	OTROS: Cuerpo de Acero inoxidable
OBSERVACIONES: Situada a 31 metros de profundidad en el pozo profundo de la red Resistente a la arena en un máximo de 150 gr/m3					



PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Bomba dosificadora magnética		CÓDIGO: IM-BDM-01			
MARCA: ProMinent	MODELO: Beta BT5a	PESO (Kg): 9			
DIMENSIONES:		CATÁLOGO: Manual de Instrucciones Bomba dosificadora magnética beta BT5a.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV002	LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Agosto 2014			
FUNCIÓN: Impulsa el cloro, dosificándolo desde los estanques a la tubería de impulsión que es dirigida al estanque de regulación.					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: ProMinent Chile S.A		TELÉFONO: +56 2 2235 4799		DIRECCIÓN: Lota 2250, Providencia	
E-MAIL: http://www.prominent.cl		CIUDAD: Santiago		OTROS:	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE: 100 – 230 V	AMPERAJE: 0,74 – 0,31 A	POTENCIA (W): 20,3	RPM: -	CAUDAL (Lts/h): 6,8	
PRESIÓN DE OPERACIÓN: 10 Bar – 145 Psi		EFICIENCIA (%): -	CAPACIDAD: -	OTROS: IP 65	
OBSERVACIONES: Código de identificación: BT5B1008PVT2000UA010000					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Macromedidor de turbina		CÓDIGO: IM-MCR-01		
MARCA: SENSUS	MODELO: WS-dynamic DN80	PESO (Kg): 18,5		
DIMENSIONES: 300 x 261		CATÁLOGO: WS-Dynamic-Medidor-de-turbina.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV003		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Octubre 2009	
FUNCIÓN: Registra la cantidad de agua en metros cúbicos desde el pozo profundo al estanque de regulación.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: Sensus Chile S.A		TELÉFONO: +56 2 4826600		DIRECCIÓN: Las Araucarias 9041, Quilicura
E-MAIL: www.sensus.com		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
C. Nominal: 40 m3/h	C. Máximo: 110 m3/h	C. Continuo: 55 m3/h	C. Mínimo: 0,2 m3/h	C. de partida: 0,1 m3/h
PRESIÓN NOMINAL: PN16		Lectura Mínima: 0,0005 m3	Lectura Máxima: 1000000 m3	OTROS: Material fundición gris IP 68
OBSERVACIONES: Código de solicitud para reemplazo: Sensus WS-Dynamic, DN80, 50/16, L=300 mm orden no. 828893				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Macromedidor de turbina		CÓDIGO: SL-MCR-01		
MARCA:		MODELO:	PESO (Kg):	
RAPHAEL		Raf Meter RMI DN 50	10,5	
DIMENSIONES: 200 x 267		CATÁLOGO: Raphael Removable measuring unit irrigation water meter.pdf		
HOJA DE VIDA N°:		LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:	
HV004		S. Sur Lagunillas (SL)	Marzo 2007	
FUNCIÓN: Registra la cantidad de agua en metros cúbicos desde el sector sur de Lagunillas al Sector La Palmilla.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: Cosmoplas S.A		TELEFONO: +56 2 2598 7331		DIRECCIÓN: Camino Internacional 5465, Bodega H1
E-MAIL: glarco@cosmoplas.cl		CIUDAD: Viña del mar		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
C. Nominal: 25 m3/h	C. Máximo: 33 m3/h	C. Continuo: 30 m3/h	C. Mínimo: 2 m3/h	C. de partida: 1 m3/h
PRESIÓN NOMINAL: PN16		Lectura Mínima: 0,001 m3	Lectura Máxima: 1000000 m3	OTROS: T° Max operación 50°C
OBSERVACIONES: Norma de diseño ISO 4064				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.			
FICHA TÉCNICA							
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017							
DATOS GENERALES							
EQUIPO: Macromedidor de turbina		CÓDIGO: IM-MCR-02					
MARCA: MEINECKE		MODELO: BMF Series Dn 80				PESO (Kg): 7,7	
DIMENSIONES: 200 x 193		CATÁLOGO: Catalogo macromedidor meinecke ds_wpdb.pdf					
HOJA DE VIDA N°: HV005		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)		FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Agosto 2005			
FUNCIÓN: Registra la cantidad de agua en metros cúbicos desde el estanque de acumulación a la matriz principal.							
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR							
NOMBRE: Cosmoplas S.A		TELÉFONO: +56 2 2598 7331		DIRECCIÓN: Camino Internacional 5465, Bodega H1			
E-MAIL: glarco@cosmoplas.cl		CIUDAD: Viña del mar		OTROS: -			
PARÁMETROS DE OPERACIÓN							
C. Nominal: 50 m3/h	C. Máximo: 90 m3/h	C. Continuo: 60 m3/h	C. Mínimo: 0,3 m3/h	C. de partida: 0,2 m3/h			
PRESIÓN NOMINAL: PN16		Lectura Mínima: 0,0005 m3	Lectura Máxima: 1000000 m3	OTROS: T° Max operación 50°C			
OBSERVACIONES: Norma de diseño ANSI 150 Protección IP68 Número de modelo 828980							

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: SL-VDC-01			
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV006		LOCALIZACIÓN: S. Sur Lagunillas (SL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Enero 2010		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua a través de la matriz desde el sector sur de Lagunillas al sector de La palmilla.					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura	
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163	
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -	
MATERIALES					
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón	
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: CL-VDC-02			
MARCA: TALMET		MODELO: T-112	PESO (Kg): 19		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 180 x 200 x 380		CATÁLOGO: Valvula de compuerta talmet.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV007		LOCALIZACIÓN: S. Centro de Lagunillas (CL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Agosto 2010		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua a través de la matriz desde el sector centro de Lagunillas al sector de la villa del pueblo					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550	
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJERO S BRIDA 6	NORMA DE DISEÑO Nch 2436	
NORMA CONEX. BRIDA ISO 7005		REV. POR CARRERA 15	PAR DE CIERRE -	OTROS: -	
MATERIALES					
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62	
OBSERVACIONES:					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: LP-VDC-01			
MARCA: DunAn		MODELO: Redstar 2010	PESO (Kg): 10		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 160 x 320		CATÁLOGO: Dunan-Redstar-Valve-BS-5163-2010.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV008		LOCALIZACIÓN: S. La Palmilla (LP)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Enero 2010		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua a través en el sector de la Palmilla					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550	
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 80° C	N° AGUJERO S BRIDA 6	NORMA DE DISEÑO BS 5163	
NORMA CONEX. BRIDA DIN 3352		REV. POR CARRERA -	PAR DE CIERRE -	OTROS: -	
MATERIALES					
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG50)	
TORNILLOS TAPA Acero al carbono		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62	
OBSERVACIONES: Protección anticorrosiva azul exterior e interior					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.					
FICHA TÉCNICA									
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017									
									
						DATOS GENERALES			
						EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-02	
						MARCA: DunAn	MODELO: Redstar 2010	PESO (Kg): 16,5	
						DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 195 x 420		CATÁLOGO: Dunan-Redstar-Valve-BS-5163-2010.pdf	
HOJA DE VIDA N°: HV009		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Junio 2009						
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en la matriz desde el sector de impulsión al sector sur de Lagunillas									
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR									
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELEFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550					
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -					
PARÁMETROS DE OPERACIÓN									
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 80° C	N° AGUJERO S BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163					
NORMA CONEX. BRIDA DIN 3352		REV. POR CARRERA -	PAR DE CIERRE -	OTROS: -					
MATERIALES									
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG50)					
TORNILLOS TAPA Acero al carbono		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62					
OBSERVACIONES: Protección anticorrosiva azul exterior e interior									

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.			
FICHA TÉCNICA							
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017							
DATOS GENERALES							
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-03					
MARCA: DunAn		MODELO: Redstar 2010	PESO (Kg): 16,5				
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 195 x 420		CATÁLOGO: Dunan-Redstar-Valve-BS-5163-2010.pdf					
HOJA DE VIDA N°: HV010		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Junio 2009				
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en la matriz desde el sector de impulsión al sector centro de Lagunillas							
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR							
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550			
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -			
PARÁMETROS DE OPERACIÓN							
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 80° C	N° AGUJERO S BRIDA 6	NORMA DE DISEÑO BS 5163			
NORMA CONEX. BRIDA DIN 3352		REV. POR CARRERA -	PAR DE CIERRE -	OTROS: -			
MATERIALES							
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG50)			
TORNILLOS TAPA Acero al carbono		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62			
OBSERVACIONES: Protección anticorrosiva azul exterior e interior							

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: SL-VDC-02			
MARCA: PROSERSA		MODELO: 141212 2014	PESO (Kg): 9		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 130 x 320		CATÁLOGO: Manual valvula de compuerta elastomerica conexion brida Prosera.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV011		LOCALIZACIÓN: S. Sur Lagunillas (SL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Junio 2015		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en la matriz desde el sector sur al Pasaje Santa Isabel					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550	
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 80° C	N° AGUJERO S BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO DIN 3352	
NORMA CONEX. BRIDA DIN 3352		REV. POR CARRERA -	PAR DE CIERRE -	OTROS: -	
MATERIALES					
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero al carbono		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62	
OBSERVACIONES: Protección anticorrosiva azul exterior e interior de 150 µm					

PLAN DE MANTENIMIENTO					 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Grupo electrógeno		CÓDIGO: IM-GEN-01			
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):			
SDMO	T22K	880			
DIMENSIONES (mm): Largo x Ancho x Alto 2080 x 960 x 1415	CATÁLOGO: Grupo electrógeno Lureye SDMO T22K.pdf				
HOJA DE VIDA N°: HV012	LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)		FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:		
FUNCIÓN: Provee de energía eléctrica a la bomba de impulsión cuando el suministro eléctrico del proveedor de energía es interrumpido.					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE:		TELÉFONO:		DIRECCIÓN:	
LUREYE Chile		(56-2) 2897 5000		Av. Vicuña Mackenna 1503	
E-MAIL:		CIUDAD:		OTROS:	
stecnico@lureye.cl		Santiago, Chile		-	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE:	AMPERAJE:	POTENCIA (KW):	RPM:	CONSUMO DIESEL:	
380/220 V	33 A (max)	17,6	1500	6,2 L/h (máx. carga)	
FACTOR DE POTENCIA:		RUIDO:	CAPACIDAD:	OTROS:	
0,8		87 dB (máx.)	100 Lts	N. de emisión EURO IV	
OBSERVACIONES: Número de serie: T22K13018112 Este equipo tiene un servicio de mantenimiento externo.					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.							
FICHA TÉCNICA											
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017											
											
						DATOS GENERALES					
						EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-01			
						MARCA: TALMET		MODELO: T-112		PESO (Kg): 19	
						DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 180 x 200 x 420		CATÁLOGO: Valvula de compuerta talmet.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV013		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)		FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Agosto 2010							
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua a través de la matriz de impulsión desde el pozo al estanque de regulación											
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR											
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELEFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550							
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -							
PARÁMETROS DE OPERACIÓN											
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJERO S BRIDA 8	NORMA DE DISEÑO Nch 2436							
NORMA CONEX. BRIDA ISO 7005		REV. POR CARRERA 15	PAR DE CIERRE -	OTROS: -							
MATERIALES											
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG50)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG50)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)							
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable AISI 420		TUERCA VASTAGO Bronce ASTM B-62							
OBSERVACIONES:											

PLAN DE MANTENIMIENTO			 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA			
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017			
DATOS GENERALES			
EQUIPO: Estanque de regulación	CÓDIGO: IM-EDR-01		
MARCA: -	MODELO: -	PESO (Kg): 45000 aprox	
DIMENSIONES: Alto x Diámetro x Espesor (mm) 3600 x 4100 x 200	CATÁLOGO: -		
HOJA DE VIDA N°: HV014	LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Noviembre 1968	
FUNCIÓN: Almacenar el agua desde el pozo profundo, ya clorada, y entregar el agua potable a los usuarios con una presión regulada.			
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR			
NOMBRE: -	TELÉFONO: -	DIRECCIÓN: -	
E-MAIL: -	CIUDAD: -	OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (m3): 50	TIEMPO DE LLENADO 4 h 55 min	ALTURA DESDE EL SUELO 23 m	
TUBERÍA DE IMPULSIÓN: 75 mm	TUBERÍA MATRIZ 110 mm	OTROS: -	
MATERIALES			
ESTRUCTURA Hormigón armado	INTERIOR Acero ASTM A-36	TUBERÍAS Acero y Rocalit	
OBSERVACIONES:			

PLAN DE MANTENIMIENTO			 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA			
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017			
DATOS GENERALES			
EQUIPO: Interruptor de nivel	CÓDIGO: IM-IDN-01		
MARCA: Veto	MODELO: N0239002	PESO (Kg): 2	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto	CATÁLOGO: Switch de nivel Veto N0239002.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV015	LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: Enero 2014	
FUNCIÓN: Corta el paso de la corriente de la bomba cuando el estanque de regulación está en su máxima capacidad			
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR			
NOMBRE: Veto y Cía. Ltda.	TELEFONO: (+56) 22355 4400	DIRECCIÓN: San Eugenio 567, Ñuñoa	
E-MAIL: veto@veto.cl	CIUDAD: Santiago	OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN			
PRESIÓN: 5 (Bar) – 72 (PSI)	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	CORRIENTE MÁX: 10 A	
VOLTAJE DE OPERACIÓN: 230 V	CONTACTOS: 1 NA / NC	GRADO DE PROTECCIÓN: IP68	
MATERIALES			
CUERPO Moplen	CONTRAPESO Moplen	CABLE RECUBIERTO Etileno Propileno	
OBSERVACIONES: Largo del cable; 3 metros Este componente no se incluye en el plan de mantenimiento ya que no lo necesita.			

