



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**TEMA  
“ESTUDIO DE UNA RED DE CONTROL DE RIEGO  
CON SENSORES DE HUMEDAD UTILIZANDO  
XBEE”**

**AUTOR  
GARZÓN TORRES JOEL ADRIÁN**

**TUTOR  
ING. TELECOM. MARIO PINOS GUERRA. MSI**

**2018  
GUAYAQUIL - ECUADOR**



Ingeniería  
en  
Teleinformática

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

## CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado ING. PINOS GUERRA MARIO, MSI. tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por GARZÓN TORRES JOEL ADRIÁN, C.C.: 0940330327, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: "ESTUDIO DE UNA RED DE CONTROL DE RIEGO CON SENSORES DE HUMEDAD UTILIZANDO XBEE", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 8% de coincidencia.

URKUND

Documento [TEsis Joel Garzón Torres Urkund.docx](#) (D35172549)

Presentado 2018-01-31 01:43 (-05:00)

Presentado por joetogar93@hotmail.com

Recibido plinio.andradeg.ug@analysis.unkund.com

Mensaje Tesis para Urkund [Mostrar el mensaje completo](#)

8% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes Bloques	
Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">TesisGisselaVeraTerceraRev.docx</a>
	<a href="#">TesisGisselaVeraSegundaRev.docx</a>
	<a href="http://xbee.cl/que-es-xbee/">http://xbee.cl/que-es-xbee/</a>
	<a href="https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/16/zigbeexbee/">https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/16/zigbeexbee/</a>
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

<https://secure.unkund.com/view/34618502-222693-881608#FchBCglxEETRu2T9ke6uTiaZq4gLGVRm4WxmKd7dCPWheJ/yPst69cCFV7zhY85m08bE8ac+GwRhBPziEhiQYGEEIXUUCedDFJkpvVsVNFY6lwb5dxfx/7ct/uxPcpqF1vcskazYZKq5/cH>

ING. PINOS GUERRA MARIO, MSI  
CC: 0918237405

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Garzón Torres Joel Adrián  
C.C. 0940330327

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios por ayudarme a vencer todos los obstáculos que se me presentaron.

A mis padres por que han hecho todo lo posible para que este camino sea más fácil.

A mi familia que han estado ahí cuando más los he necesitado.

A mi novia que ha sido un pilar fundamental a lo largo de esta carrera.

A mi Tutor de tesis, Ing. Mario Pinos Guerra por la paciencia y dedicación en la trayectoria de desarrollo de la Tesis.

A mis amigos y futuros colegas por ser un gran grupo y salir adelante, son los mejores.

A mi amigo Lynn John por tenerme paciencia en todo este recorrido.

**Joel Adrián Garzón Torres**

## **DEDICATORIA**

Dedico este triunfo a mis padres, Victoria Torres y Eduardo Mejía por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de la vida, por su incondicional apoyo en todo este tiempo. Todo lo que soy ha sido gracias a ustedes

Por ser los mejores padres del mundo gracias.

**Joel Adrián Garzón Torres**

## ÍNDICE GENERAL

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I EL PROBLEMA

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2.	Formulación del Problema	3
1.3.	Sistematización del problema	3
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo General	3
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	Justificación e Importancia	4
1.6.	Hipótesis	5
1.7.	Operacionalización de las Variables	6

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1.	Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1.	Microsoft SQL Server	9
2.1.2.	Lenguajes de programación	14
2.1.3.	Visual Studio Ultimate 2012.	16
2.1.4.	Sistema de riego	16
2.1.5.	Tecnología XBEE	24

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.	Diseño de la investigación	30
3.2.	Tipos de Investigación	32
3.2.1.	Investigación exploratoria	32
3.2.2.	Investigación descriptiva	32
3.2.3.	Investigación de campo	33
3.3.	Población y Muestra	34
3.3.1.	Población	34
3.3.2.	Muestra	34
3.4.	Análisis e Interpretación de Resultados	36

### **CAPÍTULO IV**

#### **PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1.	Título	46
4.2.	Descripción de la Propuesta	46
4.3.	Diseño de un sistema de red de control de riego.	47
4.4.	Métodos y Materiales	48
4.5.	Conclusiones y Recomendaciones	69
	<b>ANEXOS</b>	71
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Operacionalización de las Variables	6
2	Recursos Necesarios	36
3	Beneficios de usar una red de control inalámbrica	37
4	Necesidad de una red de control inalámbrica	38
5	Acciones de riego	39
6	Crecimiento del Césped	40
7	Intervención de alguien	41
8	Distribución de recursos	42
9	Condiciones del estadio	43
10	Aplicación de dispositivos XBee	44
11	Tecnología de dispositivos Xbee	45



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Recursos Necesarios	36
2	Beneficios de usar una red de control inalámbrica	37
3	Necesidad de una red de control inalámbrica	38
4	Acciones de riego	39
5	Crecimiento del Césped	40
6	Intervención de algas	41
7	Distribución de recursos	42
8	Condiciones del estadio	43
9	Aplicación de dispositivos XBee	44
10	Tecnología de dispositivos Xbee	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Diseño de Electroválvulas	23
2	Diseño de Electroválvulas	26
3	Diseño de Prototipo	48
4	Arduino Uno	49
5	Xbee	50
6	ShieldXbee 3.0	51
7	Modulo de Sensor	52
8	Sensores de Humedad	53
9	Lcd 16x2 i2c	54
10	Configuración del XBEE	59
11	Diagnóstico de la comunicación	60
12	Direcciones del Xbee	61
13	Nombre del XBEE	61
14	Programación del XBEE	62
15	Esamblaje del XBEE con el Shield	63
16	Conexión del Sensor de humedad de suelo	64
17	Conexión del sensor de humedad y temperatura	65
18	Conexión del Relay	66
19	Conexión de la pantalla LCD 16x2	67
20	Conexión de la pantalla LCD 16x2	68

**AUTOR:** GARZÓN TORRES JOEL ADRIÁN  
**TEMA:** ESTUDIO DE UNA RED DE CONTROL DE RIEGO CON  
SENSORES DE HUMEDAD UTILIZANDO XBEE.  
**TUTOR:** ING. TELEC. MARIO PINOS.

## **RESUMEN**

La investigación está sustentada en el estudio y profundización de la red de control de riego con sensores de humedad y la influencia que tiene como implementación tecnológica en el riego de césped. Por ello, su aplicación se sustenta en producir un mejoramiento ante la optimización de recursos empleados para el cuidado y mantenimiento de los jardines, que requieren de un cuidado riguroso que la tecnología le puede proporcionar. El sistema de control de riego posee una importancia elemental como tema de investigación en torno a la importancia que tiene ante las condiciones que implica la producción de viento y la aridez del clima. Las condiciones del clima estableciendo una uniformidad en el riego, que permite a los jardines sostenerse fuera de lo que implique el clima. A través de la recopilación de información de relevancia se produce la necesidad de efectuar la investigación en relación a las diferentes alternativas que integran la propuesta.

**Palabras Claves:** Red, Control, Riego, Sensor, Humedad, Xbee

**Garzón Torres Joel Adrián**  
**C.C. 0940330327**

**Ing. Telecom. Mario Pinos Guerra. MSI**  
**Tutor del Trabajo**

**AUTHOR:** GARZÓN TORRES JOEL ADRIÁN  
**TOPIC:** STUDY OF AN IRRIGATION CONTROL NETWORK WITH  
HUMIDITY SENSORS USING XBEE.  
**TUTOR:** ING. TELEC. MARIO PINOS.

### **ABSTRACT**

The research is based on the study and deepening of the irrigation control network with humidity sensors and the influence it has as a technological implementation on lawn irrigation. Therefore, its application is based on producing an improvement before the optimization of resources employees for the care and maintenance of the jardine, which requires the rigorous care that technology can provide. The irrigation control system has an elementary importance as a research topic around the importance it has before the conditions that imply the production of wind and the dryness of the climate. The conditions of the climate establishing a uniformity in the irrigation, that allows the gardens to sustain themselves outside of what the climate implies. Through the collection of relevant information there is a need to carry out research in relation to the different alternatives that make up the proposal.

**Keywords:** Network, Irrigation, Control, Sensor, Humidity, Xbee.

**Garzón Torres Joel Adrián**  
**C.C. 0940330327**

**Ing. Telec. Mario Pinos Guerra. MSI**  
**Tutor of work**

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema de control de riego es un conjunto de estructuras empleadas para el control y gestión del flujo de agua, que forma parte del circuito de control y que involucra elementos actuadores de corte electro – mecánico. El estudio y profundización del sistema de control de riego implica el conocimiento y aplicación de estructuras que generen una gestión y distribución del agua, por ende la investigación parte de un estudio de carácter cuantitativo, cualitativo, exploratorio, de campo y descriptivo. La recolección de datos integra una encuesta /observación directa, como sucede con lo propuesto por los resultados obtenidos que integran directrices que generen una mayor comprensión del tema investigado. Para desarrollar una adecuada investigación en torno al estudio, se clasificará de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del problema, preguntas de investigación, Justificación y Objetivos.

Capítulo II: Fundamentación conceptual y legal, Variables y Operacionalización.

Capítulo III: Materiales y Métodos, describiendo: población o muestra; Tipo de estudio. Método de recolección de datos. Procedimiento para la recolección de la información. Plan de tabulación. Instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV: Propuesta de la investigación, se describirá la propuesta, se relazará el diseño del sistema de red de control de riego con sensores de humedad utilizando XBEE, Métodos y Materiales, configuración, etcl. Culminando con las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

Las implementaciones tecnológicas para la automatización en el riego de césped están representando significativamente con cambios positivos en el mejoramiento y optimización de los recursos que se emplean para el cuidado y mantenimiento de jardines en general, por lo que se requiere de un riguroso cuidado del mismo.

El césped por lo general necesita una cantidad noble de agua para que esté en sus óptimos niveles, sin embargo, en la mayoría de los campos y jardines no se tiene conciencia ni se calcula sobre la cantidad de agua que necesita el césped para su correcto desarrollo y crecimiento. El césped necesita cantidad de agua de manera paulatina por lo que es de suma importancia que sean cantidades exactas y no se lo haga de manera empírica.

Lo que se quiere lograr es sobrepasar las limitaciones de los recursos energéticos e hídricos. Varias de las restricciones que se dan son: riego escaso y uso no autorizado del suministro eléctrico son las que mas sobresalen.

A parte, se hace énfasis en que es necesario que el agua que es destinada al riego para el césped se use con responsabilidad, considerando que es un recurso no renovable y se debe generar un cambio cultural con respecto al abuso del agua, por lo que a través de controles mediante sensores de humedad utilizando xbee se minimizarán los costos de operaciones.

Con la intención de abordar las complicaciones mencionadas anteriormente y poder ofrecer una respuesta tecnológica que es apta en este trabajo se ejecuta la implementación de un sistema de red avanzado e inteligente automatizado, compuesto de hardware y software, que lleve a cabo la medición y control de la humedad del terreno para el control automático del sistema de riego, lo cual permitirá que el césped posea la cantidad de riego de agua necesaria, y de esta manera influya en su correcto crecimiento mejorando así la calidad del pasto.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Mediante un estudio de un sistema de control de riego mediante una red inalámbrica de sensores de humedad usando el módulo de comunicación xbee se podrá ahorrar el consumo de agua, distribución y mejorar la eficiencia del riego para el correcto crecimiento de pasto?

## **1.3. Sistematización del problema**

¿Los recursos utilizados en el riego son los adecuados?

¿Qué sistema de riego se está llevando actualmente?

¿La distribución de la humedad en los diferentes sectores de riego es el correcto?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Estudio de un sistema de control de riego mediante una red inalámbrica de sensores de humedad usando el módulo de comunicación xbee.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Optimizar la cantidad de recursos utilizados en los actuales sistemas de riego.
2. Emplear nuevas tecnologías para la automatización de los sistemas de riego.
3. Determinar y Adaptar una topología de red a los módulos xbee que le permita comparar la distribución de la humedad en los distintos sectores que conforman el sistema de riego.

### **1.5. Justificación e Importancia**

La referencia efectuada hacia los recursos tecnológicos que forman parte de los sistemas de riego están direccionados a procesos y métodos determinados cuyo objetivo está orientado al incremento de la eficiencia en el consumo del agua.

El objetivo de crear sistemas de tal naturaleza está relacionados a la optimización del consumo de agua y de ahorro energético. El desarrollo del sistema implica una mejoría en la calidad del césped mediante la optimización del conocimiento y control de la humedad.

El ahorro de los recursos naturales engloba factores de elemental importancia para la sociedad a nivel general, puesto que los daños ambientales que se producen ante la falta de cuidado de los recursos afectan desde la problemática al agua. La solución de problemáticas que afectan al sistema de riego parte de la relación de la sociedad en la cultura de ahorro de recursos. El consumo innecesario de agua es uno de los elementos más relevantes del mismo afectando el crecimiento y mantenimiento del césped que influye en la preservación de los recursos y la responsabilidad que hay con el cuidado del medio ambiente.



La integración del sistema electrónico y computacional influye de manera directa en la optimización de la gestión de recursos hídricos, entre la que destacan los gastos en los procesos de manejo de riego ante la obtención de resultados obtenidos de la producción de pasto.

Es de una importancia elemental la comprensión de que los riegos por aspersión se adecuan a topografías levemente accidentadas. Los sistemas de riego por aspersión se adaptan de manera integral a las topografías ligeramente accidentadas entre las que se hallan las redes de tuberías entre las que destacan las máquinas de riego, que conllevan un consumo moderado de agua y con ello el alcance de una eficiencia de uso aceptable.

Las condiciones del clima limitan la aplicación de agua en forma de lluvia, relacionándola con la producción del viento y a la aridez del clima. Las gotas producidas son pequeñas y en el ciclo tienden a desaparecer antes de tocar el suelo por la evaporación.

Los grandes jardines no poseen un sistema autónomo para el control de riego del césped, lo que incide en la realización manual de bombas de agua. Ello implica la necesidad de la realización automática de los procesos que caracterizan el control del agua y con ello la humedad y el estado del terreno, lo que implica una determinación ante la cantidad y calidad del riego.

## **1.6. Hipótesis**

Mediante un estudio de un sistema de Control de Riego mediante una red inalámbrica con Sensores de Humedad Utilizando el módulo de comunicación xbee incrementará la eficiencia del consumo de recursos hídricos en el riego de césped.

## 1.7. Operacionalización de las Variables

**TABLA N°1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Variable	Definiciones	Dimensiones	Indicadores
Red de control inalámbrica de sensores de humedad <b>Independiente</b>	Una red de control inalámbrico se compone de hardware y software que permite tener un conocimiento sobre la cantidad adecuada y el momento preciso del riego según el estado de humedad del suelo	Software	• Sistema amigable y de fácil interacción con usuarios
			• Acoplable a otros dispositivos y sensores
			• Módulo que permite definir tiempo de riego a voluntad del usuario
			• Generación de reportes del estado del césped en tiempo real.
		Hardware	• Tasa de Escalabilidad
			• La utilización de sensores para la Humedad del suelo
			• Estándarización de la comunicación para redes inalámbricas IEEE 802.15.4
			• Activación de bombas y aspersores
Eficiencia del consumo de recursos en el riego <b>Dependiente</b>	El uso correcto del agua que lo utiliza para el riego, solamente usando lo esencial para mantener el pasto en perfecto estado	Eficiencia	• Correcta distribución del Agua
			• Crecimiento Paulatino del césped
			• Automatización del Sistema
		Recursos	• Ahorro Energético
			• Ahorro de Agua
			• Ahorro de Personal

Fuente: Investigación Bibliográfica  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Este sistema de control de riego por medio de la humedad se trata en tener un césped hidratado para mantenerlo brillante y verde. Para este tipo de hidratación de césped hay 2 clases, uno de tipo húmedo y otro de tipo seco; para medir la temperatura de cada una y sus distintos estados de humedad y de estado seco se requiere la ayuda de los denominados sensores de humedad y temperatura, para que trabaje vía inalámbrica usando los dispositivos Xbee de cada sensor al concentrador de datos que lleva un PIC programable 16FF887 y antena Xbee; el cual recepta información vía inalámbrica y es transmitida a la tarjeta de adquisición de datos que es receptada a su vez por vía inalámbrica por su antena Xbee y luego estos se comunican con los datos vía serial USB al computador portátil; para poder observar la información por medio de una Interfaz gráfica, hay que tener en cuenta que el sistema de riego tiene un periodo de tiempo de un minuto; para poder hidratar dicho proceso que puede actuar de manera manual o automático. Trabaja de manera manual porque podemos ejecutar el riego de agua oprimiendo un pulsador en ON y en la forma automática, el sensor se encarga de detectar si esta humedad, seco o hidratado; para enviar agua y terminar.

