



ESCUELA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO EN ÁREAS
VERDES Y JARDINES PARA CONJUNTOS HABITACIONALES EN EL
VALLE DE LOS CHILLOS, SECTOR DE LA ARMENIA, MEDIANTE EL
APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de: Tecnólogo en Construcción Civil y
Domótica.

Profesor guía:
Ing. Andrés Alulema

Autor:
Angel Romero

Año:
2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Andrés Alulema L.

Ingeniero en Electrónica Automatización y Control.

Magister en Administración de Empresas, MBA.

C.I.: 171529380-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Angel Romero R.

C.I.: 172602802-8

RESUMEN

El presente proyecto de tesis titulado “Implementación de un sistema de riego automático en áreas verdes y jardines para conjuntos habitacionales en el Valle de los Chillos, sector de la Armenia, mediante el aprovechamiento de aguas lluvias”, se lo realizó con el fin de diseñar un sistema que pueda ser capaz de dar el menor consumo de agua potable dando aprovechamiento al agua de lluvia, generando ahorro y beneficios ambientales.

Para hacer de este un sistema automatizado se utilizó equipos electrónicos como: programadores, controladores, sensores de humedad y electroválvulas los cuales cumplen un importante rol dentro del presente diseño, pues son los encargados de realizar todas las funciones necesarias para que el riego sea periódico, uniforme y con cantidades necesarias de agua, brindando un adecuado cuidado de las áreas verdes y jardines del conjunto habitacional Aranjuez.

ABSTRACT

This thesis project entitled "Implementation of an automatic irrigation system in green areas and gardens for a residential complex in the "Valle de los Chillos" sector of Armenia, through rainwater harvesting," was made in order to design a system that may be able to lower consumption of potable water by means of rainwater harvesting, and thus generating savings and environmental benefits.

In order to make this automated system, electronic equipment was used, such as programmers, controllers, humidity sensors, and solenoid valves which play an important role in the present design because they control the irrigation system with periodic, uniform, and necessary amounts of water, providing adequate care of green areas and gardens of the Aranjuez residential complex.

INDICE

| | |
|--|----|
| CAPITULO I..... | 2 |
| 1. DATOS GENERALES..... | 2 |
| 1.1. Información general..... | 2 |
| 1.1.1. Importancia de las áreas verdes..... | 2 |
| 1.1.2. Índice Verde Urbano Nacional (IVU)..... | 3 |
| 1.1.3. Los sistemas de riego..... | 6 |
| 1.2. Definiciones..... | 11 |
| 1.3. Ventajas y beneficios de los sistemas de riego..... | 12 |
| 1.3.1. Automatización de sistemas de riego..... | 13 |
| | |
| CAPITULO II..... | 14 |
| 2. DESCRIPCION DEL ÁREA..... | 14 |
| 2.1. Descripción del sector, tipo de clima y ubicación del conjunto habitacional..... | 14 |
| 2.1.1. Descripción del sector..... | 14 |
| 2.1.2. Tipo de clima..... | 15 |
| 2.1.3. Ubicación de los conjuntos habitacionales..... | 16 |
| 2.1.3.1. Distribución del conjunto..... | 17 |
| 2.2. Características de los habitantes..... | 18 |
| 2.3. Descripción de los usos de áreas verdes..... | 19 |
| | |
| CAPITULO III..... | 23 |
| 3. EL CLIENTE..... | 23 |
| 3.1. Requerimientos del cliente..... | 23 |

| | |
|---|----|
| CAPITULO IV..... | 25 |
| 4. EJECUCION DEL PROYECTO..... | 25 |
| 4.1. Diseño de la solución a ejecutar..... | 25 |
| 4.2. Equipos y materiales a emplearse..... | 27 |
| 4.3. Plano de diseño y conexiones..... | 30 |
| 4.3.1 Instalación de sistema de riego..... | 37 |
| 4.3.2. Cálculo aproximado de las necesidades de agua para el riego..... | 39 |
| 4.4. Programación de dispositivos..... | 53 |
| | |
| CAPITULO V..... | 66 |
| 5. COSTOS DEL PROYECTO..... | 66 |
| 5.1. Análisis de costos..... | 66 |
| 5.2. Conclusiones..... | 68 |
| 5.3. Recomendaciones..... | 69 |
| 5.4. Referencias..... | 70 |
| | |
| ANEXOS..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 1: Porcentajes de cumplimiento según OMS..... | 4 |
| Fig. 2: IVU en Pichincha | 5 |
| Fig. 3: Aspersor emergente retraído..... | 7 |
| Fig. 4: Aspersor móvil..... | 7 |
| Fig. 5: Difusor de riego en funcionamiento..... | 8 |
| Fig. 6: Gotero integrado..... | 8 |
| Fig. 7: Emisor de botón..... | 8 |
| Fig. 8: Riego subterráneo (profundidad)..... | 9 |
| Fig. 9: Riego subterráneo (separación)..... | 9 |
| Fig. 10: Riego tradicional con manguera..... | 10 |
| Fig. 11: Riego tradicional con regadera..... | 10 |
| Fig. 12: Ubicación geo referencial de Conocoto– Sector La Armenia 2..... | 14 |
| Fig. 13: Ubicación geo referencial del conjunto Aranjuez..... | 17 |
| Fig. 14: Fotografía de la implantación y casas del conjunto “Aranjuez”..... | 18 |
| Fig. 15: Fotografía de jardín frontal casa #9- Conjunto Aranjuez..... | 19 |
| Fig. 16: Fotografía de jardín frontal casa #6- Conjunto Aranjuez..... | 20 |
| Fig. 17: Fotografía de jardín frontal casa # 7 y 8 - Conjunto Aranjuez..... | 20 |
| Fig. 18: Fotografía de la cancha - Conjunto Aranjuez..... | 21 |
| Fig. 19: Fotografía de área de juegos - Conjunto Aranjuez..... | 22 |
| Fig. 20: Dimensiones de cisterna..... | 31 |
| Fig. 21: Plano de diseño para abastecimiento de agua lluvia..... | 31 |
| Fig. 22: Componentes y conexiones del sistema de recolección de agua de lluvia..... | 32 |
| Fig. 23: Distribución de las tuberías y circuitos – colocación de difusores..... | 35 |
| Fig. 24: Distribución y radio de cobertura de los difusores..... | 36 |
| Fig. 25: Ajustes de ángulo de los difusores de 90° y 180°..... | 39 |
| Fig. 26: Evapotranspiración (E.T.)..... | 40 |
| Fig. 27: Conexión electroválvulas- Programador..... | 54 |
| Fig. 28: Conexión sensor Soil Click - Programador..... | 56 |
| Fig. 29: Sensor de nivel de agua..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Fig. 30: Simulación del circuito A..... | 58 |
| Fig. 31: Circuito del integrado LM 3914..... | 61 |
| Fig. 32: Circuito del integrado LM 741..... | 62 |
| Fig. 33: Simulación del circuito B..... | 62 |
| Fig. 34: Simulación del circuito C..... | 63 |
| Fig. 35: Relé de alimentación 5a 12v..... | 64 |
| Fig. 36: Simulación en proteus del sistema de selección..... | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: IVU en el Ecuador..... | 4 |
| Tabla 2: Ventajas y beneficios de los sistemas de riego..... | 12 |
| Tabla 3: Asentamientos humanos en Conocoto..... | 15 |
| Tabla 4: Cuantificación y descripción de los habitantes del conjunto según censo..... | 18 |
| Tabla 5: Listado de equipos y materiales a emplear para sistema de riego..... | 27 |
| Tabla 6: Circuitos de riego, cantidad de tubería y difusores..... | 35 |
| Tabla 7: Valores para cálculo del E.T..... | 41 |
| Tabla 8: Valores de coeficientes para Kc..... | 42 |
| Tabla 9: Demanda de agua para el riego en Conocoto..... | 44 |
| Tabla 10: Precipitación de agua lluvia en Conocoto..... | 45 |
| Tabla 11: Elementos del medidor de nivel de agua..... | 60 |
| Tabla 12: Activación de electroválvulas según nivel de agua en cisterna..... | 61 |
| Tabla 13: Costos del proyecto..... | 66 |

INTRODUCCIÓN

Proteger el medio ambiente es uno de los factores más importantes dentro del presente proyecto, el cual está enfocado en el cuidado de las áreas verdes a través de un sistema automático de riego, característica de gran aceptación en la actualidad por las ventajas que brindan los sistemas domóticos que ya están al alcance de todos, los cuales facilitan y permiten controlar de mejor manera las actividades que se realizan en el hogar.

Adaptar al sistema el aprovechamiento de las aguas lluvias hace de este un diseño sustentable, optimizando y ahorrando recursos, generando beneficios económicos y medioambientales.

En el presente proyecto se realizará un estudio sobre la importancia de mantener y cuidar las áreas verdes en los conjuntos habitacionales, se conocerán los elementos y equipos que conforman un sistema de riego, se realizarán diagramas de conexión y se analizarán requerimientos mínimos, funcionamiento del sistema, diseño y costo del proyecto.

CAPITULO I

1. DATOS GENERALES

Información general

En este capítulo se tratará puntos básicos necesarios para poder conocer sobre la importancia, los beneficios que generan las áreas verdes y sobre los Índices Urbanos Verdes (IVU) existentes en la provincia de Pichincha, principalmente en la ciudad de Quito, donde se ejecutara el proyecto.

Importancia de las áreas verdes

Las áreas verdes en las zonas rurales tienen un rol muy importante principalmente porque contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida y salud de sus habitantes, también permiten la descontaminación generada por el fuerte crecimiento poblacional que afecta al medioambiente.

Estas áreas requieren únicamente de cuidado y brindan múltiples beneficios que se los describen a continuación:

Beneficios ambientales:

- Regular el clima de la ciudad.
- Permiten la captación del agua de lluvia.
- Generan oxígeno.
- Captan partículas contaminantes.
- Amortiguan los niveles de ruido.
- Permiten la conservación de humedad.
- Disminuyen la erosión del suelo y los riesgos de inundación.
- Son sitios de refugio, protección y alimentación de animales e insectos.
- Brindan frutos y flores.

- Enriquecen la biodiversidad.
- Protegen al suelo de la erosión.

Beneficios sociales:

- Influyen en el estado de ánimo y emociones de las personas, brindando una sensación de paz, armonía, relajamiento y bienestar.
- Contribuyen a la pronta recuperación de enfermos.
- Motivan a la convivencia familiar y fortalecen los vínculos afectivos.
- Favorecen el aprendizaje.
- Permiten la recreación, el esparcimiento e integración social.
- Son decorativas y realzan la imagen del lugar.

Beneficios económicos:

- Aumentan el valor estético y económico del entorno.
- Atraen inversiones.
- Aumentar el valor de las viviendas y edificaciones hasta un 15%.
- La conservación y mantenimiento de las áreas verdes genera empleo.

(Tomado de: “¿Para qué necesitamos áreas verdes?” - <http://www.sedema.df.gob.mx>)

Índice Verde Urbano Nacional (IVU)

El IVU, es la cantidad de áreas verdes urbanas donde predomina vegetación y elementos naturales del entorno.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se recomienda un estándar mínimo de 9m² de áreas verdes por habitante.

Según el INEC-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el índice verde urbano en el Ecuador realizado en el año 2012 es de 13,01 m²/hab., superando el estándar requerido.

En Ecuador de las 24 Provincias, el 58%, cumplen con la recomendación de la (OMS).

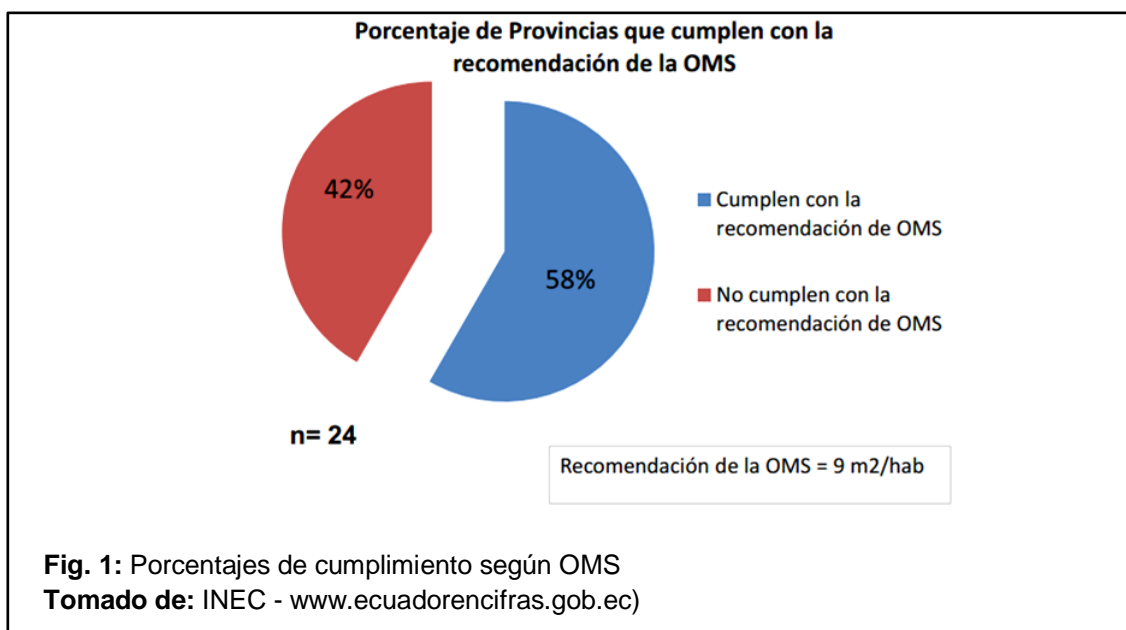


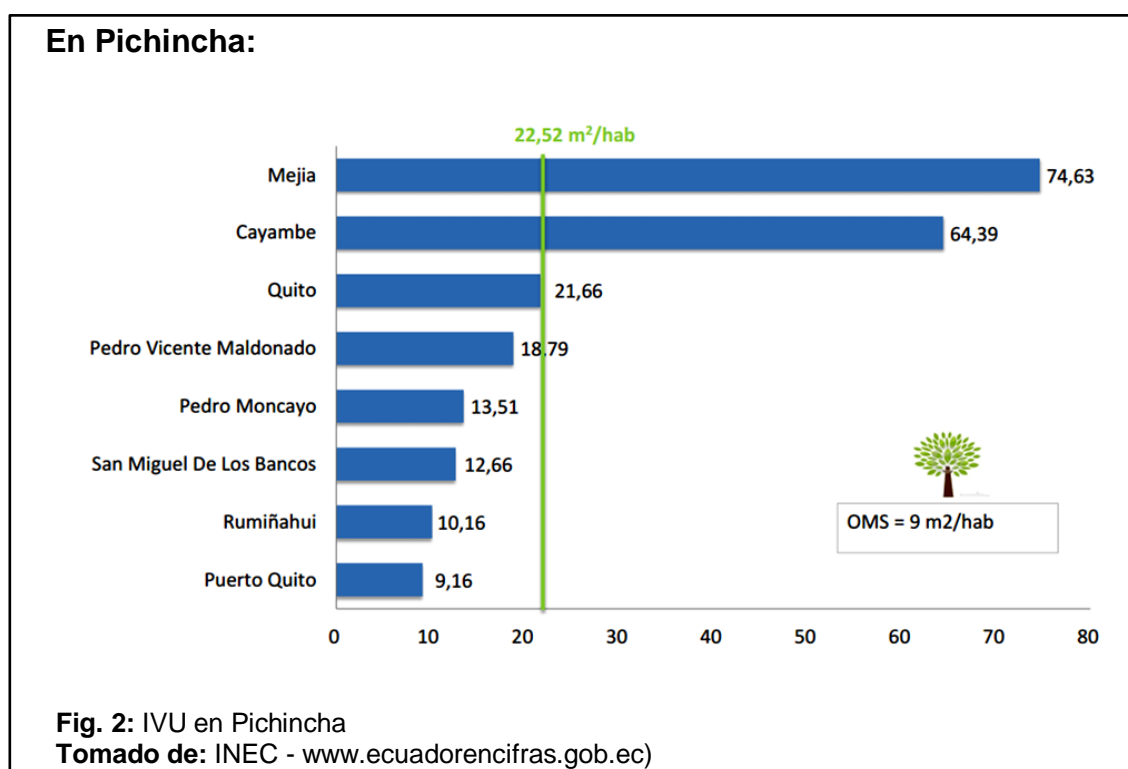
Tabla 1. IVU en el Ecuador

| INDICE VERDE URBANO POR PROVINCIAS EN EL ECUADOR | |
|--|--|
| PROVINCIA | ÍNDICE VERDE URBANO m ² x hab. |
| Napo | 76,58 |
| Zamora Chinchipe | 63,29 |
| Morona Santiago | 27,26 |
| Galápagos | 26,55 |
| Carchi | 25,98 |
| Pichincha | 22,52 |
| Imbabura | 19,76 |
| Esmeraldas | 17,63 |
| Manabí | 17,37 |
| Pastaza | 16,90 |
| Cotopaxi | 13,78 |
| Azuay | 11,89 |
| Tungurahua | 10,12 |
| Cañar | 9,89 |
| Bolívar | 7,59 |
| Sucumbíos | 7,49 |

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Loja | 4,79 |
| Chimborazo | 4,11 |
| El oro | 3,73 |
| Guayas | 2,52 |
| Santa Elena | 1,95 |
| Los Ríos | 1,91 |
| Orellana | 1,33 |
| Santo Domingo de los Colorados | 0,66 |
| TOTAL NACIONAL | 13,01 |

Tomado de: INEC - www.ecuadorencifras.gob.ec

Para el presente estudio es necesario conocer únicamente el IVU de la provincia de Pichincha, cantón Quito (Parroquia de Conocoto, sector de La Armenia), que según el INEC es el siguiente:



En Quito el IVU es de 21,66 m²/hab, lo que indica que posee una suficiente cantidad de áreas verdes, por esa razón el enfoque para nuestra ciudad es únicamente la conservación y cuidado de las áreas verdes mediante el uso de sistemas de riego.

Los sistemas de riego

Un Sistema de Riego es el conjunto de elementos y estructuras, que provee del agua necesaria a determinadas áreas o espacios, brindando hidratación y cuidado.

Actualmente las zonas verdes y jardines no son solamente espacios decorativos o de esparcimiento, pues son una necesidad para los seres vivos y el medioambiente, razón por la cual el riego constituye una actividad importante para mantenerlas en buen estado.

Los sistemas de riego más comunes para el riego de áreas verdes son:

- Riego con aspersores
- Riego con difusores
- Riego por goteo
- Riego subterráneo
- Riego tradicional

a. Riego con aspersores:

Los aspersores son accesorios que tienen un alcance de 6 m. en adelante, dependiendo la presión del agua y el tipo de boquilla.

Los aspersores se dividen en:

1.- Aspersores Emergentes: Se retraen (Fig. 1) y se alzan (Fig. 2) cuando se abre o cierra el riego del agua.



Fig. 3: Aspersor emergente levantado

Tomado de: EURO RAIN-www.euro-rain.es

2.- Aspersores Móviles: Se adaptan al extremo de una manguera y se los puede movilizar de un lugar a otro clavándola al piso.



Fig. 4: Aspersor móvil

Tomado de: FERROVICMAR - www.ferrovicmar.com.

b. Riego con difusores:

Dispositivos parecidos a un aspersor pero de menor tamaño, son siempre de tipo emergente y son utilizados para regar en áreas más pequeñas.

Tienen un alcance de 2 y 5 metros, dependiendo de la presión y tipo de boquilla utilizada. Se puede modificar su alcance abriendo o cerrando un tornillo en la cabeza del difusor presentes en varios modelos.



Fig. 5: Difusor de riego en funcionamiento.
Tomado de: NAVARRO - www.navarroath.es

c. Riego por goteo

Este sistema distribuye el agua de forma puntual justo en la base de las plantas a través de goteros o emisores.

Estos pueden ser:

1.- Integrados Se encuentran dentro de la tubería. (Fig. 6)

2.- De botón, Se aplican a la tubería, son más prácticos para las jardineras donde las plantas se encuentran dispersas pues se colocan donde es necesario. (Fig. 7)

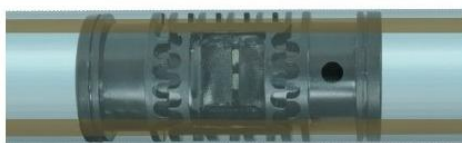


Fig. 6: Gotero integrado
Tomado de: AGROLOGICA - tienda.agrologica.es.

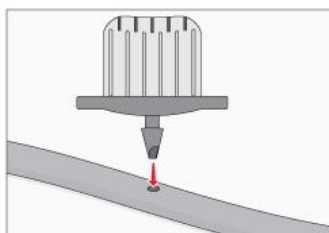


Fig. 7: Emisor de botón
Tomado de: Hágalo usted mismo - www.hagaloustedmismo.cl

d. Riego subterráneo

Actualmente es uno de los métodos de riego más modernos. Utilizados para el césped en pequeñas superficies, reemplazando aspersores.

