

2021

PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO DE PLANTAS A TRAVÉS DE AGUAS TRATADAS

ARROYO SAN MARTÍN, NELSON FELIPE ANDRÉS

<https://hdl.handle.net/11673/53555>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Universidad técnica Federico Santa María

Sede Concepción – Rey Balduino de Bélgica

Proyecto de automatización de riego de plantas a través de aguas tratadas

Trabajo de titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en automatización y
control industrial

Alumno:

Nelson Felipe Andrés Arroyo San Martín

Profesor Guía:

Iván Acencio Barrientos

2021

RESUMEN

Keywords: REUTILIZACIÓN, AGUAS GRISES, SOSTENIBILIDAD, MEDIO AMBIENTE, RIEGO.

El presente informe está orientado generar una propuesta de implementación el cual tenga una finalidad de contrarrestar el consumo excesivo y mal aprovechamiento de agua en una vivienda particular, lo cual trae consecuencias medio ambientales como problemas hídricos en muchas zonas del país y de forma mundial, sumado a las bajas precipitaciones graduales a través de los años y sequías de áreas verdes. Para nadie es desconocido que los recursos hídricos están siendo cada vez más escasos. La falta de planes que regulen de buena manera el desarrollo de proyectos sin que estos afecten las fuentes de agua natural. Sumado a esto está los escasos de precipitaciones que cada año son más evidentes, manteniendo los cauces de ríos con nivel mínimo o incluso con desaparición de estos.

Durante el desarrollo de este escrito se abordan su desarrollo y planteamiento con la finalidad de distinguir las problemáticas y necesidades para ser tratadas, definición de equipos e instrumentos, y la valorización del costo de su implementación.0

ÍNDICE

RESUMEN	2
ÍNDICE	3
SIGLA Y SIMBOLOGÍA:	7
A. SIGLAS	7
B. SIMBOLOGÍA	7
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	10
1.0 ASPECTOS GENERALES	11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2 OBJETIVO GENERAL	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4 ALCANCE	13
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES DEL TERRENO	14
2. ANTECEDENTES DEL TERENO	15
2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	15
2.2 ELABORACIÓN DE PLANIMETRÍA DEL TERRENO ACTUAL	16
2.2.1 Vista aérea del terreno	16
2.2.2 Vista aérea exterior planimétrica	17
2.2.3 Vista aérea interior planimétrica	18
2.3 INVESTIGACIÓN SOBRE NORMAS ASOCIADAS	19
2.3.1 Norma chilena oficial:	NCh1333.Of78 19
2.3.2 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.	19
2.3.2.1 Preámbulo.	19
2.3.3 Introducción	19
2.3.4 Requisitos químicos para el riego.	20
2.3.4.1 pH.	20
2.3.4.2 Elementos químicos.	20

2.3.5	Insecticidas.	21
2.3.6	Requisitos bacteriológicos.	21
2.3.7	ARU	21
2.3.8	Norma chilena oficial:	NCh399.Of94 22
2.3.9	Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.	22
2.3.9.1	Preámbulo	22
2.3.10	Introducción a la norma NCh399	22
2.3.11	Tipos de tubos PVC.	23
2.3.12	Mediciones	24
2.4	BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPAMIENTO	25
2.4.1	Bomba simple	25
2.4.2	Válvula de regadío	25
2.4.2.1	Sistemas de riegos centralizados:	26
2.4.2.2	Sistemas de riego autónomos	26
2.4.3	Presostato	26
2.4.4	Sensor de nivel	27
2.4.4.1	Medición de nivel puntual	27
2.4.4.2	Medición de nivel continúa	27
2.4.5	Sensor de caudal	28
2.4.5.1	Magneto inductivo	28
2.4.6	Principios de mediciones	28
2.4.6.1	Principio de medición Vortex	28
2.4.6.2	Principio de medición mecatrónico	29
2.4.6.3	Principio de medición ultrasónico	29
2.4.6.4	Principio de medición calorimétrico	29
2.4.7	Controladores	30
2.4.7.1	Compactos	30
2.4.7.2	Modular:	30
2.4.7.3	Montaje en rack	31
2.4.7.4	Con panel operador	31
2.4.7.5	Ordenador Industrial	31
2.4.7.6	De ranura	31
2.4.7.7	Tipo Software	32

2.4.7.8	Banda baja	32
2.4.7.9	Banda estrecha	32
2.4.8	Canalización de PVC	33
2.4.9	Filtrado de compuestos	33
2.4.10	Estanque de agua	34
2.5	DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR	35
2.5.1	Diagrama de proceso	35
2.6	DEFINICIÓN DE PROCESO IDEAL	36
2.6.1	Proceso de filtrado de las aguas	36
2.7	SELECCIÓN DE EQUIPOS	37
CAPÍTULO 3: INFORMACIÓN DE EQUIPOS, PANIMETRÍA Y PRESUPUESTO		38
3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	39
3.1	DEFINICIÓN DE EQUIPOS	40
3.1.1	Bomba de agua periférica	40
3.1.2	Bomba de agua centrífuga	40
3.1.3	Controlador electrónico de presión	40
3.1.4	Sensor de nivel	41
3.1.6	Válvula de regadío	41
3.1.7	Canalización de PVC tipo I	41
3.1.8	Canalización de PVC tipo II	42
3.1.9	Controlador Lógico Programable	42
3.1.10	Estanques de agua	42
3.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PLC	43
3.3	ELABORACIÓN DE PLANOS P&ID y diagrama de grafcet	45
3.3.1	Diagrama de Grafcet	46
3.4	CUBICACIÓN DE MATERIALES	47
3.5	REALIZACIÓN PRESUPUESTO FINAL	48
CONCLUSION		49
BIBLIOGRAFÍA		50
ANEXO		52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Concentraciones máximas de elementos químicos para el riego.....20

Tabla 2- Clasificación de aguas para riego según su sanidad21

Tabla 3- Dimensiones nominales de tubos PVC rígidos.....24

Tabla 4- Tabla de selección de equipos a utilizar37

Tabla 5- Resumen de entradas/salidas y elementos digitales.....43

Tabla 6- Cubicación de materiales47

Tabla 7- Presupuesto Final.....48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Vista aérea satelital del terreno16

Figura 2- Vista aérea exterior del terreno17

Figura 3- Planimetría interior de la casa con sus respectivos paños.....18

Figura 4- Diagrama general reutilización de aguas35

Figura 5- Definición del proceso de las aguas36

Figura 6- Diagrama P&ID de los procesos45

Figura 7- Elaboración diagrama Grafcet secuencial46

SIGLA Y SIMBOLOGÍA:

A. SIGLAS

APR: Agua potable rural

ARU: Aguas residuales Urbanas

NCH: Norma Chilena Oficial

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de Naciones Unidas

SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile

PVC: Tubo de policloruro de vinilo

B. SIMBOLOGÍA

P: Potencia

R: Resistencia

V: Volt

W: Watts

CA: Corriente Alterna

CC: Corriente continua

de: Diámetro exterior del tubo

dm: Diámetro exterior medio

Fs: Factor de seguridad

C: Conductividad específica

Cm: Centímetro

M: Metro

l: Litro

μmhos: MicroMhos

mg: Milígramo

h: Hora

N: Newton

°C: Grados Celcius

INTRODUCCIÓN

Este trabajo está orientado a la generación de una propuesta de aprovechamiento de aguas grises de una vivienda en un sector agrícola, para lo cual y comenzando con el levantamiento de información desde terreno, los requerimientos del mandante de la obra, se elabora esta propuesta que entrega una alternativa para el colaborar en la línea descrita.

El escrito está dividido en cuatro capítulos, siendo en capítulo 1 en donde se describen aspectos generales de la propuesta, en donde se definen objetivo general y específicos dirigidas a resolver las problemáticas y necesidades presentes en el proyecto.

En el capítulo segundo se dará a conocer todos los antecedentes del terreno, mediciones, arquitecturas, planimetría y estudios de las aguas, con el fin de lograr la implementación del proyecto. Todo esto será adecuado y guiado mediante normas y estándares chilenos vigentes. Ya con todo esto se logrará determinar el rendimiento del proyecto y sus requisitos.

En el capítulo tercero se desarrollará una descripción y selección de instrumentos a utilizar, analizando componentes con sus respectivas características. Todo esto acompañado del análisis financiero correspondiente, desde el inicio del proyecto hasta su fecha de término. También se dará a conocer la viabilidad de éste y que impacto se logra controlar.

