

INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y COMISIONAMIENTO DE UN SISTEMA PARA CONTROL Y MONITOREO DE LA DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LAVADORAS INDUSTRIALES.

Ing. Dayana Moreno Santos

Ing. Alejandro Vargas Castañeda

Universidad Santo Tomás

Asesor: Ing. Fernando Rivera

Proyecto dirigido como requisito para obtener el título de Especialistas en Instrumentación

Electrónica

## Contenido

Resumen .....	6
Abstract.....	7
Palabras Clave .....	8
1. Introducción.....	9
2. Objetivos .....	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos .....	11
3. Ingeniería conceptual, básica, detallada y comisionamiento de un sistema para control y monitoreo de la dosificación de productos químicos para lavadoras industriales. ....	12
3.1. Desarrollo del producto .....	12
3.1.1. WBS/EDT del proyecto.....	12
<b>3.1.2. Antecedentes.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.3. Problema a solucionar.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.4. Descripción de la solución.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.5. Justificación. ....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.6. Alcance.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.7. Participantes.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.8. Ingeniería Conceptual. ....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.9. Ingeniería Conceptual. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.10. Ingeniería de detalle. ....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.11. Factibilidad técnica del proyecto.....</b>	<b>46</b>
3.2. Implementación de la solución .....	47
<b>3.2.1. La procura. ....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.2. Precommissioning.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.3. Adecuación. ....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.4. Montaje .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.5. Arranque.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.6. Puesta en servicio.....</b>	<b>62</b>

<b>3.2.7. Inicio de la operación.</b> .....	63
<b>3.2.8. Entrega</b> .....	63
3.3. Recursos para implementar el proyecto.....	63
3.3.1. Organigrama del proyecto. ....	63
3.3.2. Tabla de recursos .....	63
3.4. Planificación de costos del proyecto.....	66
3.5. Costos del proyecto .....	70
3.6. Precio de venta del proyecto (público).....	70
3.7. Evaluación económica del proyecto .....	71
4. Discusión .....	71
5. Bibliografía .....	71

## Listado de figuras

<i>Figura 1</i> WBS/EDT de proyecto .....	16
<i>Figura 2</i> Bombas peristálticas e interfaz Beta .....	24
<i>Figura 3</i> Juego de tres (3) bombas peristálticas L5000 .....	24
<i>Figura 4</i> Tunneflush .....	25
<i>Figura 5</i> Flush.....	25
<i>Figura 6</i> Sistema Tunnel Express. Ultima tecnología para lavado industrial.....	27
<i>Figura 7</i> Máquinas de lavado DEMAENG.....	27
<i>Figura 8</i> Módulos de control remoto.....	28
<i>Figura 9</i> Diagrama la solución .....	36
<i>Figura 10</i> Diagrama en bloques de la solución .....	36
<i>Figura 11</i> Diagrama de flujo de la solución .....	38
<i>Figura 12</i> Tarjeta trigger .....	39
<i>Figura 13</i> Acondicionamiento de señal .....	40
<i>Figura 14</i> Diagrama de asilamiento .....	40
<i>Figura 15</i> Discretización.....	41
<i>Figura 16</i> PCB de tarjeta de interface.....	42
<i>Figura 17</i> Bloques de tarjeta interface .....	42
<i>Figura 18</i> Etapa de potencia .....	43
<i>Figura 19</i> Tarjeta para programador .....	45
<i>Figura 20</i> Conexiones mini ribbon .....	46
<i>Figura 21</i> Diagrama procura .....	48
<i>Figura 22</i> Plano arquitectura .....	50
<i>Figura 23</i> Conexiones de proceso .....	53
<i>Figura 24</i> Conexiones a bombas .....	53
<i>Figura 25</i> Gabinete bombas peristálticas y conexión a interfaz .....	55
<i>Figura 26</i> Instalación de programador.....	56
<i>Figura 27</i> Instalación de programador y cable de señal .....	56
<i>Figura 28</i> Tarjeta Trigger y cables de señal .....	57
<i>Figura 29</i> Contenedores de productos químicos .....	58
<i>Figura 30</i> Diagrama de flujo montaje.....	59
<i>Figura 31</i> Diagrama de flujo de arranque.....	61
<i>Figura 32</i> Diagrama de flujo de puesta en servicio .....	62
<i>Figura 33</i> Organigrama del proyecto y estructura administrativa .....	63

## Listado de tablas

Tabla 1 <i>Diccionario WBS / EDT del proyecto</i> .....	12
Tabla 2 <i>Stakeholders</i> .....	21
Tabla 3 <i>Proveedores</i> .....	47
Tabla 4 <i>Tareas de la procura</i> .....	47
Tabla 5 <i>Tareas de montaje,</i> .....	58
Tabla 6 <i>Tareas de arranque</i> .....	60
Tabla 7 <i>Recursos para caso de negocio y desarrollo de producto</i> .....	63
Tabla 8 <i>Recursos para la procura</i> .....	64
Tabla 9 <i>Recursos para la implementación</i> .....	64
Tabla 10 <i>Recursos para el montaje y la instalación</i> .....	65
Tabla 11 <i>Recursos para la entrega</i> .....	66
Tabla 12 <i>Costos de conceptualización, diseño y desarrollo de la solución</i> .....	66
Tabla 13 <i>Costos Procura</i> .....	67
Tabla 14 <i>Costos para la implementación</i> .....	67
Tabla 15 <i>Costos montaje e instalación</i> .....	68
Tabla 16 <i>Costos de entrega general del proyecto</i> .....	69
Tabla 17 <i>Costo del proyecto</i> .....	70
Tabla 18 <i>Sobrecosto administración (overhead)</i> .....	70
Tabla 19 <i>Precio de venta del proyecto al público</i> .....	70

### **Resumen**

El presente proyecto consiste en exponer el caso de negocio que se da a partir de la necesidad de una empresa, además pretende exhibir el desarrollo de ´proyecto basados en los conocimientos adquiridos a lo largo del programa de Especialización en Instrumentación Electrónica. Se muestra con detalle el paso a paso para desarrollar tanto una propuesta ingenieril, con el objetivo de presentar una solución que cumpla con todos los requerimientos técnicos y de calidad de un cliente, cómo el desarrollo detallado de una propuesta comercial y económica que se ajusta y optimiza los recursos de éste. A partir de lo anterior se lleva a cabo un trabajo escrito que comprende las etapas de estudio de caso de negocio, desarrollo de producto en donde se encuentra puntualmente las subetapas de ingeniería, requerimientos, ingeniería conceptual, básica y detallada, la etapa de planificación de implementación de la solución con las subetapas de planificación de tareas, asignación de recursos, asignación de costos y presupuesto. Lo anterior lleva a desarrollar una propuesta ingenieril y comercial solida, que se le podrá presentar al cliente.

### **Abstract**

This document intends to expose the business case in order to supply the requirements of the customer; in addition it pretends to show the Project development base on the knowledge acquired in the Electronics Instrumentation program. It is shown in detail the “step by step” to develop both an engineering proposal, with the aim of presenting a solution that meet all technical and quality requirements from the customer and the detailed development of trade and economic proposal that fits and optimizes the resources. This is a engineering document consisting of the stages of case study business, product development where is promptly the sub-stages of engineering, requirements, conceptual, basic and detailed engineering, also is the product investment planning stage, with the sub-stages of scheduling, resource allocation, cost allocation and budget. This leads to develop a solid engineering and commercial proposal, in order to present to the customer a solid project.

### **Palabras Clave**

Instrumentación, Flush, Peristáltica, Trigger,

## 1. Introducción

El presente trabajo se presenta a la Universidad San Tomas con el objetivo de obtener el título de Especialista en Instrumentación Electrónica y para demostrar que durante el transcurso del programa se han obtenido los conocimientos suficientes, los cuales se colocan en práctica a la hora de desarrollar este proyecto.

Las empresas públicas y privadas que trabajan con parques de lavadoras industriales, han aumentado su interés por implementar sistemas para automatizar el proceso de lavado, más específicamente el proceso de dosificación de los productos químicos que se utilizan y de esta forma optimizar el rendimiento de los productos e iniciar un control y monitorización del proceso con el objetivo de hacerlo más productivo.

Como un ejemplo de empresa que basa su economía en los proceso de lavado industrial y que requiere mayor control y autonomía en la dosificación de los productos, se encuentra Lavandería del Hotel JW Marriot.

Esta empresa necesita con frecuencia dosificar una cantidad exacta de ciertos químicos con sus respectivas combinaciones. El proceso requiere del control exacto del líquido que se está suministrando a la lavadora y de la fórmula exacta que se debe utilizar.

Teniendo en cuenta los valores y principios que caracterizan a todo ingeniero Tomasino, el grupo de trabajo ha tomado como caso de negocio esta problemática de automatización y control de la dosificación de químicos para lavadoras industriales y se propuso realizar un proceso de desarrollo de ingeniería conceptual, básica y de detalle que permite obtener un sistema de programación, control y dosificación de los químicos de los cuales deriva un lavado exitoso. Lo anterior se hace con el propósito empresas como Lavandería del Hotel JW Marriot pueda cargar

a sus máquinas lavadoras la fórmula y cantidades exactas de productos químicos en el momento preciso.

El desarrollo de este trabajo se inicia con el establecimiento de los pasos que comprende el proyecto, entre los que están: (1) Conceptualización; (2) Diseño y desarrollo del producto; (3) Planificación e implementación de la solución.

En el primer paso se realiza el caso de negocio en donde se tienen en cuenta aspectos como antecedentes, problema a solucionar y justificación. Se hace también el desarrollo de la ingeniería conceptual con el objeto de tratar la fundamentación teórica, especificaciones técnicas y de calidad del producto y evaluar los riesgos del proyecto.

Como segundo paso se tiene la ingeniería básica, de detalle y el diseño industrial de la solución.

Finalmente se toman en cuenta los suministros, implementación, aspectos de montaje, instalación y entrega de la solución.

Para tener una visión más clara del proceso del proyecto, en los capítulos siguientes se hace una descripción detallada del desarrollo de cada uno de los pasos anteriores.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Preparar una propuesta comercial que cumpla satisfactoriamente con los requisitos del cliente y que además este soportada en un estudio tanto ingenieril cómo económico, en donde se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en el programa de Especialización en Instrumentación Electrónica, con el fin de obtener el título de especialista.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar un producto mediante protocolos de ingeniería, requerimientos tanto técnicos como de calidad, ingeniería conceptual, básica y de detalle.
- Planificar la implementación y desarrollo del proyecto mediante protocolos de planificación de tareas, asignación de recursos, asignación de costos y presupuesto.

### **3. Ingeniería conceptual, básica, detallada y comisionamiento de un sistema para control y monitoreo de la dosificación de productos químicos para lavadoras industriales.**

#### **3.1. Desarrollo del producto**

##### **3.1.1. WBS/EDT del proyecto.**

##### **Diccionario WBS/EDT del proyecto.**

El siguiente diccionario WBS presenta de manera detallada cada tarea que debe realizarse para llevar a cabo y con éxito el presente proyecto.

Tabla 1 *Diccionario WBS / EDT del proyecto*

ID del WBS	Nombre de la tarea	Descripción
1	INGENIERIA CONCEPTUAL, BASICA, DETALLADA Y COMISIONAMIENTO DE UN SISTEMA PARA CONTROL Y MONITOREO DE LA DOSIFICACIÓN DE PRODCUTOS QUIMICOS PARA LAVADORAS INDUSTRIALES.	Desarrollar la conceptualización, ingeniería básica y detallada y la implementación de un sistema automático para la dosificación de productos químicos a maquinas lavadoras que no poseen un sistema automatizado para este proceso. Además se busca que las empresas que poseen estas máquinas, no tengan que adquirir maquinaria nueva para automatizar su parque.
1.1	Conceptualización	
1.1.1	Caso de negocio	En esta etapa se describe la justificación para el proyecto, los beneficios previstos que compensan los costos y riesgos estimados, puede requerir análisis técnico, financiero y un estudio de viabilidad.
1.1.1.1	Antecedentes	Gracias a que se origino el proyecto, breve explicación o motivo por el cual se eligió participar en éste, además se pueden mencionar trabajos muy similares al objeto del presente, que se hayan realizado con antelación en el mercado colombiano.
1.1.1.2	Problema a solucionar	Allí se debe plasmar el problema o la causa por la cual se dará inicio al desarrollo del proyecto.

