



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
*FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICA*  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**MODALIDAD: TRABAJO COMUNITARIO**

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO  
PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS  
MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERO MECÁNICO**

**PROFESIONALES EN FORMACIÓN:**

MACÍAS MADRID CARLOS ALBERTO

MOREANO CASTILLO FABIÁN RENÉ

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACION:**

ING. EFRÉN PICO GÓMEZ

**PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR**

**2015**

## **DEDICATORIA**

A Dios por el día a día darme la oportunidad, salud y las fuerzas de seguir luchando y superándome en mi vida, guiándome en cada paso por el camino del éxito.

A mis padres, por mi educación y todas las lecciones importantes que se necesitan para vivir una vida haciendo las cosas correctamente, mi madre MAYITA CASTILLO por ser el pilar fundamental en mi vida por apoyarme incondicionalmente hasta el final del proceso académico, a HUMBOLT MOREANO por su ayuda, a mis hermanos por sus consejos y ejemplo a seguir.

A mi tía Marlene mi segunda madre que en paz descansa que desde pequeño me brindo su cariño y apoyo incondicional para salir siempre adelante y ser un profesional.

A mi novia GABRIELA VALLE por estar siempre brindándome su ayuda, en todo momento preocupándose y pendiente de mí.

Al Ing. Lenin Pita por darme esa fuerza y ganas de seguir luchando en la carrera hasta lograr mi objetivo.

Fabián Rene Moreano Castillo

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme

Para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis padres Macías Ponce Segundo Roberto y Madrid Ponce Pecienta del Consuelo quienes por brindarme el apoyo incondicional siempre que lo necesitara por todo esos consejos sabios de pie de lucha para culminar esta etapa de vida junto a ellos.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga

Carlos Alberto Macías Madrid

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica De Manabí por aceptarnos ser parte de ella para estudiar la carrera y cumplir una meta más de nuestras vidas. A los docentes de la carrera INGENIERIA MECANICA que siempre se esfuerzan por enseñarnos de la mejor manera y compartir sus experiencias.

A todos los compañeros que estuvieron en las buenas y malas que de una u otra manera aportaron con su grano de arena para darnos esas ganas de seguir en pie de lucha.

Para finalizar agradecerles a los INGENIEROS Pablo Linzán y Efrén Pico revisor y tutor de mi titulación que con su ayuda este proyecto pudo culminarse.

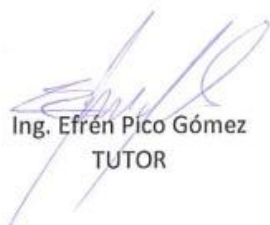
## CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señor Ing. Efrén Pico Gómez, Docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación " DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO" desarrollada por los profesionistas: Señor Macías Madrid Carlos Alberto y Moreano Castillo Fabián Rene; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes

  
Ing. Efrén Pico Gómez  
TUTOR

## MODELO DEL INFORME DE REVISOR. TRABAJO DE TITULACION

### INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de Trabajo Comunitario y que lleva por tema: " DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO" desarrollado por los señores, Macías Madrid Carlos Alberto con Cédula No. 131142027-5 y Moreano Castillo Fabián Rene con cédula No. 131142259-4, previo a la obtención del título de INGENIERO MECANICO, bajo la tutoría y control del señor Ing. Pablo Linzan Mora, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



Ing. Pablo Linzan Mora  
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

**DECLARACIONES SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES**

LA RESPONSABILIDAD DE LAS IDEAS, INVESTIGACIONES, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN, ES PRODUCTO DEL ESFUERZO, DEDICACIÓN Y RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE LOS AUTORES:

**ELABORADO POR:**

A handwritten signature in blue ink, reading "Carlos Alberto Macias Madrid", is written over a horizontal dashed line.

**MACIAS MADRID CARLOS ALBERTO**

A handwritten signature in blue ink, reading "Fabián René Moreano Castillo", is written over a horizontal dashed line.

**MOREANO CASTILLO FABIÁN RENÉ**

## INDICE

DEDICATORIA .....	I
DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIONES SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
TEMA: .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
ANTECEDENTES .....	4
JUSTIFICACIÓN .....	6
LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION.....	8
MACRO-LOCALIZACIÓN .....	8
MICRO-LOCALIZACIÓN .....	10
MARCO REFERENCIAL .....	11
CESPED DEPORTIVO .....	11
CUIDADOS Y MANTENIMIENTO.....	12
NECESIDADES DE AGUA EN UN CÉSPED DEPORTIVO. ....	13
EL AGUA EN EL CESPED .....	14
CALIDAD DE AGUA A UTILIZARSE.....	15
SISTEMA DE RIEGOS .....	19
RIEGO AUTOMÁTICOS O SISTEMAS FIJOS.....	20
TIPOS DE ASPERSORES PARA RIEGO .....	22
ELECTROVÁLVULAS .....	24
PROGRAMADOR .....	27
ARQUETA CONTENEDORA .....	32
OTROS ACCESORIOS.....	33
DE SUBIRRIGACIÓN:.....	34
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	35
MANTENIBILIDAD .....	36



OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO .....	36
TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	38
COMO IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. ....	40
ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO .....	42
VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO.....	44
DISEÑO METODOLÓGICO .....	44
HIPÓTESIS.....	46
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	47
VARIABLE DEPENDIENTE .....	47
VARIABLE INDEPENDIENTE.....	47
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	48
VARIABLE DEPENDIENTE.- Plan de Operación.....	48
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	48
VARIABLE INDEPENDIENTE.- Plan de Mantenimiento .....	49
DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
OBJETIVOS .....	51
OBJETIVO GENERAL .....	51
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION .....	52
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO .....	52
EQUIPOS Y ACCESORIOS USADOS EN EL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO .....	53
FILTRO .....	63
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	64
COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO.....	65
TUBERIAS .....	65
BOMBA .....	67
FILTROS .....	71
ELECTROVALVULAS.....	74
ASPERORES.....	78

CONTROLADOR AUTOMATICO.....	80
BENEFICIARIOS.....	82
DIRECTOS .....	82
INDIRECTOS.....	82
RECURSOS .....	83
HUMANOS.....	83
MATERIALES.....	84
ECONÓMICOS.....	84
RESULTADOS ESPERADOS .....	86
PRESUPUESTO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CRONOGRAMA .....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
CONCLUSIONES .....	90
RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS .....	93

## **RESUMEN**

De acuerdo con los procesos actualizados de titulación, se continuó con la presentación del actual informe de trabajo de titulación, el cual se tituló: “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO”, llevado a cabo en la ciudad de Portoviejo en los predios del Colegio de Ingenieros Mecánico de Manabí, como post proyecto de titulación, representado en el actual trabajo, e implementar un proceso de operación y mantenimiento, ya que hay que considerar que el agua es un factor limitante, y al operar estos procesos de innovación tecnológica, hay que llevar continuidad de acuerdo a la instalación, así como su diseño y construcción.

De acuerdo a las normas de funcionabilidad del actual trabajo de titulación, se recibirá la cancha en estado práctico y manejable, para realizar operaciones y adecuaciones en caso de fallas, y presentaremos un mantenimiento que permita mostrarle a todo aquel usuario que se vaya a familiarizar, y de manera sencilla manipular el sistema implementado, para así realizar actividades de mantenimiento sobre los mismo equipos, a través de guías prácticas.

Y como resultado obtuvimos un proceso automatizado de riego tecnificado, con un rendimiento de continuidad, uniformidad y eficiencia de consumibles, evitando así un impacto negativo en aspectos tanto climatológicos como de la sociedad, y fomentando desarrollo por parte del gremio de Ingenieros Mecánicos y afines al mismo.

El actual documento fue acaparado por las autoridades, quienes lo calificaron como un trabajo de titulación innovador, no solo por su eficacia, sino también por el impacto que produce en los beneficiarios, sumando su funcionabilidad y su utilidad.

Se aprovechó el recurso hídrico disponible dentro de los predios del CIMMA, de forma más eficiente. Se trató de mostrar al usuario los datos verídicos de acuerdo a los prospectos agronómicos del césped, de acuerdo a condiciones climatológicas y ambientales.

Igualmente, se denotó un plan de mantenimiento y operación de acuerdo con el trabajo previo, y lograr la correcta funcionabilidad del trabajo.

## **ABSTRACT**

According to the updated certification processes, we continued with the presentation of the current report job qualifications, which took place in the form of Community Development which was titled: "DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN IRRIGATION SYSTEM AUTOMATIC FOR THE COURT fulbito MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL OF CANTON PORTOVIEJO ", held in the city of Portoviejo on the campus of the College of Mechanical Engineers Manabi post titling project as represented in the current job, and implement a process for operation and maintenance , and to consider that water is a limiting factor, and to operate these processes of technological innovation, we must bring continuity according to the facility and its design and construction.

According to the rules of the current job functionality degree, the court will receive practical and manageable condition, for operations and adjustments in case of failures, maintenance and present a show that allows any user who is to familiarize, and easily manipulate the system implemented in order to perform maintenance activities on the same equipment, through practical guides.

And as a result we got an automated process of modern irrigation, with a yield of continuity, consistency and efficiency of consumables, avoiding a negative impact on both climate and society issues, and fostering development by the Guild of Machinists and related engineers to same.

The current document was monopolized by the authorities, who called it a work of innovative degree, not only for its effectiveness but also the impact it has on beneficiaries, adding its functionality and usefulness.

Water resources are available within the premises advantage of CIMMA, more efficiently. He tried to show the user the real data according to the agronomic prospects lawn, according to climatic and environmental conditions.

Similarly, a plan of maintenance and operation agreement with previous work was denoted, and achieves the correct functionality of the work.

**TEMA:**

“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO  
AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO  
DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO”

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El principal inconveniente surge, basado en las necesidades que tiene la sociedad de Ingenieros Mecánicos de Manabí, y se propuso mejorar y ampliar conceptos adquiridos en el campus universitario, pero luego de finalizar el pre-trabajo de diseño, cálculo, construcción e instalación del sistema de riego de la cancha de futbolito, encontrando así los siguientes problemas:

- Una vez dispuesto el campo de futbolito en el Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí (CIMMA), éste deberá contar con una programación, pero en caso de fallas será necesaria la aplicación de un mantenimiento.
- Cualquier equipo o máquina contará con su respectiva operacionalización y mantenimiento, para el correcto funcionamiento a futuras de todo el sistema de riego desde su inicio hasta el fin del ciclo.



