





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

---

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO**

**MEJORA CONTINUA PARA EL USO DE UN CALENTADOR SOLAR,  
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD Y EL  
INTERNET DE LAS COSAS EN LA EMPRESA MEJOR VERDE.**

**TESIS**

Que para obtener el Título de

**INGENIERIA INDUSTRIAL**

Presenta

**C. Gabrielle González Herrera**

**Asesor: Dra. en C Ed. Gabriela Gaviño Ortiz**



## **Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. Agosto 2021**

### **RESUMEN**

La empresa donde se desarrolló el presente trabajo pertenece al sector de las energías renovables, su principal actividad se concentra en otorgar soluciones para el ahorro de energía eléctrica y gas como fuentes principales que utilizan las empresas en los diferentes sectores, así como a personas particulares en residencias siendo estos principales combustibles o fuentes de energía que se utilizan en el día a día de las personas en sus residencias o casa habitación.

Representando un ahorro de hasta un 80% en el consumo de gas LP, o gas natural, según sea el caso, dónde se instalan principalmente en zonas residenciales los calentadores solares ya sea de cama plana o de tubos al vacío, se detectó que 3 de cada 10 personas después de la instalación llaman para saber cómo hacer funcionar su calentador solar o su calentador a gas, ya que hay mucha confusión al respecto.

Por ello el área de ingeniería de la empresa denominada Mejor Verde se dio a la tarea de buscar una solución amigable y cómoda para las personas que desean utilizar estas alternativas de ahorro y de apoyo al medio ambiente.

El desarrollo consistió en además de señalar cada uno de los tubos en el bypass de la instalación automatizando el uso del calentador solar haciéndola más cómoda para las personas mediante arduino y un botón para accionar una electroválvula o en su defecto operarlo desde algún dispositivo celular. De ésta manera el cliente puede decidir si usar su calentador a gas tradicional o su calentador solar, según lo necesite o el clima lo amerite.

Es una solución que si bien las personas pueden tener acceso a dicho dispositivo ayuda mucho a las personas de la tercera edad y a personas con discapacidad

evitando que tengan que salir al área donde se encuentra su calentador a gas o calentador solar que normalmente están en la parte externa de la construcción.

## **ABSTRACT**

Present work will be development in Mejor verde compañía, Mejor verde is focus in the Green energy.

The problem that will be find study is relevant to customers, because frecuenly Mejor verde get a complain, many times the causes is because theirs did´nt have information abuot how do use their solar heater.

They are many confuse information, or don´t have.

Find that 3 for each 10 people have a complain, in the present document describe the resolution whit technology, its help all type the person include disabled person.

Is for that the engineering team gave theirsself to the task to develop a easy technology, economic and that allows, continous promote the tecnologies enviromental friendly doing more easy its use.

The present innovation consists in addition to small improvements to the whole process, the team develop it whit arduino easy as much as possible, can be using a botón, or using app, it that allows decide if its convenient use a solar heater or gas heater gas. Even the automatic mode, programing desire temperatura whit the app.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
ABSTRACT .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
Antecedentes de la empresa .....	11
Misión .....	12
Visión.....	12
Política de calidad.....	12
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>12</b>
Descripción del problema .....	14
Propuesta .....	15
Descripción general .....	15
Beneficios.....	15
Justificación.....	16
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
Objetivo General .....	17
Objetivos Específicos.....	17
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>18</b>
Hipótesis nula $H_0$ : .....	18
Hipótesis alternativa $H_a$ : .....	18
<b>DELIMITACIÓN</b> .....	<b>18</b>
Delimitación Espacial.....	18
Delimitación Temporal .....	18
<b>BENEFICIOS</b> .....	<b>19</b>

<b>ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO.....</b>	<b>19</b>
MARCO TEORICO .....	20
ENERGÍAS RENOVABLES.....	21
¿Qué es y cómo funciona la energía solar? .....	21
Definición de energía solar .....	22
Tipos de energía solar .....	23
La energía solar pasiva.....	23
La energía solar fotovoltaica.....	24
Energía solar térmica .....	24
Energías derivadas de la energía solar.....	24
Funcionamiento de un calentador solar en el sector residencial. ....	25
Funcionamiento de los calentadores solares no presurizados.....	26
Funcionamiento de los calentadores solares presurizados.....	29
Domótica .....	31
ARDUINO.....	36
Componenetes de arduino.....	36
Arduino UNO .....	37
Shield ethernet .....	38
Modulo bluetooth (hc-05).....	40
Software.....	41
CALIDAD.....	42
¿Qué son los 5S?.....	42
Controles visuales.....	48
DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	54

<b>DIAGRAMA DE TORTUGA .....</b>	<b>56</b>
<b>Proceso:.....</b>	<b>58</b>
AMEF.....	60
Principales beneficios del AMEF .....	60
Tipos comunes de AMEF .....	61
AMEF de proceso (P-AMEF) .....	62
AMEF DE DISEÑO.....	65
SMED (QUICK CHANGEOVER) CAMBIOS RAPIDOS .....	75
JIDOKA.....	79
POKA YOKE .....	81
<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>Fase 2 .....</b>	<b>89</b>
<b>Fase 3 .....</b>	<b>90</b>
<b>GRAFICA .....</b>	<b>93</b>
<b>Fase 4 .....</b>	<b>93</b>
<b>2) Poka Yoke.....</b>	<b>113</b>
<b>3) SMED.....</b>	<b>114</b>
<b>4) Implementación del Internet de las Cosas.....</b>	<b>116</b>
<b>Descripción detallada del sistema propuesto .....</b>	<b>116</b>
<b>Fase 5: Resultados obtenidos.....</b>	<b>120</b>
Hipótesis nula Ho: .....	121
Hipótesis alternativa Ha:.....	121

## INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Instalación típica de un calentador solar, fuente propia 2020 .....	14
Imagen 2. Componentes generales del sistema .....	16
Imagen 3 Resistencia eléctrica. Controlador, temperatura 100% alemana .....	19
Imagen 4 Controlador para albercas                      Imagen 5 Resistencia eléctrica de temperatura .....	20
Imagen 6 Planta solar, energía solar (pagina de internet) .....	23
Imagen 7 Componentes de un calentador solar, (página de internet) como funciona un calentador solar, 2020.....	26
Imagen 8 Como funciona un calentador solar (página de internet),2020.....	27
Imagen 9 Componentes de un tubo de vidrio de boro silicato (página de internet). 2020 .....	28
Imagen 10 tubo de boro silicato en óptimas condiciones (página de internet) 2020 ...	28
Imagen 11 tubo de vidrio de boro silicato defectuoso, (página de internet).....	29
Imagen 12 Funcionamiento de un calentador solar presurizado (página de internet),2020.....	29
Imagen 13 Tubo de vidrio, con punta de cobre para calentador presurizado, (página de internet).....	30
Imagen 14 tarjeta de desarrollo arduino uno .....	37
Imagen 15 tarjeta de desarrollo arduino uno .....	39
Imagen 16 Tarjeta HC-05 Bluetooth .....	40
Imagen 17 Entorno de programación para las tarjetas de desarrollo Arduino .....	42
Imagen 18 5" S, Lean Manufacturing.....	43
Imagen 19 9´S, Jose Luis Cabrera Bernal.....	44
Imagen 20 Tarjeta Roja, Lean Manufacturing .....	49
Imagen 21 Ejemplo de Tarjeta Amarilla, Lean Manufacturing .....	52
Imagen 22 ejemplo Diagrama de pescado, (página de internet) .....	54
Imagen 23 formato de diagrama de tortuga .....	58
Imagen 24 Tipos de AMEF, (página de internet) Lean .....	61
Imagen 25 Esquema de etapas de AMEF, (2020) .....	70



Imagen 26 Operaciones internas y externas LEAN MANUFACTURING .....	77
Imagen 27 . Diagrama de etapas SMED, LEAN MANUFACTURING .....	78
Imagen 28 Prevención, Detección Poka Yoke, Lean Manufacturing.....	83
Imagen 29 . Desarrollo de Poka Yoke, Lean Manufacturing.....	86
Imagen 30 Diagrama Ishikawa, desarrollo propio .....	90
Imagen 31 Diagrama de tortuga .....	92
Imagen 32 AMEF de diseño, aplicado a un calentador solar, desarrollo propio .....	97
Imagen 33 Diseño propuesto plug and play	Imagen 34
Etiquetado en sitio .....	114
Imagen 35 Manual de usuario, desarrollo propio .....	116
Imagen 36 Prototipo, producto final .....	122

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Características de un microcontrolador arduino .....	38
Tabla 2 de AMEF, taller de AMEF 2020 .....	63
Tabla 3 Rango de Severidad, taller AMEF, 2020.....	66
Tabla 4 Rango de Ocurrencia, Taller AMEF, 2020 .....	67
Tabla 5 Rango de severidad, Taller AMEF, 2020 .....	72
Tabla 6 Rangos de ocurrencia AMEF, (2020) .....	73
Tabla 7 Tabla de Probabilidad del AMEF .....	74
Tabla 8 AMEF de diseño (AMEF), 2020 .....	74
Tabla 9 Metodología propuesta. ....	88
Tabla 10 tabla de KPI's, desarrollo propio .....	90
Tabla 11 Severidad.....	95
Tabla 12 Criterios para evaluación 5's .....	102
Tabla 13 Tabla para Auditoria oficinas 5's .....	103
Tabla 14 Criterios evaluación Almacén Herramientas 5's .....	107
Tabla 15 Evaluación Almacen Herramientas 5's .....	108
Tabla 16 Acción correctiva oficinas .....	111

Tabla 17 Acción correctiva Almacén herramientas .....	112
---	-----

**INDICE DE GRAFICOS**

grafico 1 Datos obtenidos de acuerdo a prototipo .....	93
--	----

Grafico 2 datos obtenidos de encuesta .....	122
---	-----

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la importancia de la calidad para las empresas debe ser primordial en cuanto a su producto o servicio que ofrecen en el mercado ya que al lograr satisfacer a sus clientes se logran obtener grandes beneficios como lo son: mayores utilidades, menor cantidad de desperdicios, aumento de sus niveles de productividad.