ID del WBS	Nombre de la tarea	Descripción
		La descripción de a que se le quiere dar solución.
1.1.1.3	Justificación	Se debe explicar de forma convincente el motivo por el qué y para que se va a realizar este proyecto.
1.1.2	Ingeniería conceptual	Identifica la viabilidad técnica y económica del proyecto y marca una pauta para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle.
1.1.2.1	Fundamentación teórica	Es la etapa del desarrollo organizado de la idea, concepto, antecedentes y teorías que permiten sustentar y comprender la perspectiva del enfoque que se tiene y desde el cual se inicia el proyecto.
1.1.2.2	Especificaciones técnicas del producto	Son los documentos en los cuales se definen exigencias, requerimientos, normas y procedimientos que se van a emplear y a aplicar.
1.1.2.3	Especificaciones de calidad del producto	Se plasmaran todas las especificaciones técnicas, legales que requiere el proyecto, además de los riesgos que se tienen.
1.1.2.4	Riesgos del proyecto	Estimación de riesgos administrativos, de tiempos, económicos, entre otros, que se puedan llegar a presentar en el proyecto, planes de contingencia y/o mitigación de riesgos.
1.2	Diseño y desarrollo de la solución	
1.2.1	Ingeniería Básica	Se debe incluir el desarrollo completo de la ingeniería de procesos, diagramas de flujo, estudio de instalaciones físicas, revisión de planos de equipo, dimensionar equipos, seleccionar software, realizar estudio para la selección de proveedores.
1.2.1.1	Diagrama de bloques de la solución	Se elaborara un diagrama de bloques que describa la solución con entradas y salidas de cada una de las etapas del producto.
1.2.1.2	Descripción de la solución	Mediante un flujograma realizar la descripción de los procesos que generan la solución.
1.2.2	Ingeniería Detalle	Se debe realizar el dimensionamiento y escogencia de los componentes de la solución, diagramas y planos detallados de la solución, además del listado de activos que requiere la

ID del WBS	Nombre de la tarea	Descripción
		solución.
1.2.2.1	Dimensionamiento	De componentes y equipos de la solución
1.2.2.2	Selección de los componentes de la solución	De componentes y equipos de la solución
1.2.2.3	Diagramas y planos de la solución	De componentes y equipos de la solución
1.2.2.4	Listado de activos que requiere la solución	De maquinaria y equipo
1.2.3	Diseño industrial	
1.3	Suministros	
1.3.1	Oferta de proveedores	Se deben recibir ofertas de diferentes proveedores de los equipos dimensionados y seleccionados anteriormente.
1.3.1.1	Evaluación de cada propuesta	De diferentes ofertantes
1.3.1.2	Selección de la mejor propuesta	Del mejor ofertante
1.4	Implementación	
1.4.1	Fabricación y ensamble de circuitos impresos	En caso de que se haga la implementación. Se fabricará y ensamblará cada tarjeta con el encerramiento requerido.
1.4.2	Fabricación y montaje de los circuitos en encerramiento.	En caso de que se haga la implementación. Se fabricará y ensamblará cada tarjeta con el encerramiento requerido
1.4.3	Pre-commissioning (pruebas de correcta operación)	Al tener ya los equipos instalados correctamente con su encerramiento y demás accesorios, se procederá a hacer las pruebas off-line y on-line del sistema, para posteriormente ponerlo en producción.
1.5	Montaje	
1.5.1	Visitas de sitio (sitesurvey)	Se realizará una visita a la localización en donde el cliente quiera hacer el montaje de las maquinas y sistema automatizado.
1.5.1.1	Hacer el levantamiento de la información	En sitio
1.5.1.2	Solicitud de acondicionamiento de sitio.	En sitio
1.5.2	Estudio presupuestal de montaje en sitio	Se hará un estudio económico para el montaje en la localización designada por cliente
1.6	Instalación	
1.6.1	Instalación y puesta en marcha del sistema de control, monitores	Se hará la correcta instalación de acuerdo a los procedimientos presentados en la ingeniería

ID del WBS	Nombre de la tarea	Descripción
	y adquisición de señal.	básica y de detalle para una correcta puesta en operación.
1.7	Entrega	
1.7.1	Pruebas de montaje en sitio	Se harán pruebas de correcta operación y se entregará el informe técnico con dicha información.
1.7.2	Aceptación y conformidad por parte del cliente	Acta d aprobación y recibido a conformidad por parte del cliente.

### **Diccionario WBS/EDT del proyecto.**

De acuerdo a los requerimientos se desarrolló el siguiente árbol de tareas en donde se evidencia el paso a paso para desarrollar el presente proyecto, con el objetivo de monitorizar el estado del proyecto y llevar un orden casi estricto en cada tarea desarrollada.

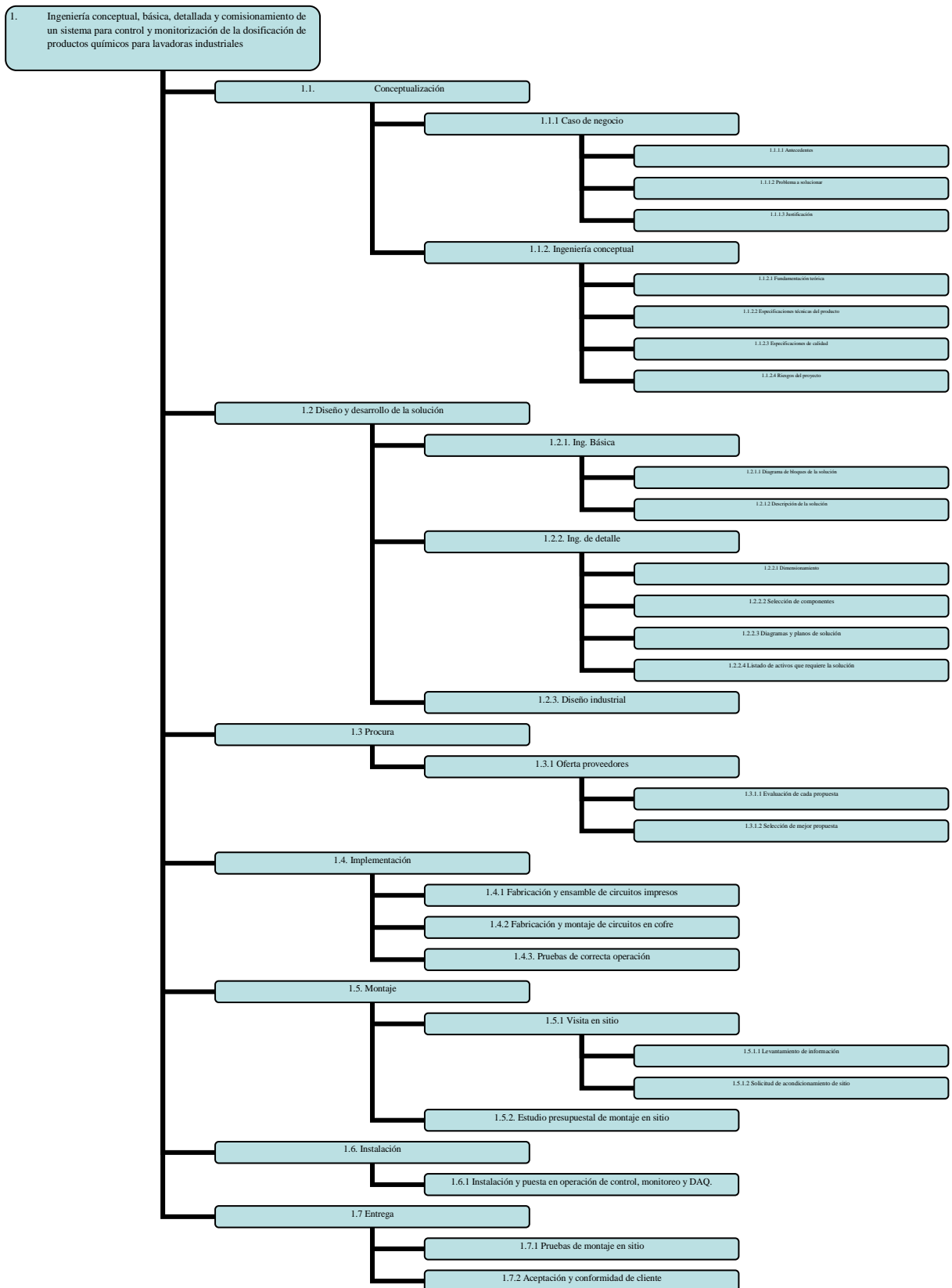


Figura 1 WBS/EDT de proyecto

### **3.1.2. Antecedentes.**

Actualmente, en Colombia el proceso de lavado industrial se realiza por medio de máquinas con gran capacidad siguiendo uno de los dos procesos fundamentales, simples o dobles. Cada proceso requiere una cantidad de químicos específica y se requiere la implementación de un sistema automático de control y dosificación.

El cliente maneja grandes volúmenes de prendas a ser lavadas, por lo cual deben tener un control estricto del suministro de químicos y la capacidad de almacenar varias fórmulas, que varían de acuerdo al tipo de lavado, por lo tanto requiere tener un sistema que ajustar y controlar las bombas peristálticas, además que permita almacenar los datos, de los volúmenes de prendas lavadas y del químico que se le suministró a cada lote.

Los productos utilizados en estos procesos de lavado contienen alta concentración de productos solventes, oxidantes, cloros, sodas, que en contacto con la piel podría generar quemaduras o la sola inhalación directa al realizar dosificación manual son nocivas para la salud.

El cliente desea implementar un sistema automatizado al cual se pueda acceder de manera fácil, en cualquier momento y cualquier lugar y que permita realizar la monitorización, configuración y control del proceso.

El cliente final quiere permanecer con sus máquinas lavadoras industriales actuales, ya que a pesar de no contar con la última tecnología son máquinas que se encuentran en perfectas condiciones de operación, solo desean adquirir el sistema LAUNDRY-ONE para la configuración, dosificación de químico, monitoreo y acceso a histórico de datos.

### **3.1.3. Problema a solucionar.**

Prevenir y evitar sobrecostos debido a reprocesos en el lavado de prendas, reprocesos que son causados principalmente debido a la manipulación incorrecta de los productos de lavado, actualmente estos se agregan de forma manual. En muchas ocasiones los operarios no ingresan el producto dentro del ciclo de lavado correspondiente de la máquina, ingresan el producto equivocado o finalmente si este es ingresado no cumple con las cantidades requeridas para la capacidad de la maquina o tipo de prenda. La implementación del sistema que se pretende llevar a cabo otorga a los clientes a una estandarización en los procesos de lavados no solo reduciendo costos si no aumentando la calidad y disponibilidad de las maquinas.

### **3.1.4. Descripción de la solución.**

Desarrollar un dispositivo electrónico capaz de reconocer de manera general sin importar el tipo marca o modelo de las maquinas lavadoras el tipo de lavado que va a realizar, Una vez identificado este, nuestro dispositivo se sincroniza logrando así la búsqueda en su base de datos de la fórmula de lavado adecuada y así dosificar las cantidades de productos necesarios en los momentos precisos para un óptimo lavado, logrando así una estandarización de los procesos de lavado para garantizar así el mismo resultado de calidad. Este dispositivo a través de su conexión a internet, puede ser configurado, aprovisionado y monitoreado de forma remota.

Como valor agregado y aprovechando esta conexión a internet con la incorporación de la plataforma web los clientes pueden ingresar y generar reportes de todo lo que está sucediendo (tiempos, cantidades, consumos).

Esta solución está dirigida a centros de lavado de tipo industrial como los son hospitales, Restaurantes, Hoteles, Centros de reclusión masiva (ejército, policía, INPEC).

### **3.1.5. Justificación.**

El lavado industrial ha venido involucrándose cada vez más en el proceso de limpieza de textiles de varias entidades como hospitales, restaurantes, hoteles, incluso hogares, por ello el mejoramiento continuo se debe evidenciar, mediante la tecnología utilizada para optimizar los recursos que la lavandería emplea.

De acuerdo a lo anterior, se desea implementar un sistema que otorgue beneficios al usuario final, ya que si se tiene un sistema eficaz para la configuración de cada máquina, uso de producto y acceso a la información a través de una sencilla interfaz y gracias a un mayor control del proceso, mejoras en tiempos, calidad de lavado, entre otros, se logrará una satisfacción del cliente.

El proyecto pretende implementar las mejoras mencionadas a continuación:

- Realizar configuraciones a cada máquina lavadora por medio de una plataforma web para dosificación de cada producto.
- Consulta del consumo de cada lavadora a través de la plataforma web.
- Control de inventarios y control de producción, lo que se verá reflejado en una optimización económica.
- Optimización de los recursos.
- Calidad del lavado, que busca la satisfacción de las necesidades puntuales del cliente.
- El sistema permite al cliente actualizar las máquinas, sin tener que reemplazar sus lavadoras actuales.

- Acceso remoto y diverso para cada máquina, en donde se puede configurar el parque de lavadoras con sus respectivos ID hasta las fórmulas para cada una de ellas.
- Ahorro de aproximadamente 50% del costo que implica instalar el sistema de cualquier otro proveedor.

Si no se llegase a implementar este tipo de solución, la lavandería industrial no estaría a la vanguardia, además este sistema es el único en el mercado que permite automatizar las lavadoras tradicionales que ya posee la compañía, generando un ahorro económico (reducción de costos) de al menos el 50% ya que no crea la necesidad de adquirir nuevas y costosas máquinas, además de ligar la adquisición de suministros y servicio a una sola marca.

### **3.1.6. Alcance.**

El proyecto está en capacidad de presentar el diseño e implementación de un sistema para la dosificación de productos químicos para lavadoras industriales. El sistema incluye la entrega de Programador con cofre y software, tarjeta de interface para el manejo de bombas peristálticas, bombas peristálticas y gabinete, tarjeta Trigger que comunica envía y recibe las señales de la máquina lavadora y las transmite al programador y bombas peristálticas, plataforma Web, mangueras y /o tubos para transporte de producto químico, cables de comunicación entre tarjetas, planos de montaje, informe técnico con detalle, resultado de las pruebas hechas a los equipos y soporte técnico. En instalaciones exigentes, si el cliente lo requiere, se incluirá el acompañamiento de un ingeniero especialista.

El proyecto no incluirá: obtención de licencia ambientales, fuente de alimentación, suministro, conexión y cableado de redes Wi-Fi, suministro de Routers, instalación de acometidas eléctricas e hidráulicas, adecuación de infraestructura, contenedores de químicos,

adecuación u obras civiles a las que hubiese lugar con el fin de adecuar el sitio a instalar el sistema.