A través de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una profundidad, entre 5 y 50 cm, dependiendo el tipo de planta a regar (hortalizas) y si el suelo es más arenoso o arcilloso. (Fig. 8)

La separación adecuada entre cada tubería enterrada será entre 25 a 33 cm., dependiendo la dimensión del área. (Fig. 9)

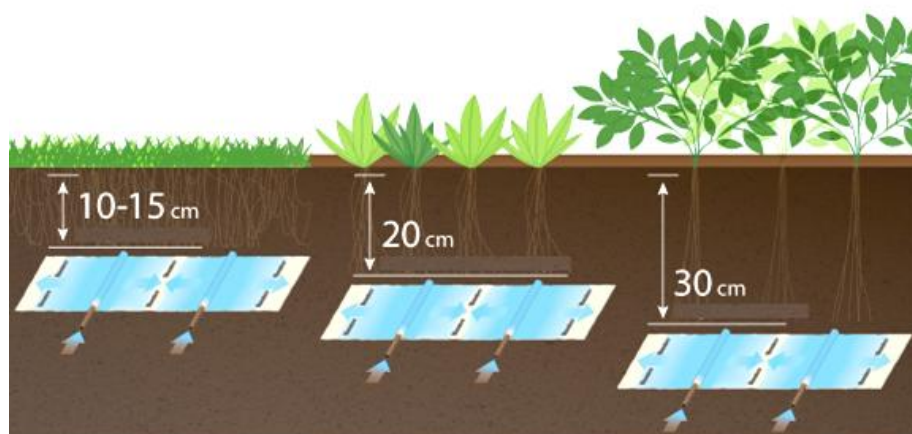


Fig. 8: Riego subterráneo (profundidad)

Tomado de: HUNTER - www.hunterindustries.com

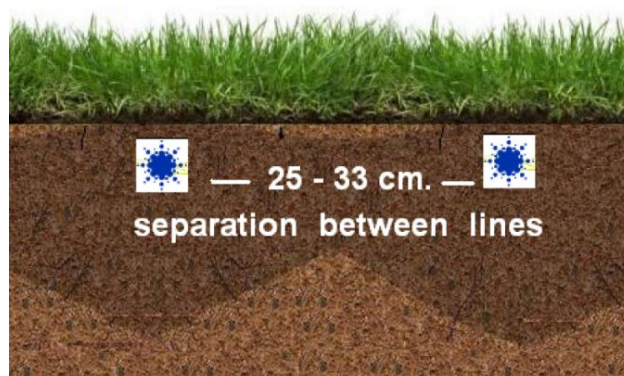


Fig. 9: Riego subterráneo (separación)

Tomado de: AGROTERRA - www.agroterra.com

Uno de los mayores inconvenientes que se deberá analizar antes de utilizar este método es el atascamiento de los puntos de salida del agua, principalmente en suelos arcillosos o con presencia de cal, en este caso no es recomendable el uso de riego subterráneo. Las raíces también presentan un problema pues se acumulan en las tuberías.

e. Riego tradicional

Uno de los peores métodos para regar el césped y los jardines es mediante el uso de mangueras, regaderas o recipientes, pues realizarlo requiere de mucho tiempo. Además no brinda una adecuada uniformidad, pues ciertas áreas recibirán más agua que otras. Sin embargo son métodos que utilizan aún muchas personas.

Para regar las áreas verdes con este método, es recomendable utilizar mangueras de materiales que no se doblen, que eviten la interrupción y molestia al moverse.



Fig. 10: Riego tradicional con manguera

Tomado de: Jardineria.pro - www.jardineria.pro y www.1001consejos.com



Fig. 11: Riego tradicional con regadera

Tomado de: BIOFABRICA - www.biofabrica.com.mx

1.1 Definiciones

Sistema de riego: Es el conjunto organizado de obras e instalaciones cuyo funcionamiento, ordenadamente relacionado, permite la aplicación de agua a áreas verdes y jardines en cantidades necesarias para su crecimiento y desarrollo.

Área verde: Es la superficie de terreno destinada para el esparcimiento, recreación, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno compuesto generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios como árboles, arbustos o plantas.

Automatización: Es la técnica que sustituye las tareas de producción, realizadas por un operador humano, mediante por dispositivos mecánicos o electrónicos.

Domótica: Es el conjunto de sistemas encargados de automatizar ciertas instalaciones en el hogar brindando servicios de confort y control mediante una red de comunicación cableada y/o inalámbrica.

Sustentabilidad: Es el término que hace referencia a las condiciones económicas, ecológicas y sociales que puede mantenerse en el tiempo por sí mismo, pues no requiere de ayuda exterior, ni produce escasez de los recursos existentes.

1.2 Ventajas y beneficios de los sistemas de riego.

Tabla 2. Ventajas y beneficios de los sistemas de riego

| TIPO | VENTAJAS Y BENEFICIOS |
|--|--|
| <p>Sistemas de aspersión y difusión</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Este método se lo puede adecuar a todo tipo de topografía y suelo. • Duplica el área a regar. • Optimizan el agua a través de un riego uniforme. • Reduce las labores de nivelación del suelo. • Se pueden aplicar fertilizantes solubles (fertirrigación). • Crea un microclima que favorece el desarrollo de los pastos. • Ahorro en mano de obra. Una vez instalado no requiere especial atención. • La relación de eficiencia del riego por aspersión al riego tradicional es de un 80% frente al 50%, por consecuencia un mayor ahorro de agua, que destaca a la hora de valorar el sistema. |
| <p>Sistemas de riego por goteo</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ahorran una mayor cantidad de agua. • Mantienen el suelo con un nivel de humedad constante y sin charcos. • Se puede hacer uso de aguas ligeramente salinas, pues por su alta humedad las sales se mantienen más diluidas. • Se puede aplicar fertilizantes disueltos y nutrientes directamente a la raíz de las plantas. • Tienen un inconveniente muy común pues los emisores se atascan fácilmente, especialmente por la cal en el agua. Se requiere de un buen filtrado en caso de usar agua de pozo, mientras menor cantidad de caliza tenga será mejor. |

| | |
|------------------------------|--|
| Riego subterráneo | <ul style="list-style-type: none"> • Produce menor pérdida de agua pues no se expone al ambiente. • Mantiene la superficie seca y evita la generación de malas hierbas. • Es un sistema más estético pues no se lo puede ver. • Permite hacer uso de aguas residuales depuradas sin la generación de malos olores. • Las tuberías tienen mayor durabilidad al no estar expuestas al sol. • Evita problemas de vandalismo |
|------------------------------|--|

1.2.1 Automatización de sistemas de riego

A todos los métodos mencionados anteriormente se los puede hacer **automáticos**.

Para lo cual se hace uso de controladores, sensores y electroválvulas, que permitirán regar por sectores y por tiempos, según las necesidades previamente programadas; con lo cual la mano de obra es prácticamente innecesaria.

También se puede hacer de este un sistema de riego **sustentable**, mediante el cual se hará uso de agua de lluvia que se depositará en recipientes durante las épocas de invierno, brindando un mayor ahorro de recursos.

Para el presente proyecto el método más adecuado a utilizar está basado por la dimensión de las áreas y el uso de las mismas, el tipo de sistema que se utilizara será:

- Riego con difusores: Para las áreas de césped y jardines.

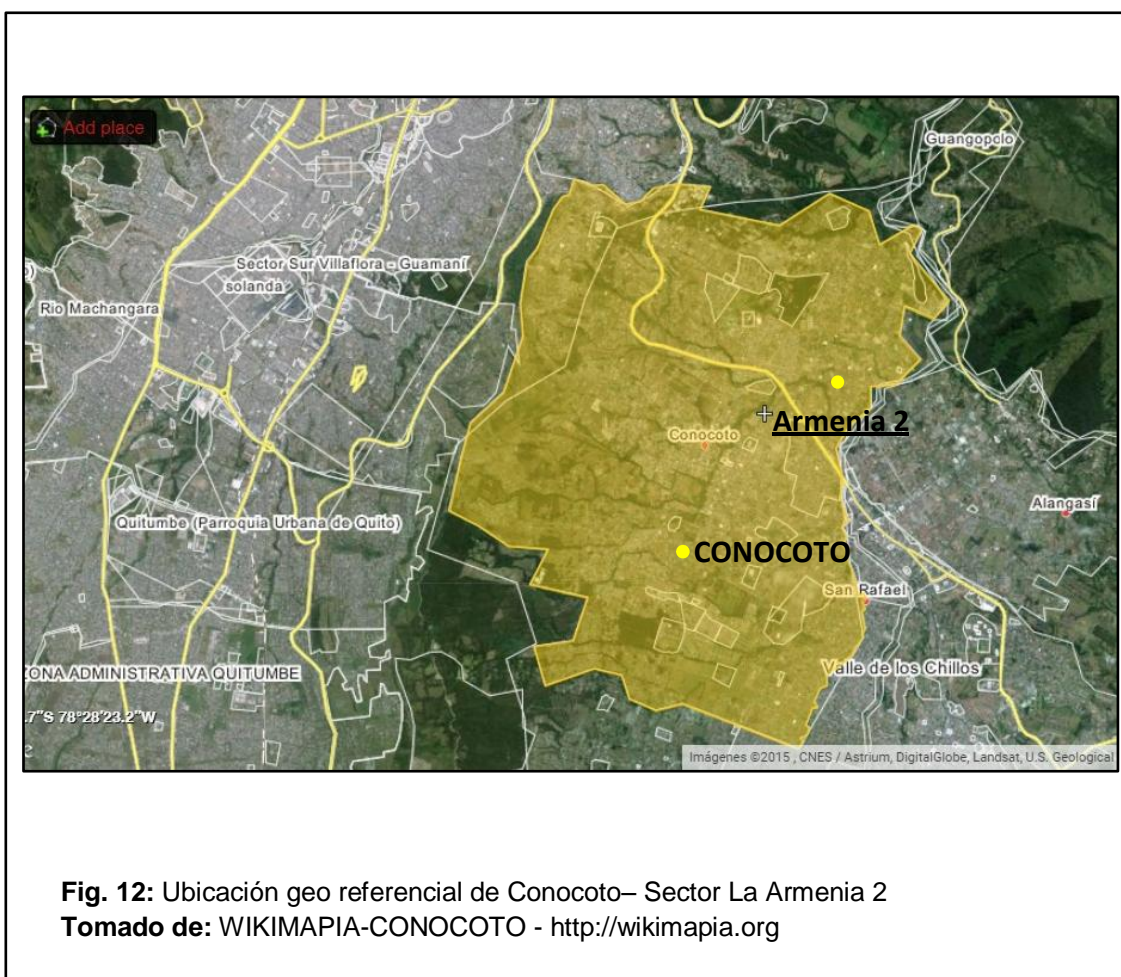
CAPITULO II

2. DESCRIPCION DEL ÁREA

Descripción del sector, tipo de clima y ubicación del conjunto habitacional.

1.2.2 Descripción del sector

El presente estudio descriptivo se basa en datos de la parroquia de Conocoto ya que el sector de la Armenia 2, el cual es la muestra de esta tesis, forma parte de dicha parroquia como se observa en la figura 7. Conocoto consta como parroquia rural del Distrito Metropolitano de Quito, se encuentra ubicada a 11 km del centro de la capital y a 25 km al sur de la línea equinoccial, en el costado occidental del Valle de los Chillos.



En la época de la colonia, quienes poblaron Conocoto formaron grandes haciendas agrícolas y ganaderas, la mayoría de las cuales estuvieron a cargo de congregaciones religiosas. Otro dato crucial del sector es que desde siglos atrás consta la misma topografía actual de Conocoto, el sector está cubierto por un bosque templado andino rico en flora y fauna variada. Por supuesto la extensión del mismo ha sido mermada por el crecimiento de la zona urbana.

Partiendo de estos datos, inferimos que la característica principal del sector es la presencia de amplios espacios verdes y jardines, tanto recreacionales como ornamentales. Es esta particularidad la que permite que dentro de urbanizaciones antiguas y contemporáneas del sector, existan áreas verdes y jardines, lo cual es inusual en otros sectores como el norte, centro y sur de Quito.

La parroquia de Conocoto está conformada por los siguientes asentamientos humanos:

Tabla 3. Asentamientos humanos en Conocoto.

| DESCRIPCION | CANT. |
|--|------------|
| Barrios ubicados en áreas urbanizables | 150 |
| Barrios en ubicados en áreas de protección ecológica | 6 |
| Comuna | 1 |
| Cooperativas de vivienda | 13 |
| Total | 170 |

Tomado de: Barrios y urbanizaciones - <http://conocoto.gob.ec>.

1.2.3 Tipo de clima

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Conocoto 2012-2025, la temperatura de la parroquia oscila entre 14.61°C hasta los 16.73°C grados centígrados, lo cual se considera como clima entre templado y cálido.

En Conocoto, existen 2 periodos lluviosos, el primero entre el mes de marzo y abril y el segundo entre octubre y noviembre. La primera estación seca en el año comienza en julio y culmina en agosto.

En cuanto a las corrientes ventosas, la parroquia posee vientos moderados con velocidades promedio entre 3 y 4 m/s con predominante dirección de oeste hacia norte.

El clima es característico de la zona interandina ecuatorial húmeda, ideal para el desarrollo de espacios verdes con una amplia gama de flora.

Estas características climáticas contribuyen a predominación en un 77,96% de suelo oscuro y suave desarrollado bajo vegetación herbosa, rico en humus.

Además este clima amigable ha contribuido a que el sector sea considerado como óptimo para la construcción y permanencia de amplios conjuntos habitacionales a lo largo de toda la zona. (**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Conocoto 2012 - 2025).

1.2.4 Ubicación de los conjuntos habitacionales

El conjunto habitacional en el cual se desarrolla la implementación del sistema de riego para las áreas verdes, será el conjunto habitacional "Aranjuez", ubicado en el sector de la Armenia 2, calle Benjamín Carrión E8-326 y Pedro Ávila, diagonal al Colegio Gonzaga (Fig.13).

Según la escritura de la declaratoria de propiedad horizontal otorgada por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el conjunto está conformado por 9 casas, distribuidas en 4 bloques de 2 casas adosadas y 1 casa individual, tiene una superficie de terreno de 2.454,97m², de los cuales 173 m² corresponden a jardines y 341 m² de área de recreación (cancha y juegos).

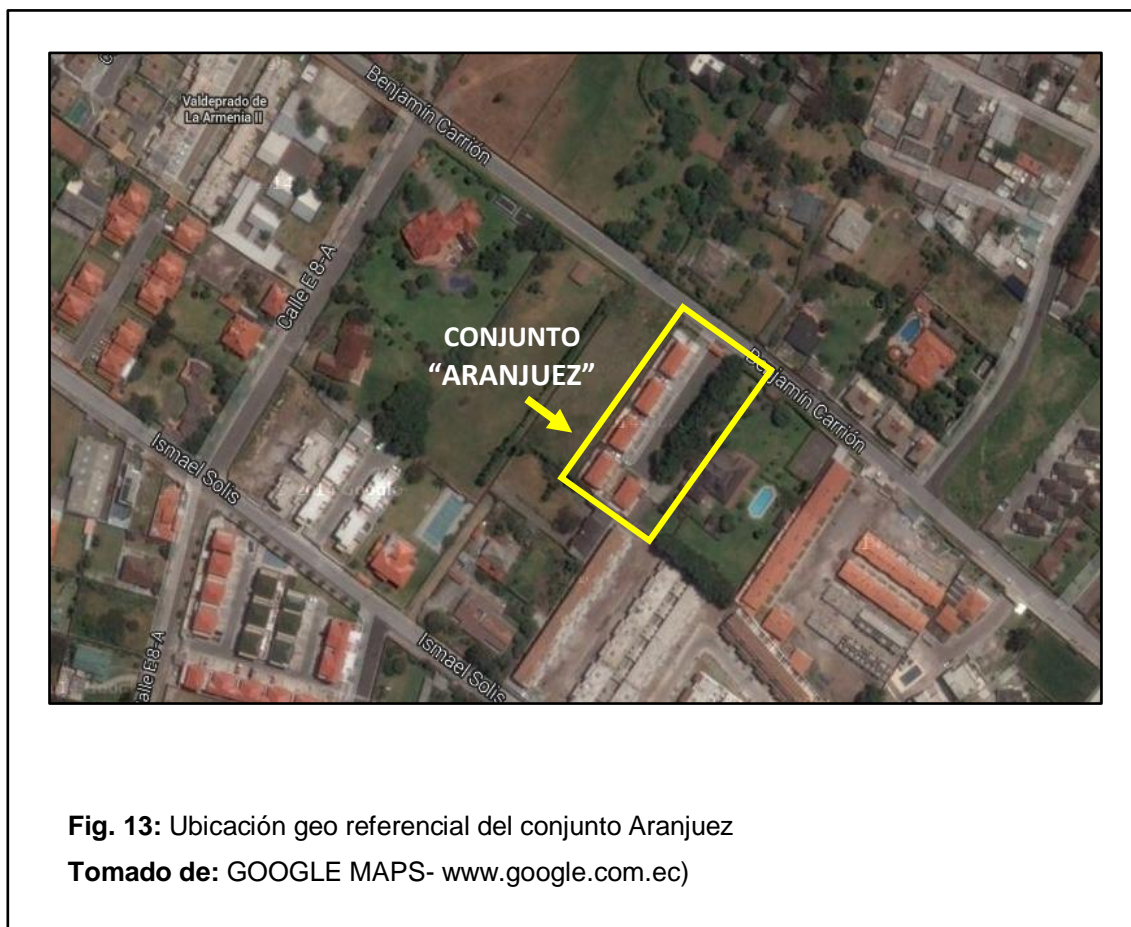


Fig. 13: Ubicación geo referencial del conjunto Aranjuez
Tomado de: GOOGLE MAPS- www.google.com.ec)

1.2.4.1 Distribución del conjunto

El conjunto se encuentra conformado por 9 casas (Fig. 14), distribuidas en 4 bloques de 2 casas adosadas y 1 casa individual, posee una superficie de terreno de 2.454,97m², de los cuales 173 m² corresponden a jardines y 341 m² a el área de recreación (cancha y juegos infantiles).

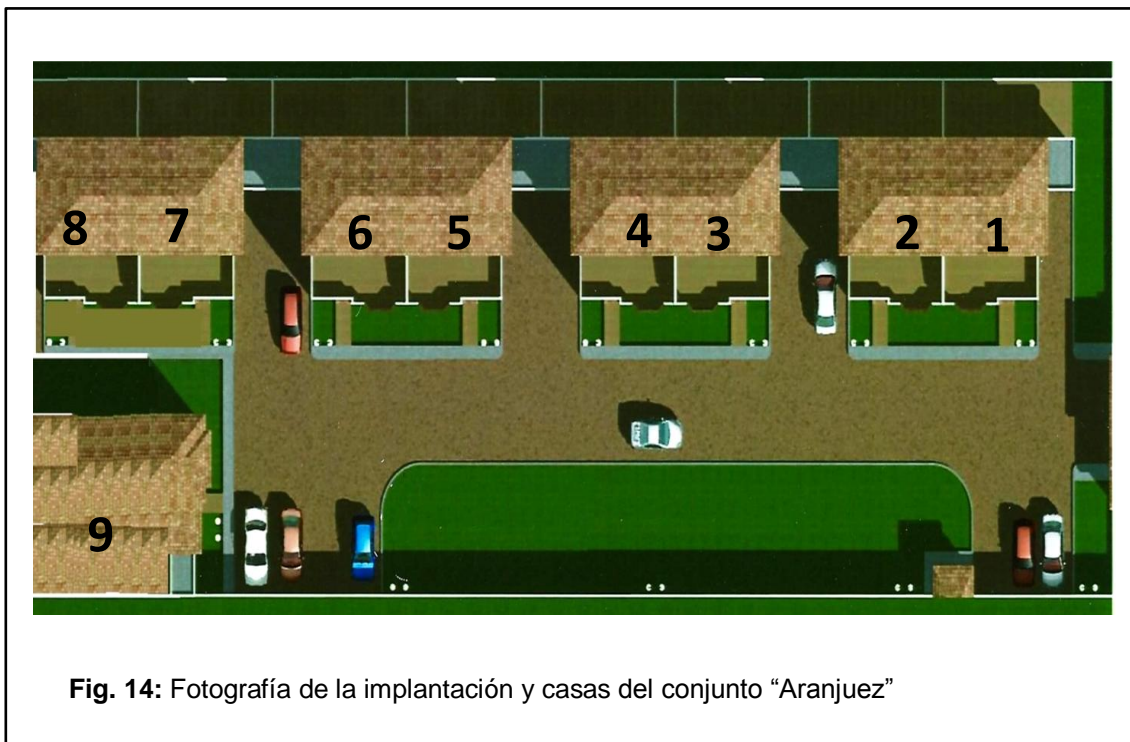


Fig. 14: Fotografía de la implantación y casas del conjunto “Aranjuez”

1.3 Características de los habitantes

Para este estudio descriptivo el autor realizó un censo en el conjunto habitacional para cuantificar y describir el tipo de personas que residen en cada casa según los hombres, mujeres y niños.

Los datos obtenidos se detallan a continuación a través de una tabla.

Tabla 4. Cuantificación y descripción de los habitantes del conjunto según censo

| AREA | HOMBRES | MUJERES | NIÑOS | TOTAL |
|----------|---------|---------|-------|-------|
| CASA # 1 | 3 | 1 | 0 | 4 |
| CASA # 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| CASA # 3 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| CASA # 4 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| CASA # 5 | 1 | 1 | 3 | 5 |

| | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| CASA # 6 | 2 | 2 | 0 | 4 |
| CASA # 7 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| CASA # 8 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| CASA # 9 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| TOTAL | 14 | 13 | 9 | 36 |

1.4 Descripción de los usos de áreas verdes.

Dentro del conjunto habitacional Aranjuez, las áreas verdes han sido destinadas para los siguientes usos:

a) Jardinería:

Frente a cada casa existe un espacio destinado para uso ornamental, en estas áreas se ha sembrado plantas, flores y arboles pequeños.

- El área total de jardines es de 173 m².



Fig. 15: Fotografía de jardín frontal casa #9- Conjunto Aranjuez



Fig. 16: Fotografía de jardín frontal casa #6- Conjunto Aranjuez

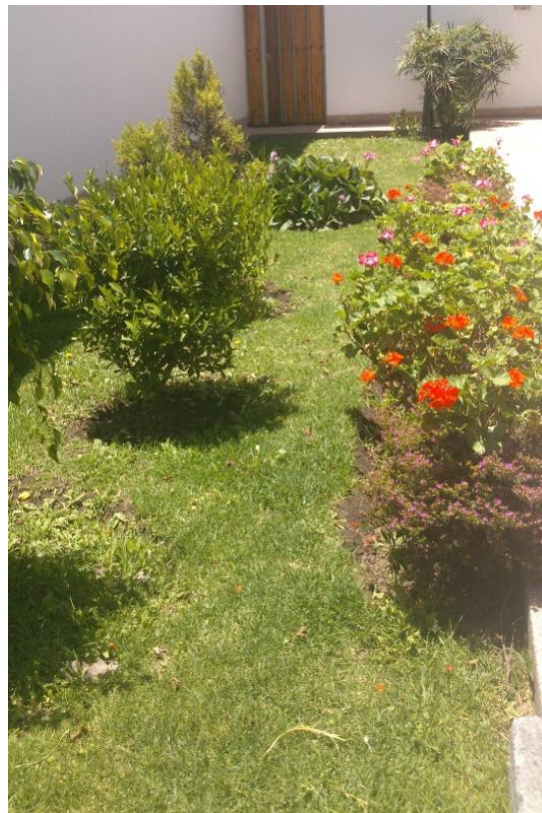


Fig. 17: Fotografía de jardín frontal casa # 7 y 8 - Conjunto Aranjuez

b) Cancha:

En el área lateral del conjunto encontramos un área de césped, destinado para la realización de deportes como indoor, futbol y vóley, actividades que realizan las personas los fines de semana para pasar un tiempo en familia y junto con los vecinos.