## **PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA**

En diferentes circunstancias, el problema actual en el presente trabajo de titulación se basa en un post-proyecto, que denota la operacionalización de los diferentes equipos instalados y en su mantenimiento, tanto predictivo, preventivo como correctivo dentro de la investigación según el **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DE MANABÍ**, que permitirá el continuo uso y buen tratamiento de la cancha del CIMMA.

### **PROBLEMA**

Una vez que el Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí posee una cancha adecuada para el uso del gremio, éste necesita un proceso de riego que permita el crecimiento adecuado y la factibilidad del uso de la misma.

## **ANTECEDENTES**

En la actualidad el CIMMA, tiene como misión integrar a los profesionales en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Provincia de Manabí, para juntos así hacer respetar el campo profesional en el que se desenvuelven los agremiados, mediante la comunicación permanente inciden en aspectos técnicos y de ingeniería que ayudan al desarrollo de Manabí.

Asimismo responde a ser un campo recreacional, orientado a los gremios, a sus familiares, e invitados que provienen de distintos sectores sociales.

Se realizó el presente trabajo de titulación, en base al post-proyecto socializado en el diseño y la construcción de una cancha de fútbol en el CIMMA, el cual constituyó un sistema de riego automatizado, como ya se aclaró en la primera parte en donde se planeó y realizó el diseño, cálculo, construcción e instalación de la misma, como su proceso de automatización, y en el presente trabajo, se proyectó el mantenimiento respectivo previo y a futuro, ya que la cancha no cuenta con un sistema de riego que permita mantenerla en condiciones óptimas para practicar deporte de una manera normal, siendo de tal manera un trabajo de titulación útil para que los

miembros del colegio tengan una cancha en perfecta condiciones para practicar deporte y así pueda haber una mejor relación entre los agremiados.

En la actualidad, la Ingeniería Mecánica es una profesión capacitada para crear y diseñar procesos automáticos de diferente índole y este al tratarse de un sistema hidráulico no debe ser la excepción, los sistemas de riego han ido avanzando permanentemente por lo que se presentan la necesidad de aplicar, conocer y entender el funcionamiento de instrumentos de automatización e hidráulicos y que rol desempeñaron dentro del sistema riego; el gran avance de la tecnología, ha forzado a que el ser humano recurra a innovar maneras de controlar de una manera automática los sistemas de riego que en la mayoría de canchas y sembríos en general se utilizan, y que como futuros profesionales, debemos conocer adecuadamente cada una de éstas.

## **JUSTIFICACIÓN**

El CIMMA (Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí), es una Institución que busca cuidar y representar desde sus inicios los intereses del gremio de la Ingeniería Mecánica, así como otras ramas afines, ante las instituciones nacionales e internacionales, enriqueciendo la formación profesional y preservando la ética de cada uno de los miembros que lo integran, además de contar con una infraestructura que está abastecida de áreas en donde compartir y fomentar el análisis científico y profesional de todos aquellos que lo constituyen. Pero la inestable situación económica no posibilita que su aposentamiento cuente con las áreas adecuadas que permitan su total funcionamiento.

Por esta razón, nació el interés y se pensó en la manera de instaurar y restaurar el TRABAJO DE TITULACION de desarrollo comunitario como lo es el “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO”, para así de manera sutil y técnica fomentar el deporte entre el gremio, asociados y comunidad en general.

Siendo también justificación, y oportunidad para estudiantes, egresados y graduados de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Universidad Técnica de Manabí, teniendo los principales nombrados facilidades para hacer estudios en el mismo.

La presentación de este trabajo de titulación de desarrollo comunitario, tuvo el fin de proporcionar y facilitar de manera segura la adecuación y plan tecnológico que represente funcionalidad y calidad apta de profesionales.

## **LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION**

### **MACRO-LOCALIZACIÓN**

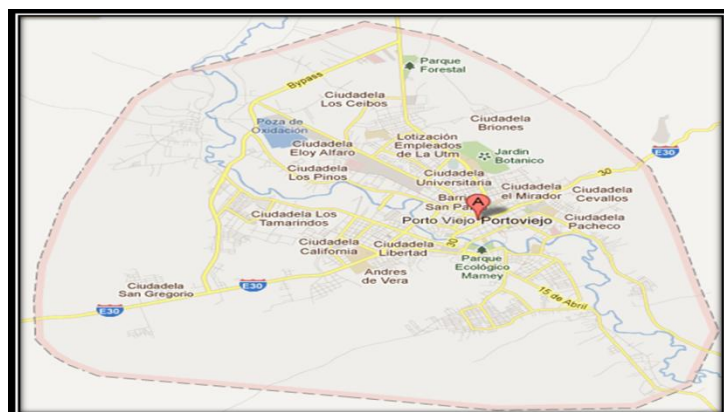
Este trabajo de titulación se desarrolló en la provincia de Manabí, la misma que se asienta en una superficie de 18.893,7km<sup>2</sup> está localizada en la región costa, limitada al norte con la provincia de Esmeraldas, al sur con la provincia del Guayas, al este con las provincias de Santo Domingo, Los Ríos y Guayas, al oeste con el Océano Pacífico, la capital provincial es Portoviejo, situada a 44 msnm.

Portoviejo, ciudad del Ecuador situada al suroeste del país, capital de la provincia de Manabí. Se ubica a orillas del río del canal del mismo nombre, a 44 metros de altitud sobre el nivel del mar y un poco más de 35 Km de la costa. Portoviejo es un centro administrativo, industrial de tejidos, curtidos, conservas y otras agroindustrias potenciadas por la fertilidad que le otorga la posibilidad de riego de canal homónimo. Es así, centro de un importante eje urbano costero del país, Portoviejo-Manta.

Se tiene por la segunda fundación colonial española del país (1535), nacida con el nombre de San Gregorio de Puerto Viejo. Aunque cuenta con aeropuerto regional, el turismo se siente más atraído por la localidad vecina de Manta.

El cantón Portoviejo está formado por 14 parroquias; 7 urbanas: Andrés de Vera, 12 de Marzo, Colon, Portoviejo, Picoazá, San Pablo y Simón Bolívar; y 7 parroquias rurales: Alajuela, Abdón Calderón, Chiríjo, Río Chico, San Plácido, Crucita y Pueblo Nuevo.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2010, a la provincia de Manabí le corresponde una población de 1,369.780 habitantes, mientras que el cantón Portoviejo le corresponde 280.029 habitantes que constituyen el 20% de la población provincial.



## MICRO-LOCALIZACIÓN

El trabajo de titulación se realizó en la ciudad de Portoviejo, en los predios del Colegio de Ingenieros Mecánicos, en un área específica para la construcción de la cancha de césped para futbolito.

El Colegio de Ingenieros Mecánicos fue creado el 5 de agosto En el año de 1975.





## **MARCO REFERENCIAL**

### **CESPED DEPORTIVO**

Se llama césped a las plantas gramíneas, muy cortas, perennes y densas, que se cultivan para producir una cubierta vegetal. El césped es una planta ornamental empleada en jardines y parques. La siembra preferentemente es en primavera u otoño, y puede ser por semillas o por tepes.<sup>1</sup>

El césped es una hierba (del tipo de las gramíneas) corta y tupida que crece formando una cubierta en el suelo. En general es empleado como planta ornamental en prados y jardines.<sup>1</sup>

El césped tiene importancia social en aspectos como el funcional, el recreativo y el ornamental. La importancia funcional del césped está en que se comporta como estabilizador del suelo, produce oxígeno, y ayuda a regular la temperatura. La importancia recreativa está en su función como soporte para la práctica de deportes y otras actividades de ocio.<sup>1</sup>

La importancia ornamental es evidente constituyendo un elemento verde que complementa cualquier espacio natural.<sup>1</sup>

## **CUIDADOS Y MANTENIMIENTO**

El césped natural es un ser vivo y como tal necesita unos cuidados y mantenimiento adecuados que realizados de la manera correcta nos permitirá tener un césped en perfecto estado.<sup>2</sup>

Básicamente se dividen en:

RIEGO

CORTE

FERTILIZACIÓN

Otros cuidados ocasionales: AIREADO – ESCARIFICADO –  
RECEBO – RESIEMBRA – RODILLO<sup>2</sup>

El cuidado ante plagas, enfermedades y malas hierbas así como las labores estacionales, se tratan en otros temas aparte.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.bluebagages.com/jardineria/cesped.php>

<sup>2</sup> <http://pe.clasificados.com/mantenimiento-de-grass-plantas-y-abono-organico-733586>

Recuerde, el riego, la siega y la fertilización pueden llegar a ser tan beneficiosos como altamente perjudiciales si no se realizan correctamente.<sup>3</sup>

### **NECESIDADES DE AGUA EN UN CÉSPED DEPORTIVO.**

El consumo de agua por parte de una superficie encespada supone el fenómeno de evapotranspiración, que es la suma del agua transpirada por la planta y la evaporación en el suelo y la planta. La evapotranspiración la definimos como la cantidad de agua consumida por el suelo a capacidad de campo y cubierto por un césped uniforme en fase de crecimiento. La evapotranspiración potencial la definimos como aquella producida por un césped de superficie infinita, correctamente drenado y abastecido por agua. Al no darse este caso en la naturaleza va a ser un valor límite máximo de la evapotranspiración real.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> <http://www.cesped.es/mantenimiento-del-cesped/>

<sup>4</sup> Riegos por aspersion en campos de futbol. Daniel Gómez Merino.

## EL AGUA EN EL CESPED

El consumo de agua por parte de una superficie de césped, La evapotranspiración, la definimos como la cantidad de agua consumida por el suelo a capacidad de campo y cubierto por un césped uniforme en fase de crecimiento. La evapotranspiración potencial la definimos como aquella producida por un césped de



superficie infinita, correctamente drenado y abastecido por agua. Al no darse este caso en la naturaleza va a ser un valor límite máximo de la evapotranspiración real.<sup>5</sup>

Este parámetro puede determinarse mediante diversos aparatos, como lisímetros, y en función de diversas fórmulas dependiendo de la temperatura, radiación solar, viento, humedad, etc. También se pueden utilizar los tanques evaporímetros que miden la evaporización diaria en un punto concreto. La evapotranspiración así obtenida multiplicada por un factor de cultivo  $K_c$  nos da la evapotranspiración de un cultivo concreto. Para estos cálculos se necesitan datos climáticos que se pueden obtener de estaciones meteorológicas.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Riegos por aspersión en campos de futbol. AUTOR: Daniel Gómez Merino.