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA:					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de purga de aire trifuncional		CÓDIGO: IM-VDP-02			
MARCA:		MODELO:	PESO (Kg):		
A.R.I		Barak D-040 2"	2,2		
DIMENSIONES (mm): Largo x ancho x alto 209 x 100 x 180		CATÁLOGO: Manual de valvula combinada ARI Barak.pdf			
HOJA DE VIDA N°:		LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:		
HV016		Sector impulsión (IM)	N/D		
FUNCIÓN: Deja entrar el aire a las tuberías cuando el estanque se vacía por completo.					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550	
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL:	P. MÁX OP:	T° MÁX ADMISIBLE		TIPO DE ROSCA CONEX:	
2"	16 Bar	60° C		Macho 2" BSP	
TIPO ROSCA SALIDA:		AREA ORIFICIO (aire/vacío):		AREA ORIFICIO (Automático):	
Hembra 1 1/2" BSP		804 mm2		12 mm2	
MATERIALES					
CUERPO		CONECTOR ANGULAR		EMBOLO	
Nylon reforzado		Polipropileno		Nylon reforzado	
FLOTADOR		JUNTA TÓRICA		BASE	
Espuma de polipropileno		BUNA-N		Latón ASTM B-124	
OBSERVACIONES:					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
FICHA TÉCNICA						
FECHA DE VIGENCIA:						
DATOS GENERALES						
EQUIPO: Válvula de purga de aire trifuncional		CÓDIGO: IM-VDP-03				
MARCA: A.R.I		MODELO: Barak D-040 2"	PESO (Kg): 2,2			
DIMENSIONES (mm): Largo x ancho x alto 209 x 100 x 180		CATÁLOGO: Manual de válvula combinada ARI Barak.pdf				
HOJA DE VIDA N°: HV017		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D			
FUNCIÓN: Deja salir el aire cuando el estanque se vuelve a llenar y las tuberías se vuelven a llenar de agua.						
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR						
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550		
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -		
PARÁMETROS DE OPERACIÓN						
D. NOMINAL: 2"	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 60° C		TIPO DE ROSCA CONEX: Macho 2" BSP		
TIPO ROSCA SALIDA: Hembra 1 1/2" BSP		AREA ORIFICIO (aire/vacío): 804 mm2		AREA ORIFICIO (Automático): 12 mm2		
MATERIALES						
CUERPO Nylon reforzado		CONECTOR ANGULAR Polipropileno		EMBOLO Nylon reforzado		
FLOTADOR Espuma de polipropileno		JUNTA TÓRICA BUNA-N		BASE Latón ASTM B-124		
OBSERVACIONES:						

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.			
FICHA TÉCNICA							
FECHA DE VIGENCIA:							
DATOS GENERALES							
EQUIPO: Válvula de purga de aire automática		CÓDIGO: IM-VDP-03					
MARCA: A.R.I		MODELO: S-050 1"	PESO (Kg): 0,3				
DIMENSIONES (mm): Largo x ancho x alto 143 x 87 x 70		CATÁLOGO: Valvula de ventosa automática S050 WTR SPC 13.pdf					
HOJA DE VIDA N°: HV018		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D				
FUNCIÓN: Deja salir el aire de la tubería de impulsión que se produce por la acción de bombeo y las propiedades del agua.							
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR							
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELEFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550			
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -			
PARÁMETROS DE OPERACIÓN							
D. NOMINAL: 1"	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 60° C		TIPO DE ROSCA CONEX: Macho 1" BSP			
TIPO ROSCA SALIDA: Hembra 1/8" BSP		AREA ORIFICIO (aire/vacío): N/D		AREA ORIFICIO (Automático): 12 mm2			
MATERIALES							
ENVOLTURA Hierro fundido ASTM A48		CONECTOR ANGULAR Polipropileno		CUERPO Nylon reforzado			
FLOTADOR Espuma de polipropileno		JUNTA TÓRICA BUNA-N		BASE Nylon reforzado			
OBSERVACIONES:							

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de bola		CÓDIGO: IM-VDB-02		
MARCA: VALSUM	MODELO: SYC-55	PESO (Kg): 1,1		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 96 x 70 x 121		CATÁLOGO: Válvula de bola VAL SYC-55.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV019	LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en a la válvula de ventosa trifuncional IM-VDV-01 para su mantenimiento				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 2"	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 120° C	TIPO DE ROSCA Hembra UNE-EN-ISO 228-1	
MATERIALES				
CUERPO Latón niquelado	BOLA Latón cromado		ASIENTO PTFE	
EJE Latón niquelado	MANILLA Acero cromado plastificado		ANILLO PRENSADO PTFE	
OBSERVACIONES:				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de bola		CÓDIGO: IM-VDB-03		
MARCA: VALSUM		MODELO: SYC-55	PESO (Kg): 1,1	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 96 x 70 x 121		CATÁLOGO: Válvula de bola VAL SYC-55.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV020		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en a la válvula de ventosa trifuncional IM-VDV-02 para su mantenimiento				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 2"	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 120° C	TIPO DE ROSCA Hembra UNE-EN-ISO 228-1	
MATERIALES				
CUERPO Latón niquelado	BOLA Latón cromado		ASIENTO PTFE	
EJE Latón niquelado	MANILLA Acero cromado plastificado		ANILLO PRENSADO PTFE	
OBSERVACIONES:				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de bola		CÓDIGO: IM-VDB-04		
MARCA: VALSUM		MODELO: SYC-55	PESO (Kg): 0,68	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 81 x 55 x 121		CATÁLOGO: Válvula de bola VAL SYC-55.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV021		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en a la válvula de ventosa trifuncional IM-VDV-03 para su mantenimiento				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: Comercial Becker S.A		TELÉFONO: +56 32 2258743		DIRECCIÓN: Av. Pedro Montt 2550
E-MAIL: -		CIUDAD: Valparaíso		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 1 ½ ”	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 120° C	TIPO DE ROSCA Hembra UNE-EN-ISO 228-1	
MATERIALES				
CUERPO Latón niquelado	BOLA Latón cromado		ASIENTO PTFE	
EJE Latón niquelado	MANILLA Acero cromado plastificado		ANILLO PRENSADO PTFE	
OBSERVACIONES:				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.			
FICHA TÉCNICA							
FECHA DE VIGENCIA: 03-03-2017							
DATOS GENERALES							
EQUIPO: Medidor de caudal electromagnético		CÓDIGO: IM-MDC-01					
MARCA: Veto		MODELO: N0481504	PESO (Kg): 16				
DIMENSIONES: Largo x Alto x Ancho 250 x 435 x 230		CATÁLOGO: Medidor de flujo electromagnético.pdf					
HOJA DE VIDA N°: HV022		LOCALIZACIÓN: Sector impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D				
FUNCIÓN: Registra el caudal instantáneo que impulsa la bomba al estanque de regulación							
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR							
NOMBRE: Veto y Cía. Ltda.		TELEFONO: (+56) 22355 4400		DIRECCIÓN: San Eugenio 567, Ñuñoa			
E-MAIL: veto@veto.cl		CIUDAD: Santiago		OTROS: -			
PARÁMETROS DE OPERACIÓN							
C. Nominal: 1000 Lts/min	C. Máximo: 20000 Lts/min	C. Continuo: 10000 Lts/min	C. Mínimo: 5 Lts/min	C. de partida: 4 Lts/min			
PRESIÓN NOMINAL: PN16		Señal de salida: 4 – 20 mA	Voltaje alimentación: 24 VDC	OTROS: T° Max operación 60°C			
OBSERVACIONES: Flanche AISI 150 # Protección IP68 Código del modelo LDG-0080LM1F-022-D16							

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: LP-VDC-02		
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV023		LOCALIZACIÓN: S. La Palmilla (LP)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua en el sector la palmilla al tramo final de la red				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: SL-VDC-03		
MARCA: VAG	MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV024		LOCALIZACIÓN: S. Sur Lagunillas (SL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector al sector La Palmilla.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: SL-VDC-04		
MARCA: VAG	MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV025	LOCALIZACIÓN: S. Sur Lagunillas (SL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector al sector La Palmilla.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)	TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón	
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: NL-VDC-01		
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV026		LOCALIZACIÓN: S. Norte Lagunillas (NL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector centro al sector norte de Lagunillas.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELEFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)	TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón	
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: NL-VDC-02		
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV027		LOCALIZACIÓN: S. Norte Lagunillas (NL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector centro al sector camino maitenes.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELEFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)	TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón	
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: NL-VDC-03		
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV028		LOCALIZACIÓN: S. Norte Lagunillas (NL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector norte al final de la red.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: CM-VDC-01		
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 9,4	
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 178 x 121 x 315		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV029		LOCALIZACIÓN: S. Camino Maitenes (CM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector camino maitenes al final de la red.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 50 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 4	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 12	PAR DE CIERRE 30 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: CL-VDC-03		
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):		
VAG	EKO plus Tipo A	15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°:	LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:		
HV030	S. Centro de Lagunillas (CL)	N/D		
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector centro al sector norte de Lagunillas.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL:	P. MÁX OP:	T° MÁX ADMISIBLE	N° AGUJEROS BRIDA	NORMA DE DISEÑO
80 mm	16 Bar	50° C	8	BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA	REV. POR CARRERA	PAR DE CIERRE	OTROS:	
EN 1092-2	20	60 Nm	-	
MATERIALES				
CUERPO	TAPA		OBTURADOR	
Hierro fundido dúctil (GGG40)	Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA	VASTAGO		TUERCA VASTAGO	
Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	Acero inoxidable 1.4021		Latón	
OBSERVACIONES:				
Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-08		
MARCA: VAG	MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV031		LOCALIZACIÓN: Sector Impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN: Cierra el paso del agua desde el sector de impulsión al sector sur de Lagunillas.				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 8	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 20	PAR DE CIERRE 60 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-04		
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):		
VAG	EKO plus Tipo A	15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV032		LOCALIZACIÓN: Sector Impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN:				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 8	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 20	PAR DE CIERRE 60 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO		TAPA		OBTURADOR
Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA		VASTAGO		TUERCA VASTAGO
Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		Acero inoxidable 1.4021		Latón
OBSERVACIONES:				
Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-05		
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):		
VAG	EKO plus Tipo A	15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360	CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf			
HOJA DE VIDA N°:	LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:		
HV033	Sector Impulsión (IM)	N/D		
FUNCIÓN:				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL:	P. MÁX OP:	T° MÁX ADMISIBLE	N° AGUJEROS BRIDA	NORMA DE DISEÑO
80 mm	16 Bar	50° C	8	BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA	REV. POR CARRERA	PAR DE CIERRE	OTROS:	
EN 1092-2	20	60 Nm	-	
MATERIALES				
CUERPO	TAPA		OBTURADOR	
Hierro fundido dúctil (GGG40)	Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA	VASTAGO		TUERCA VASTAGO	
Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	Acero inoxidable 1.4021		Latón	
OBSERVACIONES:				
Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-06		
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):		
VAG	EKO plus Tipo A	15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360	CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf			
HOJA DE VIDA N°:	LOCALIZACIÓN:	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED:		
HV034	Sector Impulsión (IM)	N/D		
FUNCIÓN:				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL:	P. MÁX OP:	T° MÁX ADMISIBLE	N° AGUJEROS BRIDA	NORMA DE DISEÑO
80 mm	16 Bar	50° C	8	BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA	REV. POR CARRERA	PAR DE CIERRE	OTROS:	
EN 1092-2	20	60 Nm	-	
MATERIALES				
CUERPO	TAPA		OBTURADOR	
Hierro fundido dúctil (GGG40)	Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA	VASTAGO		TUERCA VASTAGO	
Acero inoxidable A2 (ISO 3506)	Acero inoxidable 1.4021		Latón	
OBSERVACIONES:				
Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
FICHA TÉCNICA				
FECHA DE VIGENCIA:				
DATOS GENERALES				
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: IM-VDC-07		
MARCA:	MODELO:	PESO (Kg):		
VAG	EKO plus Tipo A	15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf		
HOJA DE VIDA N°: HV035		LOCALIZACIÓN: Sector Impulsión (IM)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D	
FUNCIÓN:				
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR				
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -
PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 8	NORMA DE DISEÑO BS 5163
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 20	PAR DE CIERRE 60 Nm	OTROS: -
MATERIALES				
CUERPO		TAPA		OBTURADOR
Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)		Hierro fundido dúctil (GGG40)
TORNILLOS TAPA		VASTAGO		TUERCA VASTAGO
Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		Acero inoxidable 1.4021		Latón
OBSERVACIONES:				
Pintura según UNE-EN 14901:2007				

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.	
FICHA TÉCNICA					
FECHA DE VIGENCIA:					
DATOS GENERALES					
EQUIPO: Válvula de compuerta		CÓDIGO: CL-VDC-01			
MARCA: VAG		MODELO: EKO plus Tipo A	PESO (Kg): 15,5		
DIMENSIONES: Largo x ancho x alto 203 x 206 x 360		CATÁLOGO: Manual VAG KAT-A_1030- EKOplus-BS.pdf			
HOJA DE VIDA N°: HV036		LOCALIZACIÓN: S. Centro Lagunillas (CL)	FECHA DE INSTALACIÓN EN LA RED: N/D		
FUNCIÓN:					
DATOS DEL FABRICANTE / REPRESENTANTE / DISTRIBUIDOR					
NOMBRE: VAG VALVES CHILE S.A.		TELÉFONO: +56 2 9247000		DIRECCIÓN: Cerro San Luis Nro. 9971 Bodega 8, Quilicura	
E-MAIL: http://www.vag-group.com/		CIUDAD: Santiago		OTROS: -	
PARÁMETROS DE OPERACIÓN					
D. NOMINAL: 80 mm	P. MÁX OP: 16 Bar	T° MÁX ADMISIBLE 50° C	N° AGUJEROS BRIDA 8	NORMA DE DISEÑO BS 5163	
NORMA CONEX. BRIDA EN 1092-2		REV. POR CARRERA 20	PAR DE CIERRE 60 Nm	OTROS: -	
MATERIALES					
CUERPO Hierro fundido dúctil (GGG40)		TAPA Hierro fundido dúctil (GGG40)		OBTURADOR Hierro fundido dúctil (GGG40)	
TORNILLOS TAPA Acero inoxidable A2 (ISO 3506)		VASTAGO Acero inoxidable 1.4021		TUERCA VASTAGO Latón	
OBSERVACIONES: Pintura según UNE-EN 14901:2007					