- El área utilizada para la cancha es de 265 m².



Fig. 18: Fotografía de la cancha - Conjunto Aranjuez

c) Área de juegos infantiles:

A un extremo de la cancha se ha destinado para la colocación de un parque infantil, este consta de una resbaladera, columpios, escalera china, puente, barra de bombero, sube y baja.

El parque será para uso exclusivo de niños de 2 a 12 años.

- El área de recreación para juegos es de 76m².

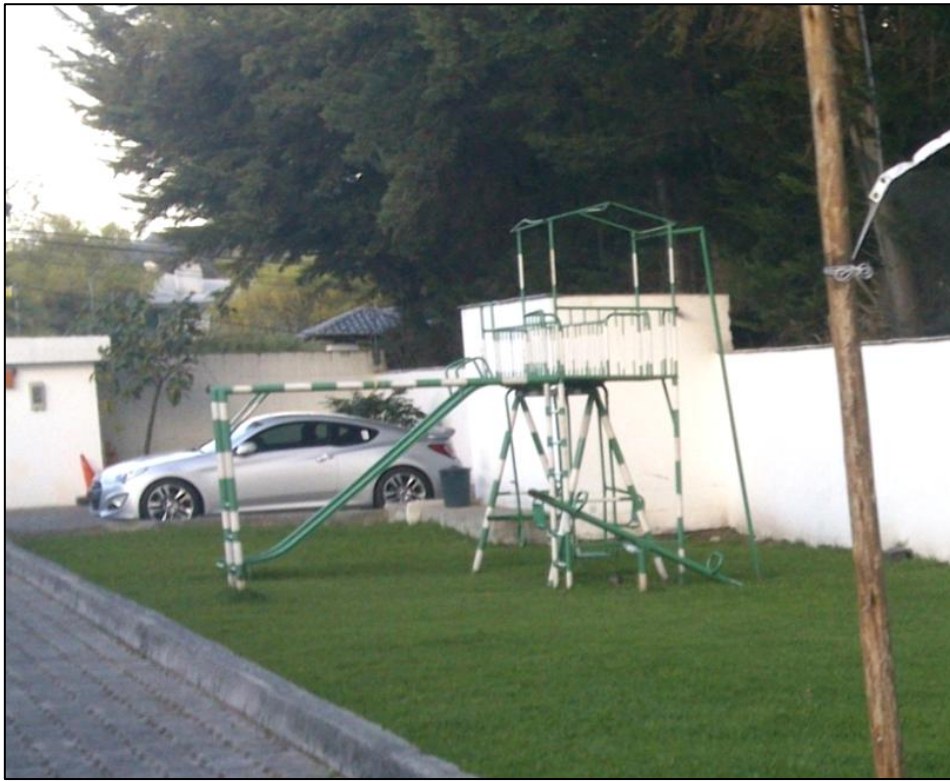


Fig. 19: Fotografía de área de juegos

CAPITULO III

3. EL CLIENTE

3.1 Requerimientos del cliente

Para conocer sobre los requerimientos que tienen los habitantes del conjunto Aranjuez, se expuso la propuesta de implementación del sistema de riego automatizado mediante el aprovechamiento de agua de lluvia, en una de las reuniones mensuales que mantienen dentro de las actividades del conjunto, realizado el día 07 de febrero del 2015 en horas de la tarde.

Dentro de los requerimientos emitidos, se detallan los siguientes:

- **Diseño**

Una de las características que se requiere dentro del diseño, es que sea un sistema estético, que no presente instalaciones visibles, que sea imperceptible y no genere molestias en la cancha y área juegos.

- **Utilización del sistema**

Cabe mencionar que al ser un sistema automatizado, las personas no necesitarán manipular el sistema, pues se lo programará y diseñará para que funcione de manera autónoma según el requerimiento de las áreas a regar.

- **Garantías y mantenimiento**

El sistema posee una garantía de un año ante posibles daños o fallas en su funcionamiento.

El mantenimiento preventivo para el sistema se lo realizará de forma anual y tendrá un costo adicional luego del primer año.

- **Asesoría técnica y manuales de funcionamiento**

En el caso de ser necesario o de presentarse alguna duda con respecto al uso y funcionamiento del sistema se entregan los manuales del funcionamiento de los equipos (panel de control) y los planos del diseño del sistema.

Adicionalmente se entregarán los contactos de los técnicos responsables de la instalación del sistema para recibir asesorías técnicas.

- **Costo y forma de pago**

El costo dependerá de:

La superficie a la cual se instalará el sistema y el tipo de equipos a instalar.

La superficie de las áreas verdes en el conjunto es mediano (596 m²), por lo que no será un problema, los equipos a utilizar serán de gama alta, pues garantizan una mayor duración, seguridad y desempeño.

Los precios reales se detallarán más adelante en el capítulo 5 (Análisis de Costos).

El pago total para la implementación del sistema se lo realizara dividiéndolo para las 9 casas del conjunto, la cancelación para ejecutor del proyecto será del 50% al inicio del proyecto y 50% a la entrega del mismo.

CAPITULO IV

4. EJECUCION DEL PROYECTO

4.1. Diseño de la solución a ejecutar

Para entender de forma general el diseño del sistema de riego a aplicar en el conjunto habitacional y la solución que se brindara para el cuidado de sus áreas verdes y jardines, se describen a continuación los componentes y procedimientos para la instalación del mismo:

- **Abastecimiento de agua para el sistema:**

Para la administración de agua para riego de las áreas verdes y jardines se realizará de dos formas, una a través de la conexión a la red de agua potable del conjunto y otra mediante el aprovechamiento de agua de lluvia, que será almacenada en una cisterna.

Un controlador se encargará de suministrar del agua para riego de cualquiera de las dos fuentes, aprovechar el agua de lluvia de la cisterna será la primera opción del sistema mientras esta se encuentre con la cantidad suficiente, caso contrario se suministrará desde la red de agua potable del conjunto.

- **Caudal del agua para riego**

En el caso de la red de agua potable, será necesario medir el caudal que posee el conjunto para determinar si es necesario colocar un regulador de presión o si la presión es suficiente.

Previo a realizar la medición, se deberá cerrar todas las llaves de agua del conjunto y usar uno de los siguientes métodos:

Método 1:

- Hacer uso de un medidor de presión (manómetro), conectándolo a una llave y luego abrirla completamente.

Método 2:

- En el caso de no poseer un manómetro, se podrá calcular la presión utilizando un recipiente de capacidad conocida. Este método se lo aplica para medidores de entre 1/2" y 1".
- Se deberá abrir totalmente una llave cercana al medidor de agua potable.
- Dejar correr el agua dentro del recipiente y tomar el tiempo que tarda en llenarse.
- Dividir los litros de agua del recipiente por el tiempo en segundos que tardó en llenarse, así se obtiene el caudal de agua que posee la red expresado en litros por segundos (l/seg).
- Realizar varias mediciones, en diferentes horas del día para saber si existe variaciones en el resultado, de ser el caso usar el menor valor para hacer los cálculos.

Para suministrar del agua de lluvia de la cisterna se colocará una bomba eléctrica que brinde una presión adecuada para el riego.

- **Colocación y distribución de red de tuberías y accesorios de riego:**

Inicialmente habrá que diseñar el trazado del sistema de riego, para esto se hará uso de un plano a escala de las áreas verdes y jardines del conjunto, esto permitirá realizar las mediciones, el diseño de las conexiones, recorrido de tuberías, ubicación de los difusores de riego, ubicación de la cisterna, red de agua potable, medidor, desagües, espacio para colocación de bomba, instalaciones eléctricas, controladores y ubicación de sensor de humedad.

Para la salida del agua se hará uso de difusores emergentes, esto fue determinado por las dimensiones de los jardines y áreas verdes del conjunto y este tipo de difusor es suficiente, pues brindan un radio de riego de 2,5 a 4,5 metros.

- **Programadores y dispositivos:**


El programador y controladores del sistema se los colocarán en el cuarto de la bomba del conjunto para evitar su deterioro o manipulación causado por agentes externos.

El sensor de humedad va adaptado al programador y se colocará en un sitio específico de la cancha y nos permitirá conocer los niveles de hidratación que posee el suelo, en caso de ser muy bajo este activará el sistema de riego para las áreas verdes y cierra el riego cuando se alcanza el nivel de humedad deseado.

4.2. Equipos y materiales a emplearse

Para la implementación del sistema de riego automatizado se hará uso de los siguientes elementos:

Tabla 5: Listado de equipos y materiales a emplear para sistema de riego.

| EQUIPOS | NOMBRE | DESCRIPCION |
|---|---|---|
|  | <p>DIFUSORESECO-ROTATOR</p> <p>Marca: HUNTER</p> <p>Modelos:</p> <p>1. <u>ECO-04 – 1090</u> 10 cm (4") emergente MP1000 2.5 a 4.5 m radio, ajustable de 90° a 210°</p> <p>2. <u>ECO-04 – 20360</u> 10 cm (4") emergente MP2000 4 a 6.4 m radio, 360°</p> | <p>El aspersor ecológico y económico que minimiza el uso de agua y el tiempo de instalación, así como maximiza la eficacia, la flexibilidad y el rendimiento.</p> |

| | | |
|---|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">SENSOR SOIL-CLIK</p> <p>Marca: Hunter</p> <p>Elementos:</p> <p><u>MÓDULO</u> Altura: 11,5 cm, anchura: 8,9 cm, Profundidad: 3 cm Alimentación: 24 VAC, 100mA máx.</p> <p><u>SONDA</u> Diámetro: 2,2 cm, Altura: 8,3 cm Cable a sonda: 300 m máximo de 18 AWG Direct Burial Wire</p> | <p style="text-align: center;">Corta el riego cuando se alcanza el nivel de humedad deseado.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">PROGRAMADOR PRO-C</p> <p>Marca: Hunter</p> <p>Modelo:</p> <p><u>PCC: Fijo 6 estaciones</u> Altura: 23 cm Anchura: 21.5 cm Profundidad: 10,9 cm</p> | <p style="text-align: center;">Un programador profesional con opciones para gestionar el agua.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">ELECTROVALVULAS PGV</p> <p>Marca: Hunter</p> <p>Modelo:</p> <p><u>PGV-101G</u> Conexión: 1" Altura: 13 cm Longitud: 11 cm Anchura: 6 cm</p> | <p style="text-align: center;">Válvulas de categoría profesional preparadas para instalaciones de cualquier tamaño.</p> |

| | | |
|---|--|--|
|  | <p align="center">BOMBA DE AGUA CENTRÍFUGA</p> <p>Marca: LEO Modelo: XMS70/0.75 Motor: 0.75 KW / 1.00 HP Boca: 1" x 1.1/2"</p> | <p>Para aguas limpias con pequeñas impurezas, Con protección de sobrecarga térmica, 60Hz/110V/220V.</p> |
|  | <p align="center">TABLERO DE CONTROL PARA ASIGNACION DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</p> <p>Elementos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor de nivel de agua 2. Medidor del nivel de agua 3. Selector de Válvula. | <p>Realiza el cambio automático de las electroválvulas principales de alimentación de agua, controla el paso de corriente eléctrica.</p> |
| MATERIALES | NOMBRE | DESCRIPCION |
|  | <p align="center">TUBERIA PVC (Lisa)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recolección agua lluvia a cisterna de 4" • Para desagüe de cisterna 2½" • Tubería principal para distribución de agua 1 ½" | <p>Tubería para recolección de agua lluvia, desagüe de exceso de agua de cisterna y para tuberías de distribución para riego.</p> |
|  | <p align="center">CONEXIONES Y ACCESORIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codos • Tee • Filtros para agua lluvia y de succión en cisterna • Válvulas antiretorno. • Válvulas de cierre manual | <p>Útiles para las conexiones y distribución de tuberías.</p> |
|  | <p align="center">CABLE PARA CONEXIONES ELECTRICAS</p> <p>18 AWG, tipo cordón dúplex</p> | <p>Para la conexión de programadores, electroválvulas, tableros, sensor de nivel y bombas.</p> |

4.3. Plano de diseño y conexiones

A continuación se detallan los diseños del sistema de riego.

A. Diseños y planos para abastecimiento de agua lluvia:

Este diseño consiste en colocar tuberías de PVC lisas de 4" para la recolección de la lluvia, se recolectara agua de las canales de las casa #2 y #3, las tuberías bajarán sujetadas por las paredes hasta las losas inaccesibles donde se juntarán a una sola tubería, y bajará hacia el piso.

Desde ese punto de los parqueaderos la tubería ira enterrada hasta llegar a la cisterna, que se encontrara junto al cuarto de bombas.

- **Cisterna**

Las dimensiones de la cisterna se lo realizarán tomando en consideración el consumo de agua necesario para regar todas las áreas verdes y jardines del conjunto, según la NEC-11-CAP16-NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA, en la Tabla 16.2. (Dotaciones para edificaciones de uso específico), indica que el consumo de agua en jardines y ornamentación es de: 2 a 8 litros/m²/día.

- Para el diseño de la cisterna en el conjunto "Aranjuez" se consideró una media de consumo de agua de: 7 litros/m²/día (por su clima).
- El área de jardines del conjunto es de 173 m² y 341 m² del área de recreación (cancha y juegos infantiles), dando un total de 514 m².

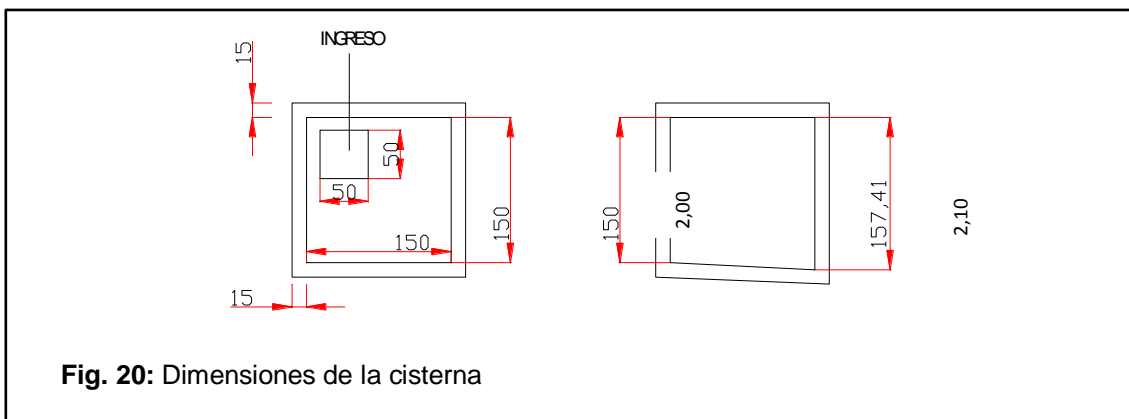
Entonces haciendo el cálculo se tiene lo siguiente:

$$514 \text{ m}^2 \times 7 \text{ lts/día} = \mathbf{3598 \text{ lts/día}}$$

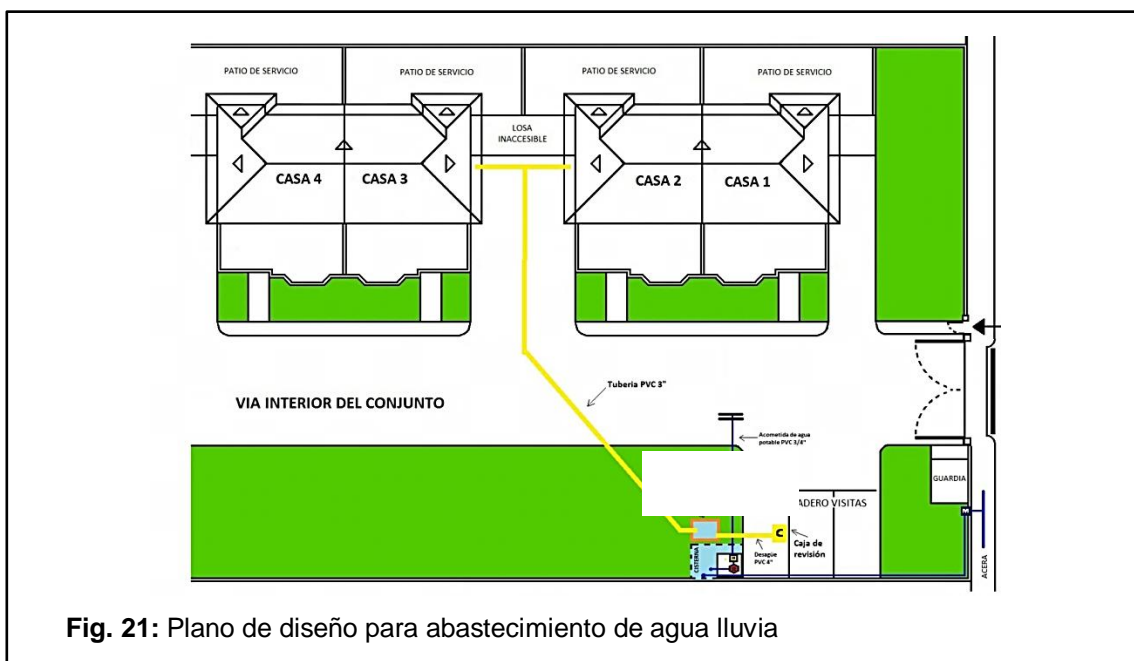
Entonces para la dimensión de la cisterna se sabe que:

- En 1m^3 caben 1000 litros

Entonces las dimensiones de la cisterna serán de 1,5 m de largo x 1,5 m de ancho por 2 m de profundidad, dando un total de 4500m^3 , área suficiente para almacenar el agua de lluvia.

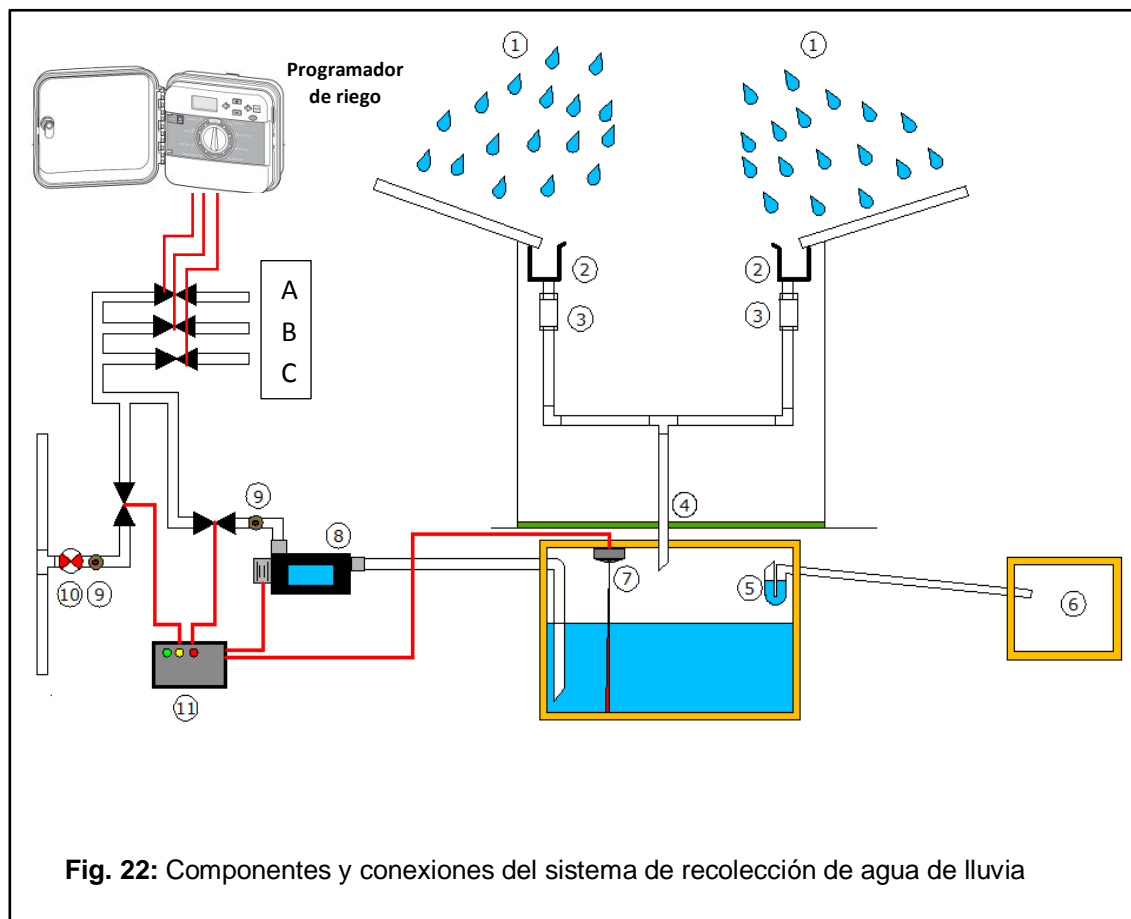


El plano a continuación muestra el recorrido de la tubería, la cisterna y el desagüe para exceso de agua de lluvia que desemboca a una caja de revisión ubicada en los parqueaderos de visitas.



- **Recolección de agua lluvia**

A continuación se detallan las conexiones y elementos que forman parte del diseño presentes en la recolección de agua lluvia y su abastecimiento.