La importancia del internet de las cosas a aumentado en los últimos años ya que es una herramienta al alcance de todos y que ayuda en la facilidad de las personas a lograr tener acceso a diferentes actividades dentro de una casa habitación por ejemplo y que además las personas con discapacidad y personas de la tercera edad pueden ser más independientes en actividades cotidianas como es el tener acceso a un baño de agua caliente y que pueden tener la modalidad de un calentador solar, y conectado como respaldo un calentador a gas, sin la necesidad de depender de alguien para manipular uno u otro sistema.

Ya que actualmente se conectan ambos sistemas el calentador solar como alternativa de ahorro y el calentador a gas solo de respaldo, pero ambos se deben manipular de manera manual acudiendo físicamente al área donde se encuentran instalados y manipulando dos válvulas manuales, en dónde hay mucha confusión de cuál es la llave del calentador solar y cuál el del solar, además de que algunas personas toman su baño diario por las mañanas y tienen que salir a altas horas de la madrugada a manipular esas dos válvulas manualmente, aparte de que es incómodo, las personas de la tercera edad o con alguna discapacidad dependen de alguien que les ayude.

Es por lo anterior que surge la necesidad de solución a este caso práctico y que lo puedan manipular personas con capacidades diferentes, teniendo acceso desde un aparato móvil o un botón para accionar cualquiera de las dos modalidades. Con la ayuda de la tecnología de arduino, para su automatización.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **Antecedentes de la empresa**

Mejor verde es una micro-empresa la cual se dedica a dar soluciones a necesidades energéticas de manera ecológica, siempre apoyando a la ecología y economía de las personas reduciendo en gran medida el consumo de energías fósiles como lo es el gas LP o natural y la energía eléctrica que proviene de hidroeléctricas, principalmente.

Mejor Verde se preocupa por las personas y por el acceso cómodo para que estas tecnologías sean más beneficiosas por las personas y que puedan manipularse sin ninguna complicación incluso por personas con capacidades diferentes o personas de la tercera edad.

Mejor Verde nace de la idea de un planeta, un país, una colonia o un lugar habitacional más limpio y por la actual disposición de alternativas que se pueden tener las mismas comodidades con menos recursos naturales y a muchísimo menor costo, además se pueden escalar a todos los sectores, industriales, comerciales e incluso rurales.

Mejor Verde nace en el año de 2017 con la encomienda de abrir mercado en el sector familiar para ir creciendo año con año y llegar al sector comercial e industrial.

A casi 3 años de la apertura de la empresa, además de que se ha encontrado cierta resistencia a la nueva tecnología como cualquier cambio supone la resistencia a algo desconocido, se ha encontrado que las personas no conocen la manipulación de un calentador solar y cuando abrir las llaves de su calentador tradicional a gas y cuando cerrarlo.

Por ello para hacerles la vida más llevadera y cómoda la empresa MEJOR VERDE propone una herramienta muy accesible y que facilita la vida a las personas, a todo aquel que lo requiera y las personas más vulnerables que requieren apoyo para poder

llevar a cabo su día a día porque tienen alguna capacidad diferente o por estragos de la edad no pueden salir a mover llaves a su calentador.

### **Misión**

La misión de MEJOR VERDE es ser una empresa reconocida en promover e instalar energías renovables de la más alta calidad, buscando la innovación impulsada por el cliente, que nos permita proporcionar una mejor calidad de vida a los usuarios.

### **Visión**

Ser una empresa nacionalmente reconocida por la aplicación de tecnologías que desarrollan un mejor aprovechamiento de los recursos ambientales y económicos.

### **Política de calidad**

- Cumplir con todas las certificaciones para ofrecer un producto y servicio dentro de las normas mexicanas a satisfacción y seguridad de los clientes.
- Mejorar continuamente el desempeño de nuestros productos y servicios para garantizar la satisfacción de nuestros clientes.
- Disminuir los tiempos de respuesta o re trabajos en nuestros productos y servicios.
- Aportar a nuestros clientes la mejor solución a sus necesidades mediante la búsqueda constante de innovación en procesos, productos o servicios.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la instalación que se hace, las personas deben manipular dos llaves de paso (figura 1), alternándolas de acuerdo al clima que se esté teniendo en el ambiente, ya que un calentador o colector solar como se describe arriba trabaja por medio de la radiación solar, y cuándo esta nublado es menos la radiación que hay en el ambiente y disminuye la temperatura del agua obtenida , es por ello, que para algunas personas les es complicado estar manipulando llaves que muchas veces confunden y en el día a día en una ciudad tan caótica como lo es la Ciudad de

México, las tendencia de las personas es a disminuir tiempos y a simplificar más las cosas aunque ello conlleve colocar una tecnología que aunque no es muy nueva tampoco es costosa como lo es el internet de las cosas, eso no significa otra cosa más que automatizar las cosas en casa, para no detenerse tanto a averiguar o tener que salir o hacer un esfuerzo más, para tomar una ducha, sin tanto tiempo o retraso por tener que manipular llaves, que muchas veces las personas no se detienen a indagar para que funcionan, sino que siempre se busca que con un solo botón o llave se manipule todo, eso aunado a que las personas con capacidades diferentes o de la tercera edad tendrían que tener una persona que las asista para todas sus actividades, lo cual muchas veces es imposible poder contar con ese personal que los asista las 24 horas, es por ello que para dar solución a la manipulación y control de un calentador solar sin que ello conlleve confusión en su manipulación y por el contrario ayude a la menor resistencia en la obtención de uno y por el contrario se aproveche su uso; con sólo aplicar tecnologías que faciliten las cosas y el acceso a los mismos es una clave importante para darle auge a un sector que apenas comienza como lo es la energía solar, se tiene pensado que con este acceso de automatización se desarrolla menor resistencia a dicha tecnología haciendo las cosas más amigables para su uso cotidiano, dándole paso a las nuevas tecnologías llamadas verdes, entre ellas la solar.

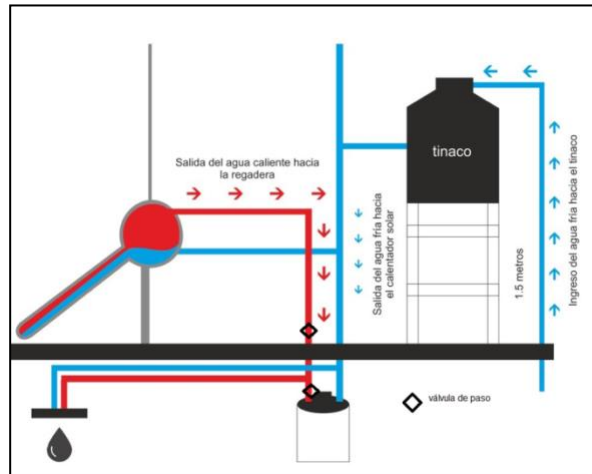


Imagen 1. Instalación típica de un calentador solar, fuente propia 2020

## Descripción del problema

El acceso a la manipulación a un calentador solar sin depender de alguien para tomar una ducha es fundamental para todas las personas, ya que la instalación actual de un calentador solar de manera tradicional o básica es la manipulación de llaves de paso, para que convenientemente si la persona requiere agua más caliente de lo que puede obtener del calentador solar, pueda disponer del calentamiento de agua de manera tradicional con su calentador de gas, sin embargo eso se da solo con la observación del ambiente, muchas veces se puede tener agua caliente del nuevo sistema pero no se sabe hasta que ya se está en la regadera lo cual para muchas personas es incómodo y por eso no recomiendan esta tecnología como alternativa, porque el hecho de tener una parte incómoda para el usuario es ya una resistencia para recomendarlo y obtenerlo, lo que se busca con la automatización por medio de Arduino es precisamente simplificar el uso de los mismos para su fácil aceptación y disposición en el mercado.

## **Propuesta**

Sistema inteligente de control de flujo de agua suministrada por un calentador solar con respaldo de calentador a gas o electricidad, el control está determinado por una temperatura establecida desde una aplicación para dispositivos móviles inteligentes (smart phone app).

## **Descripción general**

Sistema inteligente que utiliza un procesador electrónico para controlar el flujo de agua caliente de un circuito hidráulico doméstico o comercial. Utiliza dos válvulas electromagnéticas que se activan en forma sincronizada para controlar el suministro de agua caliente en función de la temperatura del agua que es detectada por un sensor ubicado en el tanque del calentador solar el cual se identifica como calentador primario. El rango deseado de temperatura se configura como un parámetro desde una aplicación móvil. De acuerdo a los parámetros establecidos, el procesador selecciona el origen del flujo de agua que puede ser el calentador primario o un calentador eléctrico o de gas conocido como calentador auxiliar.

## **Beneficios**

Este sistema maximiza los beneficios del uso de un calentador solar y resuelve el problema que representa la necesidad de los usuarios del calentador solar en la que deben operar válvulas mecánicas en forma manual para poder cambiar el origen del agua caliente en sus instalaciones sin conocer el estado de temperatura del agua, lo cual no permite aprovechar al máximo los beneficios de contar con un calentador solar. De esta manera el usuario del sistema inteligente obtiene ahorro en gastos de combustible y contribuye a disminuir la contaminación por emisión de hidrocarburos.