ANEXO III: INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 14	N° DE FOLIO: F0001			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V01	Control visual de existencia de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Ingrese a la cámara, una vez ingreso inspeccione visualmente la válvula en busca de fugas por las uniones de las bridas, entre el cuerpo y la tapa y entre el vástago y la tuerca del vástago.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZA CIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
30 minutos	L01	Drenar y limpiar las cámaras de alojamiento		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Trimestral	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	BALDE 20 LTS.	4.600	1	c/u	4600
	PALA PLANA ROOTS	4.490	1	c/u	4490
	ESCOBILLÓN EXTERIOR VIRUTEX	3.590	1	c/u	3590
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
-Ingresa a la cámara. Una vez ingreso limpie y retire toda suciedad y barro que se pueda acumular en la cámara, para ello ayúdese de pala, balde y escobillón.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	M01	Accionar válvula (cerrar y abrir)		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA STANLEY 18 mm	4.490	1	c/u	~~4490~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	~~15990~~
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Accione la válvula 2 o 3 veces pasando de posición abierta a cerrada y finalmente a abierta. Para esto ayúdese de volante si cuneta con este, llave punta corona de 18 mm o llave francesa.
- Verifique que la válvula se mueve con normalidad y no pone resistencia el giro del vástago.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
40 minutos	M02	Reemplazo de empaques entre cuerpo y bonete (tapa)		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Media	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	LLAVE PUNTA CORONA STANLEY 18 mm	4.490	1	c/u	4490
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,07	kl	118,3
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,05	Lt.	59,5
	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	8	gr	438
REPUESTOS	EMPAQUETADURA TAPA/CUERPO BS 5163	2490	1	c/u	2490
COSTO TOTAL					\$ 3.105,80
PROCEDIMIENTO					
- DESMONTAJE: Aflojar y extraer los cuatro pernos Parker de cuerpo/tapa, para ello utilice llave Allen de 8 mm, girar el vástago según las manecillas del reloj con una llave francesa, llave punta corona de 18 mm o volante. La cuña bajará a posición cerrada. Girar el vástago en la misma dirección, el montaje de la tapa se elevará en dirección ascendente. Continuar hasta que el vástago se separe de la cuña, así finalmente separar tapa y vástago del cuerpo. -REEMPLAZO: Con la tapa y vástago separado del cuerpo, retirar empaque antiguo. Limpiar bien zona donde quedara alojado el empaque, y proceder a colocar el empaque nuevo. -MONTAJE: Montar la tapa y vástago, para ello encaje el vástago en la cuña y gire este en la dirección contraria de las manecillas del reloj, la tapa comenzará a bajar, cuando esté completamente abajo colocar y ajustar los cuatro pernos Parker. Finalmente opere 2 o 3 veces la válvula.					
OBSERVACIONES					
- Aplique pasta antigripante en las roscas de los cuatro pernos parque antes de montar estos. -Antes de realizar el montaje complete actividad código L02 y M02 respectivamente					

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZA CIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
30 minutos	M04	Reemplazo de sellos elastoméricos (o´rings) tuerca y vástago		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Media	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 32 mm	10.990	1	c/u	10990
	KIT EXTRACCIÓN DE EMPAQUETADURA Y O´RINGS	21.990	1	c/u	21990
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	5	gr	273,5
	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,065	kl	109,85
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,05	Lt	59,5
	MOLYKOTE 55 O´RING GRASA LUBRICANTE 150 gr	11.980	10	gr	798,7
REPUESTOS	O´RINGS VÁSTAGO/TUERCA UNE EN 1074	627	3	c/u	1881
	O´RINGS TUERCA UNE EN 1074	845	2	c/u	1690
COSTO TOTAL					\$ 4.813

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave puta corona de 32 mm, aflojar tuerca del vástago, girar esta hasta que se separe de la tapa. Una vez separada, manualmente separar tuerca del vástago.
- REEMPLAZO: Con la tuerca retirada del conjunto retirar o´rings antiguos, para ello ayúdese de un tirabuzón, con los o´rings retirados limpie la zona, y proceda a colocar o´rings nuevos.
- MONTAJE: Antes de colocar la tuerca en la tapa, limpie la zona donde se alojará la tuerca, y aplique una pequeña cantidad de pasta grafitada en los o´rings. Finalmente introduzca manualmente la tuerca en el vástago, encaje la tuerca en la tapa y proceda a ajustar la tuerca.
OBSERVACIONES
- Aplique pasta antigripante en la rosca de la turca del vástago antes de montar esta.
-Antes de realizar el montaje complete actividad código L02.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
INSTRUCTIVO						
PÁGINA: 06 DE: 14	N° DE FOLIO:					
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO			
			CL-VDC-01			
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
45 minutos	M05	Reemplazo de empaques entre unión de bridas				
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN			
Anual	Baja	Media	CL			
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO						
OPERADOR		NOMBRE				
OPERARIO		Bladimir Milosevic				
RECURSOS ASIGANDOS			COSTO UNITARIO	CANTI DAD	UNID AD	SUBTO TAL
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet		15.990	1	c/u	~~15990~~
	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm		8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY		3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"		11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY		12.620	1	c/u	~~12620~~
	ESPÁTULA YORK 60 MM HELA		1.350	1	c/u	~~1350~~
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr		27.350	30	gr	1641
	HUAIPÉ MECANICO 1 kl.		1.690	0,125	kl	211,25
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.		1.190	0,125	Lt	148,75
REPUESTOS	JUNTAS BRIDAS DN 80 UNE EN 1092-2		1095	2	c/u	2190
COSTO TOTAL						\$ 4.191

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave punta corona de 24 mm y Dado de 26 mm o llave francesa, Aflojar y retirar los cuatro pernos de cada extremo de las bridas que unen la válvula con la cañería. Así retirar manualmente válvula de la línea.
- REEMPLAZO: Retirar manualmente empaquetadura de la válvula, si estas se encuentran adheridas ayúdese de una espátula para removerlas, retiradas las empaquetaduras limpie bien las bridas de la válvula y las de las cañerías.
- MONTAJE: Luego de limpiar bien la zona acomode la empaquetadura nueva en la posición adecuada, haga coincidir los agujeros de las bridas con los del empaque, coloque en posición donde se alojará la válvula, con la posición cercana coloque pernos que unirán las bridas de la válvula con la brida de la cañería, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie
OBSERVACIONES
- Aplique pasta antigripante en la rosca de las turcas antes de montar estas.
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie
-Antes de realizar el montaje complete actividad código L02, M04 y M02 respectivamente

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 07 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZA CIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M06	Reapriete de las tuercas de unión cuerpo y bonte (tapa)		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Con llave allen de 8 mm reapretar pernos parker, para ello gire la llave allen en sentido de las manecillas del reloj, aplique un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos, hasta dar un apreté final a cada uno.
OBSERVACIONES
- Aplicar fuerza solo con llave allen no se ayude de ningún otro elemento como llave punta corona, o algún cilindro metálico.
- Si al reapretar pernos estos no se mueven, es porque ya está ajustados y no necesitan reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 08 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M07	Reapriete de la tuerca del vástago		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTI DAD	UNID AD	SUBTO TAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 32 mm	10.990	1	c/u	~~10990~~
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	~~15990~~
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Con llave punta corona 32 mm Reapretar tuerca del vástago, para ello gire la llave en sentido de las manecillas del reloj aplique la fuerza necesaria hasta que sienta que se encuentra ajustada
OBSERVACIONES
- Aplicar fuerza solo con llave punta corona no se ayude de ningún otro elemento que le ayude a aplicar más torque.
- Si al reapretar tuerca esta no se mueve, es porque ya está ajustada y no necesita reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 09 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	M08	Reapriete de tuercas bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	8890
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	3090
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa reapretar tuerca de bridas de unión, para ello gire la llave en sentido de las manecillas, aplique un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos, hasta dar un torque final de 140 lbs-pie.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie
- Si al reapretar las tuercas estas no se mueven, y el torquimetro marca 140 lbs-pie es porque ya están ajustadas y no necesitan reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 10 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
45 minutos	L02	Desarme y limpieza de la cuña		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	LLAVE PUNTA CORONA REDLINE 18 mm	4.490	1	c/u	4490
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,25	Lt	532,5
	HUAIBE MECANICO 1 kl.	1.690	0,33	kl	557,7
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,125	Lt	148,75
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 1.239

PROCEDIMIENTO
-DESMONTAJE: Aflojar y extraer los cuatro pernos Parker de cuerpo/tapa con llave allen de 8 mm, girar el vástago con una llave punta corona de 18 mm o volante según las agujas del reloj. La cuña bajará a posición cerrada. Girar el vástago en la misma dirección, el montaje de la tapa se elevará en dirección ascendente. Continuar hasta que el vástago se separe de la cuña, así finalmente separar tapa y vástago del cuerpo. Con la tapa y vástago fuera del cuerpo retire manualmente la cuña por la parte superior de la válvula. LIMPIEZA: con la cuña fuera proceda a limpiar con aguarrás, luego de remover la mayor suciedad enjuague con agua y desengrasante la cuña, ayúdese de guipe o paño removiendo cualquier suciedad acumulada en esta, repita el mismo procedimiento para limpiar el interior del cuerpo del a válvula. Una vez bien limpia la zona proceda con el montaje. MONTAJE: inserte manualmente la cuña por la parte superior de la válvula dejando en su poción correcta, luego montar la tapa y vástago, para ello encaje el vástago en la cuña y gire este en la dirección contraria del reloj, la tapa comenzará a bajar, cuando esté completamente abajo colocar y ajustar los cuatro pernos Parker.
OBSERVACIONES
-Esta actividad se completa con actividades M02,M04 y M05.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 11 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZAC IÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	L03	Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,1	kl	169
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,03	Lt	35,7
	AEROSOL WD-40 191 ml	3.490	10	ml	182,8
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 387,50

PROCEDIMIENTO
- Limpie cada perno y tuerca de las bridas de unión, para ello ayúdese de huaípe y aguarras mineral, removiendo barro y tierra que estén acumuladas en estas.
- Al tener limpio los pernos aplique una pequeña cantidad de WD-40 para evitar la corrosión.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 12 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
35 minutos	M09	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	~~15990~~
	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	30	gr	1641
REPUESTOS	PERNO HEXAGONAL M16x50 GRADO 8.8 DIN 933	520	8	c/u	4160
	TUERCA HEXAGONAL M16 DIN 934	145	8	c/u	1160
	GOLILLA PLANA M16 DIN 125	90	8	c/u	720
COSTO TOTAL					\$ 7.681

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa, retire un perno de las bridas de unión y coloque el nuevo dando un apreté manual y así sucesivamente hasta remplazar los 7 pernos restantes. Luego de remplazados todos, apretar los pernos realizando un patrón cruzado y apretando gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
-Aplique pasta antrigripante en la todas las roscas antes de montar estas.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 13 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
60 minutos	M10	Aplicación de pintura anticorrosiva azul		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 Años	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS			COSTO UNITARIO	CANTI DAD	UNI DAD	SUBTO TAL
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS	BROCHA PLANA 4" HELA		5.590	1	c/u	~~5590~~
	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet		15.990	1	c/u	~~15990~~
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.		1.690	0,125	kl	211,25
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.		1.190	0,125	Lt	148,75
	SPRAY ANTICORROSIVO AZUL RAL 5015 WRTH 400 ml		12.490	60	ml	1873,5
REPUESTOS						
COSTO TOTAL						\$ 2.233,50

PROCEDIMIENTO
- Con agente limpiador y huaipe remueva toda la suciedad que pueda encontrarse en la válvula y afectar el pintado. Una vez limpio aplique dos capas de pintura en aerosol.
OBSERVACIONES
- Si al pintar con aerosol es difícil acceder a una parte de la válvula, empape brocha con aerosol y pinte válvula con la brocha.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 14 DE: 14	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			CL-VDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
60 minutos	M11	Reemplazo de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
15 Años	Baja	Baja	CL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	VALVULA DE COMPUERTA VAG DN80 PN16	94.854	1	c/u	94854
HERRAMIENTAS	Chuzo 1 1/8" X 1,75 mt. Plasmet	15.990	1	c/u	~~15990~~
	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	30	gr	1641
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 96.495

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave francesa y llave punta corona de 26 mm, Aflojar y retirar los cuatro pernos de cada extremo de las bridas que unen la válvula con la cañería. Así retirar manualmente válvula de la línea.
- MONTAJE: Coloque en posición donde se alojará la válvula nueva, con la posición cercana coloque los pernos que unirán las bridas de la válvula con la brida de la cañería, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado, apreté gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
- Aplicar pasta antigripante en todas las tuercas a remplazar.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
15 minutos	V04	Verificación de nivel estático y dinámico del pozo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Diaria	Alta	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	MULTI-TESTER DIGITAL FUJITEL	10.690	1	c/u	~~10690~~
HERRAMIENTAS	HUINCHA MEDIR 50 mts x 1/2" REDLINE	15.990	1	c/u	~~15990~~
	CABLE SPT 2x20 BLANCO 25 mts. ROIMEX	5.440	2	c/u	~~10880~~
	MARCADOR PERMANENTE 60 ARTEL NEGRO	590	1	c/u	~~590~~
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Nivel estático: Utilizando, multímetro, cable paralelo de 50 metros, huincha de 50 metros y marcador permanente, se realizará la medición del nivel estático. Para esto en un extremo del cable separe este y una el multímetro a cada punta separada del cable. El otro extremo se separará igual dejando una pequeña distancia en cada punta evitando que estas se toquen. Coloque el multímetro en continuidad, introduzca el cable por el tubo de sondaje con el que cuenta el pozo, cuando el multímetro marque continuidad deténgase y marque el cable en el extremo del tubo de sondaje. Retire el cable, con la huincha mida desde el extremo que se introdujo hasta la marca realizada, así se obtendrá nivel estático del pozo. Realice esta tarea con la bomba parada luego de un largo tiempo para ver la recuperación del pozo.
- Nivel dinámico: para realizar la medición del nivel dinámico repita el mismo procedimiento del nivel estático, pero ahora se realizará con la bomba en funcionamiento luego de 30 minutos de funcionamiento de esta.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
2 minutos	V05	Verificación del consumo de corriente		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Diaria	Alta	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS				
HERRAMIENTAS				
INSUMOS				
REPUESTOS				
COSTO TOTAL				\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- En el panel verifique que le marcador de corriente se encuentre en 5 a 7 amperios.
OBSERVACIONES
- Si el medidor marca más o menos de 5 a 7 amperios, corte el suministro de la bomba, para evaluar la o las posibles causas que puedan causar el aumento o disminución de la corriente según el caso que se presente.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
2 minutos	V06	Verificación del voltaje suministrado		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Diaria	Alta	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- En el panel verifique que el marcador de voltaje se encuentre en 380 voltios.
OBSERVACIONES
- Si el medidor marca más o menos de 380 voltios, corte el suministro de la bomba, para evaluar la o las posibles causas que puedan causar el aumento o disminución del voltaje según el caso que se presente y contactar al distribuidor de energía eléctrica.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
3 minutos	V07	Verificación del caudal suministrado por la bomba		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Diaria	Alta	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO - La medición se realizará en el macromedidor Sensus WS-Dynamics 80 código IM-MDC-01, también será necesario un cronometro. Para realizar la medición, ocuparemos el reloj del macromedidor que marca X0.1 y cuenta con 10 divisiones, el reloj al realizar una vuelta significa que ha pasado un litro de fluido por el macromedidor. Con esto la medición se realizará de la siguiente forma; Con cronometro prográmelo en 1 minuto, luego cuente las vueltas que da el marcador en el minuto cronometrado así obtendremos el caudal en litros/minutos que está suministrando la bomba.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minuto	M24	Medición del aislamiento de la bomba		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	MEGÓHMETRO UNI-T UT511	99.990	1	c/u	99990
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0