Elementos:

1. **Lluvia:** Para calcular la cantidad de aguas pluviales captadas, se multiplica el área de captación de agua lluvia (techo de 2 casas: 212m^2), por la precipitación pluvial que tenemos en la localidad de Conocoto ($1.364.4\text{mm/m}^2$ al año – según Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI).

Da un volumen total de: **289.252,80 litros al año.** (1mm=1litro)

2. **Canaletas:** Recolectan y direccionan el agua de la lluvia de los techos de las casas.
3. **Filtros:** Se efectúa antes de que el agua llegue a la cisterna, evitando que la suciedad no entre en el mismo.
4. **Tubería de recolección:** Esta transportara el agua hacia la cisterna.
5. **Sifón de descarga:** Para evitar derrames en caso de sobrecarga de agua en la cisterna.
6. **Caja de revisión:** A este sitio irán los excesos de agua de lluvia.
7. **Sensor de nivel:** Existen de varios tipos, tales como los transductores de presión, el flotador y el cable, y la óptica y dan una señal sobre la cantidad de agua existente en la cisterna. Para el presente proyecto se utilizará un sensor de nivel mecánico con flotador.
8. **Bombeo:** Indispensable para la distribución adecuada de agua a través de todo el circuito del sistema de riego debe brindar el caudal y presión necesaria.
- 9 y 10. **Llaves de paso:** Permiten el corte de agua hacia los circuitos de riego, para poder realizar mantenimientos y revisiones del sistema.
11. **Tablero de control:** Este circuito tendrá que recibir la señal desde el sensor de nivel de agua y responder a esa señal. La respuesta puede ser que encienda una luz roja cuando el nivel de agua es bajo o verde cuando esté llena, que muestre en una pantalla el nivel de agua o la emisión de datos que representan el nivel de agua.
Permite habilitar a la cisterna de agua lluvia cuando esté llena, caso contrario activara el suministro de agua potable.

B. Distribución de tuberías y ubicación de difusores

Al momento de diseñar el sistema de riego, se deben agrupar los aspersores en diferentes circuitos o estaciones.

En caso del presente proyecto se creó tres circuitos y para diferenciarlos se identificarán con las letras A, B y C (Fig. 23).

Cada circuito se conecta a una electroválvula, que se abre y cierra a una hora predefinida y durante un período de tiempo preestablecido.

Existen varias razones para agrupar los aspersores en circuitos separados:

- Se aprovecha el agua de riego de manera eficiente y cada planta recibe la cantidad de agua correcta y de la manera adecuada.
- Permite abrir y cerrar grupos menores de aspersores, cuando la red no tiene el flujo ni la presión necesarios para abrirlos todos al mismo tiempo.
- Permite agrupar los diferentes tipos de aspersores según la manera en que arrojan el agua, lo cual asegura una máxima eficiencia del sistema, sin desperdicios de agua.

TUBERIAS Y DIFUSORES

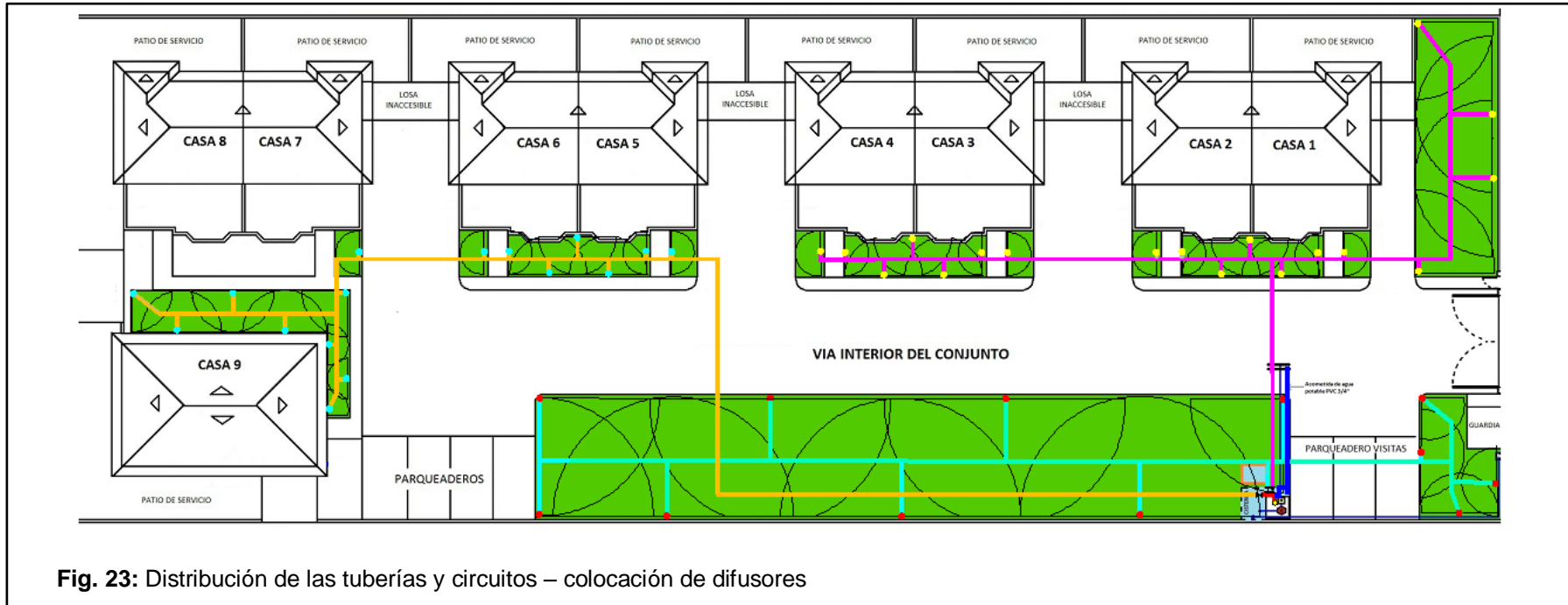


Tabla 6. Circuitos de riego, cantidad de tubería y difusores

Detalles:

| Circuito | Tubería en metros (1 ½") | # Difusores |
|--------------------|--------------------------|-------------|
| Circuito A: | 88,04 m | 16 |
| Circuito B: | 86,58 m | 12 |
| Circuito C: | 66,58 m | 18 |
| TOTAL | 241,20 m | 46 |

DISEÑO DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO

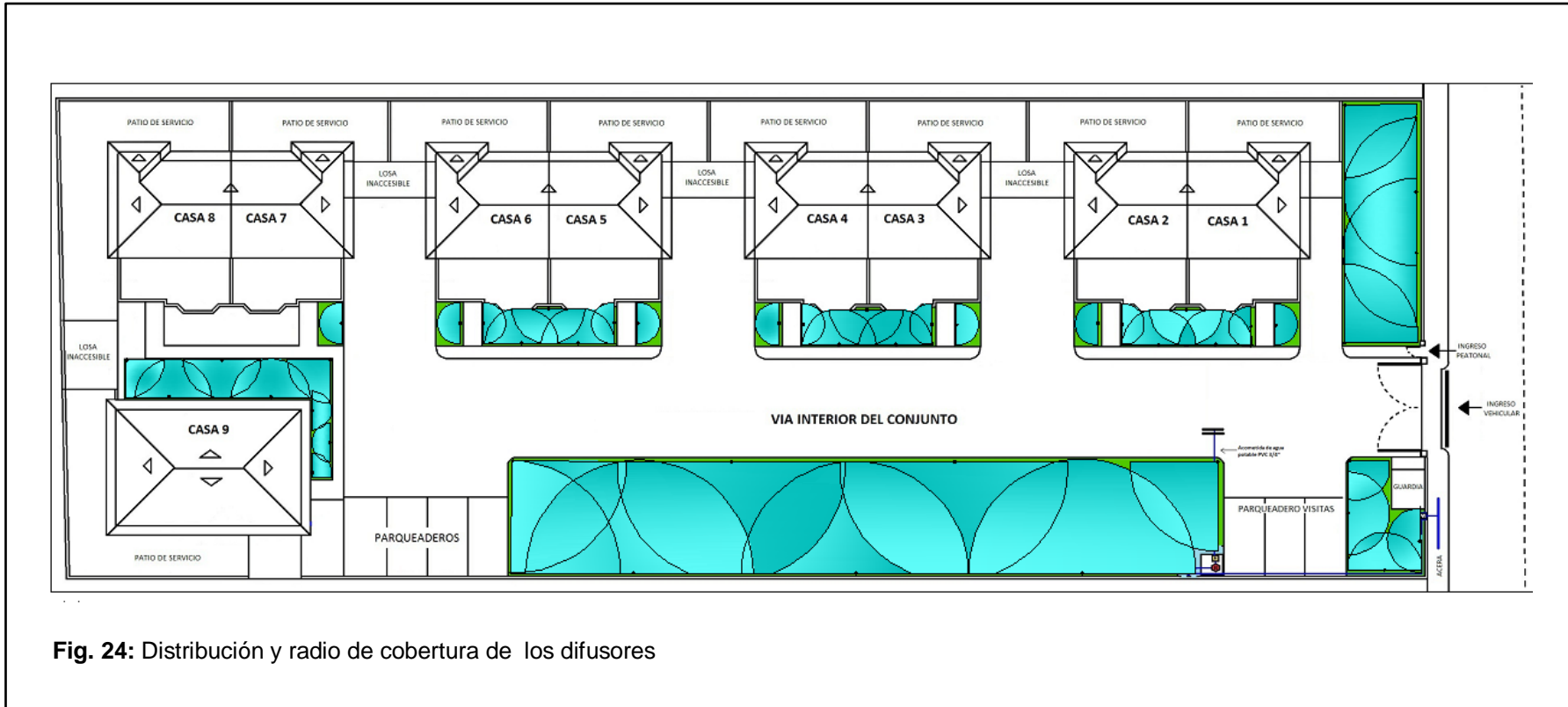


Fig. 24: Distribución y radio de cobertura de los difusores

4.3.1 Instalación de sistema de riego

A continuación se describen los pasos a realizar para instalar las tuberías y accesorios del sistema de riego.

- **Punto de conexión al suministro de agua**

1. Cerrar el suministro de agua principal del conjunto.
2. Identificar la tubería de suministro principal de agua potable del conjunto para realizar el abastecimiento al sistema de riego.
3. Realizar la conexión para el abastecimiento de la cisterna con agua lluvia.
4. Cortar un trozo de 25 mm de la tubería de suministro principal, colocar una "T" de compresión en el tubo y ajuste las tuercas de compresión.
5. Instalar los accesorios como: la válvula de cierre manual y de antiretorno.
6. Instalar las electroválvulas tanto para la activación de suministros (agua potable y agua lluvia) y las de cada circuito (A, B y C).
7. Abrir nuevamente el paso de agua a la casa.

- **Instalación de la tubería principal**

1. Siguiendo el diseño del plano trazar el recorrido de las tuberías utilizando pintura en aerosol, indique las líneas de tubos desde el punto de conexión hasta el punto final de cada uno de los circuitos.
2. Retirar el césped o tierra de los jardines realizando una franja de aproximadamente 20 cm de ancho y entre 4 cm y 5 cm de profundidad utilizando una pala plana, enrollare el césped y la tierra a un lado.
3. Para las áreas en la que la tubería cruza el paso de circulación vehicular se deberá retirar los adoquines.
4. **Zanjado:** Hacer una zanja de 25 cm a 30 cm de profundidad. El zanjado puede realizarse a mano o con una pala pequeña de jardinería.
5. Instalación del tubo por debajo de una vereda, hacer por método de Martillado: Tape ambos extremos de un tubo galvanizado y martíllelo hasta que atraviese de un lado al otro de la vereda.

6. **Instalación del Tubo:** Coloque el tubo y los accesorios en zanjas de acuerdo al modo al que serán instalados, Unir la tubería de PVC de 1 ½” y dejar secar 10 minutos.
7. Tener cuidado de no dejar que suciedad o sedimentos ingresen en la tubería.

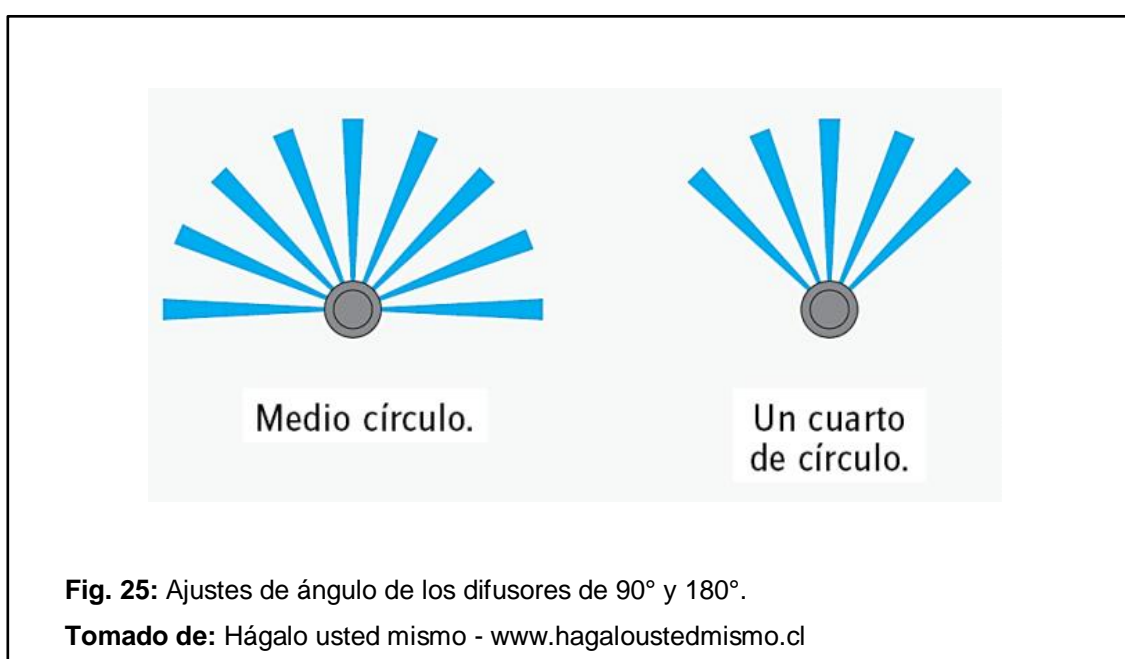
- **Instalación de electroválvulas**

1. Mantener una distancia mínima de 15 cm entre las válvulas para poder realizar mantenimiento en un futuro.
2. Dos electroválvulas estarán conectadas al tablero de control para asignación de abastecimiento de agua y serán las cuales controlen el paso de agua de lluvia o agua potable.
3. Tres electroválvulas se conectarán al programador de control (PRO-C), y se activarán progresivamente según el tiempo de riego establecido, y se abrirán por circuitos (A, B y C), no todas a la vez.
4. Antes de las electroválvulas colocar una llave de corte, para que en caso de daño controlar de manera manual.

- **Instalación de tuberías laterales (secundarias)**

1. Preparación del Sistema: Utilizando el plano del terreno y las banderas de señalización, marcar la ubicación de los difusores y sus válvulas por área. Realizar los ajustes según resulten necesarios para asegurar una cobertura completa de difusor a difusor.
2. Utilizando la pintura en aerosol, marque las ubicaciones de las tuberías laterales.
3. Cavar las zanjas de 20 cm a 25 cm de profundidad.
4. Instalación del Tubo: Colocar la tubería y los accesorios en las zanjas. Tener cuidado de no dejar que suciedad o sedimentos entren en el tubo.
5. Conectar cada uno de los difusores según el tipo del radio de alcance requerido hasta terminar con todos.

6. Una vez comprobada la instalación, cubrir las zanjas, rellenar con tierra y compactar bien. Colocar el césped removido o sembrar uno nuevo.
 - **Ajustar las aberturas de los aspersores**
 1. Los difusores de las esquinas deben ser ajustados para regar un cuarto de círculo o 90° , los difusores perimetrales para medio círculo 180° .
 2. De igual forma ajustar el radio de alcance de los difusores con un tornillo ubicado en la parte superior del difusor dependiendo la superficie a regar, las instrucciones se incluyen en el manual del equipo.



4.3.2. Cálculo aproximado de las necesidades de agua para el riego

Para realizar los cálculos se ha tomado información emitida por las siguientes fuentes:

- **Cálculo de las necesidades diarias de agua:** <http://info.elriego.com>.
-
- **Necesidades de agua en parques y jardines:** estudio realizado por la Unidad de Hidrología, Facultad de Agronomía Universidad de la República de Uruguay. (<http://www.fagro.edu.uy>).

Para obtener las necesidades diarias de agua se operará de la siguiente manera:

A. Cálculo de la evapotranspiración (ET)

Se debe saber que la cantidad de agua que las plantas necesitan, es equivalente a la evapotranspiración (ET), o evaporación potencial para la plantación que se desea regar.

La ET dependerá del clima de la localidad, la mezcla de especies, densidad y las particularidades microclimáticas.

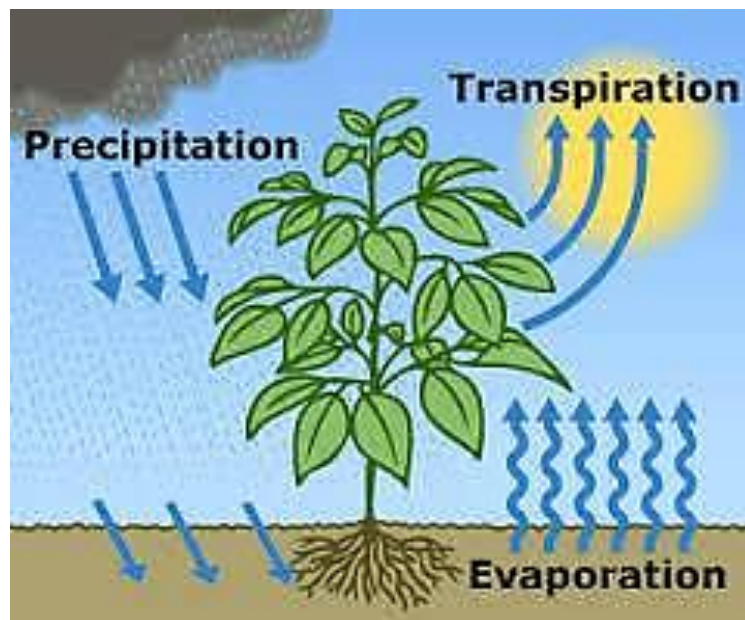


Fig. 26: Evapotranspiración (E.T.)

Tomado de: INTRODUCCION A LA INGENIERIA II - <https://intro2uao.wordpress.com>

Para los cálculos del ET se lo realizará siempre para la situación más desfavorable, esto es para las épocas o meses de máximo consumo (meses calurosos).

Dentro de los factores que afectan la evapotranspiración (ET) se tienen:

- Factores climáticos: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, e intensidad de la radiación solar.
- Disponibilidad de agua en el suelo.
- Características del cultivo: tipo de cultivo y cantidad de espacios verdes y jardines. En ciertas áreas habrá una mezcla de cultivos (plantas y césped).

Se puede obtener la ET de forma genérica, también en el siguiente cuadro, en el cual se relaciona el clima la temperatura y la humedad relativa. (Método Penman).

Tabla 7. Valores para cálculo del E.T

| CLIMA | TEMPERATURA PROMEDIO | HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO | E.T.P mm/día |
|-------------------|----------------------|---------------------------|--------------|
| Fresco/Humedo | < 20 | > 50% | 2,5 |
| Fresco/Humedo | < 20 | < 50 % | 3,5 |
| → Moderado/Seco | 20-30 | > 50% | 4,5 |
| Moderado/Humedo | 20-30 | < 50 % | 5 |
| Cálido/Humedo | 30-38 | > 50% | 6,3 |
| → Cálido/Seco | 30-38 | < 50 % | 7 |
| Muy cálido/Humedo | > 38 | > 50% | 8 |
| Muy cálido/Seco | > 38 | < 50 % | 9 |

Tomado de: elriego.com

Como se indica en el CAPITULO II, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Conocoto 2012-2025, la temperatura de la parroquia oscila entre 14.61°C hasta los 16.73°C grados centígrados, y se considera que el clima en este sector es entre templado y cálido. (Método Penman)

Entonces el ET promedio en épocas de máximo consumo es de: **5,75 mm/día.**

A este ET/día se lo aumentará un 15%, por razones de eficiencia de riego, entonces la E.T. será la siguiente:

* Dato: 1 mm de agua = 1 l/m²

$$ET = 5,75 + 0,86 (15\%) = 6,61 \text{ mm} \sim \mathbf{7 \text{ mm/día o } 7 \text{ l/m}^2 \text{ al día.}}$$

B. Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente Kc de cultivos agrícolas y del césped está determinados a partir de trabajos de investigación.

Estos se encuentran normalizados para la condición de crecimiento óptimo y máxima producción.

Dentro de los Factores que influyen el Kc tenemos:

- Características del cultivo
- Fecha de plantación
- Condiciones climáticas
- Frecuencias de lluvias o riegos en la fase inicial

Se aplicará un coeficiente de cultivo (**Kc**) para cada tipo de planta, dicho coeficiente específica las necesidades de agua para determinadas plantas en relación con el césped, y puede obtenerse en la siguiente tabla:

Tabla 8. Valores de coeficientes para Kc

| Tipo de planta | Coefficiente tipo |
|----------------------------------|-------------------|
| Planta de zona árida (xerofilas) | 0,2-0,3 |
| Cítricos y frutales | 0,6-0,7 |
| Arbustos ornamentales | 0,7-0,8 |
| Bancales de flores | 0,8-1,0 |
| Césped | 1 |

Tomado de: elriego.com

Por el tipo de cultivos existentes en el conjunto Aranjuez utilizaremos los coeficientes para:

- Jardines con arbustos y flores: **$K_c = 0,8$**
- Césped: **$K_c = 1$**

C. Cálculo aproximado del consumo diario (CD)

Determinar este dato permitirá conocer el volumen de agua diario, mensual o anual requerido por las áreas verdes y jardines en el conjunto, brindará una guía para definir los tiempos de riego para así conseguir un riego adecuado y permitirá conocer los costos en el consumo de agua potable.

