



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**

**PROCESO DE TITULACIÓN**

**OCTUBRE 2017 – MARZO 2018**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**INGENIERIA EN SISTEMAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y SU INCIDENCIA  
EN LOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN LA PLANTA DE AGUA  
“LA LOMA DEL TANQUE” EN EL CANTÓN VINCES**

**EGRESADO:**

**PEDRO JOSUE MORA ALMEIDA**

**TUTOR:**

**WELLINGTON MALIZA**

**AÑO 2018**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios, mi madre y todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron posible la terminación del mismo, a mi tía, mi abuela, mi padre quienes me apoyan y me guían por el camino del bien, y que con sacrificios y esfuerzos fueron pilares fundamentales para que termine otra etapa de mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios porque sin el nada sería posible, a mi madre, mi tía, mi abuela, mi padre, quienes fueron una ayuda incondicional para seguir hasta el final.

A todos y cada uno de mis compañeros y tutores que de una u otra manera me han brindado su confianza, apoyo y consejos lo cual sin duda alguna agregó mucha ayuda para este trabajo.

A todo el cuerpo de docentes de la Carrera de sistemas quienes me brindaron y pusieron a disposición sus conocimientos.

## **AUTORIZACION DE LA AUTORIA INTELECTUAL**

Yo, **PEDRO JOSUÉ MORA ALMEIDA** en calidad de autor del proyecto de investigación realizada sobre “**HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y SU INCIDENCIA EN LOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN LA PLANTA DE AGUA “LA LOMA DEL TANQUE” EN EL CANTÓN VINCES**”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente educativos.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Babahoyo, 26 de abril del 2018

## **CERTIFICACION DEL AUTOR**

Yo, **Pedro Mora Almeida**, certifico que el proyecto titulado: **HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y SU INCIDENCIA EN LOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN LA PLANTA DE AGUA “LA LOMA DEL TANQUE” EN EL CANTÓN VINCES**, el cual presento como requisito para optar por el pregrado en Ingeniería en Sistemas, de la Universidad Técnica de Babahoyo, es el producto de mi labor investigativa.

Así mismo, doy fe de que este trabajo es uno original e inédito.

---

**Pedro Mora Almeida**

26 de abril de 2018

## RESUMEN

El presente estudio está relacionado directamente con tendencias tecnológicas que al día a día van permitiendo a la humanidad mejorar su estilo de vida, si bien es cierto a lo largo de la historia del hombre desde sus primeros descubrimientos como el fuego por ejemplo, se han convertido en más que eso por así decirlo, en soluciones a problemas y necesidades.

Las primeras automatizaciones industriales de las cuales podemos hablar, es del área textil, fue donde se dio un gran auge de este tipo de tecnologías que estaban siendo acogidas por la humanidad, desde esa época hasta la actualidad todos y cada uno de los procesos desde los más grandes y forzados hasta los más pequeños y sencillos están siendo transformados a raíz de este gran cambio que sigue dándose en todo el mundo, con el objetivo principal de sustituir al hombre en actividades forzosas y complejas como son las grandes tareas de producción en su mayoría.

A través de este trabajo de investigación, se analizará la situación real y actual de la planta procesadora de agua en el cantón Vinces, con el objeto de mejorar la calidad del servicio de agua potable a través de sistemas automáticos industriales de alta tecnología, amigables con el medio ambiente y económicos a corto y largo plazo, esta procesadora de Agua está presentando hace mucho tiempo varias interrupciones y desperfectos al momento de brindar sus servicios.

Básicamente la automatización de los procesos de la planta de agua La Loma del Tanque a nivel industrial lleva a una perspectiva más amplia, dado que los niveles y estándares de calidad

se cubrirían en todas sus necesidades, tanto dentro como fuera de la misma sin dejar de lado y resaltar la calidad del producto final.

La automatización de los procesos de la planta de agua La Loma del Tanque del cantón Vinces, nos dará como resultado, la obtención de un producto final, como lo es el agua potable apta para el consumo humano, cumpliendo estándares de calidad, evitando riesgos para la salud de los habitantes del cantón, y mejorando la calidad de vida de las personas y los alrededores que reciben este servicio.

## **RESULTADO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

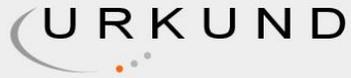
En el presente proyecto de investigación, se realizó con el propósito de demostrar la realidad de la planta de agua La Loma del Tanque es decir las condiciones en las cuales nos brindaban el servicio a la ciudadanía, una vez conocido esto se realizó la propuesta de un sistema automatizado, es decir que los procesos sean completamente automatizados usando herramientas para la automatización industrial, teniendo en cuenta que las herramientas son muy variadas y cada una van de acuerdo a la necesidad que se presenta.

Es así que luego del análisis de varias soluciones usadas en otras problemáticas parecidas, llegamos a la conclusión de que la placa electrónica Arduino es una buena alternativa para este tipo de situaciones.

Estableciendo esta propuesta, se hizo las pruebas necesarias, que permitió conocer el rendimiento de cada uno de los módulos que existen hasta ahora para este tipo de necesidades.

Obteniendo como resultado el hecho de que la propuesta cumple con cada una de las necesidades demostradas en la problemática.

# INFORME FINAL DEL SISTEMA URKUND



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Mora\_Almeida\_Pedro\_Josué\_Ingeniería\_en\_Sistemas\_2018.docx  
(D38260294)  
**Submitted:** 5/3/2018 3:10:00 PM  
**Submitted By:** pj94hacker@gmail.com  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO4.docx (D28046914)  
Tesis Jessica Crespo - Yessica Monar.docx (D16854902)  
TESIS-JOSUE- V5 -11082015.docx (D15583034)  
Trabajo sobre contaminación Rosa Bauz.docx (D21694413)  
<http://www.exsol.com.ar/automatizacion-industrial/>  
<http://hardware-libre-1.blogspot.com/2014/12/hardware-libre-para-una-sociedad-libre.html>

### Instances where selected sources appear:

7

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	2
AUTORIZACION DE LA AUTORIA INTELECTUAL.....	iii
RESUMEN.....	v
RESULTADO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.....	vii
INFORME FINAL DEL SISTEMA URKUND.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE ECUACIONES.....	xii
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.- DEL PROBLEMA.....	2
<b>1.1. Idea o tema de Investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Marco Contextual.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1. Contexto Internacional.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2. Contexto Nacional.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.3. Contexto Local.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.4. Contexto Institucional.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Situación problemática.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Planteamiento del problema.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.1. Problema general.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2. Subproblemas o derivados.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. Delimitación de la investigación.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6. Justificación.....</b>	<b>9</b>

1.7. Objetivos de investigación.....	10
1.7.1. Objetivo general.....	10
1.7.2. Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL .....	11
2.1 Marco teórico.....	11
2.1.1 Marco conceptual.....	11
2.1.2 Marco referencial sobre la problemática de investigación.....	16
2.1.2.1 Antecedentes investigativos.....	16
2.1.2.2. Categorías de análisis.....	25
2.1.3 Postura teórica.....	26
2.2. Hipótesis.....	27
2.2.1 Hipótesis general.....	27
2.2.2 Subhipótesis o derivadas.....	27
2.2.3. Variables.....	27
• Variable Independiente.....	27
• Variable Dependiente.....	27
CAPÍTULO III.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
3.1. Resultados obtenidos de la investigación .....	28
3.1.1. Pruebas estadísticas aplicadas.....	28
3.1.2. Análisis e interpretación de datos.....	35
3.2. Conclusiones específicas y generales.....	53
3.2.1. Específicas.....	53
3.2.2. General .....	54
3.3. Recomendaciones específicas y generales.....	54
3.3.1. Específicas.....	54
3.3.2. General .....	55
CAPITULO IV.- PROPUESTA DE APLICACIÓN .....	56
4.1. Propuesta de aplicación de resultados .....	56
4.1.1. Alternativa obtenida .....	56
4.1.2. Alcance de la alternativa .....	56
4.1.3. Aspectos básicos de la alternativa.....	57
4.1.3.1. Antecedentes.....	57

4.1.3.2. Justificación .....	58
4.2. Objetivos .....	59
4.2.1. General .....	59
4.2.2. Específicos .....	59
4.3. Estructura General de la Propuesta .....	60
4.3.1. Título .....	60
4.3.2. Componentes .....	60
4.4. Resultados esperados de la alternativa .....	61
Bibliografía .....	1

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Prueba Chi Cuadrado Hipótesis.....	29
Ecuación 2 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 1.....	30
Ecuación 3 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 2.....	32
Ecuación 4 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 3.....	34

## INDICE DE GRAFICOS

Figura 1 Analisis porcentual de Resultados Pregunta 1 .....	36
Figura 2 Análisis porcentual de resultados pregunta 2 .....	38
Figura 3 Análisis porcentual de resultados pregunta 3 .....	40
Figura 4 Análisis porcentual de resultados pregunta 4 .....	42
Figura 5 Análisis porcentual de resultados pregunta 5 .....	44
Figura 6 Análisis porcentual de resultados pregunta 6 .....	46
Figura 7 Análisis porcentual de resultados pregunta 7 .....	48
Figura 8 Análisis porcentual de resultados pregunta 8 .....	49
Figura 9 Análisis porcentual de resultados pregunta 9 .....	51
Figura 10 Análisis porcentual de resultados pregunta 10 .....	52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle Hipótesis .....	28
Tabla 2 Detalle de subhipótesis 1 .....	30
Tabla 3 Detalle Subhipótesis 2 .....	32
Tabla 4 Detalle Subhipótesis 3 .....	34
Tabla 5 Análisis porcentual de resultados pregunta 1.....	36
Tabla 6 Análisis porcentual de resultados pregunta 2.....	38
Tabla 7 Análisis porcentual de resultados pregunta 3.....	40
Tabla 8 Análisis porcentual de resultados pregunta 4.....	42
Tabla 9 Análisis porcentual de resultados pregunta 5.....	44
Tabla 10 Análisis porcentual de resultados pregunta 6.....	46
Tabla 11 Análisis porcentual de resultados pregunta 7.....	48
Tabla 12 Análisis porcentual de resultados pregunta 8.....	50
Tabla 14 Análisis porcentual de resultados pregunta 9.....	51
Tabla 15 Análisis porcentual de resultados pregunta 10.....	53

## **Introducción.**

El presente estudio está relacionado directamente con tendencias tecnológicas que al día a día van permitiendo a la humanidad mejorar su estilo de vida, si bien es cierto a lo largo de la historia del hombre desde sus primeros descubrimientos como el fuego por ejemplo, se han convertido en más que eso por así decirlo, en soluciones a problemas y necesidades.

Por lo tanto no debería ser de tanta admiración ver como el hombre se va acoplando y a la vez a cada paso que da, innovando en todo aspecto, podemos citar el radiotelescopio más grande del mundo denominado FAST el mismo que en el 2016 empezó a funcionar, teniendo así mayores oportunidades de estudiar el gran universo.

En el siglo XIX vemos la aparición de la automatización empezando por la industria textil, registrado en el año de 1801 la patente del telar automático, que dio inicio a este término que hasta la actualidad sigue siendo tan usado en casi todos los aspectos de la vida diaria, con el mismo fin y objetivo, el de facilitar, agilizar las actividades y tareas que el ser humano realiza.

A lo largo de este estudio se describe el uso de la automatización en la actualidad, y cómo influye en procesos que se realizaban de manera manual prácticamente, es así como en este caso se aplica a la Planta de Agua “La Loma del Tanque”, haciendo énfasis en sus procesos para llegar a la obtención del líquido vital como lo es el agua potable, esto mediante el uso de Arduino y sus diferentes módulos que permiten trabajar a gran escala es decir la automatización industrial.

Como se dijo en párrafos anteriores es más que notorio el uso de estas tecnologías, la humanidad se centra en hacer cada vez más sencillas todas las actividades que sean necesarias lograr, de tal modo la autómatas programables entran en juego, dando no solo la alternativa si no también que lo hace posible, es decir solucionar la vida de personas, incluyendo también alternativas a soluciones que también benefician a la flora y la fauna del planeta.

## **CAPÍTULO I.- DEL PROBLEMA**

### **1.1. Idea o tema de Investigación.**

Herramientas para la automatización industrial y su incidencia en los procesos de potabilización de agua en la planta de agua “La Loma del Tanque” en el cantón Vinces

### **1.2. Marco Contextual.**

#### **1.2.1. Contexto Internacional.**

Las primeras automatizaciones industriales de las cuales podemos hablar, es del área textil, fue donde se dio un gran auge de este tipo de tecnologías que estaban siendo acogidas por la humanidad, desde esa época hasta la actualidad todos y cada uno de los procesos desde los más grandes y forzados hasta los más pequeños y sencillos están siendo transformados a raíz de este gran cambio que sigue dándose en todo el mundo, con el objetivo principal de sustituir al hombre en actividades forzadas y complejas como son las grandes tareas de producción en su mayoría.

En el mundo entero la automatización juega un papel muy importante, debido a que el ser humano siempre ha buscado el optimizar el estilo de vida, a través de invenciones que se han venido logrando a lo largo del tiempo, es así como ahora podemos hablar de automatizaciones de procesos industriales, que abarcan grandes poblaciones, en este caso cito la aplicación de la sistematización en la planta de Agua en el Municipio de Pereira – Colombia, la misma que actualmente goza de un sistema completamente automatizado a través de controles y protocolos establecidos para brindar un servicio eficaz y eficiente a la ciudadanía de ese prestigioso municipio, el cual se llevó a cabo a través de la investigación de Andrés Felipe Marín Hincapié con la ayuda de la Universidad Tecnológica de Pereira.

En esta planta de agua se puede encontrar un sistema de automatización en su mayoría completo, también cuenta con actuadores, sensores, procesadores etc., además de una gama

completa de los sistemas de automatización, lo que da como resultado a este municipio, la obtención del líquido vital, el proceso de purificación y potabilización de una manera eficiente. (HINCAPIÉ, 2013)

Recordemos que la ciencia y la tecnología siempre han intentado hacer la vida del hombre más sencilla, brindando la oportunidad de desaparecer incluso el más mínimo esfuerzo en muchos casos. Es aquí donde entra en juego una verdadera infraestructura como la que vimos anteriormente en el país vecino Colombia.