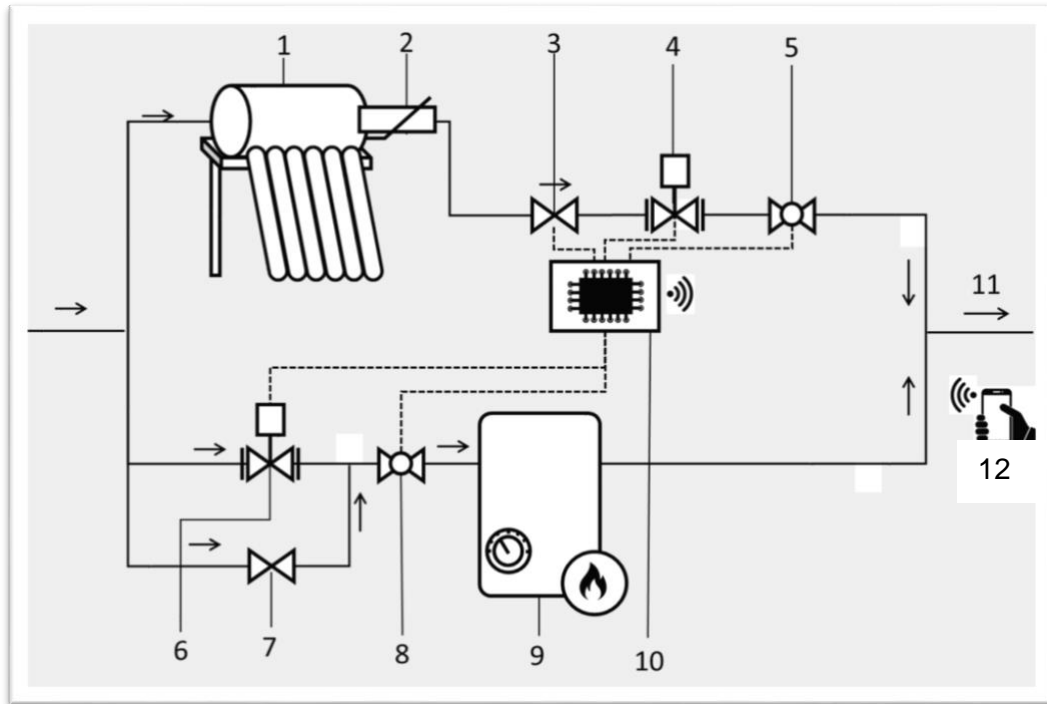


Imagen 2. Componentes generales del sistema

## Justificación

En muchas ocasiones se tiene difícil acceso a un calentador solar instalado en las viviendas, ya que las llaves de paso se encuentran fuera del domicilio, o en la parte superior como en el techo, esto dificulta su manipulación, es por ello que las personas ven incómoda ésta parte, aunque el ahorro sea muy significativo el solo hecho de manipular llaves para hacerlo funcionar es ya una dificultad para su aceptación en el mercado.

Es por ello que para mejorar la parte de la funcionalidad para las personas y su facilidad para manipularlo aprovechando las tecnologías que se tienen al alcance y el

ahorro que su implementación en las viviendas como beneficio, se propone desarrollar un sistema automatizado para disminuir estos inconvenientes.

El sistema de Arduino que es una tecnología que permite desarrollar la domótica, que no es más que la automatización de aparatos electrónicos en las casas gracias al internet, es muy asequible para el desarrollo de esta tecnología, las personas pueden adquirirlo y manejarlo como un sistema integrado al calentador solar.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema para automatizar la manipulación de un calentador solar para los usuarios finales de la empresa Mejor Verde.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las características de energías renovables actuales.
- Diagnosticar la situación de mejor verde en el diseño de calentadores solares.
- Identificar los KPI's para mejorar la funcionalidad de calentadores solares
- Implementar la metodología propia **mediante el internet de las cosas** y la aplicaciones de herramientas de calidad
- Demostrar los resultados obtenidos de la implementación por medio de un prototipo.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula Ho:**

Mediante el desarrollo de la interfaz se mejora el tiempo de la manipulación, monitoreo de temperatura y funcionalidad.

### **Hipótesis alternativa Ha:**

Mediante el desarrollo de la interfaz no se disminuye el tiempo de la manipulación, monitoreo de temperatura y funcionalidad.

## **DELIMITACIÓN**

### **Delimitación Espacial**

Esta propuesta se realiza en el Estado de México, Atizapán de Zaragoza, dentro de las instalaciones de Mejor Verde, empresa particular, el enfoque principal para esta propuesta es mejorar el uso y aprovechamiento de las energías renovables como la solar, principalmente, facilitando su uso en éste caso del calentador solar, mediante el IoT, estandarizando métodos de instalación.

### **Delimitación Temporal**

El diseño, implementación y sustento teórico del sistema de automatización para el mejor manejo de un calentador solar de uso residencial, se llevó a cabo en 18 meses.

## **BENEFICIOS**

En el desarrollo del presente trabajo se obtienen beneficios que se enlistan a continuación:

- Desarrollo de mejoras en las energías sustentables, para su mejor uso y aprovechamiento.
- Se simplifica el uso del calentador solar, para el usuario final
- Se facilita su manipulación
- Se aprovechan las tecnologías existentes de la domótica
- Se estandarizan métodos de instalación

## **ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO**

En el mercado se pueden encontrar las opciones que mencionamos en esta sección, y que son propuestas que hacen empresas que manejan calentadores solares como MEJOR VERDE, para darle solución a los días nublado o de poca insolación.

Resistencia eléctrica de respaldo para calentador solar.

Elemento eléctrico que cumple con la función de calentar el agua del calentador solar, cuando la temperatura del agua no es la ideal para utilizarse.



*Imagen 3 Resistencia eléctrica. Controlador, temperatura 100% alemana*

El Delta Sol®TT está optimizado para sistemas solares y de calefacción pequeños y medianos, así como, para sistemas de termosifón. El regulador incluye dos relés<sup>1</sup>, un semiconductor y otro relé\* de alta potencia a los que se puede conectar un calentador eléctrico de hasta 3,6 kW (230 V~). El Delta Sol® TT controla el calentamiento auxiliar eléctrico de un acumulador de agua sanitaria en función del tiempo y de la temperatura.

Ofrece más comodidad gracias a una función de calentamiento rápido. Admite también un control remoto con piloto LED integrado (RESOL RCTT), el cual está conectado al regulador mediante un cable, para poder activar y desactivar la función de calentamiento rápido a distancia.

Resistencia Eléctrica para Calentador de la empresa Energías Naturales



*Imagen 4 Controlador para albercas*



*Imagen 5 Resistencia eléctrica de temperatura*

La resistencia eléctrica complementa el servicio de agua caliente cuando no hay insolación y si la casa no cuente con boiler de gas. (solar.net, 2015)

## MARCO TEORICO

---

<sup>1</sup> Un relé es un mecanismo con pulsación electromagnética que permite accionar uno u otro sistema independiente uno de otro

La energía es la cantidad de fuerza necesaria para realizar una acción, a la que también se le puede llamar trabajo, es decir es la fuerza capaz de transformar, movilizar o mantener funcionando un sistema. Siendo un sistema un conjunto de elementos que forman un organismo, el cual puede ser mecánico, biológico, social, lógico, matemático, etc.

Existen diferentes tipos de energías que siguen el mismo principio el cual dice que “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”, según su aplicación se clasifican en: energías renovables y no renovables. (solar-energía-net, 2021).

## **ENERGÍAS RENOVABLES**

Las energías renovables son formas de energía que no requieren combustibles fósiles y que son producidas a partir de fuentes naturales que no se agotan, como el sol (energía solar), el viento (energía eólica) el agua (energía oleomotriz), las mareas (energía mareomotriz, el agua (energía hidráulica) y el calor del planeta (energía geotérmica). (Vargas, 2020)

Dentro de las energías renovables en este estudio nos interesa el estudio de la energía solar, al cual estamos enfocados.

¿Qué es y cómo funciona la energía solar?

El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol, se trata de un tipo de energía renovable. La energía contenida en el sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años

emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia.

La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.

La energía solar, además de ser una fuente de energía renovable, es una energía limpia y supone una alternativa a otros tipos de energía no renovables como la energía fósil o la energía nuclear. (solares, calentadores, 2021)

### **Definición de energía solar**

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior donde se necesite.

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar, estos pueden ser de diferentes tipos que en seguida se enlistan:

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

## Tipos de energía solar



*Imagen 6 Planta solar, energía solar (pagina de internet)*

En la actualidad la energía renovable ha sido muy importante y aprovechada, existen básicamente tres formas para aprovechar la energía solar.

- La energía solar pasiva.
- La energía solar fotovoltaica.
- La energía solar térmica.

### La energía solar pasiva

La energía solar pasiva es el método más antiguo de aprovechamiento de la radiación solar. Se trata del método que ya utilizaban las culturas antiguas tal y como se explica en historia de la energía solar. Este sistema consiste en aprovechar la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de cubiertas, protecciones, etc. Aplicando criterios de arquitectura bioclimática se puede reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos. (Factor de Energía, 2021)



## **La energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica aprovecha el efecto fotovoltaico para generar una corriente eléctrica. La corriente que generan los paneles solares es corriente continua, que tratada correctamente (convirtiéndola en corriente alterna), se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla (venderla) directamente a la red eléctrica. (Factor de Energía, 2021)

## **Energía solar térmica**

Otra forma de aprovechamiento muy habitual y económico se trata de la **energía solar térmica**. Su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de la radiación solar para calentar agua mediante colectores solares. Los colectores solares aumentan la temperatura del fluido aumentando su energía interna. De esta forma es fácil transportar la energía térmica generada y utilizarla donde se necesite: se podrá utilizar para obtener agua caliente sanitaria o para la calefacción de una vivienda. (solar-energía-net, 2021)

## **Energías derivadas de la energía solar**

Los sistemas energéticos derivados de la energía solar son por ejemplo la energía eólica, aunque es obtenida del viento, el viento se genera por masas de aire caliente provocadas por el sol, que se desplazan hacia arriba y las masas de aire fría desciende, ese movimiento lo provoca el viento.

En el caso de la energía hidráulica, se aprovecha la energía potencial del agua al caer de un sitio elevado para accionar unas turbinas. Pero ¿Cómo sube el agua hasta allí?

El Sol, al calentar el agua, esta se evapora formando las nubes. Una vez se condense el agua volverá a caer para alimentar ríos y pantanos y volver a accionar las turbinas.

Incluso en energías no renovables como el carbón y el petróleo, la energía solar tiene cierta influencia. Los combustibles fósiles son el resultado de un largo proceso de transformación de millones de años de plantas y compuestos orgánicos. Estas plantas y organismos, en su día fueron alimentados por el Sol a través de la fotosíntesis (solar-energía-net, 2021)

### **Funcionamiento de un calentador solar en el sector residencial.**

Los calentadores solares son aparatos que utilizan el calor del sol (energía solar) para calentar agua por medio de tubos de vidrio al vacío, para uso en casas, albercas, negocios e industrias.

En muchos climas un calentador solar puede disminuir el consumo energético utilizado para calentar agua. Tal disminución puede llegar a ser de hasta 50%-75% o inclusive 100% si se sustituye completamente, eliminando el consumo de gas o electricidad.