## CALIDAD DE AGUA A UTILIZARSE

La calidad del agua de riego es muy importante ya que puede alterar la composición y propiedades del suelo. Los principales aspectos a considerar en la valoración de un agua son: condiciones de acidez y salinidad, contenido de nutrientes, contaminantes, etc.<sup>6</sup>

Deben ser considerados en relación a las características del suelo y la planta sobre los que se aplica el riego.<sup>6</sup>



La uniformidad de aplicación del agua es un criterio de funcionamiento importante para el diseño y manejo de cualquier sistema de riego por aspersion. No obstante, la lámina de agua aplicada por estos sistemas no es completamente uniforme en toda la parcela regada.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> <http://www.hortusjardineria.com/cesped/>

El principal factor que distorsiona el patrón de distribución del agua en el riego por aspersión es la velocidad y dirección del viento.<sup>7</sup>

La distribución del agua en superficie de un sistema de riego por aspersión estacionario ha sido ampliamente investigada, sin embargo, el cultivo responde al agua disponible en su zona de raíces, por consiguiente, la uniformidad del agua en el suelo es más importante que en la superficie del mismo.<sup>8</sup>

El tipo de agua que se utilice como agua de riego tiene dos efectos importantes, a corto plazo influye en la producción calidad y tipo de cultivo y a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo hasta hacerlo totalmente inservible para la agricultura.<sup>8</sup>

Sea cual sea el origen del agua debe de cumplir la calidad que se exige a una agua de riego natural y únicamente en ciertas situaciones o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecte las propiedades del suelo.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> (Tarjuelo, 1999; Dechmi et al., 2004).

<sup>8</sup> (Li y Kawano, 1996)

El adecuado uso del riego es casi una ciencia. Es una acción sencilla de realizar pero que hace dudar en cuanto a la cantidad y periodicidad. Sin embargo un estudio preliminar de ciertos aspectos nos dará una idea exacta de cómo y cuándo realizarlo.<sup>9</sup>

Es uno de los tres pilares en el cuidado y mantenimiento del césped natural junto a la siega y la fertilización para conseguir un césped sano y hermoso. El objetivo del riego es humedecer el suelo a nivel radicular, sin saturarlo para no provocar asfixia a las raíces.<sup>9</sup>

Los beneficios que producen regar el césped con agua de calidad:

Le da turgencia y elasticidad.

Le ayuda a recuperarse ante acciones como el pisoteo, uso deportivo excesivo, factores ambientales, insectos, etc...<sup>10</sup>

### **AHORRO DE AGUA**

Qué duda cabe que el agua es un recurso natural que se debe cuidar. En muchos lugares es un bien escaso y ello, lógicamente, incrementa su precio.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> (Li y Kawano, 1996)

<sup>10</sup> Tarjuelo. José. 2005. El Riego por Aspersión y su Tecnología Ediciones Mundiprensa España..

Se debe ser cuidadoso y racionalizar su uso. Hay que evitar malgastarla y además la sociedad se estará beneficiando de un importante ahorro económico. Sea cual sea los m<sup>2</sup> que tengamos de césped natural hay que tener en consideración esta recomendación.<sup>11</sup>

Si la extensión de suelo cultivado de césped es muy grande, se pueden instalar detectores del grado de humedad del suelo para saber las necesidades de riego reales que necesita el césped. A la larga la inversión resulta rentable.<sup>11</sup>

### ***UN RIEGO EXCESIVO PERJUDICA LA ESTRUCTURA DEL SUELO***

Compacta y endurece el suelo: Este endurecimiento de la tierra dificulta el crecimiento de las raíces. No permite una adecuada aireación del suelo ni el drenaje adecuado del agua con lo que la raíz puede llegar a enfermar y morir por asfixia.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> <http://www.cesped.es/riego-del-cesped/>

<sup>12</sup> <http://www.cesped.es/riego-del-cesped/>



Lo lava de nutrientes: Si es un suelo muy arenoso y no se le aporta fertilizantes regularmente, los pocos nutrientes que tenga el suelo se escurrirán con el agua hasta zonas donde no llegan las raíces.<sup>12</sup>

## **SISTEMA DE RIEGOS**

En el mundo del riego de césped natural se engloba diferentes métodos, que me permiten mejorar tanto la calidad del suelo como la calidad del césped. Existen dos maneras de regar el césped natural: a mano con una manguera o con un riego automatizado.<sup>13</sup>

### **MANGUERA O SISTEMAS MÓVILES**

Del riego manual con la manguera sólo cabe decir que sólo puede estar indicado en casos que reúnan las siguientes condiciones: extensiones pequeñas de césped natural, menos de 100 m<sup>2</sup>, en zonas climáticas poco calurosas y con variedades de césped que no precisen un gran volumen de riego y cuando dispongas del tiempo diario y ganas suficientes para realizarlo. Como ya se habrá supuesto, los inconvenientes son que se emplearán muchas horas a la semana en esta actividad, el riego no será uniforme pues habrá zonas donde les caiga más o menos agua.<sup>13</sup>

Compuestos por uno o varios aspersores que se mueven por la superficie encespada. Existen unas bocas de riego fuera de la

superficie encespada y por medio de una manguera, el agua va de la boca al aspersor. La manguera tiene bastante longitud con lo que se pueden realizar varias posturas sin cambiar de boca. Estos sistemas son útiles cuando las necesidades de riego son bajas. Otro caso es cuando los aspersores van sujetos a una tubería de aluminio. Cada tubo de riego de 9 m. tiene uno y empalmado los tubos se puede conseguir la longitud deseada.<sup>13</sup>

### **RIEGO AUTOMÁTICOS O SISTEMAS FIJOS**

Con este sistema podrás:

- Regar el tiempo que tú quieras y cuando tú quieras. Puedes hacerlo por la noche, cuando el nivel de evaporación por el sol y el viento es menor.
- Obtendrás la comodidad de no tener que estar abriendo y cerrando grifos y llaves de paso.
- El control del riego te permite economizar el agua.
- El agua se reparte uniformemente y de un modo suave, similar a la lluvia.<sup>13</sup>

A continuación se representan los elementos de riego automático

---

<sup>13</sup> <http://www.cesped.es/riego-del-cesped/>

## ASPERSORES

Los aspersores y tuberías de conducción de agua se encuentran enterrados en el suelo y al comenzar el riego los aspersores emergen.<sup>13</sup>

Es el más utilizado en superficies encespadas. Radio de acción: supera los 6mts. (Dependiendo de la presión del agua y diámetro de boquilla). Pueden ser emergentes (están enterrados y suben con la presión de agua) o de superficie (se acoplan a una manguera y pueden pincharse o colocarse donde deseemos). El emergente, al estar enterrado no estorba durante la siega. Son adecuados para grandes extensiones.<sup>13</sup>



### 1 Aspersores

## TIPOS DE ASPERSORES PARA RIEGO

### ➤ **Sistemas de riego radicular (Root Zone)**

Sistema de riego para raíces de árboles. Aplicación residencial/comercial riego de arbustos y árboles.<sup>14</sup>

### ➤ **Micro aspersores**

Cuando se requiere un riego más preciso en cada planta o grupos de plantas. Aplicación agrícola, residencial y comercial, cuando se requiere aplicar el agua de una forma muy específica.<sup>14</sup>

### ➤ **Burbujeadores**

Recomendable para árboles, con volúmenes más altos de Agua. Aplicación residencial y comercial <sup>14</sup>

### ➤ **Riego para Green Roof**

Algo de los más nuevo, comúnmente utilizados en la construcción de jardines en terrazas ya sea residencial como en edificios. Aplicación residencial y comercial, solución de alta eficiencia para techos verdes.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> <http://www.vigaferretera.com/notas-de-interes/tipos-de-aspersores-para-riego.htm>

➤ **Rociadores**

Recomendados para pequeñas áreas con jardín, los alcances van desde los 60 cms, hasta los 5.10 metros. Aplicaciones residenciales y comerciales, utilizadas comúnmente en áreas pequeñas residenciales, comerciales y frecuentemente utilizadas en camellones. <sup>14</sup>

➤ **Rotores de medio alcance**

Rotores de medio alcance van desde los 6 metros de radio hasta los 28 mts de radio y regularmente son ajustables en sus radios de riego. <sup>14</sup>

Aplicación Residencial, Comercial y Deportivo, una variedad amplia de alcances y regularmente ajustables en Arcos desde 0° hasta 360°, emergentes en 4" y 6". <sup>14</sup>

➤ **Rotores de Largo alcance**

Muy recomendados para mantenimiento de pasto sintético, muchas veces este tipo de superficies guardan muchos microbios que representan un riesgo importante de salud, y es recomendable cada periodo de tiempo aplicar agua para mantener en niveles aceptables de limpieza. <sup>14</sup>

Los rangos de estos Rotores van desde los 30 hasta los 48 mts.<sup>14</sup>



## ELECTROVÁLVULAS

Elemento que recibe la orden del programador de abrirse o cerrarse para permitir el paso de agua hasta los difusores / aspersores.<sup>13</sup>



Electroválvula en serie  
TORO ©



Electroválvula TPV  
TORO ©



Electroválvula P 220  
TORO ©

## 2 Electroválvulas

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.<sup>13</sup>

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesta que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.<sup>13</sup>

Existen muchos tipos diferentes de válvulas en el mundo, pero las válvulas manuales más típicamente utilizadas en sistemas de vapor son las de globo, bola, compuerta y mariposa.<sup>13</sup>

El esfuerzo que hace el solenoide para activar la válvula es mínimo, lo que redundaría en un bajo consumo de electricidad; además, el funcionamiento del solenoide y de la válvula de agua es totalmente independiente, por lo tanto el solenoide no se daña al funcionar sin agua y, a su vez, la válvula puede ser operada también en forma manual.<sup>13</sup>

La apertura de la válvula funciona gracias a dos cámaras de agua separadas por una membrana de caucho permeable, o sea, que permite el paso del agua a través de ella. <sup>15</sup>

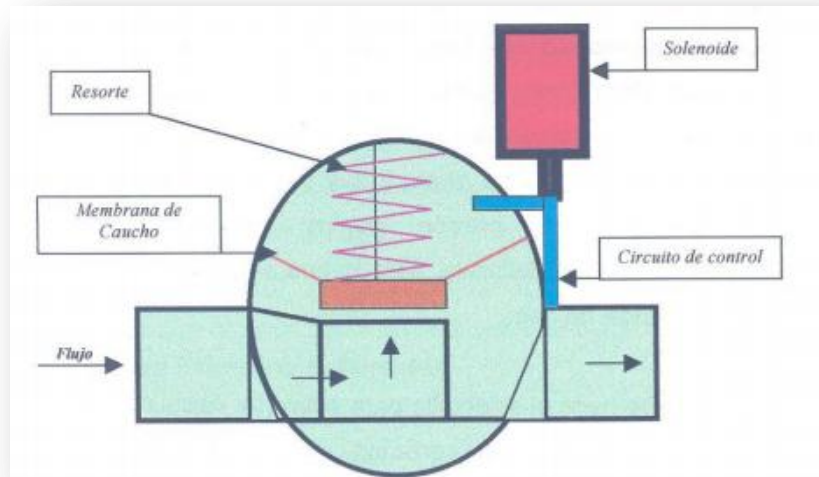
En la cámara superior lleva un resorte que ayuda al cierre de la válvula. Cuando el solenoide está cerrado (sin electricidad), la presión de la cámara superior es igual a la presión de la red de riego, por lo que el resorte hace que la presión total de la cámara superior sea mayor que la presión de la red, cerrando la válvula al paso de agua. <sup>15</sup>