### **1.2.2. Contexto Nacional.**

En Nueva Loja, la provincia de Sucumbíos a través de Ecuador Estratégico se instaló la planta de agua completamente automatizada que garantiza que los procesos de potabilización serían eficientes y eficaces al momento de brindarse a la ciudadanía y estos a su vez reducen los costos de mantenimiento por parte del personal humano, técnicos y funcionarios de lago agrio, fueron quienes empezaron con tan grande labor. (ecuadorestratégico, 2016)

Ecuador se encuentra en fase de desarrollo tecnológico, lo cual implica que la utilización de las herramientas de automatización industrial no sea la primera opción en nuestra nación, no sería algo habitual encontrarse con este tipo de infraestructuras, aun así vemos grandes avances en este campo tecnológico logrando firmas internacionales que han forjado una realidad con grandes infraestructuras en nuestro país.

### **1.2.3. Contexto Local.**

En el cantón Vinces se viene dando una realidad, la cual se conoce por los habitantes de dicho cantón que no goza de un servicio estable, eficaz y eficiente de agua potable, lo cual ocasiona un problema a gran escala, a través de la investigación que se realiza actualmente se evidencia que el agua no posee la apariencia correcta, presenta componentes impropios de este líquido, una

coloración inadecuada, un sabor desagradable y un olor inusual, por esto se brinda una propuesta que está basada en herramientas de automatización industrial para la Planta de agua que alimenta a dicho cantón y sus alrededores, es decir que a través de hardware y software libre encontraremos ciertas ventajas, por su versatilidad al momento de ser usada para sus diferentes fines.

El cantón Vinces esta sobrecargado de problemas en el sistema de agua potable aun así, el hecho de no contar con un servicio continuo y eficiente para toda la comunidad Vinceña acorta el desarrollo de la misma, debido al alto índice de traslado de esta ciudad hacia otras en busca de mayores oportunidades y la realización de actividades que sin lugar a duda en el cantón no se podrían llevar a cabo con normalidad.

Al norte del cantón se encuentra ubicada la planta procesadora de agua, la misma que abastece al cantón y sus alrededores de este líquido vital y servicio básico, haciendo posible el uso y consumo de esta preciada materia prima para muchos, incluso porque se sitúa en la provincia denominada Los Ríos y en su mayoría a lo largo y ancho se cuenta con lagos, lagunas y grandes afluentes que dan la posibilidad de ser incluso uno de los cantones con una gran producción agrícola, ganadera, pesquera, etc., entre otras actividades que permite realizar el gran Rio Vinces, uno de los que conforma este gran conjunto de masas de agua en movimiento.

Hasta ahora se ve como día a día la automatización se hace presente en casi todos los procesos industriales y porque no decir todos los procesos manuales que se puedan dar en todo aspecto o campo aplicable, teniendo en cuenta que el hardware utilizado y el software a su vez demanda un costo, el cual puede variar siendo el caso de software y hardware libre, o si es el caso alguna versión de pago de estos elementos que componen los sistemas de automatización.

Para especificar el uso de software y hardware libre son los que están siendo usados con mucha frecuencia en la mayoría de los sistemas que se implementan debido a la facilidad de

modificación o aplicabilidad a las necesidades de cada usuario y administrador de los entornos del cual se está tratando.

#### **1.2.4. Contexto Institucional.**

Desde el punto de vista interno la situación que se vive deja bastante que desear, teniendo en cuenta que el sistema que usa hasta la actualidad ya se encuentra en un estado obsoleto, por eso se demanda un cambio o una optimización de este lugar en sí, y principalmente a los sistemas que se implementen para el procesamiento de líquidos en este caso el servicio de agua potable.

Cuando los ciudadanos comentan acerca del estado en que se encuentra, es bastante notorio que la planta “La Loma del Tanque” ubicada al norte del cantón Vinces, no cumple con estándares de calidad en el servicio que ofrece, no posee un adecuado sistema de operaciones y la mano de obra no reduce o evita los inconvenientes que se vienen presentando hasta la actualidad. Los procesos llevados a cabo en esta planta son rústicos aun, sin dejar de lado que el Cantón Vinces aún se encuentra en un desarrollo Económico, Político, Social y por ende el tecnológico aún se encuentra en cifras alarmantes.

Este contexto se sitúa en un momento de desequilibrio tanto para el pueblo como para sus autoridades, las cuales tampoco colaboran con este tipo de problemas, y a través de estudio se provee una alternativa a la problemática evidenciada.

#### **1.3. Situación problemática.**

En el cantón Vinces nos encontramos con diferentes problemas y dificultades, desde el problema de los servicios básicos tratándose de un alcantarillado inexistente, pasando por un alumbrado público en condiciones que deja mucha que desear, hasta la realidad de las calles de la ciudad, en el día a día de los habitantes se viene dando y notando cada uno de estos problemas, los cuales no solo afectan a las amas de casa en sus quehaceres domésticos, sino que también provocan

malestar a los comerciantes que se les complica realizar sus faenas con normalidad, peatones al circular por calles en pésimo estado, y todos ellos se suman a la colectividad Vinceña, que sufre y enfrenta un sin número de malestares del cantón y sus alrededores.

Se analiza el punto de la importancia que conlleva contar con el servicio de agua potable, en el mundo según la UNICEF la cifra de mortandad de niños que se alcanza, llega a los 1000 niños todos los días y esto por condiciones de higiene, saneamiento y contaminación (Español, 2016), son cifras completamente alarmantes, a las cuales no se debería sumar el cantón Vices.

En la planta de agua del Cantón Vices que se encuentra situada al norte del mismo en la orilla del Río del mismo nombre, se vive una situación que deja mucho que desear, empezando por la infraestructura que se encuentra en un estado de obsolescencia, pasando por cada uno de los componentes que hacen parte del proceso y hasta su obtención en cada uno de los puntos en donde este servicio se recibe, así como en cada uno de los hogares del cantón.

Cuando de agua potable se trata en el cantón Vices, es muy cuestionable este término usado para definir este servicio básico, debido a la realidad que se brinda por parte de esta planta de agua, se debe tener en cuenta que no es necesario adentrarse en la planta de agua para conocer este problema, más bien acudir a uno de los hogares en este cantón y se podrá observar el estado en el que llega dicho servicio, el mismo que en ocasiones no llega.

El problema de la fluidez y continuidad de este servicio está presente y es notorio, es algo normal escuchar en Vices que el servicio de agua no esté disponible, o en la mayoría de los casos que tenga una presión exageradamente deficiente, impidiendo que todo tipo de actividad que se realiza con este servicio básico, sea un problema más para la sociedad Vinceña.

Además de describir el inconveniente de la fluidez y continuidad, también existe el problema de la suciedad del agua, que estaría de más recordar que afecta directamente a la salud

de las personas que hacen uso de este servicio en esas condiciones, bastando en ocasiones solo el contacto con la misma para contagiarse de una fuerte infección en la piel, en el estómago, ojos, etc., siendo un gran riesgo para la salud de los habitantes de este cantón.

En cuanto a variables que acompañan a este líquido vital al momento de pasar por los procesos de potabilización, como se trata del cloro, ciertos metales, jabones y detergentes, también juegan un papel muy importante para la salud de los consumidores del agua que brinda la Planta potabilizadora de agua, existen también ocasiones en dónde se ha detectado un fuerte olor a cloro, o presencia de espuma de detergente al llegar el servicio a los hogares, esto ocasiona molestias en el organismo de los habitantes del Cantón Vinces provocando graves enfermedades en la población infantil, que son quienes no conocen las consecuencias de usar el agua en estas condiciones.

Así mismo el color que se ha presentado varía por estos factores, los componentes químicos que necesita el agua para ser potabilizada, son muy importantes como parte del proceso, pero también es más relevante el hecho de que las medidas sean exactas al momento de colocárselos al agua, y la mano de obra humana influye mucho en este aspecto, ya que es quien se hace cargo de llevar cuidadosamente la colocación de estos elementos necesarios para lograr el proceso deseado.

Atendiendo estas consideraciones, se puede notar la falta de capacitación para brindar el servicio esperado por la comunidad Vinceña y a su vez la falta de mantenimiento que necesita la infraestructura por parte de los operarios de dicha Planta potabilizadora, que ocasiona como resultado la obtención de una agua en condiciones no apta para el consumo humano, provocando grandes y a su vez graves riesgos para la salud de las personas que hacen uso de este servicio.

Es importante resaltar que en el cantón Vinces hay muchos problemas, pero a su vez uno de los más notorios por los habitantes del mismo, es el del agua potable, un servicio básico que no se recibe en las debidas condiciones, a causa de que la mano de obra humana no siempre se

encuentra en ejecución, los procesos realizados para la potabilización se encuentran incompletos, la infraestructura y las maquinarias se encuentran en estado obsoletos, y en ocasiones el suministro eléctrico no es continuo, siendo parte de las causas por las cuales se vive este problema.

#### **1.4. Planteamiento del problema.**

##### **1.4.1. Problema general.**

¿Cómo inciden las herramientas para la automatización industrial en los procesos de potabilización de agua en la Planta de Agua “La Loma del Tanque” en el Cantón Vinces?

##### **1.4.2. Subproblemas o derivados.**

- ¿Cuál es el rendimiento que brinda la tecnología y la mano de obra en la operación de la planta de agua?
- ¿Qué aporta el uso de herramientas de automatización a los procesos de potabilización?
- ¿Cómo afecta el uso de herramientas de automatización dentro los procesos de potabilización en la planta de agua?

#### **1.5. Delimitación de la investigación.**

El presente estudio está basado en la planta de agua potable del Cantón Vinces y sus procesos para llegar a la potabilización, además que el agua se encuentre apta para que sea consumida por la población, este sitio se encuentra ubicado hacia el norte en un sector conocido como la Loma del Tanque cerca del gran afluente “Rio Vinces”, y su situación actual es precaria en cuanto al proceso y el resultado que ofrece la misma.

Si bien es cierto en la actualidad los procesos industriales de la planta de agua no son automatizados por esto la implementación de esta propuesta hará que el servicio se optimice en todos sus aspectos, desde la obtención del agua hasta el momento en que el recurso es entregado a los habitantes del cantón y también sus alrededores.

Este tipo de estudios de manera descriptiva nos dará una perspectiva más amplia sobre la situación en la que se encuentra esta planta de agua, no sería tan diferente a como se encuentran otras de su misma clase y tal vez en lugares más desarrollados, la situación en la que se encuentra se debe en parte al abandono de la infraestructura y la poca preocupación de la misma que impide el acceso a tecnología que día a día se viene innovando para satisfacer grandes necesidades.

El punto principal en esta investigación es conocer cómo afectaría y como cambiaría la situación, haciendo uso de las herramientas para la automatización industrial en la planta de agua potabilizadora del cantón Vinces.

### **1.6. Justificación.**

A través de este trabajo de investigación, se analizará la situación real y actual de la planta procesadora de agua en el cantón Vinces, con el objeto de mejorar la calidad del servicio de agua potable a través de sistemas automáticos industriales de alta tecnología, amigables con el medio ambiente y económicos a corto y largo plazo, esta procesadora de Agua está presentando hace mucho tiempo varias interrupciones y desperfectos al momento de brindar sus servicios.

Es ahí en donde la recopilación de datos permitirá encontrar los factores y causas por las cuales se están presentando dichos inconvenientes hasta ahora, a través de la observación se detectó que debido a la mano de obra humana no está en constante ejecución y que los sistemas usados ya se encuentran obsoletos y esto afecta directa e indirectamente a los habitantes del cantón y sus alrededores, ocasionando así molestias en las personas con el recurso básico de agua potable que corresponde recibir por derecho.

Para ello se considera que el proyecto es factible ya que se tecnificará la estructura actual implementando tecnología avanzada como lo es un sistema integral de herramientas para la

automatización industrial abaratando los costos de implementación, construcción, además ello de prescindir de personal operativo y de monitoreo.

### **1.7. Objetivos de investigación.**

#### **1.7.1. Objetivo general.**

Sugerir un sistema de automatización industrial en los procesos de potabilización de la planta de agua “La Loma del Tanque”.