### 3.1.7. Participantes.

Tabla 2 *Stakeholders*

<b>Líder interlocutor.</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Líder Cliente</b>
Líder de proyecto	Asigna responsabilidades para desarrollar el proyecto, se comunica con el gerente general (cliente) para atender asuntos relacionados a tiempos de ejecución, alcance del proyecto, entre otros. Ingeniería conceptual	Gerente general
Líder técnico	Detalla el entorno técnico de acuerdo al alcance y requerimientos del proyecto, realiza una visita técnica acompañado del ingeniero de soporte para evaluar todas las condiciones técnicas del proyecto, realiza sugerencias si las encuentra. Ingeniería de requerimientos, ingeniería básica, ingeniería de detalle.	Ingeniero líder.
Ingeniero de soporte y de diseño	Junto al Gerente técnico, se encarga de realizar el desarrollo y diseño del sistema, implementación y pruebas. Ingeniería de requerimientos.	Ingeniero Líder
Gestor comercial	Se encarga de realizar las cotizaciones respectivas para cada uno de los elementos que se deben adquirir en el desarrollo del sistema, así como la oferta final para presentarle al cliente, entablar la relación comercial y realizar la compra de los suministros requeridos.	Encargado del área de procura.
Gestor contable	Se encarga de hacer la contabilidad del proyecto, así como facturación a la hora de entrega a conformidad del proyecto.	Área financiera.
Gestor Administrativo	Realiza la gestión de documentación administrativa, entrega de remisiones, entre otros.	Personal de logística.
Técnicos en	Se encargaran de realizar la respectiva instalación de los equipos que comprenden el sistema en el	Ingeniero de

<b>Líder interlocutor.</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Líder Cliente</b>
instalaciones	sitio propuesto por el cliente.	campo

### **3.1.8. Ingeniería Conceptual.**

#### **3.1.8.1. Descripción del proceso o del servicio.**

Los procesos de lavados inician con la selección de prendas antes de ingresar a las máquinas lavadoras, estas son seleccionadas por el tipo de prenda (Sábanas, Toallas, Cobijas, Manteles etc.) el color y el tipo de tela. En las lavanderías disponen de personal para la clasificación de estas, Una vez clasificadas, son puestas en una bascula para determinar su peso y así poder determinar si esta dentro de la capacidad de la máquina. Un proceso de lavados con maquinas a media carga son procesos de lavado con costos más altos, por lo cual las lavanderías aprovechan estas capacidades al 100% con el fin de optimizar tiempos y reducir costos. Luego se realiza el llenado de la maquina con estas prendas, en algunos procesos de la vados como el de los hospitales se requiere que el personal que manipula estas prendas cuente con los respectivos elementos de protección personal ya que en muchos casos, dentro de estas prendas viene materiales cortantes o materiales contaminados biológicamente. Una vez cargada la máquina, en el tablero se selecciona el programa de lavado y se inicia, esto es similar al lavado que se realizan en los hogares (se escoge el programa de lavado y se da inicio). El proceso de lavado da inicio con el llenado de agua de la máquina lavadora, este llenado tarda un tiempo aproximado de 10 minutos pero varia acorde a la capacidad de la máquina y al caudal de agua que ingresa. Tan pronto se completa este llenado el operario debe estar atento para ingresar el primer producto con la cantidad específica, Por lo general este primer producto es un detergente.

Actualmente existen tres (3) marcas líderes las cuales proveen los equipos que permiten y soportan la implementación de un proceso de automatización de la dosificación de químicos y brindan algunos otros beneficios, de acuerdo a los requerimientos del cliente, sin embargo una marca no ofrece los mismos beneficios que otra, adicionalmente estas empresas ligan su proceso y programación de automatización a las máquinas industriales que proveen ellas mismas.

En Colombia hace aproximadamente dos años se inició con la idea de desarrollar un proyecto en el cual tuvieran cabida las máquinas industriales existentes en el mercado (sin necesidad de especificar una marca determinada).

Los clientes buscan un sistema que les ofrezca todos y cada uno de los beneficios que ofrecen las tres marcas líderes en el mercado, como acceso vía internet, capacidad para almacenar gran cantidad de fórmulas, diversos modos de funcionamiento y que adicionalmente tenga la capacidad de poder instalarse sobre las máquinas industriales, sin limitación de marca.

### **3.1.8.2. Estado del arte**

#### **USCHEMICAL / Beta Technology Laundry**

Es una empresa líder en el mercado americano de diseño y manufactura de sistemas de dosificación química para lavanderías comerciales e industriales. Implementan en los sistemas tecnologías básicas como bombas peristálticas, control de conductividad, tiempo, lógica secuencial y adquisición de datos.

Beta Technology tiene unas patentes de innovación en control de dosificación, que ayuda a reducir costos, mejorar los niveles de servicio y aumentar sus ventas.

Beta Technology ofrece diferentes opciones para cada una de sus máquinas de lavado, las cuales se relacionan a continuación:

- Apline, éste dispositivo es un efectivo método para automatizar la dosificación de lavadores domésticas. Su costo de adquisición no es muy elevado, es un sistema rápido y de fácil instalación. Permite activación manual, activación remota y aplicaciones de activación automática, reduciendo los requerimientos de inventario. Permite almacenar hasta ocho formulas y acepta una tercera bomba. Posee alarmas de bajo producto eliminando la pérdida de químicos debida a tambores vacíos. Este dispositivo de simple operación permite dos o tres químicos diferentes.



*Figura 2* Bombas peristálticas e interfaz Beta

Para aplicaciones de un químico Beta sugiere el dispositivo remoto Tahoe y para largos lavados recomiendan el dispositivo L5000Plus.



*Figura 3* Juego de tres (3) bombas peristálticas L5000

L5000Plus, tiene tres bombas simultáneas, donde cada una de ellas puede tener un tiempo de retraso independiente. El modo de secuencia es apropiado para lavadoras con pocas o incluso sin señales y puede almacenar hasta 16 formulas con un único disparo. Ofrece también la disponibilidad de modo de sellado para lavadoras con disparadores recurrentes, ofrece modo de fórmula y modo de relé programable, que permite al usuario seleccionar la tasa de dosificación.

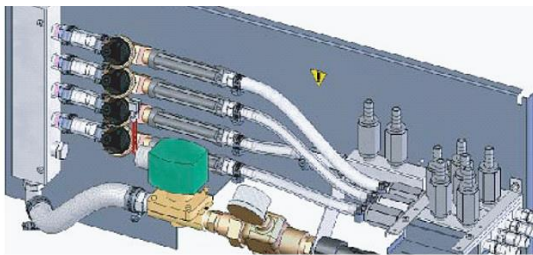
Se pueden seleccionar formulas mediante un nombre previamente configurado y posee alarmas por bajo nivel.

Beta Technology además de ofrecer los dispensadores, ofrece los accesorios que se requieren para completar el paquete automatizado, como Manifold QF diseñado especialmente para el Tunnel Flush.



*Figura 4* Tunneflush

Tunnel Flush: ofrece un sistema de dosificación de túnel completo. Preensamblado, reduce tiempo de instalación, Capacidad para vaciar químico para 4 módulos del túnel de forma simultánea. Sus interruptores de flujo y presión son independientes para cada punto de inyección, garantiza la seguridad. Filtro integral de agua. Asegura la selección de la formula correcta y se dosifica la cantidad correcta.



*Figura 5* Flush

ILS OPL (on- premise Industrial LaundrySystem): Sistema de dosificación de liquido, capacidad para 6 lavadoras con 8 químicos. Está diseñada para lavanderías medianas con capacidad de lavado de 35 a 250 Lb. Usa menos espacio de montaje.

ILS Max: sistema de dosificación para grandes lavadoras, con capacidad de 100 – 1000 Lb. Es un sistema modular, lo que hace que sea capaz de dosificar hasta 15 lavadoras (dependiendo de la capacidad de la lavadora), dosificando producto para cada una de ellas. Puede también ser configurado para operar con cualquier máquina con el kit de túnel fácil de instalar. Posee calibración automática, alarmas por falta de químico, prueba de flujo, prueba de dosificación, entre otros.

Laundry Archive Summit E & XL: Es el sistema integrado de bombas con su panel de montaje y dosificación automática.

Tomado de Google Chrome, <http://uschemical.com/> Septiembre de 2016

### **KNIGHT IDEX. Fluid & Metering.**

Es pionero en los sistemas de inyección líquida de químicos. Posee una extensa línea de dispensadores para químicos líquidos y sólidos. Tiene un sistema electrónico de control amigable con el usuario tanto para máquinas básicas como para máquinas de avanzada tecnología para largos procesos de lavado. Tiene un completo sistema de manejo y gestión de datos y suministra al operador y proveedor de químicos un completo reporte de capacidad.

Dispone de diferentes equipos para cada proceso como químicos de lavandería con capacidad de una máquina de 1 y 2 productos, dispensadores para una máquina de medio a largo proceso de lavado, dispensadores para múltiples máquinas de lavado, sistemas de inyección química para máquinas de lavado de túnel / Lavadoras de batch continuo.



*Figura 6* Sistema Tunnel Express. Última tecnología para lavado industrial

Tomado de Google Chrome <http://www.knightequip.com/laundry.html> Septiembre de 2016

### **DEMAENG Dispensing Innovation**



*Figura 7* Máquinas de lavado DEMAENG

DEMA está en capacidad de proveer sistemas de lavado para grandes volúmenes comerciales e industriales de lavado, grandes o pequeñas instalaciones de lavandería comerciales e institucionales y sistemas lavado en el hogar, auto servicio y sistemas “coin-operated”. El sistema DEMA es diseñado para manejo virtual de cualquier lavandería, desde máquinas de menos de 45 Kg hasta máquinas que manejen cientos de libras al día. DEMA posee dispensadores para la mayoría de máquinas comerciales y su sistema incorpora un diseño modular para lograr variar el número y tamaños de bombas, productos químicos, lo que permite

manejar aplicaciones de diferentes volúmenes. Utiliza el diseño modular para la programación, almacenamiento y gestión de datos, lo que da flexibilidad superior y control de procesos.

Tiene un dispensador diseñado para cada diferente aplicación, como lavandería on-premise y comercial, lavandería industrial y central, lavandería para el hogar y de poco volumen.

Adicionalmente ofrece los módulos de programación y reporte, accesorios y partes.

Módulos remotos para programación del sistema, reportes, alarmas y selección de fórmulas.:  
Ofrece módulos de mano y de montaje en panel para programación, reporte y selección de fórmulas.



*Figura 8* Módulos de control remoto

Tomado de Google Chrome <http://www.demaeng.com/laundry> . Septiembre de 2016

### **3.1.8.3. Especificaciones técnicas del producto.**

#### **Especificaciones de funcionamiento.**

El sistema de suministro está basado en bombas peristálticas, las cuales son utilizadas para bombear gran variedad de productos, con la característica de que el producto no entra en contacto con ninguna de las partes de la bomba, haciéndola ideal para el manejo de productos de lavandería ya que estos contienen diversos componentes agresivos y oxidantes que deterioran la bomba. Las bombas peristálticas tienen la característica de entregar un flujo constante y es fácil

predecir cuándo éstos se están agotando. Estas bombas están impulsadas por motores a 24V DC con un corriente de consumo a plena carga de 5 amp. Max. Las máquinas para lavados más complejos requieren hasta un máximo de 8 productos de lavados distintos (Detergentes, Blanqueadoras, Neutralizantes, Suavizantes etc..) Por esta razón es necesaria la instalación de 8 bombas peristálticas de un chasis o caja elaborada de acero inoxidable. Esta caja además de albergar las 8 bombas deberá albergar la fuente con la capacidad necesaria para accionar los motores y además, en esta se incorpora la tarjeta de potencia, que está encargada de interpretar las señales lógicas y entregar una salida con las condiciones óptimas para el accionamiento del motor. Esta tarjeta además debe contar con una salida capaz de accionar electroválvulas, esta con el fin de dar paso a una corriente de agua que permite arrasar todos los productos y llevarlos a la maquina sin que queden residuos de estos en los ductos. Esta tarjeta requiere un cable de 15 hilos y será gobernada desde la tarjeta controladora o programador. Para lograr escuchar y entender la maquina lavadora hemos dispuesto de una tarjeta denominada trigger, Esta con una capacidad de entrada de hasta 6 señales, señales que pueden estar en el rango de 0 a 48 VC o desde 100 a 240VAC y entregar a su salida una señal lógica de 5V o 0V. Dependiendo marca o modelo de las maquinas lavadoras se harán uso de estas entradas. Por último y quien se encarga de gobernar el sistema se encuentra la tarjeta de control o Programador como lo denominaremos, Esta incorpora una SBC (Single Board Computer), se trata de una board de computador de tamaño 10x10 cm la cual cuenta con todas las características de un computador de escritorio (Puertos USB, RED, Serial, Monitor etc.) y corriendo sobre sistema operativo Windows CE 6.0, sistema operativo muy liviano desarrollado para dispositivos móviles y de bajo consumo. Este cuenta con un puerto de propósito general a través del cual escucharemos las señales de la maquina lavadora y enviaremos la activación de los distintos motores. Este programador cuenta con una aplicación

desarrollada para correr sobre Windows CE y de fácil manejo a través de su pantalla táctil, la cual además posee conexión a internet para la comunicación con el servidor. Y por último esta la plataforma web [www.laundry-one.com](http://www.laundry-one.com) donde los administradores realizan las tareas previas a la entrada en funcionamiento del sistema. Configuración de marcas, modelos capacidades etc. Y a través de estas mismas plataforma los clientes con su respectivo ID pueden ingresar a realizar consultas sobre lo concerniente a sus procesos de lavados.

### **Especificaciones de Montaje Físico.**

Como elemento primordial, se debe contar con una maquina lavadora sin importar tamaño, marca o modelo. Esta se debe encontrar completamente operativa. Para la alimentación eléctrica se requiere una toma de 110ac o 220ac cerca de la máquina. El propietario de la lavandería debe proveer un puerto de conexión a internet cerca a la toma eléctrica donde se pretende instalar los equipos. Es importante contar con una conexión a la red de agua en ½” con el fin de habilitar la opción de FLUSH y poder hacer más efectivo el sistema de dosificación. Para la instalación del cofre de las bombas se requiere un espacio en la pared en un área de 60x60 cm a max. 2 metros de altura, esta pared debe ser de material solido (ladrillo, concreto o bloque) capaz de soportar 50KG atreves de dos chazos. La tarjeta trigger que es la interface entre la máquina y nuestro sistema, será instalada cerca de la caja de sistema eléctrico de la máquina, se debe tener fácil acceso a esta, disponibilidad de las llaves si se requieren. Los cables de control que interconectar programador, trigger e interface, previo a la instalación se debe realizar una visita para determina su longitud y de esta manera mandar fabricarlos con el proveedor. Por Último el programador ah de ser instalado en la parte frontal de la maquina a través de cinta doble cara de alta resistencia (recomendamos 3M) o Velcro.