Al abrirse el solenoide (con electricidad), conecta la cámara superior de la válvula con la tubería del sector de riego, la que está a una presión más baja que la cámara inferior de la válvula, por lo que el resorte es vencido fácilmente, abriéndose la válvula al paso de agua.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Programadores de Riego; Bello-Pino (Instituto de Investigaciones agropecuarias comisión nacional de riego)





3 Esquema de válvula solenoide

## PROGRAMADOR

En él memorizamos que días queremos regar, durante cuantos minutos, y que aspersores/difusores. Pueden ser a pilas o conectados a red eléctrica. De interior, exterior o enterrados en la arqueta con las electroválvulas.<sup>13</sup>



4 <http://www.cesped.es/riego-del-cesped/>

El programador es responsable de la activación de cada electroválvula y de la duración del riego determinando así la cantidad de agua suministrada al jardín. Es importante que un profesional del riego instale el programador inteligente y se asegure de que la programación es la adecuada para las necesidades de agua de la zona verde.<sup>13</sup>

Son alcanzables las ventajas que se aportan en la instalación de un sistema de riego; más aún si dicho sistema es presurizado y de alta tecnificación, como lo son los sistemas de goteo.<sup>13</sup>

No obstante los programadores de riego constituyen un grupo de equipos electrónicos, existen algunos tipos de válvulas (a veces también llamadas Programadores) que cumplen funciones similares,

aunque más básicas y restrictivas, las cuales deben ser conocidas por el productor.<sup>16</sup>

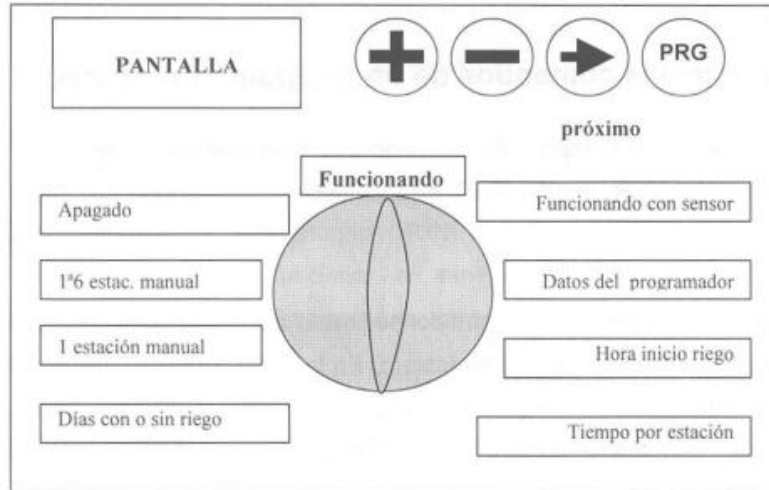
Por otra parte, un programador (normalmente eléctrico) no funciona por sí solo, requiere de dispositivos anexos constituidos por válvulas que son las unidades que en definitiva cumplen la función básica de abrir y cerrar el paso de agua en una tubería.<sup>16</sup>

### ***CONEXIONES ELÉCTRICAS***

A modo de información, al igual que cualquier sistema eléctrico, éste debe ser diseñado y construido por un instalador especializado y con conocimientos específicos de riego y su automatización, debido al peligro que constituye en manipular sistemas eléctricos, y a los diferentes modelos de programadores y las características individuales de los sistemas de riego.<sup>13</sup>

---

<sup>16</sup> Avila, R. Cabello, A. Lirola, J. Martin, A. y Ortiz, F 1996. Agua, riego y fertirrigación. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgacion. Depósito legal SE-2244-96. ISBN 84-802009. Sevilla, España 155P.



5 Esquema de la presentación frontal de un programador de riego

### ***FUNCIONAMIENTO DE UN PROGRAMADOR DE RIEGO***

Por fortuna para muchos agricultores, hoy en día se cuenta con programadores de riego que ofrecen múltiples posibilidades para distribuir el agua durante el día. Dentro de éstos los más comunes son los programadores electrónicos que cuentan exteriormente con una serie de comandos, que el agricultor tiene la obligación de manejar muy bien (manejo que en definitiva será adquirido con la práctica con la práctica y la rutina diaria de riego).

## ***PRINCIPALES COMANDOS DE UN PROGRAMADOR***

Tomaré, como ejemplo un programador HUNTER, modelo SRC, de seis estaciones de riego (Ver figura 5)

Los controles de este programador se limitan a un selector de funciones que se ubica en el centro del tablero. En la parte superior derecha, se encuentran los botones de dirección, marcados con una flecha y otro con las letras iniciales “PRG”.

En la parte superior central, se encuentran los botones de modificación del programa; uno, marcado con el signo más (+), y el otro, con el signo menos (-).

Por último, en la parte superior izquierda, está la pantalla, la cual indica la función que está operando en un determinado momento (con el programador funcionando)<sup>17</sup>

## ***BOTONES, COMANDOS Y MODO DE USO***

A continuación, se detallarán cada una de las funciones para cada botón o comando del programador antes señalado.

Dado que en forma original dicho aparato presenta los comando, botones y texto en idioma Inglés, se indicará el nombre de la función en español, conservando e nombre original en inglés entre paréntesis.<sup>17</sup>

### **ARQUETA CONTENEDORA**

Es una cubeta con una puerta en la parte superior que se entierra a ras de suelo y aloja las electroválvulas y programador.<sup>13</sup>



**6 Arqueta contenedora**

---

<sup>17</sup> Hunter Industries Incorporated; Catálogo Técnico de programadores eléctricos Hunter, Modelo SRC 601

## OTROS ACCESORIOS

Para completar una instalación de riego automático harán falta tuberías de polietileno o PVC, codos, reducciones, cableado de tipo eléctrico para unir programador con electroválvulas. Algunas marcas de difusores / aspersores contienen sus instrucciones específicas para calcular cuántos podemos poner dependiendo de la presión del agua. Si la presión de nuestra red de agua sólo nos permitiera poner 3 difusores y necesitáramos poner 9, entonces tendríamos que instalar 3 electroválvulas.<sup>17</sup>

Cada electroválvula controlaría 3 difusores. Cuando una electroválvula terminara el tiempo de riego que le tuviéramos programado entonces empezaría a funcionar la siguiente y así sucesivamente. Los tiempos de funcionamiento de cada electroválvula son programados independientemente en el programador.<sup>17</sup>

Si piensa colocar riego automático subterráneo en zonas de intenso frío, heladas frecuentes o nevadas tome precauciones para que la red no se estropee por los cambios de volumen en el agua congelada, procure dejar las tuberías vacías.<sup>17</sup>



#### 7 Accesorios usados en el sistema de riego

### DE SUBIRRIGACIÓN:

Dos casos, uno es que el agua es aportada por tuberías que llevan goteros o tuberías de exudación que van perdiendo agua a lo largo de su longitud de forma controlada. Otro es que las tuberías drenaje son empleadas para riego, entonces el agua se aporta, desde abajo hacia arriba, a las plantas.<sup>17</sup>



También debemos considerar que si bien podemos diseñar un decantador de acuerdo a todas las reglas conocidas, la eficiencia perfecta no existe y en general se estima que los decantadores tienen una eficiencia máxima del 95 al 98 %, según las características del agua cruda y las condiciones ambientales de temperatura y viento.<sup>17</sup>

### **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO**

Se define el mantenimiento como el “conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir las fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”.<sup>17</sup>

Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello.<sup>17</sup>

## **MANTENIBILIDAD**

Esta característica se refiere principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que un equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La mantenibilidad es conocida también como la capacidad para restaurar efectivamente un producto.<sup>17</sup>

## **OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

En cualquier organización se deben cumplir dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad Industrial.<sup>17</sup>

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Se busca reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados.

- Incrementar la vida útil de los equipos.

Uno de los objetivos evidentes del mantenimiento es el de procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil. La reducción de los factores de desgastes, deterioros y roturas garantiza que los equipos alcancen una mayor vida útil.<sup>17</sup>

Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función del mantenimiento. Es aquí donde se debe analizar la conveniencia o no de continuar prestando el servicio de mantenimiento a una máquina que presenta problemas de funcionamiento o buscar su propio reemplazo.<sup>17</sup>

La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales. Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de equipos permiten las reducciones más notables de consumo de energía y aumento de calidad de producción. En mayor descuido de conservación de equipos, mayor será la producción de baja calidad.<sup>17</sup>

## **TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Existen tres tipos de mantenimiento básicos, que son lo que se nombran a continuación:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

### ***MANTENIMIENTO CORRECTIVO***

Aquel mantenimiento que se encamina a corregir cualquier falla presentada en algún momento determinado. Afirmando que es el equipo que nos denota el cese de su función. La misión principal propone poner en marcha el equipo cuanto antes, y con el menor gasto posible.<sup>18</sup>

Se encontrará la causa del problema para poder decir que se va a aplicar este tipo de mantenimiento, estudiando variadas opciones de reparación y planeación del trabajo con los operadores y los equipos con los que se cuente.<sup>18</sup>

Por lo general se lo encuentra en empresas pequeñas y medianas, teniendo también varias desventajas a conocer:

- Normalmente cuando se realiza una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se podría encontrar disponible ya que no existe registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente se observa la calidad de la producción caer debido a algún desgaste que se presente en aumento en los equipos.

### ***MANTENIMIENTO PREVENTIVO***

La importancia de este tipo de mantenimiento redunda en la realización de inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en diversas formas y tiempos y es necesario atender los mismos para así poder garantizar el buen funcionamiento.<sup>18</sup>

Este mantenimiento se realiza a través mediante un programa de actividades, con el fin de anticipar posibles fallas en el equipo. Teniendo en cuenta las actividades que se deben realizar en el equipo cuando éste se encuentre en marcha o cuando esté detenido.<sup>18</sup>

## ***MANTENIMIENTO PREDICTIVO***

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.<sup>18</sup>

De acuerdo al tipo de mantenimiento especificaremos los principales a usarse dentro del trabajo de titulación.