#### **1.7.2. Objetivos específicos.**

- Demostrar a través de un estudio el estado tecnológico y productivo de la planta de agua “La Loma del tanque”
- Analizar el aporte que tiene la planta de agua, al hacer uso de las herramientas de automatización
- Proponer el sistema de automatización industrial basado en la plataforma arduino de acuerdo a la infraestructura de la planta de agua

## **CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL**

### **2.1 Marco teórico.**

#### **2.1.1 Marco conceptual.**

##### **Autómatas programables y sistemas de automatización**

Para definir lo que es un sistema autómatas programable tenemos en cuenta la siguiente definición: “Un autómatas programable industrial (API) es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales.” El autómatas programable también se conoce como PLC, sigla de Programmable Logic Controller. (Sanchis Llopis, Romero Pérez, & Ariño Latorre, 2013, pág. 110)

##### **Automatización**

Esto se viene dando aproximadamente desde el año 1955, la automatización se la utiliza para sustituir la intervención del hombre en un proceso, esto reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador y representa grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos. (Padilla Chasi, 2014, pág. 8)

La automatización ha pasado de ser una simple herramienta de trabajo a una herramienta indispensable para competir en el mercado. En la actualidad en el ámbito empresarial, es el instrumento para aumentar la calidad de los productos, reducir tiempos de producción, realizar tareas complejas y sobre todo aumentar la rentabilidad. (Israel, 2014, pág. 28)

##### **Plataformas de desarrollo de automatización**

Existen muchas plataformas de desarrollo de hardware abierto, los microcontroladores conocidos como Arduinos se han convertido en el ambiente de prototipado más usado a nivel global, por su costo, su variada oferta de controladores y accesorios y su forma de programación basada en C con múltiples bibliotecas de código abierto. (Murillo Soto, 2014, pág. 18)

## **Hardware Libre**

Se ha usado principalmente para reflejar el uso del software libre con el hardware y el lanzamiento libre de la información con respecto al hardware, a menudo incluyendo el lanzamiento de los diagramas esquemáticos, diseños, tamaños y otra información acerca del hardware. De todos modos, incluye el diseño del hardware y la distribución de los elementos en la tarjeta madre. (HARDWARE LIBRE, 2015)

## **Arduino**

Arduino es una fusión de tres elementos fundamentales: el hardware, el software y una amplia comunidad de desarrolladores de prototipos electrónicos, ya sea a manera profesional, investigación o simple entrenamiento. (ALUISA CHALÁ, 2014, pág. 32)

## **Arduino Mega**

El Arduino Mega 2560 es una placa microcontroladora basada en el ATmega1280. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a un ordenador con un cable USB o conéctelo con un adaptador AC-DC o una batería para empezar. (Allasi Gonzales, 2017, pág. 14)

## **Sensor**

Es un dispositivo que está diseñado para detectar magnitudes físicas o químicas, y transformarlas en magnitudes eléctricas. El elemento sensor será de distinta naturaleza en función de la magnitud que se quiera controlar (sensores de temperatura, de presión, de luz, de caudal, etc.). (Padilla Chasi, 2014)

## **Lenguaje de Programación de Arduino**

La estructura básica del lenguaje de programación en Arduino es bastante simple y se compone de al menos dos partes. Estas dos partes necesarias encierran bloques que contienen declaraciones, sentencias o instrucciones. (ALUISA CHALÁ, 2014, pág. 39)

## **Automatización Industrial**

La automatización industrial consiste en gobernar la actividad y la evolución de los procesos sin la intervención continua de un operador humano por medio del cual se pueden supervisar y controlar las distintas variables que se presentan en un proceso o planta. (Pérez-López, 2015, pág. 4). Debemos reconocer que la automación se puede ejecutar también desde los hogares.

## **Manipulador**

Es un ensamblaje de eslabones y articulaciones que permiten rotación o traslación entre dos de los eslabones, estos eslabones son sólidos y son sostenidos por una base (horizontal, vertical o suspendida), con una articulación entre la base y el primer eslabón. Los robots manipuladores pueden ser de servicio o industriales. (CALDERÓN MORALES, 2015, pág. 32)

## **Programación de un Autómata**

Cuando se habla de programar es necesario conocer ciertos factores y para esto a continuación se detalla lo siguiente: “La forma más común de programar un autómata es mediante un ordenador personal con el software adecuado. En primer lugar se debe configurar el equipo (seleccionar el tipo de autómata y los módulos de entradas/salidas que se tiene). Después se introduce el programa de control (en el lenguaje adecuado), y por último, se carga este programa en el autómata para proceder a su verificación (se ejecuta el programa comprobando la evolución de las distintas variables).” (Sanchis Llopis, Romero Pérez, & Ariño Latorre, 2013, pág. 127)

## **Automatización Industrial**

La automatización (o automación) industrial es la utilización de sistemas de control, tales como computadoras o robots, y de tecnologías de la información, para el manejo de procesos y maquinarias en una industria, con el objetivo de reemplazar al ser humano. Es el paso siguiente a la mecanización, en el ámbito de la industrialización.

En otras palabras, es el reemplazo con computadoras y máquinas a la toma de decisiones del ser humano en un proceso de mecanización. (exsol, 2017)

## **Control Industrial**

El control industrial de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control.

Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control industrial. (Padilla Chasi, 2014, pág. 11)

## **Automatización de procesos industriales: robótica y automática**

La robótica en si encierra una definición muy generalizada, teniendo también en cuenta que se puede referir a androides y más tipos de robots creados con diferentes objetivos, pero para tratarse de robot industrial se define así: “Para la definición de concepto de robot utilizaremos la propuesta por la Federación Internacional de Robótica (IFR) que por robot industrial de manipulación entiende a «una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento».” (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2015, pág. 28)

## **Robótica**

Un robot puede funcionar con energía hidráulica, eléctrica o neumática. Los que utiliza la industria son casi todos de la primera generación de robots y su funcionamiento está totalmente limitado a la programación, sin poder realizar ningún tipo de decisión propia. Los movimientos que realizan están codificados en un programa elaborado matemáticamente o a partir de los movimientos de un instructor que se almacenan en la memoria de un ordenador. (RODRÍGUEZ DEL ROSARIO & LOAYZA RAMÍREZ, 2013)

## **Robots Industriales**

Este tipo de robots son utilizados en diversas industrias, como la automotriz, la siderúrgica y especialmente aquellas que emplean cadenas de montaje en general. Estos robots son brazos mecánicos que desempeñan tareas repetitivas resultando ser monótonas y por lo tanto peligrosas para el hombre. (CALDERÓN MORALES, 2015, pág. 28)

## **Aplicaciones de la planta potabilizadora**

Para ser específico en cuanto a la infraestructura y diseño se debe conocer detalles tales como: “El diseño de una planta de tratamiento debe reflejar cómo operará cada proceso y su nivel de automatización. Algunas plantas de tratamiento a menudo utilizan una combinación de controles manuales, semiautomáticos y totalmente automáticos. Por ejemplo, las unidades de floculación se pueden activar manualmente, mientras que la secuenciación del retro-lavado de los filtros puede ser totalmente automática.” (Naturales, 2013, pág. 159). En base al tipo de planta de agua que se esté usando y cuales sean sus fines, serán dados los procesos que permitirán llegar a la potabilización del agua.

## **Sistema de Control**

Un sistema es un conjunto de variables que interactúan y generan señales observables. Además un sistema se ve afectado por estímulos externos los cuales se llaman entradas. (Israel, 2014, pág. 31)

## **Continuidad**

Esta es una condición que quiere decir, que se cuenta con agua suficiente, se asegura evitar las raciones diarias de distribución por períodos de horas. (Camacho García , 2014, pág. 16). Una variable que forma parte de los problemas encontrados.

### **2.1.2 Marco referencial sobre la problemática de investigación.**

#### **2.1.2.1 Antecedentes investigativos.**

A continuación se presenta una revisión de estudios relacionados, directa e indirectamente con el tema (“Herramientas para la Automatización Industrial y su incidencia en los procesos de potabilización de agua en la planta de agua “La Loma del Tanque” en el Cantón Vinces”) con el objetivo de conocer más a fondo la situación real de este complejo.

Estas investigaciones que se han consultado son recientes, es decir que tienen 5 años o menos de que hayan sido realizados, en donde citan el tema, el autor, el problema, los objetivos, los resultados y conclusiones más relevantes.

En el desarrollo de ciertas tecnologías, se viene notando el gran cambio a pasos agigantados en muchas áreas de la vida cotidiana del ser humano, en varios servicios que recibe y usa para resolver ciertos problemas o sencillamente cubrir ciertas necesidades, es el caso de las plantas de agua potabilizadoras que cubren grandes demandas y son una solución para el consumo de este servicio muy usado en todo el mundo es así como vemos que la Ing. Silvia Karina León Guerrero

(2015), de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a través de su informe profesional: “Sistema De Automatización De Una Estación De Bombeo De Agua Potable”, el estudio contempla una investigación basada en la automatización de dos plantas de bombeo que trabajan de la mano en ciertos sectores que son muy necesarias para cubrir la demanda de este servicio.

Entre los objetivos propuestos de la autora de esta investigación se encuentran: “Presentar el sistema de automatización implementado en las Estaciones de Bombeo de AA.PP. de las Cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne, las cuales trabajan asociadas en cadena, de manera que la Estación de la Parte Baja provee de agua potable a la Estación de la Parte Alta, desde la cual se distribuye la misma por gravedad a los usuarios del sector hidráulico del tanque de almacenamiento que a su vez alimenta a un segundo grupo de bombas que mantienen una presión constante a la salida para atender al sector hidráulico denominado NRO-932”.

Como objetivo general y el objetivo específico fue: “Se plantea como objetivo específico del presente trabajo comprobar las bondades de un sistema automatizado versus las de un sistema manual para la estación de la parte alta, basados para ello en el monitoreo del parámetro de presión en el punto crítico del área de influencia” basándose en la situación problemática encontrada Como parte del plan de expansión del sistema de agua potable de la ciudad de Guayaquil, Inter Agua planificó la construcción de dos estaciones de bombeo concatenadas la primera con la segunda, las cuales se dispusieron en el sector del Cerro San Eduardo, junto al complejo de la Ciudad Deportiva, con el propósito de abastecer de agua potable a las Cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne y, a la Cooperativa de vivienda El Crisol.

Esta obra que incluyó además la instalación de las redes de agua potable en la zona y la conexión de las guías domiciliarias; y, la instalación de las líneas de conducción y de impulsión

desde la red existente hasta la Estación Baja y, desde la Estación Baja hasta la Estación Alta respectivamente, fue licitada por Inter Agua y se adjudicó a la contratista SADE para su ejecución.

Hoy por hoy, ambas estaciones se encuentran en servicio, están automatizadas e integradas al Sistema SCADA de Inter Agua. Los habitantes del sector, que antes compraban el agua potable a tanqueros, ahora disponen del servicio de manera continua y cumpliendo de forma específica con la característica de presión como índice de calidad”. A partir de estos problemas y los objetivos planteados, la aplicación de este estudio dio como resultado: “Al revisar el comportamiento de la Estación Alta basándonos para ello en la información que fue recopilada por un punto de monitoreo de presión implementado en el lugar más desfavorable de la zona abastecida por esta estación, donde se colocó un equipo datalogger marca Technolog, modelo Metrolog y catálogo MET-PV2/P/F/D 100 m, que opera a batería, el cual tiene incorporado un sensor de presión y posee la capacidad de almacenar esta información cada 15 minutos con estampa de fecha y hora. Para recuperar estos datos del equipo, el personal encargado de su manejo, se desplaza al sitio de su instalación y descarga la información por medio de la aplicación computadora”.

Como puede observarse en el trabajo de la Ing. León este tipo de automatizaciones siguen dando un gran paso a los procesos industriales, en este caso se trataba de una estación de bombeo de agua potable, lo que hace que este tipo de servicio se dé, de una manera ininterrumpida y más que nada eficiente, haciendo posible que la misma este apta para el consumo humano.

El estudio establece las siguientes conclusiones: Se presentó la implementación del sistema de control automático de la Estación Baja de las Cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne, estación conformada por dos grupos de bombeo que se abastecen de la red de agua potable en forma directa para servir un tanque elevado, cuyo fundamento de control se basa en mantener el nivel de la Reserva Alta en un rango delimitado por los Niveles Alto y Bajo con la finalidad de

suministrar agua potable por gravedad a los usuarios del sector hidráulico asociado llamado NRO-852. Finalmente se constata que la automatización industrial es una solución a gran escala.

En este tipo de problemáticas que se vive día a día con una planta de agua que entra en congestión o que presenta desperfectos debido a su estructura evitando la entrega del servicio básico como lo es el agua para el consumo de los habitantes, sigue siendo un problema muy grande y notorio para poblaciones y grandes ciudades que no poseen de un servicio automatizado como es el caso de la siguiente investigación: del Ing. Jaime Eduardo Rojas Coronel (2015) “Modelamiento de los Sistemas de Potabilización de Agua, orientado al Diseño de los Sistemas de Control Supervisorio, caso EMAPAL EP - Azogues” aquí podemos ver que los objetivos de dicha investigación fueron:

- Desarrollar los modelos de procesos, modos de marcha y parada de la planta de potabilización de agua de Mahuar cay, orientados al diseño de los sistemas de control supervisorio de dichos procesos.
- Levantar la información del proceso de potabilización de agua de la planta de Mahuar cay.
- Conocer las metodologías de modelado, orientados a la implementación de sistemas de automatización.
- Desarrollar los modelos de procesos de la planta de potabilización de agua.
- Establecer los modelos de modos de marcha y parada de los procesos, orientados al diseño de los sistemas de control supervisorio.

Teniendo una problemática como la que vemos a continuación: La situación actual en la que se controla el proceso de potabilización de agua de la empresa “EMAPAL” en su planta de Mahuar cay es totalmente manual y depende de los operadores, que pueden estar capacitados para

dichas tareas, pero pueden surgir situaciones anómalas en las cuales no sepan cómo reaccionar apropiadamente y ocasionar pérdidas en el proceso, debido al funcionamiento descoordinado de la planta de tratamiento de agua. En síntesis: El problema, podemos decir, es el mantenimiento de las operaciones de control de los procesos de forma manual. Es por ello que se hace necesario iniciar un estudio para la proposición de sistemas de control automático y a futuro el diseño de un sistema de control supervisorio que disminuya las pérdidas en el proceso de potabilización de agua. En conclusión el autor da por terminada su investigación con las siguientes palabras: “Con el desarrollo de esta tesis se demuestra que para el diseño de una exitosa automatización en los procesos industriales es necesario coordinar procesos y metodologías que permitan conceptualizar el contexto general del sistema de negocios y producción, desde el levantamiento mismo de la información base y el funcionamiento actual de la empresa hasta la consolidación de un esquema metodológico que determine las áreas a ser automatizadas que definirán el diseño final del proyecto. Esto nos permitirá proyectar resultados medibles funcionalmente en eficiencia, eficacia y productividad si se propone la implementación del diseño de automatización en los procesos actuales de la empresa.”