### **Especificaciones de ambiente de operación.**

El equipo está diseñado para operar en interiores, en sitios donde no estén en contacto con agua, detergente ni mucho menos de sustancias corrosivas. Es importante que el programador este en un ubicación donde los operarios tengan acceso de manera fácil, para visualizar o manipular la pantalla. Los productos de lavados llegan del fabricante Tecnoclean y deben ser remplazados por los operarios tan pronto como estos llegan a su final, estos productos vienen en presentación de 5 y 10 galones, se debe contar con acceso fácil al sitio donde estos permanecerán para cuando se requiere intercambio. La temperatura ambiente no debe ser superior a 45° Celsius. Para el caso de los sitios que poseen más de una máquina para realizar la instalación, se debe contar con un switch con puertos acorde a la cantidad de máquinas lavadoras, esto con el fin de brindar conexión a internet para todas la maquinas a través del único punto entregado por la lavandería. Los equipos están en capacidad de operar las 24 horas los 365 del año de forma continua.

### **Especificaciones de ambiente de gestión.**

La administración del sistema se puede realizar desde cualquier terminal que cuente con conexión a internet. La administración está basada en una plataforma web a la cual pueden ingresar clientes y administradores y desde allí poder realizar cambios acorde al perfil del usuario. No se requiere ningún software adicional ya que está orientado a servicios web, tan solo ingresando a la dirección [www.laundry-one.com](http://www.laundry-one.com). Podrá acceder a la administración remota.

De manera local a través del menú despegable en la pantalla táctil del programador los usuarios pueden acceder a la configuración y realizar algunos cambios básicos. En caso que exista una caída prolongada de internet a través de su puerto USB es posible realizar la carga de

los datos de configuración o también es posible exportar los datos e información de todos los procesos realizados, tan solo basta con conectar una memoria al puerto USB

#### **3.1.8.4. Especificaciones de calidad del producto.**

##### **Normativa técnica a cumplir**

El diseño, la terminología y la selección de los equipos electrónicos e instrumentos están en concordancia con la última emisión de los siguientes códigos y estándares, se usa la revisión más reciente a menos que se especifique lo contrario.

- Norma técnica Colombiana NTC-ISO 10012: Sistemas de gestión de la medición.  
Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
- Norma técnica Colombiana NTC –ISO 31000: Gestión del riesgo. Principios y directrices.
- Norma técnica Colombiana NTC 3275: Especificaciones para aisladores fabricados de materiales poliméricos.
- Norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 27001: Tecnología de la información.  
Técnicas de seguridad. Sistemas de gestión de la seguridad de la información (SGSI).  
Requisitos.
- Norma técnica Colombiana NTC 61439: Conjuntos de quipos de baja tensión.
- Norma técnica Colombiana NTC 2050: Código eléctrico Colombiano.
- Norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17050: Evaluación de la conformidad.  
Declaración de conformidad del proveedor.

- IPC J-STD-001xS Space Hardware Addendum: Space Applications Electronic Hardware Addendum for J-STD-001. The addendum MUST be used with the same version of the standard; e.g. 001CS with 001C, 001DS with 001D, 001ES with 001D
- IPC-HDBK-001: Handbook and Guide to the Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies.
- J-STD-609: Marking and Labeling of Components, PCBs and PCBAs to Identify Lead (Pb) Pb-Free and Other Attributes and Devices.
- IPC-A-610: Acceptability of Electronic Assemblies

Otros códigos y estándares no específicamente mencionados en el texto podrán ser utilizados para información general si se requiere

#### **3.1.8.5. Requerimientos legales**

Nos sometemos en todo a las leyes Colombianas que sean aplicables a aspectos laborales, de seguridad laboral, de seguridad social y salud en el trabajo, tributarios, de industria y comercio, de contratación, ambientales, etc.

Damos total cumplimiento a lo estipulado en las leyes 842 de 2003 y 51 de 1986 y a las normas que los modifiquen, sustituyan o adicionen, especialmente, a los requisitos que los profesionales deben cumplir para trabajar en Colombia.

- Código sustantivo del trabajo
- Ley 100: salud y seguridad social.

- Ley 842 de 2003: Por el cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.
- Ley 51 de 1986: Por la cual se reglamenta el ejercicio de las profesiones de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y profesiones afines y se dictan otras disposiciones.

### **3.1.8.6. Riesgos del proyecto**

#### **Identificación de riesgos**

Dentro de los riesgos previstos en el desarrollo del proyecto se encuentran los siguientes:

- Las Tarjetas SBC se traen directamente desde USA, podría afectarnos un aumento del dólar ya que la negociación está programada en pesos.
- Pedidos por encima de la capacidad de producción.
- Demoras en el tiempo de entrega por agotamiento de componentes en proveedores nacionales.
- Caídas en el servidor proporcionado por Tecnoclean.Certificados o permisos
- Licencias

#### **Gestión de los riesgos**

Las acciones de mitigación y contingencia para los riesgos del proyecto se describen a continuación respectivamente.

#### **Mitigación**

- Buscar un acuerdo con el proveedor para conseguir un crédito por un periodo en aras a que mejore la condición de precio del dólar.
- Tener un stock de equipos disponibles.
- Tener proveedores adicionales seleccionados de manera preventiva.
- Redireccionar el tráfico a un servidor temporal.

### **Contingencia**

- Proyectar la cantidad de unidades a solicitar por el cliente anualmente y solicitar al proveedor la cantidad necesaria para suplir estos pedidos por un año, analizando y comportamiento del dólar y aprovechar la fechas en la cual este se encuentra el valor presenta comportamiento bajos
  - Realizar un cronograma de las fechas y cantidades estimadas anualmente para así realizar la producción con tiempo suficiente para satisfacer las cantidades.
  - En base a un cronograma y una planeación de un estimado de equipos anual, realizar un pedido de los componentes con un proveedor internacional.
  - Solicitar a Tecnoclean que adicional al servidor propio se adquiriera un servicio de un tercero quien nos provea en caso de caída del servidor acceso a uno. Configuramos la plataforma web para que en el eventual caso que esto suceda se redirecciones automáticamente a este otro.

### **3.1.9. Ingeniería Conceptual.**

#### **Diagrama en bloques de la solución.**

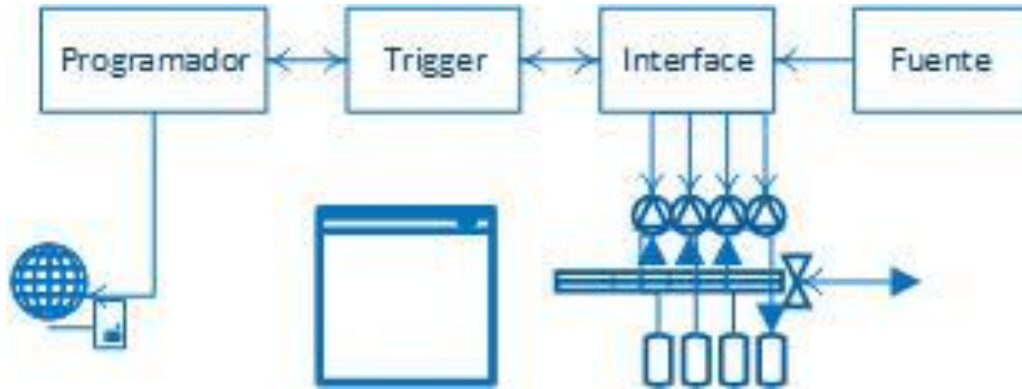


Figura 9 Diagrama la solución

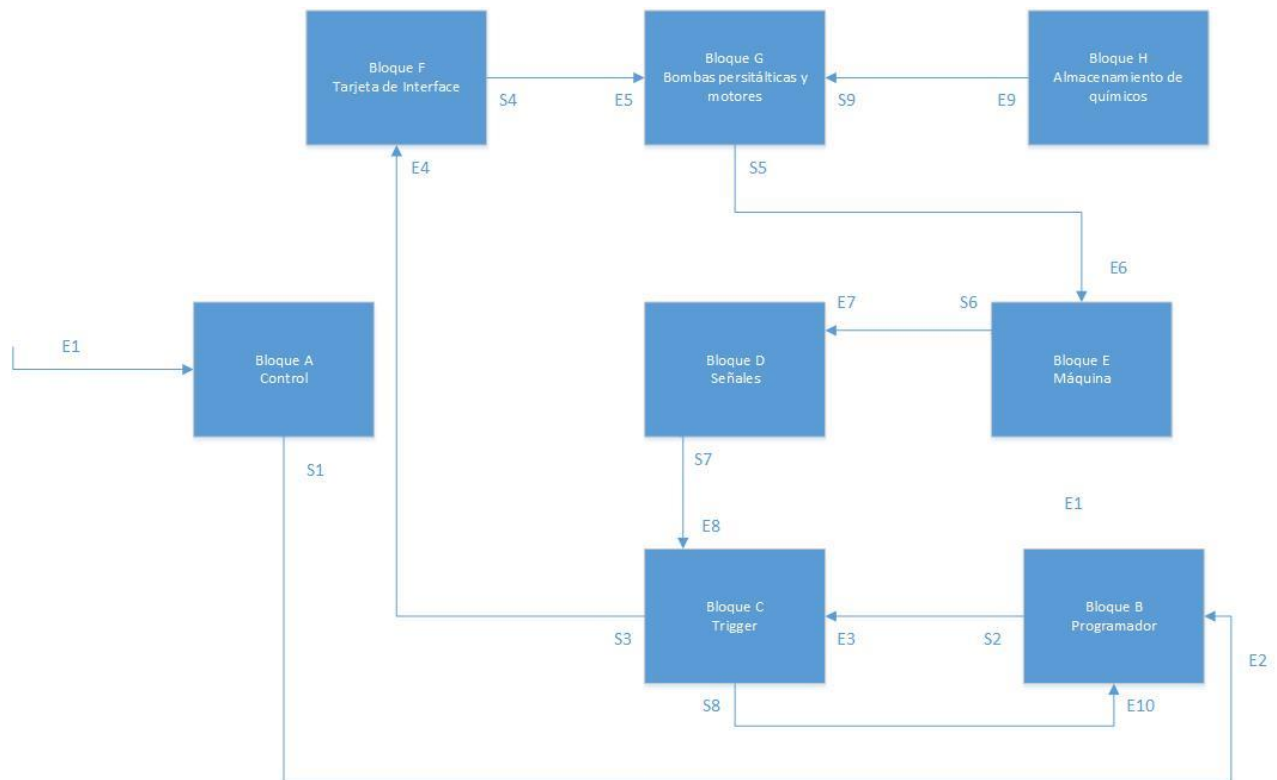


Figura 10 Diagrama en bloques de la solución

**Descripción de la solución.**

Las fórmulas requeridas por el cliente son subidas a la plataforma virtual, en la cual se puede designar cada máquina lavadora y el proceso de lavado que va a efectuarse.

Posteriormente la información requerida, es cargada por el operario a cada máquina lavadora

mediante el programador, el cual envía una señal a la tarjeta Trigger quien llevara dicha información a la tarjeta de interfaz que se encuentra dentro del cofre de las bombas peristálticas. Los motores de las bombas comienzan a actuar de acuerdo a la señal recibida y el producto químico comienza a fluir desde los contenedores hacia la lavadora. Luego del proceso descrito anteriormente la máquina lavadora emite señales que son convertidas a una señal digital y recibidas por la tarjeta Trigger, quién de nuevo enviará información a la interface y al programador.

**Diagrama de flujo de la solución.**

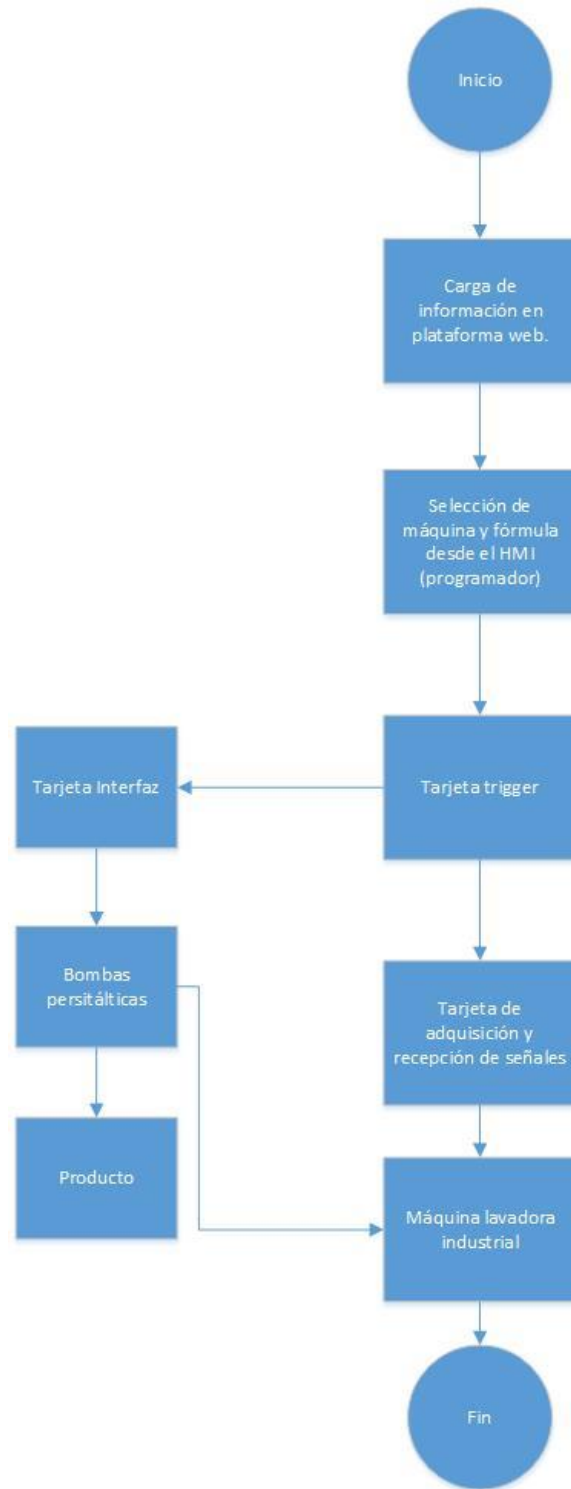


Figura 11 Diagrama de flujo de la solución

### 3.1.10. Ingeniería de detalle.

#### Diagramas, planos de la solución, Escogencia y listado de componentes.

#### Tarjeta Trigger

Compuesta por las siguientes etapas:

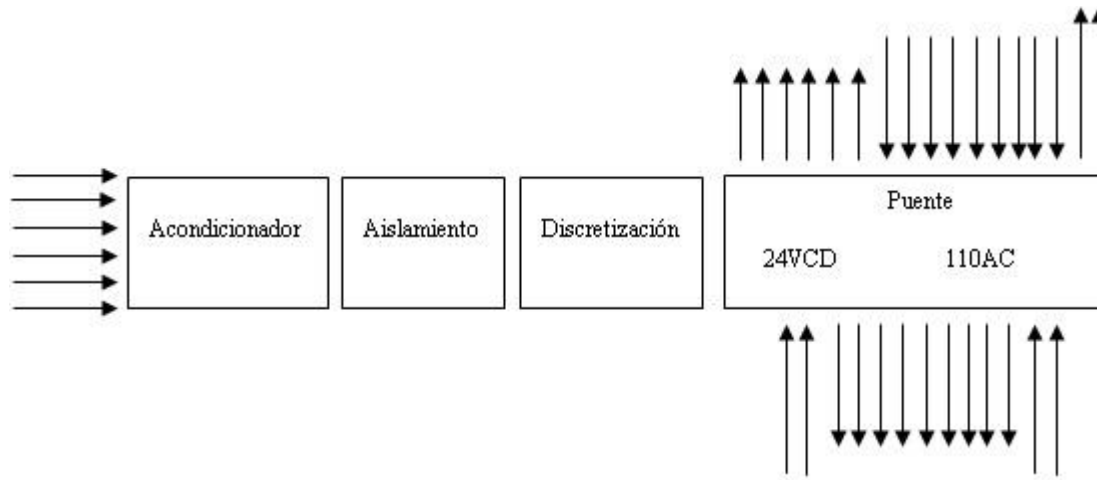


Figura 12 Tarjeta trigger

#### Acondicionamiento

Para la explicación de las diferentes etapas, describimos únicamente una, ya que al ser un sistema de 6 entradas las otras 5 son idénticas.

Etapa encargada de acondicionar las señales provenientes de la maquina lavadora, estas señales pueden estar en un rango entre 5 y 24 VDC o 9 y 220VAC, está compuesta por un diodo rectificador el cual se encarga de rectificar en el caso de ingresar una señal AC y entregar una señal rectificada (solo ciclo positivo), luego se encuentra una resistencia encargada de atenuar la señal para entregar a la siguiente etapa una señal del orden de los mili voltios hasta algunos voltios. Tenemos en paralelo a esta red un capacitor encargado de filtrar la componente AC y generar una señal continua.

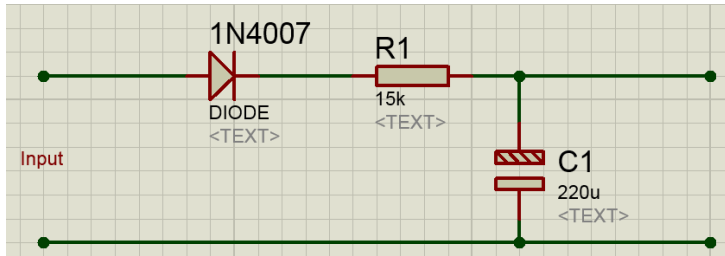


Figura 13 Acondicionamiento de señal

### Aislamiento

A fin de evitar daños o ingreso de ruidos a la unidad lógica, hemos dispuesto de una etapa aisladora, compuesta esencialmente por un opto transistor, con la característica de que en su base tiene un diodo de galio, diodo que puede estimular la base del opto transistor con apenas alguno milivoltios.

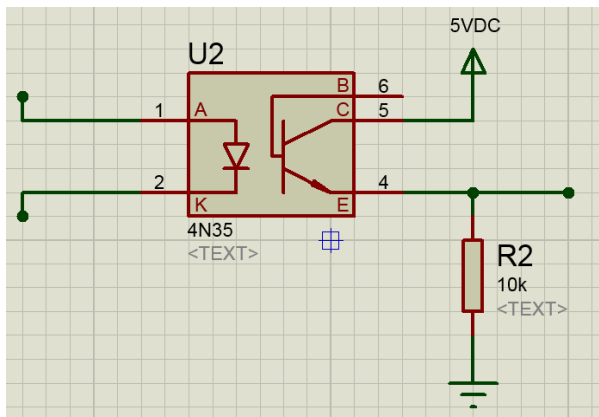
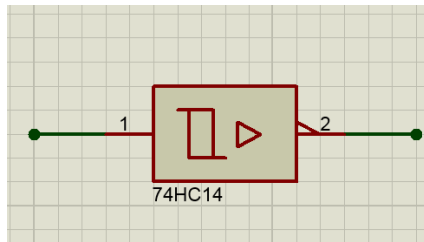


Figura 14 Diagrama de asilamiento

### Discretización

Una vez obtenemos la señal a la salida del opto transistor es necesario volverla totalmente digital, para esto hemos dispuesto un Smith triguer con el fin de mantener un nivel lógico a su salida a no ser que se perciba un cambio brusco en el opto transistor, esta

etapa nos entrega una señal 100% digital para ser ingresada en el microprocesador de la unidad lógica.



*Figura 15* Discretización

### **Puente**

El bloque de puente no tiene ninguna afectación a las señales ya digitalizadas de entrada solo se encarga de recibir las señales digitales provenientes de la unidad lógica (programador) para elevar su voltaje a 24 voltios DC y poder ser enviadas hasta la tarjeta de interface, que es la encargada de manejar la corriente de los motores. Esta etapa es necesaria ya que la distancia que se maneja desde la tarjeta trigger hasta la tarjeta interface puede estar en el orden desde los 5 metros hasta los 25 metros, distancia que para una señal digital de 5 voltios se vería bastante afectada por la impedancia del cable. Se ha dispuesto de opto transistores en configuración corte y saturacion para este propósito no solo con el fin de elevar el voltaje si no de tener un aislamiento con la etapa de potencia con el fin de evitar daños a la bloque lógico en el momento que ocurra problemas en la etapa de potencia. Esta tarjeta trigger también hace el puente a la alimentación 110 o 220 para llevarle la respectiva alimentación al programador.

Se dispone de una bornera desarmable de 8 puestos para el conexionado de las señales provenientes de la maquina lavadora. Para las conexiones hacia la unidad lógica (programador) y hacia la etapa de potencia (interface) se dispone de conectores tipo DB25 y DB15 respectivamente.

A continuación se observa el PCB de la tarjeta interface

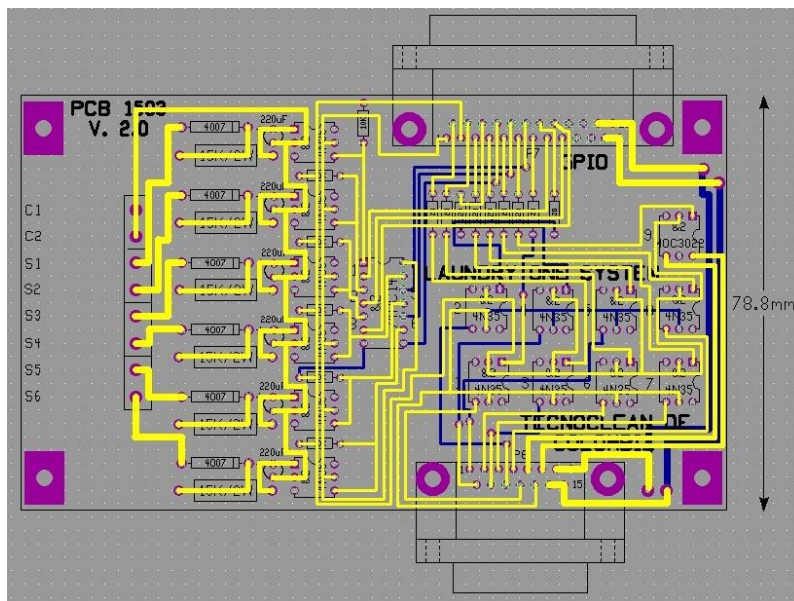


Figura 16 PCB de tarjeta de interface

### Tarjeta Interface

Esta tarjeta está compuesta por los siguientes bloques,

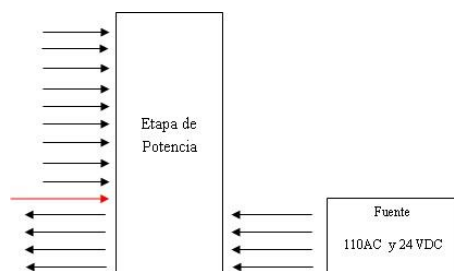


Figura 17 Bloques de tarjeta interface

La etapa de potencia está encargada de suministrar la corriente necesaria a los motores de las bombas peristálticas. Para dicho propósito utilizamos transistores con tecnología MOSFET. Entre las características más destacadas de este transistor encontramos que es capaz de manejar corrientes de hasta 50 Amperes ofreciendo una resistencia tan baja como 0,017 Ohms. Esto permite un régimen de trabajo extraordinario ya que trabajando al máximo de sus posibilidades no desarrollará una potencia mayor a los 45 Watts. Nada extraordinario para un generoso disipador que pueda irradiar el calor generado por semejante corriente circulando a través del dispositivo. Adicionalmente a la salida se cuenta con un diodo en polarización inversa con el único fin de proteger el circuito de las corrientes inversas generadas por los momentos de inercia del motor.

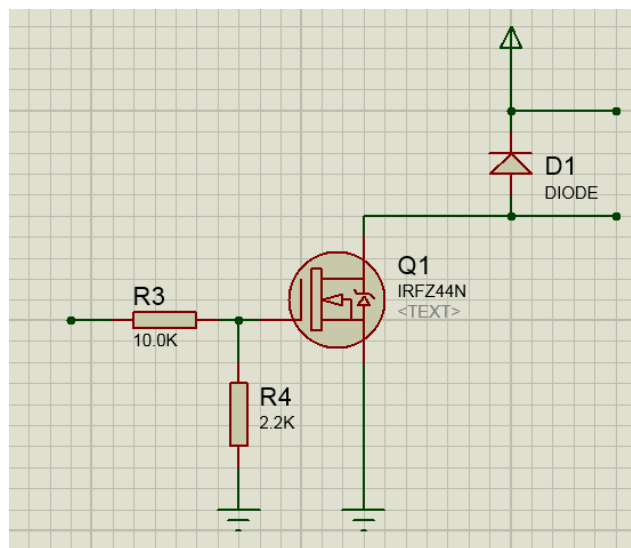


Figura 18 Etapa de potencia

### Programador

El programador está conformado por un sistema embebido SBC (single Board Computer). Del Fabricante FriendlyArm modelo mini 2451. Esta miniboar cuenta con arquitectura ARM y soporta sistemas operativos como LINUX, ANDROID o WINDOWS

CE, para nuestro propósito hemos utilizados el S.O. WIN CE 6.0. Las características técnicas de esta tarjeta se describen a continuación:

Dimensión: 100 x 100 mm

CPU: 400 mhz Samsung S3C2451 ARM926EJ (max freq. 533 mhz)

RAM: 128 MB, 16 bit Bus

Flash: up to 1GB NAND Flash

EEPROM: 256 Byte (I2C)

Ext. Memory: SD-Card socket

Puertos Seriales: 1x DB9 connector (RS232), total: 4x serial port connectors

USB: 1x USB-A Host 1.1, 1x miniusb Slave/OTG 2.0

Salidas de Audio: 3.5 mm stereo jack

Entradas de Audio: Condenser microphone

Ethernet: RJ-45 10/100M (DM9000)

RTC: Real Time Clock with battery (CR1220)

Beeper: PWM buzzer

Camara: 20 pin (2.0 mm) Camera interface

LCD Interface: 41 pin connector for friendlyarm Displays and VGA Board

Entradas de Usuario: 4x push buttons and 1x A/D pot

Salidas de usuario: 4x leds

Expansion: 40 pin System Bus, 34 pin GPIO (2.0 mm)

Debug: 10 pin JTAG (2.0 mm)

Power: regulated 5V



*Figura 19* Tarjeta para programador

Esta tarjeta cuenta con un puerto de 40 Pines de propósito general, cuyos pines son destinados para la entrada de señales desde provenientes del trigger y salida de señales hacia las bombas. Debido al reducido tamaño de esta tarjeta este puerto de propósito general viene en un tamaño mini ribbon.

Con el fin de facilitar las conexiones con los demás módulos se ha dispuesto de un conversor de mini ribbon a DDB25. Además de presentar el puerto DB25 al exterior del cofre donde estará alojada esta tarjeta, también quedan expuestos al exterior del cofre los puertos USB y Ethernet. Puertos necesarios para el aprovisionamiento del sistema.

A través del puerto DB25 también se recibe la señal de alimentación 11VAC o 220VAC.