## **COMO IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Este tipo de mantenimiento deberá ser el más usado en nuestras organizaciones, ya que con él se logra una mayor atención a los equipos y se tienen menores tiempos de paradas. Para implementar el mantenimiento preventivo es necesario tener claro que es lo que vamos a hacer, como se hará, cuando y quienes lo realizarán. Para

llevarlo a cabo es necesario tener un plan de trabajo bien estructurado, evitando repetir funciones.<sup>18</sup>

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo es justificada por una gran cantidad de ventajas que dan como resultado de seguir un sistema de este tipo. A continuación se mencionan una variedad de ventajas:

- Menor tiempo perdido como resultado de los paros de maquinaria por descomposturas.
- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de romper equipo antes de tiempo.
- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los operadores.
- Menos reparaciones a gran escala, prevenidas por reparaciones de rutina.
- Menor ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mejor condición general de los equipo.
- Mejores condiciones de seguridad.

---

<sup>18</sup> Manual de Mantenimiento de equipos e instalaciones industriales. Corporación Venezolana de fomento.

Como se observa, se encontró grandes ventajas al implementar este sistema de mantenimiento preventivo, además de que a mayor sea el nivel tecnológico y el valor de las máquinas, mayores serán los beneficios del sistema.<sup>19</sup>

## ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Inicialmente, será necesario realizar el plan de mantenimiento, el cual es un documento que puede servir de diferentes propósitos de acuerdo a la función del mantenimiento. Este trabajo requiere una gran cantidad de trabajo documental y al momento iniciar la actividad es necesario estar enterado de todas las actividades realizadas.<sup>20</sup>

Los datos típicos a revisar en un plan de mantenimiento son los siguientes:

**-Instalación:** ¿Quién instalará y controlará, los equipos?

**-Ambiente:** ¿Existe alguna temperatura o humedad específica o límite que controlar?

---

<sup>19</sup> Newbrough, E. T., *Administración del Mantenimiento*, 7ª impresión, Editorial Diana, México, 1986.

<sup>20</sup> File, William T., *Cost Effective Maintenance*, Butterworth – Heinemann, 1991



**-Frecuencia del mantenimiento:** ¿Qué tan seguido será requerido el mantenimiento?

**-Entrenamiento:** ¿Qué arreglos necesitan ser hechos para el entrenamiento de ingeniería del mantenimiento para los usuarios?

**-Herramientas y Equipos:** ¿Qué elementos especiales son requeridos y de donde pueden ser obtenidos?

**-Documentación del Mantenimiento:** ¿Qué documentación es necesaria tener en cuenta?

**-Partes y Materiales:** ¿Qué es necesario tener para mantener un abasto que garantice las acciones deseadas?

**-Configuración del control:** ¿Será necesario realizar algún cambio de equipos, el abasto de partes o la documentación? ¿De qué forma se podrán documentar e identificar los cambios?<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> File, William T., *Cost Effective Maintenance*, Butterworth – Heinemann, 1991

## **VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO**

En el actual trabajo de titulación de desarrollo comunitario, se inspeccionó la metodología que realizó la inmersión de diferentes elementos y momentos de perspectivas.

Postergado a un estudio profundizado de las direcciones básicas del estudio propio de la metodología a usarse, se adaptaron a técnicas que demandarían análisis e investigación de la concepción de cada uno de los objetivos, para hacer funcionales la operacionalización de méritos y estrategias perceptibles, que se detallarán.

Los aportes con los que el actual trabajo de titulación contribuyo fueron social, económico e investigativo.

Social, porque gracias a este trabajo los miembros del Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí, tendrán un lugar adecuado para compartir momentos deportivos lo que permite tener contactos frecuentes entre ellos y así lograr una fuerte unión entre los miembros del colegio.

Económico, ya que gracias a la contribución de los ingenieros inmersos en este trabajo de titulación se logró la compra los equipos y accesorios que componen el sistema de riego automatizado.

El aporte científico el más importante, ya que este trabajo de titulación se logró realizar, por medio de los conocimientos adquiridos en las materias recibidas en la carrera de ingeniería mecánica, entre las cuales citaremos; mecánica de fluidos, diseño de cañerías, maquinas hidráulicas, automatización industria. Ya que gracias a los conocimientos previos de estas materias se logró realizar con facilidad el actual trabajo.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

### **HIPÓTESIS**

Se procurará crear de un plan de operación, y propuesta de mantenimiento de equipos de la cancha de fútbol del Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí, para satisfacción del gremio.

## **IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO**

### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Plan de Operación

### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Mantenimiento de equipos

## IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### VARIABLE DEPENDIENTE.- Plan de Operación

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
Un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir las fallas.	Operación de Equipos	Criterios técnicos para operacionalización de equipos y adaptación al sistema de riego.	¿Hay posibilidad de programar y operar los equipos del sistema de riego?	Asistencia de operación en equipos.
	Manejabilidad de Equipos	Normas adecuadas de acuerdo al manual de cada uno de los equipos de riego.	¿Existe la posibilidad de facilitar la manejabilidad de los equipos?	Consultor

## IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### VARIABLE INDEPENDIENTE.- Plan de Mantenimiento

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
Se debe realizar el respectivo mantenimiento a los equipos pertenecientes al sistema de riego.	Plan de mantenimiento	Técnicas a utilizarse en la proposición del plan a realizarse.	¿Al aplicar éstas técnicas se podrá evitar gastos?	Consulta a ingenieros expertos en mantenimiento.
	Mantenimiento Predictivo	Normas a plantear para predecir errores.	¿Podrán predecir errores estas normas?	Revisión de manuales.
	Mantenimiento Preventivo	Normas a plantear para prevenir errores.	¿Podrán prevenir errores estas normas?	Revisión de manuales.
	Mantenimiento Correctivo	Normas a plantear para corregir errores.	¿Podrán corregir errores estas normas?	Revisión de manuales.

## **DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La ejecución del trabajo de titulación, tendrá en consideración los siguientes aspectos:

Se inició el trabajo de titulación a partir de la fecha aprobada por el H. Consejo Directivo de la Facultad, una vez aprobado esto, se nombró el tutor de trabajo de titulación, el mismo que fue parte de la elaboración y aprobación del cronograma de trabajo, el revisor participó con los colaboradores.; con ellos también se ajustó un cronograma de encuentros y colaboración de ideas para el avance del trabajo de titulación de titulación.

El tiempo en el que se elaboró la titulación o el cronograma se definió para que el proceso sea ejecutado en seis meses como lo estipula el reglamento, contando con las respectivas reprogramaciones o inconvenientes que se produjeron en el transcurso del trabajo de titulación.

El o los egresados realizamos el trabajo de programación, construcción y mantenimiento del sistema de riego en la ciudad de Portoviejo en los predios de CIMMA.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un sistema de riego automatizado en el CIMMA, a través de cálculos elaborados y mantenimientos respectivos, para beneficio del núcleo de asociados al gremio de Ingenieros Mecánicos de Manabí.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Implementar un plan de operación, de acuerdo a los estudios realizados.
- Crear un plan de mantenimiento para los equipos del sistema de riego.
- Involucrar a los beneficiarios en el funcionamiento y mantenimiento del sistema de riego.

## **EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION**

### **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

Al tener finalizado la construcción del sistema de riego automatizado, con su diseño y con los equipos y accesorios que en el fueron utilizados, estos a su vez vienen acompañados de acciones de capacitación de operación y mantenimiento.

El propósito del actual trabajo es de facilitar la información necesaria para capacitar a los beneficiarios del trabajo de titulación, en la operación y mantenimiento del sistema de riego automatizado y los equipos que en el intervienen.

En este trabajo los beneficiarios encontrarán en forma precisa y gráfica las tareas para una adecuada las acciones a tomar para una adecuada operación y mantenimiento del sistema de riego.

Antes de iniciar el manual se debe saber que equipos y accesorios son los que se utilizaron en el sistema de riego automatizado los cuales van a ser de suma importancia conocer su funcionamiento y especificaciones técnicas, si es que las poseen.

## **EQUIPOS Y ACCESORIOS USADOS EN EL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

Una vez finalizado la construcción del sistema de riego automatizado con su respectivo diseño hidráulico, se notó claramente cuáles son los equipos y accesorios que se utilizaron en el sistema de riego automatizado.

En seguida se puntualizarán las particularidades más significativas de cada equipo y accesorio que se manejaron en el siguiente trabajo de titulación.

### ***CONTROLADOR HUNTER ECO LOGIC C/6 SALIDAS***

El programador Eco-Logic dispone de destacadas funciones como una programación sencilla mediante pulsador, Quick Check de Hunter, dos programas independientes con cuatro tiempos de arranque cada uno, un calendario de 365 días, compatibilidad con sensores de clima y memoria no volátil. El Eco-Logic está compuesto de 6 estaciones, que permiten maximizar la eficiencia del

sistema. En cuanto a sencillez, fiabilidad y rentabilidad, nada supera a Eco-Logic de Hunter.<sup>22</sup>



8 Programador hunter eco logic

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES

- Número de estaciones: 6
- Tipo: Montaje Mural
- Armario: Interior

---

<sup>22</sup> <http://www.hunterindustries.com/es/product/programadores/eco-logic>

- Programas independientes: 2 (adaptable)
- Horas de inicio por programa: 4 (adaptable)
- Tiempos de riego máximo de las estaciones: 4 h
- Compatible con sensores de clima de tipo microrruptor
- Bypass del sensor de lluvia
- Retardo por lluvia programable: de 1 a 7 días
- Ciclo manual
- El programa de prueba permite efectuar comprobaciones rápidas del sistema
- Quick Check™
- Memoria no volátil
- Protección automática frente a cortocircuitos
- Ajuste estacional
- Retardo entre estaciones (máximo): 4
- Los programas adaptables permiten simplificar el programador

- Período de garantía: 2 años<sup>25</sup>

### ***ELECTROVALVULAS 2"BERMAD***

La electroválvula de 24 V BERMAD es necesaria para el funcionamiento del programador HUNTER ECO LOGIC. Cuenta con una rosca hembra de 1 1/2" para conexiones con el sistema de tuberías

Esta electroválvula es de la Serie 200 de BERMAD se ofrecen en forma Globo ( $\frac{3}{4}$ "-2") o Angular ( $1\frac{1}{2}$ "-2"). Estas válvulas de control proporcionan excelentes prestaciones hidráulicas, acordes con las más avanzadas tecnologías en los sectores de hidráulica y materiales plásticos.