Cada uno de los procesos que se dan manualmente en una planta de agua son importantes para completar con el ciclo de potabilización es así que en su estudio los Ingenieros Yeison Arley Rodríguez Arias, Luis Eduardo García Jaimes (2014) con el tema “Propuesta de Automatización de una Planta de Tratamiento de Agua para uso Industrial” de la Universidad del Valle y de la Universidad de Antioquia, respectivamente este estudio se presentó con los objetivos que se muestran a continuación: Describir el estado actual del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, presentar una propuesta de automatización para la misma y realizar un análisis económico

costo-beneficio para justificar la automatización. Se parte de una planta operada en forma completamente manual, sin ningún tipo de control sobre el proceso de dosificación de los elementos químicos necesarios para el adecuado tratamiento del agua, lo cual impacta de manera negativa en el producto base de la compañía como lo es la elaboración de pasta y esmalte para la fabricación de porcelana, en donde la situación anterior provocaba impurezas que reducían notablemente la calidad de los productos elaborados.

Es así como los autores muestran los resultados obtenidos a través de este estudio: En la planta de tratamiento de agua para uso industrial, se poseen dos vertederos en los cuales se requiere medir la variable nivel, por lo tanto se seleccionan dos Transmisores de nivel ultrasónicos para sensar y transmitir el valor del nivel en todo momento, de manera independiente en cada vertedero. A la salida de cada vertedero se instala un trasmisor de turbidez para sensar y transmitir el valor de la turbidez del agua que sale en cada uno de ellos, con el fin de controlar en forma directa la dosificación del sulfato de aluminio

(Agente Floculante) por medio una bomba dosificadora ubicada en cada una de las salidas de los vertederos, las bombas reciben la señal de salida del respectivo sensor de turbidez y en base a esta, realizan la dosificación en línea del sulfato de aluminio. Y concluyeron que la viabilidad de la propuesta de automatización según los parámetros de la compañía, a través del análisis costo-beneficio de la misma. Se compararon los costos actuales con los costos estimados a la propuesta de automatización de la planta y por último se calculó el retorno simple de la inversión que requiere la propuesta de automatización, el cual fue satisfactorio para la compañía.

En este estudio se determinó que la automatización industrial de la planta de agua en mención era una solución oportuna para la situación encontrada y vivida en ese lugar.

En todo el mundo la automatización ha venido fomentándose como solución óptima para muchas empresas y que más que la automatización industrial que ofrece un mundo completo de oportunidades, que brinda soluciones a grandes escalas y largo plazo, como se muestra a continuación en el estudio de Farro Gómez, Henry Wagner Esquerre Gil, Edson Armando (2016) de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, con su tema “Diseño de un Sistema de Supervisión y Control para la Planta de Tratamiento de Agua en la Empresa UCP BACKUS & JOHNSTON S.A.A. Planta Motupe”, que presento los siguientes objetivos:

- Realizar el diseño de la Supervisión y Control del proceso de tratamiento de agua.
- Lograr mayor eficiencia en el tratado del agua utilizada en la elaboración de la cerveza.
- Establecer un algoritmo en PLC propio para el control automático de cada una de las fases del proceso del tratamiento del agua.
- Obtener agua tratada con las características físico – químicas deseadas.
- Se regulará con precisión cada una de las fases del proceso del tratamiento de agua.
- Ante la problemática que encontraban los autores: En la farmacopea se utiliza para elaborar agua destilada, agua bidestilada, agua oxigenada, agua boricada, extracto de flores medicinales como el agua de azahares.

En la industria se utiliza el agua como materia prima o como parte de los procesos de manufactura en la elaboración de alimentos como agua tratada, agua de mesa, bebidas gaseosas y licores como la cerveza.

En todos estos casos el agua disponible debe ser abundante con abastecimiento continuo y de naturaleza potable, es decir libre de contaminación y sin microorganismos, sustancias tóxicas y corrosivas, evitando riesgos para la salud de quienes consumen este servicio.

De esta manera a través de este estudio los autores llegaron a las siguientes conclusiones, que obtuvieron según los problemas encontrados y objetivos alcanzados:

- Se realizó el Diseño de un Sistema de Supervisión y Control para la Planta de Tratamiento de Agua de la empresa UCP Backus & Johnston S.A.A. Planta Motupe.
- Se estableció un algoritmo de control propio para el sistema basado en PLC, el cual regulará eficientemente cada fase del proceso de tratamiento de agua.
- El algoritmo diseñado para el PLC, garantizará la obtención de agua tratada, con las características físico - químicas deseadas.
- Se realizó la selección de los instrumentos y equipos necesarios para la implementación del sistema de control diseñado.
- Se implementó un programa de Supervisión para el sistema de control, considerando alarmas y gráficas de las principales variables.

Cuando de automatización se trata, no solo se puede situar en una planta de agua potable, o una solución a este tipo de inconvenientes parecidos, es así como en el siguiente estudio: “Automatización de planta piloto para la reutilización de agua por filtrado y condensación; utilizando programación paralela y secuencial, mediante control fuzzy” siendo la autora Allasi Gonzales, Jonathan Richard (2017), de la Universidad Católica de Santa María en donde se ve un objetivo completamente diferente dado que se trata de una planta de tratamiento de agua en donde los procesos varían poco pero la finalidad es la misma es decir la automatización, “Diseño e Implementación de una planta piloto para la reutilización de agua por filtrado y condensación; utilizando programación paralela y secuencia, mediante Control Fuzzy”, en donde el problema encontrado por el autor fue de manera general el siguiente:

Hemos identificado también que en una familia hoy en día ya cuenta con lavadoras domésticas, ya que al ser utilizada observamos como el agua con detergente es desperdiciada, y así se utiliza aproximadamente 150 litros de agua por cada carga y si sumamos que una lavadora realiza 3 cargas por cada cantidad de ropa, entonces en un solo lavado tenemos 450 litros de agua que se desperdicia, esto también depende de cuánto es la capacidad de la lavadora. Esta cantidad de agua se dirige al sistema de desagüe de la ciudad, donde un gran porcentaje su destino final será el mar, ocasionado así el aumento de la contaminación. Este recurso puede ser reutilizado y/o hasta tratada para su utilización en riego de jardines, lavado de automóviles, hasta la utilización de los servicios higiénicos y a lo que deseamos es poder ser reutilizada para el consumo humano. Es así como a través de este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se logró la implementación de la planta piloto para la reutilización de agua mediante el filtrado y condensación, utilizando el Arduino y un PLC.
- Respecto al control del seguidor solar se llegó a implementar con el microcontrolador Arduino cumpliendo satisfactoriamente la lectura de los datos como el de temperatura para luego ser enviados al PLC. Y de igual forma con el seguimiento al sol, siendo eficiente en la captación de energía.
- Se logró la integración del Arduino con el PLC, mediante comunicación Modbus TCP/IP.
- Se desarrolló el Control Fuzzy para la Etapa del Filtrado por evaporación utilizando lenguaje STL y adicionalmente se desarrolló el programa en Grafcet para luego pasar a Ladder.
- Se desarrolló el SCADA mediante HTML, para luego ser visualizado por un explorador de internet.
- Se utilizó los instrumentos y equipos adecuados, para poder lograr un correcto funcionamiento de la planta y así alcanzar los objetivos propuestos por los autores de este estudio.

### **2.1.2.2. Categorías de análisis.**

#### **Arduino**

Existen muchas otras placas de diferentes fabricantes que, aunque incorporan diferentes modelos de microcontroladores, son comparables y ofrecen una funcionalidad más o menos similar a la de las placas Arduino. Todas ellas también vienen acompañadas de un entorno de desarrollo agradable y cómodo y de un lenguaje de programación sencillo y completo. No obstante, la plataforma Arduino (hardware + software) ofrece una serie de ventajas:

Arduino es libre y extensible: esto quiere decir que cualquiera que desee ampliar y mejorar tanto el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo software y el propio lenguaje de programación, puede hacerlo sin problemas. Esto permite que exista un rico “ecosistema” de extensiones, tanto de variantes de placas no oficiales como de librerías software de terceros, que pueden adaptarse mejor a nuestras necesidades concretas.

#### **Características**

Ya se ha comentado anteriormente que existen varios tipos de placas Arduino, cada una con características específicas que hay que conocer para poder elegir el modelo que más nos convenga según el caso. No obstante, existe un modelo “estándar” de placa, que es el más utilizado con diferencia y que es el que utilizaremos también nosotros en este libro en todos los proyectos: La placa Arduino UNO. Desde que apareció en 2010 ha sufrido tres revisiones, por lo que el modelo actual se suele llamar UNO Rev3 o simplemente UNO R3. (Torrente Artero, 2013, pág. 70)

#### **LabView**

LabVIEW es una plataforma de programación que permite el diseño de sistemas de prueba de todos tamaños y en muchas áreas y aplicaciones. Ofrece también integración con software

propietario incorporando hardware y comunicación de última generación de National Instruments. Cuenta también con herramientas para solucionar problemas de manera rápida y eficiente. (OCAMPO MARTÍNEZ, OLIVO FLORES, SOTELO MARTÍNEZ, & ESPINOS BARRIOS, 2017)

### **Raspberry Pi**

Es una placa computadora (SBC) de bajo coste, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido del orden de una tarjeta de crédito, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry PI (Universidad de Cambridge) en 2011, con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas, aunque no empezó su comercialización hasta el año 2012. (Chora Garcia, Álvarez Martínez, & Espinoza Garcia, 2018)

#### **2.1.3 Postura teórica.**

Como estudiante de la Carrera de Ingeniería en Sistemas comparto ciertos criterios como lo detallo a continuación basándome en las citas previamente realizadas:

En el libro titulado “Arduino: curso práctico de formación”, del autor Torrente Artero, Óscar; de la ciudad de Babahoyo que habla y define a la placa de prototipos electrónicos es decir al Arduino como una de las opciones principales para la automatización, ya que es una placa versátil en todo aspecto, debido a que es de código abierto y esto facilita la compatibilidad porque la comunidad de usuarios es quien está en constante desarrollo de bibliotecas o más conocidas como librerías, en el mundo de la automatización, Arduino es la alternativa más recomendable y de hecho una de las más conocidas en el mundo entero, por su facilidad al momento de programar, el lenguaje fluido que posee basado en C, y a su vez los recursos mínimos que necesita para funcionar, esto permite que los usuarios que interactúan con esta placa, puedan ser incluso principiantes.

## **2.2. Hipótesis.**

### **2.2.1 Hipótesis general.**

Si en la planta de Agua “La Loma del Tanque” del cantón Vinces se propone un sistema de automatización industrial basado en la plataforma de prototipo electrónica Arduino, los procesos de potabilización de agua alcanzarían los niveles de seguridad aptos para el consumo humano.

### **2.2.2 Subhipótesis o derivadas.**

- Se demuestra el estado tecnológico y productivo de la Planta de agua “La Loma del tanque” en el cantón Vinces, así obtendríamos una perspectiva real de lo que sucede y como está en su infraestructura la misma, de esta manera se conocerían las causas del porque no se obtiene un servicio constante y buena calidad de agua potable en nuestro cantón.
- Para realizar un análisis del uso de las herramientas de automatización dentro de los procesos de potabilización de la planta de Agua “La Loma del tanque”, y así se determinaría el aporte que el uso de estas puede realizar.
- Entonces al proponer un sistema de automatización industrial completamente basado en la plataforma de prototipos electrónica de código abierto (hardware y software flexible) conocida como Arduino, permitirá acoplarse a la infraestructura actual, abaratando costos y permitiendo que la implementación sea una solución socio-económica.

### **2.2.3. Variables.**

- **Variable Independiente**

Herramientas para la automatización industrial

- **Variable Dependiente**

Procesos de potabilización del Agua

## CAPÍTULO III.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Resultados obtenidos de la investigación

#### 3.1.1. Pruebas estadísticas aplicadas

- Test de Chi Cuadrado

#### HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:** Por medio de las herramientas para la automatización industrial se pueden supervisar los procesos de potabilización en la Planta de Agua “La Loma del Tanque” en el cantón Vinces.

**H<sub>1</sub>:** Por medio de las herramientas para la automatización industrial no se podrán supervisar los procesos de potabilización en la Planta de Agua “La Loma del Tanque” en el cantón Vinces

Detalle	Pregunta 1	Pregunta 2	Total
Si	50	38	88
No	23	35	58
<b>Total</b>	73	73	146

Tabla 1 Detalle Hipótesis

**Fuente:** Elaboración propia

$$X^2_{Calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$$X^2_{calc} = \frac{(50 - 44)^2}{44} + \frac{(38 - 44)^2}{44} + \frac{(23 - 29)^2}{29} + \frac{(35 - 29)^2}{29}$$

$$X^2_{calc} = 0.81810 + .8181 + 1.2414 + 1.2414$$

$$X^2_{calc} = 4.119$$

*Ecuación 1 Prueba Chi Cuadrado Hipótesis*

### **Grados de Libertad**

$$v = (\text{cantidad de filas} - 1) (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$v = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 1(1) = 1$$

### **Nivel de significancia**

$$1\% = 0.01$$

### **Regla de decisión**

$$X^2_{calc} \leq \text{Valor crítico}$$

$$4.119 \leq 6.6349$$

### **Decisión**

Aceptando la hipótesis nula y concluir que con las herramientas de automatización industrial se puede supervisar los procesos de la planta de agua La Loma del Tanque del Cantón Vinces

### **SUBHIPOTESIS # 1**

**H<sub>0</sub>:** Se demuestra el estado tecnológico, de esta manera se conocería si existe un servicio constante y de buena calidad.

**H<sub>1</sub>:** Se demuestra el estado tecnológico, de esta manera se podría conocer si no existe un servicio constante y de buena calidad.