Entonces para el cálculo de CD se aplica la siguiente fórmula: (Método Penman).

$$\mathbf{CD = ET * K_c}$$

(Ecuación 1)

Cabe recalcar que en Conocoto, existen 2 periodos lluviosos, el primero entre el mes de marzo y abril y el segundo entre octubre y noviembre.

La primera estación seca en el año comienza en julio y culmina en agosto.

Dichos valores son los requerimientos aproximados en las épocas de mayor necesidad de agua.

Datos:

ET=7 l/m² al día

$K_{c1} = 1$ (césped)

Área total: 341 m²

$K_{c2} = 0,8$ (Jardines y flores),

Área total: 173 m²

- **Césped**

$$CD=7 \text{ l/m}^2/\text{ día} * 1 = 7 \text{ l/m}^2/\text{ día}$$

$$\text{Total: } 7 \text{ l/m}^2 * 341\text{m}^2 = 2.387 \text{ l / m}^2 / \text{ día}$$

- **Jardines con arbustos y flores:**

$$CD=7 \text{ l/m}^2/\text{ día} * 0,8 = 5,6 \text{ l/m}^2/\text{ día}$$

$$\text{Total: } 5,6\text{l/ m}^2 * 173\text{m}^2 = 968,80 \text{ l / m}^2 / \text{ día}$$

| |
|---|
| CD TOTAL: (2.387 + 968,80) = 3.355,8 l / m² / día |
|---|

Tabla 9. Demanda de agua para el riego en Conocoto

**CÁLCULO APROXIMADO PARA EL RIEGO DE JARDINES EN
CONOCOTO**

| MES | ET | ET + 15% | ET final | Kc 1 | kc2 | Total Kc 1 | Total Kc 2 | TOTAL l/m2/día |
|-------------------|------|----------|----------|------|-----|------------|------------|----------------|
| ENERO | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |
| FEBRERO | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |
| MARZO | 2,5 | 2,88 | 3 | 1 | 0,8 | 3 | 2,4 | 5 |
| ABRIL | 2,5 | 2,88 | 3 | 1 | 0,8 | 3 | 2,4 | 5 |
| MAYO | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |
| JUNIO | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |
| JULIO | 5,75 | 6,61 | 7 | 1 | 0,8 | 7 | 5,6 | 13 |
| AGOSTO | 5,75 | 6,61 | 7 | 1 | 0,8 | 7 | 5,6 | 13 |
| SEPTIEMBRE | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |
| OCTUBRE | 2,5 | 2,88 | 3 | 1 | 0,8 | 3 | 2,4 | 5 |
| NOVIEMBRE | 2,5 | 2,88 | 3 | 1 | 0,8 | 3 | 2,4 | 5 |
| DICIEMBRE | 4,5 | 5,18 | 5 | 1 | 0,8 | 5 | 4,0 | 9 |

| | |
|--|------------------------|
| | Época seca y calurosa |
| | Épocas lluviosas |
| | Épocas moderadas secas |

En la mayoría de las áreas, el césped requiere entre 40 y 50 litros de agua a la semana por m² durante los meses de más calor.

Las áreas cálidas y áridas pueden requerir mayor cantidad de agua.

El nivel de humedad será medido a través de un sensor, y será el cual indique si es necesario o no realizar el riego de las áreas.

Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas según el IEE y MAGAP, 2013

Tabla 10. Precipitación de agua lluvia en Conocoto

| CÓDIGO | | | | | | | ESTACION | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------|-------|---------------|------|-------|--|
| M112 | | | | | | | CONOCOTO | | | | | |
| MESES DE AÑO (Valor en mm) | | | | | | | | | | | | |
| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| 115,8 | 124,4 | 195,7 | 196,5 | 109,4 | 27,8 | 20,9 | 41,7 | 108,9 | 215,3 | 64,5 | 143,5 | |
| TOTAL | | | | | | | | | 1364.4 | | | |

D. Cálculo de potencia de bomba para sistema de riego.

Método tomado de tesis de la Universidad Nacional Mayor De San Marcos - Lima Perú, ANEXO N° 8: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y del sistema contra incendios.

Para la determinación de la potencia del motor de la bomba que será empleada en el suministro de agua para los difusores, se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_{\text{teórica}} = H_B * r * g * Q_T \quad (\text{Ecuación 2})$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, se determinará por tanto la potencia real, considerando lo siguiente:

$$P_{\text{real}} = \frac{P}{\% \text{ Ef}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Dónde: %Ef = eficiencia

Para el presente caso la eficiencia será del 85%, luego evaluando los datos disponibles se tiene:

H_B = Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

r = Densidad del agua

g = coeficiente de gravedad

Q_T = Caudal total de refrigeración

De estos datos se determinarán el caudal total de refrigeración (Q_T) y la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B).

- **Caudal total de riego (Q_T)**

Para la determinación del caudal total de riego, se considerará el caudal obtenido para un rociador por el número de rociadores requeridos, el tanque donde se almacenará será de 4500 litros.

$$4500 \text{ lt} \times \frac{1 \text{ gal}}{0.264172 \text{ lt}} = 1188,774 \text{ gal.}$$

Q_T = Caudal de un rociador * Número de rociadores requeridos

$Q_T = 10,6 \text{ gpm/rociador} * 18 \text{ rociadores} = 190,8 \text{ gpm}$

$Q_T = 0,00067 \text{ m}^3/\text{seg}$

- **Altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B)**

Para la determinación de la altura dinámica se empleará la fórmula siguiente:

$$H_B = H_{f_{total}} + \frac{P_2}{r \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + Z_2 - Z_1 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$H_{f_{total}}$ = Pérdida de carga

P_2 = Presión en la salida del rociador = 40,6084 psi = 279954,31 N/m²

V_2 = Velocidad de flujo de agua a la salida de los rociadores

Z_2 = Altura de rociadores respecto a la bomba = -0,40 m

P_1 = Presión en el nivel de toma de agua en la cisterna = 0,00 psi

V_1 = Velocidad de flujo de agua en la cisterna = 0,00 m/seg

Z_1 = Altura toma de agua en cisterna respecto a bomba = -2,70 m

r = Densidad del agua = 1000 kg/m³

g = Coeficiente de gravedad = 9,8 m/seg²

Para el cálculo correspondiente, se requiere determinar previamente, la velocidad de flujo de agua a la salida de los rociadores (rociador más alejado de la bomba) [V_2] y la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería de la red [$H_{f_{total}}$].

- **Cálculo de la velocidad del flujo de agua a la salida del rociador más alejado de la bomba [V_2].**

Para el cálculo de la velocidad de flujo de agua a la salida del rociador se empleará la siguiente fórmula.

$$Q = A \cdot V_2 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

Q = Caudal en el extremo del rociador (0,00067 m³/seg)

A = Sección interna de la tubería

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$A = \frac{3,141592 * 1,5^2}{4} = 1,178097 \text{ pulg}^2$$

$$A = 0,00114 \text{ m}^2$$

V₂ = Velocidad de flujo de agua

$$V_2 = \frac{0,00067}{0,00114} = 0,58772 \text{ m/seg}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería**
[H_{f total}]

Para la determinación de la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería se empleará la siguiente fórmula:

$$H_{ftotal} = \frac{f \cdot L_{eq} \cdot V_2^2}{2 \cdot D \cdot g} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción

L_{eq} = Longitud equivalente

D = Diámetro interior de la tubería = 1 ½" = 0,0381 m

V₂ = Velocidad de flujo de agua del rociador = 0,5877 m/seg

g = Coeficiente de gravedad = 9,8 m/seg²

Para conocer la pérdida de carga total, se requerirá determinar previamente, tanto el coeficiente de fricción de la tubería como la longitud equivalente de la tubería de suministro de agua a los difusores, que son datos aún sin determinar.

- **Cálculo del coeficiente de fricción**

El coeficiente de fricción (f) se determinará a partir de nomograma Factor de fricción en función del número de Reynolds con Rugosidad Relativa como parámetro, para lo cual se necesita conocer previamente, tanto el número de Reynolds (N_{RE}), como la rugosidad $\frac{E}{D}$ relativa de la tubería.

- **Cálculo del número de Reynolds [N_{RE}]**

Para el cálculo del número de Reynolds se empleará la siguiente fórmula:

$$N_{RE} = \frac{D \cdot V_2 \cdot r}{m} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

- D** = Diámetro interior de la tubería
- V₂** = Velocidad del agua del rociador
- r** = Densidad del agua
- m** = Viscosidad = 0,001 cp (centipoise)

$$N_{RE} = \frac{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0,5877 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,0381 \text{m}}{0,001 \text{ cp}} = 22391,37$$

- **Cálculo de la rugosidad relativa $\frac{E}{D}$**

La rugosidad relativa $\frac{E}{D}$ se determina a partir del nomograma “Rugosidad Relativa en función del diámetro para tubos de varios materiales”.

Considerando que para suministrar agua a los difusores, se empleará tuberías de PVC se observa:

$$\frac{E}{D} = 0,001 \quad (\text{Ecuación 9})$$

Con los datos obtenidos para el NRE y la $\frac{E}{D}$ se emplea el nomograma para los coeficientes de fricción, observando que:

$$f = 0,021$$

- **Cálculo de la longitud equivalente (L_{eq})**

La longitud equivalente de la tubería está comprendido por la longitud de la tubería lineal y la longitud equivalente de los accesorios que participan en la línea de suministro de agua.

$$L_{eq} = L + L_{eq. \text{ Acc}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$L = \text{Longitud de tubería lineal} = 86,58 \text{ m}$$

Para la longitud equivalente de accesorios ($L_{eq. \text{ acc}}$) se consideran entre 12 accesorios (codos de 90°), por lo que, la longitud equivalente de un accesorio se determina a partir de:

$$L_{eq. \text{ 1 acc}} = L * D \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$L_{eq. \text{ 1 acc}} = 86.58 * 0,0381 = 3,298 \text{ m/accesorio}$$

Por lo tanto la longitud equivalente de todos los accesorios (doce) será:

$$3,298 \text{ m/accesorio} * 12 \text{ accesorios} = 39,58 \text{ m}$$

Luego, la longitud equivalente total será:

$$L_{eq} = 86,58 + 39,58 = 126,16 \text{ m}$$

Con todos estos datos se determinará la pérdida de carga total ($H_{f \text{ total}}$)

$$h_{ftotal} = \frac{f.L_{eq}.V_2^2}{2.D.g} \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$h_{ftotal} = \frac{0,021 * 126,16 * 0,5877^2}{2 * 0,038 * 9,8} = 12,25 \text{ m}$$

Con todos estos datos, se determinará la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B), a partir de la siguiente fórmula, en la que se han excluido las variables con valor cero y se ha acondicionado las expresiones para un mejor entendimiento.

$$H_B = H_{f \text{ total}} + \frac{P_2}{r.g} + \frac{V_2^2}{2.g} + Z_2 - Z_1 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Reemplazando los siguientes datos:

$$H_{f \text{ total}} = 12,25 \text{ m}$$

$$P_2 = 206841 \text{ kg.m/seg}^2$$

$$r = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/seg}^2$$

$$V_2 = 0,5877 \text{ m/s}$$

$$Z_2 = -0.40 \text{ m}$$

$$Z_1 = -2.70 \text{ m}$$

$$H_B = 12,25 + \frac{279954,31}{1000 \times 9,8} + \frac{0,5877^2}{2 \times 9,8} - 0,40 + 2,7$$

$$H_B = 43,134 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia de la bomba (P)

$$P = H_B \cdot r \cdot g \cdot Q \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$P = 43,134 \times 1000 \times 9,8 \times 0,00067$$

$$P = 283,21 \text{ W}$$

Potencia teórica de la bomba

Considerando la equivalencia de 1 HP = 745 W

$$P = 283,21 \text{ W} \times \frac{1 \text{ HP}}{745 \text{ W}} = 0,38 \text{ HP}$$

Eficiencia de la Bomba = 85,00 %

Potencia real de la bomba:

$$P_{\text{real}} = \frac{0,38}{0,85} = 0,45 \text{ HP}$$

$$P_{\text{real}} = 0,45 \text{ HP}$$

$$P_{\text{real}} \approx 0,5 \text{ HP}$$

- Por lo tanto la potencia del motor de la bomba sería $\frac{1}{2}$ **HP**.

Para el presente proyecto se adquirirá una bomba de **1 HP** para futuras ampliaciones del sistema.

4.4. Programación de dispositivos

PROGRAMADOR PRO-C

1. El programador es considerado como “el cerebro” del sistema de riego y se conecta a las electroválvulas mediante cables.

Posee una memoria interna donde almacena información que permite controlar la hora y días en que se enciende el sistema, la cantidad de tiempo que permanece funcionando, el número de veces al día que se abren los diferentes circuitos que opera, además de otras funciones especiales.

2. Decidir el sitio donde se desea ubicar el programador. La mayoría de los programadores residenciales deberán ser instalados en un área cubierta y protegida (en el cuarto de bombas), para evitar daños en el equipo y evitar su manipulación. Seguir las instrucciones de instalación que vienen con el programador.

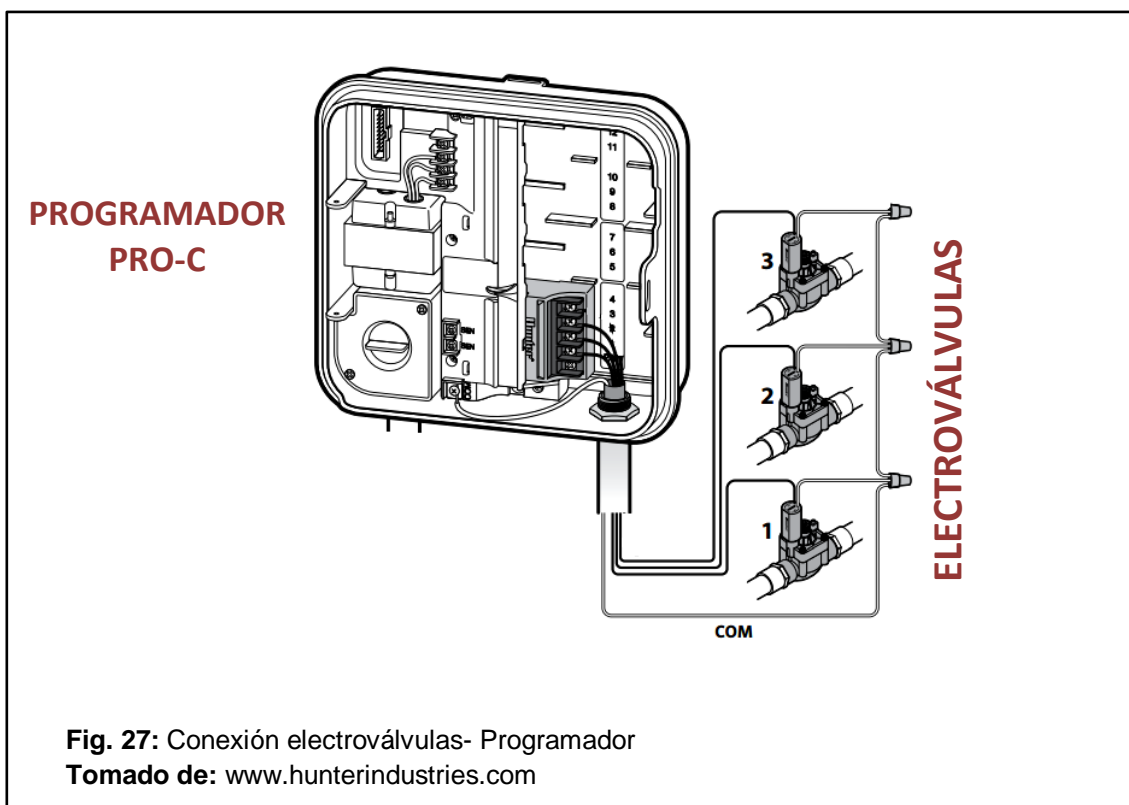
Se necesitará una toma eléctrica de 220 V o 115 V para conectar el transformador de bajo voltaje.

3. El número de electroválvulas permitirá determinar el tamaño del programador requerido.

Se necesita una estación del programador para cada válvula.

4. Medir la trayectoria del cable desde el programador hasta la válvula más alejada.

- Utilizar cable de riego codificado 18 AWG - tipo cordón dúplex para conectar las electroválvulas con el programador. El número total de cables necesario es uno por cada una de las electroválvulas más un cable común.



- Instalación del cable:** Colocar el cable desde el programador hasta las electroválvulas. Dejar una vuelta de cable para la expansión en cada cambio de dirección.

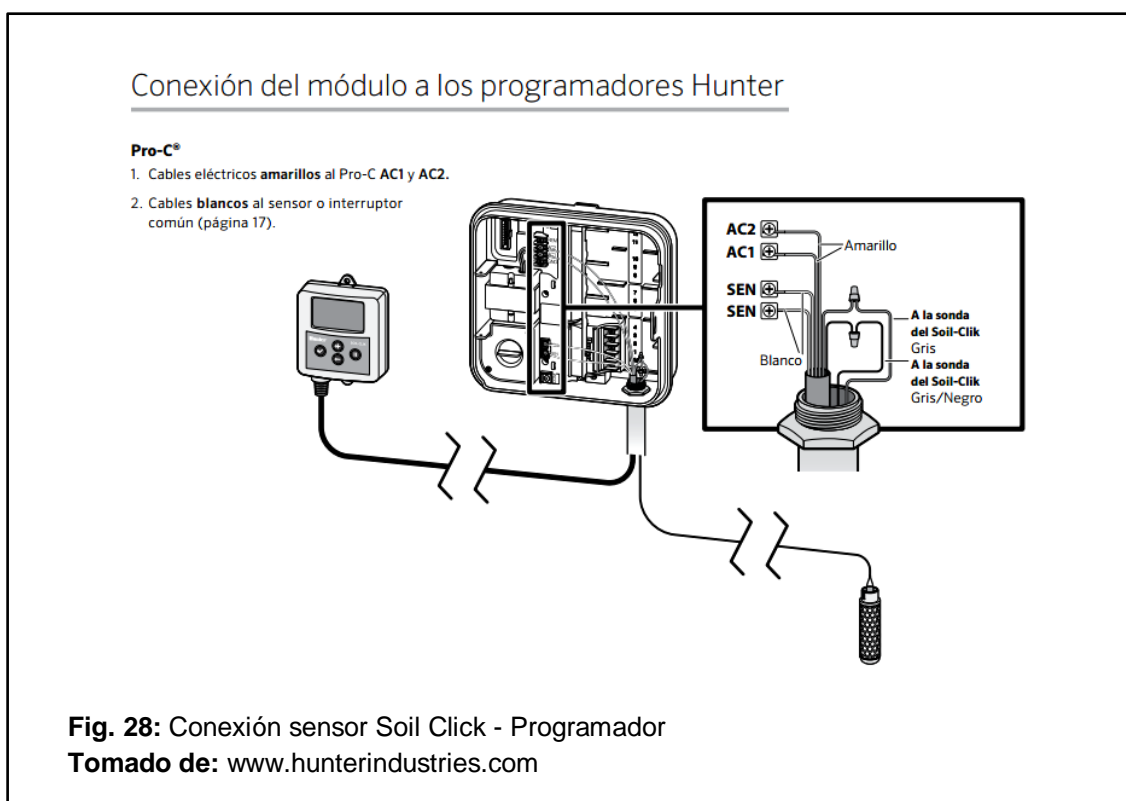
Un lazo asegurará que los cables no se instalarán demasiado apretados y reducirán la posibilidad de estiramiento.

- Los sensores climáticos pueden conectarse al Pro-C. El propósito de este sensor (humedad) es el de detener el riego automático cuando las condiciones climáticas así lo exigen.

SENSOR DE HUMEDAD SOIL-CLIK

1. Soil-Clik es un sensor de humedad que previene el riego excesivo cuando el suelo está húmedo.
Está diseñado para utilizarse con programadores Hunter que tengan entradas de sensores (smartports).
2. La sonda del Soil-Clik debe instalarse a menos de 300m del módulo Soil-Clik, utilizando cable AWG 18 (1mm²) subterráneo (UF).
Instalar a menos de 2m del programador anfitrión.
3. Elegir la zona: La zona elegida debe ser la última en regarse de manera que el riego no quede interrumpido de forma prematura.
4. Elegir el lugar exacto: Seleccionar un área que tenga una buena exposición y que sea el área de riego de secado más rápido (cancha).
5. Colocar en la zona de raíces: En las aplicaciones para césped, la sonda deberá ser colocada en la zona de las raíces, aproximadamente a (15 cm) de profundidad (en césped).
Para arbustos o árboles, seleccionar una profundidad mayor que alcance la zona de las raíces.
6. Sumergir dos tercios de la sonda en agua durante 30 minutos antes de la instalación. No dejar que el agua cubra el extremo superior donde se conectan los cables.
7. Utilizar un tubo de PVC de ½" (12 mm) para hacer un hoyo vertical en el suelo a la profundidad deseada (diámetro externo 7/8" (22 mm)).
8. Mezclar suelo natural y agua, y verter en el hoyo el barro obtenido.

9. Colocar el sensor en posición vertical (no lo incline más de 45°) en el fondo del hoyo.
10. Comprimir la tierra firmemente alrededor de la sonda. La tierra debe estar en contacto directo con la sonda. Permitir que la sonda se aclimate durante 2 o 3 días y regar de forma habitual antes de ajustar el riego según el sensor.
11. El módulo Soil-Clik está diseñado para instalarse a la intemperie. Sin embargo, los sistemas electrónicos durarán más si se encuentran en un lugar protegido, de ser posible.



TABLERO DE CONTROL PARA ASIGNACION DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

El tablero de selección de bombas se encargará de realizar el cambio automático de las electroválvulas principales de alimentación de agua,

mediante el control de paso de corriente eléctrica para la activación ya sea de la red principal de agua potable o de la cisterna cuando esta se encuentre llena.

Este tablero estará conectado a un sensor de nivel resistivo continuo, el cual permite medir la cantidad de agua del tanque del 5 al 100%.