La tecnología Xbee determina que puede cumplir muchas necesidades con respecto a su uso, ya que Xbee es considerada como una tecnología para mejorar y optimizar resultados en cuanto a precisión o seguridad se trata, ya existen algunos proyectos vigentes con la tecnología mencionada.

La cancha de la universidad de Piura - Perú es de un tamaño reglamentario según las normativas de la FIFA. Esta se encuentra cubierta con césped natural tipo "Bermuda", que es el más indicado para estos tipos de campos, ya que por su textura hace que se logre una superficie blanda y recta.

Actualmente cuenta con un moderno sistema de riego automatizado que se denomina "Pop-Up", es muy parecido al utilizado en el remodelado Estadio Nacional. Con dicho método, este césped automáticamente será regado en ciertas horas del día sin que este sea operado de forma manual.

Basado en un entorno nacional esta tecnología se aplica en campos locales como el Estadio Banco del pacifico ubicado en la provincia del Guayas, ciudad de Guayaquil, los problemas principales que se dan en estos campos son el continuo desgaste que la cancha sufre en zonas ciertas zonas críticas, como se dan el caso de la zona de los arcos donde se ubica el portero, donde el deterioro es más notable que en otras zonas. Otra zona donde el desgaste es más notorio es en la mitad de la cancha, ya que es una zona muy concurrida por los jugadores, en este caso se necesita tomar medidas al respecto para que el riego en esta área sea más frecuente y tenga una forma uniforme en todo el sector del campo.

Una base de datos es considerada una herramienta para organizar y recopilar información. En esta base de datos, se puede guardar información sobre productos, personas o pedidos dependiendo de la necesidad de su uso, Múltiples bases de datos comienzan como una lista en un software de procesamiento de texto o puede ser en una hoja de cálculo. De forma que la lista crece, comienzan a notarse algunas inconsistencias y repeticiones en los datos. Esto cada vez se hace mucho más complejo interpretar los datos mostrados en la lista y no hay muchos métodos para obtener o buscar subconjuntos de datos para verificarlos. Cuando se comienzan a dar estos inconvenientes, es necesario trasladar

la información a una base de datos determinada por medio de un sistema de administración de bases de datos (Microsoft, 2013), como en el caso de SQL.

### **2.1.1. Microsoft SQL Server**

Microsoft SQL Server se lo define como un sistema para la gestión de una base de datos producido por la empresa Microsoft, este se basa en el modelo relacional. Los lenguajes para realizar consultas son T-SQL y ANSI SQL.

Cuando hablamos de la seguridad de SQL Server, uno de los temas más relevantes es entidad de seguridad. Las entidades de seguridad son entidades de SQL Server, ordenadas en una jerarquía, la cual este puede necesitar recursos de SQL Server específicos. Hay muchas entidades de seguridad en SQL Server.

A diferencia de las entidades login de SQL Server, las cuales son utilizadas para poder ingresar a una instancia SQL Server (una entidad de seguridad a nivel de servidor), una entidad de usuario de base de datos (una entidad de seguridad a nivel de base de datos) es utilizada para definir el acceso a una base de datos particular que sea de la instancia de SQL Server.

Conforme a las preocupaciones generales de seguridad de SQL Server Es de suma importancia documentar y rastrear cualquier modificación aplicado a una base de datos en relación con el cumplimiento de las regulaciones. Las regulaciones de cumplimiento (por ejemplo, Basel II, HIPAA, PCI, FERPA, GLBA y SOX) necesitan auditoría de cualquier cambio en entidades de datos y usuarios que tiene acceso a los datos. La respuesta de la auditoría debe proveer una documentación adecuada, como un rastro de evidencia que demuestra si la confiabilidad y precisión de datos relevantes no está comprometida.

Las entidades de usuario a continuación están vinculadas a la seguridad de bases de datos SQL Server:

Database role membership – SQL Server Brinda múltiples roles como entidades de seguridad para administrar de manera sencilla los permisos en base de datos.

Securables – Una lista de los asegurables los cuales sus permisos específicos han sido entregados o negados a esta entidad de usuario, tales como algunos permisos de crear, alterar, eliminar y ver.

De estas propiedades cualquiera puede ser modificada vía T-SQL (usando la operación GRANT, REVOKE o DENY) o SQL Server Management Studio.

Para cumplir con los requerimientos de SQL Server y mantener la seguridad de la base de datos SQL Server, se necesita auditar los cambios en las entidades de usuario y en sus propiedades.

La escritura en el registro de seguridad del sistema Windows requiere que se adjunte la cuenta del servicio SQL Server a la directiva y generar auditorías de seguridad.

De manera predeterminada, el servicio local, sistema local y el servicio de red pertenecen a esta directiva. Dicho valor se puede configurar usando el complemento de directiva de seguridad (secpol.msc). Aparte de eso, la directiva de seguridad deberá Auditar el acceso a objetos debe estar disponible tanto para Error como para Corrector. Este valor se puede arreglar utilizando el complemento de directiva de seguridad (secpol.msc). En los sistemas operativos Windows Vista o Windows Server 2008, se puede determinar la directiva una Aplicación generada más específica desde la línea de comandos utilizando el programa de directiva de auditoría (AuditPol.exe).

Para conseguir más información con respecto a los pasos que se necesitan para trabajar con la escritura de seguridad de Windows, Vaya a escribir eventos de auditoría de SQL Server en el registro de seguridad. Para encontrar más información sobre el programa Auditpol.exe, vea el artículo 921469 de Knowledge, esta base describe cómo usar la directiva de grupo para la configuración de las opciones detalladas de auditoría de seguridad. Los registros de eventos de Windows son generales para el sistema operativo Windows. Para obtener más información sobre los registros de eventos de Windows, vea Información general sobre el Visor de eventos. Si necesita permisos más concretos en la auditoría, utilice el destino de archivo binario.

Cuando se almacena información de auditoría en un archivo, para tratar de evitar su alteración, puede restringir el ingreso a la dirección del archivo de las maneras siguientes:

1. La cuenta de servicio de SQL Server debe tener los permisos de lectura y escritura.
2. Normalmente, los administradores de auditoría requieren los permisos de lectura y escritura. Entonces, se supone que los administradores de auditoría son cuentas de Windows para la administración de archivos de auditoría, por ejemplo para la copia en diversos recursos compartidos, la copia de seguridad, etc.
3. Los lectores de auditoría autorizados para leer archivos de auditoría deben tener permiso de lectura.

Inclusive cuando el Motor de base de datos está trabajando en un archivo, diferentes usuarios de Windows pueden leer el archivo de auditoría si tienen la autorización. El Motor de base de datos no crea ningún bloqueo que evite las operaciones de lectura.

Ya que el Motor de base de datos puede tener acceso al archivo, los inicios de sesión de SQL Server que tengan la autorización CONTROL SERVER pueden usar el Motor de base de datos para tener acceso a los archivos de auditoría. Para registrar a todos los usuarios que estén leyendo el archivo de auditoría, se define una auditoría en `master.sys.fn_get_audit_file`. De esta forma se registran los inicios de sesión con permiso CONTROL SERVER que hayan tenido acceso al archivo de auditoría a través de SQL Server.

En el caso de que un administrador de auditoría copia el archivo en otra ubicación, los permisos de las ACL de la nueva dirección se deben reducir solo a los siguientes:

- Lector de auditoría: lectura
- Administrador de auditoría: lectura/escritura

Es aconsejable generar los informes de la auditoría desde otra instancia de SQL Server, por ejemplo, una instancia de SQL Server Express a la que solo tengan acceso a administradores de auditoría o lectores de auditoría. La utilización de otra instancia de Motor de base de datos para la elaboración de informes puede contribuir a evitar que usuarios sin autorización obtengan acceso al registro de la auditoría.

Puede ofrecer más protección contra el acceso no autorizado por medio del cifrado de la carpeta en que el archivo de la auditoría está almacenado. Para eso, se podría usar el Cifrado de unidad Bitlocker de Windows o el mismo Sistema de archivos de cifrado de Windows.

## **T-SQL Transact-SQL (T-SQL)**

El lenguaje de programación del SQL Server; a través de él, se pueden llevar a cabo diversas operaciones que se vinculan con el SQL sin



volver a pasar otra vez por el código VB o ASP, esto minimizará el código y superará en velocidad dado que el T-SQL se genera dentro del SQL Sever y es un código ejecutado. El T- SQL se puede utilizar desde la gran variedad de aplicaciones y desde ciertos lenguajes de programación, Desde Visual Basic, Desde Visual C++ o Desde Active Server Pages. (Ventura, 2017).

### **DDL (Lenguaje de Definición de Datos)**

Lenguaje que se define de datos es un lenguaje que ayuda a los usuarios a ejecutar las tareas definición de estructuras que almacenan los datos así también las funciones o procesos que permitan consultarlos SQL, admite sentencias de definición como: DROP, CREATE y ALTER, cada una de estas puede emplearse en las vistas, tablas, procedimientos almacenados y triggers de una base de datos.

### **DCL (Lenguaje de Manipulación de Datos)**

Se lo define como un Lenguaje de Manipulación de Datos, es un lenguaje que ayuda a los usuarios a hacer las tareas de manipulación o consulta de los datos, organizados por el modelo de datos propicio. Es utilizados para manipular y recuperar datos en una base de datos relacional. (García & Arévalo, 2013).

### **Microsoft SQL Server 2012.**

(Microsoft , 2012), Microsoft SQL Server 2012 permite al desarrollador obtener más producción y crear soluciones fácilmente imponentes de bases de datos utilizando el potente lenguaje de programación SQL Server T-SQL y tipos de datos que se sustentan y administran prácticamente cualquier tipo de datos mediante toda una nueva experiencia junta y explícita para el desarrollador donde facilita desarrollar una vez, aplicarlo en cualquier lugar por el largo de las instalaciones y la nube.

## **Capacidades principales de Microsoft SQL Server 2012.**

1. Una nueva experiencia unificada del desarrollo
2. SQL Server Data Tools junta toda la experiencia para el desarrollo de una base de datos.
3. Un ambiente integrado y único para el desarrollo de bases de datos, y la web para la plataforma SQL Server que sea en y fuera de las instalaciones en Visual Studio.
4. Opción en guardar información con FileTable y un Almacenamiento remoto o controlado de páginas o blogs.
5. Perfeccionamientos para encontrar un texto completo ultra rápido.
6. Un soporte espacial extenso.
7. Esquemas contemporáneos.

El soporte sobre el Esquema de Aplicaciones a nivel de datos minimiza de manera evidente el desarrollo, la implementación y administración de las aplicaciones de bases de datos en el periodo de las instalaciones y la nube informática.

### **2.1.2. Lenguajes de programación**

Es una herramienta que es utilizada para el control del comportamiento de una máquina, en especial una pc. Se refiere en un grupo de normativas sintácticas y semánticas que definen su resultado y estructura de sus elementos, individualmente. Ya que muchas veces se utiliza un lenguaje de programación y lenguaje informático como si se

tratase de sinónimos, no hay necesidad de que sea así, por que en los lenguajes informáticos engloban a los lenguajes de programación y otros más, como se da en el caso, de HTML.

### **Lenguajes compilados**

Por lo general, un programa que se realiza en un lenguaje de alto nivel a su vez tiene que traducir a un código que pueda utilizar la máquina. Estos programas de traducción de traducción pueden hacer esta operación se lo definió compiladores. Éstos, como el software ensambladores completos o avanzados, pueden desarrollar algunas líneas de código de máquina por cada una de las proposiciones del programa principal. Se requiere efectuar una corrida de compilación antes de que se procesen los datos de un problema.

Se definen compilador aquellos que tienen como función principal traducir e interpretación de un programa escrito en un lenguaje establecido a un idioma que la maquina pueda interpretar.

### **Lenguajes interpretados**

Se puede también usar una alternativa distinta a los compiladores para interpretar lenguajes de alto nivel. En cambio, se traduce el programa fuente y se graba de manera consecutiva el código objeto que se ejecuta durante la compilación para utilizarlo en una corrida de producción a futuro. la persona que programa sólo carga el programa fuente en la maquina unido a los datos que se van a procesar. Continuando, un software que traduzca, guardado en el Sistema Operativo del disco, o vinculado de forma permanente por dentro de la máquina, transforma cada proposición del programa fuente en lenguaje que entienda la máquina conforme sea necesario mediante el proceso de los parámetros o datos. No se guarda el código objeto para usarlo después.

La próxima ocasión que se utilice una instrucción, se debe entender o traducir de nuevo e interpretar a lenguaje máquina. Por medio del procesamiento consecutivo de los pasos en un determinado ciclo, cada instrucción de este ciclo tendrá que ser nuevamente interpretado por cada vez que se ejecute el ciclo, lo cual hace que el programa se ejecute más lento en tiempo de ejecución, pero más rápido en tiempo de diseño. El intérprete minimiza la necesidad de hacer una corrida de compilación mucho después de cada alteración del software cuando se requiere integrar funciones o corregir errores; pero es lógico que un programa objeto compilado con anticipación deberá efectuarse con mucha rapidez que uno que se debe interpretar a cada paso mediante una corrida de producción (Belèn, 2008).

#### **2.1.3. Visual Studio Ultimate 2012.**

(Eddy, 2013), Visual Studio Ultimate 2012 es una gran ayuda para un desarrollo de vanguardia que ofrece a los equipos de todos los tamaños desarrollar y diseñar aplicaciones atractivas al gusto de los usuarios.

Con varios servicios que se basan en la nube y dispositivos conectados y servicios, se tienen mejores oportunidades que nunca. Los desarrolladores por su lado pueden conectarse desde cualquier sitio, crear aplicaciones geniales y darles acceso a millones de usuarios. Los equipos grandes y ágiles pueden darles a sus empresas ventajas considerables: cuánto menos se demore la ejecución, mucho mayor será la ventaja (Microsoft, 2013).

#### **2.1.4. Sistema de riego**

El riego según (Durango, 2001), es uno de los trabajos agronómicas de gran relevancia que ayuda a obtener potencialmente el desarrollo agrícola de los cultivos incrementando su rendimiento. El riego se puede definir como la aplicación artificial de agua al lugar con el fin de proveer a las especies vegetales la humedad suficiente para su crecimiento.

En un sentido más completo, la irrigación se puede entender como la aplicación de agua al suelo con los objetivos siguientes:

- Ofrecer la humedad necesaria para que los cultivos tengan un desarrollo óptimo.
  - Cerciorarse de que las cosechas frente a las sequías de corta duración.
  - Mantener fresca la temperatura de la atmosfera y el suelo para que de esta forma mejorar las condiciones ambientales para su desarrollo.
  - Fundir sales que están ubicadas en el suelo.
  - Reducir la probabilidad de que se formen drenajes naturales.
  - Dar características precisas y optimas de humedad en el terreno.
- (Cayo Cabrera & Segovia Fuentes, 2015).