PROCEDIMIENTO -Con megóhmetro mida el aislamiento de la bomba, esta medición se debe realizar en el panel de conexiones que se encuentra a la salida del pozo, ingresamos a este, una vez ingreso identifique los cables que vienen desde la bomba, tendremos 4 cables, 3 fases y una tierra, los cables de color plomo, negro y marrón son las fases y el cable de color verde-amarillo es tierra. Identificado los cables procedemos a ajustar y preparar megóhmetro, primero conecte el cable de color rojo al puerto de COM y el cable negro a EARTH, configurar presionando el botón TIME un tiempo de 10 segundos, finalmente ajuste el megóhmetro al voltaje con el que trabaja la bomba (250 volts), ajustado el voltaje se procederá a realizar la medición, debe realizar 3 mediciones. Primera medición: Haga contacto entre el cable negro del megóhmetro y el cable verde-amarillo de la bomba, conecte el cable rojo con el cable plomo de la bomba. Presione el botón TEST para comenzar la medición, registre y verifique que el medidor marque sobre 0.25 MΩ. Segunda medición: Haga contacto entre el cable negro del megóhmetro y el cable verde-amarillo de la bomba, conecte el cable rojo con el cable negro de la bomba. Presione el botón TEST para comenzar la medición, registre y verifique que el medidor marque sobre 0.25 MΩ. Tercera medición: Haga contacto entre el cable negro del megóhmetro y el cable verde-amarillo de la bomba, conecte el cable rojo con el cable marrón de la bomba. Presione el botón TEST para comenzar la medición, registre y verifique que el medidor marque sobre 0.25 MΩ.
OBSERVACIONES - Para realizar medición corte todo suministro de energía de la bomba. - Si es necesario desconecte cables que proviene de la bomba para una medición más cómoda. - Si alguna medición marca menos de 0,25 MΩ, corte suministro de la bomba para evaluar situación.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 07	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EBS-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 horas	L06	Limpieza del filtro de succión, rodete y difusor de la bomba		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	SET 6 ATORNILLADORES PALETA Y PHILLIPS STANLEY	4.750	1	c/u	4750
INSUMOS	HUAIBE MECANICO 1 kl.	1.690	0,5	kl	845
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,25	Lt	297,5
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,125	Lt	266,25
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 1.409

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE BOMBA: Retire guarda cables manualmente desencajando este ejerciendo una pequeña presión. Luego gire el cuerpo de impulsión en el sentido de las agujas del reloj, este saldrá quedando descubierto rodetes y difusores de la bomba. Con cuerpo fuera retire perno, golilla y buje de tope que evitan que rodetes se muevan, para ello utilice destornillador phillips. Finalmente, manualmente retire del eje hexagonal, cajas porta difusor, difusores y rodetes.
- LIMPIEZA: Limpie con aguarrás y huaibe interior de cuerpo de impulsión, rodetes, difusores, porta difusores y filtro. Cuando haya removido la mayoría de suciedad enjuague con agua y desengrasante todos los componentes.
MONTAJE BOMBA: inserté manualmente porta difusor, difusor y rodete, luego buje, arandela, finalmente apreté perno de sujeción. Luego inserte cuerpo de impulsión girando en sentido contrario a las agujas del reloj.
OBSERVACIONES
- Para realizar limpieza es necesario retirar bomba del pozo, para ello siga el procedimiento descrito en la actividad código M23

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
INSTRUCTIVO						
PÁGINA: 07 DE: 07	N° DE FOLIO:					
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO			
			IM-EBS-01			
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
4 horas	M23	Reemplazo de la bomba				
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE		CODIGO LOCALIZACIÓN		
15 años	Alta	Alta		IM		
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO						
OPERADOR		NOMBRE				
OPERARIO		Bladimir Milosevic				
RECURSOS ASIGANDOS			COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	BOMBA PECROLLO 4SR		514.800	1	c/u	514800
HERRAMIENTAS	LLAVE DE TUBO EN ALUMINIO 250 mm REDLINE		8.290	1	c/u	8290
	SLINGA + TIE DOWN 6 m		59.990	1	c/u	59990
	LLAVE PUNTA CORONA 10 mm STANLEY		2.390	1	c/u	2390
	SET 6 ATORNILLADORES PALETA Y PHILLIPS STANLEY		4.750	1	c/u	4750
	LLAVE PUNTA CORONA 24 mm BAHCO		6.590	1	c/u	6590
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY		12.620	1	c/u	12620
INSUMOS						
REPUESTOS						
COSTO TOTAL						\$ 0,00
PROCEDIMIENTO						
- RETIRAR BOMBA DEL POZO: para retirar bomba se necesitará, llave de tubo, llave punta corona de 10 mm, llave punta corona de 24 mm, slinga y llave francesa. Amarre slingas a bridas de sujeción de la cañería y a un punto más elevado, tense la slinga. Luego con llave de tubo ajuste a 4” y retire cañería de la línea, para esto gire unión americana con la que cuenta esta. Con la cañería fuera de la línea comience a tensar slinga, así se comenzará a elevar la bomba desde el interior del pozo. Una vez se movió un par de metros ajuste cuerda de sujeción con la que cuenta la bomba. Suelte slingas y bridas de unión con llave punta corona de 24 mm, baje bridas de unión hasta la tapa del pozo y apreste bridas, luego tense nuevamente cuerda y así volver a elevar un par de metros la bomba, vuelva a tensar cuerda y repita este procedimiento hasta que la bomba haya llegado casi a la superficie. Retire tapa de cubierta del pozo, tense slingas y así finalmente retire bomba del pozo. Con llave de tubo ajuste a unión americana de la bomba, gire y retire cañería de esta INSERTAR BOMBA EN POZO: Para insertar bomba se repetirá el procedimiento de retirar con slingas, pero esta vez tendrá que destensar y tensar slingas para que la bomba baje hasta el final. Una vez bajo ponga tapa cubre pozo, tense cuerda de sujeción de la bomba, apreté brida de sujeción, una cañería a la línea apretando unión americana, ajuste con llave punta corona de 10 mm guarda cables y finalmente retire slingas. CONEXIÓN: Para conectar bomba a corriente se utilizará atornillador punta Phillips, ingrese al pale de conexión que se encuentra al lado del pozo, y conecte bomba según el código de colores que la antigua siguiendo el mismo orden.						
OBSERVACIONES						
- Para retirar bomba de pozo se necesitara algunos ayudantes.						

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 08	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-BDM-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
25 minutos	L04	Limpieza del cabezal de dosificación		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	PUNTAS ALLEN TORX 40 PIEZAS + 2 ADAPTADORES 1/2" Y 3/8"	29.250	1	c/u	29250
INSUMOS	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,125	Lt	266,25
	HUAIZE MECANICO 1 kl.	1.690	0,05	kl	84,5
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 350,75

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Vacíe cabezal de dosificación, con la bomba en marcha, coloque el botón de ajuste de carrera hasta el tope con una longitud de carrera del 0%, desconecte la bomba, desconecte cañerías manualmente de válvula de impulsión y aspiración, retirar con llave Allen los cuatro pernos de la unidad de bombeo, separe unidad de bombeo de la unidad de accionamiento.
- LIMPIEZA: Una vez retirado el cabezal de dosificación, limpie bien este utilizando agua y desengrasante para remover toda la suciedad que pueda acumular este.
- MONTAJE: con el cabezal limpio, coloque cabezal, apreté pernos utilizando torquí metro, adaptador de puntas Allen de 1/2” y puntas Allen. Apreté utilizando un patrón cruzado y de un apreté final de 3,6 lb-pie. Coloque cañerías en la válvula de aspiración e impulsión. Finalmente ajuste carrera colocando botón de ajuste en un 60 %.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 08	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-BDM-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	L05	Limpieza de las valvulas de aspiración y presión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,1	Lt	213
	HUAIBE MECANICO 1 kl.	1.690	0,025	kl	42,25
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 255,25

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: manualmente retire válvulas de la unidad de bombeo, para esto gire en sentido de las agujas del reloj estas.
- LIMPIEZA: haga pasar agua con detergente a presión por las válvulas, así limpiar cualquier suciedad o restos de cloro que se puedan adherir a las paredes de la válvula.
- DESMONTAJE: Una vez limpia monte válvulas en su lugar, manualmente gire en sentido de las agujas del reloj para ajustar está a la unidad de bombeo.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 08	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-BDM-01	
DURACIÓN APROXIMAD A	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
45 minutos	M21	Cambio de membrana de dosificación		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	PUNTAS ALLEN TORX 40 PIEZAS + 2 ADAPTADORES 1/2" Y 3/8"	29.250	1	c/u	29250
INSUMOS					
REPUESTOS	MEMBRANA DE DOSIFICACIÓN	15.990	1	c/u	15990
COSTO TOTAL					\$ 15.990,00

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Vacíe cabezal de dosificación, con la bomba en marcha, coloque el botón de ajuste de carrera hasta el tope con una longitud de carrera del 0%, desconecte la bomba, desconecte cañerías manualmente de válvula de impulsión y aspiración, retirar con llave Allen los cuatro pernos de la unidad de bombeo, separe cabezal de la unidad de accionamiento. Retirado el cabezal, retiramos la membrana de dosificación y el cabezal de disco, para ello gire en sentido contrario a las agujas del reloj este.
- REEMPLAZO: coloque membrana nueva en el cabezal de disco, luego gire estos en el eje propulsor en sentido de las agujas del reloj para ajustarlos.
- MONTAJE: con la membrana y el cabezal de disco instalados, coloqué cabezal de dosificación, apreté pernos utilizando torqui metro, adaptador de puntas Allen de 1/2” y puntas Allen. Apreté utilizando un patrón cruzado y de un apreté final de 3.6 lb-pie. Coloque cañerías en la válvula de aspiración e impulsión. Finalmente ajuste carrera colocando botón de ajuste en un 60 %.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 07 DE: 08	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-BDM-01	
DURACIÓN APROXIMAD A	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
45 minutos	M22	Cambio de membrana de seguridad		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 Años	Alta	Alta	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	JUEGO LLAVE ALLEN FORCE	8.290	1	c/u	8290
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	PUNTAS ALLEN TORX 40 PIEZAS + 2 ADAPTADORES 1/2" Y 3/8"	29.250	1	c/u	29250
INSUMOS					
REPUESTOS	MEMBRANA DE SEGURIDAD	9.900	1	c/u	9900
COSTO TOTAL					\$ 9.900

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Vacíe cabezal de dosificación, con la bomba en marcha, coloque el botón de ajuste de carrera hasta el tope con una longitud de carrera del 0%, desconecte la bomba, desconecte cañerías manualmente de válvula de impulsión y aspiración, retirar con llave Allen los cuatro pernos de la unidad de bombeo, separe unidad de bombeo de la unidad de accionamiento. Retirado la unidad de bombeo, retiramos la membrana de dosificación y el cabezal de disco, para ello gire en sentido contrario a las agujas del reloj este. Finalmente retire membrana de seguridad girando está en el sentido contrario a las agujas del reloj.
- REEMPLAZO: coloque membrana de seguridad nueva girando en sentido de las agujas del reloj esta sobre el eje de propulsión. Luego membrana de dosificación en el cabezal de disco, luego gire estos en el eje propulsor en sentido de las agujas del reloj para ajustarlos.
- MONTAJE: con la membrana de seguridad, membrana de dosificación y el cabezal de disco instalados, coloqué cabezal de dosificación, apreté pernos utilizando torqui metro, adaptador de puntas Allen de ½” y puntas Allen. Apreté utilizando un patrón cruzado y de un apreté final de 3.6 lb-pie. Coloque cañerías en la válvula de aspiración e impulsión. Finalmente ajuste carrera colocando botón de ajuste en un 60 %.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 08 DE: 08	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-BDM-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M26	Cambio de empaquetadura de válvula de retención de inyección a la tubería		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 Años	Alta	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					-
					-
INSUMOS					
REPUESTOS	EMPAQUETADURA VÁLVULA DE RETENCIÓN INYECCIÓN TUBERIA	990	1	c/u	990
COSTO TOTAL					\$ 990