Finalmente, la conclusiones y recomendaciones nacidas de la elaboración de este proyecto son el contenido del capítulo tres.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.0 ASPECTOS GENERALES

En este capítulo se dará a conocer todos los aspectos generales de la propuesta del proyecto en donde se estudiará su desarrollo y planteamiento con la finalidad de distinguir las problemáticas y necesidades para ser tratadas.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En un sector rural denominado Ñipas, perteneciente a la región del Ñuble, posee un sistema de abastecimiento de agua a través de pozos, uno potable y el otro no. El pozo de agua potable se usa para el abastecimiento general de la casa, mientras que el otro se usa para regadío, ambas aguas requieren fuerza y uso de herramientas manuales; el exceso de fuerza puede traer variedades de lesiones a corto plazo o hasta enfermedades a largo plazo. Claramente hay un muy mal aprovechamiento de aguas tratadas, cuando bien puede ser utilizada en un sistema de regadío automatizado. Cabe destacar que también existe contaminación ambiental por la explotación y malgasto de agua potable.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Elaborar proyecto automatizado con el objetivo de reutilizar aguas grises de una vivienda y de un pozo para estas ser ocupadas en un sistema de automatizado de regadío hacia abundantes plantaciones del mismo terreno, tanto para plantas nutritivas como silvestres.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilación de información acerca de motobombas, herramientas e instrumentación a utilizar.
- Investigación acerca del reglamento y normas sobre aguas grises en base del ministerio de salud de Chile.
- Investigar cantidad de consumo de agua mensual de la vivienda y jardinería como también que tipo de plantaciones se regarán.
- Comprobar Viabilidad del proyecto económicamente y ambientalmente.

1.4 ALCANCE

Proyecto especializado para viviendas rurales pequeñas y medianas, las cuales necesiten distribución de agua para regadíos, todo esto a través de la reutilización y sanitización de las aguas grises. Excelente oportunidad para implementar este proyecto de manera rápida y beneficiosa económicamente.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES DEL TERRENO

2. ANTECEDENTES DEL TERENO

En este capítulo se dará a conocer toda la información acerca del terreno donde se trabajará en sus distintas áreas, desde mediciones hasta selección de equipos con su respectiva información.

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para dar inicio al proyecto con las variedades de extracción de aguas grises de la casa, las cuales serían; lavadora, lavamanos, lavaplatos, ducha y tina. Se calculó que el promedio diario de consumo de agua es de 500 litros diarios aproximadamente. Todo esto se recolectará en un primer estanque de captación de agua. Para evitar problemas de rebalse, este estanque se conectará a un sifón que conllevaría al desagüe de la casa. Continuando el proceso, las aguas grises irán guiadas directamente a un proceso de filtrado, compuesto por un tipo de tratamiento de algodón, carbón activo, arena fina, papel filtro y gravilla. Una vez filtrada el agua, esta, a través de efecto de gravedad, irá guiada hacia un segundo estanque subterráneo de almacenamiento, con el agua apta para regadío. Luego de esto, el agua de regadío es impulsada por una bomba simple hacia un gran estanque de almacenamiento de altura con soporte metálico, el cual debe ser más alto que la casa, ya que por efecto de gravedad este puede ser guiado hacia una válvula de regadío. Esto tendrá como propósito abastecer todo el proyecto requerido y con sus respectivas direcciones.

Gracias a este mecanismo utilizado se logrará ahorrar gran parte de inversiones para propulsión de agua ya que la gravedad hace todo el trabajo. Para verificar que el sistema cuente con la presión adecuada y la eficiencia de presión de agua, se agregará un presostato para abrir o cerrar el paso del líquido. Todas las aguas grises que serán depositadas; serán reguladas y guiadas con una válvula solenoide, la cual será activada mediante un sensor de nivel de caudal del segundo estanque de altura a través de un tablero eléctrico.

2.2 ELABORACIÓN DE PLANIMETRÍA DEL TERRENO ACTUAL

2.2.1 Vista aérea del terreno

En esta vista aérea de la imagen 2.1 se reflejan las medidas del terreno completo, con los senderos respectivos. La entrada principal está en la zona este. El proyecto se concentrará en la zona sur- este, donde se implementarán los equipamientos en la casa y terreno.

Figura 1- Vista aérea satelital del terreno

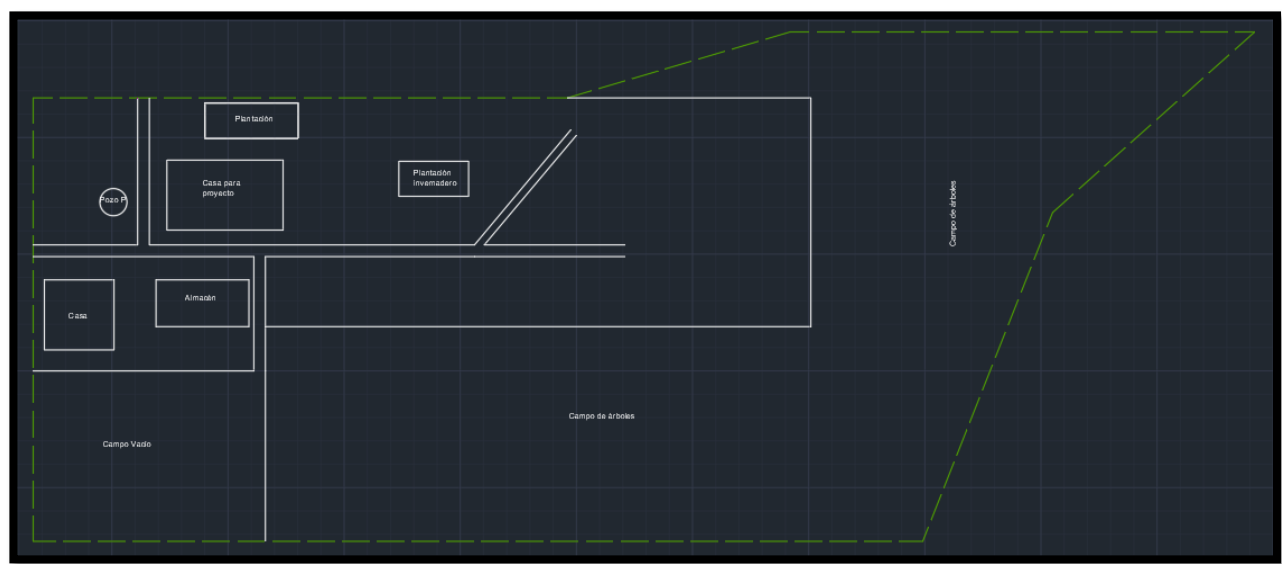


Fuente: Elaboración propia, Vista aérea satelital del terreno con sus medidas correspondientes.

2.2.2 Vista aérea exterior planimétrica

En la siguiente imagen 1.2 de planimetría se muestra la división por paños del terreno a trabajar con todas sus medidas respectivas. Representando la zona verde delineada el límite del terreno, las líneas blancas como edificación con sus senderos y las líneas verdes-moradas la zona de implementación del proyecto.

Figura 2- Vista aérea exterior del terreno

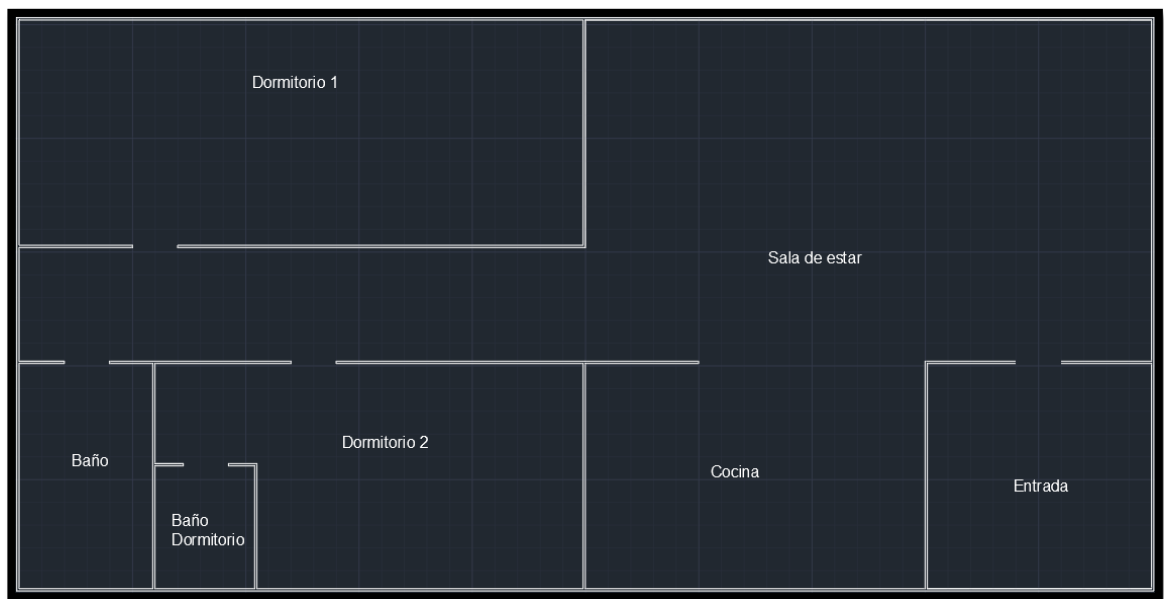


Fuente: Elaboración propia, Vista Aérea del terreno con su planimetría

2.2.3 Vista aérea interior planimétrica

En la siguiente imagen 2-3 de planimetría, se logra apreciar el seccionamiento interior con todas las medidas a escala de la casa, en donde se implementará el proyecto. La casa interior está dividida en 7 partes diferentes, se concentrará la atención en el baño principal, el baño del dormitorio 2 y cocina, ya que desde esos lugares se reciclarán las aguas provenientes de lavadora, ducha, lavamanos y lavaplatos.