**(Vélez Marcillo, 2012), De forma general el objetivo que se quiere lograr con el riego en el suelo es vincular a los cultivos, de manera eficaz y sin transformar la fertilidad del terreno, el agua en el tiempo adecuado y en la cantidad precisa para lograr un crecimiento óptimo.**

(Vélez Marcillo, 2012), acota lo siguiente: La elección del método de riego que más conviene se ejecuta en función de los siguientes elementos:

**La topografía.** El riego que se da en la superficie exige una nivelación del terreno. Esta nivelación puede afectar por momentos al suelo y ser menos económica que el equipamiento adecuado para el riego por aspersión o por goteo.

**Las características físicas del terreno o suelo.** En el sistema de aspersión y goteo son poco delicados a las propiedades del suelo, el riego por superficie necesita de terrenos de infiltración media. Es de esta manera como se consigue una eficiencia alta y no tiene problemas de

conglomeración de agua. En aspersión y goteo, si el terreno demora en filtrar el agua, podrían tener inconvenientes de escorrentía y erosión.

**Tipo de cultivo.** Existen cultivos que se desarrollan de manera eficiente y optima en varios sistemas de riego. De esta manera, los árboles que dan frutase desarrollan de forma satisfactoria el riego que se da por goteo, y los cultivos hortícolas se suelen unir al riego por goteo o al riego por surcos.

**El agua disponible.** Los sistemas que lleguen a ser más eficaces en una circunstancia determinada serán los más aptos cuando el agua con la que se cuenta es poca.

**La calidad del agua.** Los inconvenientes de la calidad del agua pueden variar de muchas maneras distinta. Por lo general, una deficiente calidad del agua será menos favorecedora para el cultivo si éste se humedece con el agua de riego, por lo que no es recomendable el riego por aspersión en gran parte de los casos de baja calidad del agua.

La mano de mano de obra y su disponibilidad. En los días actuales, se está convirtiendo en uno de los factores más relevantes, debido al traslado de los individuos hacia los sectores urbanos.

**El costo de la instalación.** Se lo establece como un factor importante, aunque en la actualidad los precios de implantación de actuales y modernos sistemas de riego por goteo, superficie y aspersión pueden ser similares.

**El efecto respecto al medio ambiente.** Los inconvenientes de una baja eficiencia de riego o los derivados de la consecuencia ambiental, representa un factor de progresiva importancia en la selección del sistema de riego.

## **El riego por aspersión**

(Vélez Marcillo, 2012), Menciona que el riego por medio de un sistema de aspersión es una forma o modalidad de riego por el cual el agua humedece a las plantas en forma de "llovizna" ubicadas regularmente intensas y uniforme sobre el terreno con el objetivo que infiltre en el mismo punto donde baja. Por ello la necesidad de una red de distribución donde permita que el agua de riego llegue con una buena presión a los elementos que se encargan de emplear el agua (difusores o aspersores).

Los sistemas de riego que son por aspersión se acomodan muy bien a topografías muy poco accidentadas, tanto con las redes habituales de tuberías como con las máquinas de riego.

El consumo de agua es moderado y la eficacia de su utilización es bien admitido. Por ello, la implementación del agua en forma de llovizna está regida a las condiciones climáticas que se provoquen, en particular a la aridez y el viento del clima, porque, si las gotas generadas son muy pequeñas, dichas gotas podrían desaparecer antes de tocar el suelo por la evaporación; y cuando son muy grandes pueden perjudicar el cultivo y al suelo.

### **Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión.**

De una manera general se podría decir que manifiesta las ventajas siguientes:

- El agua distribuida en el suelo es uniforme.
- Puede ser utilizado en terrenos con gran rapidez de infiltración.
- Adecuado uso en lugares con grandes pendientes.
- Buena eficacia en la aplicación
- Se lo puede operar en las horas nocturnas.

- Instalación mucho más rápida de los sistemas.
- Se puede aplicar normas de riego pequeñas y con mucha frecuencia.
- Ayuda a la mecanización y automatización del sistema de riego.
- No irrumpe en los trabajos de mecanización agrícola
- Se puede implementar el fertilizante y con el agua de riego al mismo tiempo (fertirrigación).
- Ayuda al riego de casi todos los cultivos, a excepción varios muy sensibles a los que la dimensión de la gota puede ocasionar perjuicio.
- No erosiona el suelo ni maltrata la estructura del terreno.
- Favorece el agua con oxígeno, que para el vegetal o planta es muy importante.

Los inconvenientes principales del riego por aspersión son los siguientes:

- Necesita un consumo muy alto de energía a diferencia del resto de los métodos de riego.
- Costo excesivo de la instalación con respecto al riego por gravedad, debido a la necesidad de disponer excepto en raras circunstancias en que exista una presión suficiente de agua.
- Costos mayores de funcionamiento con respecto a diversos métodos, ya que requiere una presión de trabajo al término del aspersor como mínimo del orden de 20 m.c.a.
- Disminución de la eficiencia de implementación en el suelo cuando hay vientos fuertes que superan a los 2,5 m/s.

### **Componentes de un sistema de riego por aspersión**

(Vélez Marcillo, 2012), Menciona que un sistema de riego por aspersión está compuesto por:



- Equipo para bombear que se encargue de proporcionar agua a presión. En algunas partes no hay la necesidad ya que este equipo dispone de una presión natural.
- Línea de tuberías principales que lleven el agua hasta los hidrantes, que en este caso serían las tomas de agua.
- Red de ramales de riego que controlen el agua hasta donde están los emisores instalados en el terreno que se quiere regar.
- Dispositivos de aspersión o emisores, que son los que se encargan de regar el agua en forma de llovizna. Estos dispositivos podrían ser tuberías perforadas, difusores estables, tuberías, boquillas o aspersores, etc.

#### **a) Equipo de bombeo.**

Las máquinas para el suministro adecuado de los líquidos se establecen como bombas, determinados como las máquinas que son destinadas al traslado del líquido y ampliar su energía.

Las instalaciones de bombeo pueden ser fijas o movibles. Se mueven con motores a diésel, eléctricos o por la toma de fuerza de un vehículo de gran magnitud.

Se tiene que tener un cuidado especial cuando se elija la bomba, calcular de manera correcta la altura de elevación de la misma y el punto de funcionalidad, que debe estar en la zona de gran utilidad, ya que, si no se lo instala de manera correcta, se conseguirá el caudal de la bomba con baja eficiencia, y un consumo excesivo de energía.

Conviene que los elementos para el bombeo estén protegidos por los factores atmosféricos, para una mayor funcionalidad y duración óptima de los mismos.

### **b) Tuberías.**

Las máquinas para el suministro adecuado de los líquidos se establecen como bombas, determinados como las máquinas que son destinadas al traslado del líquido y ampliar su energía.

Las instalaciones de bombeo pueden ser fijas o movibles. Se mueven con motores a diésel, eléctricos o por la toma de fuerza de un vehículo de gran magnitud. Se tiene que tener un cuidado especial cuando se elija la bomba, calcular de manera correcta la altura de elevación de la misma y el punto de funcionalidad, que debe estar en la zona de gran utilidad, ya que, si no se lo instala de manera correcta, se conseguirá el caudal de la bomba con baja eficiencia, y un consumo excesivo de energía.

Conviene que los elementos para el bombeo estén protegidos por los factores atmosféricos, para una mayor funcionalidad y duración óptima de los mismos.

### **c) Hidrantes.**

Son aquellas conexiones entre tuberías abastecedoras, las que generalmente están por debajo de la tierra, y las alas de riego se ejecutan por medio de hidrantes.

La función es la que permite la transición del agua desde la tubería principal hacia las alas de riego.

### **d) Aspersores.**

Por encima de las tuberías irán instalados los aspersores que son los aparatos que permiten la distribución el agua sobre el terreno. Normalmente los aspersores que se usan son de dos tipos: chorro rotativo

y chorro fijo. Los primeros, que son poco utilizados tienen un rango relativamente pequeño, por lo general son menor a 12 metros y de pluviometrías muy altas.

Los segundos son los que se emplean normalmente en la agricultura y se distribuye en dos grandes partes o conjuntos: aspersores de giro rápido y lento. Y los del grupo principal solo se usan en invernaderos y en la jardinería, terrenos pequeños, etc. Los del siguiente grupo, con giro lento, son los más usados en el riego agrícola. Según la causa que genera el giro se clasifica en aspersores de reacción, de choque y de turbina. (Vélez Marcillo, 2012).

### **Electroválvulas.**

Según (Martín, 2009), las electroválvulas son actuadores o dispositivos que permiten controlar eléctricamente circuitos de fluidos como el agua.

Se instalan en las conducciones de fluido y están controladas electrónicamente por medio a un órgano de mando definido como bobina.

**FIGURA 1**  
**DISEÑO DE ELECTROVÁLVULAS**



Fuente: (Martín, 2009)  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

La característica principal de una electroválvula es la tensión que trabaja su bobina. En el mercado se pueden encontrar electroválvulas que funcionan con 230 v de corriente alterna y, Así también, a 24 y 12 V, tanto en continua y como alterna.

Ejemplo de la aplicación de las electroválvulas:

- Restricción de la conducción de agua cuando registra una sobre acumulación de agua.
- Apertura o Cierre de un sistema de riego automatizado de forma programable.

#### **2.1.5. Tecnología XBEE**

En lo que se refiere a los módulosXbee son dispositivos que integran un transmisor-receptor de ZigBee y un procesador en un mismo modulo, lo que le permite al usuario desarrollar aplicaciones de forma mucho más sencilla y rápidamente.Son chips elaborados por la compañía Digi que usa el protocolo ZigBee. Estos fueron diseñados para aplicaciones que necesitando un alto tráfico de datos, sincronización y una baja transferencia de comunicación previsible. Hacen uso del microcontrolador MC9S08GT60 y del chip de radiofrecuencia MC13193.

Existen varias series:

1. XBee Series 1: Este es el modelo inicial de la serie. No se pueden configurar y tampoco son compatibles con el resto de los modelos.
2. XBeeZnet 2.5 (Formalmente Series 2): Requieren ser configurados antes de utilizarse. Podrían funcionar en modo Claro o en bases a comandos API, depende también de todo esto de

cual firmware se adapte en los módulos. Pueden elaborar redes mesh.

3. ZB (Series2): Módulo Znet 2.5 con un renovado firmware.
4. Trabaja en modo transparente o por medio de comandos API. Se puede renovar el firmware de un Znet 2.5 para que trabaje como un Series 2.
5. 2B (el actual módulo Series2): Son módulos actualizados que contienen mejoras en el hardware con respecto a los de la Serie 2, perfeccionando por ejemplo el uso de la potencia. Trabaja con el Firmware del módulo ZB, pero debido al cambio de hardware, ya no pueden trabajar con el firmware del módulo Znet 2.5. Por lo que hay que tener cuidado si integras uno de estos módulos a una red ya existente que usen los módulos Znet 2.5.
6. 900MHz: módulos no se pueden configurar. Los módulos 900MHz tienen una rapidez de datos de aproximadamente 156 Kbps, menor a la de otros módulos (250 Kbps).
7. XSC: Módulos de 900MHz con menor velocidad de datos a cambio de un alcance aumentado. La velocidad de datos en los módulos XSC es de alrededor de 10 Kbps. Si se utiliza una antena de alta ganancia se puede tener un rango más o menos de 24 Km y de 9,6 Km con una antena simple. Estos módulos no requieren una configuración externa y tienen otras diferentes vinculando un grupo de comandos distintos a los de antes por lo que se encarga de verificar los comandos antes de reemplazar módulos 900Mhz por éstos.

Aparte, se dispone de distintos tipos de antena según el uso que se quiera dar:

- Chip Antenna: Es un diminuto chip que funciona como antena. Barato, sencillo y rápido.
- Wire Antenna: Es un cable pequeño que sobresale en la parte superior del chip.
- u.FL Antenna— Un conector chico para conectar una antena propia. Perfecto si tienes tu equipo en una caja y si se desea que la antena afuera de ésta.
- RPSMA Antenna— Es un conector grande que sirve para conectar su propia antena. Repetitivamente, esto es perfecto si tienes tu equipo guardado en una caja y deseas la antena en la parte de afuera de ésta.

**FIGURA 2**  
**DISEÑO DE ELECTROVÁLVULAS**



Fuente: (Martin, 2009)  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

Se debe tener en cuenta que en dependencia del tipo de antena elegido se deberá tratar de no colocar objetos de metal que envuelvan el módulo para no atenuar la señal.

En este proyecto se ha optado por modelos “XBee Series2” con “Chip antenna”.

Los módulos XBee pueden actuar en modo transparente o también en modo API.

En modo transparente trabajan en sustitución de un cable serie (USB) entre dos puntos. Los datos receptados a través del pin DIN se pegan para la respectiva transmisión inalámbrica. Cuando se reciben datos a través de la red inalámbrica, se sacan a través del pin DOUT.

En modo API, los datos que salen y entran de este módulo están agrupados en “Frames” que determinan eventos y operaciones en dicho módulo. La API brinda diferentes opciones configurables para los módulos, paquetes que reciben información, broadcasting, etc..

### **Teoría adicional:**

Los Xbee funcionan en la región de radiofrecuencia del espectro electromagnético. Estas ondas de radio al impactar con un conductor, como un objeto de metal, producen una corriente eléctrica. Por esta razón se pueden implementar antenas metálicas para la transducción de señales eléctricas que las Pc pueden procesar y detectar.

Elementos que se encuentran en una red de Xbee:

*Coordinador:* Es el que se encarga de mantener la red. Puede haber uno por red.

*Router:* Este actúa como un mensajero entre varios dispositivos que están demasiado dispersos para transmitir la información por su parte. Por lo general están conectados a una toma eléctrica, porque todo el tiempo tienen que estar encendidos.

*Dispositivo terminal:* Pueden recibir y enviar información, pero no intervienen como mensajeros entre cualquier otro dispositivo. Para el ahorro de energía pueden ingresar temporalmente en modo de espera.

## **Regular y Pro**

Regular vs Pro – No hay gran diferencia entre un XBee regular y un XBee PRO. En cuanto al Hardware su diferencia es que el XBee PRO es más extenso. En cuanto a la comunicación se refiere, la versión Pro tiene un alcance superior (1,6 Km línea vista), pero para su correcto funcionamiento tiene un consumo superior de potencia. Un criterio a tomar en cuanto a la decisión de cual usará la distancia que uno solicite informar a dos XBee. Estos modelos se pueden fusionar dentro de la misma red. (XBee, 2017).

900 vs 2.4 – En gran parte de los módulos XBee trabajan a 2.4 GHz , pero hay varios que trabajan a 900 MHz. Los de 900 MHz básicamente pueden alcanzar distancias lejanas con una antena de alta ganancia. También a una frecuencia menor, la señal tiene una gran penetración. Otro punto primordial es que los módulos de 900 MHz no están admitidos en algunos países (incluso Digi tiene varias versiones de 868 MHz que sí se admite en gran parte de los países). Las dos versiones no se pueden juntar en la misma red. (XBee, 2017).

## **Ventajas de usar la tecnología Xbee:**

- Es muy bueno para conexiones punto a punto y punto a multipunto.
- Diseñado para el direccionamiento de refrescamiento de la red e información.
- Funciona en la banda libre de ISM 2.4 GHz para conexiones inalámbricas.
- Ideal para redes con una lenta tasa de transferencia de datos.



- Alojamiento de 16 bits a 64 bits con una dirección extendida.
- Minimiza tiempos de espera en cuanto al envío y recepción de paquetes.
- Localización de Energía (ED).
- Baja ciclo de trabajo - Proporciona una larga y continua duración de la batería.
- Soporte para muchas topologías de red: Dinámica, Estática, estrella y malla.
- Se encuentran desde 65.000 nodos en una red.
- 128-bit AES de cifrado –Brinda conexiones seguras entre dispositivos.
- Son más económicos y de construcción más sencilla.
- Zigbee tiene un bajo nivel de radiación y, por tanto, se puede utilizar en el área de la medicina.
- Tiene un rango de 10 m a 75m.