Los calentadores tienen una elevada eficiencia para captar la energía solar. Dependiendo de la tecnología y materiales implementados, pueden llegar a alcanzar eficiencias del 98%. No debe confundirse los calentadores solares térmicos con los paneles fotovoltaicos, los cuales no se utilizan para calentar sustancias, sino para generar electricidad a partir de la luz.

Un calentador solar se compone principalmente de un tanque térmico de almacenamiento, una serie de tubos de vidrio al vacío.



*Imagen 7 Componentes de un calentador solar, (página de internet) como funciona un calentador solar, 2020*

Aunque el funcionamiento de todos los calentadores solares es prácticamente el mismo, hay ciertas diferencias según el tipo:

### **Funcionamiento de los calentadores solares no presurizados**

Este tipo de calentadores solares están hechos para funcionar en casas cuyos sistemas de plomería funcionan por gravedad, es decir, que cuentan con tinaco o depósito de agua. Tienen un tanque térmico integrado donde se acumula el agua calentada por medio de los tubos de vidrio al vacío, el principal componente de los calentadores solares, responsables de utilizar el calor del sol para calentar el agua mediante el efecto termosifón.



*Imagen 8 Como funciona un calentador solar (página de internet),2020*

Este efecto se presenta cuando el agua se calienta, por lo que pierde densidad y peso, y esto causa que tienda a ascender de manera natural al tanque del calentador. Al mismo tiempo, el agua fría desciende al interior de los tubos al vacío, y de esta manera el agua en el calentador empieza a circular hasta que toda el agua se calienta.

Este movimiento se produce sin necesidad de una bomba y no necesita ningún componente eléctrico o mecánico. Esto convierte a los calentadores en equipos fiables, de fácil funcionamiento, sencillos de instalar y mantener.

### Tubos de vidrio al vacío

Los tubos de vidrio al vacío son el mecanismo de calentamiento de los calentadores solares. Es la parte del equipo que transforma la energía solar en calor útil, y es a través de ellos que al agua se calienta. Los tubos al vacío se fabrican a partir de dos tubos de vidrio concéntricos.



*Imagen 9 Componentes de un tubo de vidrio de boro silicato (página de internet). 2020*

El tubo exterior está hecho de boro silicato transparente de alta resistencia capaz de resistir el impacto de un granizo de hasta 2.5 cm. de diámetro. El tubo interior está también hecho de vidrio de boro silicato, pero este está recubierto con nitrato de aluminio que tiene una excelente absorción del calor solar y mínimas propiedades de reflexión. Durante la fabricación del tubo, el aire existente en el espacio intermedio entre los dos tubos es extraído para formar un vacío, el cual elimina las pérdidas de calor por conducción y convección, creado un excelente aislamiento térmico.

Para mantener el vacío dentro del tubo, un elemento de bario es expuesto a alta temperatura, el cual causa que el fondo del tubo se cubra con una capa de bario puro (plateado). Esta capa de bario puro, es un indicador visual del vacío interno del tubo. Si el color plateado se torna blanco el vacío se ha perdido y el tubo tiene que ser reemplazado.

Tubo de vidrio al vacío en buen estado



*Imagen 10 tubo de boro silicato en óptimas condiciones (página de internet) 2020*



Imagen 11 tubo de vidrio de boro silicato defectuoso, (página de internet)

## Funcionamiento de los calentadores solares presurizados

Los calentadores solares presurizados se utilizan para instalaciones de agua que funcionan con una bomba de agua o hidroneumático para elevar la presión del agua que corre por las tuberías. Están diseñados para soportar la presión del agua causado por el hidroneumático en una casa o edificio, gracias a un tanque de almacenamiento reforzado.

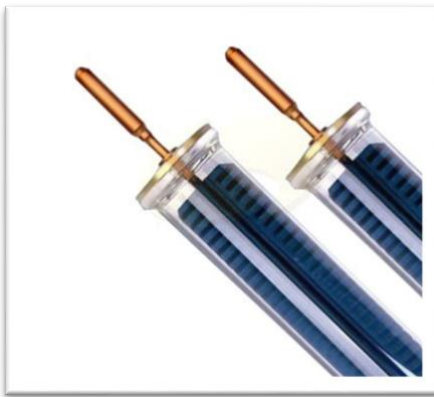


Imagen 12 Funcionamiento de un calentador solar presurizado (página de internet),2020

Ya que la presión rompería los tubos de vidrio al vacío, se utiliza otro tipo llamado "Heat Pipe". La punta del tubo de cobre que se encuentra dentro del tubo de calor se introduce en el tanque, donde entra en contacto con el agua, y debido a una muy elevada temperatura, es capaz de calentar rápidamente el agua.

## Tubos de vidrio tipo Heat Pipe

Los tubos de vidrio tipo Heat Pipe son una variante que llevan en su interior un tubo capilar de cobre que contiene glicol. Este fluido de trabajo es un glicol de bajo calor específico, que al calentarse se evapora y se eleva a la punta del tubo de cobre. La punta del tubo capilar de cobre se encuentra insertada dentro del tanque presurizado, y calienta el agua que entra en contacto con la punta mediante un intercambio de calor. El fluido conductor de calor se enfría después de haber calentado el agua, y vuelve al fondo del tubo de cobre. De esta forma el agua no entra en los tubos de vidrio, y el sistema es capaz de soportar una alta presión.



*Imagen 13 Tubo de vidrio, con punta de cobre para calentador presurizado, (página de internet)*

Fuera de la varilla de cobre que llevan este tipo de tubos, lo demás es igual a los tubos de vidrio al vacío utilizados en los modelos no presurizados, hechos con vidrio de boro silicato transparente de alta resistencia capaz de resistir el impacto de un granizo de hasta 2.5 cm. de diámetro. También están fabricados dejando un vacío en las capas de vidrio.

El tubo de calor también lleva una placa de absorción, que se fabrica con un recubrimiento semiconductor. Esta capa especial selectiva, apropiada para operar al vacío, asegura una alta absorción de energía y bajas pérdidas por radiación, el resultado es un alto aprovechamiento de la energía disponible. (internet, 2015).

## Domótica

¿Qué es la domótica?

Se podría definir como el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema. Para poder conseguir las propiedades comentadas anteriormente es necesario que los sistemas recojan la información de su entorno con sensores y dispongan de la lógica para actuar en consecuencia utilizando actuadores. Actualmente los sistemas domóticos tienen un precio muy alto de instalación con lo cual solo es posible verlo en casas de lujo. Estos suelen utilizar buses de transmisión de información que posibilitan una domótica robusta como son el EIB, X10, CEBus, LonWorks/LongTalk y ZigBee. (CEDOM Domótica, 2020)

Los seres humanos gozamos de las nuevas bondades que nos ofrece la tecnología con nuevas aplicaciones de hardware y software que hace que mejoremos nuestra calidad de vida por la comodidad que nos ofrece. El consumo eléctrico en las luminarias de nuestro hogar que es más frecuente por las noches y que genera altos pagos por consumo eléctrico, situación que se podría evitar. En sí, la iluminación artificial es parte importante de las actividades de la vida cotidiana ya que con ella podemos desarrollar actividades como: lectura, reuniones familiares, cenas, juego, baile, estudio, ejercicio, entre otras. Estas actividades que tienen escenas de iluminación pueden ser controladas de manera inteligente desde cualquier dispositivo que cuente con un sistema capaz de ser controlado por vía *Bluetooth*. (Imagen 16). El control de estas escenas de iluminación consiste en hacer diversos contrastes en la iluminación como controlar la intensidad, tonos, combinación de colores y que entre las ventajas del ahorro energético también se puede lograr que nuestro cerebro se programe y tenga una mejor concentración según la actividad a realizar. En este sentido, también la domótica puede beneficiar a adultos mayores o a personas con



discapacidades de movilidad para que puedan apoyarse con dispositivos móviles con una interface amigable con el que puedan controlar su entorno en el caso específico de la iluminación. La iluminación entonces es una de las necesidades más concurrentes de un hogar, actualmente esta necesidad ha sido atacada por diferentes empresas, instituciones y universidades dando diversas soluciones gracias al uso de la domótica, de esta forma la construcción de casas automatizadas da una gran solución a este problema. Algunos autores definen a la domótica como la capacidad de automatizar y tener el control remoto de las instalaciones domésticas con el beneficio de tener un ahorro energético, el confort y la seguridad de los hogares.

Por lo general los dispositivos móviles cuentan con el sistema operativo Android de la empresa Google y que es un sistema muy versátil para la construcción de varios elementos que constituyen la interface gráfica a utilizarse. Estos dispositivos móviles para poder controlar luminarias requieren de un módulo *Bluetooth* y un *Arduino* que es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador ATMEGA y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Los proyectos desarrollados con *Arduino* pueden ejecutarse sin necesidad de conectarse a una computadora; esto es, simplemente se graba el programa y se puede suministrar su voltaje de alimentación con una batería de 9 volts para tener un pequeño sistema que controla totalmente móvil.

Estos dispositivos puedan interactuar en el desarrollo de aplicaciones más complejas y que pueden adaptarse según las necesidades de cada hogar, por ejemplo imagina una aplicación en la cual se encienden las luces de tu cuarto de una forma tenue a una hora programada por la mañana y al mismo tiempo se pueda encender tu calentador de agua y tu cafetera 20 minutos antes de levantarte y justo al salir de tu casa sin necesidad de perder tiempo apagando las luminarias y las cosas que utilizaste como algún electrodoméstico automáticamente se apaga. Al atardecer cuando regresas del trabajo nuevamente se encienden las luminarias del patio

exterior a la entrada de tu casa y así sucesivamente de acuerdo a una programación de iluminación inteligente. Y más aún, se puede tener control a través de internet en donde un caso de aplicación sería poder controlar de forma remota (incluso desde otro país), las luminarias, válvulas de gas y agua o incluso poner una rutina diferente por día como para simular movimiento en el hogar por medio de audios como: ladridos de perro, risas, pláticas, niños jugando, uso de aparatos electrodomésticos entre otros como una cuestión de seguridad cuando la casa se encuentra sola. El futuro ya está aquí y se encuentra al alcance de todos.

El término domótica proviene de la conjunción del término latino "Domus" (casa en latín) y de automática. Por lo tanto, querría decir casa automática o automatizada. En resumen, es la tecnología avanzada y su integración con otros sistemas del hogar.