PROCEDIMIENTO
- Retire manguera de la matriz, para ello gire manualmente en sentido contrario de las agujas del reloj el anillo reten, una vez retirado este tendrá acceso a la empaquetadura, retire esta y sustituya por una nueva. Finalmente inserté cañería y apreté anillo reten girando en sentido de las manecillas del reloj.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V01	Verificación de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Inspeccione el perímetro del tanque, cerciorándose que este no tenga alguna grieta, fuga o zona húmeda en su exterior, además verifique la descarga, carga y desagüe en buscas de alguna fuga. También verifique el suelo alrededor del tanque en busca de humedad que puede ser una posible fuga en el sector donde está enterrado el estanque.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	V09	Verificación del funcionamiento del interruptor de nivel		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Media	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	MULTI-TESTER DIGITAL FUJITEL	10.690	1	c/u	~~10690~~
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO - Retire interruptor de nivel del estanque, conecte multitestter en la caja de conexiones con la que cuenta el estanque el cable de color negro y el cable de color café, ponga el multitestter en medición de continuidad y levante sobre el contrapeso el flotador, si este se encuentra en buen estado el multitestter marcara una señal de continuidad. Luego conecte cable negro con cable azul y coloque bajo el contrapeso el flotador, si marca el multitestter señal de continuidad es porque se encuentra en buen estado.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
15 minutos	V10	Inspección visual del estado interior		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTI DAD	UNID AD	SUBTO TAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTA S	LINTERNA RECARGABLE LED	4.990	1	c/u	4990
	FAROL LINTERNA LED CON DINAMO ATOM	13.495	1	c/u	13495
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
-Para realizar inspección del interior es necesario drenar estanque para ello corte suministro de energía de la bomba en el panel de control. Luego deje que se ocupe la mayoría del agua del estanque cuando ya no que nada abra la llave de drenaje para extraer el resto de agua que pudo haber quedado.
Con el estanque completamente vacío ingrese a él ayúdese de linterna para verificar el interior, buscando alguna grieta que pueda causar la fuga del agua.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
INSTRUCTIVO						
PÁGINA: 04 DE: 06	N° DE FOLIO:					
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO			
			IM-EDR-01			
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
3 horas	L08	Limpieza, lavado y desinfección del estanque				
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE			CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja			IM	
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO						
OPERADOR		NOMBRE				
OPERARIO		Bladimir Milosevic				
RECURSOS ASIGANDOS			COSTO UNITARIO	CANTI DAD	UNID AD	SUBTO TAL
EQUIPOS	LINTERNA RECARGABLE LED		4.990	1	c/u	4990
HERRAMIENTAS	BALDE 20 LTS.		4.600	1	c/u	4600
	CARRO ESCURRIDOR 26 Lts RUBBERMAID		29.990	1	c/u	29990
	PALA PLANA ROOTS		4.490	1	c/u	4490
	ESCOBILLÓN EXTERIOR VIRUTEX		3.590	1	c/u	3590
	CEPILLO ACERO HELA		2.650	1	c/u	2650
INSUMOS	KARCHER LIMPIADOR DE PIEDRAS Y PISCINAS 1 Lt		6.374	1	Lt	6374
REPUESTOS						
COSTO TOTAL						\$ 6.374

PROCEDIMIENTO
Con el estanque ya vacío ingrese a este para tener visibilidad utilice linterna led, para realizar el lavado necesitara, balde, escobilla de acero, escobillón, pala, carro escurridor y limpiador de piedras y piscinas.
En el carro escurridor llene 3/4 de agua y vacié un litro de limpiador de piedras y piscinas, con la escobilla de acero frote y remueva todo el musgo que pude haber en paredes y suelo del estanque, una vez utilizada la escobilla refriegue bien con escobillón, junte toda la tierra y suciedad, retire está ayudándose de pala, finalmente en otro balde lleno de agua limpie y rocíe estanque ayúdese de escobillón removiendo todo el detergente que puede haber quedado y dejando totalmente limpio estanque.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EDR-01	
DURACIÓN APROXIMAD A	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
4 horas	M17	Pintar estanque		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	BALDE 20 LTS.	4.600	1	c/u	4600
	BROCHA 5/8 X 4" CONDOR	3.690	1	c/u	3690
	RODILLO TERMOFUSIONADO POLIÉSTER 23 cm HELA	3490	1	c/u	3490
INSUMOS	ESMALTE AL AGUA BLANCO INVIERNO 1 GALÓN SIPA	17.450	1	gal	17450
	ESMALTE AL AGUA AZUL 1/4 GALÓN TRICOLOR	7.690	0,125	gal	3845
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 21.295

PROCEDIMIENTO
- Con pintura blanca pinte todo el perímetro exterior de estanque, ayúdese de rodillo y brochas, además con pintura azul realice la siguiente inscripción; “ COOPERATIVA AGUA POTABLE LAGUNILLAS FUNDADA 17-11-68 ”.
La pintura blanca tendrá que ser diluida a un 30% aproximadamente, para esto en balde de 20 litros vierta 1 galón (3.7 Lt aproximadamente). de pintura blanca invierno Sipa y un litro de agua.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-EDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	M18	Reemplazo de interruptor de nivel		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
5 años	Baja	Medio	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	INTERRUPTOR TIPO PERA VETO	13.990	1	c/u	13990
HERRAMIENTAS	SET 6 ATORNILLADORES PALETA Y PHILLIPS STANLEY	4.750	1	c/u	4750
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 13.990

PROCEDIMIENTO
- Desconectar en caja de conexiones el interruptor de nivel antiguo, luego conectar los cables del nuevo interruptor siguiendo la misma posición y código de colores del antiguo. Con el interruptor ya conectado regule el contrapeso, deje una distancia de 1.4 metros desde el contrapeso al flotador. Finalmente introduzca el interruptor nuevo dejando una distancia de 1.5 metros desde el fondo del estanque hasta el contra peso.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
2 minutos	V01	Verificación de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Inspeccione visualmente el equipo en busca de fugas por las uniones de las tuercas y la cañería y por la parte superior de la válvula.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
2 minutos	V08	Búsqueda de ruido en la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Escuche la válvula durante un tiempo verificando que no tenga un golpeteo o ruido fuera de lo normal.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	M02	Cambio empaquetadura tapa superior		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,1	kl	169
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,04	Lt.	47,6
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,05	Lt.	106,5
REPUESTOS	EMPAQUETADURA TAPA SUPERIOR NBR	799	1	c/u	799
COSTO TOTAL					\$ 1.122

PROCEDIMIENTO
- Utilizando llave francesa ajuste medida a hexágono de la tapa superior, gire está en sentido contrario de las manecillas del reloj, al retirar tapa, retire empaquetadura, limpie bien la zona con aguarrás para remover la mayoría de suciedad que pueda tener, enjuague con agua y desengrasante. Finalmente coloque empaquetadura nueva y monte nuevamente la tapa superior.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	M12	Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 18" STANLEY	39.990	1	c/u	~~39990~~
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,06	kl	101,4
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,03	Lt.	35,7
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,05	Lt.	106,5
	TEFLÓN SELLANTE 3/4 50 m	3490	2	m	139,6
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 383,20

PROCEDIMIENTO
- Retire válvula de la línea, para ello utilice llave francesa, ajuste llave a tuercas que unen la válvula con cañería, gire llave en sentido contrario de las manecillas del reloj, con válvula retirada retire toto el teflón antiguo, limpie zona con aguarrás y finalmente con agua y desengrasante, limpiado proceda a aplicar 2 o 3 vueltas de teflón sobre rosca de válvula. Aplicado coloque válvula en posición y ajuste nuevamente las tuercas.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZA CIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M13	Apriete de tuerca superior		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Utilizando llave francesa, ajuste llave a tuerca de la tapa y gire está en sentido de las manecillas del reloj.
OBSERVACIONES
- Aplique solo fuerza con la llave no se ayude de otro elemento para aplicar más torque.
- Si tuerca no se mueve no aplique más fuerza.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
15 minutos	M05	Cambio de sello obturador		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
	LLAVE FRANCESA 6" STANLEY	6.410	1	c/u	~~6410~~
INSUMOS					
REPUESTOS	SELLO O´RING OBTURADOR EN NBR	1320	1	c/u	1320
COSTO TOTAL					\$ 1.320,00

PROCEDIMIENTO
- Utilizando llave francesa de 12” retire tapar superior válvula, con la tapa fuera y con llave francesa de 6” retire tuerca obturador y obturador, manualmente retire sello obturador y coloque nuevo sello, finalmente monte obturador y selle válvula.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 07 DE: 09		N° DE FOLIO:		
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M15	Apriete de tuerca del obturador y biela		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
	LLAVE FRANCESA 6" STANLEY	6.410	1	c/u	6410
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Utilizando llave francesa de 12” retire tapar superior válvula, con la tapa fuera y con llave francesa de 6” de un pequeño ajuste a la tuerca del obturador y la tuerca de la biela. Finalmente monté y apreté tapa superior.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 08 DE: 09		N° DE FOLIO:		
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	M25	Lubricación del eje de la biela		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Utilizando llave francesa de 12” retire tapar superior válvula, con la tapa fuera aplique una pequeña cantidad de lubricante al eje de la biela.
OBSERVACIONES
- Aplicar fuerza solo con llave punta corona no se ayude de ningún otro elemento que le ayude a aplicar más torque.
- Si al reapretar tuerca esta no se mueve, es porque ya está ajustada y no necesita reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 09 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	M11	Reemplazo de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
15 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	VÁLVULA DE RETENCIÓN 3" LATON	66.815	1	c/u	66815
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS	TEFLÓN SELLANTE 3/4 50 m	3490	2	m	139,6
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 66.954,60

PROCEDIMIENTO
- Retire válvula a reemplazar de la línea, para ello utilice llave francesa, ajuste llave a tuercas que unen la válvula con cañería, gire llave en sentido contrario de las manecillas del reloj, con válvula retirada, aplique 2 o 3 vueltas de teflón sobre rosca de válvula nueva. Aplicado coloque válvula nueva en posición y ajuste nuevamente las tuercas.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V01	Verificación de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Diaria	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Ingrese a la cámara, una vez ingreso inspeccione visualmente el macromedidor en busca de fugas por las uniones de las bridas, entre el cuerpo y el marcador y verificar que el marcador no contenga liquido en su interior o empañamiento del cristal protector.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V08	Busqueda de ruido en el medidor		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Ingrese a la cámara, una vez ingreso oiga el sonido que emite el macromedidor en busca de algún ruido extraño o no común en el funcionamiento, como algún golpeteo o un ruido excesivo y más fuerte de lo normal.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
35 minutos	L01	Drenar y limpiar la cámara de alojamiento		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	BALDE 20 LTS.	4.600	1	c/u	4600
	PALA PLANA ROOTS	4.490	1	c/u	4490
	ESCOBILLÓN EXTERIOR VIRUTEX	3.590	1	c/u	3590
	CHUZO 1 1/8" X 1,75 mt. PLASMET	15.990	1	c/u	15990
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
-Ingrese a la cámara, para sacar tapa ayúdese de un chuzo. Una vez ingreso limpie y retire toda suciedad y barro que se pueda acumular en la cámara, para ello ayúdese de pala, balde y escobillón.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 150 lbs-pie.
-Aplique pasta antigripante en la todas las roscas antes de montar estas.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
INSTRUCTIVO						
PÁGINA: 04 DE: 09		N° DE FOLIO:				
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO			
			IM-MCR-01			
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
45 minutos	M05	Reemplazo de empaques entre bridas de unión				
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE		CODIGO LOCALIZACIÓN		
Anual	Baja	Baja		IM		
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO						
OPERADOR		NOMBRE				
OPERARIO		Bladimir Milosevic				
RECURSOS ASIGANDOS			COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm		8.890	1	c/u	8890
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY		3.090	1	c/u	3090
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"		11.990	1	c/u	11990
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY		12.620	1	c/u	12620
	ESPÁTULA YORK 60 MM HELA		1.350	1	c/u	1350
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr		27.350	25	gr	1367,5
	HUAIPE MECANICO 1 kl.		1.690	0,125	kl	211,25
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.		1.190	0,125	Lt	148,75
REPUESTOS	JUNTAS BRIDAS DN 80 NBR		1175	1	c/u	1175
COSTO TOTAL						\$ 2.903
PROCEDIMIENTO						
- DESMONTAJE: Con llave punta corona de 24 mm y Dado de 26 mm o llave francesa, Aflojar y retirar los cuatro pernos de cada extremo de las bridas que unen el macromedidor con válvula y la cañería. Así retirar manualmente el macromedidor de la línea. - REEMPLAZO: Retirar manualmente empaquetadura del macromedidor, si estas se encuentran adheridas ayúdese de una espátula para removerlas, retiradas las empaquetaduras limpie bien las bridas del macromedidor y las de las cañerías. - MONTAJE: Luego de limpiar bien la zona acomode la empaquetadura nueva en la posición adecuada, haga coincidir los agujeros de las bridas con los del empaque, coloque en posición donde se alojará el macromedidor, con la posición cercana coloque pernos que unirán las bridas del macromedidor con las bridas de la cañería y la válvula, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie.						
OBSERVACIONES						
- Aplique pasta antigripante en la rosca de pernos antes de montar estos. - Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie -Antes de realizar el montaje complete actividad código L07						

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	M08	Reapriete de pernos bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	SL	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa reapretar tuerca de bridas de unión, para ello gire la llave en sentido de las manecillas, aplique un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos, hasta dar un torque final de 140 lbs-pie.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie
- Si al reapretar las tuercas estas no se mueven, y el torquimetro marca 140 lbs-pie es porque ya están ajustadas y no necesitan reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	L07	Limpieza interior del macromedidor		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,35	kl	591,5
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,1	Lt	119
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,25	Lt	532,5
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 1.243

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Para realizar esta actividad se desmontara el macromedidor, para esto siga el procedimiento de desmontaje de actividad código M05, ya que estas dos actividades se complementan
LIMPIEZA: con el macromedidor fuera de la línea, proceda a limpiar con aguarrás el interior de este, luego de remover la mayor suciedad, enjuague con agua y desengrasante el macromedidor, ayúdese de guipe o paño. Una vez bien limpia la zona proceda con el montaje descrito en actividad código M05.
OBSERVACIONES
-Esta actividad se complementa con actividades M05.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 07 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
35 minutos	M09	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	25	gr	1367,5
REPUESTOS	PERNO HEXAGONAL M16x50 GRADO 8.8 DIN 933	520	6	c/u	3120
	TUERCA HEXAGONAL M16 DIN 934	145	6	c/u	870
	GOLILLA PLANA M16 DIN 125	90	6	c/u	540
COSTO TOTAL					\$ 5.898

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa, retire un perno de las bridas de unión y coloque el nuevo dando un apreté manual y así sucesivamente hasta remplazar los 11 pernos restantes. Luego de remplazados todos, apretar los pernos realizando un patrón cruzado y apretando gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
- Aplique pasta antrigripante en la todas las roscas antes de montar estas.
- Se necesitaran solo seis pernos para el extremo del macromedidor que está unido a la cañería, ya que los otros 6 están considerados a la válvula que está unido este, que en este caso es la válvula código IM-VDC-01.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 08 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMAD A	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
60 minutos	M10	Aplicación de pintura anticorrosiva azul		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
5 Años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	BROCHA PLANA 4" HELA	5.590	1	c/u	5590
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,125	kl	211,25
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,1	Lt	119
	SPRAY ANTICORROSIVO AZUL RAL 5015 WRTH 400 ml	12.490	45	ml	1405,125
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 1.735,38