Figura 3- Planimetría interior de la casa con sus respectivos paños



Fuente: Elaboración propia, planimetría interior de la vivienda a base de medidas proporcionadas

2.3 **INVESTIGACIÓN SOBRE NORMAS ASOCIADAS**

2.3.1 Norma chilena oficial: NCh1333.Of78

Modificada en 1987

2.3.2 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

2.3.2.1 Preámbulo.

El instituto Nacional de normalización INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la international organization for standardization (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representado a Chile antes esos organismos.

2.3.3 Introducción

Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo con requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos, y biológicos según el uso determinado.

Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen.

El vaciamiento de residuos contaminantes amasas o cursos de agua deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso teniendo en cuenta la capacidad de auto purificación y dilución del cuerpo receptor de acuerdo con estudios que afectó a la autoridad competente de cada caso particular.

2.3.4 Requisitos químicos para el riego.

2.3.4.1 pH.

El agua para riego debe tener un pH comprendido entre 5,5 y 9,0

2.3.4.2 Elementos químicos.

En la siguiente tabla se dan los valores máximos permisibles de algunos elementos químicos en agua de riego

Tabla 1- Concentraciones máximas de elementos químicos para el riego

Elemento		Unidad	Límite Máximo
Aluminio	(Al)	mg/l	5,00
Arsénico	(As)	mg/l	0,10
Bario	(Ba)	mg/l	4,00
Berilio	(Be)	mg/l	0,10
Boro	(B)	mg/l	0,75
Cadmio	(Cd)	mg/l	0,010
Cianuro	(CN)	mg/l	0,20
Cloruro	(Cl)	mg/l	200,00
Cobalto	(Co)	mg/l	0,050
Cobre	(Cu)	mg/l	0,20
Cromo	(Cr)	mg/l	0,10
Fluoruro	(F ⁻)	mg/l	1,00
Hierro	(Fe)	mg/l	5,00
Litio	(Li)	mg/l	2,50
Litio (Cítricos)	(Li)	mg/l	0,075
Manganeso	(Mn)	mg/l	0,20
Mercurio	(Hg)	mg/l	0,001
Molibdeno	(Mo)	mg/l	0,010
Níquel	(Ni)	mg/l	0,20
Plata	(Ag)	mg/l	0,20
Plomo	(Pb)	mg/l	5,00
Selenio	(Se)	mg/l	0,020
Sodio porcentual	(Na)	%	35,00
Sulfato	(So4=)	mg/l	250,00
Vanadio	(V)	mg/l	0,10
Zinc	(Zn)	mg/l	2,00

Fuente: Elaboración propia acerca de los estándares de para aguas de riego NCh1333.-

El Ministerio de Obras Públicas autoriza valores mayores o menores para los límites máximos de cada uno de los elementos de la tabla 1, mediante la resolución fundada en aquellos casos calificados que así lo determinen.

2.3.5 Insecticidas.

No se considera que tengan efectos perniciosos en agua para riego.

2.3.6 Requisitos bacteriológicos.

El contenido de coliformes fecales de aguas de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1000 coliformes fecales/100ml.

2.3.7 ARU

Un agua residual puede definirse como un residuo líquido recogido mediante la red de alcantarillado para su envío a una planta depuradora. El tipo y la cantidad de agua residual afluente a una estación depuradora reflejan la naturaleza del área a la que le sirve, el uso que se le ha dado y las condiciones del medio de conducción.

Tabla 2- Clasificación de aguas para riego según su sanidad

Clasificación	Conductividad específica μ mhos/cm a 25°C	Sólidos disueltos totales, s, mg/l a 105°C
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	$c \leq 750$	$s \leq 500$
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	$750 < c \leq 1500$	$500 < s \leq 1000$
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso	$1500 < c \leq 3000$	$1000 < s \leq 2000$
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos	$3000 < c \leq 7500$	$2000 < s \leq 5000$

Fuente: Estándares de clasificación según norma NCh1333

Los valores de conductividad específica de un curso o masa de agua en particular no deben ser incrementados más allá de los límites que la autoridad competente determine, de acuerdo con el tipo de cultivo, manejo de agua y calidad excepcional del suelo.

2.3.8 Norma chilena oficial:

NCh399.Of94

2.3.9 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

2.3.9.1 Preámbulo

El instituto Nacional de normalización INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la international organization for standardization (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representado a Chile antes esos organismos. La norma nch 399 ha sido preparada por la división de normas del instituto Nacional de normalización.

2.3.10 Introducción a la norma NCh399

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos de policloruro de vinilo rígido (en inglés PVC), para la conducción de fluidos a presión.

Esta norma se aplica los tubos de PVC rígido que se usan en el transporte de agua potable y otros fluidos no agresivos al material, a temperatura inferiores a 60°C y presión nominal menor o igual a la cantidad estipulada de 1,6 Mpa respectivamente.

NCh3224 Equipos agrícolas para riego- Tuberías de PVC para conducción de agua de riego a baja presión, sobre el suelo-Requisitos.

NCh3233 Sistemas de tuberías plásticas-Tuberías de polietileno (PE) para riego-Requisitos.

NCh3228 Equipos agrícolas para riego- Goteros y tuberías de goteo-Especificaciones y métodos de ensayo.

2.3.11 Tipos de tubos PVC.

Los tubos PVC rígido se clasifican, de acuerdo con su uso, en tres tipos:

Tipo I: Uso general-

Tipo II: Para agua potable o productos alimenticios.

Tipo III: Para Gas (Gas corriente, gas natural y gas licuado de Petróleo).

2.3.12 Mediciones

Las mediciones del diámetro medio (dm), del diámetro exterior en cualquier punto (dj), y del espesor de pared en cualquier punto (ej), se efectúan de acuerdo con lo especificado en la NCh1294

Tabla 3- Dimensiones nominales de tubos PVC rígidos

Diámetro exterior nominal, de	Diámetro exterior medio, dm	Espesor de pared			
		Clase 4	Clase 6	Clase 10	Clase 16
10	10	.	.	.	1,0
12	12	.	.	.	1,0
16	16	.	.	.	1,2
20	20	.	.	.	1,5
25	25	.	.	1,5	1,9
32	32	.	.	1,8	2,4
40	40	.	1,8	2,0	3,0
50	50	.	1,8	2,4	3,7
63	63	.	1,9	3,0	4,7
75	75	1,8	2,2	3,6	5,6
90	90	1,8	2,7	4,3	6,7
110	110	2,2	3,2	5,3	8,2
125	125	2,5	3,7	6,0	9,3
140	140	2,8	4,1	6,7	10,4
160	160	3,2	4,7	7,7	11,9
180	180	3,6	5,3	8,6	13,3
200	200	4,0	5,9	9,6	14,7
225	225	4,5	6,6	10,8	16,7
250	250	4,9	7,3	12,0	18,6
280	280	5,5	8,2	13,5	20,8
315	315	6,2	9,2	15,0	23,4
355	355	7,0	10,4	17,0	26,3
400	400	7,9	11,7	19,1	29,7

(Elaboración propia en base a las dimensiones nominales de tubos PVC rígido, norma NCh1294)

2.4 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPAMIENTO

2.4.1 Bomba simple

Una bomba hidráulica o bomba de agua es una máquina generadora que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Podemos decir a manera general que una Bomba de Agua, está compuesta de: Carcasa o armazón, una entrada y una salida, Impulsor, rotor o rodetes, sellos, retenedores y anillos, eje Impulsor, cojinetes o rodamientos, panel de control y motor. Podemos encontrar diferentes máquinas de bomba de agua estos Tipos de Motobomba varían según su uso, entre los principales destacan los siguientes: Tipos de Motobombas para Aguas Sucias, tipos de Motobombas para Aguas Limpias, tipos de Motobombas para Presión, tipos de Motobombas para Caudal. Los motivos para sumar esta herramienta pueden ser varios; puede ser por falta de un tanque elevado, porque el paso del tiempo haya obstruido las cañerías o porque vivimos en un edificio y el agua no llega a los pisos superiores, entre otras cosas. La clasificación según su función es la siguiente; Bomba para sacar agua, bomba para subir agua al tanque y bomba presurizadora de agua bajo tanque.