### **Desventajas de usar la tecnología**

- Es muy baja la tasa de transferencia.
- Manipula solo textos pequeños en comparación con otras tecnologías.
- Zigbee funciona de manera que no puede ser trabajar con Bluetooth o no es compatible en todo sentido porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene una cobertura baja porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Diseño de la investigación**

Esta investigación será efectuada en la ciudad de Guayaquil, para la cual su diseño puede encerrar dos tipos de enfoques: Cualitativo y cuantitativo, que serán usados en el desarrollo de dicha investigación. El debate que se desarrolla hoy en día entre la ciencia y el conocimiento ha demostrado la veracidad de distintas formas de conocimiento y por ello a su vez una diversidad de métodos que nos ayudará estar cerca del objeto de estudio.

La investigación cuantitativa se relaciona la utilización de técnicas de carácter estadístico que ayudan a conocer aspectos de interés con referencia a la población que es objeto de estudio.

(Hueso, 2012), Manifiesta que: “el proceso investigativo contribuye a favorecer el análisis de los procedimientos requeridos en el desarrollo de acciones específicas que ayuden a la obtención de información que no se disponga para ser comparada.” (p. 47)

Según (Abreu, 2012):

“La recolección de información cuantitativa se puede tabular continuamente de forma numérica, como puede suceder en relación a la puntuación que contenga el resultado de una evaluación o el número de veces que un sujeto elija utilizar el elemento de un programa multimedia como por ejemplo las hojas de cálculo, como también puede suceder en la descripción

mediante categorías de información como patrones o géneros de interacción empleados ante el uso de la tecnología en entornos de naturaleza grupal". (p. 8)

En la investigación cualitativa se evita determinar conceptos empleados en el estudio y formulación de hipótesis que puedan someterse a prueba. De manera adversa a los conceptos son mejorados y estructurados en transcurso del proceso investigativo.

Por eso, el estudio de distintos casos se realiza mediante la comparación anticipadamente desarrollados donde se justifica el proceso investigativo.

La investigación cualitativa es un proceso que está formado por tres clases de enfoque: Teórico, Epistémico y Metodológico que son usados para tratar los conflictos que existen entre sujetos a estudio. Su diversidad permite la identificación de rasgos comunes que minimicen el proceso. El inconveniente expuesto demuestra que no existe un estudio con respecto a un sistema de control de riego por medio de una red inalámbrica con sensores de humedad utilizando el módulo de comunicación xbee.

Dicha investigación se justifica en relación a un enfoque mixto que va a contar con información específica en relación a los resultados direccionados al levantamiento del estudio que contiene información objetiva ante el análisis e interpretación de los resultados.

Según (Bermúdez, 2016):

"Es posible de que las bases de integración de los métodos cualitativos con los cuantitativos en las diferentes actividades de evaluación de un proyecto estén fundamentadas en los métodos cualitativos, que de la mano proporcionan un significado contextual". (p. 98)

Por este motivo las dos metodologías de la investigación pueden ser perfeccionadas de acuerdo a los resultados.

### **3.2. Tipos de Investigación**

#### **3.2.1. Investigación exploratoria**

(Fernández, 2013), Menciona que “el proceso de investigación exploratoria es el proceso investigativo que ayuda a la clarificación y detección del problema y de las posibilidades encontradas entre las acciones en el proceso investigativo”. (p. 15). La investigación exploratoria ayuda a efectuar esfuerzos direccionados a procesos de investigación mucho más extenso, ante la documentación de procesos unidos a la formación y apoyode un desarrollo sostenido.

El proceso investigativo es realizado a partir de la fase exploratoria, que es llevada a cabo por fuentes alternativas, que puedan ser relacionadas con teorías equilibradas a la responsabilidad social.

De esta manera se puede definir el alcance del proyecto con relación a fuentes informativas como: artículos científicos, Textos, periódicos digitales, enciclopedias virtuales y fuentes que ayuden con información sobre los sistemas de controles, red inalámbrica y más que todo sobre la tecnología xbee.

#### **3.2.2. Investigación descriptiva**

(Arias, 2012), Manifiesta sobre la Investigación descriptiva:

“Es un tipo o clase de investigación que está ligada a la definición de un fenómeno, hecho, individuo o grupo, que faciliten el establecer una estructura o comportamiento. Su resultado está orientado a un nivel intermedio en consonancia con la profundidad del conocimiento observado”. (p. 93)

La investigación descriptiva es clasificada en dos tipos: En un estudio de medición de variables independientes y una Investigación. Correlacionar, las que son variaciones que ayudan a tipificar y a cuantificar las características de un grupo investigado la cual no impide a su vez determinar la relación que existen entre dos o más variables, brindando una estimación y obtención de indicios ante el fenómeno de estudio.

(Lomelín, 2014), Menciona que “la Investigación Descriptiva tiene como objeto principal, generar un discernimiento de la actitud y situación del hecho, individuo o problema, motivo por el cual se emplean herramientas como el instrumento, encuesta, observación o entrevista a profundidad”. (p. 37)

La investigación descriptiva ayuda a profundizar la dimensión situacional que presenta el estadio de la Universidad de Guayaquil en relación al riego de su cancha.

Por ello el cumplimiento de los objetivos de encontrar los recursos usados, tecnología, permite trabajar las técnicas y análisis investigativos, que sirven para la Adaptación de una topología de red a los módulos xbee, que le ayuda a comparar la distribución de la humedad en los diferentes sectores que integran el sistema de riego de la Cancha de Fútbol de la Universidad de Guayaquil.

### **3.2.3. Investigación de campo**

(Rojas, 2011), Presenta a la Investigación de campo como:

“Las técnicas que van direccionadas a la obtención de información en el campo, son aplicadas a un proceso de carácter social. Tienen como utilidad brindar un conjunto de datos que puedan ser empleados para llevar a optimo termino el proceso a través de estudios personalizados”. (p. 85)

La investigación de campo ayuda al investigador dar con la realización y levantamiento de la información en la cual se da la problemática con el objetivo de brindar un contacto con los individuos y hechos que integran el problema. La investigación de campo se lo puede aplicar para la obtención de información que principalmente pueda ser recogida en la Universidad de Guayaquil. Se puede efectuar una recopilación de datos que demuestren la realidad del estado del Estadio de Fútbol de la Universidad de Guayaquil.

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

Según lo menciona, (D'Angelo, 2010), la población es un grupo de objetos, individuos, elementos y fenómenos que puedan evidenciar características que puedan ser estudiadas". (p. 3). En esta ocasión Tomaremos como Población a 300 Estudiantes de la Facultad de Educación Física Deportes y Recreación de la Universidad de Guayaquil.

#### **3.3.2. Muestra**

Según (Matute, 2011), se considera como muestra a una porción de la población que pertenece a un subconjunto de la población. Se define como muestra a un grupo de individuos que pertenecen a la población neta, que conforma a sujetos de estudio. La muestra se obtiene mediante la inferencia de las propiedades que componen un total poblacional, que debe ser representativo de la misma y que se aplicara a partir del muestreo aleatorio de las cantidades que se proponen.

#### **Fórmula**

Para la selección de la muestra de nuestro estudio de investigación procederemos a utilizar el procedimiento llamado selección de muestra

estratificada a partir de la población seleccionada, cuando la población supera los 100 miembros como es este caso, es conveniente utilizar la siguiente fórmula.

$$\frac{N o^2 Z^2}{(N - 1) e^2 + N o^2 Z^2}$$

### Simbología

n = Tamaño de la Muestra

N = Población

O = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como másusual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{300 (0.05)^2 (2)^2}{(300 - 1)(0.09)^2 + (0.5)(2)^2}$$

$$n = \frac{300 * 0.25 * 4}{299 * 0.0081 + 0.25 * 4}$$

$$n = \frac{300}{3.4219}$$

$$n = 87,67 \cong 88$$

Una vez realizada la fórmula el tamaño muestral de la presente investigación es de 88 estudiantes que es a quienes se les aplicará una encuesta.

### 3.4. Análisis e Interpretación de Resultados

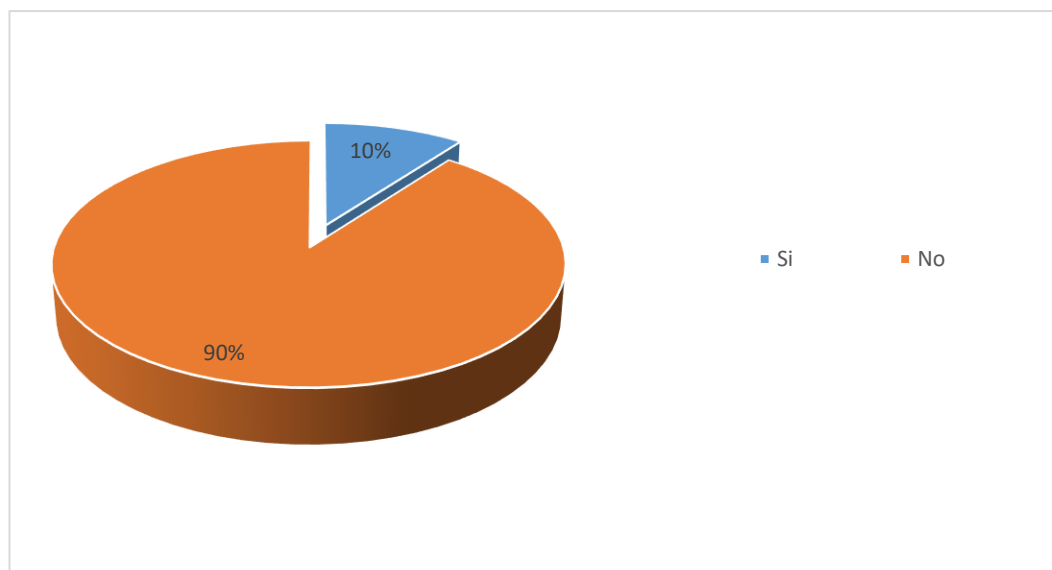
#### Encuestas Realizadas a los Estudiantes de FEDER

**TABLA N°2**  
**RECURSOS NECESARIOS**

1. ¿Cree usted que el estadio de Feder posee todos los recursos necesarios para mantener el césped en perfectas condiciones?			
CÓDIGO	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
Ítem N° 1	Si	9	10%
	No	79	90%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°1**  
**RECURSOS NECESARIOS**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**Comentario:** El 90% de los estudiantes encuestados manifiestan que el estado de Feder No posee todos los recursos necesarios para mantener el césped en perfectas condiciones, mientras que el 10% dicen que Si.

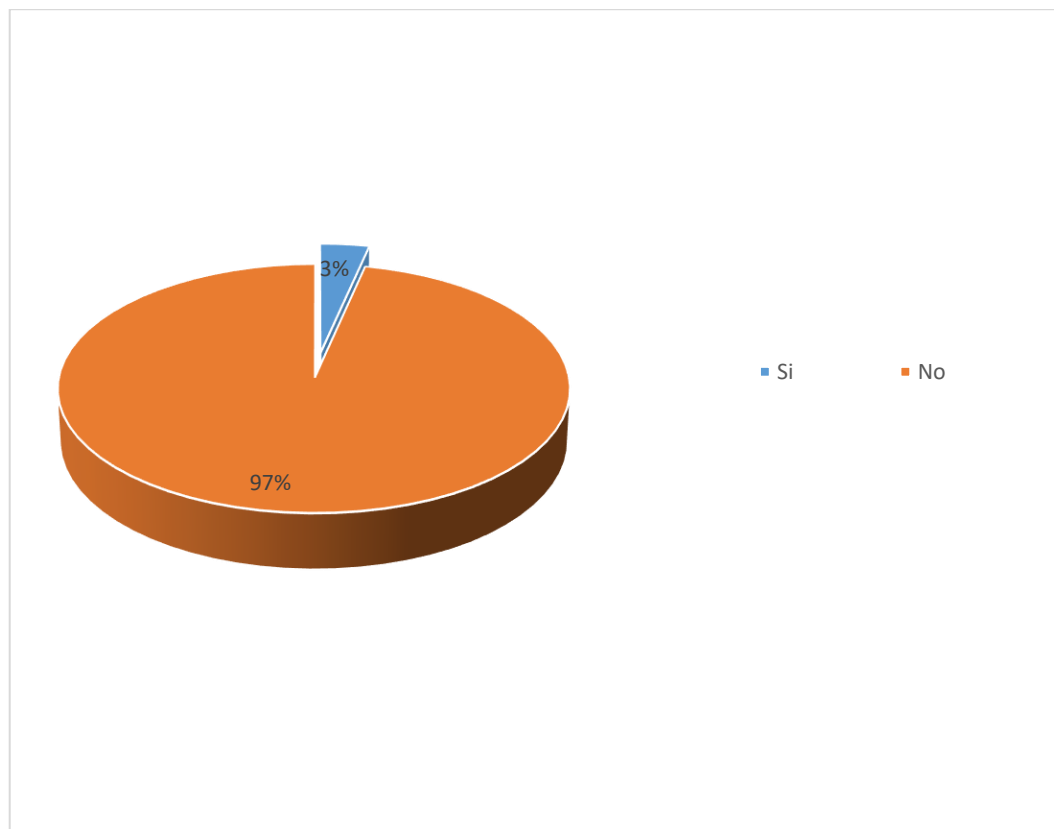


**TABLA N°3**  
**BENEFICIOS DE USAR UNA RED DE CONTROL INALÁMBRICA**

2.¿Conoce usted sobre los beneficios de usar una red de control inalámbrica en el mantenimiento del césped?			
CÓDIGO	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
Ítem N°2	Si	3	3%
	No	85	97%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
 Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°2**  
**BENEFICIOS DE USAR UNA RED DE CONTROL INALÁMBRICA**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
 Elaborado por: Garzón Torres Joel

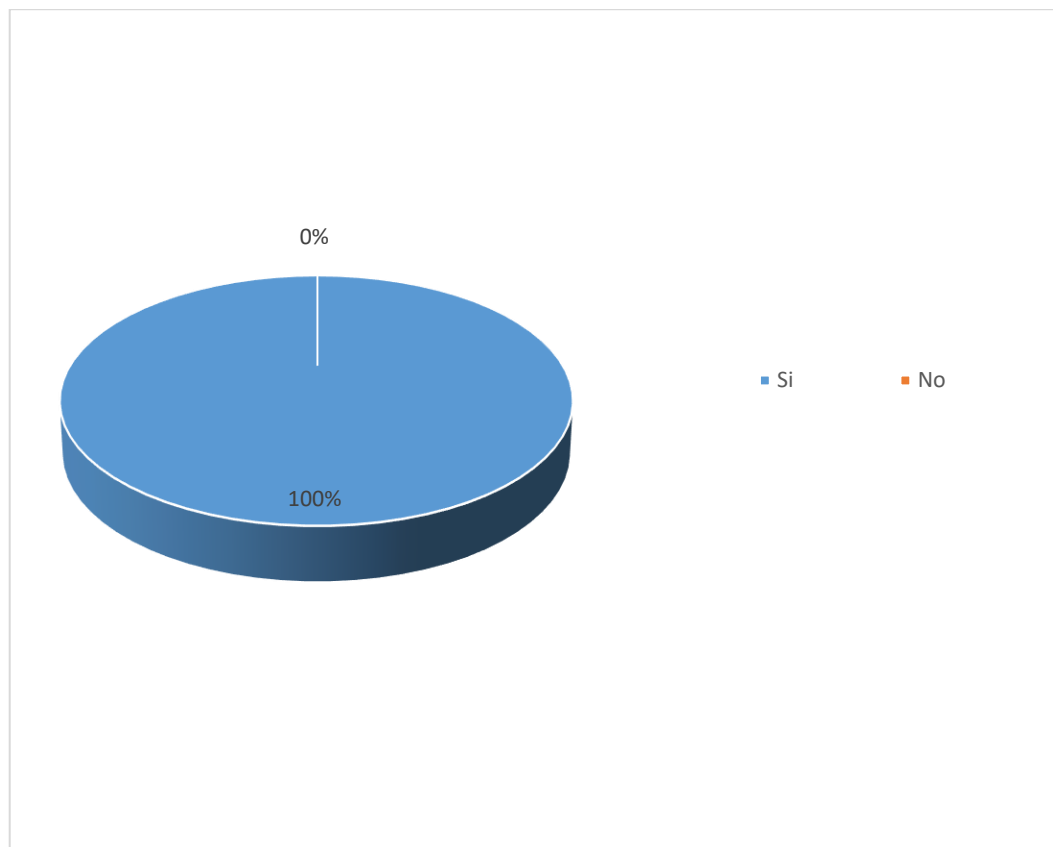
**Comentario:** El 97% de los estudiantes encuestados manifiestan que el desconocen sobre los beneficios de usar una red de control inalámbrica con el regado del césped, mientras que el 3% dicen que Si.