El término de "automatización" no se refiere sólo a viviendas, sino que se amplía en conceptos como Inmótica (para el sector terciario), urbótica (para las ciudades) o edificio inteligente, para englobar todos los posibles campos de aplicación. La domótica agruparía el conjunto de aplicaciones de tecnología en las edificaciones destinadas a dar una mayor calidad de vida: una reducción del trabajo doméstico, un aumento de la seguridad y el bienestar de los habitantes y una racionalización de los consumos energéticos.

En los últimos años, y gracias a la llegada de internet, los estándares tecnológicos relacionados con éste han florecido y parecen constituirse en la columna vertebral del futuro de la domótica. Tanto las redes Ethernet como las tecnologías inalámbricas WiFi parecen haberse consolidado como las preferidas sobre las que el entorno digital evolucionará, y sobre las cuales la domótica debería sustentarse para poder aumentar el uso de la tecnología en los hogares (CEDOM Domótica, 2020)

Las casas inteligentes pueden ser controladas desde internet programando tareas como las horas de uso de la calefacción, el encendido de luces y el riego automático. (Lopez, 2016)

## Casa inteligente

Las viviendas inteligentes utilizan una tecnología domótica, es decir, un conjunto de sistemas que están programados para controlar de manera automática el sistema energético, de seguridad, y comunicación de todos los espacios de la casa. En la actualidad es algo real y que se ha convertido en un sistema cada vez más utilizado y que cuenta con grandes beneficios.

Algunos de los beneficios de una casa es hacerla más cómoda, atractiva y sobre todo con una funcionalidad de última tecnología que le da sofisticación, prestancia y distinción al diseño y arquitectura de los espacios. Independientemente de lo anterior, estas casas inteligentes brindan oportunidades para mejorar la calidad de vida y cambiar de manera positiva la realidad cotidiana, sobre todo para personas con capacidades diferentes y limitadas. Esta tecnología es especialmente ventajosa para personas mayores mientras se convierte en un espacio amistoso y ecológico porque cuenta con un diseño sustentable que permite el ahorro de energía y de manera muy significativa los costos de consumo, a continuación se enlistan más beneficios:

- **Ahorro energético:** Gestiona inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego, los electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, y reduciendo la factura energética. Además, mediante la monitorización de consumos, se obtiene la información necesaria para modificar los hábitos y aumentar el ahorro y la eficiencia.
- **Accesibilidad:** Facilita el manejo de los elementos del hogar a las personas con discapacidades de la forma que más se ajuste a sus necesidades.
- **Seguridad:** Mediante controles de intrusión, cierre automático de todas las aberturas, simulación dinámica de presencia, fachadas dinámicas, cámaras de vigilancia, alarmas personales, y a través de alarmas técnicas que permiten

detectar incendios, fugas de gas, inundaciones de agua, fallos del suministro eléctrico.

- **Comunicaciones:** mediante el control y supervisión remoto de la vivienda a través de su teléfono, PC, etc., que permite la recepción de avisos de anomalías e información del funcionamiento de equipos e instalaciones. La instalación domótica permite la transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN) y compartiendo acceso a Internet.

Uno de los principales retos de la domótica desde sus inicios ha sido poder ejercer un control sobre el circuito de iluminación. Disponer de una vivienda domotizada se relacionaba al hecho de poder controlar las luces de la casa, incluso los accesos de puertas automatizándolas de una forma centralizada y remota, mediante un mando a distancia.

La centralización de encendido-apagado o regular la intensidad del mismo, surgieron para poder disfrutar de un mayor confort en casa, ejercer un control cómodo y remoto de los mismos, e incluso poder crear ambientes adecuados modificando la intensidad de la iluminación (*dimmers*) en función de los gustos de cada usuario. Para lograr este control, es necesario dotar de una instalación complementaria al circuito de iluminación, mediante controladores, *dimmers* para la regulación de intensidad o dispositivos electrónicos (balastos) capaces de poder ejercer este control sobre nuestro sistema de iluminación. Todo ello gobernado desde la programación de nuestro sistema domótico que no solo controlará las luces sino los demás servicios: persianas motorizadas, climatización, alarma, puertas, etc., de forma integrada.

Una alternativa para estas acciones más barata y casera consiste en la utilización de placas *Arduino*.

## **ARDUINO**

*Arduino* es una plataforma de hardware libre creada en 2005, basada en una placa con un micro controlador ATMEGA y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Para crear el sistema domótico han de tenerse en cuenta varios aspectos como conocer el capital que disponemos para invertir en el sistema y seleccionar los dispositivos que más se ajusten a nuestras necesidades ya que poco sirve comprar un elemento con grandes prestaciones si no son aprovechados. Otro factor a considerar es el estético ya que normalmente evitaría la instalación de cableado para comunicar las placas arduino, es decir, aprovecharíamos dispositivos que trabajasen inalámbricamente. Aunque el precio de un dispositivo inalámbrico es ligeramente superior, se puede evitar tener que comprar cables que poco a poco aumentaría el coste total haciéndolo incluso más caro. También debemos saber que los elementos inalámbricos interfieren entre sí y eso por ejemplo en una zona densamente habitada en el que los vecinos también dispongan de este tipo aparatos puede reducir las prestaciones de la comunicación del sistema. Es por ello que cada caso hay que estudiarlo por separado y actuar en consecuencia (Arduino-home, 2021).

### **Componentes de arduino**

A continuación se describen los principales elementos que componen una placa arduino y el entorno de desarrollo en el que se programa el código, es decir la parte hardware y software que actúan sobre arduino como se muestra en la Figura 1.



Imagen 14 tarjeta de desarrollo arduino uno.

## Arduino UNO

Hardware. Al ser arduino una plataforma de hardware libre tanto su diseño como su distribución puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia. Por eso existen varios tipos de placa oficiales, las creadas por la comunidad arduino o las no oficiales creadas por terceros pero con características similares. Los proyectos desarrollados han utilizado las placas *arduino Uno*, *Shield Ethernet* y *Módulo Bluetooth HC-05* que describiremos a continuación.

Es el último modelo diseñado y distribuido por la comunidad Arduino. La placa tiene un tamaño de 75 mm x 53 mm. Su unidad de procesamiento consiste en un micro controlador ATmega328. Puede suministrarse un voltaje de alimentación mediante USB o alimentación externa y contiene pines tanto analógicos como digitales, en la Tabla 1 se describen sus características. (Arduino-home, 2021)

Micro controlador	ATmega328
-------------------	-----------

Voltaje operativo	5V
Voltaje de entrada(recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limites)	6-20V
Pines digitales E/S	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para pines E/S	40 mA
Corriente continua para pines de 3.3V	50 Ma
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son para el bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

Tabla 1 Características de un microcontrolador arduino

## Shield ethernet

La *Arduino Ethernet Shield* permite a una placa Arduino conectarse a internet. Está basada en el chip *Ethernet Wiznet W5100 (datasheet)*. El *Wiznet W5100* provee de una pila de red IP capaz de TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. Usa la librería *Ethernet* para escribir programas que se conecten a internet usando la *Shield*. Por favor notar que el actual diseño de la *Ethernet Shield* no es compatible con el *Arduino Mega*. En la Figura 2 la tarjeta *Ethernet Shield* dispone de unos conectores que permiten conectar a su vez otras placas encima y apilarlas sobre la placa Arduino. (Arduino-home, 2021)

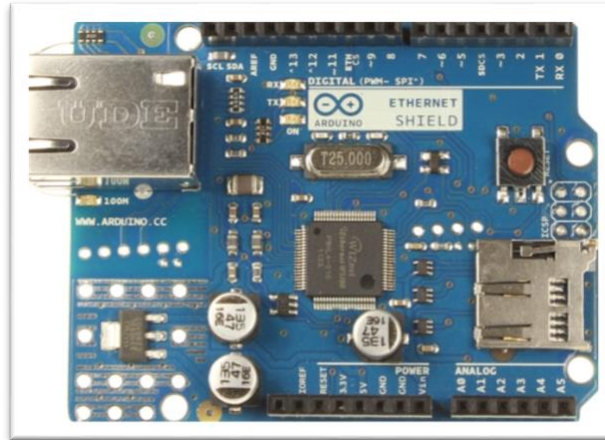


Imagen 15 tarjeta de desarrollo arduino uno

Arduino usa los pines digitales 10, 11, 12, y 13 (SPI) para comunicarse con el W5100 en la *Ethernet Shield*. Estos pines no pueden ser usados para e/s genéricas.

- La *Shield* provee un conector *Ethernet* estándar RJ45
- El botón de *reset* en la *Shield* resetea ambos, el W5100 y la placa Arduino.
- La *Shield* contiene un número de *LEDs* para información:
- *PWR*: indica que la placa y la *Shield* están alimentadas
- *LINK*: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando la *Shield* envía o recibe datos
- *FULLD*: indica que la conexión de red es *full duplex*
- *100M*: indica la presencia de una conexión de red de 100 Mb/s (de forma opuesta a una de 10Mb/s)
- *RX*: parpadea cuando la *Shield* recibe datos
- *TX*: parpadea cuando la *Shield* envía datos
- *COLL*: parpadea cuando se detectan colisiones en la red

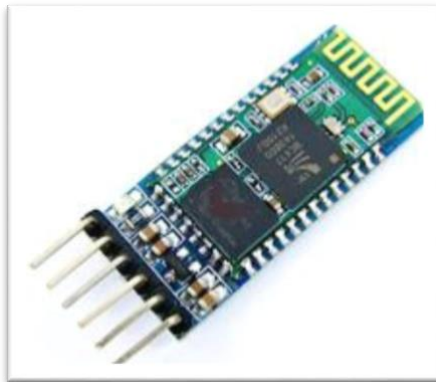
El jumper soldado marcado como "INT" puede ser conectado para permitir a la placa Arduino recibir notificaciones de eventos por interrupción desde el W5100, pero esto



no está soportado por la librería Ethernet. El jumper conecta el pin INT del W5100 al pin digital 2 de Arduino. (Arduino-home, 2021)

- El slot SD en la *Shield* no está soportado por el software Arduino.