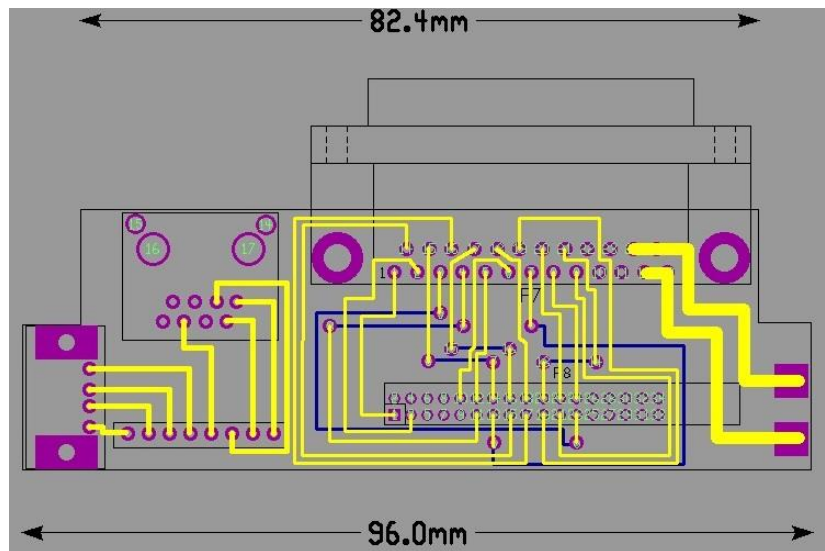


Figura 20 Conexiones mini ribbon

### 3.1.11. Factibilidad técnica del proyecto.

De acuerdo a la evaluación de la factibilidad técnica que se tiene del proyecto, se obtuvo como resultado que no se prevén complicaciones significativas, ya que el alcance del proyecto y la forma en la cual se va a ejecutar está de acuerdo a las normas exigidas por la ingeniería y están tecnológicamente a la altura de compañías multinacionales que tienen por objeto el mismo descrito en este proyecto. Se cuenta con el conocimiento de ingenieros expertos en el tema, además con suministros de calidad y con la infraestructura necesaria para la implementación de un sistema de control de dosificación de químicos en diferentes lavadoras industriales. Por lo descrito anteriormente, por el alcance del proyecto y gracias al proceso organizado en el que se desarrolla, se determina que es factible, tanto técnica como económicamente.

### 3.2. Implementación de la solución

#### 3.2.1. La procura.

##### Proveedores, compras.

Tabla 3 *Proveedores*

<b>Empresa</b>	<b>Producto</b>	<b>Precio</b>
Andahammer	Single BoardComputer (SBC)	USD 90 c/u
Micro Led PC	Fabricación de impresos y Ensamble de tarjetas (Tarjeta trigger, tarjeta interface y tarjeta de puertos para programador)	COP 40.000 set x3 tarjetas para un sistema.
Semiconductores	Componentes electrónicos y cables	COP 85.000 elementos para cada set x 3 tarjetas de un sistema.
Cruz &Cia.	Cajas y logos en policarbonato. Ensamble de tarjetas en encerramiento.	COP 35.000 c/u
Cables y Accesorios Ltda.	Cable DB15	COP 25.000-60.000 de acuerdo a la longitud
Cables y Accesorios Ltda.	Cable DB25	COP 25.000-60.000 de acuerdo a la longitud
Indusolda	Cofre en acero inoxidable	COP 350.000
Tecnoclean	Bombas peristálticas con motor 24 Vdc	COP 180.000
Tecnoclean	Manguera x metro	COP 2.500
Ferreteria La Esquina	Accesorios menores ( chazos, tornillos, amarres, prensacables, enchufes, conectores, etc)	COP 30.000 por sistema.

#### Flujograma, cronograma de la procura

Tabla 4 *Tareas de la procura*

<b>Secuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Precedencia</b>
A	<i>Evaluación técnica y económica</i>	<i>1 semana</i>	--
B	<i>Selección de mejor proveedor y generación de orden de compra</i>	<i>1 semana</i>	A
C	<i>Seguimiento a compra y envío de los suministros.</i>	<i>2 semanas.</i>	A,B
D	<i>Coordinación de materiales</i>	<i>1 semanas</i>	B y C
E	<i>Inspección</i>	<i>1 semana</i>	D

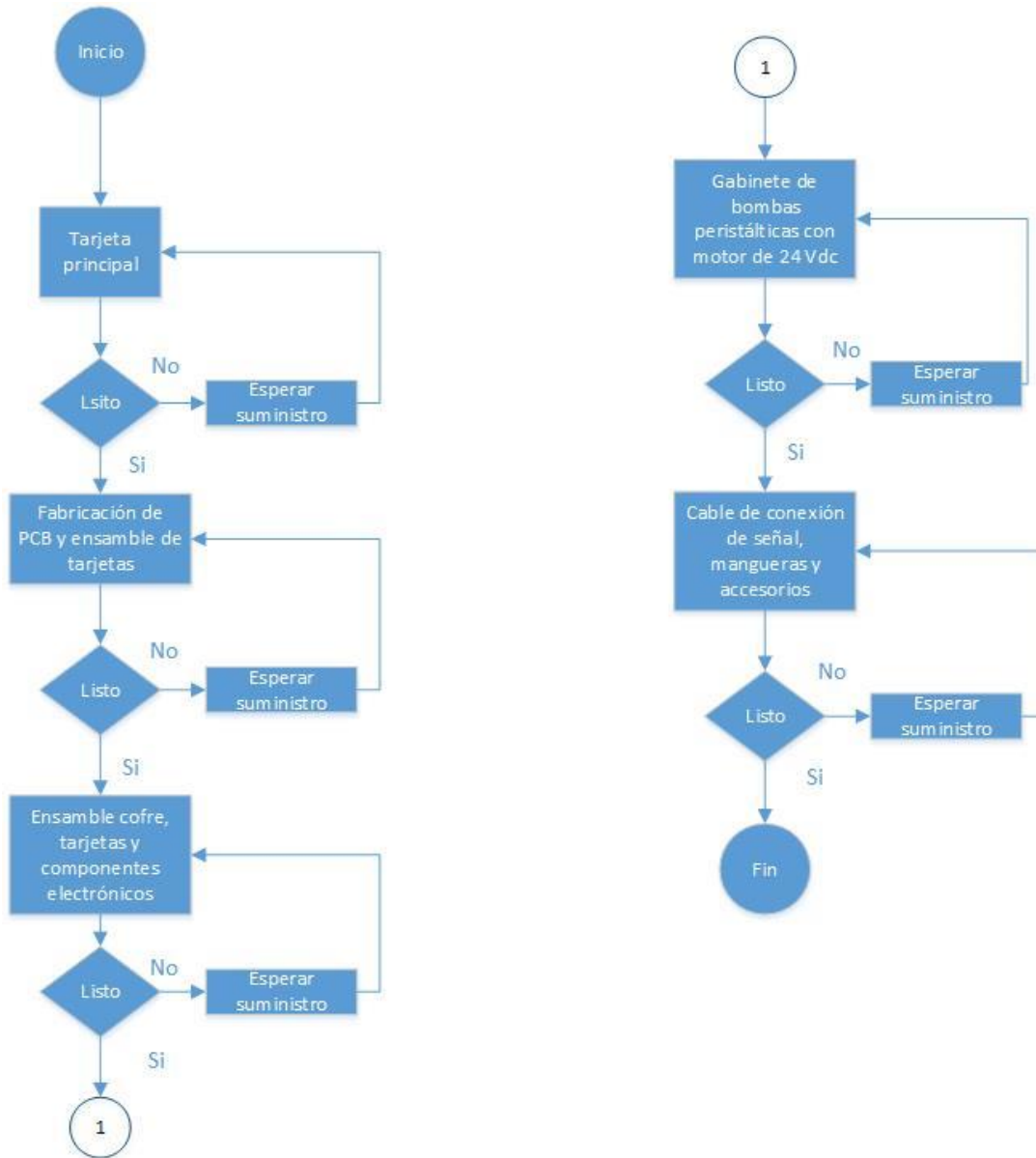


Figura 21 Diagrama procura

**Transporte y localización**

EL VENDEDOR se compromete a empacar adecuadamente las partes del sistema y sus accesorios para protegerlos durante el transporte al sitio de instalación, durante el almacenamiento previo a su instalación y para su manejo en el sitio de la obra.

En el evento de que hubiese algún daño en el material o equipo transportado, EL VENDEDOR deberá reparar el daño y asumir todos los costos, incluyendo los de transporte, aún en el caso de que la compañía de seguros se niegue a reconocer tales costos.

Las cajas que contienen partes o componentes enviadas al sitio de instalación deberán contener un rotulo o marbete con la siguiente información:

- Nombre del cliente.
- Nombre del proyecto.
- Descripción del contenido.
- Destino.
- Número de la orden de compra.
- Lugar de origen.
- Fecha de embarque.
- Nombre del VENDEDOR.
- Dimensiones globales del embalaje (alto, largo, ancho).
- Peso bruto.

### **3.2.2. Precommissioning.**

#### **Diagrama arquitectónico y localización de equipos**

La distribución del parque de lavadoras siendo responsabilidad del cliente, se puede evidenciar en la figura mostrada a continuación.

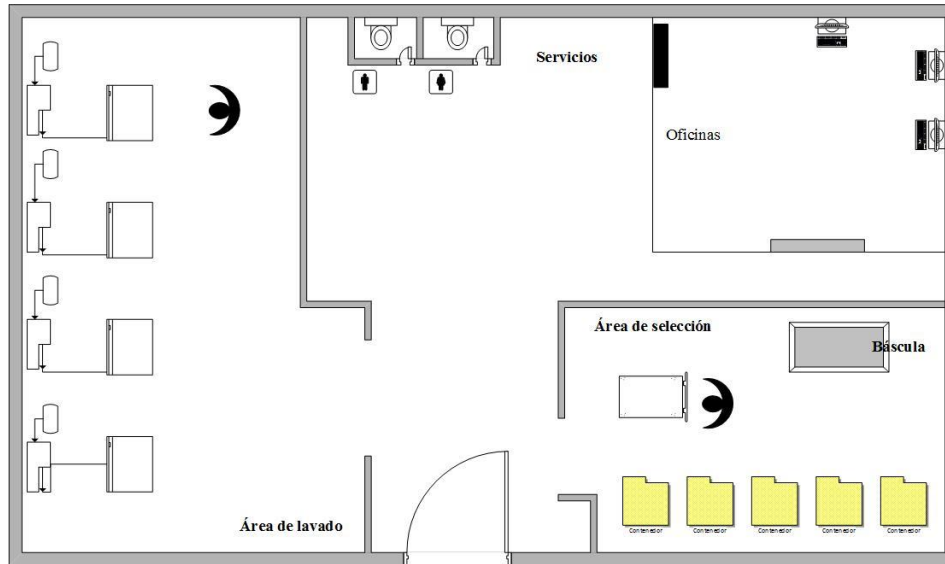


Figura 22 Plano arquitectura

Es responsabilidad del vendedor realizar una prueba de los equipos ofertadas antes de realizar la respectiva instalación.

Todos los equipos electrónicos que hacen parte del sistema debe ser ensamblados, potenciado y configurado para los requerimientos del trabajo y debe soportar una prueba funcional completa de todos sus puertos de entradas y salidas, puertos de comunicaciones e interfaces hombre maquina (pantallas, táctiles etc).

Pruebas de aceptación en fabrica (FAT): EL VENDEDOR debe probar y demostrar la integridad funcional del sistema y registrarlo en los protocolos de pruebas FAT correspondientes (desarrollados por EL VENDEDOR). Ningún material será enviado al sitio hasta completar satisfactoriamente todas las pruebas requeridas. Esta prueba se desarrolla para verificar:

- El sistema en conjunto y sus componentes operan adecuadamente.
- Fabricación, ensamble y configuración han sido hechas en su totalidad y correctamente, y que el desempeño del sistema cumple con las especificaciones requeridas.

Los protocolos de pruebas serán desarrollados por el vendedor y contarán con el visto bueno de TecnoClean. EL objetivo de estos protocolos es hacer una prueba funcional al 100% de los equipos en las cuales se deben contemplar como mínimo la realización de las siguientes pruebas.

- Carga exitosa del sistema operativo y aplicación.
- Funcionamiento de pantalla táctil.
- Verificación y configuración de fecha y hora del sistema operativo
- Validación y configuración de la dirección MAC
- Prueba de conexión a internet y validación de conexión con el servidor remoto
- Prueba de Puerto USB
- Validación de todas las señales de entrada, estimulando señales de 100 y 220 VAC
- Verificación de todas las señales de salida, activando cargas con consumo equivalentes al de los motores de las bombas peristálticas a plena carga.
- Verificación de electroválvula de FLUSH.
- Simulación de un proceso de lavado verificando que toda la información está siendo reportada al servidor WEB.
- Verificación de acabados, cajas marcadas, conectores con sistema de aseguramiento.

Los formatos de protocolos de verificación y pruebas serán enviados con 15 días de anticipación a TecnoClean de Colombia y este contará con 3 días para la aprobación de este.

Las pruebas serán realizadas en el sitio convenido con TecnoClean de Colombia dentro de la ciudad de Bogotá. Durante las pruebas el vendedor debe tener disponible personal calificado y

equipos, herramientas e instrumentos que puedan llegar a requerirse para resolver cualquier problema que se identifique o presente durante la realización de las pruebas.

### **3.2.3. Adecuación.**

Es necesario que con 15 días de anticipación al envío de los equipos a los sitios establecidos por TecnoClean de Colombia, se realice un visita al sitio por parte del personal que realizara la instalación para verificar levantar material fotográfico y dar instrucciones al personal de planta acerca de los requerimientos y ubicaciones de los equipos.

Para el montaje de los equipos es necesario que la lavandería proporcione lo siguiente.

Un punto eléctrico: Toma corriente para la alimentación de los equipos, esta puede ser a 110 VAC o 220VAC con su respectivo sistema de protección de tierra. El consumo a plena carga del sistema no es superior a los 2 Amp.

Un punto hidráulico: Toma de agua de 1/2" con el fin de habilitar la función FLUSH del sistema.

Un punto de internet: Se requiere un puerto Ethernet con conexión a internet con una velocidad de transferencia no inferior a 1Mbps. En el caso de que se requiera la instalación de varios equipos para varias maquinas lavadoras, se requiere un SWITCH Ethernet con capacidad de puertos acorde a la cantidad de maquinas lavadoras dispuestas a instalar dicho sistema. Dicha conexión debe ser libre de autenticaciones o password y debe estar habilitado el servidor DHCP para la asignación de direcciones IP al sistema Laundry One.