**TABLA N°4**  
**NECESIDAD DE UNA RED DE CONTROL INALAMBRICA**

<b>3.¿Considera usted necesario una red de control inalámbrica para mantener el césped del estadio de Feder en óptimas condiciones?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°3	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
 Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°3**  
**NECESIDAD DE UNA RED DE CONTROL INALAMBRICA**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
 Elaborado por: Garzón Torres Joel

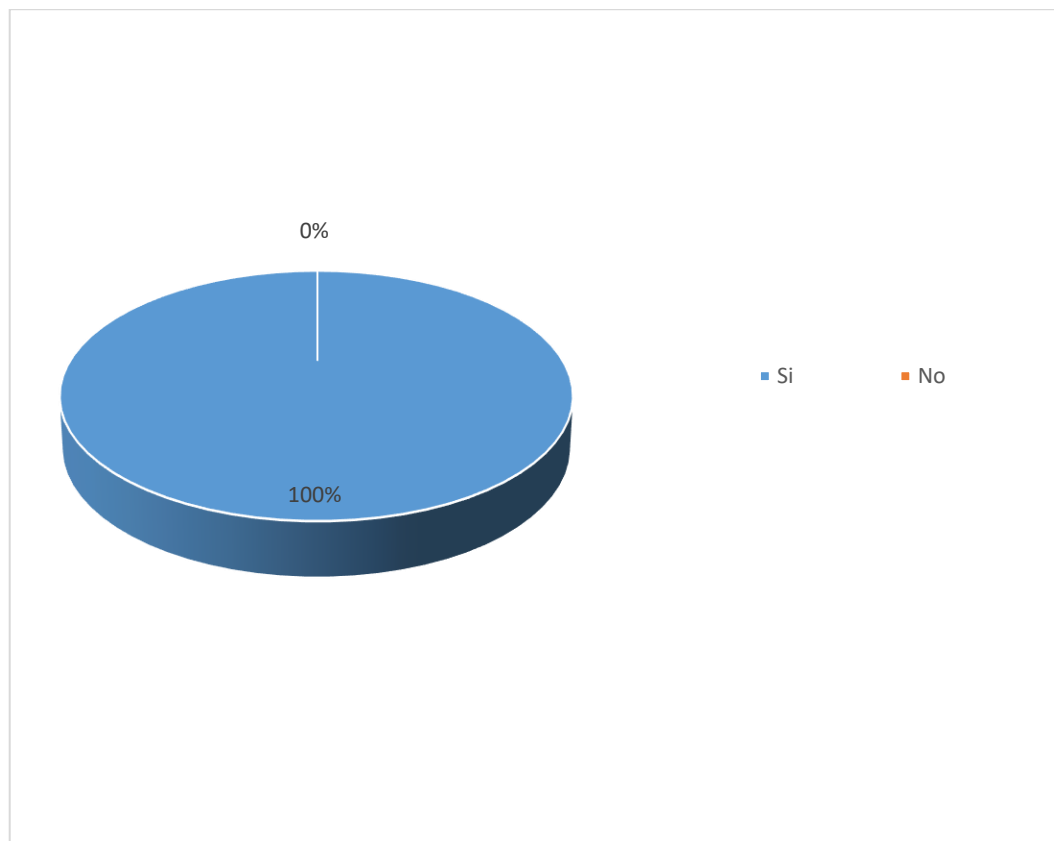
**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si consideran necesario una red de control inalámbrica para mantener el césped en óptimas condiciones del estadio de FEDER.

**TABLA N°5**  
**ACCIONES DE RIEGO**

<b>4.¿De acuerdo al uso de la tecnología de redes de control inalámbricas cree facilitará las acciones de riego en el estadio de Feder?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°4	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°4**  
**ACCIONES DE RIEGO**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

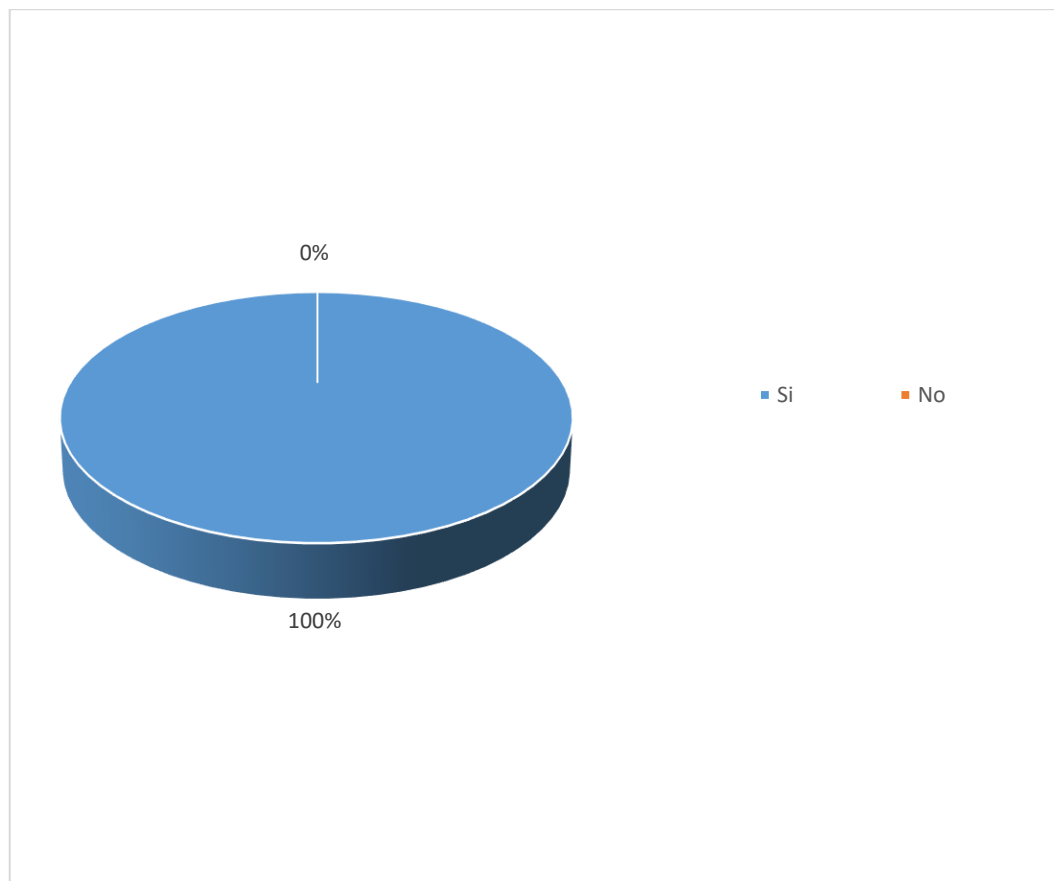
**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si consideran el uso de la tecnología de redes de control inalámbricas, Si facilitará las acciones de riego en el estadio de Feder.

**TABLA N°6**  
**CRECIMIENTO DEL CESPED**

<b>5.¿Usted cree importante que el césped crezca de manera frondosa y uniforme?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°5	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°5**  
**CRECIMIENTO DEL CESPED**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

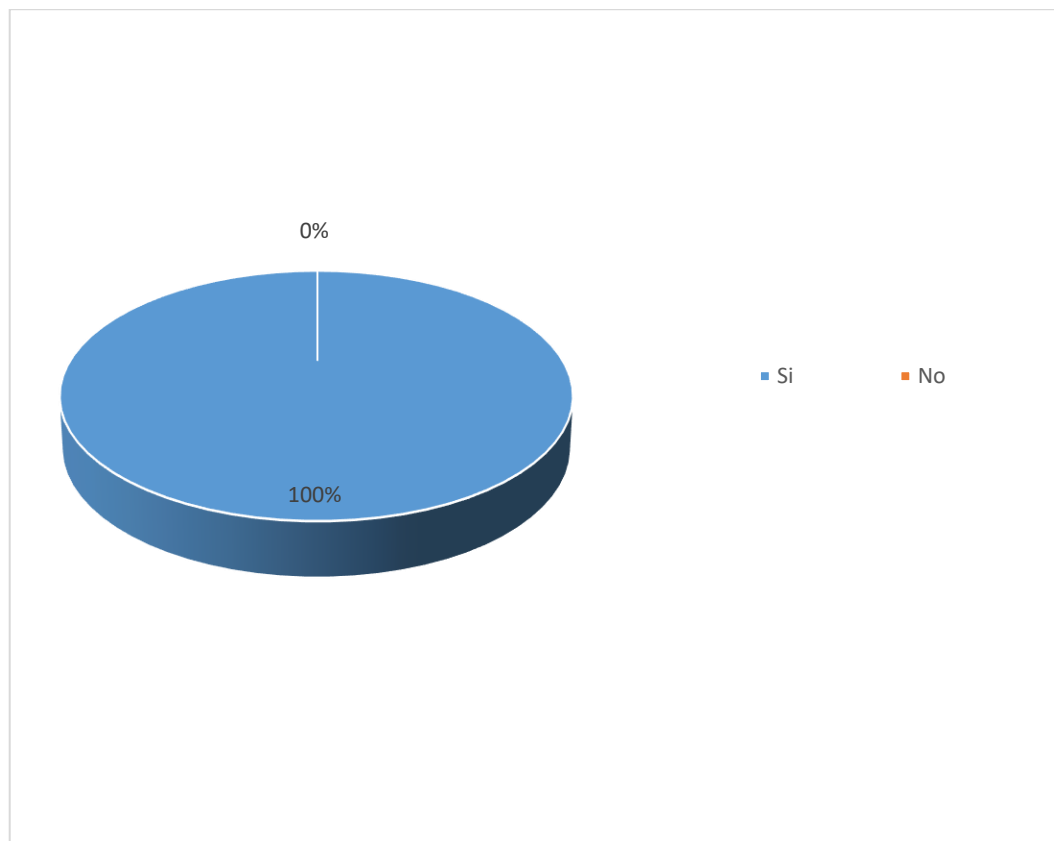
**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si es importante que el césped crezca de manera frondosa y uniforme.

**TABLA N°7**  
**INTERVENCIÓN DE ALGUIEN**

6.¿Cree usted que la intervención de una persona sea necesario para el control de riego del césped del estadio de Feder?			
CÓDIGO	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
Ítem N°6	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°6**  
**INTERVENCION DE ALGIEN**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

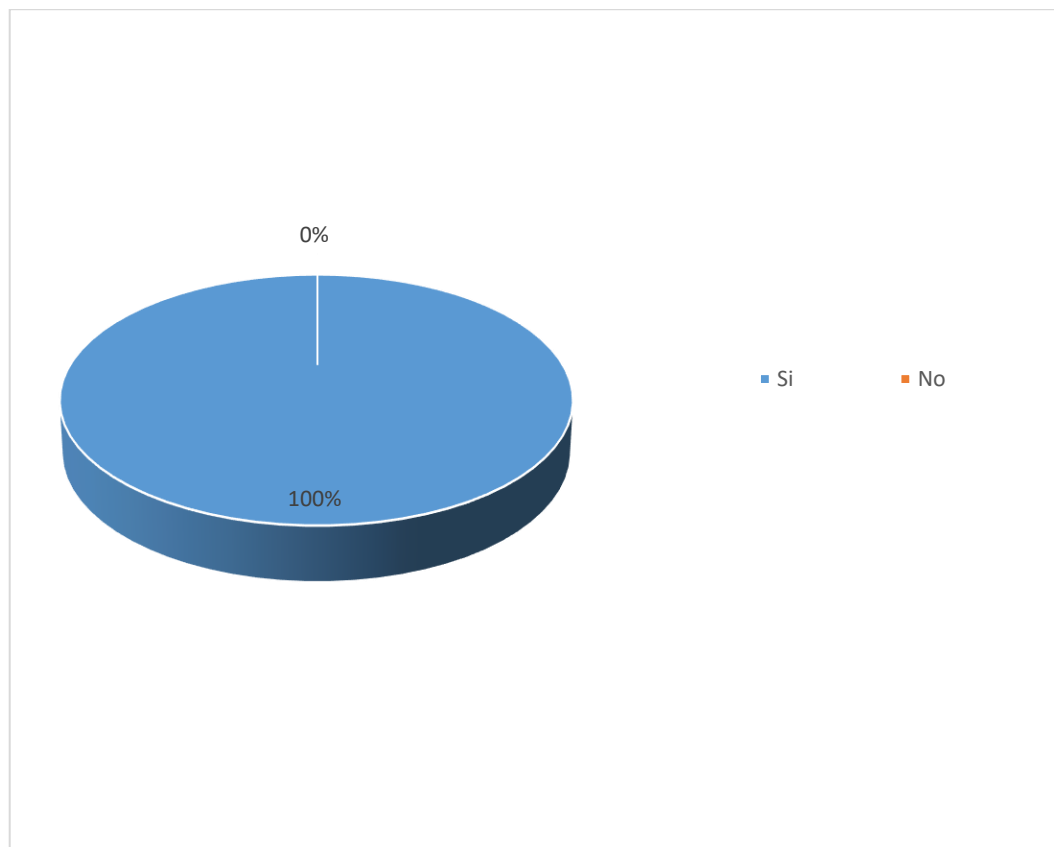
**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si es necesario que alguien intervenga para controlar el riego del césped del estadio de Feder.

**TABLA N°8**  
**DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS**

7.¿Está de acuerdo con la distribución de los recursos que sirven para el control de riego?			
CÓDIGO	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
Ítem N°7	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°7**  
**DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

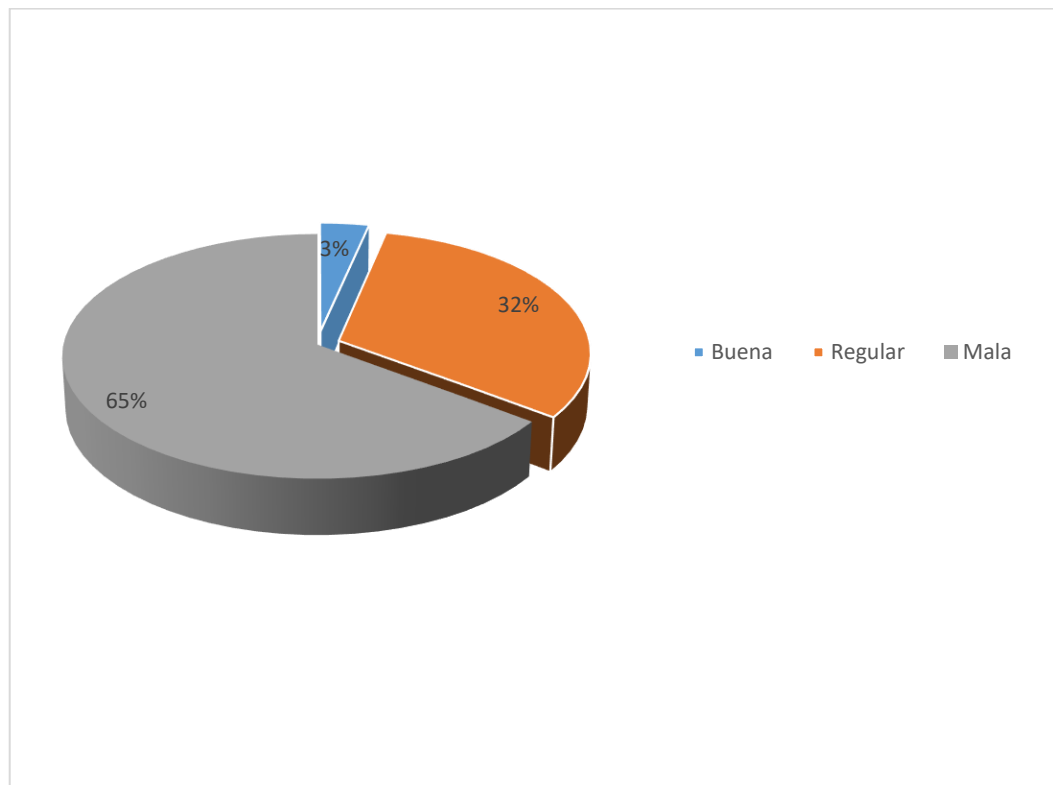
**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si están de acuerdo con la distribución de los recursos que sirven para el control de riego.