2.4.2 Válvula de regadío

Dentro de un riego automático, una electroválvula se encarga de la apertura y cierre del agua en una conducción, normalmente para controlar el riego en cada zona o sector. Se trata de una válvula hidráulica cuyo accionamiento depende de una corriente eléctrica que recibirá del programador de riego. Las electroválvulas también se denominan en ocasiones como válvulas solenoide. Cabe destacar que las electroválvulas para agua no son un elemento exclusivo de los sistemas de riego. Toda electroválvula tiene un solenoide que necesita un número de voltios (tensión) para poder realizar la apertura y cierre. Básicamente, hay dos tipos de instalaciones en los sistemas de riego para parques y jardines, los cuales vienen siendo;

2.4.2.1 Sistemas de riegos centralizados:

Dispone de un programador que irá conectado a la corriente eléctrica y que llegará mediante cables hasta cada electroválvula. Cuando se tenga que abrir una fase de riego el programador emitirá una señal eléctrica de 24V AC. Para el cierre, dejará de emitir la señal.

2.4.2.2 Sistemas de riego autónomos

La instalación tendrá uno o varios programadores que funcionarán a pilas, normalmente colocados en arqueta de riego. Dado que la duración de las pilas depende del consumo, estos sistemas sólo emiten una corta señal para la apertura y otra corta señal para el cierre. Es de 9V DC (9 voltios en corriente continua). Físicamente ambas electroválvulas son muy parecidas, para distinguir una electroválvula de 24V de una de 9V se debe fijar en el solenoide. Llevan una etiqueta o un marcado en el que indicarán la tensión de funcionamiento (24V o 9V). A veces pueden mostrar un intervalo; fíjate entonces en que sea AC (los de 24V) o DC (los de 9V). Los solenoides de 9V DC se conocen también como solenoides de impulsos por lo que es posible que se vea también solenoid latching o Latch Solenoid.

2.4.3 Presostato

El presostato, también conocido como switch o interruptor de presión, es un dispositivo electromecánico que tiene como función abrir o cerrar circuitos en función a la presión ajustada. El funcionamiento es simple, primero debemos de regular el presostato a la presión que deseamos que se active. Esta regulación se hace mediante un tornillo que por lo general se encuentra en la parte superior, dependiendo del fabricante una cantidad de vueltas, representa una determinada presión ejercida sobre el muelle interno. El presostato va enroscado en la tubería por donde pasa el fluido que vamos a sensor. El fluido ejercerá una determinada presión y cuando esta iguale a la presión del muelle se cerrarán los contactos del equipo. De la misma forma, cuando la presión caiga por debajo de la presión del muelle, entonces los contactos se abrirán. El presostato que se usa para bomba de agua tiene que estar preparado para soportar los picos de presión generados por los golpes de ariete. Se suelen usar estos interruptores de presión para arrancar las bombas y mantener presurizado las líneas de agua. Cuando la línea se presuriza, el presostato apagará la bomba. Así también hay otros modelos especializados para compresor de aire, refrigeración-compresor y sistema de lubricación.

Las partes más generales e importantes de un presostato lo conforman: Husillo ajuste de presión, husillo de ajuste diferencial, muelle o brazo principal, terminales eléctricos de fuerza, terminal de tierra y botón de reset.

2.4.4 Sensor de nivel

Los sensores de nivel son instrumentos que trabajan con un interruptor de contacto (reed switch) y un flotador magnético. El movimiento del flotador abre o cierra el contacto eléctrico. El sensor detecta el nivel del líquido en tanques y depósitos en el punto donde esté instalado, indicando mediante una señal ON/OFF cuando se ha alcanzado el nivel de llenado, vaciado u otro definido en proyecto. Para saber el nivel exacto de un nivel en un estanque, se debe ocupar un sensor que proporcione una señal analógica, por otra parte, si se necesita cortar un flujo para llegar a un valor exacto se debe utilizar un sensor con señal On/Off. Estos se clasifican en 2 grupos: medición de nivel puntual y medición de nivel continua.

2.4.4.1 Medición de nivel puntual

Estos sensores se utilizan para marcar la altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente este tipo de sensores funcionan como alarma, indicando un sobrellenado o al contrario una alarma de nivel bajo. Estos sensores son los siguientes; Sensor óptico, sensor por conductividad, sensor por vibración, interruptor de flotador

2.4.4.2 Medición de nivel continúa

Estos sensores son más sofisticados y puedes realizar el seguimiento del nivel en todo momento. Entre sus variedades se encuentran; Sensores por capacitancia, sensor ultrasónico, sensor de radar, sensor hidrostático

2.4.5 Sensor de caudal

Los sensores de caudal recogen las velocidades del flujo de aire o líquidos, se usan diferentes principios de medición. Para determinar la velocidad del flujo de aire, lo más sencillo es dejar que el aire fluya a través de una rueda alada, y contar las revoluciones de la rueda alada. Entre ellos se encuentran los sensores;

2.4.5.1 Magneto inductivo

El caudalímetro de la gama SM funciona según el principio de inducción de Faraday. El fluido conductor que circula por la tubería y que está sometido a un campo magnético (M), genera una tensión que es proporcional a la velocidad de circulación (v) o a la cantidad de caudal. Dicha tensión es captada a través de los electrodos (E) y procesada en una unidad de evaluación. Gracias a los materiales resistentes, el sensor es apto para una gran cantidad de fluidos. El sensor también se caracteriza por disponer de una robusta y compacta carcasa, así como un elevado grado de protección. El principio de medición es adecuado para líquidos con una conductividad eléctrica de al menos 20 $\mu\text{S} / \text{cm}$. Los valores típicos para la conductividad eléctrica son 0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua destilada, 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua potable y 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua salada.

2.4.6 Principios de mediciones

El principio de la medición de la velocidad de rotación implica, en principio, el recuento de impulsos durante un período. Estas dos variables se comparan y producen la unidad $1/\text{s} = \text{Hz}$ o rpm.

2.4.6.1 Principio de medición Vortex

En la pieza de retención integrada en el tubo de medición, el fluido que circula (agua con o sin conductividad) genera, en función de su velocidad, turbulencias recíprocas que son detectadas por un detector piezocerámico. Si se conoce el tamaño de la sección transversal, se puede calcular la cantidad de caudal a partir del número de desprendimientos de vórtices. Este procedimiento de medición de caudal es prácticamente independiente de los cambios de presión y temperatura del fluido.

2.4.6.2 Principio de medición mecatrónico

El sensor de caudal opera según el principio del pistón sostenido sobre un muelle. El pistón, situado en el asiento de la válvula en la carcasa, es elevado por el caudal del fluido contra la fuerza del muelle.

La detección de la posición del pistón se lleva a cabo a través de un detector magnético y se emite como señal analógica. La fuerza del muelle provoca un retorno seguro del pistón a la posición de salida en caso de disminución de caudal. Con ello se permite un montaje del sensor de caudal independiente de la posición y se evita el reflujo.

Otro robusto diseño mecánico (SBT) permite la utilización con altas temperaturas hasta 180°C y en entornos agresivos.

2.4.6.3 Principio de medición ultrasónico

Los sensores ultrasónicos están compuestos por transductores que transmiten y reciben impulsos de sonido, así como por reflectores que conducen los impulsos de un transductor a otro. En este proceso se envía un impulso a través del fluido y el sensor mide el tiempo de recorrido de un transductor a otro. Después se envía un impulso en la dirección opuesta. El sensor mide entonces la diferencia de tiempo (en un rango de nanosegundos) y calcula la cantidad de caudal.