### **Modulo bluetooth (hc-05)**



*Imagen 16 Tarjeta HC-05 Bluetooth*

El módulo *bluetooth* HC-05 como se muestra en la Figura 3, viene configurado de fábrica para trabajar como maestro o esclavo. En el modo maestro puede conectarse con otros módulos *bluetooth*, mientras que en el modo esclavo queda a la escucha peticiones de conexión. Agregando este módulo a tu proyecto podrás controlar a distancia desde un celular o una laptop todas las funcionalidades que deseadas. (Arduino-home, 2021)

Características:

- 3.3 / 5 v.
- Chip BC417143
- Alcance 10 mts
- Nivel TTL
- 1200bps a 1.3Mbps

## Software

La plataforma Arduino tiene un lenguaje propio que está basado en C/C++ y por ello soporta las funciones del estándar C y algunas de C++. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino como *Java*, *Processing*, *Python*, *Mathematica*, *Matlab*, *Perl*, *Visual Basic*, etc. Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie que es algo que la mayoría de los lenguajes anteriormente citados soportan. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida. Es bastante interesante tener la posibilidad de interactuar con Arduino mediante esta gran variedad de sistemas y lenguajes, puesto que dependiendo de cuales sean las necesidades del problema que vamos a resolver podremos aprovecharnos de la gran compatibilidad de comunicación que ofrece.

El entorno de desarrollo de Arduino es sencillo e intuitivo además puede descargarse gratuitamente desde su página oficial para distintos sistemas operativos. Ha sido implementado con *Processing*, un lenguaje similar a Java. Su última versión es la 1.0.5. (Arduino-home, 2021)

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Blink | Arduino 1.0.5". The main window displays the code for the "Blink" program. The code is as follows:

```
/*  
Blink  
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
  
This example code is in the public domain.  
*/  
  
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.  
// give it a name:  
int led = 13;  
  
// the setup routine runs once when you press reset:  
void setup() {  
  // initialize the digital pin as an output.  
  pinMode(led, OUTPUT);  
}  
  
// the loop routine runs over and over again forever:  
void loop() {  
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)  
  delay(1000); // wait for a second  
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW  
  delay(1000); // wait for a second  
}
```

Imagen 17 Entorno de programación para las tarjetas de desarrollo Arduino

## CALIDAD

En este trabajo se inicia una mejora en cuanto al orden, limpieza y claridad en todos los procesos de un producto o servicio, para ello se decide tomar como base la metodología 5's, la cual ocuparemos para mejorar la calidad en el servicio y detectar la problemática de uso para el cliente final.

### ¿Qué son los 5S?

Las 5S es una técnica de gestión original de Japón y que se basa en 5 fases simples, **calidad** son: **Seiri** (eliminar), **Seiton** (ordenar), **Seiso** (Limpiar), **Seiketsu** (Estandarizar) , **Shitsuke** (disciplina).

El nombre del método ( 5S ) se llama así porque está formado por 5 etapas, cada una de las cuales empieza por S en japonés.

Los principios en los que se basa las 5's quizás sean los más fáciles de entender dentro del **pensamiento Lean**, y además posiblemente sea la herramienta menos

costosa económicamente. Aun así, el **5S** o **Lean 5S** es una potente herramienta que genera grandes beneficios pero que difícilmente se consigue exprimir el máximo beneficio.

*Hirozuki Hirano* se le puede considerar el padre de esta técnica. Desarrollando sobre los 80 metodologías para mantener el puesto de trabajo limpio y ordenado.

Como cualquier técnica de Lean, el *Lean 5s* exige un compromiso elevado por parte de la dirección de la empresa para que se pueda desarrollar con éxito.



*Imagen 18 5S, Lean Manufacturing*

¿Cuáles son los objetivos principales de la técnica 5S?

Pues todos los objetivos relacionados con el aspecto del puesto de trabajo, el orden en las herramientas, el ambiente de trabajo, la seguridad.

Ejemplos de lo que se pretende evitar es:

- Movimientos innecesarios en el flujo de trabajo.
- Aspecto sucio del entorno laboral.
- Falta de seguridad laboral en el puesto, uso de gafas y protecciones.
- Falta de instrucciones en planta.

Los proyectos de implantación de 5S deben ser abordables y medibles, cortos en el tiempo. Sus mejoras visuales son muy evidentes, lo que da la sensación de que se mejoran cosas.

A su vez, el análisis del puesto de trabajo y flujo del proceso permite mejora continua. Para proyectos 5S la dirección debe dotar de recursos, y hay un cambio en la cultura de la empresa importante. (Guerrero, 2020)

Qué se busca con la aplicación de las 5 “S” +1

- Optimizar espacios, manteniendo solo lo necesario, asignando un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, conservando el área en excelentes condiciones de orden y limpieza

+1= Ser+ calidad personal

El ser + significa buscar activamente la calidad personal que nos permite servir mejor a los demás.

LA ESTRATEGIA DE LAS 9 S's	
1. SEIRI	(Ordenar o Clasificar)
2. SEITON	(Organizar O Limpiar)
3. SEISO	(Limpieza O Pulcritud).
4. SEIKETSU	(Bienestar Personal o Equilibrio).
5. SHITSUKE	(Disciplina)
6. SHIKARI	(Constancia).
7. SHITSOKOKU	(Compromiso).
8. SEISHOO	(Coordinación).
9. SEIDO	(Estandarizacion).

*Imagen 19 9'S, Jose Luis Cabrera Bernal*

Personas que se benefician con la aplicación de las 5”S” +1

- Quienes las aplican

- Los clientes internos y externos
- La empresa
- La familia
- La sociedad

Beneficios con la aplicación de las 5 “S” +1

Mejora en el mantenimiento a instalaciones y equipos

- Excelente orden y limpieza
- Mejorar disponibilidad de equipos y herramientas
- Señalización de áreas seguras e inseguras
- Disponibilidad de los equipos de protección
- Reducción de riesgos
- Reducción de accidentes
- Mayor velocidad de respuesta a emergencias

Mejora en el mantenimiento a instalaciones y equipos

- Instalaciones, maquinaria y equipos siempre limpios
- Verificación diaria de sus condiciones
- Detección oportuna de fallas potenciales
- Mayor velocidad de respuesta a cambios, ajustes y reparaciones
- Indicadores de rangos de operación adecuados.
- Disponibilidad de lo necesario para prevenir y corregir problemas.
- Optimización del mantenimiento preventivo.

Incremento en la productividad mediante la eliminación y reducción de:

- Maniobras y transportes innecesarios

- Sobre-inventarios
- Desperdicios
- Materiales obsoletos
- Daños a equipos, materiales e instalaciones
- Tiempos de búsqueda
- Demoras
- Almacenes innecesarios
- Tempos de respuesta a cambios de producción.

#### Mejora en la Calidad

- Evitar errores durante cambio de productos o actividades
- Adecuada selección de herramientas, materiales, piezas, documentos, plantillas.
- Almacenaje, mantenimiento y conservación apropiada de equipos, de inspección, medición y prueba, así como de planos, instructivos y/o documentos.

#### Reducción de costos

- Optimización de recursos
- Grandes ahorros

#### Beneficios al personal

- Mayor confort
- Menor esfuerzo
- Mejores relaciones interpersonales
- Mejor comunicación
- Mayor trabajo en equipo
- Buenas relaciones cliente-proveedor interno.

- Incremento en la capacidad de respuesta para la solución y prevención de problemas.
- Desarrollo de la creatividad
- Crecimiento personal

Qué se busca con cada “S”

1. Seleccionar: Identificar lo necesario y lo innecesario, seleccionando lo primero y eliminando lo segundo.
2. Ordenar: Definir un lugar para cada artículo necesario, manteniéndolo en su lugar para facilitar su localización.
3. Limpiar: Mantener aseada y en óptimas condiciones el área de trabajo (mantenimiento)
4. Estandarizar: Definir procedimientos y reglamentos de cada área, para mantener lo logrado en las 3 primeras “S” y elevar el nivel de aplicación.
5. Seguir el estándar: Dar cumplimiento a los procedimientos establecidos, desarrollando hábitos positivos y manteniendo la disciplina.

Seleccionar o clasificar

Clasificación de tipo de artículos en área de trabajo

Necesarios:

- Son los indispensables para desempeñar eficientemente nuestro trabajo.
- Conserve solo lo necesario en cantidades adecuadas y en buenas condiciones.}

Personales

- Los estrictamente necesarios.
- De preferencia no mezclarlos con los artículos necesarios para el trabajo.
- Evitar las “colecciones particulares”



## Decorativos

- Que hagan agradable el ambiente.
- Mantener en número reducido, adecuado al área, que no dificulten la limpieza.

## En tránsito

- Hacer un listado de los artículos que ingresa temporalmente a su área de trabajo para aprobación, revisión, prueba, inspección.

## Controles visuales

Tarjetas Rojas. El uso de tarjetas rojas constituye el paso fundamental para hacer posible la clasificación. Consististe en colocar tarjetas rojas sobre aquellos elementos que tienen que evaluarse para ver si son necesarios realmente o no. Un objeto con tarjeta roja está pidiendo que se dé respuesta a estas preguntas:

1. ¿Es necesario este elemento?
2. De ser necesario, lo es ¿en esta cantidad?
3. De ser necesario y en esta cantidad, ¿es necesario que esté en esta ubicación?

ALMACÉN DE REFACCIONES		No.
TARJETA ROJA		
Fecha:	Turno:	
Responsable:		
Material/Artículo:		
Cantidad:		
PLAN DE ACCIÓN		
Buscar código		
Reubicar		
Codificar		
Eliminar		
Otro( especifique):		
Comentario:		
Fecha p/concluir acción:		

*Imagen 20 Tarjeta Roja, Lean Manufacturing*

Ordenar u organizar

El principio básico es: Asignar un lugar para cada cosa y mantener cada cosa en su lugar

- Artículos que se van almacenar
- Dónde se ubicarán
- Qué cantidad se va a almacenar

Cómo aplicarlo

**Paso 1.** Decidir la localización más apropiada de los elementos, tomando en consideración:

- La manera más rápida de encontrarlas y utilizarlas
- Reducir al mínimo el traslado interno de los materiales (lay-out)
- Reducir espacios
- Evitar movimientos innecesarios y sobre todo perjudiciales (ergonomía)

- Asegurar que no se generan riesgos o peligros en función de su ubicación y cercanía a otros elementos o componentes.