**TABLA N°9**  
**CONDICIONES DEL ESTADIO**

<b>8.¿En qué condiciones usted visualiza el césped del estadio de Feder?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°8	Buena	3	3%
	Regular	28	32%
	Mala	57	65%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°8**  
**CONDICIONES DEL ESTADIO**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

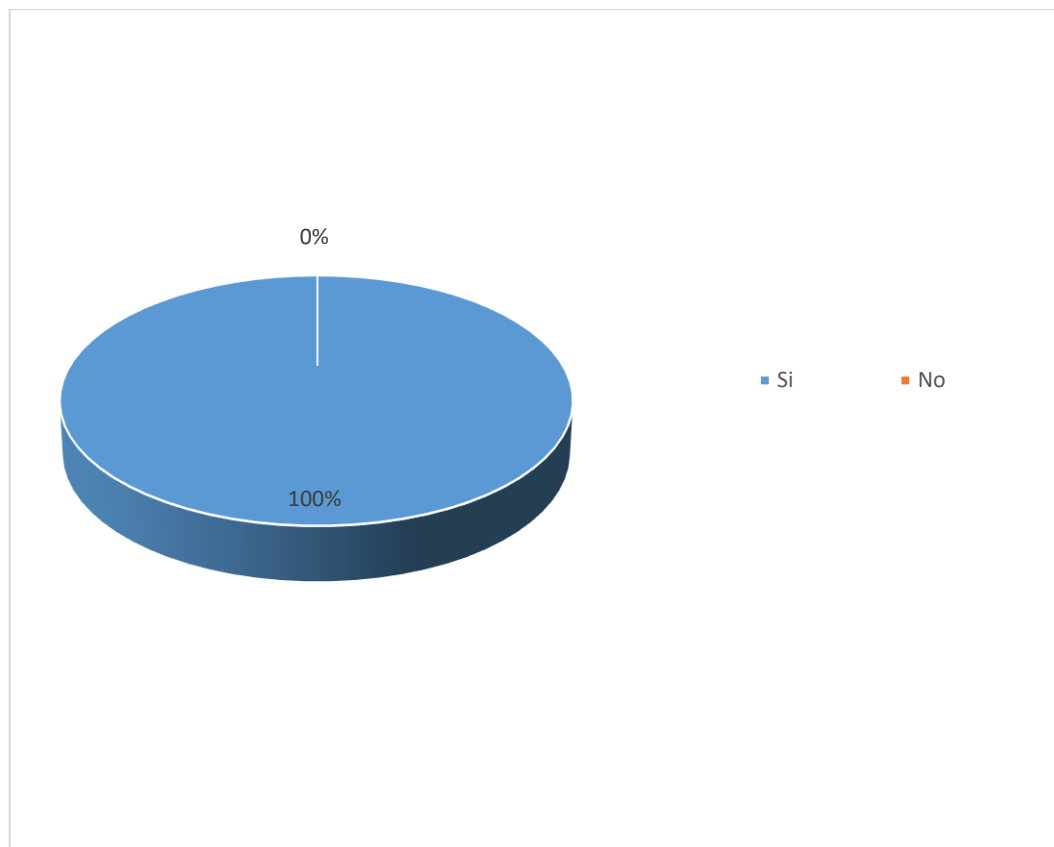
**Comentario:** El 65% de los estudiantes encuestados manifiestan que el estadio de Feder se lo visualiza en malas condiciones, mientras que un 32% dicen que se encuentran en un estado regular de condiciones y otro 3% que se encuentran en Buenas condiciones.

**TABLA N°10**  
**APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS XBEE**

<b>9.¿Usted cree conveniente la aplicación de dispositivos Xbee para una red de control de riego?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°7	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°9**  
**APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS XBEE**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si creen conveniente la aplicación de dispositivos Xbee para una red de control de riego.

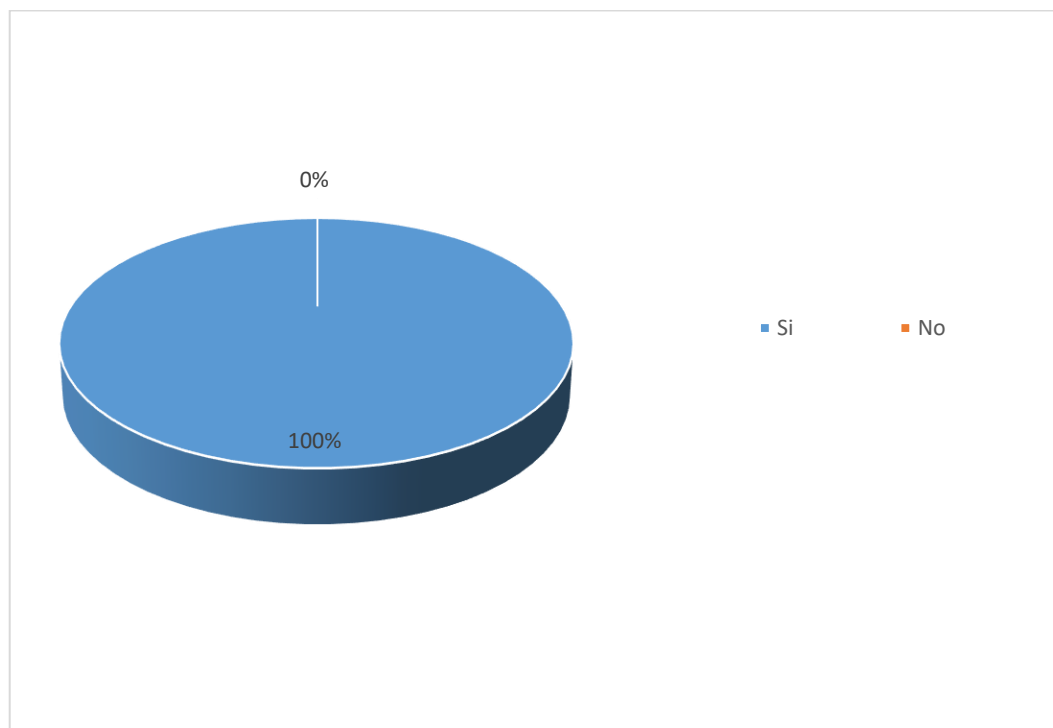


**TABLA N°11**  
**TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS XBEE**

<b>10. ¿Considera usted que la aplicación de la tecnología de dispositivos Xbee podrá facilitar los trabajos manuales de riego que se realizan en el césped del estadio de Feder?</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Ítem N°7	Si	88	100%
	No	0	0%
	<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**GRÁFICO N°10**  
**TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS XBEE**



Fuente: Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

**Comentario:** El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que Si consideran que la aplicación de la tecnología de dispositivos Xbee podrá facilitar los trabajos manuales de riego que se realizan en el césped del estadio de Feder.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Título**

Diseñar un prototipo de sistema de control de riego mediante una red inalámbrica de sensores de humedad usando el módulo de comunicación xbee.

#### **4.2. Descripción de la Propuesta**

En el trabajo de investigación que se hizo con el fin de diseñar un sistema de red de control de riego con sensores de humedad utilizando XBEE, se desea desarrollar un prototipo para un sistema de control de riego con sensores de humedad, capaz de ser monitoreado y controlado de manera remota.

Se debe seleccionar los sensores, la tecnología inalámbrica, microcontrolador y demás herramientas que nos ayuden a desarrollar el prototipo.

Crear un prototipo de un sistema de control de riego con sensores de humedad, capaz de ser monitoreado y controlado de manera remota desde una aplicación móvil. También utilizar herramientas de bajo costo y de alta flexibilidad..

Este sistema nos sirve para tener un control absoluto de agua en el riego del césped. Las placas de Arduino nos ayudan en la comunicación con los sensores de humedad terrestre, humedad y temperatura ambiental.

A su vez también es acoplable al módulo xbee para que pueda haber una comunicación inalámbrica.

El objetivo de esta investigación es implementar un sistema de riego muy novedoso que permita controlar con ayuda de sensores de humedad y actuadores al sistema por sectores y a la vez comunicar sus estados de humedad a la persona encargada del proceso de encendido y apagado de las bombas que permiten el regado del césped.

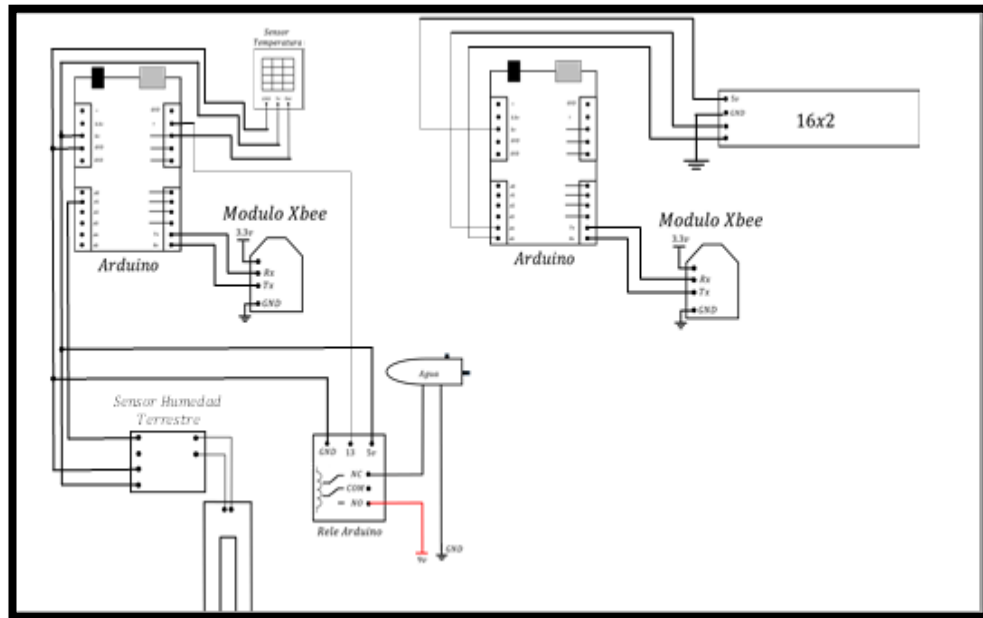
#### **4.3. Diseño de un sistema de red de control de riego con sensores de humedad utilizando XBEE.**

La necesidad de la implementación de la presente propuesta radica en que la gran mayoría de los sistemas de riego no son inteligentes o automáticos y los que existen tienen costos muy elevados.

Esta propuesta tiene su relevancia útil en mejorar el riego en la cancha de césped de Feder y mejorar la distribución de su sistema de riego, utilizando recursos como el hardware y software diseñados para la correcta funcionalidad en el sector implementando y aplicando los diferentes conocimientos que se adquirieron en la formación académica.

## Diseño de Prototipo del Sistema de Irrigación

**FIGURA 3**  
**DISEÑO DE PROTOTIPO**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Garzón Torres Joel

### 4.4. Métodos y Materiales

#### Arduino s1 1mw.

Es una plataforma que se basa en una placa con un microcontrolador y a la vez en un entorno de desarrollo, que está diseñada para dar facilidad en cuanto su uso en la electrónica en varios proyectos.

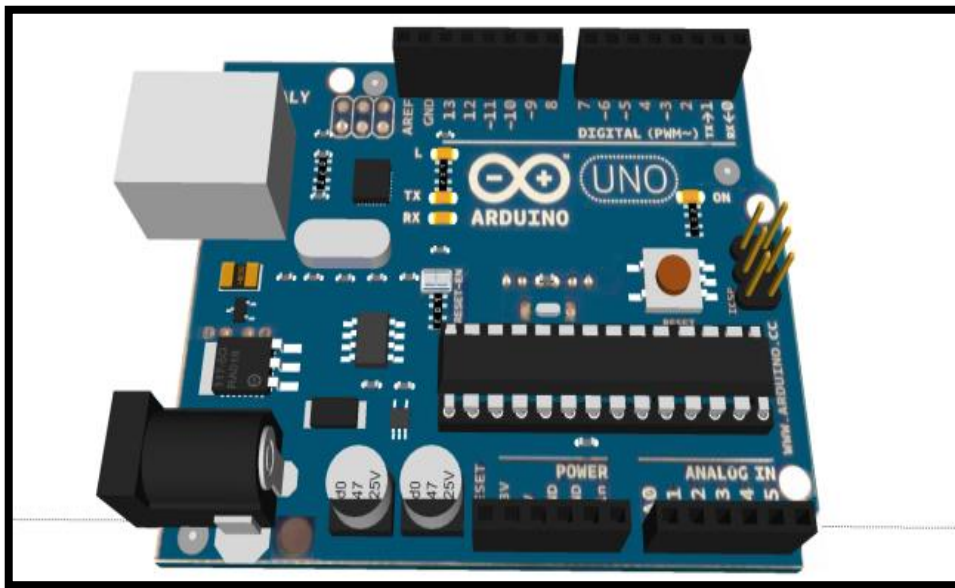
El Arduino procesa la data (información) que llega del sensor, la toma de decisión para el tiempo correcto del encendido del riego.

Por otra parte, Arduino nos brinda un software sólido en un entorno de desarrollo (IDE) que utiliza el lenguaje de bootloader y el arduino implementado en la placa. La característica principal del lenguaje de

programación y del software de programación es su facilidad en cuanto su uso y sencillez.

Arduino puede implementarse para elaborar elementos autónomos, interactuando tanto con Software y el Hardware. Sirve para llevar un control de un elemento.

**FIGURA 4**  
**ARDUINO UNO**



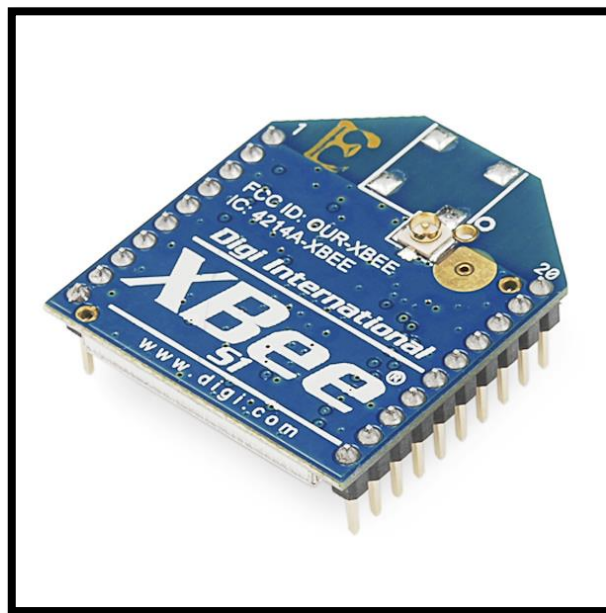
Fuente: <https://pixabay.com/es/arduino-arduino-uno-tecnolog%C3%ADa-2168193/>  
Elaborado por: Investigación

### **XBEE S1 1mw.**

Los módulos XBee brindan un medio inalámbrico para una comunicación e interconexión entre algunos dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red denominado IEEE 802.15.4 para generar redes FAST POINT-TO-MULTIPOINT o para algunas redes PEER-TO-PEER. Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un elevado tráfico de datos o información, comunicación sincronizada y una previsible baja latencia. Es por eso, digi es dueño de Xbee que se apoya en el protocolo Zigbee. En términos simples, son módulos inalámbricos simples de usar.