2.4.6.4 Principio de medición calorimétrico

Los tipos SA y SI están provistos de 2 elementos de medición y una fuente de calor. El elemento de referencia, alojado a 10 mm sobre el suelo, mide la temperatura del fluido y sirve para la compensación de temperatura. La diferencia de temperatura con respecto al elemento del suelo se mantiene constante mediante la fuente de calor ubicada allí. La potencia necesaria para mantener constante dicha diferencia es proporcional a la velocidad de caudal. Una velocidad de caudal creciente genera una mayor disipación de calor. El contador de aire comprimido SD utiliza el mismo principio térmico. Uno de sus elementos de medición cerámicos se calienta (elemento de medición) y el otro no (elemento de referencia). La diferencia de tensión que resulta de la disipación de calor a través del flujo, representa una medida del caudal

2.4.7 Controladores

Dentro de las alternativas de controladores, la principal elección sería un controlador lógico programable. Un PLC, también conocido como autómatas programables es básicamente una computadora industrial la cual procesa todos los datos de una máquina como pueden ser sensores, botones, temporizadores y cualquier señal de entrada. Para posteriormente controlar los actuadores como pistones, motores, válvulas, entre otros, y así poder controlar cualquier proceso industrial de manera automática. Para que un PLC pueda procesar y controlar cualquier sistema se necesita que este previamente programado para la tarea que va a realizar. Para poder programarlo se necesita un software que es específico dependiendo la marca y cada programa cuenta con diversos lenguajes de programación en los cuales se escriben instrucciones por instrucciones lo que se va a procesar y controlar. Dentro de los tipos de PLC se encuentran;

2.4.7.1 Compactos

Aquellos que están conformados por CPU, PS, y módulos de entrada y salida en un mismo compartimiento, disponen por igual, de una entrada donde se puede medir la alta velocidad, y a la par cuenta con dos controladores analógicos.

2.4.7.2 Modular:

Son más variados que los compactos, ya que estos presentan el CPU, en un compartimiento aparte al SM y el CP, y aunque disponen de poco espacio para la distribución o colocación de módulos, existe la posibilidad de amplitud de los mismos. Estos pueden soportar una gran variedad de entradas y salidas, agregando a ello, cuenta con una memoria más amplia, por lo que pueden albergar un programa más complejo, almacenar una cantidad moderada de datos y pueden realizar o enviar respuestas diferentes a la vez, su uso se halla destinado para el campo de las maquinarias donde deben ser controladas o monitorizadas.

2.4.7.3 Montaje en rack

En este caso los módulos no se presentan almacenados todos en un mismo compartimiento o bien se encuentran segmentando, sino que se disponen de un modo organizado en el panel frontal del PLC, algunos expertos consideran que estos pueden brindar una respuesta más pronta a los comandos, dado que permiten un intercambio de datos a mayor velocidad.

2.4.7.4 Con panel operador

Cuenta con un interfaz que facilita y optimiza su funcionamiento, y que brindan una supervisión constante y actividad de monitoreo a las actividades que se presentan en las maquinas; especial mención merece la interfaz ya que esta se presenta con una pantalla y teclas que facilitan la introducción de comandos y por ende la generación de respuestas. Aunado a ello, la programación cuenta con una herramienta de software, la cual brinda gran confianza a los usuarios ya que esta además de facilitar las tareas, permite que se pueda llevar a cabo una serie de trabajos con mayor tranquilidad, sabiendo que los comandos envían respuestas más conformes con las deseadas, de modo tal, que el trabajo fluye con mayor correspondencia, siendo estos muy demandados hoy en día.

2.4.7.5 Ordenador Industrial

De peculiar conformación, ya que presentan dos Plc, uno que se haya en una pc y el otro en un compartimiento, es posible también que una de estos se encuentre en un área de hardware, mientras que otro se ubique en un espacio con software virtual.

2.4.7.6 De ranura

De especial conformación, ya que esta trata de una tarjeta, como todas las que se emplean en el área de la informática, por medio de la cual se transmiten las funciones con mayor facilidad, esto hace que el Plc, sea más versátil pudiendo la misma liviana, ya que consta de una ranura desde la cual se puede controlar la tarjeta.

2.4.7.7 Tipo Software

Este es el más moderno de todos, ya que trata en sí de un Plc virtual, es decir, diseñado para que pueda ser adaptado en cualquier ordenador o dispositivo, con la finalidad de que pueda ser empleado o bien monitoreado desde cualquier especial, y llevar a cabo sus funciones con mayor resguardo, por lo que este se trata de un uso más sencillo.

2.4.7.8 Banda baja

Puede trabajar a gran velocidad, como también facilita un campo de frecuencia mucho más amplio, por lo que fácilmente puede monitorear mayor cantidad de señales que pueda percibir.

2.4.7.9 Banda estrecha

Se trata de aquellos que pueden monitorear una frecuencia mínima, es decir, que pueden trabajar o bien maniobrar a un rendimiento inferior, por lo que resulta ideal para el monitoreo de tareas caseras o bien domésticas, más no industriales. y71 \lsd

Otra alternativa dentro de los controladores es ocupar una tarjeta controladora de desarrollo como Arduino o Raspberry. Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto basada en hardware y software libre, lo que permite que cualquiera pueda utilizarlos y adaptarlos. Gracias a eso, se encuentran en el mercado varios tipos de placas, accesorios y aplicaciones compatibles creadas por diferentes empresas o desarrolladores. Todas ellas son diferentes, pero utilizando la misma base común, lo que ayuda a que la comunidad de creadores pueda darles diferentes tipos de uso. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino y darles diferentes utilidades, permitiendo también hacer conexiones virtuales para comprobar cómo se comportaría con el código que hemos escrito, lo que facilita enormemente proyectos.

Raspberry Pi es un ordenador de placa simple y bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation. Es lo suficientemente potente como para facilitar el aprendizaje y realizar tareas básicas, y también permite programar y compilar programas que se ejecuten en él. Este tamaño reducido y la posibilidad de conectarle varios tipos de accesorio le dan una versatilidad que permite utilizarse para varios tipos de tareas. Sirve para utilizarse como un pequeño ordenador doméstico básico, y la comunidad la usa como motor para varios tipos de proyecto.

2.4.8 Canalización de PVC

El PVC es un tipo de material termoplástico, sus siglas provienen de su nombre Policloruro de Vinilo. Entre sus principales características; son resistentes a la par que ligeros, de carácter rígido o flexibles, la acción de diferentes químicos, además no son auto extingüibles y no se corroen. Como ámbito de aplicación, estos se suelen utilizar ocultos, empotrados en techos y paredes o enterrados bajo el suelo, bajo materiales como el concreto. Suelen utilizarse en zonas con un ambiente húmedo de por medio. Eventualmente en superficies, siempre y cuando sea compatible con sus características en lo referente a la resistencia, a la temperatura y al desgaste. Con un tubo corrugado para empotrar libre de halógeno como mencionamos ya anteriormente en la norma chilena NCh399

2.4.9 Filtrado de compuestos

El tipo de filtro es un tratamiento de algodón, carbón activo, arena fina, papel filtro y gravilla. Los filtros son sistemas de purificación de agua comunes en casas y edificios y se utilizan para filtrar contaminantes tales como el cloro, disolventes orgánicos, herbicidas, pesticidas y radón del agua. Muchas personas creen que estos filtros hacen el agua más sana y natural. Los filtros los utilizan con frecuencia personas que son conscientes de la salud y que desean evitar que las partículas granuladas u olores desagradables y sabores queden en el agua. Vale destacar que los filtros de carbón activado no quitan las bacterias, virus u hongos, ni esporas de hongos del agua. Para lograr esto se rellena una malla de filtro en el interior del recipiente del primer estanque, con capas de algodón en el fondo y luego el carbón activado en la parte superior, seguido por arena y grava, las cuales se colocarán en el siguiente orden, de abajo hacia arriba: algodón, carbón activo, arena fina, arena gruesa y grava.

2.4.10 Estanque de agua

Los depósitos de agua son contenedores de almacenamiento de líquidos que surgen como evolución a todos aquellos problemas de suministro de agua. Sus inicios empezaron en diferentes campos como el de la agricultura, la ganadería y, por supuesto, el abastecimiento personal. De ahí que tengan como función principal permitir que se acceda al agua siempre que se quiera, sin importar las interrupciones del suministro que puedan existir

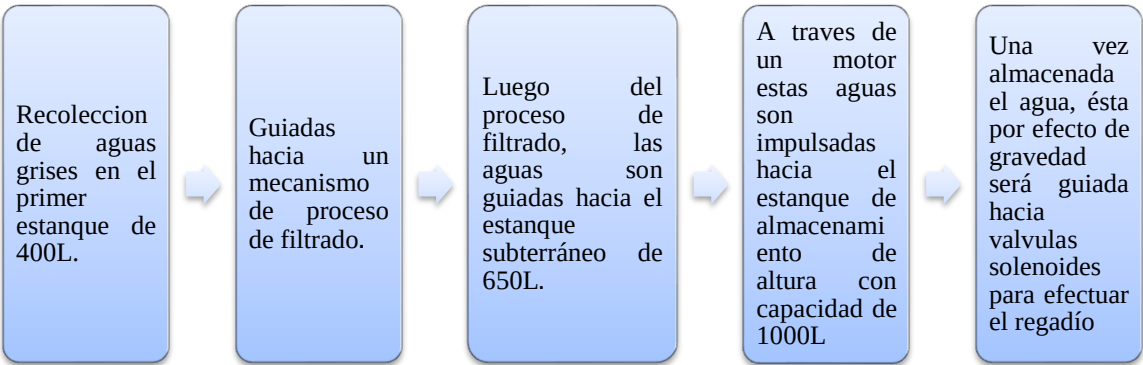
2.5 **DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR**

A continuación, en el siguiente diagrama, se presenta el proceso general de recuperación y reutilización de aguas, este está particularmente hecho para aguas grises, sin embargo, es posible adaptarlos para un sistema de aguas servidas, cambiando los rendimientos y requisitos bioquímicos.