Una vez realizada esta visita previa a la instalación, se queda a la espera de la confirmación por parte de TecnoClean de Colombia de que ya se encuentran disponibles estos tres requisitos.

En lo posible esta confirmación deberá realizarse por medio electrónico adjuntando material fotográfico indicando los puntos eléctricos, hidráulico t de redes instaladas.

Es responsabilidad de TecnoClean de Colombia el trámite de los permisos de ingreso y de trabajo a las instalaciones de las lavanderías asignadas con anticipación para evitar contratiempos al momento de ingresar a realizar la visita o el montaje de los equipos.

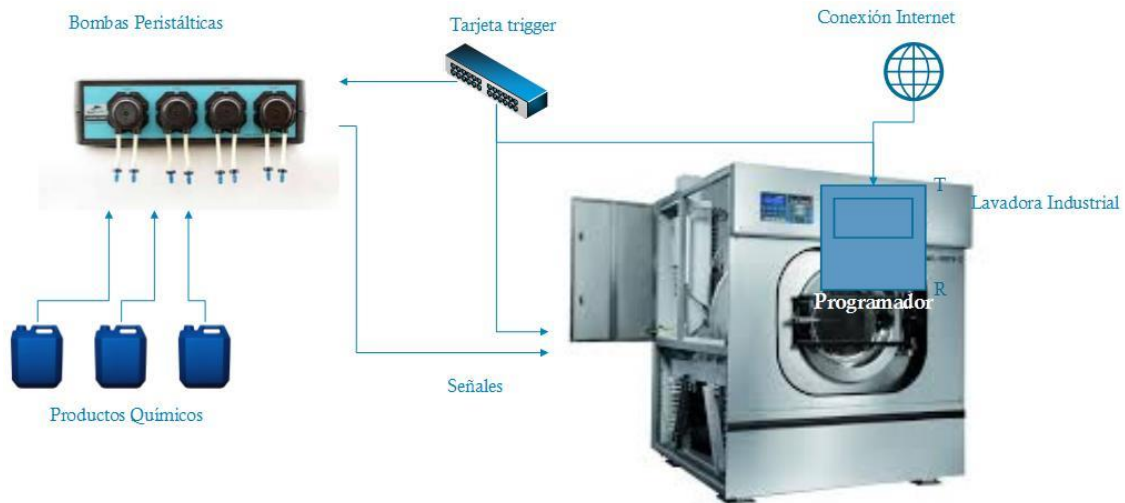


Figura 23 Conexiones de proceso

Imágenes tomadas de Google Chrome, Alibaba.com y acuamundi.es, Septiembre de 2016

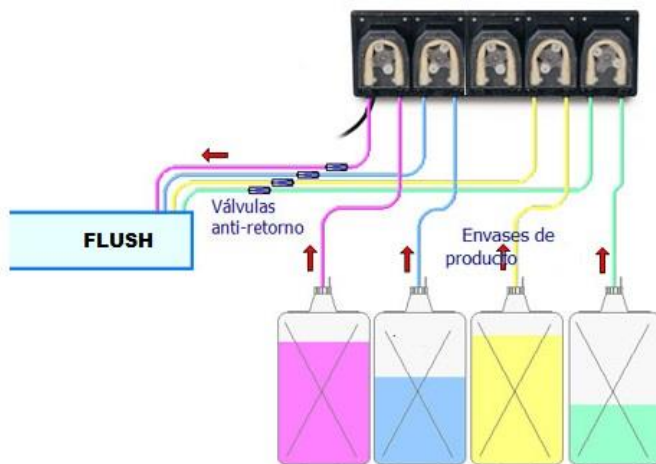


Figura 24 Conexiones a bombas

### **Flujograma, cronograma de la procura**

El alcance del proyecto no contempla la adecuación.

### **Especificaciones y requerimientos a los contratistas**

El personal técnico asignado al ingreso a la lavandería deberá como elementos de protección industrial deberá vestir overol color azul, botas de material dieléctrico, gafas de protección, tapabocas y tapa oídos, además deberá portar el carnet que lo identifica como contratista. Es necesario que el personal que se asigne para el ingreso a las lavanderías porte en medio físico la planilla con el último pago a la seguridad social.

Para el momento de la visita previa a la instalación se debe contar con una cámara fotográfica con una resolución superior a 12 mega pixeles para el levantamiento fotográfico. Además se debe diligenciar la planilla de visita previa en la cual se hace un diagrama a mano con la distribución y ubicación de los puntos requeridos para la instalación. Modelos de la maquina lavadora, capacidad, consumo de agua por kilo, formulas de lavado, productos. Es muy importante que se realice la medición de la longitud de los cables requeridos; el DB25 (Entre programador y triguer)y DB15 (entre triguer y cofre de bombas), estos cables serán fabricados por el vendedor y enviados junto a los equipos.

La Planilla de visita deberá estar en original y copia, una vez terminada la visita se realiza se debe realizar la respectiva firma de aceptación por parte del personal de la lavandería. Es necesario que el personal estime el tiempo necesario para la adecuación de estos puntos y quede consignado en dicha planilla.

Para el momento de la instalación el personal debe acudir al sitio con toda la herramienta necesaria para la instalación de los equipos, estos son.

Taladro con su respectivo set de brocas.

Set de destornilladores.

Hombre solo, Llave de tubo.

Cautín con estaño y pomada.

Amarres plásticos, cinta aislante, velcro 3M.

Cable UTP , Conectores RJ45 y ponchadora.

Milímetro.

Computador Portátil con memoria SD.

Una vez terminada la instalación por parte del personal técnico se debe recoger todos los elementos de sobra y la herramienta.

### 3.2.4. Montaje

Para la instalación del cofre de bombas se requiere la perforación de la pared con broca de 3/8" para la instalación de los chazos que soportaran dicho cofre. La parte posterior del cofre cuenta con las respectivas perforaciones de fábrica para la instalación de estos tornillos de sujeción.



*Figura 25* Gabinete bombas peristálticas y conexión a interfaz

La instalación del programador se realizara en la parte frontal de la maquina y en el punto acordado con el personal de la lavandería, utilizando para este fin cinta doble cara de alta resistencia preferiblemente de la marca 3M. Se debe realizar limpieza de las superficies que estarán en contacto con la cinta con un limpiador o desengrasante.



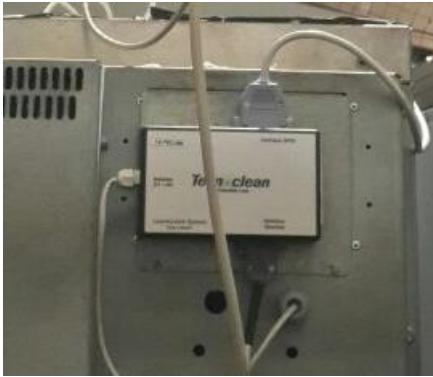
Figura 26 Instalación de programador



Figura 27 Instalación de programador y cable de señal

El montaje de trigger debe realizarse en el sitio más cercano a donde se encuentre el sistema eléctrico de la maquina, generalmente se encuentran en la parte trasera de las maquinas lavadora o en uno de los costados. Es indispensable que la ubicación de este modulo no quede expuesto al contacto de agua o productos químicos ya que estas maquinas cuando sobrepasan un nivel especifico liberan el exceso a través de un compartimiento que por lo general se encuentra en la

parte superior trasera. La instalación del trigger debe realizarse de la misma manera que el programador, utilizando cinta doble cara.



*Figura 28* Tarjeta Trigger y cables de señal

Una vez montados los diferentes módulos se debe proceder a la interconexión de estos a través de los cables

DB15 y DB25. Dichos cables una vez conectados a los módulos se debe realizar el aseguramiento con los tornillos dispuestos en el conector evitando así que por efectos de la vibración estos pueden desconectarse. Los cables deben quedar respectivamente asegurados a la maquina con la utilización de amarres plásticos.

Una vez instalados los equipos eléctricos y electrónicos se realiza la conexión de mangueras desde los recipientes de producto (garrafones o canecas) hasta las bombas y desde las bombas hasta la maquina lavadora. Estas mangueras se instalan a presión pero se debe utilizar amarre plástico para asegurar esta conexión.



*Figura 29* Contenedores de productos químicos

Una vez terminado el montaje se debe verificar que el sistema inicia por completo y que el programador cuenta con internet antes de proceder con las pruebas.

### **Flujograma y cronograma para el montaje**

#### **Tareas del montaje**

*Tabla 5 Tareas de montaje,*

Las actividades del montaje están descritas para una maquina, el proyecto contempla la instalación del sistema para 300 maquinas

<b>Secuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Precedencia</b>
A	Visita al sitio	1 día	-
B	Evaluación técnica de instalación	13 días	A
C	Aceptación de la propuesta de instalación	10 días	B
D	Instalación de requerimientos por parte del cliente (Agua, Energía , Internet)	8 días	C
E	Envío equipos al sitio de instalación	2 días	C
F	Instalación y montajes	12.5 días	D,E
G	Verificación de encendido.	2 días	F
H	Pruebas básicas.	2 días	F,G



Figura 30 Diagrama de flujo montaje

### 3.2.5. Arranque.

#### Flujograma y cronograma para el arranque

#### Tareas Arranque

Tabla 6 Tareas de *arranque*

Las actividades del arranque están descritas para una maquina, el proyecto contempla la instalación del sistema para 300 maquinas

<b>Secuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Precedencia</b>
A	<i>Ingreso de parámetros en servidor WEB</i>	<i>3 horas</i>	--
B	<i>Configuración básica en programador local y descarga de datos</i>	<i>1 hora</i>	A
C	<i>Test de pruebas de periféricos</i>	<i>1 hora</i>	A,B
D	<i>Calibración de todas las bombas frente a recipiente aforado</i>	<i>1 hora</i>	C
E	<i>Simular un proceso de lavado con maquina en vacio.</i>	<i>1 Hora</i>	C,E
F	<i>Prueba en de varias formulas de lavado con maquina totalmente cargada.</i>	<i>3 horas</i>	A,B,C,D

Previo al proceso de arranque se debe haber configurado todos los parámetros de IDs, Modelos de la maquina lavadora, capacidad, consumo de agua por kilo, formulas de lavado, productos, costos de productos en la plataforma WEB.