Este es el módulo XBee de Digi (formalmente MaxStream) de 2.4GHz que es muy popular estos módulos permiten una comunicación muy simple y confiable entre microcontroladores, computadores, sistemas, sensores y realmente cualquier dispositivo con un puerto de serie.

**FIGURA 5**  
**XBEE**



Fuente: <https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/1/8/2/1/08666-01.jpg>  
Elaborado por: Investigación

### **Shield xbee v3.0**

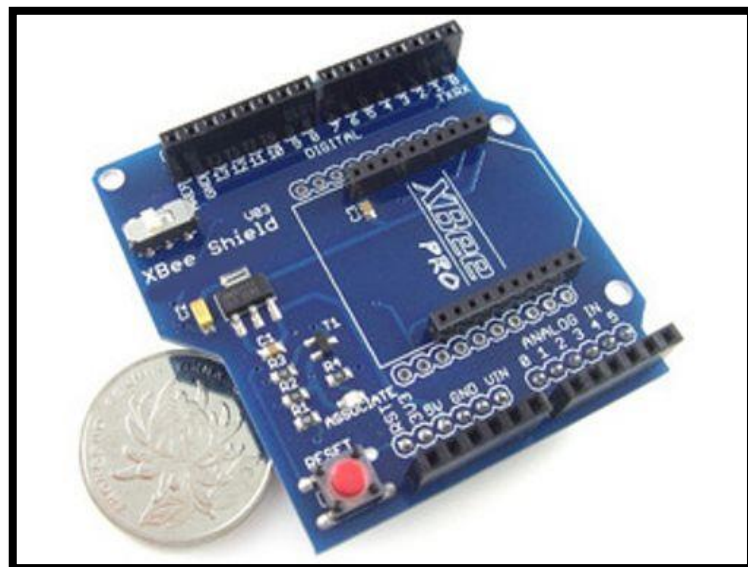
El XbeeShield una de sus funciones es reducir la gestión de conectar un módulo Arduino con un XBee. Esta tarjeta se la puede utilizar de forma directa con el Arduino Pro o también en la comunicación inalámbrica, el Arduino USB utiliza el módulo de comunicación XBee. Esta unidad trabaja con los módulosXbee de la serie 1 y 2.5 en las versiones estándar y pro.

El shield tiene un regulador de voltaje que hace alimentar al modulo xbee con 3.3v. Permite seguir usando los puertos del arduino cuando hay que hacer la conexión del modulo xbee.

En los pines seriales (DIN y DOUT) del XBee se conectan a un switch SPDT, con lo que puedes elegir conectarlo a la UART (D0, D1) o a unos pines digitales 2 y 3 del arduino. la sustentación de 5V la adjunta de manera directa al arduino, la tarjeta tiene un regulador de voltaje de 3.3VDC para poder sustentar alXBee.

La tarjeta también tiene LEDs que informan de la alimentación y la situación que ocurre en los pines DIN, DOUT, RSSI, y DIO5 del XBee. Reset que es un botón del Arduino se reubica en este shield, y tiene una grilla de 12×11 con orificios de 0.1" de distancia para poder realizar tus prototipos.

**FIGURA 6**  
**SHIELDXBEE 3.0**



Fuente: <http://www.etechpk.net/shop/communication-modules/xbee-shield-v03/>  
Elaborado por: Investigación

### **Modulo sensor de humedad Arduino**

En este caso un módulo sensor de humedad arduino que funciona con un higrómetro de suelo FC-28 este mide la humedad del terreno. Son muy usados en sistemas automáticos de riego para una detección de cuando sea necesario activar el sistema de riego.

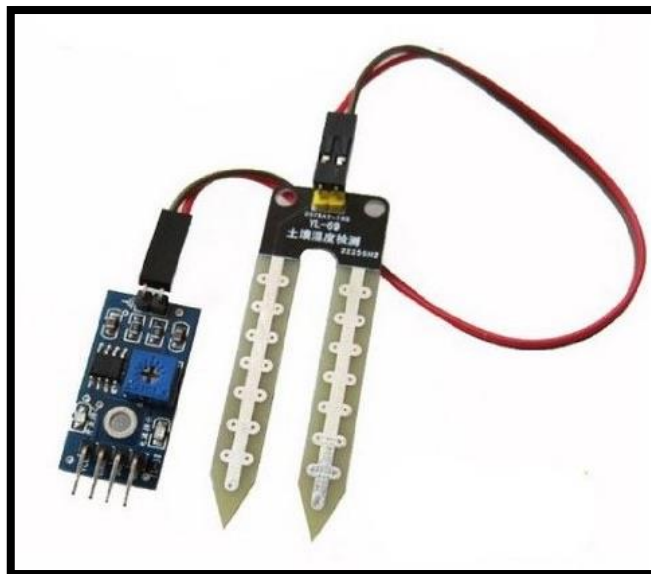
El sensor de humedad de suelo se encarga de medir la resistencia del suelo. El sensor envía primero el voltaje y sabiendo el amperaje en la cual se está enviando el voltaje, se puede saber la resistencia. La resistencia varía con respecto a la cantidad de agua que hay en el suelo.

El sensor va conectado al arduino usando el puerto analógico A0.

Si la humedad del suelo disminuye, el voltaje del sensor también disminuye y la resistencia del suelo aumenta, pero si la humedad del suelo aumenta, el voltaje del sensor también aumenta y la resistencia del suelo disminuye.

También se lo define como un sensor fácil de usar que mide la humedad del terreno por el cambio de su conductividad. No tiene la precisión suficiente para llevar a cabo una medición completa de la humedad del terreno, tampoco es necesario para evaluar y controlar un sistema de riego.

**FIGURA 7**  
**MODULO DE SENSOR**



Fuente: <http://www.conectrolinformatica.com/arduino-modulos/3485-modulo-sensor-de-humedad-suelo-yl-69-yl-38.html>  
Elaborado por: Investigación

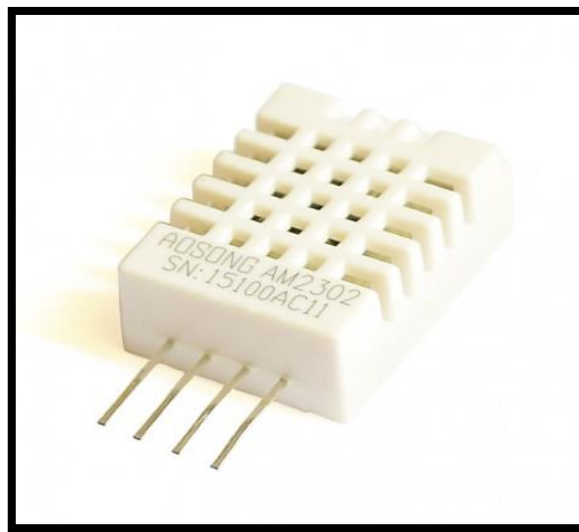


## Sensor de humedad y temperatura dht22

DHT11 y DHT22 estos son sensores digitales de Temperatura y Humedad, muy factibles a la hora de implementar o adaptarse a cualquier microcontrolador. Este usa un sensor capacitivo de humedad y un termistor para llevar un control del aire circundante y solo un pin para el registro de datos. La desventaja de estos seria el tiempo que llevan las lecturas, pero esto no sería lo más esencial puesto que la humedad y temperatura son variables que sufren cambios acelerados.

La medición de temperatura en cuanto su rango es de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  con precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y rango de humedad de 0 a 100% RH con una del 2% RH, la rapidez entre lecturas debe ser alrededor de los 2 segundos.

**FIGURA 8**  
**SENSORES DE HUMEDAD**



Fuente: <https://www.prometec.net/producto/dht11-sensor-temperatura-y-humedad/>  
Elaborado por: Investigación

## Lcd 16x2 i2c

La pantalla LCD de 16x2 que está en el controlador HD44780 de Hitachi es un periférico muy usual, que se usa mucho en proyectos con arduino y micro controladores en varios casos en esta clase de pantalla se

requieren de muchos pines del microcontrolador para ser debidamente controlada, debido a que utiliza principalmente un bus paralelo para comunicarse. Gracias a que existe una solución muy sencilla y factible para este conflicto: un adaptador que se basa en el PCF8574 que facilita la conexión de la pantalla al arduino utilizando solo dos líneas digitales a través del bus I2C. Estos pines, además pueden ser compartidos por otros periféricos como el RTC o las memorias EEPROM.

**FIGURA 9**  
**LCD 16X2 I2C**



Fuente: <https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2016/05/arduino-i2c-lcd-componente.png>  
Elaborado por: Investigación

## Código de programación para el Arduino Master

```

/*
  Rango de Valores Sensor
  0 ~300      Suelo Seco
  300~700     Suelo Húmedo
  700~950     Agua
*/
SoftwareSerialXBee(1,0);

intSenHum = A0;
int Hum = 0;
int Relay = 2;

void setup(){
  XBee.begin(9600);

  pinMode(SenHum, INPUT);
  pinMode(Relay, OUTPUT);
}

void loop(){
  sensor();
}

void sensor(){
  Hum = analogRead(SenHum);
  if (Hum<300){
    digitalWrite(Relay,HIGH);
  }
}

void xbee(){
}

```

### Descripción del código por paso:

```

/*
  Rango de Valores Sensor
  0 ~300      Suelo Seco
  300~700     Suelo Húmedo
  700~950     Agua

```

Son rangos del valor del sensor de 0 a 300pwm, se considera suelo húmedo en el rango de 300 a 700 pwm, se considera suelo completamente mojado en el rango de 700 a 950 pwm

```

*/
SoftwareSerial XBee(1,0);

```

Es para la comunicación del puerto serial, TX(1) es para el envío de datos y RX(0) es para la recepción de datos

```
int SenHum = A0;
```

Aquí se inicializa el sensor en el pin analógico 0

```
int Hum = 0;
```

Esta variable va almacenar los valores de rango de 0 a 300 , de 300 a 700 y 700 a 950

```
int Relay = 2;
```

Esto quiere decir que el Relay se va a accionar en el pin 2 por que se necesita un valor booliano para accionarse y en el Arduino se representa en 5 o 0 volteos

```
XBee.begin(9600):
```

Se está inicializando la comunicación en 9600 baudios (bits/sg)

```
pinMode(SenHum, INPUT);
```

Aquí el sensor va a ingresar la información al Arduino en modo de entrada

```
pinMode(Relay; OUTPUT);
```

Aquí el Relay funciona como un dispositivo de salida

```
void loop() {  
  ..  
}
```

Es una función recursiva del Arduino la cual únicamente se detendrá cuando la programación lo indique

sensor() ;

Aquí se está llamando a la función sensor

```
void sensor(){
  Hum = analogRead(SenHum);
  if (Hum<300){
    digitalWrite(Relay,HIGH);
  }
}
```

Aquí internamente se procesa la información del sensor que se guarda en la variable Hum y accionara el Relay cuando el valor de Hum sea menor de 300.

```
void xbee() {
  1
}
```

aquí se está llamando a la información que estará enviando la información del sensor de humedad

### Código de programación para el Arduino Slave

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerialXBee(1,0);
int valor =0;
void setup() {
  digitalWrite(11, LOW);
  Serial.begin(9600);
  XBee.begin(9600);
}

void loop() {

  if (XBee.available() > 21) {
    if (XBee.read() == 0x7E){ //byte de inicio
      for (inti = 0; i<19; i++){
        byte descartar = XBee.read(); // descarta todos los bytes hasta llegar
        al de lectura de canal digital
      }
      valor = XBee.read(); //toma el valor del byte de lectura del
      canal digital
      Serial.println("Humedad");
    }
  }
}
```

### Descripción del código por paso:

`#include <SoftwareSerial.h>` } Permitirá declarar el objeto serial XBEE que tiene como pines de comunicación 1 y 0

`int valor =0;` } Variable donde se van a guardar los valores que llegan de la humedad del otro Arduino

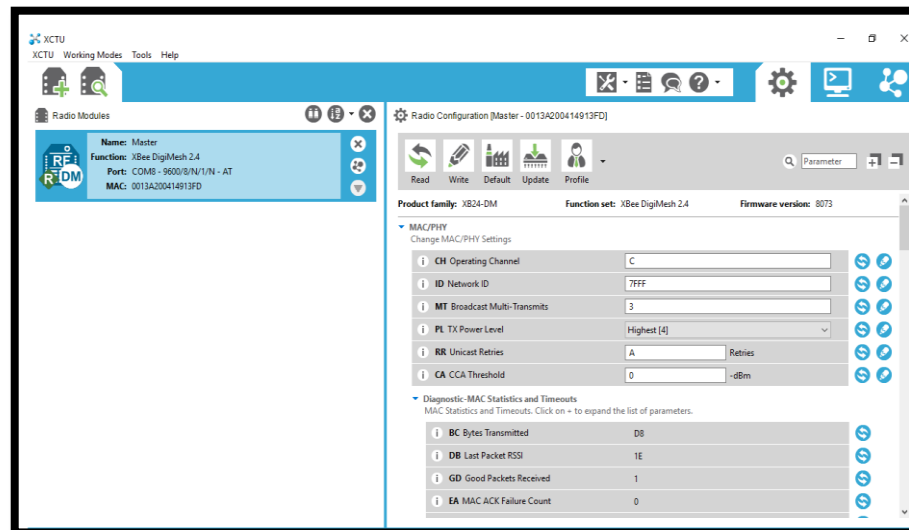
`void setup() {` } Aquí se declara el pin 11 como valor negativo y de ahí se va a iniciar el XBEE Begin en 9600 baudios.