#### **Características y ventajas**

- Válvula elastomérica accionada por resorte
- Autoactivada
- Variedad de resortes (muelles) de cierre
- Válvula plástica hidroeficiente en forma de globo o angular
- Trayectoria de flujo sin obstrucciones
- Una sola pieza móvil

- Alta capacidad de caudal
- Altamente duradera y resistente a las sustancias químicas y los daños por cavitación
- Diafragma y junta hermética flexibles y balanceados
- Apertura total
- Cierre hermético a prueba de goteo
- Cómoda para el usuario o Fácil y sencilla inspección en línea



9 Electroválvula bermad

### ***BOMBA DE 2HP BARNES***

Fundamental en los sistemas de riego por aspersión, la elección de una bomba que cumpla con las características deseadas y construida con el material adecuado para su uso nos garantizara un óptimo desempeño del sistema de riego.

ATRIBUTOS	DETALLES
CARACTERISTICAS	Cuerpo de hierro fundido, impulsor de latón con protector térmico integrado, eje rotor montado en rodamientos y sello mecánico grafito cerámico, nivel de ruido medio-bajo
POTENCIA	2HP
ALCANCE MAXIMO	42.5 m
ALCANCE	23m
CAUDAL	130 L/min
DIAMETRO DE SUCCION	1 ¼"
DIAMETRO DE DESCARGA	1"



10 BOMBA DE 2H



## ***ASPERSORES***

### DESCRIPCIÓN GENERAL

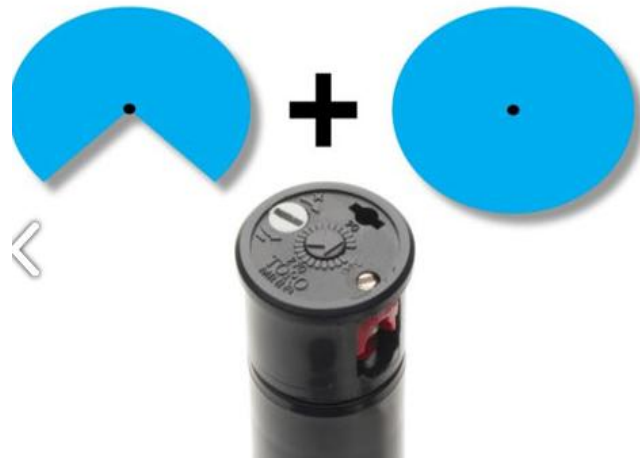
Ideal para aplicaciones de riego de canchas de futbol no reglamentaria. Ofrecen valor y eficacia en la conservación del agua cuando la zona a regar es demasiado grande para difusores, pero demasiado pequeña para un aspersor estándar.



11 Aspersor

## CARACTERÍSTICAS

- **Indicación del arco en la tapa.-** Asegura ajustes sencillos de 40 ° a 360 ° de indicación visual del arco.



12 Indicación de ángulo giro

- **Cinco boquillas intercambiables.-** Para cubrir diferentes necesidades de caudal y radio (viene con una boquilla de 1.5 preinstalada).



13 Boquillas intercambiables

- **Tornillo de ajuste de radio de acero inoxidable.-** Permite reducciones hasta del 25%



14 Tornillo de ajuste de radio de giro

- **Junta activada por presión.-** Minimiza el caudal de purga durante la emergencia y aleja los residuos del vástago durante la retracción.
- **Círculo completo y sectorial en un sólo modelo.-** Ofrece comodidad y reduce las necesidades de inventario.

## **Especificaciones**

- Radio: 6.1 a 10.7 m
- Caudal: 3 a 12.9 L/min
- Arco: Círculo completo; Círculo parcial ajustable; círculo completo/parcial en un solo modelo
- Presión de trabajo recomendada: 2.1 a 3.4 bar
- Entrada: 1.3 cm
- Altura de emergencia: 10.2 cm
- Altura del cuerpo: 15.2 cm
- Diámetro de la tapa: 5.7 cm
- Diámetro de la superficie expuesta: 4.45 cm

<b>Tabla del rendimiento de la Serie Mini 8 (métrico)</b>					
Boquilla	Presión (bar)	Caudal (LPM)	Radio (m)	Pluviometría	
				▲	■
.75	2,0	3,0	6,1	5,6	4,8
	2,5	3,3	6,3	5,8	5,0
	3,0	3,8	6,5	6,2	5,4
	3,5	4,6	6,7	7,1	6,1
1.0	2,0	4,2	7,9	4,7	4,0
	2,5	4,6	8,1	4,8	4,2
	3,0	5,2	8,3	5,2	4,5
	3,5	5,7	8,6	5,3	4,6
1.5*	2,0	4,5	8,8	4,0	3,5
	2,5	5,0	9,0	4,3	3,7
	3,0	5,6	9,3	4,5	3,9
	3,5	6,1	9,5	4,7	4,0
2.0	2,0	5,3	9,1	4,4	3,8
	2,5	6,0	9,3	4,8	4,2
	3,0	6,8	9,4	5,3	4,6
	3,5	7,7	9,4	6,0	5,2
3.0	2,0	8,7	10,3	5,7	4,9
	2,5	9,4	10,6	5,8	5,0
	3,0	10,4	10,7	6,3	5,4
	3,5	11,5	10,7	6,9	6,0

## FILTRO

Su principal función es la de evitar el taponamiento o cualquier obstrucción que pueda existir en los aspersores que se encuentran ubicados en las tuberías de distribución de agua, lo que nos va a garantizar el óptimo funcionamiento de los aspersores al mismo tiempo que ayudaran en el mantenimiento de los mismos.

### Especificaciones técnicas

Tipo de filtro	1" Súper	1½" Compacto	1½" Súper
<b>Datos generales</b>			
Caudal máximo*	7 m³/h (31 US gpm)	15 m³/h (66 US gpm)	15 m³/h (66 US gpm)
Diámetro de entrada /salida	1" (25 mm)	1½" (40 mm)	1½" (40 mm)
Grados de filtración estándar	800, 500, 300, 250, 200, 130, 100, 80, 50, 25, 22 micrones		
Presión máxima de trabajo	10 bar (145 psi)		
Variedad de temperatura de trabajo	60°C (140°F)		
Peso (vacío)	Malla = 0,52 kg (1,14 lb) Anillos = 0,63 kg (1,38 lb)	Malla = 0,76 kg (1,67 lb) Anillos = 0,86 kg (1,89 lb)	Malla = 1,0 kg (2,2 lb) Anillos = 1,2 kg (2,64 lb)

Tipo de filtro	1" Súper	1½" Compacto	1½" Súper
----------------	----------	--------------	-----------

Datos del elemento de filtración			
Área de filtración	Malla = 170 cm <sup>2</sup> (26,3 pulg <sup>2</sup> ) Anillos = 200 cm <sup>2</sup> (31 pulg <sup>2</sup> )	Malla = 170 cm <sup>2</sup> (26,3 pulg <sup>2</sup> ) Anillos = 200 cm <sup>2</sup> (31 pulg <sup>2</sup> )	Malla = 340 cm <sup>2</sup> (52,7 pulg <sup>2</sup> ) Anillos = 460 cm <sup>2</sup> (71,3 pulg <sup>2</sup> )
Tipo de elemento de filtro	Malla de nylon, malla de alambre tejido, elemento de anillos		

Materiales de construcción*	
Carcasa del filtro	Poliacetal
Cubierta del filtro	Poliacetal
Junta de la carcasa	NBR
Malla	Construcción = Polipropileno Red = Acero inoxidable o poliéster Juntas = NBR
Anillos	Construcción = Polipropileno Anillos ranurados = Polietileno Juntas = NBR

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para una correcta operación y mantenimiento de un sistema de riego automatizado por aspersión, lo primero que se requiere saber es el funcionamiento del sistema completo, teniendo claro cómo funciona todo el sistema será importante conocer como operar cada componente que está inmerso en el sistema, que función cumple, cuáles pueden ser sus posibles daños, y que mantenimiento se le debe realizar, los tipos de mantenimiento que se van a usar en el actual trabajo de titulación es el preventivo y el correctivo, que consisten en evitar daños en los equipos y cuando ya no se los pueda evitar simplemente cambiarlos por otro que funcione correctamente.

Al cumplir con normalidad cada paso de lo anterior expuesto, nos va a llevar a tener un sistema que nos va a garantizar un funcionamiento de óptima y nos asegurara a que el periodo de vida útil que está estipulado para cada componente se cumpla.

## **COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO**

- Tuberías
- Bomba
- Filtros
- Electroválvulas
- Aspersores
- Controlador automático

### **TUBERIAS**

Las tuberías son las que conducen el agua desde donde comienza el sistema de riego hasta donde termina de 2" y ½" el tubo debe enterrarse a una profundidad adecuada.

### ***FUNCION DE TUBERIAS***

Las tuberías pueden transportar agua a altas presiones o simplemente pueden ser usadas como un canal, decimos que un

tubo. Cuando se conduce con la tubería llena completamente se dice que trabaja como un canal.

***¿POR QUÉ SE PODRÍA DAÑAR LA TUBERÍA?***

- Por no quedar bien enterrada.
- No se elaboraron bien las camas de apoyo y el relleno de compactación no fue el adecuado.
- Cuando parte de la tubería ha quedado expuesta a los rayos solares. Este puede romperse con facilidad.



15 Modo adecuado de instalar tuberías



## ***PRINCIPAL MANTENIMIENTO DE LA LINEA DE LA TUBERIA***

- Recorrer toda la línea de distribución y observar cuidadosamente si hay filtraciones.
- Rellenar la zanja donde va enterrada la tubería en caso de que haya erosionado la tierra.
- Si existe rotura o daño en alguna parte de la tubería, inmediatamente se lo debe cambiar con un pedazo de tubo del mismo diámetro, debemos hacer limpieza del tubo interior y exteriormente, hacer campaña en uno de los lados, poner pegamento y unirlos.

## **BOMBA**

La bomba es la que impulsará el agua de la cisterna hacia los aspersores, y será controlada manual o automáticamente.

## ***FUNCION***

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve.

## ***MANTENIMIENTO PREVENTIVO***

**Cambio de sellos y empaquetaduras.-** mecánicos cuya finalidad es eliminar fugas de líquidos en la bomba e impedir la entrada de aire a los espacios de aspiración.

- En su revisión se debe buscar que no se presenten fugas de líquido, así como también que no entre aire a la succión de la bomba.
- La empaquetadura debe cambiarse periódicamente. La frecuencia del cambio dependerá del número de horas de operación de la bomba, así como también de la calidad de los materiales.
- Si la bomba funciona de manera permanente, la empaquetadura debe ser reemplazada con una frecuencia de tres a seis meses.