PROCEDIMIENTO
- Con agente limpiador y huaipe remueva toda la suciedad que pueda encontrarse en el macromedidor y afectar el pintado. Una vez limpio aplique dos capas de pintura en aerosol.
OBSERVACIONES
- Si al pintar con aerosol es difícil acceder a una parte del macromedidor, empape brocha con aerosol y pinte macromedidor con la brocha.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 09 DE: 09	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MCR-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
60 minutos	M11	Reemplazo del macromedidor		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
20 Años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	MACROMEDIDOR SENSUS WS-Dynamic 80	536.890	1	c/u	536890
					-
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	8890
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	3090
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	25	gr	1367,5
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 538.258

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave francesa y llave punta corona de 26 mm, Aflojar y retirar los sies pernos de cada extremo de las bridas que unen el macromedidor con la válvula y cañería. Así retirar manualmente el macromedidor de la línea.
- MONTAJE: Coloque en posición donde se alojará el macromedidor nuevo, con la posición cercana coloque los pernos que unirán las bridas del macromedidor con las bridas de la válvula y la brida de la cañería, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado, apreté gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
- Aplicar pasta antigripante en todas las tuercas a remplazar.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V01	Verificación de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Ingrese a la cámara de la válvula, para destapar cámara ayúdese de chuzo, una vez ingreso inspeccione visualmente válvula de ventosa en busca de fugas entre la unión de la válvula de ventosa con la válvula de bola y entre el cuerpo de la válvula y la base de esta.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 02 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	L09	Limpieza del interior de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
	LLAVE FRANCESA 8" STANLEY	7.490	1	c/u	7490
	CHUZO 1 1/8" X 1,75 mt. PLASMET	15.990	1	c/u	15990
					-
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,06	kl	101,4
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,05	Lt	106,5
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 207,90

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Separe cuerpo de la válvula de la base de esta. Para ello necesitara llave francesa de 8” y 12”. Coloque llave francesa de 8” en el hexágono de la base para sujetar esta, luego coloque llave de 12” en el hexágono del cuerpo, aplique torque y gire en sentido contrario de las manecillas del reloj para separar el cuerpo de la base. Retirado este separe manualmente el flotador del conjunto del tapón de cierre.
- LIMPIEZA: Una vez retirado limpie interior con agua y desengrasante, retire todo rastro de suciedad y tierra que se pueda acumular dentro de la válvula.
- MONTAJE: encaje manualmente flotador al conjunto del tapón de cierre, luego una el cuerpo con la base, gire manualmente este en sentido de las manecillas del reloj y finalmente dele un pequeño apreté con la llave francesa.
OBSERVACIONES
- Aplique un pequeño apriete, no aplique demasiada fuerza ya que puede romper válvula.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	M19	Cambio de la junta tórica de la unión de la base y el cuerpo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
	LLAVE FRANCESA 8" STANLEY	7.490	1	c/u	~~7490~~
	KIT EXTRACCIÓN DE EMPAQUETADURA Y O´RINGS	21.990	1	c/u	~~21990~~
					-
INSUMOS	HUAIPE MECANICO 1 kl.	1.690	0,06	kl	101,4
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,05	Lt	106,5
REPUESTOS	JUNTA TÓRICA ENTRE BASE Y CUERPO DE LA VENTOSA	1.550	1	c/u	1550
COSTO TOTAL					\$ 1.758

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Separe cuerpo de la válvula de la base de esta. Para ello necesitara llave francesa de 8” y 12”. Coloque llave francesa de 8” en el hexágono de la base para sujetar esta, luego coloque llave de 12” en el hexágono del cuerpo, aplique torque y gire en sentido contrario de las manecillas del reloj para separar el cuerpo de la base.
- REEMPLAZO: separado el cuerpo de la base retire junta tórica que se encuentra en la base, ayúdese de ganchos extractores si es difícil el retirarla manualmente. Una vez retirado limpie con agua y desengrasante el lugar donde se alojará la junta nueva y el interior de la válvula.
- MONTAJE: Coloque junta nueva en su posición, una el cuerpo con la base, gire manualmente este en sentido de las manecillas del reloj y finalmente dele un pequeño apreté con la llave francesa.
OBSERVACIONES
- Aplique un pequeño apreté, no aplique demasiada fuerza ya que puede romper válvula.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
15 minutos	M12	Cambiar PTFE (Teflón) de rosca unión entre cañería y válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Anual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 8" STANLEY	7.490	1	c/u	~~7490~~
INSUMOS	TEFLÓN SELLANTE 3/4 50 m	3490	0,3	m	21
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 21,0

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Retire válvula de cañería, para ello gire esta con una llave francesa de 8” en sentido contrario de las manecillas del reloj, así separe válvula de cañería.
- REEMPLAZO: Retire teflón viejo y proceda a colocar nuevo dando 2 o 3 vueltas a la rosca de la válvula.
- MONTAJE: Coloque válvula en su posición, gire manualmente este en sentido de las manecillas del reloj y finalmente dele un pequeño apreté con la llave francesa.
OBSERVACIONES
- Aplique un pequeño apreté, no aplique demasiada fuerza ya que puede romper válvula o cañería.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
30 minutos	M20	Cambio del conjunto de selladura de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
3 Años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
	LLAVE FRANCESA 8" STANLEY	7.490	1	c/u	~~7490~~
					-
					-
INSUMOS	HUAIPÉ MECANICO 1 kl.	1.690	0,06	kl	101,4
	DESENGRASANTE INDUSTRIAL SOIN 1 Lt	2.130	0,05	Lt	106,5
REPUESTOS	CONJUNTO DE SELLADURA DE LA VÁLVULA	8.990	1	c/u	8990
COSTO TOTAL					\$ 9.198

PROCEDIMIENTO
-DESMONTAJE: Separe cuerpo de la válvula de la base de esta. Para ello necesitara llave francesa de 8” y 12”. Coloque llave francesa de 8” en el hexágono de la base para sujetar esta, luego coloque llave de 12” en el hexágono del cuerpo, aplique torque y gire en sentido contrario de las manecillas del reloj para separar el cuerpo de la base. REEMPLAZO: Retirado este separe manualmente el flotador del conjunto de selladura y del cuerpo de la válvula. Una vez retirado limpie interior con agua y desengrasante, retire todo rastro de suciedad y tierra que se pueda acumular dentro de la válvula. MONTAJE: Encaje manualmente flotador al conjunto de selladura nuevo y al cuerpo en las ranuras con que esté cuenta, luego una el cuerpo con la base, gire manualmente este en sentido de las manecillas del reloj y finalmente de un pequeño apreté con la llave francesa.
OBSERVACIONES
- Aplique un pequeño apreté, no aplique demasiada fuerza ya que puede romper válvula.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-VDP-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
10 minutos	M11	Cambio de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
12 Años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	VÁLVULA DE VENTOSA A.R.I D 1 "	31.620	1	c/u	31620
HERRAMIENTAS	LLAVE FRANCESA 8" STANLEY	7.490	1	c/u	~~7490~~
					-
					-
					-
INSUMOS	TEFLÓN SELLANTE 3/4 50 m	3490	0,3	m	21
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 31.641

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Retire válvula antigua de cañería, para ello gire esta con una llave francesa de 8” en sentido contrario de las manecillas del reloj, así separe válvula de cañería.
- MONTAJE: Coloque teflón en la rosca de la válvula nueva dando dos o tres vueltas alrededor de la rosca. Finalmente coloque válvula nueva en su posición, gire manualmente está en sentido de las manecillas del reloj y finalmente dele un pequeño apreté con la llave francesa.
OBSERVACIONES
- Aplique un pequeño apreté, no aplique demasiada fuerza ya que puede romper válvula.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 01 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
5 minutos	V01	Verificación de fugas en el equipo		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semanal	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Inspeccione visualmente el medidor de caudal en busca de fugas por las uniones de las bridas y entre el cuerpo y la tapa.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.		
INSTRUCTIVO						
PÁGINA: 02 DE: 06	N° DE FOLIO:					
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO			
			IM-MDC-01			
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
45 minutos	M05	Reemplazo de empaques entre unión de bridas				
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN			
Anual	Baja	Baja	IM			
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO						
OPERADOR		NOMBRE				
OPERARIO		Bladimir Milosevic				
RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm		8.890	1	c/u	8890
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY		3.090	1	c/u	3090
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"		11.990	1	c/u	11990
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY		12.620	1	c/u	12620
	ESPÁTULA YORK 60 MM HELA		1.350	1	c/u	1350
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr		27.350	25	gr	1367,5
	HUAIBE MECANICO 1 kl.		1.690	0,125	kl	211,25
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.		1.190	0,25	Lt	297,5
REPUESTOS	JUNTAS BRIDAS DN 80		880	2	c/u	1760
COSTO TOTAL						\$ 3.636

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave punta corona de 24 mm y Dado de 26 mm o llave francesa, Aflojar y retirar los cuatro pernos de cada extremo de las bridas que unen el medidor con las cañerías. Así retirar manualmente medidor de la línea.
- REEMPLAZO: Retirar manualmente empaquetaduras del medidor, si estas se encuentran adheridas ayúdese de una espátula para removerlas, retiradas las empaquetaduras limpie bien las bridas del medidor y las de las cañerías.
- MONTAJE: Luego de limpiar bien la zona acomode la empaquetadura nueva en la posición adecuada, haga coincidir los agujeros del medidor con los del empaque, coloque en posición donde se alojará el medidor, con la posición cercana coloque pernos que unirán las bridas del medidor con las bridas de la cañería, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie
OBSERVACIONES
- Aplique pasta antigripante en las roscas de las tuercas antes de montar estas.
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 03 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	M08	Reapriete de tuercas bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Semestral	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
ENCARGADO MTTO		
OPERARIO		Bladimir Milosevic
OTRO		

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS					
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 0,00

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa reapretar tuerca de bridas de unión, para ello gire la llave en sentido de las manecillas, aplique un patrón cruzado y apretar paulatinamente los pernos, hasta dar un torque final de 140 lbs-pie.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie
- Si al reapretar las tuercas estas no se mueven, y el torquimetro marca 140 lbs-pie es porque ya están ajustadas y no necesitan reapreté.

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 04 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
20 minutos	L03	Limpieza de pernos y tuercas de las bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
Mensual	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR	NOMBRE
OPERARIO	Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS					
INSUMOS	HUAIBE MECANICO 1 kl.	1.690	0,7	kl	1183
	AGUARRAS MINERAL MULTIUSO 1 Lt.	1.190	0,33	Lt	392,7
	AEROSOL WD-40 191 ml	3.490	18	ml	329
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 1.905

PROCEDIMIENTO
- Limpie cada perno y tuerca de las bridas de unión, para ello ayúdese de huaibe y aguarras mineral, removiendo barro y tierra que estén acumuladas en estas.
- Al tener limpio los pernos aplique una pequeña cantidad de WD-40 para evitar la corrosión.
OBSERVACIONES

PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 05 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓ N	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
35 minutos	M09	Reemplazo de los pernos de las bridas de unión		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
2 años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	~~8890~~
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	~~3090~~
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	~~11990~~
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	~~12620~~
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	65	gr	3556
REPUESTOS	PERNO HEXAGONAL M16x50 GRADO 8.8 DIN 933	520	8	c/u	4160
	TUERCA HEXAGONAL M16 DIN 934	145	8	c/u	1160
	GOLILLA PLANA M16 DIN 125	90	8	c/u	720
COSTO TOTAL					\$ 9.596

PROCEDIMIENTO
- Con torquimetro, dado de 24 mm y llave punta corona de 26 mm o llave francesa, retire un perno de las bridas de unión y coloque el nuevo dando un apreté manual y así sucesivamente hasta remplazar los 11 pernos restantes. Luego de remplazados todos, apretar los pernos realizando un patrón cruzado y apretando gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
- Aplique pasta antigripante en la todas las roscas antes de montar estas.

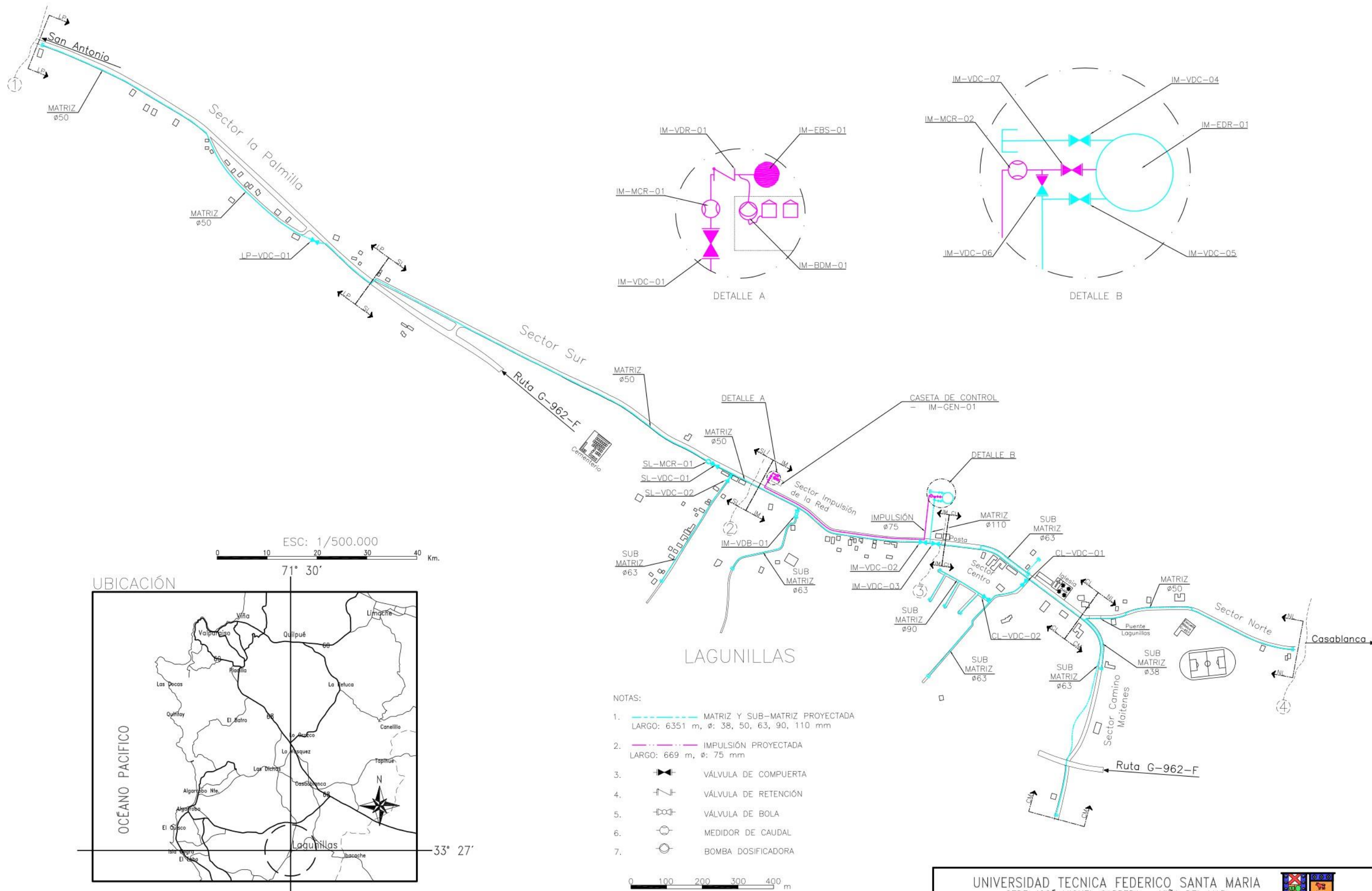
PLAN DE MANTENIMIENTO				 COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LAGUNILLAS LTDA.
INSTRUCTIVO				
PÁGINA: 06 DE: 06	N° DE FOLIO:			
FECHA DE EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	CÓDIGO DEL EQUIPO	
			IM-MDC-01	
DURACIÓN APROXIMADA	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD		
60 minutos	M11	Reemplazo de la válvula		
FRECUENCIA	PRIORIDAD EQUIPO	PRIORIDAD COMPONENTE	CODIGO LOCALIZACIÓN	
20 Años	Baja	Baja	IM	

PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR		NOMBRE
OPERARIO		Bladimir Milosevic

RECURSOS ASIGANDOS		COSTO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	SUBTOTAL
EQUIPOS	MEDIDOR DE CAUDAL FLUJO ELECTROMAGNÉTICO DN80	299.990	1	c/u	299990
HERRAMIENTAS	LLAVE PUNTA CORONA BAHCO 26 mm	8.890	1	c/u	8890
	DADO 12 PUNTAS 1/2" x 24 mm STANLEY	3.090	1	c/u	3090
	TORQUIMETRO DR. TORQUE WRENCH 1/2"	11.990	1	c/u	11990
	LLAVE FRANCESA 12" STANLEY	12.620	1	c/u	12620
INSUMOS	ANTRIGRIPANTE LOCTITLE LB 8150 500 gr	27.350	65	gr	3555,5
REPUESTOS					
COSTO TOTAL					\$ 3556

PROCEDIMIENTO
- DESMONTAJE: Con llave francesa y llave punta corona de 26 mm, Aflojar y retirar los cuatro pernos de cada extremo de las bridas que unen el medidor con la cañería. Así retirar manualmente medidor de la línea.
- MONTAJE: Coloque en posición donde se alojará la el medidor nuevo, con la posición cercana coloque los pernos que unirán las bridas del medidor con la brida de las cañerías, finalmente ponga tuerca y apreté pernos. Para apretar pernos siga un patrón cruzado, apreté gradualmente cada perno con un torquimetro hasta llegar finalmente a un máximo de 140 lbs-pie, siempre siguiendo el patrón cruzado.
OBSERVACIONES
- Al dar apreté no sobrepasé los 140 lbs-pie.
- Aplicar pasta antigripante en todas las tuercas a remplazar.

ANEXO IV: PLANOS DE LA RED



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN MECÁNICA EN PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



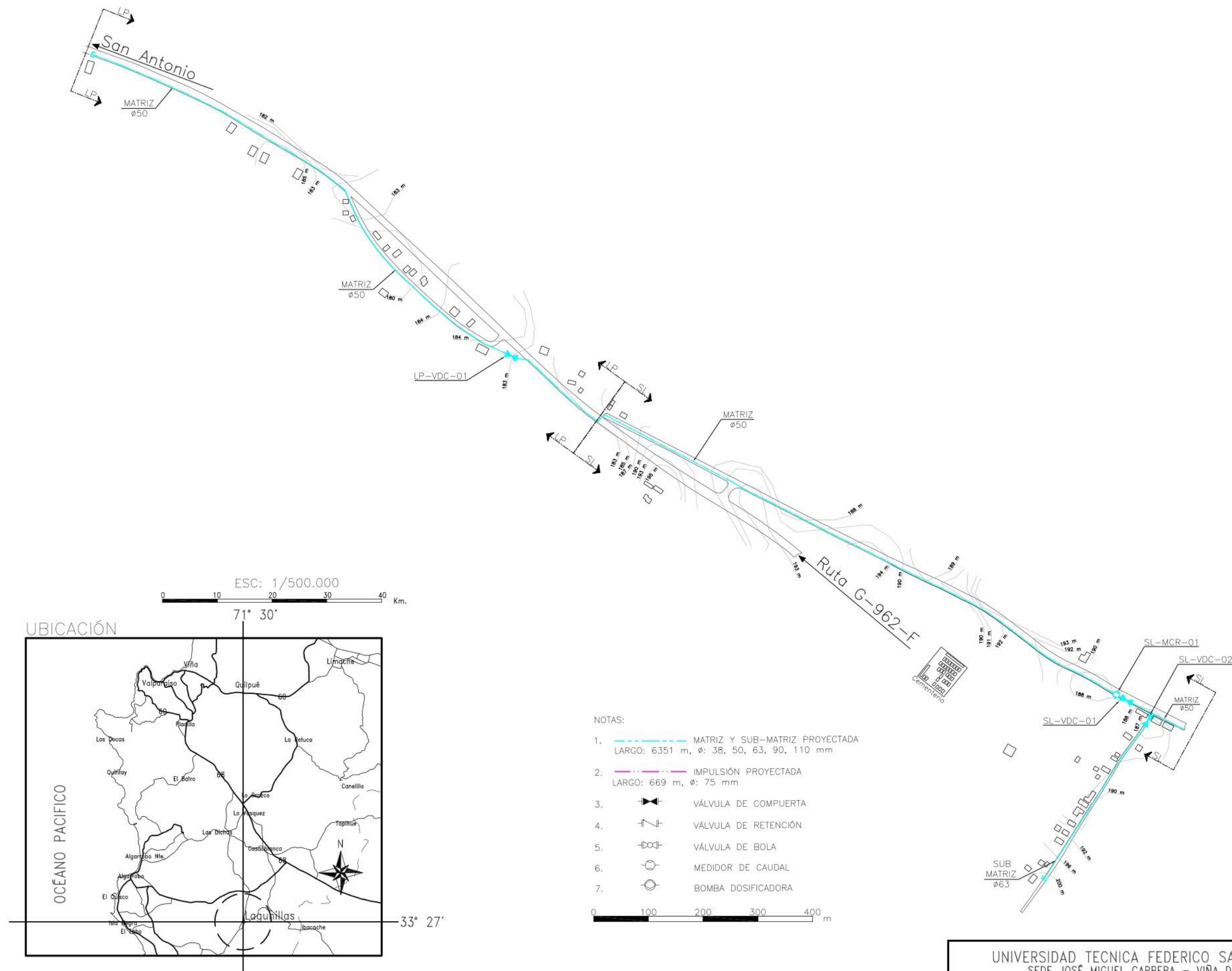
PROYECTO:
PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS
A LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS LTDA.

DESCRIPCIÓN:
ESQUEMA DE LA RED Y EQUIPOS
QUE SE ENCUENTRAN EN EL SISTEMA

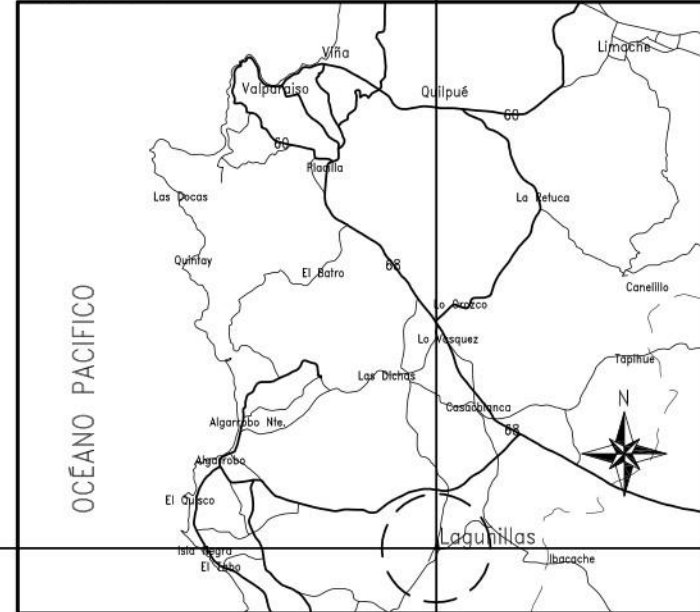
PLANO:
RED-LAGUNILLAS-01

ESCALA:	LAMINA:	FORMATO:	REVISIÓN:
1:7000	01-05	A-2	0

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJO	O.ALEGRÍA		
DIBUJO	D.AZOCAR		
REVISÓ			



UBICACIÓN



NOTAS:

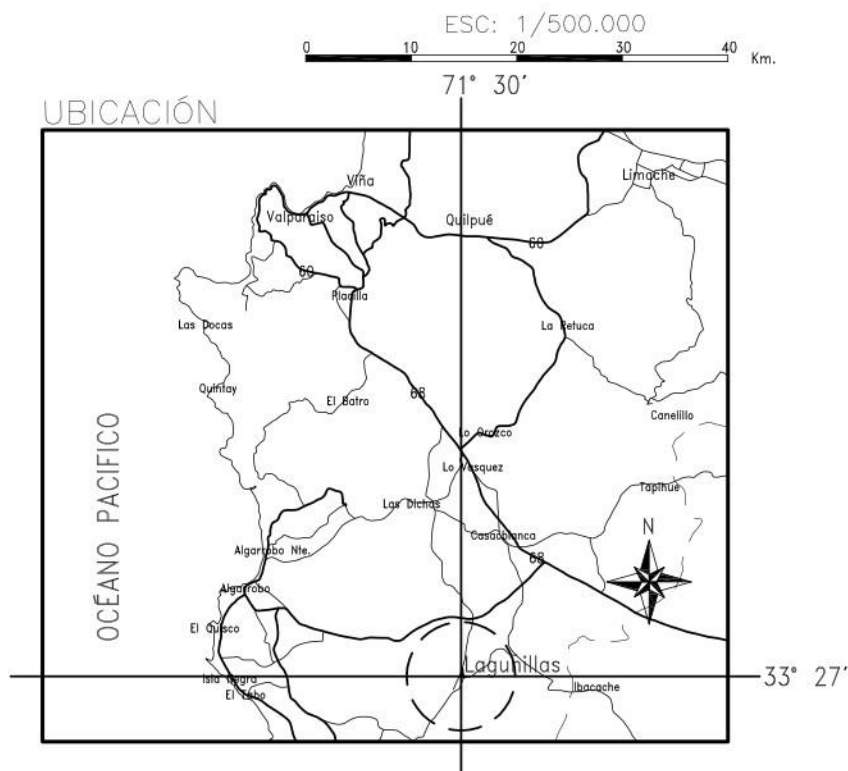
1. MATRIZ Y SUB-MATRIZ PROYECTADA
LARGO: 6351 m, ϕ : 38, 50, 63, 90, 110 mm
2. IMPULSIÓN PROYECTADA
LARGO: 669 m, ϕ : 75 mm
3. VÁLVULA DE COMPUERTA
4. VÁLVULA DE RETENCIÓN
5. VÁLVULA DE BOLA
6. MEDIDOR DE CAUDAL
7. BOMBA DOSIFICADORA



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN MECÁNICA EN PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

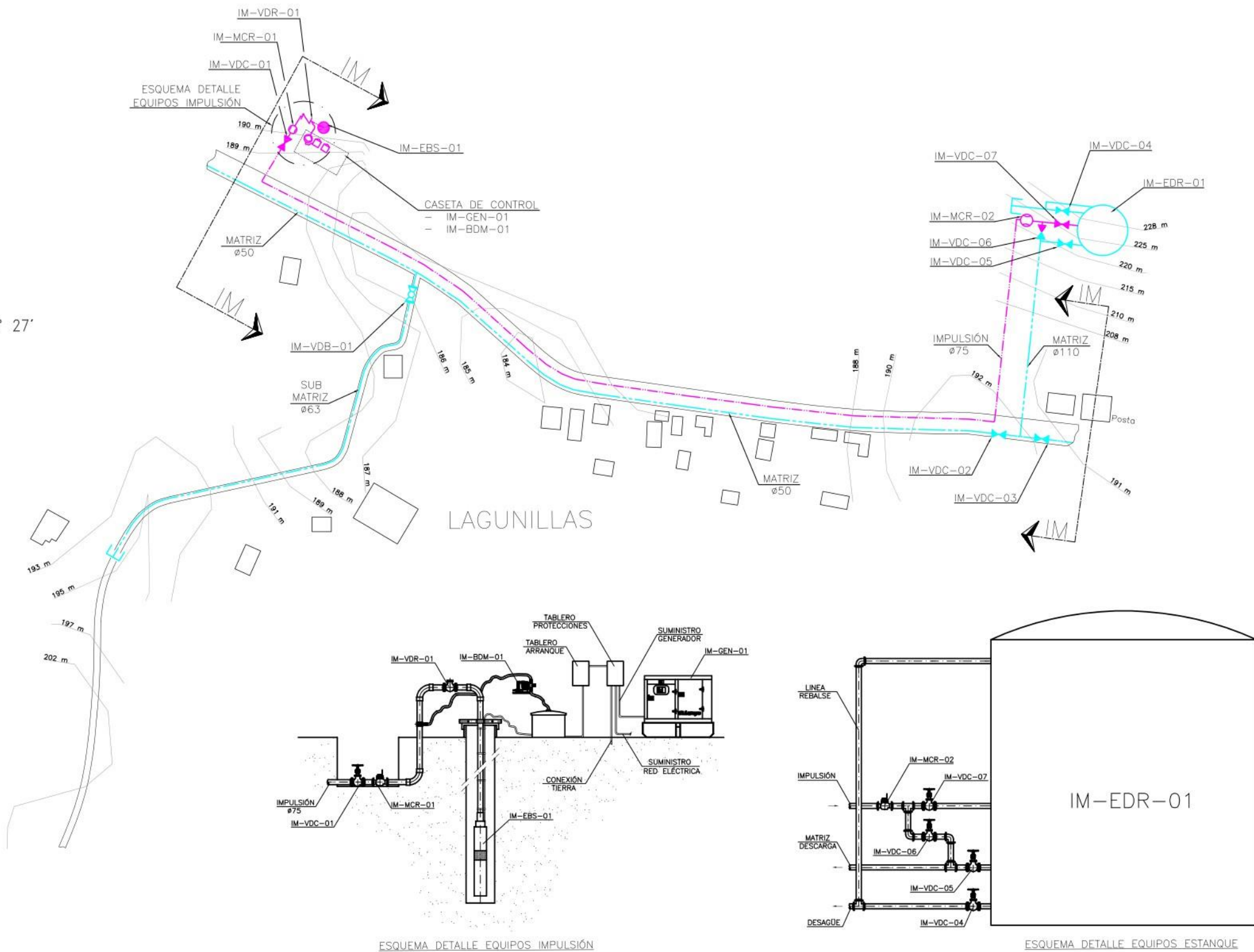


		NOMBRE	FIRMA	FECHA	PROYECTO: PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS A LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS LTDA.	PLANO: RED-LAGUNILLAS-02			
	DIBUJO	O.ALEGRÍA				DESCRIPCIÓN: ESQUEMA DE LA RED, EQUIPOS Y COTAS DE ALTURA TRAMO 01-02	ESCALA:	LAMINA:	FORMATO:
	DIBUJO	D.AZOCAR			1:5000		02-05	A-2	
	REVISÓ								