El sensor de nivel resistivo continuo será de tipo boya, este se basa en las variaciones de resistencia de un sensor resistivo producidas por una boya al flotar, y transmitidas a través de un eje al sensor resistivo. Si el captador resistivo se alimenta mediante un voltaje constante entre sus extremos, aparecerá entre su contacto variable y uno de sus extremos, una señal de voltaje proporcional al giro del eje sensor, y por tanto a la variación del líquido.

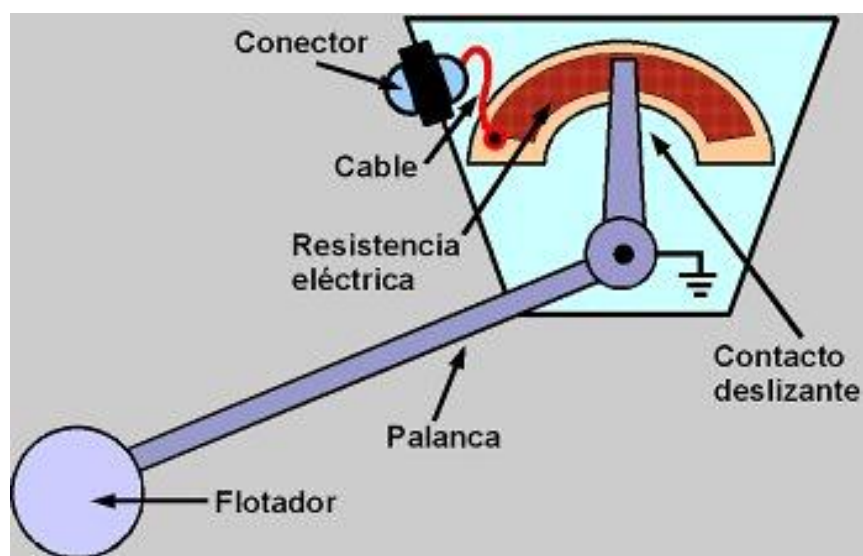


Fig. 29: Sensor de nivel de agua

Tomado de: www.sabatinibombas.com.ar

El selector de fuente de alimentación para el sistema de riego constará de los siguientes elementos:

Elementos:

a. Sensor de nivel de agua

El sistema es diseñado mediante la utilización de un sensor tipo flotador continuo instalado en el tanque, el cual varía la resistencia conforme varía el nivel de agua del tanque.

Características del sensor:

$$R_V = 0 - 100 \text{ k}\Omega$$

$$I_{max} = 200 \text{ mA}$$

Acondicionamiento de la señal del sensor:

El acondicionamiento de una señal consiste en la manipulación electrónica de dicha señal, con los dispositivos adecuados, para obtener rangos de voltajes o corrientes adecuados a las características del diseño.

$$R_V = 0 - 100 \text{ k}\Omega$$

$$V_{req} = 0 - 10 \text{ V}$$

$$I_{max} = 200 \text{ mA}$$

$$V_{in} = 12 \text{ V}$$

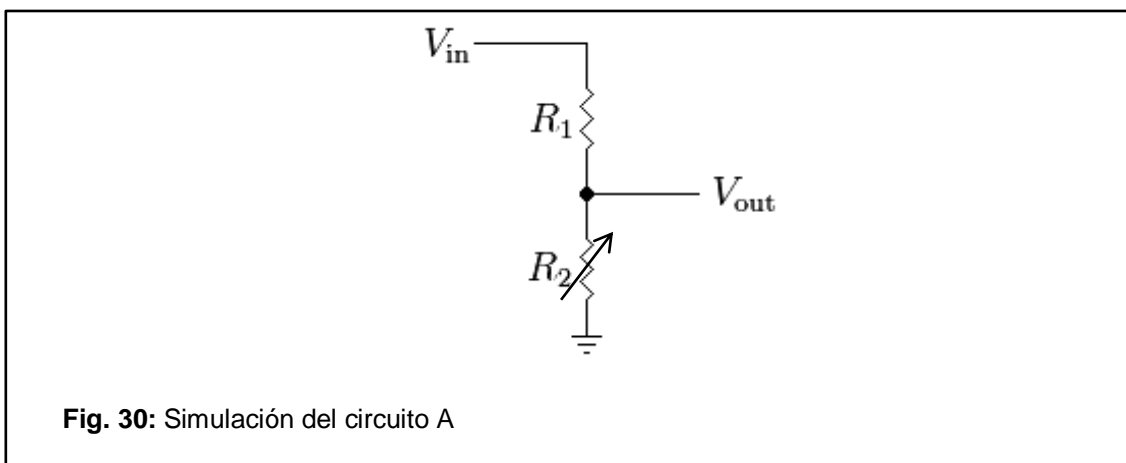


Fig. 30: Simulación del circuito A

Se debe obtener 0V con R2 igual a 0 Ω y con una I_{max} de 200 mA, entonces se tiene:

$$I_{max} = \frac{V_{in}}{R_{1min}} \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$R_{1min} = \frac{V_{in}}{I_{max}} = \frac{12}{0,2}$$

$$R_{1min} = 60 \Omega$$

Entonces:

$$R_1 > 60 \Omega$$

Para el cálculo de R1 se utilizará divisor de voltaje, en las condiciones de R2max Vout debe ser 10 V:

$$V_{out} = \frac{R_{2max}}{R_1 + R_{2max}} \times V_{in} \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$R_1 = \frac{R_{2max} (V_{in} - V_{out})}{V_{out}} \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$R_1 = \frac{100k \cdot 12 - 10}{10}$$

$$R_1 = 20 k \Omega$$

Como R1 > R1min se elige

$$R_1 = 20 k \Omega$$

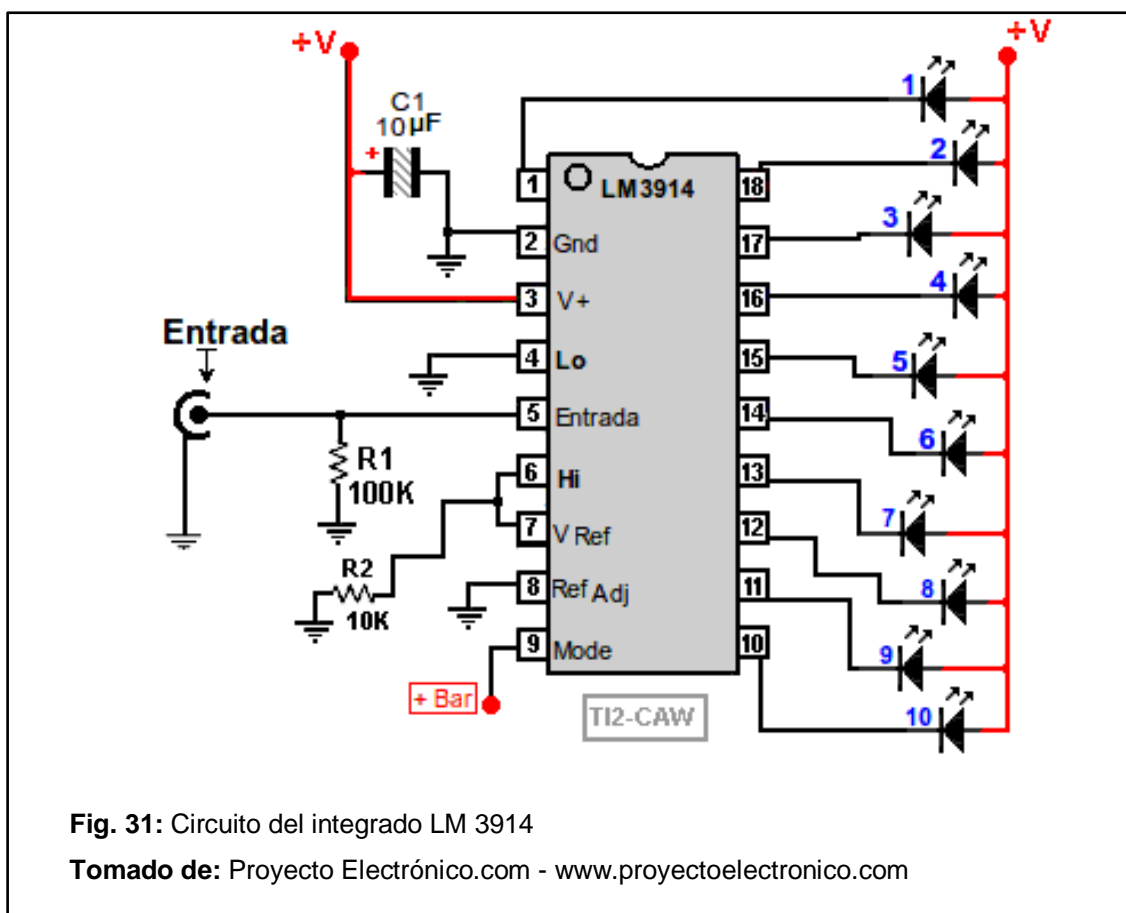
b. Medidor del nivel de agua

Para obtener el nivel de agua se va a utilizar circuitos comparadores para 5 niveles distintos del tanque cada uno ubicado a lo alto del tanque separados la misma distancia es decir se tendrá niveles del 20% del total del tanque.

Tabla 11. Elementos del medidor de nivel de agua

| GRÁFICO | ELEMENTO | DESCRIPCION |
|---|------------------------------|---|
|  | Amplificadores Operacionales | El integrado LM 3914 que está compuesto de 10 amplificadores operacionales para realizar la comparación. |
|  | Resistencias | Resistencias de 100k y 10k que servirán como limitadores de corriente para los Leds. |
|  | Leds | Leds para visualizar el nivel en que se encuentra el tanque y para visualizar que electro válvula se encuentra abierta y por lo tanto cuál está sirviendo de alimentación para el sistema de riego. |
|  | Capacitor | Un capacitor de 10 uF, este servirá como filtro para atenuar el ruido de la fuente y obtener una mejor señal de voltaje. |

Así quedará el circuito completo para medición de nivel.



c. Selector de válvula:

Para su diseño se emplearán circuitos comparadores con amplificadores operacionales y la lógica de diseño será:

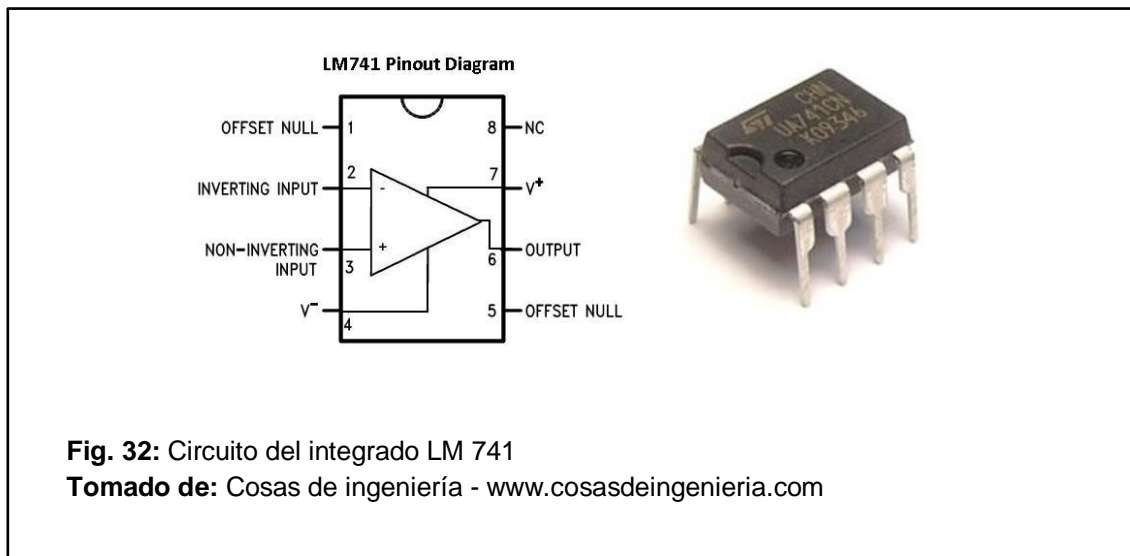
Tabla 12. Activación de electroválvulas según nivel de agua en cisterna

| Nivel del tanque | Válvula seleccionada |
|------------------|---------------------------------------|
| Menor al 10 % | V1 (De la toma de agua potable) |
| Mayor al 20 % | V2 (Del agua almacenada en el tanque) |

Elementos:

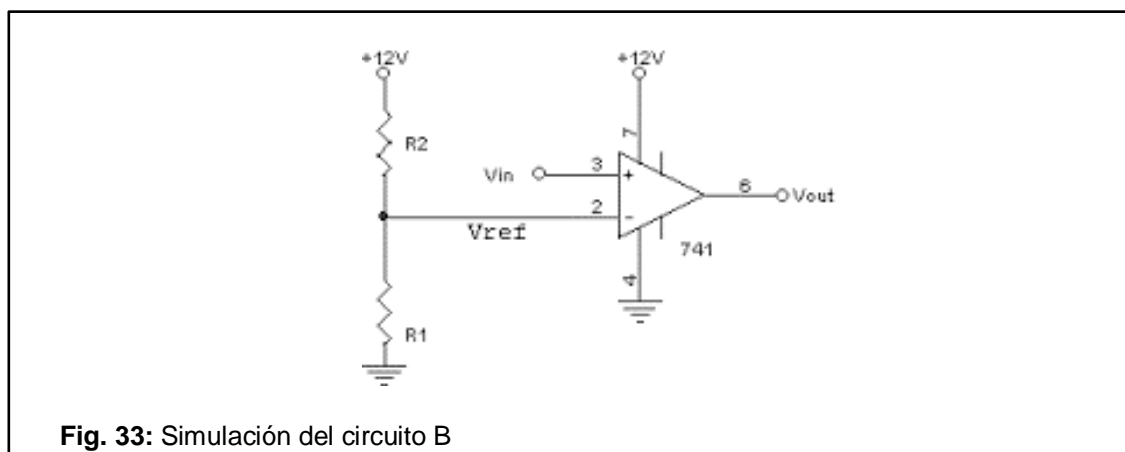
- **Amplificadores Operacionales:**

Se utilizarán los integrados LM 741 que consta de un amplificador operacional por cada integrado.



El indicador de nivel proporcionará un voltaje variable de 0 a 10 V conforme varíe el nivel del tanque, entonces para cumplir las condiciones especificadas se tendrá:

La Válvula 2 funcionará cuando el voltaje sea mayor a 2V correspondiente al 20% del tanque:



Calculo:

$$V_{ref} = 2$$

$$V_{ref} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 12 \quad (\text{Ecuación 18})$$

Si $R_1 = 1k\Omega$

$$R_2 = \frac{R_1 (12 - V_{ref})}{V_{ref}}$$

$$R_1 = \frac{1k \cdot 12 - 2}{2}$$

$$R_1 = 5k\Omega$$

Entonces: $R_1 = 4,7k\Omega$

La válvula 1 funcionara cuando el voltaje sea menor a 1V correspondiente al 10% del tanque:

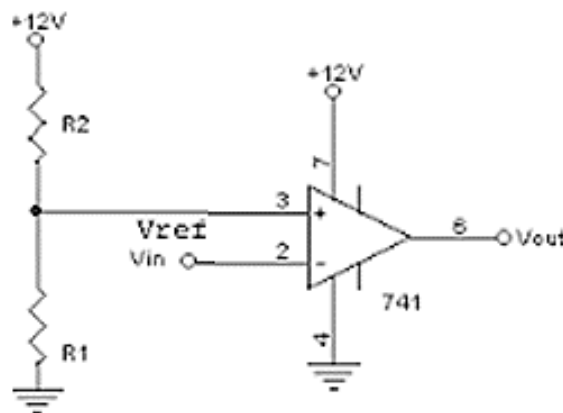


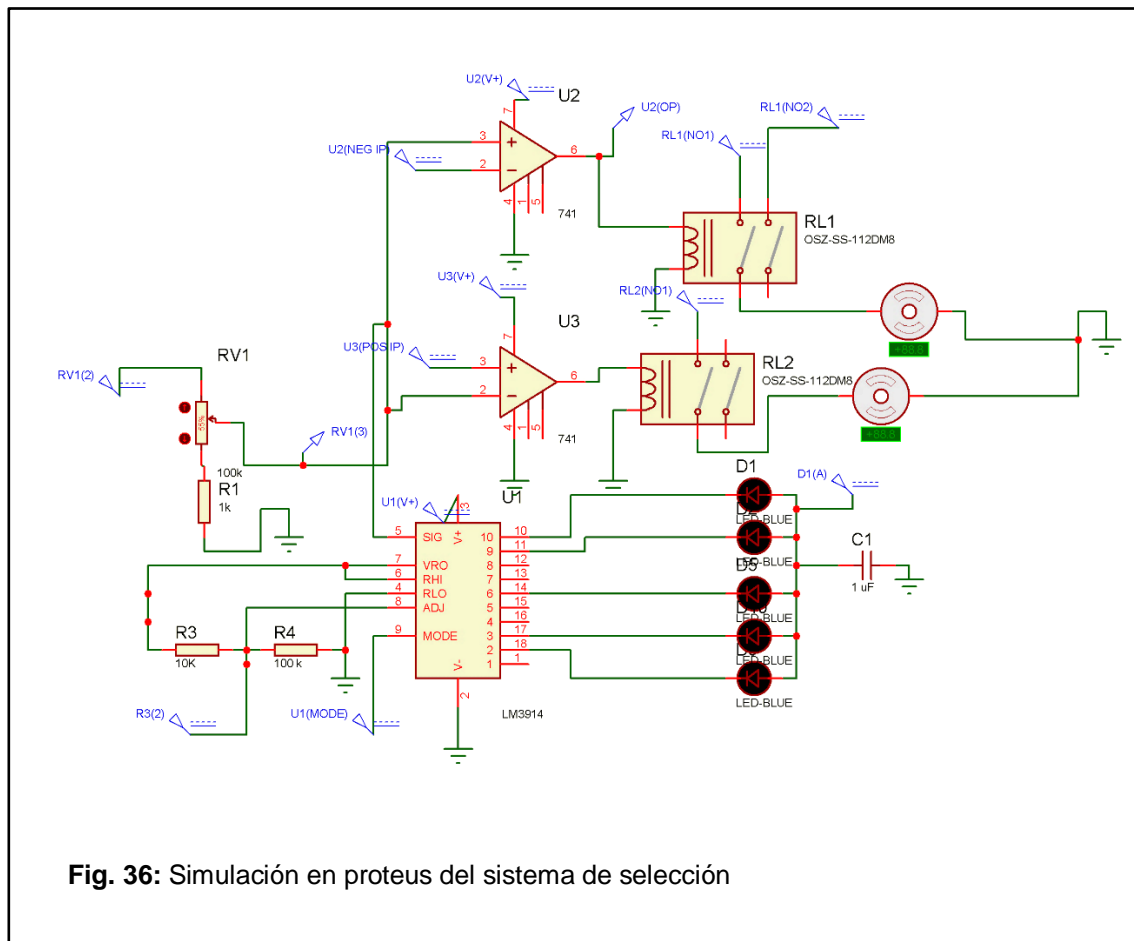
Fig. 34: Simulación del circuito C

Calculo:

$$V_{ref} = 1$$

$$V_{ref} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 12$$

El diseño completo simulado queda así:



4.5. Manual de funcionamiento

Los manuales de funcionamiento de los equipos y las fichas técnicas con las especificaciones de cada producto se encuentran anexas al final del documento.

CAPITULO V

5. COSTOS DEL PROYECTO

5.1. Análisis de costos

A continuación se detallan todos los gastos generados en la elaboración del proyecto tanto en sus equipos, materiales y mano de obra.

Tabla 13: Costos del proyecto

| A. MATERIALES | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-----------------------|-------|----------|-----------|
| No. | MATERIAL | UNIDAD | CANT. | P.U. | TOTAL |
| 1 | TUBERIA PVC 1½" | 81 UNIDADES (3m) | 81 | \$ 8,95 | \$ 724,95 |
| 2 | TUBERIA PVC 4" | 10 UNIDADES (3m) | 10 | \$ 13,95 | \$ 139,50 |
| 3 | TUBERIA PVC 2 ½" | 2 UNIDAES (3m) | 2 | \$ 12,95 | \$ 25,90 |
| 4 | PEGA TUBO PVC | gal. | 2 | \$ 59,00 | \$ 118,00 |
| 5 | CODOS PVC | 12 UNIDADES (1 ½") | 12 | \$ 1,80 | \$ 21,60 |
| | | 4 (4") | 4 | \$ 3,80 | \$ 15,20 |
| 6 | TEE | 48 (1 ½") | 48 | \$ 2,10 | \$ 100,80 |
| | | 1 (4") | 1 | \$ 4,90 | \$ 4,90 |
| 7 | FILTROS PLUVIALES | Uni. | 2 | \$ 70,00 | \$ 140,00 |
| 8 | SIFON | Uni. | 1 | \$ 0,40 | \$ 0,40 |
| 9 | VALVULAS ANTIRETORNO | Uni. | 3 | \$ 14,90 | \$ 44,70 |
| 10 | LLAVES DE CIERRE | Uni. | 2 | \$ 13,90 | \$ 27,80 |
| 11 | ARENA | M3 | 9 | \$ 12,50 | \$ 112,50 |
| 12 | MALLA ELECTROSOLDADA PANEL | Uni. (6m) | 1 | \$ 28,00 | \$ 28,00 |
| 13 | BLOQUE PRENSADO 20x40x15 | Uni. | 170 | \$ 0,30 | \$ 51,00 |
| 14 | VIGAS 15x15 DE 9mm de 6.5 m | Uni | 4 | \$ 17,00 | \$ 68,00 |
| 15 | RIPIO | M ³ | 5 | \$ 12,50 | \$ 62,50 |
| 16 | CEMENTO PORTLAND 50Kg | SACOS | 8 | \$ 7,85 | \$ 62,80 |

| | | | | | |
|--------------|-------------------------|----------------|---|----------|--------------------|
| 17 | IMPERMEABILIZANTE | Kg | 4 | \$ 6,25 | \$ 25,00 |
| 18 | ARENA FINA PARA ENLUCIR | M ³ | 1 | \$ 12,50 | \$ 12,50 |
| TOTAL | | | | | \$ 1.786,05 |

| B. EQUIPOS | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------|-------|-----------|--------------------|
| No. | EQUIPO | UNIDAD | CANT. | P.U. | TOTAL |
| 19 | PROGRAMADOR PRO-C | Uni. | 1 | \$ 119,00 | \$ 119,00 |
| 20 | SENSOR SOIL-CLIK | Uni. | 1 | \$ 55,00 | \$ 55,00 |
| 21 | DIFUSORES | Uni. | 46 | \$ 9,50 | \$ 437,00 |
| | ECO-ROTATOR | | | | |
| 22 | CONTROLADOR DE ABASTECIMIENTO | Uni. | 1 | \$ 120,00 | \$ 120,00 |
| 23 | BOMBA HIDRONEUMATICA 1 HP | Uni. | 1 | \$ 250,00 | \$ 250,00 |
| 24 | ELECTROVALVULAS | Uni. | 5 | \$ 90,95 | \$ 454,75 |
| TOTAL | | | | | \$ 1.435,75 |

| C. MANO DE OBRA | | | | | |
|------------------------|----------------------|--------|-------|-----------|------------------|
| No. | DESCRIPCION | UNIDAD | CANT. | P.U. | TOTAL |
| 25 | EJECUTOR DE PROYECTO | Global | 1 | \$ 500,00 | \$ 500,00 |
| 26 | MAESTRO ALBAÑIL | Semana | 2 | \$ 140,00 | \$ 280,00 |
| 27 | AYUDANTE | Semana | 2 | \$ 80,00 | \$ 160,00 |
| TOTAL | | | | | \$ 940,00 |

| | |
|---------------------|--------------------|
| PRECIO TOTAL | \$ 4.161,80 |
|---------------------|--------------------|

El valor que se deberá cancelar por cada una de las viviendas (9 casas), para la implementación del sistema de riego será de **\$ 462,42**.