**Lubricación de chumaceras y cojinetes.-** La frecuencia de la lubricación dependerá de las condiciones y del ambiente en que se encuentre funcionando el equipo.

Como guía general se deben realizar las siguientes actividades:

- Cambiar los lubricantes cuando presenten variaciones de color o contaminación por partículas de polvo, agua o partículas metálicas, o descomposición por altas temperaturas y humedad.
- Agregar una pequeña cantidad de grasa cada 400 horas de funcionamiento.
- La caja del cojinete (en caso de que la hubiere) debe estar a una tercera parte de su capacidad.
- No se recomienda el uso de solventes clorados de ningún tipo para limpiar los cojinetes.
- Usar los lubricantes adecuados y normalizados para cada componente de acuerdo con las temperaturas de trabajo.
- Ajustar periódicamente la tornillería.

**Lubricación del eje superior-** El superior es la parte de la bomba que tiene como función transmitir el “torque” que recibe del motor durante la operación de bombeo, y a la vez sujetar la bomba y otras partes giratorias. Su inspección debe ser diaria, como la mejor manera de impedir averías y mantener los costos de mantenimiento al mínimo. Se recomienda:

- Usar lubricantes adecuados y normalizados; aplicarlos con la frecuencia que especifique el fabricante.

- Limpiar el eje con estopa o manta de cielo, usar líquidos adecuados, evitar los agentes oxidantes.
- Revisar que todas las partes de acoplamiento estén bien sujetadas, y efectuar reajustes en caso de que sea necesario.

#### ***MANTENIMIENTO CORRECTIVO***

- Sustituir empaquetaduras o sello mecánico, si existe fuga.
- Extraer el empaque viejo completamente con un extractor de empaquetaduras si se tiene a la mano; es importante limpiar perfectamente la caja de empaques así como también sus conductos de enfriamiento.
- Impulsor. Si el gasto y la carga presentan una variación mayor al 10% de sus valores de diseño, es señal de que el impulsor ya muestra cierto desgaste, por lo que se recomienda sustituirlo.
- Tubería de descarga. Cuando la tubería de descarga presenta corrosión avanzada es mejor sustituirla para evitar una fuga de agua que paralice el servicio.

**Sustitución de la bomba.-** La bomba debe ser sustituida en cualquiera de los siguientes casos:

- Cuando el cuerpo de la bomba presente daños importantes, derivados de la corrosión, un atascamiento, un golpe de ariete o de la fricción.

## **FILTROS**

### ***FUNCION***

El filtro es el corazón del sistema de riego y por lo tanto debe recibir frecuente atención. El sistema de filtración debe proteger al sistema de riego del taponamiento y daño de sus componentes, estar diseñado acorde a las características del tipo de alimentación de agua y al tipo de sistema de riego instalado en el campo.

El nivel de filtración recomendado se expresa en micrones o mesh, y depende del tipo de aspersor utilizado. Los niveles requeridos de filtración están especificados a la hora de la elección del aspersor. Si no hay recomendaciones para el aspersor que usted está utilizando, use un nivel de filtración 5 veces mayor.

### ***PRINCIPALES DAÑOS***

El principal daño que se encontró en el filtro es de la malla de filtración que al tener un mal mantenimiento simplemente dejara pasar partículas que dañaran los aspersores.

### ***MANTENIMIENTO PREVENTIVO***

- Revisar y limpiar la malla de filtración semanalmente, y si es posible limpiarlo con un cepillo, hacerlo con mucha delicadeza para no dañar la malla, en ningún caso use un cepillo de cerdas metálicas.
- Revisar la unión del filtro con la tubería y de la malla filtrante con el cuerpo del filtro, y verificar que no exista ninguna fuga de agua.

En caso de haberla si la tubería es roscada aplicar adecuadamente teflón para que quede bien sellada, en caso de ser una unión pagable, aplicar adecuadamente el pegamento de PVC.



#### 16 Mantenimiento de filtros

##### ***MANTENIMIENTO CORRECTIVO***

- Cambiar la malla filtrante cada 6 meses, o hacerlo una vez que esta no trabaje correctamente.
- Si una vez que se le aplica el mantenimiento preventivo a las uniones del filtro con la tubería, estas continúan con la fuga de agua, se recomienda cambiar el cuerpo del filtro por otro nuevo.



#### 17 Reparación de uniones de filtros con tuberías

### **ELECTROVALVULAS**

#### ***FUNCION***

Las electroválvulas en los sistemas de riego son de gran ayuda ya que estas pueden trabajar ya sea manual como automáticamente, son las principales protecciones en los sistemas hidráulicos: con sus aplicaciones se evitan derrames innecesarios y/o reparaciones provocados por rompimiento de las tuberías de la red. Se recomienda inspeccionarlas semanalmente en busca de fugas o anomalías. Una válvula no debe permanecer inmovilizada por períodos muy largos, debido a la acumulación de sedimentos. Si es posible, debe ser accionada a intervalos regulares para asegurar una operación correcta y continua.



## ***MANTENIMIENTO PREVENTIVO***

- **Lubricación.-** se recomienda lubricar el cojinete del eje una vez al mes como mínimo. El tipo de lubricante a utilizarse dependerá de las condiciones de servicio de la válvula (temperatura, tipo de fluido, etc.).
- **Revisión del diafragma de cierre.-** Los cierres y las aperturas en válvulas solenoides implican exactitud en el ajuste de los diafragmas; su ajuste debe ser anual y debe llevarse a cabo un reporte de las diferentes fallas que se hayan presentado o se llegasen a presentar. El diafragma debe limpiarse anualmente de acuerdo con las instrucciones particulares del fabricante.



18 Revisión de diafragma

- **Sustitución de empaques.-** La frecuencia de cambio de empaquetadura se dejará a criterio del usuario, basándose en sus experiencias pasadas con el equipo. Como guía, se recomienda cambiarla anualmente.
- **Limpieza del resorte accionador del diafragma.-** La limpieza de los accionadores debe ser mensual, y se debe considerar en todo momento la importancia del ajuste preciso de los resortes y accionadores en las válvulas. Se debe completar un registro con detalles de su mantenimiento y las posibles fallas registradas.
- **Limpieza del cuerpo de la válvula.-** La limpieza del cuerpo de las válvulas debe ser mensual; hay que asegurarse de que la apertura y el cierre de las mismas no se vean afectados por algún objeto extraño, y que su engrase se realice con el lubricante recomendado por los fabricantes de acuerdo con las instrucciones para su uso y aplicación.
- **Revisión de la conexión eléctrica.-** se debe revisar y limpiar mensualmente, las conexiones y terminales eléctricas, teniendo en cuenta que no estén sulfatadas, quebradas o sueltas, por lo que podría abrir el circuito y no funcionara el sistema de riego.



#### 19 Mantenimiento de Electroválvula

##### ***MANTENIMIENTO CORRECTIVO***

Cuando una válvula ha sufrido daño en algunos de sus componentes, esta puede reacondicionarse; para ello se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Desarmar la válvula y limpiar los componentes con productos químicos o con chorro de arena.
- Inspeccionar con cuidado los componentes; tomar la decisión de reparar o reemplazar las piezas gastadas.
- Soldar para rellenar superficies gastadas o maquinar para producir superficies nuevas. En el almacén debe haber

provisión de piezas semiacabadas y refacciones (piezas de repuesto) para producir piezas nuevas terminadas.

- Armar la válvula con empaquetaduras nuevas y, si se requiere, con tornillos nuevos. Probar la válvula reacondicionada de acuerdo con las especificaciones para válvulas nuevas.

## **ASPERORES**

### ***FUNCION***

Son los encargados de aplicar agua en forma pulverizada a la cancha de futbol, su operación consiste en el montaje que se hace en la línea de riego, instalándolo de manera que el vástago del aspersor tenga una altura mayor al del césped cuando se active el sistema y cuando este apagado este a la misma altura del césped.

### ***MANTENIMIENTO***

Una vida útil prolongada de un aspersor, depende del mantenimiento que el operador le aplique. A continuación detallan que mantenimiento requieren estos aspersores.

- Cambiar las boquillas cada 2 años de uso, ya que en este periodo de uso las boquillas sufren desgastes por lo que es de suma importancia cambiarlas para evitar que el consumo de agua aumente.
- Luego de dos años de uso es necesario reemplazar las juntas de goma.
- Es de suma importancia tener un cuidado minucioso en los resortes, hay que revisarlos y ajustarlos cada tres meses ya que estos pueden sufrir estiramientos o ruptura y evitarían que el vástago trabaje normalmente.



20 Mantenimiento de resorte del aspersor

- Cuando se gasta la manguera en los extremos, cortar el pedazo gastado al fin de evitar la pérdida o fuga de agua.

## **CONTROLADOR AUTOMATICO**

### ***FUNCION***

Es el principal componente en la automatización del sistema de riego ya que en el vamos a programar los días y el tiempo de riego que queremos que funcione nuestro sistema

### ***MANTENIMIENTO***

Es recomendable realizar un mantenimiento periódico general que incluya una inspección visual del programador, del correcto funcionamiento de cada icono que aparece en la pantalla, así como del buen estado de los cables y accesorios.

Realizar pruebas mensualmente con la opción de encendido directo y verificar que si está trabajando normalmente realizando las pruebas anteriores.

## ***LIMPIEZA***

La carcasa y la pantalla se pueden limpiar con un paño suave ligeramente humedecido en agua si fuera necesario. Es más, se ha comprobado que estos componentes son también resistentes al uso de soluciones de limpieza no volátiles.

Las terminales eléctricas de las puede limpiar con un solvente eléctrico y con un cepillo suave para eliminar el polvo y las partículas que puedan influir en hacer un buen contacto eléctrico.

## **BENEFICIARIOS**

### **DIRECTOS**

- Profesionales y egresados de la carrera de Ingeniería mecánica.
- Estudiantes y Docentes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y a aquellos que necesiten disponer de estudios y/o uso de la cancha.

### **INDIRECTOS**

- CIMMA (Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí)
- Autoridades del Colegio de Ingenieros Mecánicos de Manabí.
- La comunidad manabita y nacional se beneficia al mejorar tanto el sistema de riego, como la habilitación de una cancha de césped dentro del colegio.