2.5.1 Diagrama de proceso

En la Figura 4 se muestra un diagrama general de sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises.

Figura 4- Diagrama general reutilización de aguas



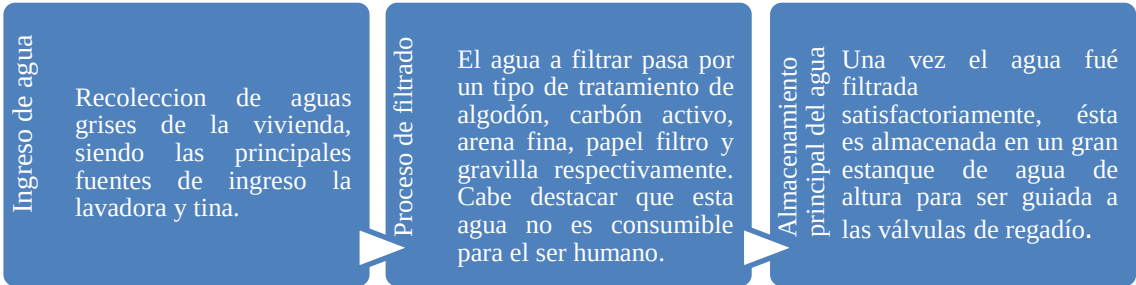
Fuente: Elaboración propia, sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises.

2.6 **DEFINICIÓN DE PROCESO IDEAL**

2.6.1 Proceso de filtrado de las aguas

Ya que la mayoría de los componentes son comprados, uno de los procesos a considerar sería el tratamiento y filtrado, cuyo diagrama de proceso se muestra en la Figura 2-6 siguiente

Figura 5- Definición del proceso de las aguas



Fuente: Elaboración propia, definición de proceso de aguas grises para regadío

2.7 **SELECCIÓN DE EQUIPOS**

Tabla 4- Tabla de selección de equipos a utilizar

Instrumentación a utilizar	Tipo de instrumentación	Tipo de uso
Bomba de agua periférica	Bomba hidráulica	Sacar aguas limpias
Bomba de agua centrífuga	Bomba Hidráulica	Impulsar aguas limpias a estanque de altura
Presostato	Presostato Hidráulico	Presostato para controlar presión de la bomba de agua
Sensor de nivel	Medición puntual-Sensor óptico	Sistema de alarma a través de luz visible en el líquido
Sensor de caudal	Sensor de medición Vortex	Recoger velocidades de flujo de aire
Válvula de regadío	Sistema de riego centralizado	Fase de riego con corriente alterna
Controlador lógico programable	PLC compacto	Programación en señales de entrada y salida
Canalización de PVC	Tubo PVC tipo I	Canalización de uso general
Canalización de PVC	Tubo PVC tipo II	Canalización de agua potable
Estanque de Agua	Estanque con capacidad de 2000 litros aprox, un estanque de 650 litros aprox y dos estanques de 400 litros	Almacenaje de aguas

Fuente: Elaboración propia, selección de equipos en base a información proporcionada

CAPÍTULO 3: INFORMACIÓN DE EQUIPOS,
PANIMETRÍA Y PRESUPUESTO

3. **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Este capítulo está enfocado en el levantamiento de costos del proyecto, donde se determina la valorización estimada, análisis de estructura de costos, fijación de precio, sustentabilidad del proyecto y su rentabilidad.

3.1 **DEFINICIÓN DE EQUIPOS**

En esta sección se realiza una definición de equipos que se utilizarán para llevar a cabo el proyecto, tomando en cuenta las características técnicas del modelo seleccionado, ventajas y desventajas del uso de ellas. La selección es hecha en base de la compatibilidad de componentes entre sí.

3.1.1 Bomba de agua periférica

Bomba para impulso de aguas limpias, especial para sistemas domésticos de presurización, riegos de huertos como también en jardines. Posee un doble canal interno en acero inoxidable que le ayudará a evitar que el impulsor de trabe. Podrá trabajar continuamente con temperaturas hasta 40° C y con conexión de 1" x 1".

Marca Triple, modelo QB60, posee una fuerza de 0.5/hp, altura máxima de 45m, caudal máximo de 40l/min, entrada salida 1x1, succión max 8m, 220v.

3.1.2 Bomba de agua centrífuga

Bomba de hierro seleccionada por ser de gran presión y poco caudal ideal para presurizar líneas domésticas y riego de huertos.

Marca genérica, modelo hyqb60, fuerza de 0,5 hp, altura max de 35m, caudal max de 35l/m, succión max de 8m, 220v.

3.1.3 Controlador electrónico de presión

El controlador de presión se encarga de mantener la presión de un sistema de forma constante, con respecto a su funcionamiento se deja entrar una cierta cantidad de flujo.

Marca Bestflow modelo autopump, alimentación de 220v, conexión 1 HE, presión máxima de soporta 10 BAR y soporte máximo de corriente 10 amperes. Incorpora función de pagado por trabajo en seco. Recomendado para bombas máximo de 1.5 HP 220v.

3.1.4 Sensor de nivel

El sensor de nivel adopta de material anticorrosión, excelente rendimiento anticorrosión y duradero. Diseño antibloqueo, fácil de limpiar. Se puede utilizar con pantalla digital, PLC, inversor, grabador y otros instrumentos. La carcasa está hecha de acero inoxidable 316 y duradera, y con cable impermeable, seguro de usar.

Marca: Zyyini. Peso: 577g. Precisión de medición: 0.2. Fuente de alimentación: Señal de salida DC24V: 4-20mA. Longitud del cable: 19.7 ft. Rango de medición: 0.0-16.4 ft / 0-197 pulgadas Tamaño de la sonda: 3.9 x 1.1 in.

3.1.5 Sensor de caudal

El sensor es instalado en línea con una tubería, permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas.

Marca Gredia. Error: $\pm 2\%$, Rango de trabajo: 1-60L/min. DC 5-24 V. $\leq 1,2$ Mpa. De 0 a 212.0 °F. 15 mA. VCC(+). GND(-), Salida de señal

3.1.6 Válvula de regadío

Esta se encarga de la apertura y cierre del agua en una conducción, normalmente para controlar el riego en cada zona o sector.

Marca Rainbird. Trabaja con presiones de 1.0 a 10,3 bares (especial en caso de cambios bruscos), caudal desde 0.05 a 6.82 m³/h. Soporta hasta una temperatura máxima de 43°C y una temperatura ambiente máxima de 52°C. Su alimentación es de 24V de CA a 50/60 HZ.

3.1.7 Canalización de PVC tipo I

El tubo seleccionado para implementar es el PVC Sanitario 50 mm ya que es el estipulado por la norma NCh399. Estos son fáciles de unir con otras tuberías, creando superficies de libre circulación y evitando obstrucciones. Todos estos son proporcionados por el propietario.

Marca Vinilit, diámetro 50mm, color gris.

3.1.8 Canalización de PVC tipo II

El tubo seleccionado para implementar es PVC de presión 50mm ya que es el estipulado por la norma NCh399 que reúnen las características físicas y químicas más apropiadas para la fabricación de tuberías para agua potable. Resistente a la presión y a la corrosión. Todos estos son proporcionados por el propietario.

Marca Vinilit 50mm, color azul

3.1.9 Controlador Lógico Programable

El controlador lógico programable ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización, las necesidades son la selección de 16 entradas y 8 salidas

3.1.10 Estanques de agua

Los estanques por utilizar en la propiedad son 3. El estanque principal de altura de 2000 litros, el estanque subterráneo de 650 litros y el estanque interior del baño de 300 litros. Todos estos son proporcionados por el propietario.

3.2

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PLC

En la siguiente tabla se elabora una recopilación de información para la programación del PLC, en donde se encuentran entradas/salidas, elementos digitales, dirección y tag de los mismos. Estos serán implementados en la planimetría P&ID.