5.2 CONCLUSIONES

- Analizar la problemática y requerimientos existentes al iniciar un proyecto es muy importante, pues de esta manera se podrá determinar el tipo de equipos a emplear y el método de riego más adecuado según el tipo de área a regar.
- Conocer el tipo de clima es fundamental al momento de diseñar un sistema de riego sustentable, pues de este elemento dependerá el dimensionamiento de la cisterna, el área destinada para la captación de agua lluvia y si es o no factible implementar un sistema de riego con recolección de agua lluvia, pues hay sectores donde el clima es favorable y en otros la precipitación pluvial es baja.
- Se pudo conocer que actualmente en el mercado existe una gran variedad de equipos y materiales para la instalación de sistemas de riego, se encuentran de diferentes modelos, marcas, precios y funciones que se ajustan a las necesidades del cliente, a las dimensiones del terreno y al tipo de plantación.
- La cantidad de agua que se podría ahorrar mediante el presente diseño de captación de agua lluvia es de aproximadamente **270.000 litros al año**, generando un ahorro económico en el gasto de agua potable de aproximadamente: **\$ 135 al año**, considerando que el precio del agua en la ciudad de Quito es de \$ 0,50 el m³.
- El desarrollo del presente proyecto permitió su autor poner en práctica los conocimientos adquiridos en su formación universitaria demostrando que está capacitado para dar soluciones prácticas relacionadas a la construcción civil y la domótica.

5.3 RECOMENDACIONES

- En un futuro próximo todas las construcciones en nuestro país deberían proyectarse al desarrollo sustentable y crear las leyes en las cuales se contemplen normas que regulen el buen uso y aprovechamiento del agua potable y del tratamiento de las aguas residuales; se deberán generar sanciones a los que la incumplan.
- Determinar mediante planos las áreas por donde se encuentran enterradas las tuberías, líneas de gas, teléfono y otros servicios públicos para evitar daños en los mismos.
- Considerar las medidas y normas necesarias de seguridad al momento de trabajar con agua o electricidad, recuerde cortar el flujo de agua y luz al momento instalar los equipos.
- Programar la hora del riego para que se realice temprano en la mañana o por la noche, ya que son momentos recomendables, pues hay menos viento y se pierde menos agua por evaporación, además existe mayor presión en la red de agua potable. Al regar en pleno día se evapora aproximadamente un 30% del agua antes de que esta sea absorbida por las raíces de las plantas.
- Mediante talleres, campañas de socialización u otras actividades demostrar las ventajas que ofrece la automatización y sustentabilidad en los sistemas de riego con respecto a los sistemas conocidos tradicionalmente.
- Es muy importante realizar el estudio minucioso sobre la cantidad de agua necesaria que debe suministrar a los diferentes tipos de plantas y cultivos, la capacidad de absorción de agua según el tipo de suelo y procedimientos para la determinar la evapotranspiración real en nuestro país, pues únicamente se posee métodos indirectos o empíricos.

5.4 REFERENCIAS

- Álvaro, A. Á. (2014). *Operaciones básicas para la instalación de jardines, parques y zonas verdes*. IC Editorial.
- CONAGOPARE. (2014-2019). *Gobierno Autonomo Descentralizado De Conocoto*. Obtenido de <http://conocoto.gob.ec/pichincha/>
- Coordinadores: Ruiz Canales, A., & Molina Martínez, J. M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Mexico: Marcombo.
- Elías, C. X. (2012). *La vivienda y el confort: Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- HUNTER INDUSTRIES. (2014). Manual de Diseño de un Sistema de Riego Residencial. *HUNTER*.
- Jaime, P. B. (2004). *El agua. Sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Keipi, K. (2000). *Políticas forestales en América Latina*,. Washington DC.
- Manuel, M. (2013). *Proyecto y diseño de áreas verdes*. Madrid: Ediciones Mundi Presna.
- Ruben, S. (2009). *Automatización de viviendas y edificios*. Madrid: Ediciones Ceac.
- Sans Fonfría Ramón, P. R. (1989). *Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos*. Mexico: Marcombo.
- SEDEMA. (2015). *SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE -MÉXICO*. Obtenido de <http://www.sedema.df.gob.mx/>
- Universidad de la República de Uruguay. (s.f.). *Necesidades de agua en parques y jardines*:. Obtenido de Unidad de Hidrología, Facultad de Agronomía : <http://www.fagro.edu.uy>

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. (s.f.). *BIBLIOTECA VIRTUAL (TESIS)*. Obtenido de ANEXO N° 8: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y del sistema contra incendios:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/monge_t_m/anexo-8.pdf

Zetina, Á. (2004). *Electrónica básica*. MEXICO D.F.: LIMUSA S.A.

ANEXOS

ANEXO 01 (RESULTADOS Y ANÁLISIS)

- **Discusión de resultados**

Según los últimos datos de Información Ambiental de Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), siete de cada diez hogares en Ecuador no realizan ninguna práctica de ahorro de agua.

En el 2012, el **27,6%** de los hogares ecuatorianos tenía alguna práctica de ahorro de agua, 21,3 puntos menos que el porcentaje de hogares registrados en el 2011 cuando la cifra alcanzaba al **48,9%**.

El estudio, que fue realizado en diciembre de 2012, se hizo en 21.768 hogares a personas de 5 años y más, a nivel nacional, regional, provincial, de nivel urbano y rural. La investigación analiza: agua, energía, hábitos, transporte, residuos sólidos, espacios verdes y áreas protegidas.

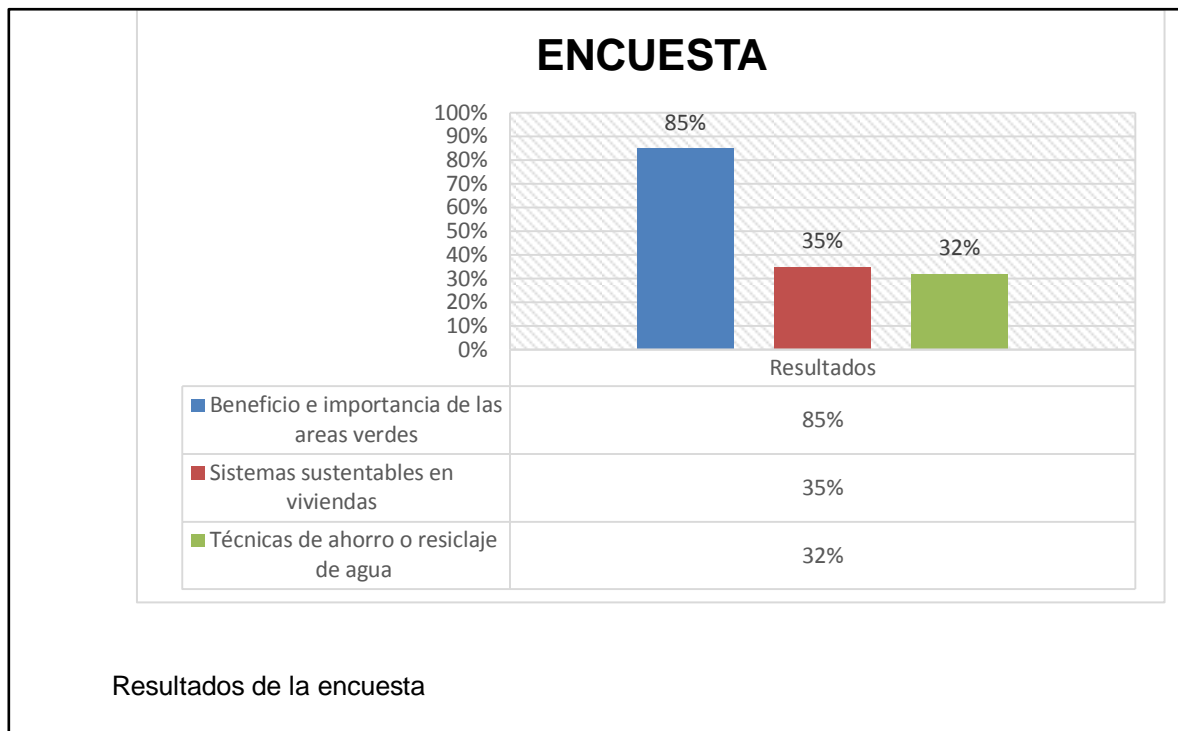
Previo a la elaboración del presente proyecto se realizó una encuesta a los habitantes del conjunto Aranjuez, familiares y amigos que viven por el sector de Conocoto o que residen en un algún otro conjunto residencial de la ciudad.

La encuesta elaborada fue elaborada a un total de 40 personas y hacía referencia a las siguientes preguntas:

1. ¿Son importantes las áreas verdes y jardines?
2. ¿Qué beneficios brindan las áreas verdes y jardines?
3. ¿Qué es un sistema sustentable o sostenible para las viviendas?
4. ¿Conoce usted técnicas para el ahorro o reciclaje de agua?

- **Resultados:**

- El **85%** de los encuestados tiene conocimiento claro sobre la importancia y los beneficios de las áreas verdes.
- El **35%** de personas tiene una idea clara sobre lo que son sistemas sustentables o sostenibles en las viviendas.
- El **32%** de los encuestados ha escuchado y han aplicado técnicas para ahorrar agua.



Luego de investigar y dar a conocer a las personas sobre métodos para el aprovechamiento de agua lluvia o residuales, analizando la cantidad aproximada de agua que se podría ahorrar durante el año y los beneficios económicos que estos representan, se obtuvieron los siguientes resultados:

El **95%** de personas implementaría de acuerdo en implementar un sistema que permita la reutilización de recursos hídricos. Llegando a la conclusión de que las personas por desconocimiento o falta de asesoría en temas de sustentabilidad no aplican las técnicas de reciclaje o reutilización de agua de las viviendas.

ANEXO 02
(FORMATO DE ENCUESTA)

ENCUESTA

El propósito de la presente encuesta es conocer su criterio en cuanto al cuidado de áreas verdes, específicamente dentro de su conjunto habitacional. No hay respuestas correctas o equivocadas. Su opinión es valiosa para nosotros, apreciamos su apoyo.

1. ¿Posee dentro de su conjunto habitacional espacios verdes y jardines?

2. ¿Considera que los espacios verdes son importantes?

SI

NO

¿Por qué?

3. ¿Conoce usted sobre los beneficios que brindan los espacios verdes?

4. ¿Conoce el significado de la palabra sustentabilidad o sostenibilidad en las viviendas?

SI

NO

Ejemplos: _____

5. ¿Conoce usted técnicas para el ahorro o reciclaje de agua?

6. ¿Considera usted que es importante el cuidado del agua?

SI

NO

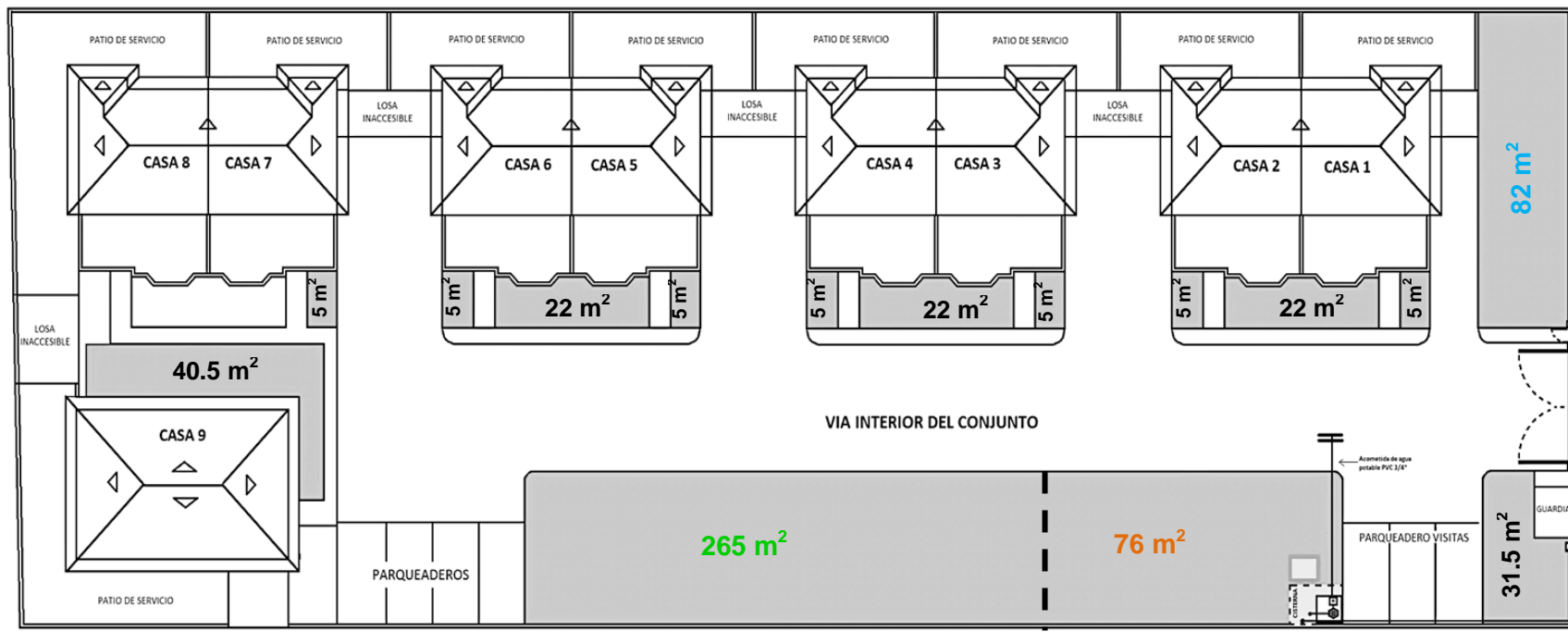
¿Por qué?

7. ¿Consideraría usted el reciclaje de agua lluvia como una opción ideal para el cuidado de espacios verdes? De una opinión.

ANEXO 03

| CRONOGRAMA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|
| No. | ACTIVIDAD | SEMANA 1 | | | | | | | SEMANA 2 | | | | | | |
| | | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D |
| 1 | Inspección y análisis de lugar de trabajo para determinar requerimientos y diseño. | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Dimensionamiento y trazos de las áreas a trabajar. | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Cotización y adquisición de materiales, equipos, accesorios y herramientas. | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Excavación y construcción de cisterna | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Retiro del césped, cavado de zanjas de 25 cm a 30 cm de profundidad para tuberías. | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Instalación de tuberías y accesorios. | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Instalación de bomba, válvulas y conexión a suministro de agua principal. | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Instalación de electroválvulas y controlador para cambio de suministro. | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Montaje y programación de controlador, sensor de humedad y colocación de aspersores. | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Prueba de funcionamiento del sistema. | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Llenado de cisterna y conexión a bomba de presión y electroválvulas. | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Limpieza del terreno y acoplamiento de césped y sembríos. | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Pruebas finales de funcionamiento y programación. | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Entrega de proyecto y capacitación sobre usos y funcionamiento del proyecto. | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 04
(SUPERFICIES DE LAS ÁREAS A INTERVENIR)



| ESPACIO | ÁREAS |
|-------------------|--------------------------|
| Jardines | 173 m ² |
| Cancha | 265 m ² |
| Juegos infantiles | 76 m ² |
| Comunal | 82 m ² |
| TOTAL: | 596 m² |

ANEXO 05

(CÁLCULO APROXIMADO DE CONSUMO Y AHORRO DE AGUA)

| Mes | Pluviometría mensual (mm) | Área de captación en m2 | Cantidad de agua captada en litros | CD (l/m2/día) | Días de riego al mes | CM (l/m2/mes) | M ² | Agua necesaria al mes | Consumo de agua potable | Diferencia | Costo agua potable (\$0,50 m3) | Costo sin ahorro | Ahorro por agua lluvia |
|--------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------|------------------|------------------------|
| ENE | 115,8 | 212 | 24549,6 | 9 | 9 | 81 | 596 | 48276 | 23726,4 | -23726,4 | \$ 11,86 | \$ 24,14 | \$ 12,27 |
| FEB | 124,4 | | 26372,8 | 9 | 9 | 81 | | 48276 | 21903,2 | -21903,2 | \$ 10,95 | \$ 24,14 | \$ 13,19 |
| MAR | 195,7 | | 41488,4 | 5 | 6 | 30 | | 17880 | 0 | 23608,4 | \$ - | \$ 8,94 | \$ 8,94 |
| ABR | 196,5 | | 41658 | 5 | 6 | 30 | | 17880 | 0 | 23778 | \$ - | \$ 8,94 | \$ 8,94 |
| MAY | 109,4 | | 23192,8 | 9 | 9 | 81 | | 48276 | 25083,2 | -25083,2 | \$ 12,54 | \$ 24,14 | \$ 11,60 |
| JUN | 27,8 | | 5893,6 | 13 | 15 | 195 | | 116220 | 110326,4 | -110326,4 | \$ 55,16 | \$ 58,11 | \$ 2,95 |
| JUL | 20,9 | | 4430,8 | 13 | 15 | 195 | | 116220 | 111789,2 | -111789,2 | \$ 55,89 | \$ 58,11 | \$ 2,22 |
| AGO | 41,7 | | 8840,4 | 13 | 15 | 195 | | 116220 | 107379,6 | -107379,6 | \$ 53,69 | \$ 58,11 | \$ 4,42 |
| SEP | 108,9 | | 23086,8 | 5 | 6 | 30 | | 17880 | 0 | 5206,8 | \$ - | \$ 8,94 | \$ 8,94 |
| OCT | 215,3 | | 45643,6 | 5 | 6 | 30 | | 17880 | 0 | 27763,6 | \$ - | \$ 8,94 | \$ 8,94 |
| NOV | 64,5 | | 13674 | 13 | 15 | 195 | | 116220 | 102546 | -102546 | \$ 51,27 | \$ 58,11 | \$ 6,84 |
| DIC | 143,5 | | 30422 | 9 | 9 | 81 | | 48276 | 17854 | -17854 | \$ 8,93 | \$ 24,14 | \$ 15,21 |
| TOTAL | 1364,4 | | 289252,8 | | | | | 729504 | 520608 | -440251 | \$ 260,30 | \$ 364,75 | \$ 104,45 |

ANEXO 06

(Listado de manuales adjuntos)

- 1.-** Bomba centrífuga de acero inoxidable de una sola etapa, marca LEO de 1HP, modelo: XMS70/0.75.

- 2.-** Difusores ECO-ROTAROR de HUNTER.

- 3.-** Programador de riego para áreas residenciales y comerciales PRO-C, marca HUNTER.

- 4.-** Sensor de humedad del suelo SOIL-CLIK, Marca HUNTER.