<b>Detalle</b>	<b>Pregunta 3</b>	<b>Pregunta 4</b>	<b>Total</b>
<b>Satisfactoria</b>	1	17	18
<b>Buena</b>	2	23	25
<b>Mala</b>	50	28	78
<b>Deplorable</b>	20	5	25
<b>Total</b>	73	73	146

*Tabla 2 Detalle de subhipótesis 1*

**Fuente:** Elaboración propia

$$X^2_{Calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$$X^2_{calc} = \frac{(1 - 9)^2}{9} + \frac{(17 - 9)^2}{9} + \frac{(2 - 12.50)^2}{12.50} + \frac{(23 - 12.50)^2}{12.50} + \frac{(50 - 39)^2}{12.50} \\ + \frac{(28 - 39)^2}{12.5} + \frac{(20 - 12.50)^2}{12.50} + \frac{(5 - 12.50)^2}{12.50}$$

$$X^2_{calc} = 7.11 + 7.11 + 8.82 + 8.82 + 3.10 + 3.10 + 4.50 + 4.50$$

$$X^2_{calc} = 4.119$$

*Ecuación 2 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 1*

**Grados de Libertad**

$$v = (\text{cantidad de filas} - 1) (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$v = (4 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 3(1) = 3$$

**Nivel de significancia**

$$1\% = 0.01$$

**Regla de decisión**

$$X^2_{calc} \leq \text{Valor crítico}$$

$$47.06 \leq 11.3449$$

**Decisión**

Conociendo la hipótesis alternativa y concluir que mostrando el estado tecnológico, se podría conocer que en la planta de agua La Loma del Tanque del Cantón Vinces no existe un servicio constate y de buena calidad.

## SUBHIPOTESIS # 2

**H<sub>0</sub>:** Analizar el uso de herramientas de automatización determinaría el aporte que esta puede ofrecer.

**H<sub>1</sub>:** Analizar el uso de herramientas de automatización no determinaría el aporte que nos puede ofrecer.

Detalle	Pregunta 5	Pregunta 7	Total
Si	18	21	39
No	55	52	107
<b>Total</b>	73	73	146

Tabla 3 Detalle Subhipótesis 2

**Fuente:** Elaboración propia

$$X^2_{Calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$$X^2_{calc} = \frac{(18 - 19.5)^2}{19.5} + \frac{(21 - 19.5)^2}{19.5} + \frac{(55 - 53.5)^2}{53.5} + \frac{(52 - 53.5)^2}{53.5}$$

$$X^2_{calc} = 0.12 + 0.12 + 0.04 + 0.04$$

$$X^2_{calc} = 0.32$$

Ecuación 3 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 2

### Grados de Libertad

$$v = (\text{cantidad de filas} - 1) (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$v = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 1(1) = 1$$

**Nivel de significancia**

$$1\% = 0.01$$

**Regla de decisión**

$$X^2_{calc} \leq Valor\ crítico$$

$$0.32 \leq 6.6349$$

**Decisión**

Sabiendo la hipótesis nula y poder concluir que el análisis de herramientas para la automatización industrial determinaría el aporte que estas nos pueden ofrecer para optimizar el resultado que la planta de agua entrega.

**SUBHIPOTESIS # 3**

**H<sub>0</sub>:** Arduino como sistema de automatización industrial, permitirá acoplarse a la infraestructura actual de la planta de agua, permitiendo abaratar costos.

**H<sub>1</sub>:** Arduino como un sistema de automatización industrial, no permitirá acoplarse a la infraestructura actual de la planta de agua, esto demanda elevación de costos.

Detalle	Pregunta 8	Pregunta 9	Total
Si	63	68	131

<b>No</b>	10	5	15
<b>Total</b>	73	73	146

Tabla 4 Detalle Subhipótesis 3

**Fuente:** Elaboración propia

$$X^2_{Calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)}{f_e}$$

$$X^2_{calc} = \frac{(63 - 65.5)^2}{65.5} + \frac{(68 - 65.5)^2}{65.5} + \frac{(10 - 7.5)^2}{7.5} + \frac{(5 - 7.5)^2}{7.5}$$

$$X^2_{calc} = 0.1 + 0.1 + 0.83 + 0.83$$

$$X^2_{calc} = 1.8575$$

Ecuación 4 Prueba Chi Cuadrado Subhipótesis # 3

### Grados de Libertad

$$v = (\text{cantidad de filas} - 1) (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$v = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 1(1) = 1$$

### Nivel de significancia

$$1\% = 0.01$$

### Regla de decisión

$$X^2_{calc} \leq \text{Valor crítico}$$

$$1.8575 \leq 6.6349$$

## **Decisión**

Aceptando la hipótesis y llegando a la conclusión de que un sistema como Arduino para la automatización industrial, permitirá acoplarse a la infraestructura actual de la planta de agua, lo cual nos permitiría abaratar costos.

### **3.1.2. Análisis e interpretación de datos**

#### **Pregunta # 1**

¿Conoce acerca de los problemas que se vienen dando con los procesos de potabilización de agua en Vinces?

¿Conoce acerca de los problemas que se vienen dando con los procesos de potabilización de agua en Vinces?

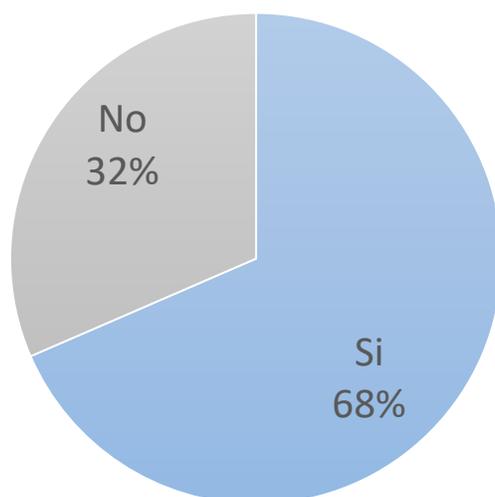


Figura 1 Analisis porcentual de Resultados Pregunta 1

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Si</b>	50	68 %
<b>No</b>	23	32 %

Tabla 5 Análisis porcentual de resultados pregunta 1

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

El 68% de los encuestados conoce que existen problemas en los procesos de potabilización, mientras que el 32% de los encuestados no sabe que en la planta de agua de su cantón existan problemas en dichos procesos.

Este problema es algo tan notorio en el cantón, que de parte de la población casi sería algo normal, que el sistema de agua presente inconvenientes, se podría decir incluso que los habitantes se hacen indiferentes ante esta situación.

### **Pregunta # 2**

¿Cree usted que automatizando los procesos de potabilización, se solucionaría los problemas del agua en Vinces?

¿Cree usted que automatizando los procesos de potabilización, se solucionarían los problemas del agua en Vinces?

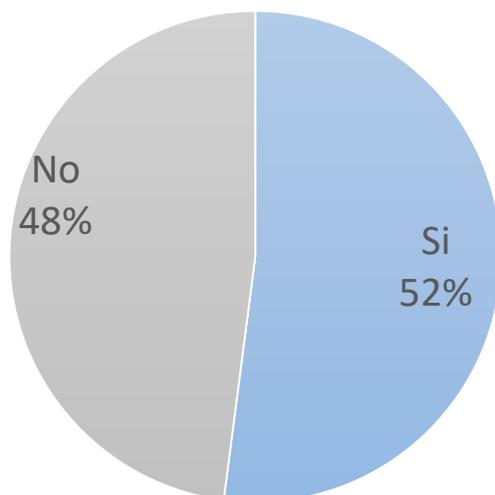


Figura 2 Análisis porcentual de resultados pregunta 2

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Si</b>	38	52 %
<b>No</b>	35	48 %

Tabla 6 Análisis porcentual de resultados pregunta 2

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

De las personas encuestadas, el 52% consideró que la automatización de estos procesos sería la solución a los problemas que se dan en la planta de agua potable, el otro 48% consideró que los problemas encontrados en la planta no se solucionarían completamente.

La opinión de los habitantes sobre esta solución (la automatización de los procesos), para los problemas encontrados en la planta de agua, era complicada entenderla, mediante una pequeña explicación hacia los encuestados, comprendieron de qué se trataba, viéndolo como una medida muy acertada, no solo para el presente sino también para el futuro de esta planta y el cantón.

### **Pregunta # 3**

¿Cuál es la calidad del agua que recibe en su hogar, teniendo en cuenta que los procesos de potabilización se realizan con un sistema manual?

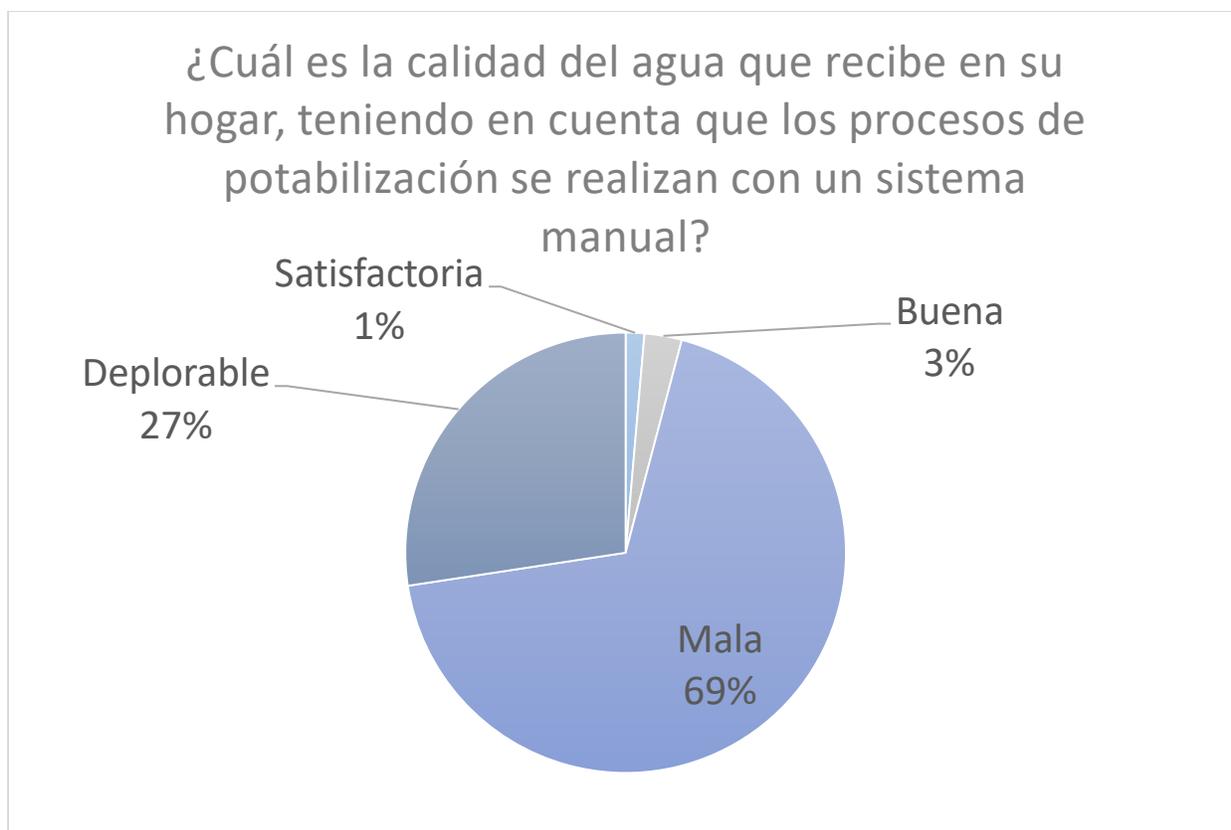


Figura 3 Análisis porcentual de resultados pregunta 3

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Satisfactoria</b>	1	1 %
<b>Buena</b>	2	3 %
<b>Mala</b>	50	69%
<b>Deplorable</b>	20	27 %

Tabla 7 Análisis porcentual de resultados pregunta 3

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

Entre las respuestas de las personas encuestadas en base a esta pregunta, vemos que tan solo un 1% de la población se encuentra satisfecha con la calidad del agua que recibe en su hogar, mientras que el 3% lo califica como buena, podemos ver que el 69% de los habitantes de esta población recibe una mala calidad de agua, y un 27% recibe este servicio en condiciones muy malas y deplorables.

El agua es el líquido vital, es un derecho, es un servicio básico, y la gran mayoría de la población de este cantón la recibe en condiciones no aptas para el consumo humano, es así que los procesos manuales interfieren en la obtención y el resultado final del agua, lo cual es muy importante tener en consideración, porque esto afecta la calidad de vida de las personas en el cantón Vinces.

### **Pregunta # 4**

¿Cómo define la presión del agua que llega a su hogar?