Tabla 5- Resumen de entradas/salidas y elementos digitales

Tabla resumen de Entradas/Salidas y Elementos Digitales			
Descripción	Tipo (Entrada/salida)	Dirección	Tag
Botón Encendido Sistema	Entrada Digital	I:1/0	S1
Botón Apagado Sistema Parada de Emergencia	Entrada Digital	I:1/1	S2
Selector automático Manual	Entrada Digital	I:1/2	A/M
Activación Zona 1	Entrada Digital	I:1/3	SCV1
Activación Zona 2	Entrada Digital	I:1/4	SCV2
Activación Zona 3	Entrada Digital	I:1/4	SCV3
Sonda Nivel Reboso Tanque Elevado	Entrada Digital	I:1/5	LSHH1
Sonda Tanque Vacío Tanque Elevado	Entrada Digital	I:1/6	LSLL1
Sonda Poso Seco Estanque subterráneo	Entrada Digital	I:1/7	LSLL2
Presostato línea de Agua a Tanque	Entrada Digital	I:3/0	PSHL1
Flujostato Salida Bomba	Entrada Digital	I:3/1	FSH2
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/2	SPi0
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/3	SPi1
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/4	SPi2
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/5	SPi3
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/6	SPi4
Reserva de Entrada	Entrada Digital	I:3/7	SPi5
Contactador Bomba Elevadora de Agua	Salida Digital Relay	O:2/0	KM1
Electroválvula Zona 1/Luz de Funcionamiento Zona 1	Salida Digital Relay	O:2/1	KCV1

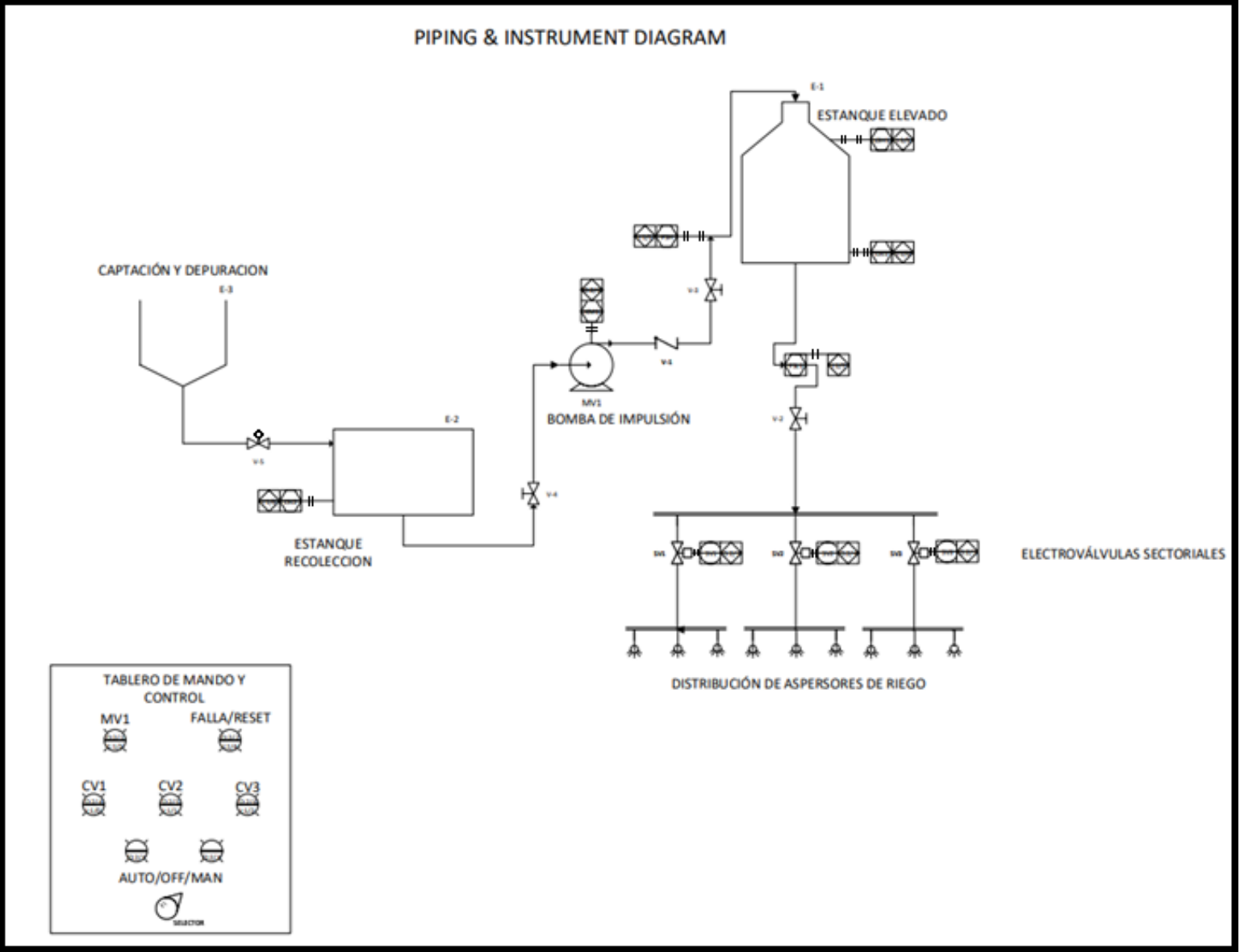
Electroválvula Zona 2/Luz de Funcionamiento Zona 2	Salida Digital Relay	O:2/2	KCV2
Electroválvula Zona 3/Luz de Funcionamiento Zona 3	Salida Digital Relay	O:2/3	KCV3
Alarma de Mal Funcionamiento (Baliza + Sirena)	Salida Digital Relay	O:2/4	KAMF
Luz de Funcionamiento Automático	Salida Digital Relay	O:2/5	KLA
Luz de Funcionamiento Manual	Salida Digital Relay	O:2/6	KLM
Reserva	Salida Digital Relay	O:2/7	SPO0
Timer Zona 1	Temporizador Interno	T4:0	TZ1
Timer Zona 2	Temporizador Interno	T4:1	TZ2
Timer Zona 3	Temporizador Interno	T4:2	TZ3
Resumen	Entradas Digitales	10/16	63%
	Salidas Digitales	7/8	88%

Fuente: Elaboración propia, Análisis de entradas y salidas

3.3 ELABORACIÓN DE PLANOS P&ID Y DIAGRAMA DE GRAFCET

El siguiente plano es elaborado bajo las normas ISA-S5.1(1984), ISA-S5.2(1976), ISA-S5.3(1983), ISA-S4(1991). Se encuentra el diagrama completo correspondiente de los procesos estipulados y agregando un tablero de mando con accionado de botones manuales.