## **RECURSOS**

El presente trabajo de titulación y su desarrollo, contará con los siguientes recursos:

### **HUMANOS**

- Conformado por dos egresados de la carrera de Ingeniería mecánica.
- Un profesor de la Carrera de Ingeniería Mecánica que es Tutor y parte fundamental del trabajo de titulación, siendo el responsable de representar la calidad del presente trabajo de titulación y su respectivo cumplimiento del cronograma como de su ejecución, su accionar y despeje de dudas a los realizadores y defensores del trabajo de titulación.
- Docentes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, que tienen el control y seguimiento del trabajo de titulación a través del diseño del cronograma enunciado anteriormente y aprobado tanto por los estudiantes como por el tutor de trabajo de titulación, además es el nexo en ejecutores de la titulación y las autoridades de la facultad, las cuales también pueden resolver cambios en el dicho cronograma, sin que este afecte la forma del trabajo de titulación de titulación.
- Proveedores de equipos y accesorios del sistema de riego.

## **MATERIALES**

- Tablero de control
- Equipos, accesorios que de instalaran en el sistema.
- Equipo programación
- Cd
- Flash Memory
- Materiales de Oficina
- Copiadora
- Trabajo de titulación
- Cámara fotográfica
- Equipo de topografía
- Gallineta
- Volquetas

## **ECONÓMICOS**

- El presente trabajo de titulación tiene un costo por la cantidad de \$6.200,00 USD (seis mil doscientos 00/100 dólares americanos) los que fueron financiados un 100% por los autores del proyecto de titulación.

## **VERIFICACION DE OBJETIVOS**

### **VERIFICACION DEL OBJETIVO ESPECIFICO UNO**

- Luego de la construcción de la cancha se procedió a diseñar e implementar un plan de mantenimiento de acuerdo a las normas técnicas, con el respectivo análisis del tiempo de riego a utilizarse.

### **VERIFICACION DEL OBJETIVO ESPECIFICO DOS**

- De acuerdo a los manuales utilizados, se generó un plan de mantenimiento para cada uno de los equipos utilizados en el sistema de bombeo y de riego.

### **VERIFICACION DEL OBJETIVO ESPECIFICO TRES**

- Se realizaron programas para que los estudiantes de la carrera complementen el plan de mantenimiento y sus respectivos agremiados inspeccionaron el sistema de riego y la cancha de principio a fin de proceso.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Al concluir la presente titulación, se proporcionó al Colegio de ingenieros Mecánicos de Manabí, un plan de mantenimiento del sistema de riego automatizado, que ayude a mantener en buen estado la cancha y que le permita al CIMMA contar con un espacio deportivo en óptimas condiciones.

## **PRESUPUESTO**

TEMA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.

**“DISEÑO Y COSTRUCION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA LA CANCHA DE FULBITO DEL COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL CANTON PORTOVIEJO”**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO EN DOLARES</b>
Nivelación con Equipo Topográfico	150,00
Nivelación manual	300,00
Siembra de césped y césped	2.000,00
Sep. De Estimulante	100,00
Sep. De Bioquímico	150,00
40 volquetadas de tierra vegetal	500,00
SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO	3.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>6.200,00</b>

Son: SEIS MIL DOSCIENTOS DÓLARES AMERICANOS

**MACÍAS MADRID CARLOS**

**131142027-5**

**MOREANO CASTILLO FABIÁN**

**131142259-4**

# CRONOGRAMA

CRONOGRAMA																			
ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES																RECURSOS		
	2015																HUMANOS	MATERIALES	
	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
<b>1. DISEÑO DE CANCHA CIMMA</b>																			
1.1 RECONOCIMIENTO DEL LUGAR DE TRABAJO																		AUTORES	CAMARA
1.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN																		AUTORES	COMPUTADORA, CAMARA, MATERIALES DE ESCRITORIO
1.3 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO																		AUTORES	COMPUTADORA, MATERIALES DE ESCRITORIO
1.4 DISEÑO DE PLANO ESTRUCTURAL DEL CIMMA																		AUTORES	CINTA PARA MEDIR, COMPUTADORA, CAMARA
1.5 ESTUDIO DE ANÁLISIS DE SUELO DEL CIMMA																		AUTORES	COMPUTADORA, CAMARA
1.6 ANÁLISIS DE MATERIALES A UTILIZAR																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
<b>2. EL CIMMA CUENTA CON INSTALACIONES DE DEPÓSITO DE AGUA Y DOTACIÓN DE ENERGÍA</b>																			
2.1 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS ADQUIRIDOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE RIEGO																		AUTORES	PROFORMA, COMPUTADORA
2.2 CALCULO DEL CAUDAL PARA EL SISTEMA DE RIEGO.																		AUTORES	CALCULADORA, COMPUTADORA, CAMARA
2.3 PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE PLANO ELÉCTRICO E HIDRAULICO																		AUTORES	MATERIALES DE ESCRITORIO, COMPUTADORA, CAMARA
2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS																		AUTORES	COMPUTADORA
<b>3. CONSTRUCCIÓN DE CANCHA CIMMA</b>																			
3.1 ANÁLISIS DE PRECIOS Y COMPRA DE MATERIALES																		AUTORES	PROFORMA, COMPUTADORA
3.2 CAMBIO DE SUELO																		AUTORES	GALLINETA, CINTA MÉTRICA, APLANADORA
3.3 EXCAVACIÓN Y CANALIZACIÓN																		AUTORES	GALLINETA, CINTA MÉTRICA, APLANADORA
3.4 COLOCACIÓN DE TUBERIAS, ASPERSORES Y ELECTROVALVULAS																		AUTORES	PLANOS, TUBERIAS, ASPERSORES, ELECTROVALVULAS, CAMARA
3.5 ADQUISICIÓN DE CONTROLADOR HUNTER PARA RIEGO PROGRAMADO																		AUTORES	CONTROLADOR, RECURSO MONETARIO
3.6 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR HUNTER																		AUTORES	CONTROLADOR, RECURSO MONETARIO
3.7 COLOCACIÓN DE BOMBA Y FILTRO																		AUTORES	BOMBA Y FILTRO, Y MATERIALES EXTRAS
<b>4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO</b>																			
4.1 REALIZAR PLAN DE MANTENIMIENTO A CADA UNO DE LOS EQUIPOS																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
4.2 REALIZAR PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
4.3 REALIZAR PLAN MANTENIMIENTO PREDICTIVO																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
4.4 REALIZAR PLAN MANTENIMIENTOCORRECTIVO																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>																			
																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
<b>5. ENTREGA DE OBRA</b>																			
																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
<b>6. PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL</b>																			
																		AUTORES	COMPUTADORA, ANOTACIONES
<b>7. SUSTENTACION</b>																			
																		AUTORES	COMPUTADORA

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- El manual de operación y mantenimiento se lo elaboro para que sirva como una pauta eficaz en el buen uso del sistema de riego automatizado y garantice una larga conservación de cada componente del sistema de riego por lo que de eso depende este trabajo.
- En la implementación de los equipos y accesorios del sistema de riego por aspersión el material mayormente utilizado es de PVC y polietileno, que protegidos convenientemente su periodo de vida útil será de 40 a 50 años y expuestas al sol será de 5 a 6 años.
- La innovación tecnológica en este tipo de sistemas de riegos constituye un gran avance al colegio de ingenieros mecánicos de Manabí ya que permitirá tener una cancha de primer nivel, con un mantenimiento adecuado que preservara su vida útil.



## **RECOMENDACIONES**

- Capacitar a los beneficiarios del actual trabajo de titulación, para que se les haga fácil comprender el manual de operación y mantenimiento y así lo puedan llevar a cabo.
- Cuidar los implementos del sistema de riego y tratar en lo posible de no exponerlos al sol.
- Promover este tipo de innovaciones tecnológicas en otras canchas o complejos deportivos de la provincia y el país.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. <http://www.bluebagages.com/jardineria/cesped.php>
- [2]. <http://www.cesped.es/mantenimiento-del-cesped/>
- [3]. Riegos por aspersión en campos de futbol. Daniel Gómez Merino.
- [4]. Tarjuelo, 1999; Dechmi et al., 2004.
- [5]. Li y Kawano, 1996
- [6]. José (2005). Técnicas de riego. Ediciones Mundi prensa. Cuarta Edición. Madrid-España
- [7]. Programadores de Riego; Bello-Pino (Instituto de Investigaciones agropecuarias comisión nacional de riego)
- [8]. Avila, R. Cabello, A. Lirola, J. Martin, A. y Ortiz, F 1996. Agua, riego y fertirrigación. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgacion. Depósito legal SE-2244-96. ISBN 84-802009. Sevilla, España 155P.
- [9]. Manual de Mantenimiento. Sena Fedemental. Santafé de Bogotá, 1991
- [10]. Patton, Joseph D., *Maintainability and Maintenance Management*, 2ª Ed., Instrument Society of America, USA, 1988.
- [11]. Manual de Mantenimiento de equipos e instalaciones industriales. Corporación Venezolana de fomento.
- [12]. File, William T., *Cost Effective Maintenance*, Butterworth – Heinemann, 1991
- [13]. Newbrough, E. T., *Administración del Mantenimiento*, 7ª impresión, Editorial Diana, México, 1986.

## ANEXOS



21 Adecuación del terreno donde está ubicada la cancha



22 Excavación del terreno, de acuerdo al plano elaborado.



23 Instalación de la red de tuberías, incluido las electroválvulas



24 Instalacion monturas



25 Instalación de aspersores



**26 Recolección de tierra fértil para sembrar el cesped**



**27 Distribución de tierra fértil, En el área de la cancha**



28 Medición de altura de los aspersores



29 Ajuste de aspersores



**30 Prueba de los aspersores**

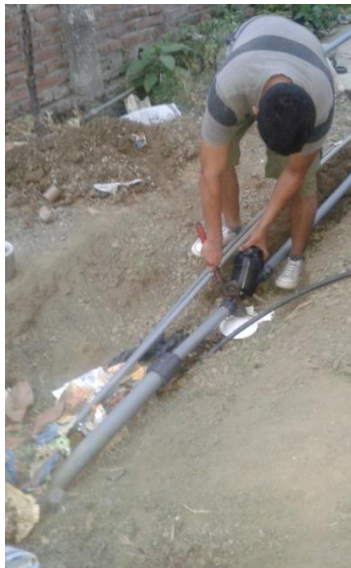


**31 Prueba de los aspersores**





**32 Siembra del césped**



**33 Ajuste de filtro**



34 Ajuste de filtro



35 Revisión de equipo de bombeo



### 36 Revisión de crecimiento de cesped



### 37 Mantenimiento de aspersores



**38 Mantenimiento del césped (Corte)**



**39 Mantenimiento del césped (Corte)**



40 Prueba de aspersores



41 Entrega final del trabajo