**Paso 2.** Determinar con claridad y precisión las localizaciones. Una vez que se hayan determinado, proceder a la identificación de las mismas a los efectos de que todos pueden encontrar con facilidad y prontitud los objetos y /o espacios, además de saber con rapidez cuantas cosas hay en cada sitio (control visual)

Aplicando los siguientes principios:

1. Mejorar la accesibilidad
2. Adecuar el contenedor al contenido
3. Estandarización de contenedores
4. Nada sobre el suelo
5. Todo sobre ruedas
6. Linealidad

Limpiar y mantener

El concepto limpiar está integrado por 3 actividades clave:

1. Limpieza: manteniendo el área de trabajo aseada
2. Inspección: detectando anomalías a la vez que se limpia.
3. Mantenimiento: corregir de inmediato las anomalías si se cuenta con los conocimientos y recursos necesarios; de lo contrario generar las órdenes de trabajo correspondientes.

Las actividades de limpieza deben integrarse a las tareas diarias

La limpieza del lugar de trabajo es responsabilidad de todos los que labora en él, quienes deben saber:

- ¿Qué debe limpiarse?
- ¿Cuándo debe hacerse?

- ¿Quién ejecutará o verificará su realización?
- ¿Cómo debe limpiarse (métodos y herramientas)?

Como debe de ejecutarse

Paso 1. Jornada de limpieza

Paso 2. Determinar las metas de la limpieza

Existen tres categorías o tipos de limpieza que deben considerarse:

- Elementos almacenados (materiales, accesorios, útiles)
- Equipos, máquinas, accesorios, útiles de trabajo, equipo de oficina.
- Espacios (pisos, áreas de trabajo, pasillos, paredes, columnas, techos, ventanas, estantes, cuartos de servicio, salas y luces).

Paso 3. Determinar las responsabilidades de la limpieza

La limpieza de cada estación o área de trabajo es una responsabilidad de todos los que trabajan en ella. Pueden usarse dos herramientas para esto:

Mapa de asignación de 5s: Es un mapa que muestra las áreas y quién es el responsable de cada una de ellas.

Programa de limpieza. Es un programa donde se muestra en detalle el responsable de la limpieza de cada área, los días y las veces en día. Puede rotarse la responsabilidad entre los miembros del grupo.

Paso 4. Elaborar el manual o los procedimientos de limpieza.

Este manual debe incluir.

- Propósito de la limpieza
- Fotografías o gráfico de asignación de áreas.

- Los elementos de limpieza y seguridad necesarios y la forma de utilizarlos (detergentes, jabones, aire, agua) así como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor.

Paso 5.Preparar las herramientas y útiles de limpieza.

Paso 6. Implementar la limpieza.

Inspección continua y mantenimiento mediante limpieza.

The image shows a yellow rectangular card titled "TARJETA AMARILLA". It contains several fields for data entry, each followed by a horizontal line for writing. The fields are: "FECHA" followed by a line and "Nº" followed by a line; "ARTICULO:" followed by a line and "Nº artículo" followed by a line and a small empty square box; "CODIGO:" followed by a line; "DESCRIPCION:" followed by a line; "MOTIVO DE TARJETA:" followed by a line; "RESPONSABLE DE IDENTIFICACION:" followed by a dashed line; "RESPONSABLE DE EJECUCION:" followed by a dashed line; and "FECHA DE EJECUCION:" followed by a dashed line. At the bottom center of the card, the text "5 'S'" is printed.

*Imagen 21 Ejemplo de Tarjeta Amarilla, Lean Manufacturing*

Estandarizar o mantener.

Es definir por escrito los procedimientos, norma o reglamentos acordados por los usuarios del área, para conservar y mejorar lo aplicado en las tres primeras etapas:

Seleccionar, ordenar y limpiar.

Tiene como propósito preservar altos niveles de organización, orden y limpieza.

Consolidar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente.

Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con las acciones.

La estandarización es el medio que permite uniformizar criterios con todo el personal, establecer claramente el:

¿Qué? ¿Quién? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Porque?

Seguir el estándar o disciplina

Seguir el estándar: es mantener y mejorar lo logrado en las etapas de seleccionar, ordenar y limpiar, cumpliendo en la práctica con lo acordado y establecido en la fase de estandarizar, además de actualizar la carpeta de aplicación de las 5´S

Consiste en:

- Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas
- Hacer de la organización, orden y limpieza una práctica diaria en la empresa, asumida por todos.
- La realización de evaluaciones periódicas, ayuda a identificar desviaciones y nuevas oportunidades de mejora.
- Asumir el compromiso de todos para mantener y mejorar el nivel de organización, orden y limpieza

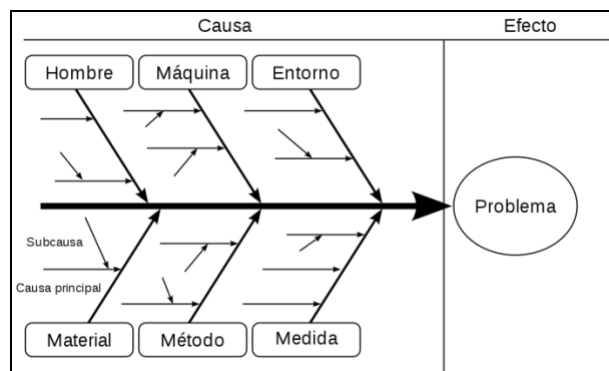
Algunos pasos para crear disciplina:

1. Uso de ayudas visuales
2. Recorrido alas áreas, por parte de los directivos
3. Publicación de fotos del antes y después

4. Boletines informativos, cartas
5. Establecer rutinas diarias de aplicación como 5 minutos de 5´S
6. Realizar evaluaciones periódicas (auditorias), utilizando criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes.

## DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Los diagramas de causa y efecto son una técnica de resolución de problemas desarrollada en 1943 por Ishikawa en Japón (Cuatro casa Lluís), como respuesta a la confusión de los obreros por el número de factores que afectan a un proceso y que les dificultaba resolver los problemas relacionados con dicho proceso. El diagrama se construye después de discutir ampliamente la identificación del problema que debe resolverse (esto es el efecto) y las causas probables



*Imagen 22 ejemplo Diagrama de pescado, (página de internet)*

La construcción de un diagrama de C y E debe seguir un proceso de etapas:

- a) Se enuncia cuál es el problema (el efecto): Esto requiere analizar y conocer con exactitud la naturaleza del efecto y las causas principales que lo provocan;
- b) Las causas principales se anotan por categorías, usando encabezados indicativos, tales como M (para máquinas, métodos, etc.) o P (personal, planta, procedimientos, etc.)

- c) Se pueden ahora añadir causas potenciales en cada categoría. Esto se hace por medio de discusiones profundas. En este momento no se critica la validez de las ideas;

Se establecen las prioridades de las sub causas. Todas las causas se evalúan después de un periodo de “incubación” El impacto de cada causa puede analizarse haciendo preguntas relativas a si la causa es una variable o un atributo; si puede diagramarse; si se pueden obtener datos (gráficas de control) o cuál es el grado de interacción con otras causas;

Este proceso de refinación conducirá a una lista más reducida de las causas principales;

Se puede ya evaluar el impacto de cada causa principal recolectando datos a base de métodos que pregunte por qué. Con este procedimiento se llega de manera automática a aislar la causa más probable.

Los diagramas C y E se usan por una de las siguientes razones:

Análisis de raíces de las causas: También se le llama análisis de enumeración y consiste en un análisis profundo de cada causa, preguntándose quién, qué, dónde, cuándo, por qué, y cómo. Cada causa se trata como el efecto;

Análisis de proceso (también llamado clasificación de proceso): Cada etapa (operación) del proceso se investiga a fondo para aislar las posibles causas que conducen al efecto general en el proceso estudiado. Una vez que se han examinado todas las etapas, se puede aislar las causas principales y determinar su impacto;

Análisis de dispersión: Es un análisis típico de C y E que incluye todas las causas posibles en un mismo diagrama. (ZAIRI, 1996)



## DIAGRAMA DE TORTUGA

El diagrama de tortuga utilizado por la norma ISO TS 16949 para la gestión de la calidad, permite tener un control y un final exitoso en cada proceso, basándose en una fundamentación lógica en el cual no existan errores durante el recorrido y labor que sostenga sobre cada individuo. Este diagrama tiene una función sumamente amplia y puede ser implementada de forma eficiente en diversas labores como en la planificación de recursos humano, ventas, procesos de ingeniería, producción, controles de calidad, mantenimiento mecánico y otros más. En él se dibujan todos los elementos que intervienen en los procesos, de esta forma podemos conocer las competencias, los elementos para controlar el desempeño, los indicadores para conseguir el éxito, la clarificación de las entradas requeridas y los resultados que debe generar el proceso, hasta podemos incluir el equipo de seguridad que requiere el personal.

Se trata de un diagrama diseñado con la forma del animal, en el cual a simple vista se puede notar un cuerpo, patas, cabeza y cola, donde en cada uno de ellos yace una serie de actividades o procesos perfectamente establecidos para trabajar de forma armoniosa, dándole una entrada y salida a cada proceso sin afectar el rendimiento de los demás.

- **Cuerpo**

En este punto son representados los procesos más importantes, junto con cada una de las variables que brindarán las ideas concretas para lograr el cometido establecido.

- **Patatas**

Se trata de la parte donde se incluyen cada uno de los puntos de inicio que le darán una idea clara y bien definida para el arranque de todos los procesos, los cuales se representan en forma de incógnita, entre las cuales se encuentran ¿Por qué? ¿Para

qué? Y ¿Con qué?, para poder incluir cada uno de los requerimientos necesarios funcionando también como indicadores de ideas.

- Cabeza

Este parte hace referencia a los elementos de entrada, los cuales servirán como punto de partida para el inicio de cada uno de los procesos planteados en el cuerpo de la tortuga.

- Cola

Esta es la parte final donde se van a representar cada uno de los resultados finales del diagrama, producto del buen funcionamiento de todos los componentes de entrada y cada uno de los procesos establecidos en sus respectivas partes, los cuales son expresados en forma muy clara y sencilla para el buen entendimiento del usuario. (Calero, 2017)

¿Cómo construir un diagrama de tortuga?