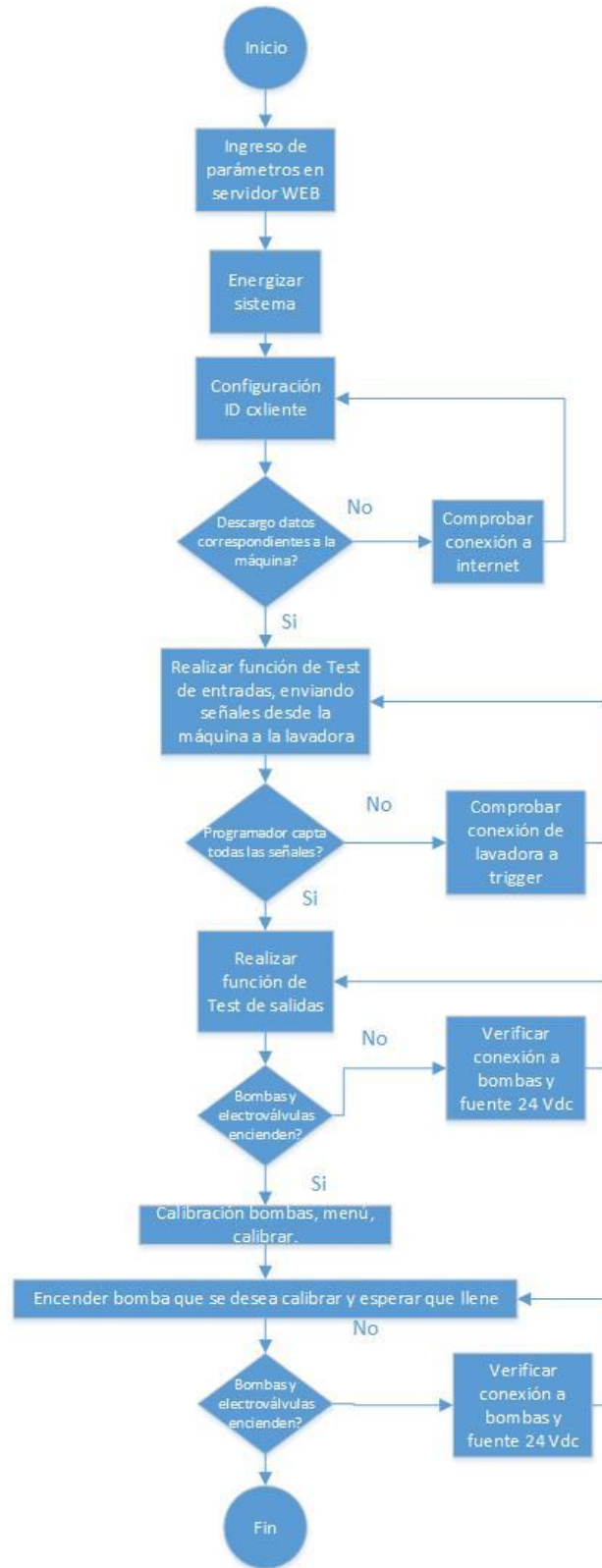


Figura 31 Diagrama de flujo de arranque

### 3.2.6. Puesta en servicio.

#### Flujograma para la Puesta en servicio.

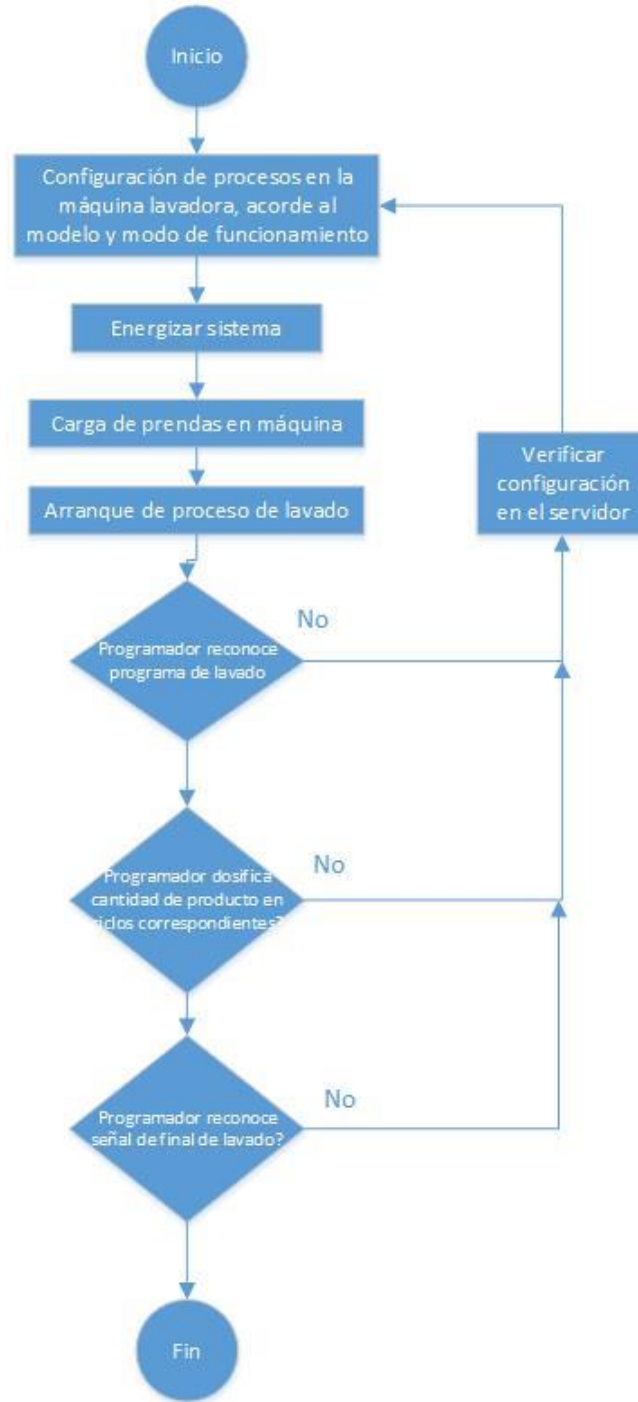


Figura 32 Diagrama de flujo de puesta en servicio

**3.2.7. Inicio de la operación.**

**3.2.8. Entrega**

**3.3. Recursos para implementar el proyecto**

**3.3.1. Organigrama del proyecto.**

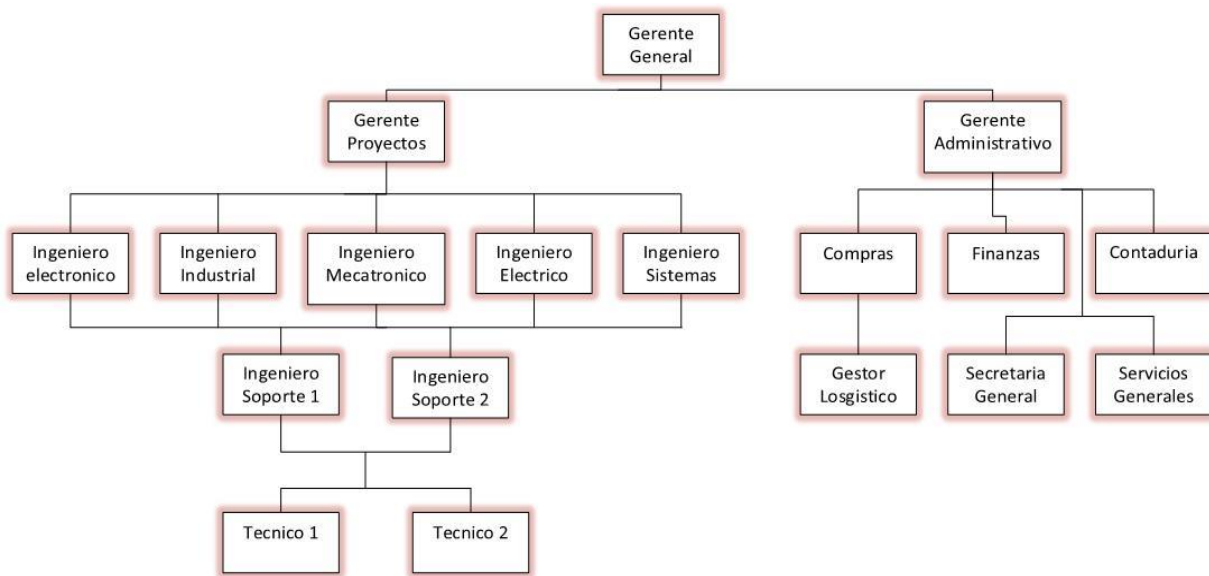


Figura 33 Organigrama del proyecto y estructura administrativa

**3.3.2. Tabla de recursos**

Tabla 7 Recursos para caso de negocio y desarrollo de producto

Tareas nivel 4	Caso de negocio, ingeniería conceptual, básica, de detalle y diseño industrial.	
Recurso	Nombre	Cantidad
Responsable	Gerente de proyecto	1
Personal	Ingeniero Industrial	1
	Ingeniero de soporte_2	1
	Ingeniero mecatrónico	1
	Ingeniero Electrónico	1

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Caso de negocio, ingeniería conceptual, básica, de detalle y diseño industrial.</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	Ingeniero de sistemas	1
	Técnico 2	1
Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	7

Tabla 8 *Recursos para la procura*

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Procura</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
Responsable	Gerente de proyecto	1
Personal	Gestor logístico	1
	Técnico 2	1
	Coordinador de compras	1
Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	5

Tabla 9 *Recursos para la implementación*

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Implementación</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
Responsable	Gerente de proyecto	1
Personal	Gestor logístico	1
	Técnico 1	1
Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	3
Proveedores	PCB y ensamble electrónico	1
	Proveedor tarjetas	1

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Implementación</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	importación	
	Proveedor gabinete y ensamble final	1

Tabla 10 Recursos para el montaje y la instalación

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Montaje e Instalación</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
Responsable	Gerente de proyecto	1
Personal	Ingeniero eléctrico	1
	Ingeniero mecatrónico	1
	Ingeniero de soporte	1
	Gestor logístico	1
	Técnico 1	1
	Técnico 2	1
Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	7
	Taladro con set de brocas	1
	Set de destornilladores	1
	Hombre solo	1
	Llave de tubo	1
	Ponchadora RJ45	1
	Cautín con estaño y pomada	1
	Multímetro	1
	Overoles	1
	Botas	2
Proveedores	Proveedor bombas	1

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Montaje e Instalación</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	peristálticas y ,motores	
	Proveedor cofre en acero inox	1
	Proveedor cables de comunicación	1
	Proveedor mangueras	1

Tabla 11 *Recursos para la entrega*

<b>Tareas nivel 4</b>	<b>Entrega</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
Responsable	Gerente de proyecto	1
Personal	Ingeniero mecatrónico	1
	Ingeniero de soporte	1
	Técnico 1	1
Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	4

### 3.4. Planificación de costos del proyecto

Tabla 12 *Costos de conceptualización, diseño y desarrollo de la solución*

	<b>Tarea</b>	<b>Caso de negocio, ingeniería conceptual, básica, de detalle y diseño industrial.</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Recurso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Duración (horas)</b>	<b>Costo (horas)</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Costos variables directos</b>	Responsable	Gerente de proyecto	1	400	20.000	8.000.000
	Personal	Ingeniero Industrial	1	146,67	10.000	1.466.700
		Ingeniero de soporte_2	1	168	13.500	2.268.000
		Ingeniero mecatrónico	1	240	15.000	3.600.000

	Tarea	Caso de negocio, ingeniería conceptual, básica, de detalle y diseño industrial.				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
		Ingeniero Electrónico	1	282	20.000	5.653.400
		Ingeniero de sistemas	1	120	13.000	1.560.000
		Técnico 2	1	40	6.000	240.000
<b>Costos por uso de activos</b>	Equipos (uso de activos)	Computadores personales	7	180	556	700.560
					<b>Total</b>	<b>\$23.488.660</b>

Tabla 13 *Costos Procura*

	Tarea	Procura				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
<b>Costos variables directos</b>	Responsable	Gerente de proyecto	1	400	20.000	8.000.000
	Personal	Gestor logístico	1	200	5.000	1.000.000
		Técnico 2	1	200	6.000	1.200.000
		Coordinador de compras	1	666,67	8.000	5.333.360
<b>Costos por uso de activos</b>	Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	5	180	556	500.400
					<b>Total</b>	<b>\$16.033.760</b>

Tabla 14 *Costos para la implementación*

	Tarea	Implementación				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
<b>Costos variables</b>	Responsable	Gerente de proyecto	1	184	20.000	3.680.000
	Personal	Gestor logístico	1	160	5.000	800.000

	Tarea	Implementación				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
directos		Técnico 1	1	64	6.000	384.000
Costos por uso de activos	Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	3	180	556	300.240
Costos Fijos	Entregables	PCB y ensamble electrónico	300	-	500.000	150.000.000
		Tarjetas importación	300	-	640.000	192.000.000
		Gabinete y ensamble final	300	-	500.000	150.000.000
					Total	\$492.684.240

Tabla 15 Costos montaje e instalación

	Tarea	Montaje e Instalación				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
Costos variables directos	Responsable	Gerente de proyecto	1	600	20.000	12.000.000
	Personal	Ingeniero eléctrico	1	1200	15.000	18.000.000
		Ingeniero mecatrónico	1	900	15.000	13.500.000
		Ingeniero de soporte	1	1500	13.500	20.250.000
		Gestor logístico	1	300	5.000	1.500.000
		Técnico 1	1	2400	6.000	14.400.000
		Técnico 2	1	2400	6.000	14.400.000
Costos por uso de activos	Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	7	180	556	700.560
		Taladro con set de brocas	1	-	230.000	230.000
		Set de destornilladores	1	-	45.000	45.000
		Hombre solo	1	-	32.000	32.000
		Llave de tubo	1	-	28.000	28.000

	Tarea	Montaje e Instalación				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
		Ponchadora RJ45	1	-	60.000	60.000
		Cautín con estaño y pomada	1	-	60.000	60.000
		Multímetro	1	-	150.000	150.000
		Overoles	1	-	110.000	110.000
		Botas	2	-	90.000	180.000
<b>Costos Fijos</b>	Entregables	Bombas peristálticas y ,motores	2400	-	504.000.000	504.000.000
		Cofre en acero inox	300	-	60.000.000	60.000.000
		Cables de comunicación	600	-	15.000.000	15.000.000
		Mangueras	2400	-	9.000.000	9.000.000
<b>Total</b>						<b>\$833.645.560</b>

Tabla 16 *Costos de entrega general del proyecto*

	Tarea	Entrega				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
<b>Costos variables directos</b>	Responsable	Gerente de proyecto	1	33.66	20.000	673.200
	Personal	Ingeniero mecatrónico	1	16	15.000	240.000
		Ingeniero de soporte	1	16	13.500	216.000
		Técnico 1	1	16	6.000	96.000
<b>Costos por uso de activos</b>	Equipos (uso de activos)	Computadores personales con SW licenciado	4	180	556	400.320
<b>Costos Fijos</b>	Entregables	Sistema integrado, documentación e informe técnico de las pruebas y correcta operación al sistema	1	-	-	3.000.000

	Tarea	Entrega				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (horas)	Costo (horas)	Costo Total
				Total		\$4.625.520

### 3.5. Costos del proyecto

Tabla 17 *Costo del proyecto*

Actividad	Costo
Costos directos	\$ 140.397.740
Costos fijos	\$ 1.083.000.000
<b>Costos del Proyecto</b>	<b>\$ 1.223.397.740</b>

Tabla 18 *Sobrecosto administración (overhead)*

Actividad	Costo
Overhead	\$ 244.679.548

### 3.6. Precio de venta del proyecto (público)

Tabla 19 *Precio de venta del proyecto al público*

Actividad	Costo
Costos del proyecto	\$ 1.223.397.740
Overhead	\$ 244.679.548
Costo de venta	\$ 1.468.077.288
Utilidad (30%)	\$ 440.423.186
Precio de venta mínimo	\$ 1.908.500.474
Margen de negociación (10%)	\$ 190.850.047
<b>Precio de venta</b>	<b>\$ 1.717.650.427</b>

### **3.7. Evaluación económica del proyecto**

La presentación de la solución dada por este proyecto es atractiva financieramente, además de los tiempos en los se demora este en realizarse, ya que comparado con otras empresas los tiempos de entrega que se manejan y los costos están mejorados aproximadamente un 50%. El dinero que se invertirá generará una utilidad inicial del 30% , lo que es una suma significativa y deja ganancias importantes para la empresa. En caso de que se requiera un descuento, se podrá realizar máximo del 10%, lo cual deja una utilidad del 20%, suma que también es de importancia para las ganancias de la empresa. Este proyecto dará al cliente una optimización de recursos y tiempos en un mediano plazo.

### **4. Discusión**

El proyecto se destaca ya que se tiene la aprobación por parte del cliente y este a satisfacción invertirá en la automatización de 300 máquinas lavadoras, según lo anteriormente propuesto, con el objetivo de aumentar su producción y optimizar los procesos de lavado, asegurando así un resultado confiable con mayor calidad.

### **5. Bibliografía**

- Tomado de Google Chrome, <http://uschemical.com/> Septiembre de 2016
- Tomado de Google Chrome <http://www.knightequip.com/laundry.html> Septiembre de 2016
- Tomado de Google Chrome <http://www.demaeng.com/laundry> . Septiembre de 2016