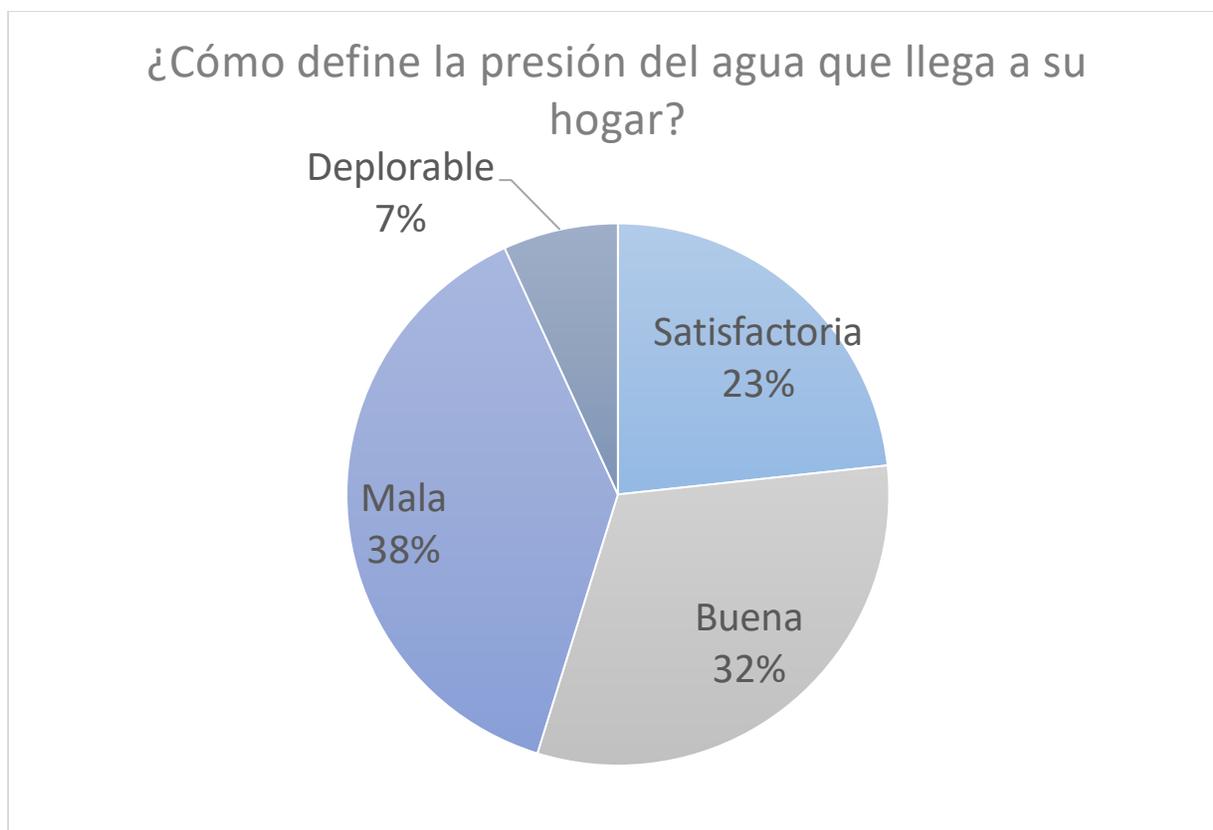


Figura 4 Análisis porcentual de resultados pregunta 4

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Satisfactoria</b>	17	23 %
<b>Buena</b>	23	32 %
<b>Mala</b>	28	38 %
<b>Deplorable</b>	5	7 %

Tabla 8 Análisis porcentual de resultados pregunta 4

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

En el caso de la presión los resultados variaron considerablemente, obteniendo un 23% de las personas que se encuentran satisfechas con la presión del agua, un 32% de los encuestados en una buena calidad, 38% dijo que en sus hogares recibían una presión mala del agua y tan solo un 7% cuenta con una muy mala presión.

La cuestión de la presión también afecta considerablemente a la población, porque en el caso de ciertas actividades comerciales se necesita de una excelente presión para realizar la limpieza de utensilios, productos que luego serán expendidos a la ciudadanía, esto se ve reflejado en los hogares en situaciones similares.

### **Pregunta # 5**

¿Conoce usted, plantas de agua que hagan uso de herramientas de automatización para optimizar los procesos de potabilización?

¿Conoce usted, plantas de agua que hagan uso de herramientas de automatización para optimizar los procesos de potabilización?

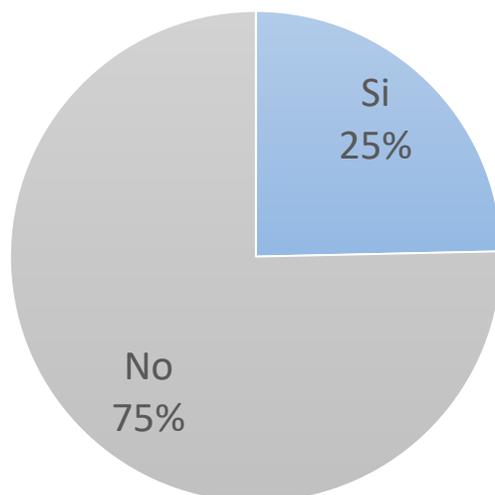


Figura 5 Análisis porcentual de resultados pregunta 5

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Si</b>	18	25 %
<b>No</b>	55	75 %

Tabla 9 Análisis porcentual de resultados pregunta 5

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

El 25% de los encuestados conoce que en otros lugares se haga uso de la automatización en los procesos de potabilización, y el 75% desconoce de este tipo de procesos automatizados que se estén siendo usados en las plantas de agua.

En otros lugares del país y del mundo se han implementado este tipo de automatización, logrando que los procesos de potabilización del agua sean eficientes, eficaces, y como resultado se obtiene un servicio apto para el consumo humano.

### **Pregunta # 6**

¿Cree que sea necesario implementar un sistema basado en herramientas de automatización industrial para reemplazar el sistema tradicional que procesa la potabilización del agua?

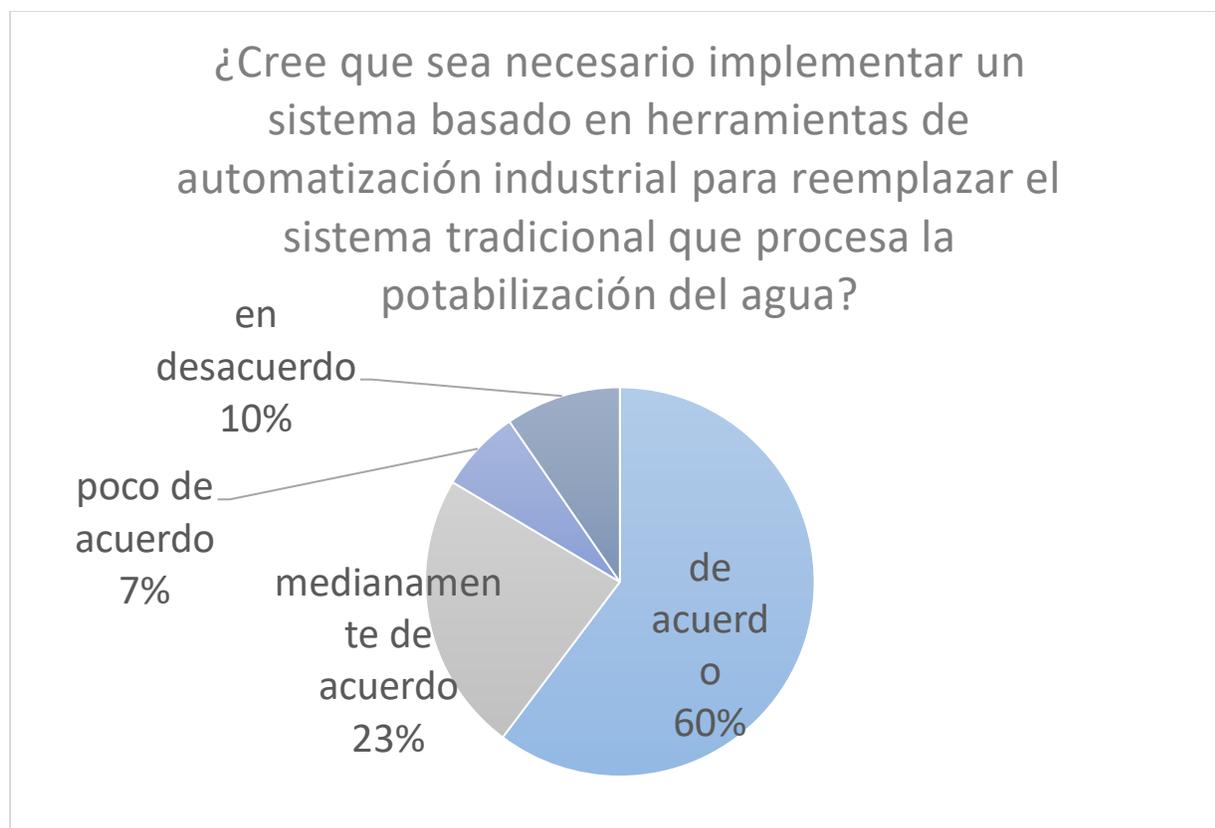


Figura 6 Análisis porcentual de resultados pregunta 6

Fuente: Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>De acuerdo</b>	44	60 %
<b>Medianamente de acuerdo</b>	17	23 %
<b>Poco de acuerdo</b>	5	7 %
<b>En desacuerdo</b>	7	10 %

Tabla 10 Análisis porcentual de resultados pregunta 6

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

El 60% de los encuestados dijo que estaba de acuerdo que era necesario implementar un sistema de herramientas de automatización industrial, mientras que el 23% estuvo medianamente de acuerdo un 7% dijo que estaba poco de acuerdo y el 10% respondió que no era necesario este tipo de sistemas.

De parte de la ciudadanía existe un poco de conformismo por así llamarlo, recordemos que en el siglo 21 la automatización de procesos industriales es algo fundamental, permitiendo así la solución de problemas a grandes escalas, en este caso la planta de agua que abastece a la población rural del cantón Vinces.

### **Pregunta # 7**

¿Cree usted que el sistema de potabilización de agua tradicional cumple con las expectativas al brindar el servicio de agua potable?

¿Cree usted que el sistema de potabilización de agua tradicional cumple con las expectativas al brindar el servicio de agua potable?

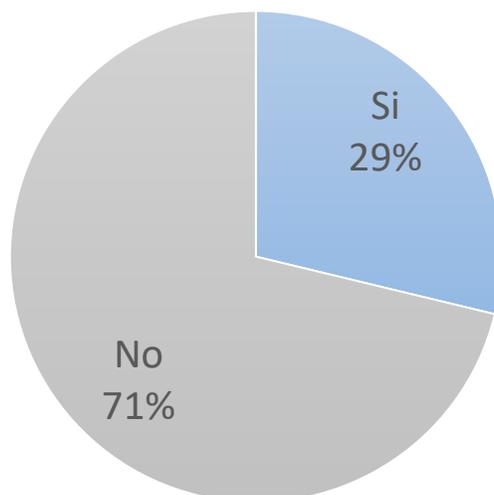


Figura 7 Análisis porcentual de resultados pregunta 7

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
<b>Si</b>	21	29 %
<b>No</b>	52	71 %

Tabla 11. Análisis porcentual de resultados pregunta 7

**Fuente:** Elaboración Propia

### Análisis e Interpretación

El 29% dijo q si cumplía con el servicio de una manera esperada, a diferencia de ello un 71% dijo que las expectativas no eran cubiertas en la planta de agua.

El sistema tradicional usado en la planta de agua en el cantón Vices no cubre las expectativas, como lo dijo la mayoría de los encuestados, a quienes no satisface los resultados entregados por dicha planta potabilizadora.

### Pregunta # 8

¿Conoce usted el estado actual de la planta de agua potable “La Loma del Tanque” en el Cantón Vices?

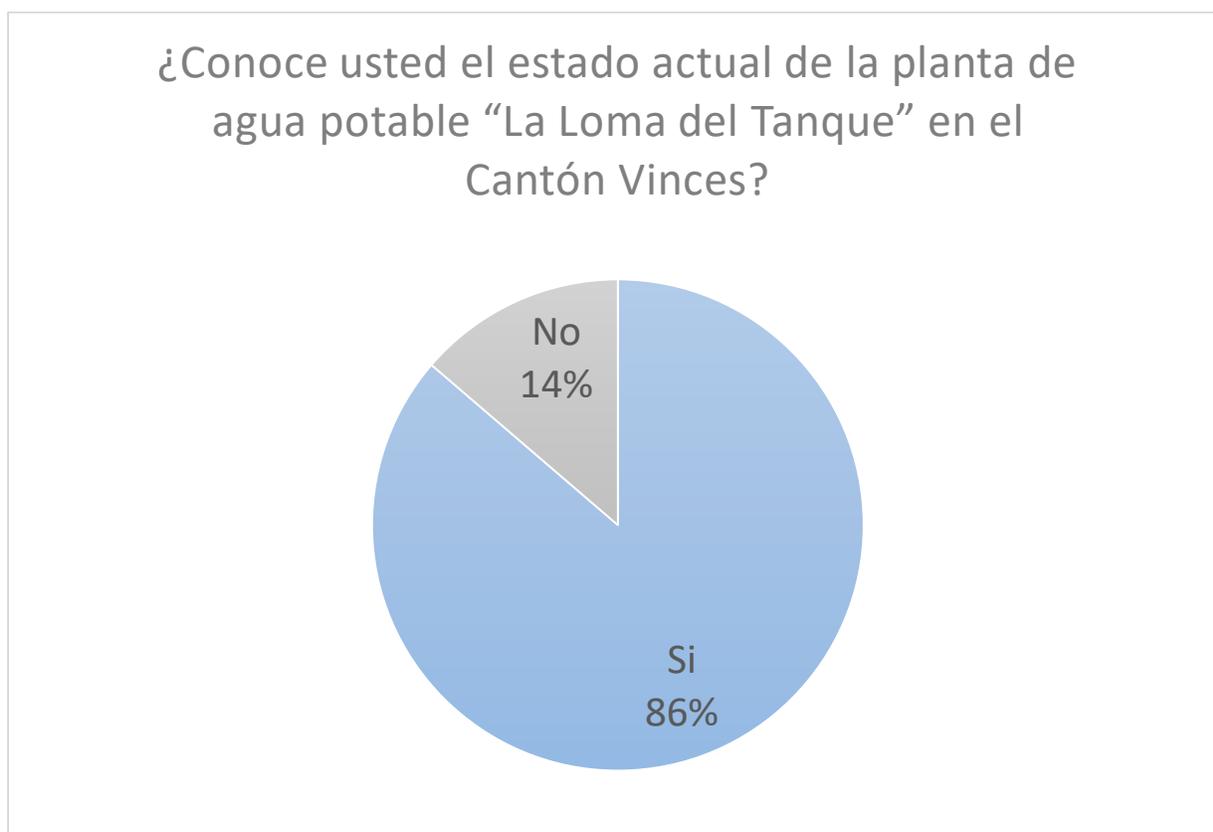


Figura 8 Análisis porcentual de resultados pregunta 8

**Fuente:** Elaboración Propia

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	63	86 %
<b>No</b>	10	14 %

*Tabla 12 Análisis porcentual de resultados pregunta 8*

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

En un 86% se dijo que si se conocía el estado actual de la planta de agua en el cantón Vinces, mientras que el 14% restante contestó que no conocía acerca de la situación de la planta de agua.

Es así como los encuestados respondieron a esta pregunta, y se puede ver que en su mayoría, se conoce el estado actual de la planta potabilizadora de agua en el cantón Vinces, lo cual da una perspectiva más amplia del porque se ocasionan diferentes problemas con el servicio de agua potable que se brinda a la ciudadanía.