```
void loop() {
  if (XBee.available() > 21) {
    if (XBee.read() == 0x7E){ //byte de inicio
      for (int i = 0; i<19; i++){
        byte descartar = XBee.read(); // descarta todos los
        bytes hasta llegar al de lectura de canal digital
      }
      valor = XBee.read(); //toma el valor del byte de lectura
      del canal digital
      Serial.println("Humedad");
    }
  }
}
```

Las siguientes condiciones del VoidLoop son para leer los valores que están dentro de la trama, eliminar el byte de inicio, solo obtener el byte que necesitamos luego ese valor es guardado en la variable valor para luego ser presentado en la pantalla del lcd

## Configuración del XBEE

**FIGURA 10**  
**CONFIGURACIÓN DEL XBEE**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

**CH:** Canal del trabajo en el que va a funcionar

**ID:** Es el nombre de la Red en el que va a trabajar, (7FFF) es una red de 16 bytes hexadecimal

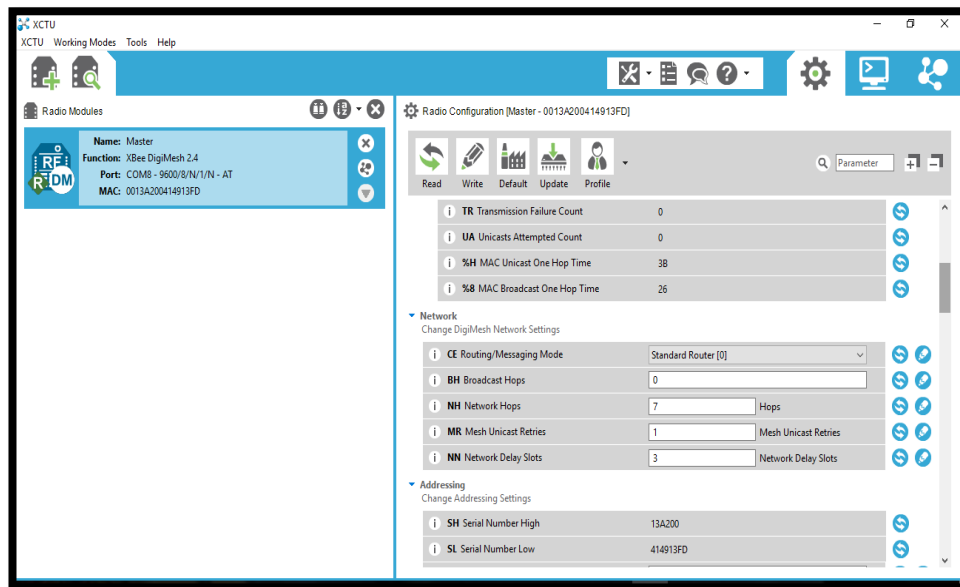
**MT:** La cantidad de transmisiones que se pueden hacer por broadcast

**PL:** Potencia en la cual se puede transmitir

**RR:** La cantidad de veces que se va a repetir el mensaje cuando se envíe por UNICAST

BC	}	Diagnóstico de la comunicación
DB		
GD		
EA		

**FIGURA 11**  
**DIAGNÓSTICO DE LA COMUNICACIÓN**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

TR  
UA  
%H  
%8

} Diagnóstico de la comunicación

CE: Aquí seleccionamos que tipo de función tendrá el XBEE, puede ser router o comunicación

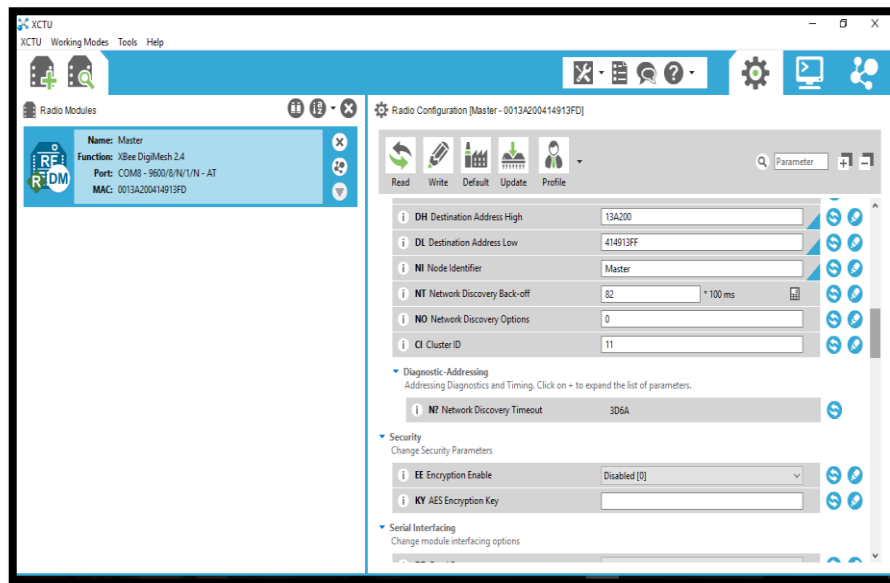
MR: Cuantas veces intentara enviar el mensaje cuando sea fallido

SH  
SL

} Estas son las direcciones del XBEE, SH viene por default y SL es la que varía.



**FIGURA 12**  
**DIRECCIONES DEL XBEE**

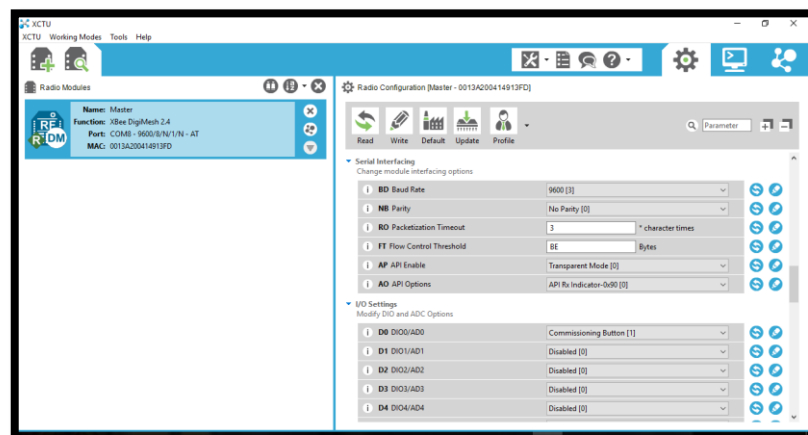


Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

DH }  
DL } A donde se va a enviar la información

NI: El nombre que le vamos a poner en el XBEE

**FIGURA 13**  
**NOMBRE DEL XBEE**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

**BD:** Este es el valor de Baudio con el que nos vamos a comunicar con el arduino

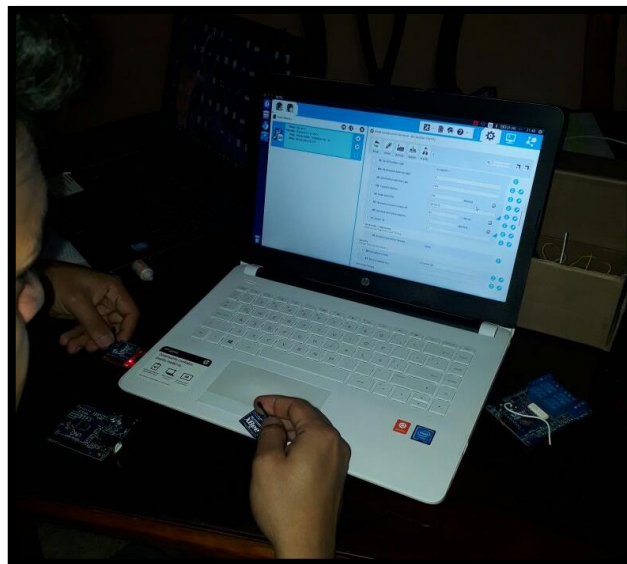
**AP:** Este es el modo de transmisión

**AO:** Aquí verificamos que tipo de Api vamos a seleccionar

## **Pasos de programación y ensamblaje del prototipo**

### **Programación de los xbee**

**FIGURA 14**  
**PROGRAMACIÓN DEL XBEE**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Programamos los xbee con el programa XCTU para que los dispositivos obtengan los parámetros necesarios y se puedan comunicar de forma inalámbrica.

## Ensamblaje del XBEE con el Shield

**FIGURA 15**  
**ESAMBLAJE DEL XBEE CON EL SHIELD**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Conectamos el Xbee con el shield por que mediante este dispositivo el xbee puede tener comunicación con la placa de Arduino. El shield tiene un regulador de voltaje que alimenta al modulo xbee con 3.3v.

El shield permite seguir usando los puertos del arduino cuando hay que hacer la conexión del modulo xbee.

Entre los arduinos el Xbee es un módulo de comunicación inalámbrico que cuenta con baja latencia con una tasa de transferencia máxima de datos de 256kbps.

## Conexión del Sensor de humedad de suelo

**FIGURA 16**  
**CONEXIÓN DEL SENSOR DE HUMEDAD DE SUELO**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Conectamos el sensor de humedad de suelo en tres pines de la placa de arduino. El pin de 5voltios para que alimente el sensor, el pin de GND para la tierra y el pin A0 que es la señal analógica.

El sensor de humedad de suelo se encarga de medir la resistencia del suelo.

Sabiendo el amperaje en la cual se está enviando el voltaje, se puede saber la resistencia. La resistencia va a variar con respecto a la cantidad de agua que hay en el suelo.

## Conexión del sensor de humedad y temperatura ambiental

**FIGURA 17**  
**CONEXIÓN DEL SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA**  
**AMBIENTAL**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Conectamos el sensor en los pines de arduino de 5v para la alimentación, en GND y en uno de los pines señal digital por que el sensor necesita tener una señal digital. El pin utilizado es el N° 13, este pin de señal digital se encuentra en la parte superior derecho del arduino junto al pin de la fuente.

Es un sensor digital de humedad y temperatura ambiental que nos permite medir el aire con un pequeño termistor y utiliza un sensor capacitivo de humedad.

## Conexión del Relay

**FIGURA 18**  
**CONEXIÓN DEL RELAY**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Conectamos el Relay en los pines de la placa de arduino de 5v para su alimentación, GND y en el pin 13 que es de señal digital.

En el relay también conectamos la bomba de agua de 9 voltios y un cargador de 9 voltios para la alimentación de la bomba. El cargador irá conectado al contacto NO (normamente abierto) del relay, de tal manera que cuando la placa de arduino le envíe la señal al relay para la activación de la bomba el pin de NO se activará.

## Conexión de la pantalla LCD 16x2

**FIGURA 19**  
**CONEXIÓN DE LA PANTALLA LCD 16X2**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Conectamos la pantalla LCD al arduino en los pines de 5v, A4 y A5 que son pines de señal analógica.

Nos permite mostrar la temperatura, la humedad y la batería del sistema, La pantalla LCD trabaja con 5v.

Cabe recalcar que la pantalla LCD va conectada en el arduino esclavo ya que en el arduino maestro están los sensores y el Relay.



## Prueba del proyecto

**FIGURA 20**  
**CONEXIÓN DE LA PANTALLA LCD 16X2**



Fuente: Investigación  
Elaborado por: Joel Garzón

Una vez que tenemos todo conectado, procedemos a introducir el sensor de humedad a un recipiente con tierra seca y tierra húmeda para hacer las pruebas correspondientes del proyecto.



## **4.5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

Se realizó un prototipo de un sistema automatizado que nos permite generar un sistema estable y funcional y que brinde al usuario final la comodidad económica, seguridad y una mayor productividad.

Debido al uso de herramientas de hardware, software de código libre, se tiene la posibilidad de realizar algún tipo de modificación o integraciones al primer prototipo, elevando el número de los servicios y ofreciendo facilidades al usuario en un futuro.

Se pudo constatar la existencia del nivel de variabilidad según el espacio de humedad y del tipo del suelo analizado, mediante la descripción de los componente utilizados en el prototipo.

Se constató que los sensores de humedad tenían un funcionamiento aceptable y que entregaban valores aproximados a los que generalmente entregan lo sensores de alta precisión por lo que se pudo realizar eficientemente el trabajo.

La utilización del XBee ha permitido mejorar el sistema referente a hardware, haciendo que de esta forma se evite la utilización de cables entre los equipos.

Se ha evidenciado lo importante que es la aplicación de herramientas tecnológicas para conseguir una determinación de humedad según el suelo mucho más precisa y así precisar bajo pautas técnicas la cantidad y el tiempo en el que se debe realizar el riego en el área de cultivo.

## Recomendaciones

Se debe tener en cuenta que dependiendo del espacio que se desea controlar se tendrá la necesidad de hacer uso de más sensores de humedad para que los cálculos que arroje el sistema sean más precisos.

Si se tiene la necesidad de cubrir grandes distancias entre el dispositivo final y el sensor se recomienda utilizarlos módulos Xbee Pro serie 1 o serie 2 para obtener una mejor estabilidad durante el proceso de comunicación.

Es recomendable que los módulos Xbee se encuentren en línea de vista ya que pueden perder la señal y disminuir su alcance.

Se recomienda para trabajos futuros, realizar mejoras en el código del microcontrolador y así realizar cambios en la configuración del módulo XBee, para bajar el consumo energético y generar ahorro al cliente final.

Este prototipo ha sido diseñado de tal forma que se pueda llegar a una implementación en el mundo real con la expectativa de poder ser integrado con otras soluciones existentes en el mercado ó permitir su funcionamiento en modo aislado.

Además se recomienda realizar mediciones en la fuente de alimentación que posee el sistema ya que es necesario que se produzca una señal tipo DC pura, porque podrían producirse fallas de comunicación cuando se proceda a realizar la transmisión de datos.

**ANEXOS**

## **ANEXO N° 1**

### **ENCUESTA**



### **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TEMA:** “ESTUDIO DE UNA RED DE CONTROL DE RIEGO CON SENSORES DE HUMEDAD UTILIZANDO XBEE.

#### **Encuesta Realizada a los Estudiantes de FEDER**

1. ¿Cree usted que el estadio de Feder posee todos los recursos necesarios para mantener el césped en perfectas condiciones?

SI ☐

No ☐

2. ¿Conoce usted sobre los beneficios de usar una red de control inalámbrica en el mantenimiento del césped?

SI ☐

No ☐

3. ¿Considera usted necesario una red de control inalámbrica para mantener el césped del estadio de Feder en óptimas condiciones?

SI ☐

No ☐

4. ¿De acuerdo al uso de la tecnología de redes de control inalámbricas cree facilitara las acciones de riego en el estadio de Feder?

SI ☐

No ☐

5. ¿Usted cree importante que el césped crezca de manera frondosa y uniforme?

SI ☐

No ☐

6. ¿Cree usted que la intervención de una persona sea necesario para el control de riego del césped del estadio de Feder?

SI ☐

No ☐

7. ¿Está de acuerdo con la distribución de los recursos que sirven para el control de riego?

SI ☐

No ☐

8. ¿En qué condiciones usted visualiza el césped del estadio de Feder?

Buena ☐

Regular ☐

Mala ☐

9. ¿Usted cree conveniente la aplicación de dispositivos Xbee para una red de control de riego?

SI ☐

No ☐

10. ¿Considera usted que la aplicación de la tecnología de dispositivos Xbee podrá facilitar los trabajos manuales de riego que se realizan en el césped del estadio de Feder?

SI ☐

No ☐

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. L. (2012).** Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 1-11.
- Arias, F. (2012).** *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Bermúdez, C. (2016).** *Paradigmas de Investigación sobre lo Cuantitativo y Cualitativo*. Nueva Granada: Ciencia e Ingeniería neogranadina.
- Cayo Cabrera, G. H., & Segovia Fuentes, J. (2015).** Prototipo de control de riego tecnificando aplicando la tecnología del arduino. *REvista Investigación Altoandín*, 95 - 102.
- Durango, J. (2001).** *Compendio de Información relevante sobre aspectos*. Quito: PESAE.
- Eddy. (2013).** *Visual Studio Ultimate 2013 - Crea Aplicaciones Para Windows y Windows Phone*. Obtenido de Game pack: <http://gamepackc.blogspot.com/2015/11/visual-studio-ultimate-2013-crea.html>
- Fernández, Á. (2013). *Investigación y técnicas de mercado*. Madrid: ESIC.
- García, M., & Arévalo, J. (2013).** *Conceptos básicos de SQL*. Obtenido de Geotalleres: [http://geotalleres.readthedocs.io/es/latest/conceptos-sql/conceptos\\_sql.html](http://geotalleres.readthedocs.io/es/latest/conceptos-sql/conceptos_sql.html)
- Hueso, A. (2012).** *Metodología y Técnicas de Investigación*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Lomelín, M. (2014).** *Cómo hacer investigación cuantitativa en educación física*. Barcelona: INDE.
- Martin, J. (2009).** *Instalaciones domóticas*. Madrid: Editex.
- Matute. (2011).** *Población y Muestra*. Quito.
- Microsoft . (2012).** *Microsoft® SQL Server® 2012*. Obtenido de Microsoft 2012: <https://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=43351>

**Rojas, I. (2011).** Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de Educar*, 297.

**Vélez Marcillo, A. P. (2012).** *Creación e implantación de un sistema de riego para mejorar la producción de plátano en la propiedad del sr francisco ramón vélez cedeño, en el cantón el carmen.* Portoviejo.

**Ventura, J. (2017).** *SQLSERVER Introducción a SQL Server SQL Server.* Obtenido de Kulslide: [https://kulslide.com/download/sqlserver-introduccion-a-sql-server-sql-server-\\_5a058ea2d64ab24a78094b62\\_.pdf](https://kulslide.com/download/sqlserver-introduccion-a-sql-server-sql-server-_5a058ea2d64ab24a78094b62_.pdf)

**XBee. (2017).** *¿QUÉ ES XBEE?* Obtenido de XBee.cl: <http://xbec.cl/que-es-xbee/>