NOTAS:

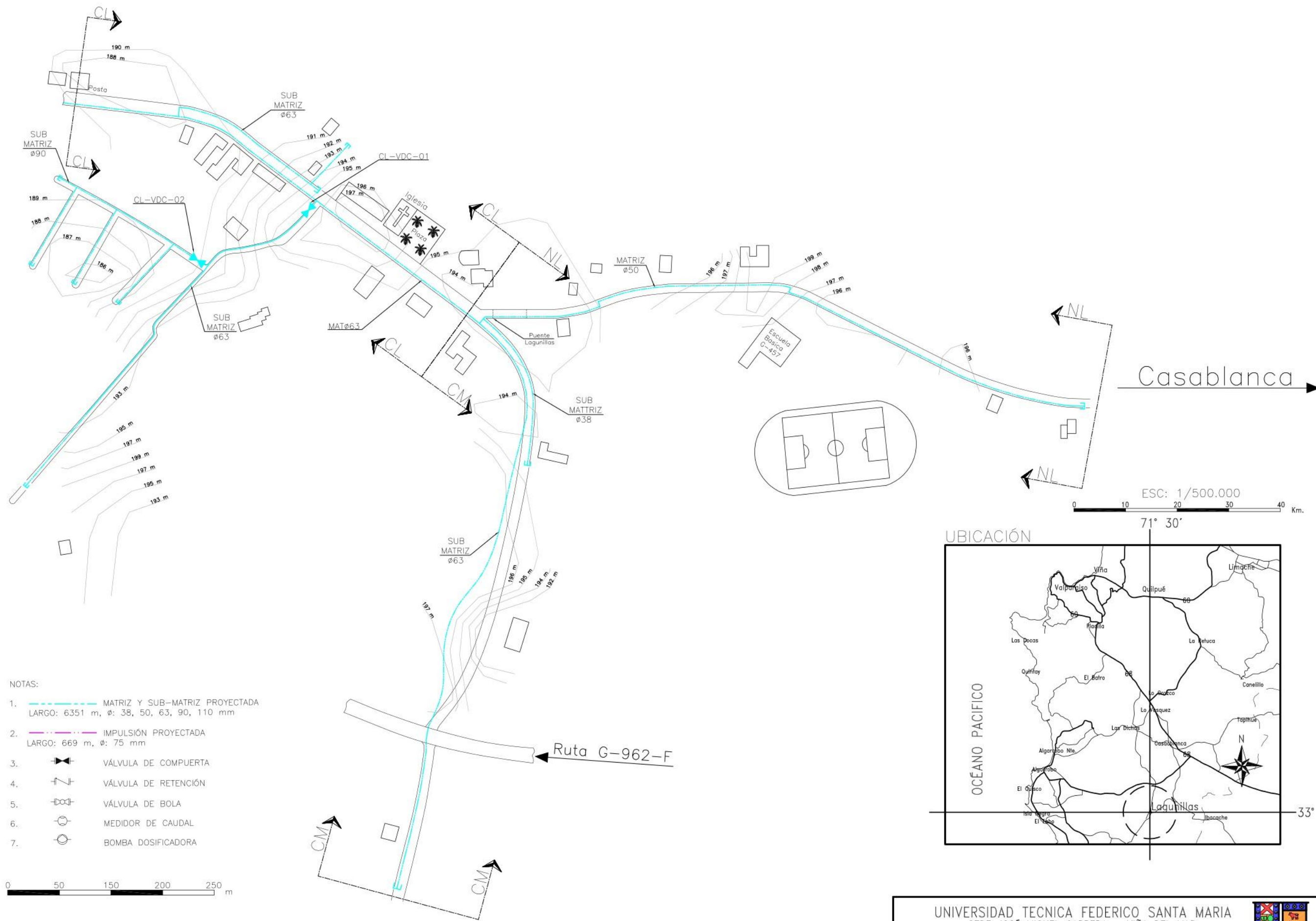
1. MATRIZ Y SUB-MATRIZ PROYECTADA
LARGO: 6351 m, ϕ : 38, 50, 63, 90, 110 mm
2. IMPULSIÓN PROYECTADA
LARGO: 669 m, ϕ : 75 mm
3. VÁLVULA DE COMPUERTA
4. VÁLVULA DE RETENCIÓN
5. VÁLVULA DE BOLA
6. MEDIDOR DE CAUDAL
7. BOMBA DOSIFICADORA



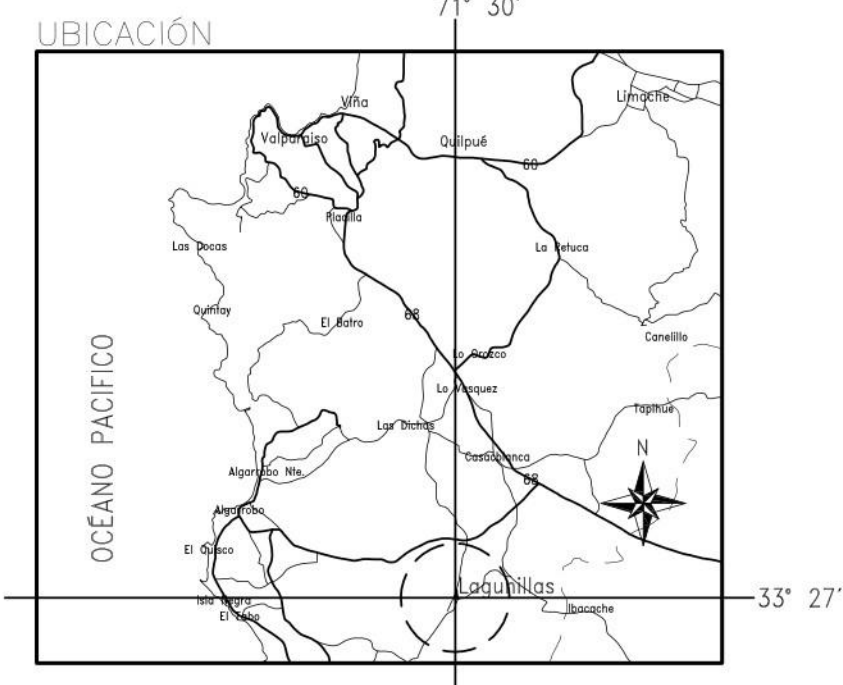
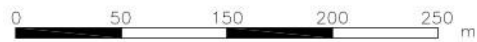
UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN MECÁNICA EN PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



		NOMBRE	FIRMA	FECHA	PROYECTO: PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS A LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS LTDA.	PLANO: RED-LAGUNILLAS-03	
	DIBUJO	O.ALEGRÍA			DESCRIPCIÓN: ESQUEMA DE LA RED, EQUIPOS Y COTAS DE ALTURA TRAMO 02-03	ESCALA: 1:2000	
	DIBUJO	D.AZOCAR				LAMINA: 03-05	
	REVISÓ					FORMATO: A-2	REVISIÓN: 0

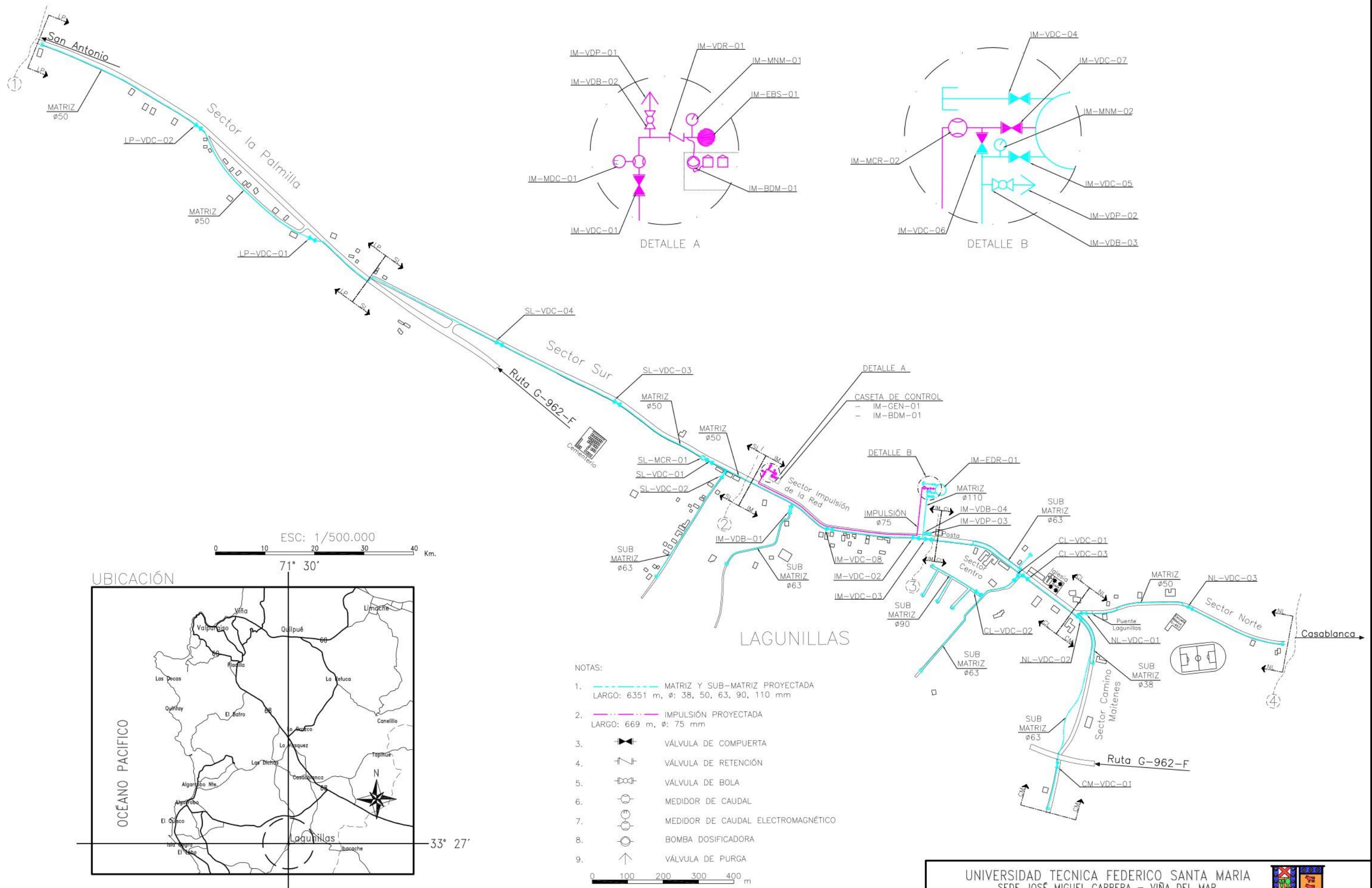


- NOTAS:
1. MATRIZ Y SUB-MATRIZ PROYECTADA
LARGO: 6351 m, ϕ : 38, 50, 63, 90, 110 mm
 2. IMPULSIÓN PROYECTADA
LARGO: 669 m, ϕ : 75 mm
 3. VÁLVULA DE COMPUERTA
 4. VÁLVULA DE RETENCIÓN
 5. VÁLVULA DE BOLA
 6. MEDIDOR DE CAUDAL
 7. BOMBA DOSIFICADORA



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR INGENIERÍA DE EJECUCIÓN MECÁNICA EN PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				PROYECTO: PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS A LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS LTDA.			
DESCRIPCIÓN: ESQUEMA DE LA RED, EQUIPOS Y COTAS DE ALTURAS TRAMO 03-04				PLANO: RED-LAGUNILLAS-04			
ESCALA: 1:2500				LAMINA: 04-05			
REVISÓ				FORMATO: A-2			

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJO	O.ALEGRÍA		
DIBUJO	D.AZOCAR		
REVISÓ			



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE JOSÉ MIGUEL CARRERA – VIÑA DEL MAR
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN MECÁNICA EN PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



		NOMBRE	FIRMA	FECHA	PROYECTO: PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTAS DE MEJORAS A LA RED DE AGUA POTABLE LAGUNILLAS LTDA.	PLANO: RED-LAGUNILLAS-05				
	DIBUJO	O.ALEGRÍA					ESCALA:	LAMINA:		FORMATO:
	DIBUJO	D.AZOCAR					1:7000	05-05	A-2	
	REVISÓ									
					DESCRIPCIÓN: ESQUEMA DE LA RED Y EQUIPOS CON MEJORAS INCLUIDAS					