### **Pregunta # 9**

¿Ha encontrado riesgos para su salud y la de su familia al hacer uso del servicio de agua potable?

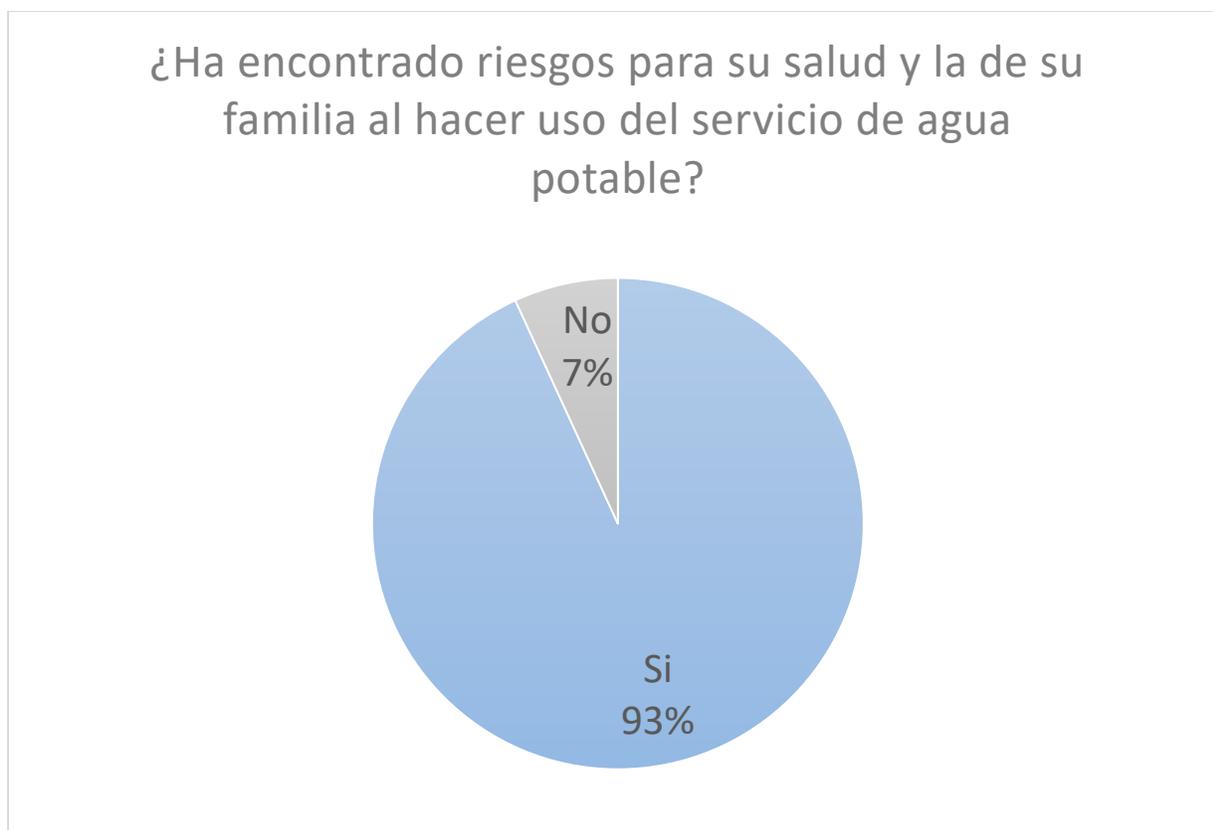


Figura 9 Análisis porcentual de resultados pregunta 9

**Fuente:** Elaboración Propia

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	68	93 %
No	5	7 %

Tabla 13 Análisis porcentual de resultados pregunta 9

**Fuente:** Elaboración Propia

### Análisis e Interpretación

De la población encuestada un 93% dijo que si había encontrado riesgos para su salud en el agua que era entregada a sus hogares y el otro 7% respondió que no había encontrado riesgos.

Frente a la problemática de los procesos que se realizan en la planta de agua del cantón Vinces dan como resultado riesgos para la salud de la ciudadanía, conociendo que el servicio que brinda esta planta de agua no es el esperado por cada uno de los ciudadanos de dicho cantón.

### Pregunta # 10

¿Existen avisos o algún tipo de notificación de que el servicio de agua será interrumpido?

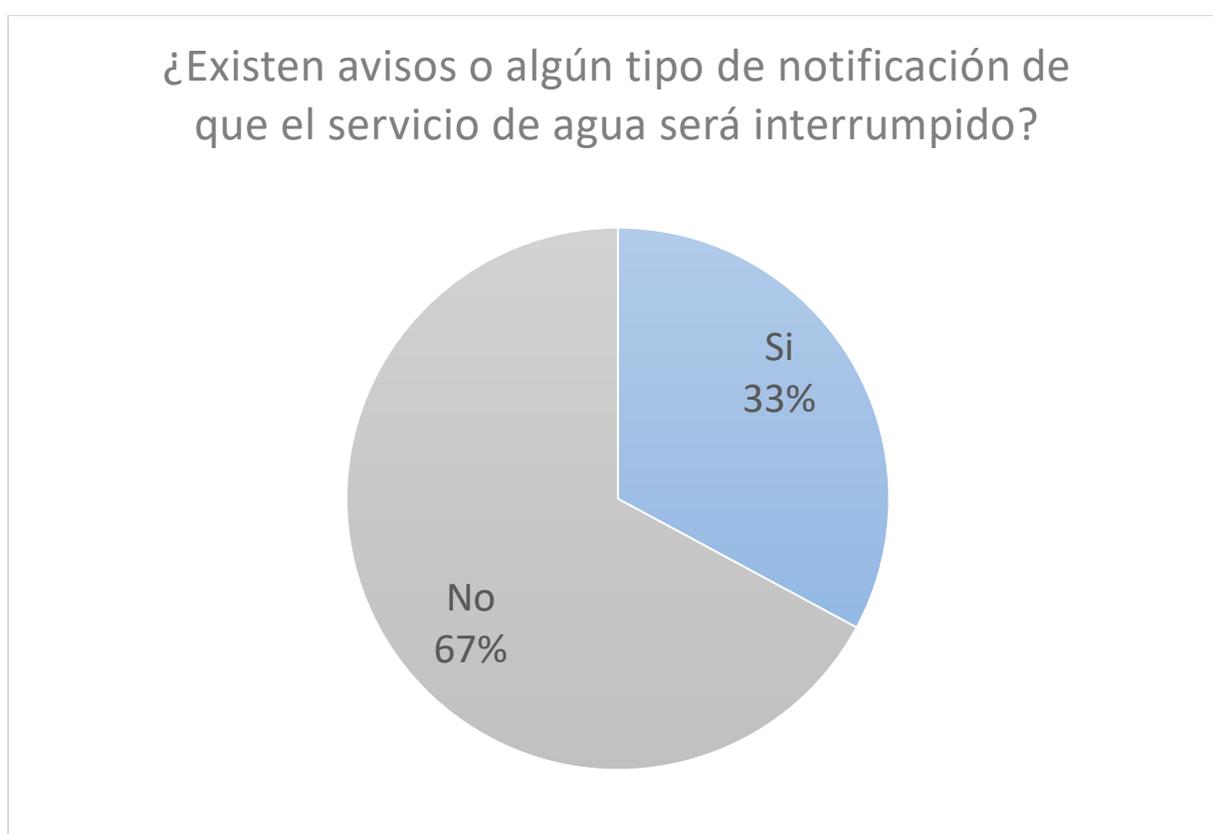


Figura 10 Análisis porcentual de resultados pregunta 10

**Fuente:** Elaboración Propia

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Si</b>	24	33 %
<b>No</b>	49	67 %

*Tabla 14 Análisis porcentual de resultados pregunta 10*

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Análisis e Interpretación**

Según la encuesta realizada el 33% de los habitantes dijo que si era notificado de que se realiza la notificación de que el servicio será interrumpido, en cambio un 67% dijo que no era notificado mediante ningún medio.

Es así como la población reaccionó frente a esta pregunta, porque se cuestionó el hecho de que no exista un previo aviso, y esto se debe a que en su mayoría la interrupción del servicio se debe a un mal funcionamiento de los procesos de la planta de agua.

## **3.2. Conclusiones específicas y generales**

### **3.2.1. Específicas**

- Una vez analizados los datos y toda la problemática que se pudo encontrar, en cuanto a los procesos de la planta potabilizadora, se definió que la decisión que puede mejorar el estado actual de los procesos es la usar herramientas para la automatización industrial, para conseguir resultados eficientes en el servicio entregado a los habitantes del cantón.
- La adopción de las herramientas para la automatización industrial será de muy poca inversión y de resultados garantizados, teniendo bajo control cada uno de los posibles

incidentes que podrían ocasionarse, durante los procesos de potabilización y luego de los mismos al obtener el producto como servicio básico.

- Entre las herramientas para la automatización nos encontramos con Arduino y cada uno de sus componentes y módulos que nos permitirán lograr estándares de calidad en cuanto al servicio ofrecido y a la vez disminuir considerablemente los riesgos que podrían atentar contra la salud de quienes consumen el agua.

### **3.2.2. General**

- Los problemas que se suscitan en las plantas de agua pueden llegar a ser tan graves, por el gran alcance de la población, esto debido a que el resultado es decir el servicio de agua potable que los habitantes consumen, pueden afectar o beneficiar la calidad de vida. En la amplia variedad de herramientas para la automatización se puede elegir de acuerdo a las necesidades y problemática presentada.

### **3.3. Recomendaciones específicas y generales**

Luego del análisis e interpretación de resultados se recomienda que:

#### **3.3.1. Específicas**

- Las herramientas para la automatización industrial en la planta de agua permitirán la optimización de los procesos que hasta ahora se realizan de manera manual, los mismos que serán completamente mejorados para obtener resultados más que esperados, en donde los habitantes del cantón Vinces tendrán una mejor calidad de vida.

- Este tipo de herramientas por lo general poseen costos muy elevados en comparación con el costo de la mano de obra que se ha contratado, recordemos que no solo existe un conjunto de herramientas de este tipo, Arduino es una alternativa completamente adaptable a todas las necesidades que puedan presentarse, hasta ahora así demostrado con cada uno de sus módulos, siendo una solución económica para esta problemática.
- Los procesos de potabilización de agua deben poseer ciertos límites en base a normas de calidad para ser ofrecidos a la población de la ciudad de Vinces, para evitar riesgos en la salud, como daños a la piel, el organismo interno, estas y otras normas de calidad se alcanzan mediante la eficacia y eficiencia de los procesos antes mencionados.

### **3.3.2. General**

El agua potable es un servicio básico que se entrega como derecho a cada una de las personas en todas las partes del mundo, claro está con excepciones en donde esto es casi imposible pero las herramientas de automatización industrial son una solución, que optimizan los procesos a gran escala, permitiendo a poblaciones numerosas obtener beneficios y ventajas en problemáticas que afectan de manera directa a una comunidad, ciudad e incluso países.

## CAPITULO IV.- PROPUESTA DE APLICACIÓN

### 4.1. Propuesta de aplicación de resultados

#### 4.1.1. Alternativa obtenida

“Automatización de los procesos de potabilización de la Planta de Agua “La Loma del Tanque” en el Cantón Vinces”

#### 4.1.2. Alcance de la alternativa

Datos generales de la planta de Agua La Loma del Tanque

<b>Nombre de la institución:</b>	Planta de Agua “La Loma del Tanque”
<b>Dirección de ubicación:</b>	Norte de la ciudad, orilla del río Vinces
<b>Provincia:</b>	Los Ríos
<b>Cantón:</b>	Vinces
<b>Parroquia:</b>	Vinces
<b>Sostenimiento y recursos:</b>	Fiscal
<b>Región:</b>	Costa
<b>Tenencia del inmueble:</b>	Propio
<b>La forma de acceso:</b>	Terrestre

*Tabla 15 Datos generales de la alternativa*

**Fuente:** Elaboración Propia

### **4.1.3. Aspectos básicos de la alternativa**

#### **4.1.3.1. Antecedentes**

En el cantón Vinces, en la provincia de Los Ríos la cual está ubicada en el centro-Sur de nuestro querido Ecuador, zona que goza de grandes afluentes, como el río que lleva el nombre del cantón, brindando así la posibilidad de actividades tradicionales tales como la pesca, la agricultura y demás existen problemas a gran escala y uno de ellos es el servicio de agua.

La problemática afecta a toda la población de la ciudad de Vinces y sus alrededores, la planta de agua que cubre esta necesidad, realiza procesos de manera tradicional y una de las consecuencias que se refleja es la discontinuidad del servicio de agua que recibe el cantón.

Si bien es cierto este tipo de problemas se suscita en diferentes lugares en donde han tenido alternativas muy diversas, pero también hay lugares donde las herramientas para la automatización industrial han sido la primera opción, como debería o debió de haber sido en algunos casos para mejorar la situación de dichas plantas de agua.

En la ciudad capital también se dio una situación similar a lo sucedido en nuestro cantón, donde se encontraban riesgos para la salud, para los habitantes, y actividades que llevan el líquido vital como parte de ellas, la planta de Agua Puengasí quien era la encargada de abastecer al 35% aproximadamente de la población quiteña no estaba en óptimas condiciones para ofrecer el servicio de agua potable.

La automatización de los procesos de la planta antes mencionada permite el ahorro de tiempo y dinero, a su vez el control y monitoreo de los procesos que intervienen en la potabilización del agua, todo esto realizado a través de una arquitectura denominada SCADA por sus siglas en inglés Supervisory Control And Data Acquisition que en español quiere decir Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

Los problemas encontrados en la planta, estaban presentes en todos los procesos, como la apertura y cierre de válvulas, dosificación, accionamiento de bombas, los mismo que se realizaban de manera manual, sin dejar de lado que la verificación de llenado de tanques y otros procesos habían que realizarlos a través de la observación de los operarios que están a cargo de la planta.