Figura 6- Diagrama P&ID de los procesos

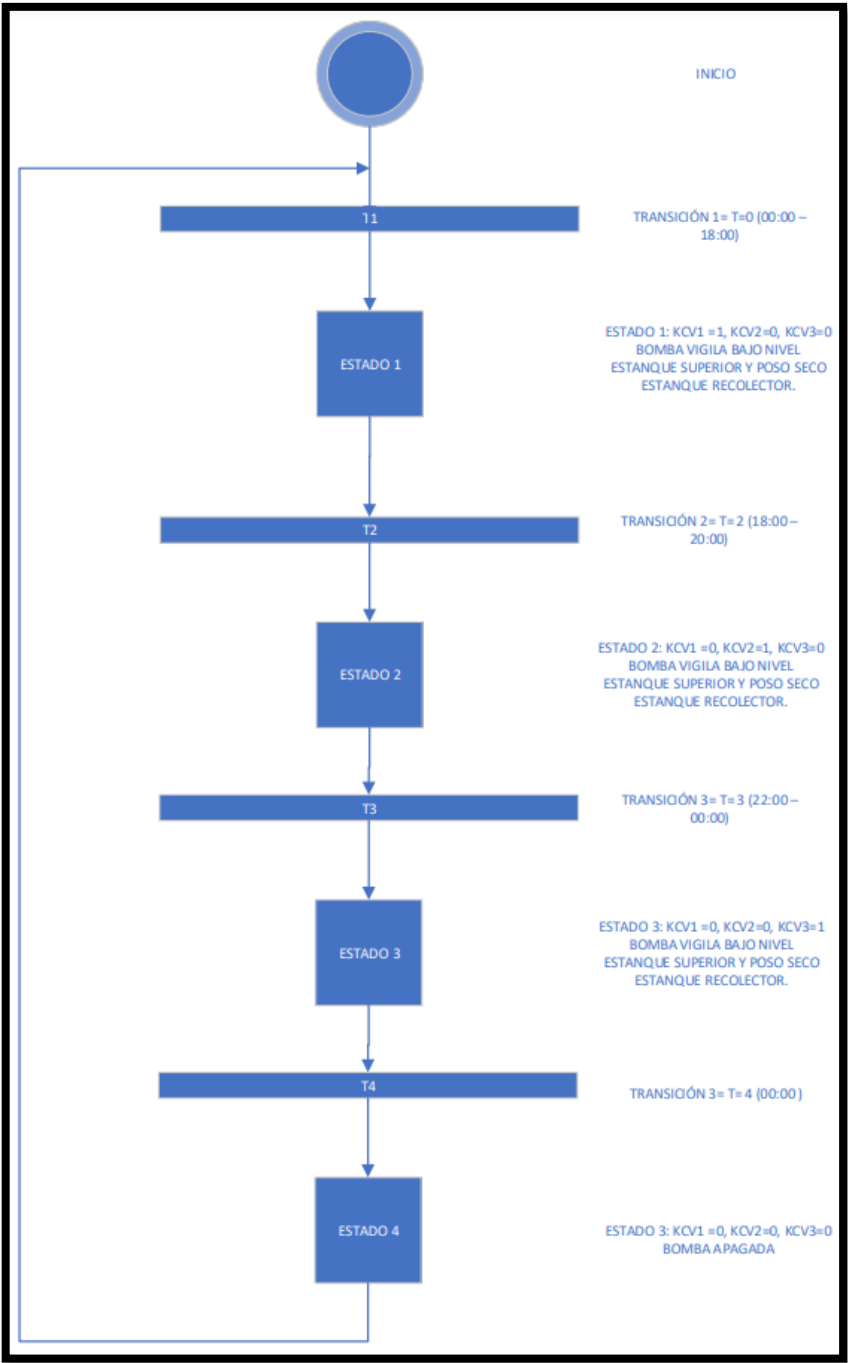


Fuente: Elaboración Propia, Diagrama P&ID del proyecto

3.3.1 Diagrama de Grafcet

En esta sección se presenta un diagrama de Grafcet en donde refleja el proceso secuencial diario para automatizar. El diagrama se concentra en las transiciones de las válvulas de regadío, horario de apertura de ellas y ciclos de vigilancia.

Figura 7- Elaboración diagrama Grafcet secuencial



Fuente: Elaboración Propia, procesos secuenciales

3.4 **CUBICACIÓN DE MATERIALES**

En la siguiente tabla se da a conocer la cubicación de materiales a utilizar en terreno del proyecto, destacando las canalizaciones y trabajo de terreno. Estos datos son incorporados a la siguiente tabla de presupuesto final.

Tabla 6- Cubicación de materiales

Material	Metraje para ocupar
Tubo PVC clase I	20 m
Tubo PVC clase II	30 m
Trabajo de terreno	20m ² aprox

Fuente: Elaboración propia, cubicaciones en terreno

3.5 REALIZACIÓN PRESUPUESTO FINAL

Se realizó una selección de precios en base a la definición de equipos hecha y dicha anteriormente. Los objetivos principales de la cotización, es encontrar un buen producto que cumpla las funciones solicitadas para el proyecto y se solicitó por parte del dueño encontrar el mejor precio posible. Benefició algunas partes del presupuesto que el dueño del terreno posea la implementación de variedades de tubos PVC de distintas clases I II Y III y los estanques de almacenamiento de aguas.

Tabla 7- Presupuesto Final

Equipo	Marca y modelo	Valor (uf)
Bomba Periférica	Triple – QB60	1.01
Bomba Centrífuga	Genérica – HYQB60	1.01
Controlador electrónico de presión	Bestflow - Autopump	0.87
Sensor de nivel	Zyyini – TL231	2.02x3 = 6.06
Sensor de caudal	Sea – YF-DN50	0.67
Válvula de regadío	Orbit – 1 pulgada	0.47x3 = 1.41
PVC tipo I	Vinilit 50mm	0
Codos de Unión Tipo I	Vinilit 50mm 90°	0.02x5= 0.1
PVC tipo II	Vinilit 50mm	0
Codos de Unión Tipo II	Vinilit 50mm 90°	0.02x5= 0.1
Controlador Lógico Programable	Delta – DVP-SX2	4.37
Estanques de Agua	Proporcionada por el propietario	0
Presupuesto final		15.6

Fuente: Elaboración propia, Presupuesto equipos seleccionados.

CONCLUSION

Se logra recalcar que todos los objetivos de este proyecto se realizaron satisfactoriamente. Se cumple la visión medioambiental que se estipulaba como meta, logrando reutilizar notablemente la cantidad de agua suministrada a la vivienda.

- Se cumplieron los 4 objetivos estipulados en el inicio del proyecto, ya que se investigó profundamente acerca de la información de cada uno de los equipos e instrumentación a utilizar, abriendo gran parte del informe a este punto.
- Se realizó las investigaciones correspondientes acerca del reglamento y normas sobre aguas grises en base al ministerio de salud, aferrándose a la norma chilena oficial NCh1333.OF78, las cuales indican todas las bases de cumplimiento de calidad de aguas grises. Así también sobre la norma chilena oficial NCh399 acerca de la conducción de aguas en PVC y qué tipos hay.
- Se investigó satisfactoriamente y se levantó toda la información de consumo de agua de la vivienda, la cual fue de 500 litros diarios aproximadamente, ya que viven 3 personas en el interior de la vivienda.
- Por último, la viabilidad del proyecto cumplió las expectativas esperadas de impacto medio ambiental, aportando así un grano de arena al mundo a través de la reutilización. Cabe destacar que, para realizar el proyecto, este no es muy viable económicamente, con los puntos solicitados por el dueño de la vivienda. Se pudo haber bajado más el presupuesto si se hubiera seleccionado otro controlador o microcontrolador para ejecutar los procesos, pero por temas de comodidad el propietario no quiso acceder a ello.

BIBLIOGRAFÍA

LEY 21.075; Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 01 de febrero de 2018.

Instituto Nacional de Normalización (Chile), Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. N.Ch1333.Of78.2. Modificada 1987. Santiago, Chile: 1978. 15 p

Instituto Nacional de Normalización (Chile), Tubos de poli(cloruro de vinilo)(PVC) rígido, para conducción de fluidos a presión - Requisitos. NCh399 Of94. Santiago, Chile: 1980.

AIDIS Chile Capítulo Chileno de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santiago, Chile, (54). 2017..

Blog Conduce tu empresa. 2016. Conduce tu Empresa. Estructura Diagrama de Actividades Del Proceso - Tipos y Simbología DAP. [En línea] 2016. [Citado el: 19 de 06 de 2018.] <https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dap-estructura.html>.

Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. [en línea], <<https://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx> > [consulta: 28 de Julio 2020]

Ministerio de Salud, Proyecto de Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises. Santiago. 2018.

ANÓNIMO. Cyclus, [en línea]. <<https://www.cyclusid.com/tecnologias-aguasresiduales/parametros-aguas-residuales/>> [consulta: 12 Octubre 2020]

PEREZ. Tratamiento casero de aguas grises {
https://www.youtube.com/watch?v=FqKpve3tq3s&ab_channel=HermanAndresPerezValdernegro}. [2 diciembre 2019]

Fundación Chile. 2016. Diagnostico del potencial de reuso de aguas residuales en la Región Valparaíso. Santiago - Valparaíso : Fundación Chile - Gobierno de Chile, 2016.

Hernández, Rodrigo Arturo López. 2015. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para Reúso en Riego de Parques y Jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo. La Libertad.". Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. pág. 141.

FRANCO Alvarado, María. Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises con Aplicación a Caso en Chile. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, 2007. 133 p.

SISS, Manual para el Hogar, [en línea] <
https://www.mop.cl/Documents/manual_para_el_hogar_siss.pdf> [consulta: 25
 Septiembre 2020]

UNESCO, [en línea] < <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministroagua/hidrologia/escasez-calidad>> [consulta: 28 Julio 2020]

Universitat de Barcelona, Materials. POLIETILENO [en línea], <
<http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno/>> [consulta: 09 de Enero 2021]

Biblioteca del congreso Nacional de Chile. [en línea]. Ley 21075. Regula la Recolección, Reutilización y Disposición de aguas grises. {
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>} [01 de febrero, 2018]

ANEXO

De acuerdo con lo expresado por el Departamento de Asuntos Económicos y sociales de Naciones Unidas, que el 2006 concluyeron:

“La escasez de agua afecta ya a todos los continentes. Cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación... La escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua... La escasez de agua es un fenómeno no solo natural sino también causado por la acción del ser humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitamos, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, está contaminada y se gestiona de forma insostenible.”

(Departamento de Asuntos Económicos y sociales de Naciones Unidas, 2006)

De lo expresado en la cita anterior, se hace necesario sumar los esfuerzos individuales en revertir esta preocupante conclusión.