Bombas centrífugas de acero inoxidable de una sola etapa

CARACTERÍSTICAS

- XMS series, son bombas centrífugas de una etapa, aspiración axial y función de descarga radial
- Estructura compacta, instalación coaxial. La bomba está conectada directamente con el motor.
- De fácil instalación con rosca en la entrada y salida de la bomba
- Estructura ligera armada a presión
- Componentes resistentes a la corrosión de acero inoxidable AISI304 o AISI316

APLICACIONES

- Presurización y bombeo industrial de agua potable u otros líquidos
- Tratamiento de agua
- Sistema de circulación de agua
- Riego agrícola
- Entre otras aplicaciones

SOPORTES DE BOMBEO

- El líquido debe estar limpio, sin combustibles, libre de contaminantes como fibras y partículas sólidas.
- Las bombas LEO, son aptas para dispersar líquidos livianos de corrosividad media
- La densidad del medio de transmisión deberá ser menor al de el agua limpia y la viscosidad próxima al de el agua, caso contrario deberá usar un motor con potencia de salida superior.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Temperatura del líquido: -10°C \rightarrow $+85^{\circ}\text{C}$
- Temperatura del ambiente: hasta $+40^{\circ}\text{C}$
- Altitud: hasta 1000 m
- Presión máxima de operación: 8 BAR

MOTOR

- Motor TEFC de 2 polos, 1 HP, 0.75 KW
- Clase de protección: IP55
- Clase de aislamiento: 155
- Voltaje standar: 60 Hz, 110 V / 220 V

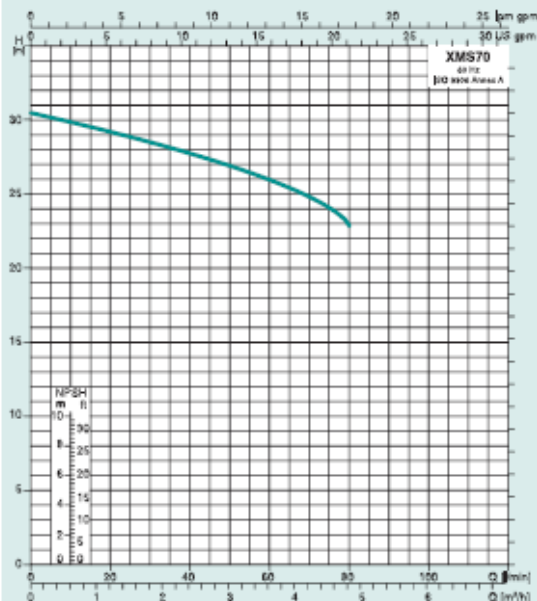
REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN

- La bomba se fija en una base horizontal estable
- Durante la instalación, tener en cuenta que la tensión de la tubería no afecte a la bomba
- Ubicar la bomba en una área ventilada libre de frío extremo para asegurar un correcto funcionamiento del motor
- El cableado eléctrico debe garantizar que la bomba no se dañe por falta de fase, voltaje inestable, fuga de corriente y sobrecarga

DIRECTRICES DE LAS CURVAS DE RENDIMIENTO

- De conformidad con la norma ISO 9906, Anexo A
- Todas las curvas se han realizado a $2 \times 110 / 220\text{ V}$ a una velocidad constante de 2850 rpm
- Las medidas se han realizado con agua sin aire a una temperatura de 20°C y una viscosidad cinemática de $1\text{ mm}^2/\text{s}$
- Revisar el rango de desarrollo de operaciones de la bomba para prevenir una sobrecarga causada por el uso indebido

XMS70/0.75



Los chorros giratorios ofrecen una excelente resistencia al viento, aplican agua a un ritmo más lento y consumen un 30 por ciento menos de agua que los difusores convencionales.

La doble filtración duplica la protección frente a la acumulación de residuos.

La velocidad de aplicación del Eco Rotator es siempre uniforme y se ajusta a cualquier arco o radio.

Cuenta con una tapa del cuerpo sólida para una duración máxima y una sencilla instalación.

Dispone de una carraca de dos piezas para un rendimiento fiable garantizado.



Gráficos y especificaciones

Datos de rendimiento de Eco Rotator: métrico

| ECO-04-1090 | | | | | | ECO-04-2090 | | | | | | ECO-04-3090 | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|--------------|------------|---------------|---------------|-----------------------------------|------|------------------|--------------|------------|---------------|-----------------------------------|---------------|------|------------------|--------------|------------|---------------|---------------|---------------|----|----|
| Radio: 2,5 a 4,6 m | | | | | | Radio: 4 a 6,4 m | | | | | | Radio: 6,7 a 9,1 m | | | | | | | | | | |
| Arco ajustable y círculo completo | | | | | | Arco ajustable y círculo completo | | | | | | Arco ajustable y círculo completo | | | | | | | | | | |
| Código de color: granate | | | | | | Código de color: negro | | | | | | Código de color: azul | | | | | | | | | | |
| Arco | Presión bares | Flujo l/s | Radio m | Caudal LPH | Caudal LPM | Flujo mm/h | Arco | Presión bares | Flujo l/s | Radio m | Caudal LPH | Caudal LPM | Flujo mm/h | Arco | Presión bares | Flujo l/s | Radio m | Caudal LPH | Caudal LPM | Flujo mm/h | | |
| 90° | 1,75 | 175 | — | — | — | — | 5,2 | 71 | 1,16 | 11 | 12 | 7,6 | 158 | 2,63 | 11 | 13 | 7,6 | 158 | 2,63 | 11 | 13 | |
| | 2,00 | 200 | 3,7 | 36 | 0,61 | 11 | 12 | 5,5 | 74 | 1,23 | 10 | 11 | 8,2 | 166 | 2,77 | 10 | 11 | 8,2 | 166 | 2,77 | 10 | 11 |
| | 2,25 | 225 | 3,8 | 38 | 0,63 | 10 | 12 | 5,6 | 80 | 1,33 | 10 | 12 | 8,4 | 175 | 2,92 | 10 | 12 | 8,4 | 175 | 2,92 | 10 | 12 |
| | 2,50 | 250 | 4,0 | 41 | 0,68 | 10 | 12 | 5,8 | 86 | 1,43 | 10 | 12 | 8,5 | 185 | 3,08 | 10 | 12 | 8,5 | 185 | 3,08 | 10 | 12 |
| | 2,75 | 275 | 4,1 | 42 | 0,70 | 10 | 11 | 6,1 | 91 | 1,52 | 10 | 11 | 9,1 | 195 | 3,25 | 9 | 11 | 9,1 | 195 | 3,25 | 9 | 11 |
| 180° | 3,00 | 300 | 4,3 | 44 | 0,73 | 10 | 11 | 6,4 | 94 | 1,57 | 9 | 11 | 9,1 | 203 | 3,38 | 10 | 11 | 9,1 | 203 | 3,38 | 10 | 11 |
| | 3,25 | 325 | 4,3 | 45 | 0,75 | 10 | 11 | 6,6 | 97 | 1,62 | 9 | 10 | 9,1 | 212 | 3,53 | 10 | 12 | 9,1 | 212 | 3,53 | 10 | 12 |
| | 3,50 | 350 | 4,4 | 47 | 0,78 | 10 | 11 | 6,7 | 101 | 1,68 | 9 | 10 | 9,1 | 220 | 3,67 | 11 | 12 | 9,1 | 220 | 3,67 | 11 | 12 |
| | 3,75 | 375 | 4,6 | 49 | 0,81 | 9 | 11 | 6,7 | 106 | 1,77 | 9 | 11 | 9,1 | 228 | 3,80 | 11 | 13 | 9,1 | 228 | 3,80 | 11 | 13 |
| | 3,75 | 375 | — | — | — | — | — | 4,9 | 133 | 2,22 | 11 | 12 | 7,6 | 329 | 5,48 | 11 | 13 | 7,6 | 329 | 5,48 | 11 | 13 |
| 210° | 2,00 | 200 | 3,7 | 32 | 1,20 | 11 | 12 | 5,2 | 141 | 2,35 | 11 | 13 | 8,2 | 353 | 5,88 | 10 | 12 | 8,2 | 353 | 5,88 | 10 | 12 |
| | 2,25 | 225 | 3,8 | 36 | 1,27 | 10 | 12 | 5,3 | 150 | 2,50 | 11 | 13 | 8,4 | 373 | 6,22 | 11 | 12 | 8,4 | 373 | 6,22 | 11 | 12 |
| | 2,50 | 250 | 4,0 | 41 | 1,35 | 10 | 12 | 5,5 | 160 | 2,67 | 11 | 12 | 8,5 | 393 | 6,55 | 11 | 12 | 8,5 | 393 | 6,55 | 11 | 12 |
| | 2,75 | 275 | 4,1 | 44 | 1,40 | 10 | 11 | 5,8 | 168 | 2,80 | 10 | 12 | 9,1 | 413 | 6,88 | 10 | 11 | 9,1 | 413 | 6,88 | 10 | 11 |
| | 3,00 | 300 | 4,3 | 48 | 1,46 | 10 | 11 | 6,1 | 174 | 2,90 | 10 | 11 | 9,1 | 431 | 7,18 | 10 | 12 | 9,1 | 431 | 7,18 | 10 | 12 |
| 210° | 3,25 | 325 | 4,3 | 51 | 1,51 | 10 | 11 | 6,2 | 182 | 3,03 | 9 | 11 | 9,1 | 449 | 7,48 | 11 | 12 | 9,1 | 449 | 7,48 | 11 | 12 |
| | 3,50 | 350 | 4,4 | 54 | 1,56 | 10 | 11 | 6,4 | 189 | 3,15 | 9 | 10 | 9,1 | 466 | 7,77 | 11 | 13 | 9,1 | 466 | 7,77 | 11 | 13 |
| | 3,75 | 375 | 4,6 | 57 | 1,62 | 9 | 11 | 6,4 | 193 | 3,22 | 9 | 11 | 9,1 | 481 | 8,02 | 12 | 13 | 9,1 | 481 | 8,02 | 12 | 13 |
| | 1,75 | 175 | — | — | — | — | — | 4,9 | 135 | 2,58 | 11 | 12 | 7,6 | 284 | 6,40 | 11 | 13 | 7,6 | 284 | 6,40 | 11 | 13 |
| | 2,00 | 200 | 3,7 | 35 | 1,41 | 11 | 13 | 5,2 | 145 | 2,75 | 11 | 13 | 8,2 | 411 | 6,85 | 10 | 12 | 8,2 | 411 | 6,85 | 10 | 12 |
| 2,25 | 225 | 3,8 | 39 | 1,48 | 10 | 12 | 5,3 | 175 | 2,92 | 11 | 13 | 8,4 | 436 | 7,27 | 11 | 12 | 8,4 | 436 | 7,27 | 11 | 12 | |
| 2,50 | 250 | 4,0 | 45 | 1,58 | 10 | 12 | 5,5 | 185 | 3,08 | 10 | 12 | 8,5 | 459 | 7,65 | 11 | 12 | 8,5 | 459 | 7,65 | 11 | 12 | |
| 2,75 | 275 | 4,1 | 48 | 1,63 | 10 | 11 | 5,8 | 195 | 3,25 | 10 | 12 | 9,1 | 481 | 8,02 | 10 | 11 | 9,1 | 481 | 8,02 | 10 | 11 | |
| 3,00 | 300 | 4,3 | 52 | 1,71 | 10 | 11 | 6,1 | 205 | 3,42 | 10 | 11 | 9,1 | 502 | 8,37 | 10 | 12 | 9,1 | 502 | 8,37 | 10 | 12 | |
| 3,25 | 325 | 4,3 | 56 | 1,76 | 10 | 11 | 6,2 | 214 | 3,57 | 9 | 11 | 9,1 | 523 | 8,72 | 11 | 12 | 9,1 | 523 | 8,72 | 11 | 12 | |
| 3,50 | 350 | 4,4 | 59 | 1,82 | 10 | 11 | 6,4 | 222 | 3,70 | 9 | 10 | 9,1 | 542 | 9,03 | 11 | 13 | 9,1 | 542 | 9,03 | 11 | 13 | |
| 3,75 | 375 | 4,6 | 63 | 1,89 | 9 | 11 | 6,4 | 228 | 3,80 | 10 | 11 | 9,1 | 562 | 9,37 | 12 | 13 | 9,1 | 562 | 9,37 | 12 | 13 | |

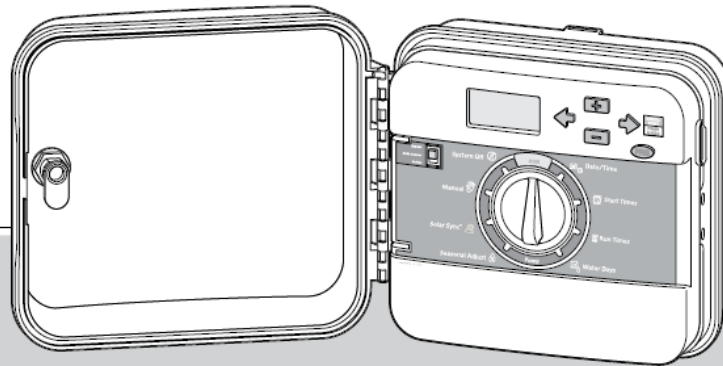
CONSTRUCTOR DE ESPECIFICACIONES

| MODELO | CARACTERÍSTICAS | OPCIONES |
|-----------------------------|--------------------------|--|
| ECO Conector: hembra 'N' | 04 - Emergencia de 10 cm | 1090 - MP1000 desde 90° hasta 210° 2090 - MP2000 desde 90° hasta 210° 3090 - MP3000 desde 90° hasta 210° |
| ECO | 04 | 1090 |

LISTADO ► **ECO - 04 - 1090**

PRO-C[®]

Programador de riego para áreas
residenciales y comerciales



Serie PC
Programador modular
Modelos para interiores/exteriores

Manual del usuario e instrucciones para la instalación

Hunter[®]

Especificaciones

Especificaciones de funcionamiento

- **Tiempo de riego de la estación:** de 1 minuto a 6 horas en los programas A, B y C
- **Hora de arranque:** 4 al día por programa hasta un máximo de 12 arranques por día
- **Programa de riego:** calendario de 7 días, riego por intervalos de hasta 31 días o programación en días pares o impares, posible a través del reloj/calendario de 365 días

Especificaciones eléctricas

- **Entrada del transformador:** 120 VCA, 60 hz (230 VCA, 50/60 hz, uso internacional)
- **Salida del transformador:** 24 VCA, 1 amperios
- **Salida de la estación:** 24 VCA, 0.56 amperios por estación
- **Salida máxima:** 24 VCA, 0.84 amperios (incluido el circuito de la válvula maestra)
- **Pila:** pila alcalina de 9 voltios (no incluida) utilizada únicamente para programación sin corriente alterna; la memoria no volátil mantiene la información del programa
- Pila interna CR2032 de litio del panel frontal para el reloj en tiempo real

Dimensiones de los armarios

Altura: 23 cm (9")
Ancho: 21.5 cm (10")
Profundidad: 10.9 cm (4.5")

La caja exterior cumple con los estándares NEMA 3R e IP44.

Ajustes predeterminados

Todas las estaciones están configuradas con el tiempo de riego en cero. Este programador cuenta con una memoria no volátil que retiene todos los datos de programación, incluso durante apagones y sin necesidad de pilas.

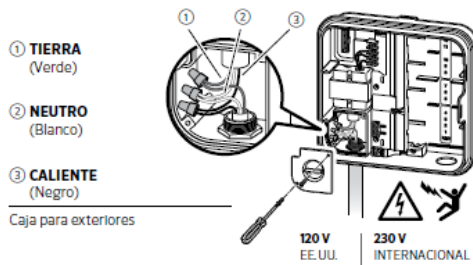
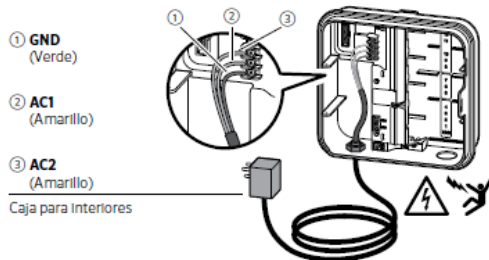
Limpieza

Utilice solamente un paño humedecido con agua enjabonada para limpiarlo.

Conexión a la alimentación eléctrica

Caja para interiores

Introduzca el cable del transformador por el orificio ubicado en el área inferior izquierda del programador y conecte un cable **amarillo** a cada uno de los tornillos marcados con **AC** y el cable **verde** al terminal **GND**.



Únicamente debe ser realizado por un electricista certificado.

Cuando instale el cableado de corriente alterna, siempre utilice conductos de 1/2" (13 mm) aprobados por UL con un adaptador macho. Los programadores Pro-C/PCC están diseñados para recibir el suministro de corriente alterna con un dispositivo de protección por sobrecarga de clase 15A.

Caja para exteriores

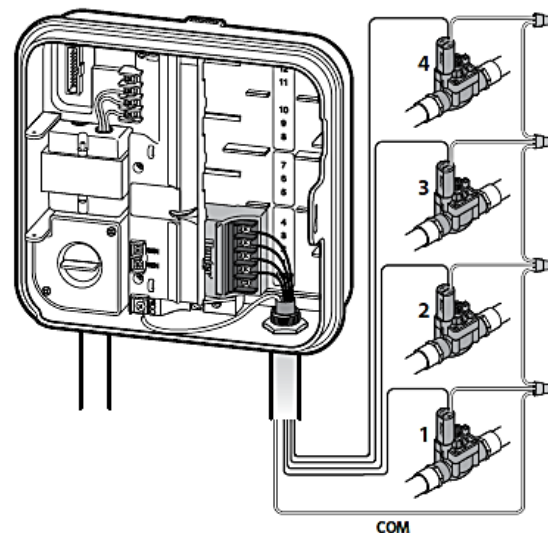
1. Dirija el conductor y el cable eléctrico de **corriente alterna** a través de la abertura de 1/2" (13 mm) en el lado izquierdo de la parte inferior del armario.
2. Conecte los cables a los cables del transformador ubicados dentro de la caja de conexiones. Las unidades internacionales incluyen una regleta de terminales integrada. Cuando instale el cableado de **corriente alterna**, siempre utilice conductos de 1/2" (13 mm) aprobados por UL con un adaptador macho.
3. Inserte el adaptador en el orificio de 13 mm que se encuentra en la parte inferior del programador. Coloque una rosca en el adaptador por dentro de la caja.
4. Conecte una pila alcalina de 9 voltios (no incluida) en los terminales y colóquela dentro del compartimiento para pilas en el panel frontal. La pila permite al usuario iniciar la programación sin necesidad de corriente. **El riego no empezará si no llega corriente.** Ya que este programador dispone de una memoria no volátil, el reloj y el calendario del programa se mantendrán aunque se produzca un corte de electricidad sin la pila instalada.

Conectar cables de la estación

1. Introduzca los cables de las electroválvulas entre la válvula de control el programador.
2. En las electroválvulas, una el cable común a uno de los cables de los solenoides de todas las electroválvulas. En la mayoría de los casos se utiliza un cable de color blanco. Conecte un cable de señal independiente al cable restante del solenoide de cada electroválvula. Todas las conexiones de empalme de los cables deben realizarse con conectores impermeables.
3. Introduzca los cables de las electroválvulas a través del conducto y una el conducto a una de las aberturas ubicadas en la parte inferior de la caja.
4. Pele 13 mm (1/2") del aislamiento de los extremos de todos los cables. Fije el cable común de las electroválvulas al terminal "COM" (Común). Una todos los cables de control de las electroválvulas independientes a los terminales correspondientes de las estaciones.



El tornillo común terminal fue cambiado del módulo base y ahora se encuentra debajo de los terminales del sensor. No conecte los cables comunes entrantes al terminal PM/V.



SOIL-CLIK™

Sensor de humedad del suelo



Manual del usuario e instrucciones para la instalación

Hunter®

Especificaciones

Soil-Clik es un sensor de humedad que previene el riego excesivo cuando el suelo está húmedo. Soil-Clik está diseñado para utilizarse con programadores Hunter que tengan entradas de sensores (smart ports) que normalmente están cerradas o conectado al cable de las electroválvulas interrumpiendo su alimentación.

Dimensiones del módulo:

Altura: 11.4 cm (4.5")
Anchura: 8.9 cm (3.5")
Profundidad: 3.2 cm (1.25")

Alimentación: 24 VAC, 100 mA máximo

Dimensiones de la sonda:

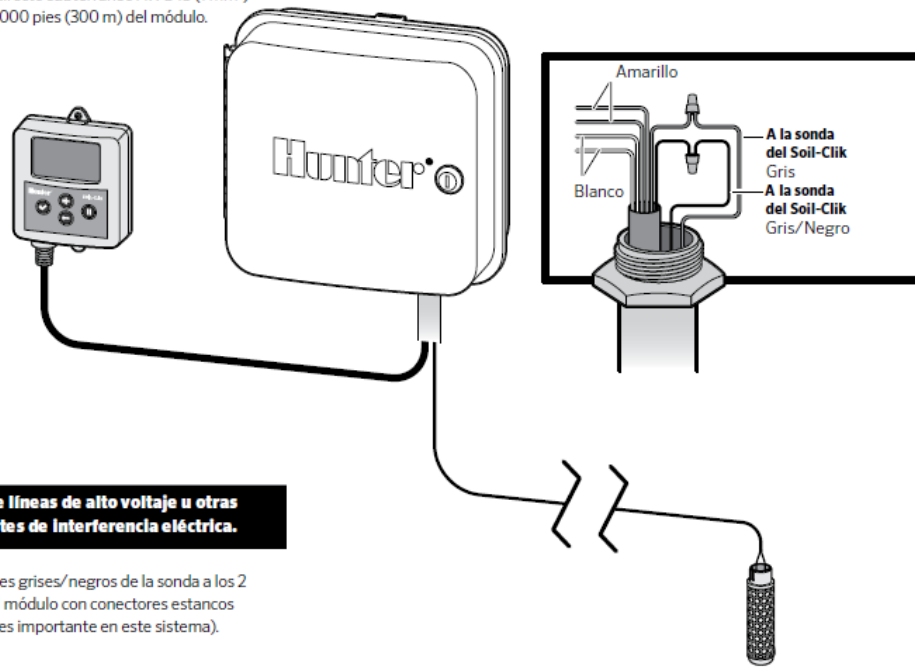
Altura: 8.25 cm (3.25")
Diámetro: 2.22 cm (7/8")

Cable a la sonda: 1000 pies (300 m) máximo,
18 AWG (1 mm²) cableado directo subterráneo

Para obtener información más detallada, notas de aplicación o ayuda, por favor visítenos en www.hunterindustries.com

Conexión de la sonda al módulo

Utilice solo cable directo subterráneo AWG 18 (1 mm²) o superior, hasta 1000 pies (300 m) del módulo.



Evite líneas de alto voltaje u otras fuentes de Interferencia eléctrica.

Conecte los cables grises/negros de la sonda a los 2 cables grises del módulo con conectores estancos (la polaridad no es importante en este sistema).

Conexión del módulo a los programadores Hunter

Cables grises: Conexión a la sonda del Soil-Clik.

Cables amarillos: Alimentación del módulo Soil-Clik; requiere corriente alterna de 24 V (máximo 100 mA).

Cables blancos: Salida del módulo a la entrada del sensor del programador Hunter, o para interrumpir el cableado común de 24 V al campo.

Pase todos los cables a través del agujero del conducto de bajo voltaje en la caja del programador.

Utilice conectores estancos para todas las conexiones externas.



¡No conecte el Soil-Clik a cableado de alto voltaje (120/230 VAC)!

Conexión del módulo a los programadores Hunter (continuación)

Pro-C®

1. Cables eléctricos **amarillos** al Pro-C AC1 y AC2.
2. Cables **blancos** al sensor o interruptor común (página 17).