Una vez automatizados procesos de la planta, los resultados fueron completamente optimizados y mejorados, permitiendo el control, monitoreo y observación de cada uno de los procesos que necesitan realizarse para la potabilización del agua, sin omitir que el personal humano disminuyo, dando lugar al ahorro de tiempo, dinero y mano de obra humana.

Esto sucedió en la provincia de Pichincha, ciudad de Quito hacia las afueras en la planta de agua Puengasí, en donde los procesos de potabilización no se daban de manera normal, y se obtenían resultados inesperados, perdidas no deseadas de químicos incluso que debían llevar los procesos del agua para llegar al resultado final de la misma, como servicio de agua potable y lista para el consumo humano.

#### **4.1.3.2. Justificación**

El motivo de esta propuesta nace por la problemática sucedida en la planta de agua La Loma del Tanque del cantón Vinces, donde se suscitan grandes inconvenientes como la discontinuidad del agua, agua en mal estado y muchas consecuencias más.

Se debe recordar que el agua es el principal e indispensable elemento en casi todos los seres vivos, usada también para actividades en el hogar, actividades comerciales, y otras tareas cotidianas que se realizan en el día a día de las personas.

Las herramientas para la automatización industrial son una solución adaptable y versátil a la hora de ser aplicadas, en problemas que alcanzan grandes y numerosas poblaciones, es así que

a lo largo de la historia, estas herramientas son utilizadas para optimizar y mejorar grandes procesos.

Básicamente la automatización de los procesos de la planta de agua La Loma del Tanque a nivel industrial lleva a una perspectiva más amplia, dado que los niveles y estándares de calidad se cubrirían en todas sus necesidades, tanto dentro como fuera de la misma sin dejar de lado y resaltar la calidad del producto final.

## **4.2. Objetivos**

### **4.2.1. General**

Automatizar los procesos de la planta de agua “La Loma del Tanque” del cantón Vinces para optimizar los resultados que la planta brinda a los habitantes y sus alrededores.

### **4.2.2. Específicos**

- Mejorar cada uno de los procesos que realiza la planta de agua La Loma del Tanque, para obtener agua de manera continua y apta para el consumo humano.
- Ahorrar tiempo y dinero a través de las herramientas para la automatización industrial en la planta de agua La Loma del Tanque del cantón Vinces
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Vinces, entregando un servicio de agua potable de calidad a través de las herramientas para la automatización industrial.

### 4.3. Estructura General de la Propuesta

#### 4.3.1. Título

Automatización de los procesos de potabilización de la Planta de Agua “La Loma del Tanque” en el Cantón Vinces

#### 4.3.2. Componentes

<b>N°</b>	<b>Descripción de las actividades de desarrollo</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Fin</b>	<b>Responsable</b>
1	Entrega de propuesta a las autoridades del cantón Vinces (Gestión de riesgo)	30/04/2018	1/05/2018	Pedro Mora Almeida
2	Revisión de la propuesta por parte de las autoridades	2/05/2018	7/05/2018	Autoridades del cantón Vinces
3	Inicio de planificación de puesta en marcha de la propuesta	8/05/2018	21/05/2018	Autoridades del cantón Vinces Pedro Mora Almeida
4	Reunión con autoridades y personal encargado de puesta en marcha de la propuesta	28/05/2018	15/06/2018	Autoridades del cantón Vinces Pedro Mora Almeida
5	Inicio del proyecto “Automatización de los procesos de la planta de agua, La loma del tanque del cantón Vinces”	18/06/2018	4/07/2018	Autoridades del cantón Vinces

				Pedro Mora Almeida
6	Asignación del equipo de trabajo para instalación de la propuesta y el sistema de automatización industrial	5/07/2018	10/07/2018	Autoridades del cantón Vinces
7	Instalación de los módulos de arduino en los diferentes departamentos de los procesos de la planta de agua	11/07/2018	10/08/2018	Pedro Mora Almeida y Equipo de trabajo
8	Análisis y verificación del sistema instalado	13/08/2018	31/08/2018	Pedro Mora Almeida y Equipo de trabajo

#### 4.4. Resultados esperados de la alternativa

La planta de agua La Loma del Tanque del cantón Vinces, cuenta con varios procesos desde la obtención de la materia prima es decir el agua del río, hasta la entrega del agua potable a cada hogar de la ciudad y sus alrededores, quienes son los consumidores de este servicio básico.

La operación de la planta de agua entraría en completa función automática, permitiendo a la misma ofrecer agua potable de calidad para la ciudadanía, entre los procesos que se automatización a través de las herramientas antes mencionadas se encuentra a apertura de válvulas, accionamiento de sensores, monitoreo de tanques, medición de caudal, etc., cada uno de ellos estarían completamente controlados.

La automatización de los procesos de la planta de agua La Loma del Tanque del cantón Vinces, nos dará como resultado, la obtención de un producto final, como lo es el agua potable

apta para el consumo humano, cumpliendo estándares de calidad, evitando riesgos para la salud de los habitantes del cantón, y mejorando la calidad de vida de las personas y los alrededores que reciben este servicio.

## Bibliografía

ALUISA CHALÁ, P. S. (2014). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE IDENTIFICACION DE PROCESOS INDUSTRIALES EN LINEA USANDO LA PLATAFORMA OPEN-SOURCE ARDUINO Y MATLABSIMULINK*. SANGOLQUÍ: UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS.

CALDERÓN MORALES, M. Á. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO ROBÓTICO BASADO EN LA PLATAFORMA ARDUINO, ORIENTADO PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE HARDWARE*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Camacho García , M. B. (2014). *CONTROL Y EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE CALUMA NUEVO DEL CANTÓN CALUMA* . AMBATO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Chora Garcia, D., Álvarez Martínez, S., & Espinoza Garcia, M. (2018). Raspberry Pi y Arduino: semilleros en innovación tecnológica para la agricultura de precisión. *Tecnologías de la informacion y las telecomunicaciones*, 3.

Español, U. C. (22 de marzo de 2016). *noticia UNICEF*. Obtenido de UNICEF EN ESPAÑOL:  
<https://www.unicef.es/noticia/dia-mundial-del-agua-1000-ninos-mueren-cada-dia-por-falta-de-agua-potable>

*exsol*. (18 de enero de 2017). Obtenido de ¿QUÉ ES LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL?:  
<http://www.exsol.com.ar/automatizacion-industrial/>

*HARDWARE LIBRE*. (25 de 10 de 2015). Obtenido de *HARDWARE LIBRE PARA UNA*

*SOCIEDAD LIBRE* blog: <http://hardware-libre-1.blogspot.com/2014/12/hardware-libre-para-una-sociedad-libre.html>

Israel, A. G. (2014). *CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL PROCESO DE DOSIFICADO DEL POLÍMERO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA DE AMBATO (EMAPA)*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Murillo Soto, L. D. (2014). Automatización de pequeña escala con Open Hardware. *Tecnología en Marcha*, 18.

OCAMPO MARTÍNEZ, R., OLIVO FLORES, M. A., SOTELO MARTÍNEZ, S., & ESPINOS BARRIOS, N. (2017). Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW. *Revista de Ingeniería Tecnológica*, 5.

Padilla Chasi, G. R. (2014). *ESTUDIO DE SISTEMAS DE CONTROL PARA MEJORAR EL PROCESO DE MOLDURADO EN EL TALLER DE CARPINTERÍA "MODELO", EN LA CIUDAD DE LATACUNGA*. AMBATO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

RODRÍGUEZ DEL ROSARIO, C. V., & LOAYZA RAMÍREZ, F. X. (2013). *LA CÉLULA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA INFORMÁTICA*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Torrente Artero, Ó. (2013). *Arduino : curso práctico de formación*. RC Libros.

# ANEXOS



Revisión de las instalaciones de la planta de agua por parte de Ingenieros en el aspecto y conoedores de los inconvenientes



Prueba de la presión juego de una limpieza



Piscina de aireación

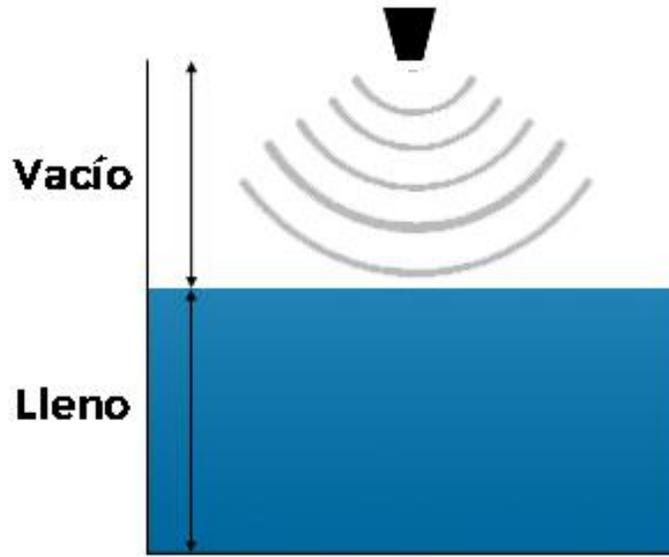


Tanques que forman parte del proceso

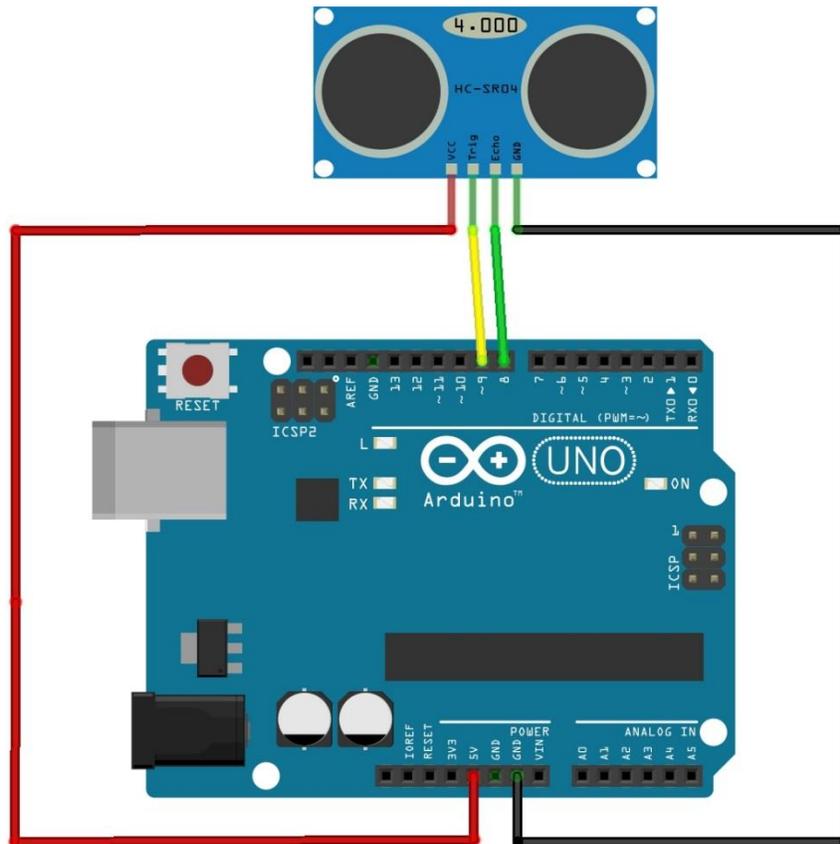


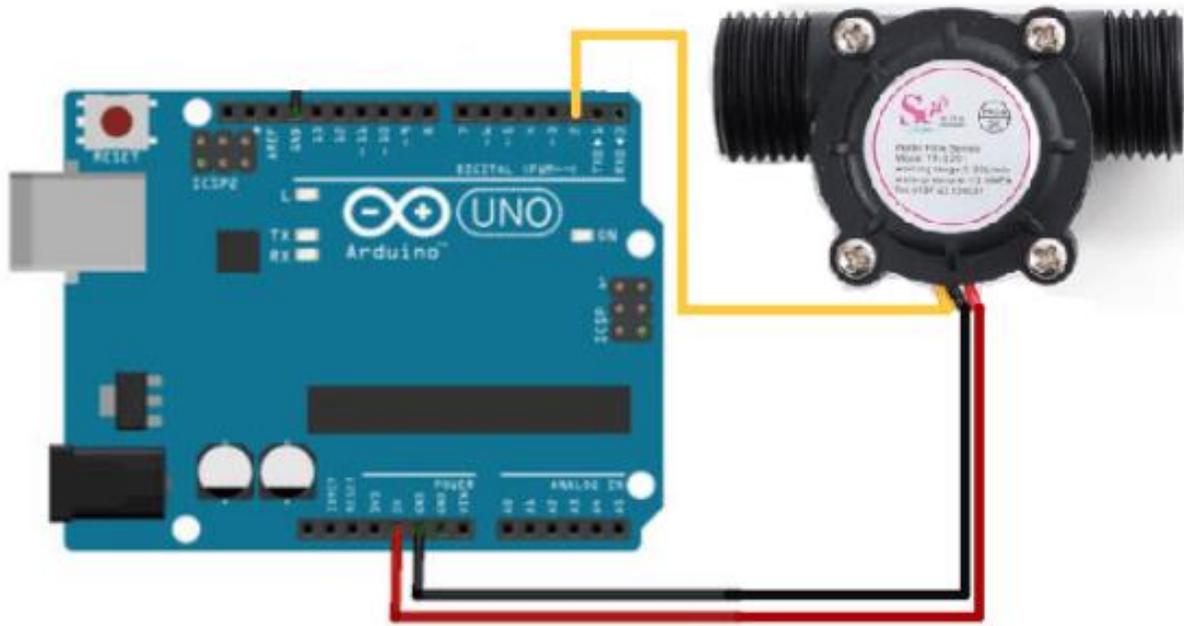
Estado en la que el agua llega a algunos hogares en el cantón





Uso de los módulos de arduino – Sensor de Proximidad llenado de tanques





Apertura de válvulas a través de la placa de Arduino