- Identificación del proceso
- Identificación de las entradas
- Identificación de las salidas
- Delegación de entidades
- Delegación de responsables
- Evaluación de rendimiento
- Metodologías

## DESARROLLO: DIAGRAMA DE TORTUGA

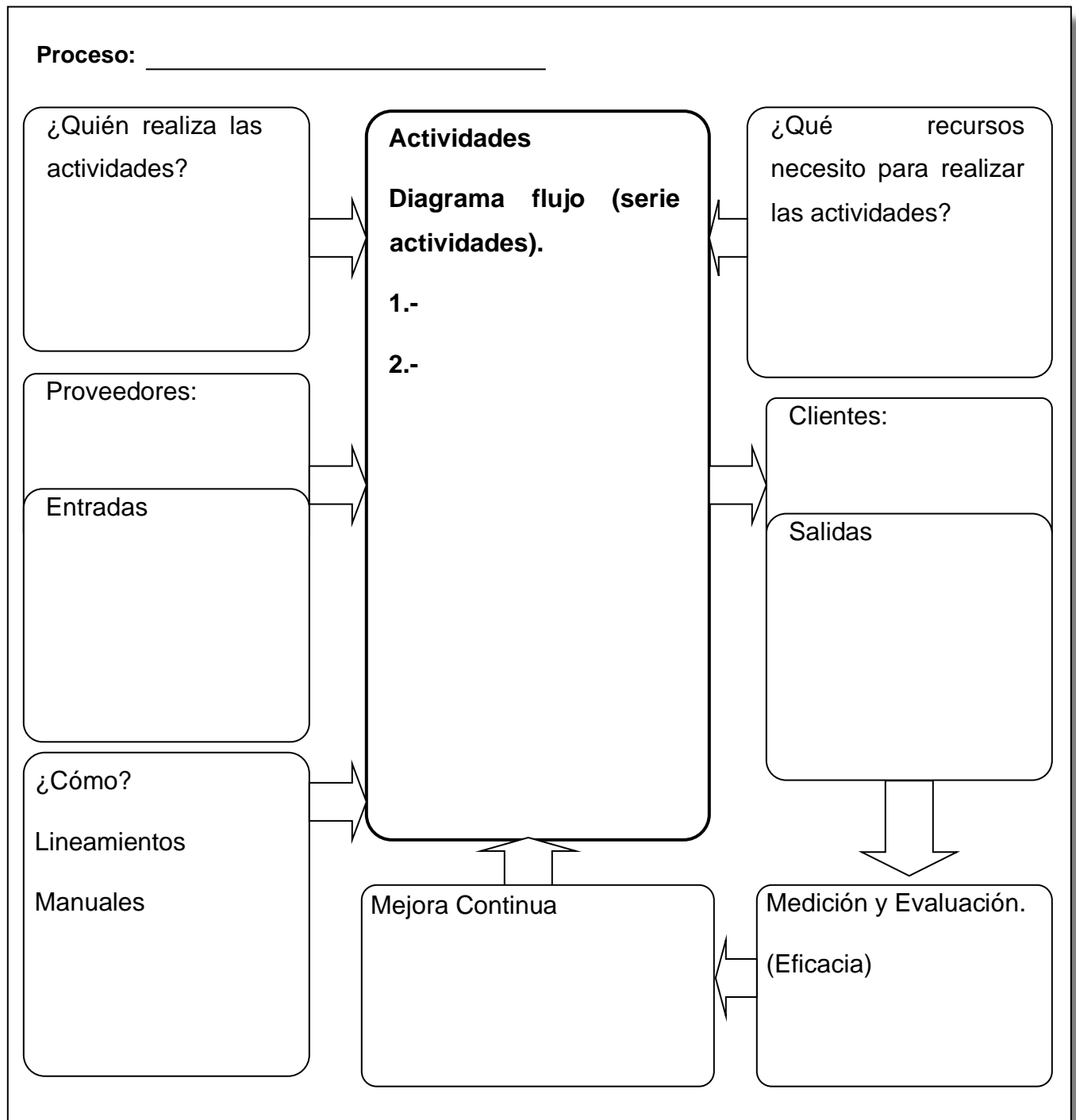


Imagen 23 formato de diagrama de tortuga



## **AMEF**

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

AMEF, se utilizó por primera vez en Estados Unidos en la década de los sesenta del siglo pasado, en la industria aeroportuaria militar, en la cual se estableció una especificación del método (norma MIL-STD-16291), en la siguiente década se extendió a las empresas automovilísticas de la cual Ford fue pionero en utilizar éste método, y pronto sería utilizado por el resto de la industria del automóvil. (Cuatrecasas, 2da edición)

Siendo AMEF en la actualidad una poderosa herramienta preventiva y de análisis y su aplicación se ha extendido a la mayoría de los campos de la industria donde el diseño, el proceso o los medios constituyen una base fundamental para obtener una elevada calidad a bajo costo. En el campo de los servicios presenta igualmente una elevada calidad a bajo costo.

El Análisis de del Modo y Efectos de Falla es un grupo sistematizado de actividades para:

- Reconocer y evaluar fallas potenciales y sus efectos.
- Identificar acciones que reduzcan o eliminen las probabilidades de falla.
- Documentar los hallazgos del análisis.

### Principales beneficios del AMEF

Los beneficios de la implantación del AMEF en un sistema son:

- Identificar fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios.
- Conseguir procesos de desarrollo más cortos.
- Documentar los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementar la satisfacción del cliente.
- Mantener el Know-How en la compañía.

Además de estudiar e identificar los posibles fallos que puedan comprometer la continuidad de una cadena de producción o de un negocio, **mediante el AMEF lo que se hace es clasificar esos riesgos según su importancia.**

A partir de ahí, es posible obtener una lista detallada que servirá para priorizar cuáles son los modos de fallo más relevantes que son importante solventar por uno o varios de los siguientes motivos:

1. Son los errores más peligrosos para la continuidad de los procesos productivos.
2. Pueden resultar muy molestos o perjudiciales para terceros: clientes, proveedores y otros grupos de interés.
3. Tienen muchas posibilidades de que se produzcan, es decir, su frecuencia es alta. (Cuatrecasas, 2da edición)

#### Tipos comunes de AMEF



Imagen 24 Tipos de AMEF, (página de internet) Lean

4. **1-AMEF DE SISTEMA (S-AMEF)** – Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema
5. **2-AMEF DE DISEÑO (D-AMEF)** – Reduce los riesgos por errores en el diseño.
6. **3-AMEF DE PROCESO (P-AMEF)** – Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.

#### AMEF de diseño (D-AMEF)

7. Se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño
8. Evalúa subsistemas del producto o servicio.
9. Se realiza cuando el Diseño aún está en planos

#### AMEF de proceso (P-AMEF)

10. Se usa para analizar los procesos de manufactura o servicios, Se enfoca en hallar los riesgos o la incapacidad de cumplir con las expectativas del cliente.
11. Los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño.
12. Asume que el producto según el diseño cumplirá su intención final
13. Evalúa cada paso del proceso (producción o servicio).
14. Usado en el análisis de proceso y transiciones
15. No debe utilizar controles en el proceso para superar debilidades del diseño.
16. ¿Cuándo iniciar un FMEA?
  - Al diseñar los sistemas, productos y procesos nuevos.
  - Al cambiar los diseños o procesos existentes o que serán usados en aplicaciones o ambientes nuevos.

- Después de completar la Solución de Problemas (con el fin de evitar la incidencia del problema).
- El FMEA de diseño, después de definir las funciones del producto, antes de que el diseño sea aprobado y entregado para su manufactura o servicio.
- El FMEA de proceso, cuando los documentos preliminares del producto y sus especificaciones están disponibles.

Preparación del PFMEA

- Se recomienda que sea un equipo multidisciplinario
- El responsable del sistema, producto o proceso dirige el equipo, así como representantes de las áreas involucradas y otros expertos en la materia que sea conveniente.

ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA																			
AMEF de Diseño / Proceso																			
Componente _____				Responsable del Diseño _____				AMEF Número _____											
Ensamble _____				Preparó _____				Pagina _____ de _____											
Equipo de Trabajo _____				FECHA (orig.) de FMEA _____ (rev.) _____															
Función Proceso/ Requeri- mientos	Modo Potencial de Falla	Efecto (s) Potencial (es) de falla	S e v e	C l a s e	Causa(s) Potencial(es) / Mecanismos de la falla	O c u r	Controles de Diseño/ Proceso Actuales Prevención	Controles de Diseño/ Proceso Actuales Detección	D e t e c	R P N	Acción (es) Recomenda da (s)	Responsable y fecha objetivo de Terminación	Resultados de Acción						
													Acciones Tomadas	S e v	O c c	D e t	R P N		

Tabla 2 AMEF, taller de AMEF 2020

Usar RPN para identificar acciones futuras. Una vez que se lleva a cabo la acción, recalcular el RPN



## Descripción de formato AMEF:

1. Función Proceso/ Requerimientos: Relacione las funciones del diseño de la parte o ensamble
2. Modo potencial de falla: Identifica modos de falla tipo I inherentes al diseño.
3. Efectos potenciales de falla: Describir los efectos de modo de falla en:
  - LOCAL
  - El mayor subsecuente y usuario final
4. Severidad: Usar tabla para determinar la severidad
5. Clase: Identificar causas de diseño de causas y mecanismos de falla que pueden ser señalados para los modos de falla
6. Causas potenciales/ Mecanismos de falla; Rango de Probabilidad de la causa identificada
7. Control de diseño actual de prevención. ¿Cuál es el método de control actual que usa ingeniería  
¿Para prevenir y detectar el modo de falla?
8. Control de diseño actual de detección. ¿Cuál es el método de control actual que usa ingeniería  
¿Para prevenir y detectar el modo de falla?
9. Detección: ¿Cuál es la probabilidad de detectar la causa?
10. RPN: Riesgo=severidad x ocurrencia x detección

## **AMEF DE DISEÑO**

Identificar funciones de Diseño

**Propósito** - Determinar las funciones que serán evaluadas en el DFMEA; describir la función relacionada con los productos.

### **Proceso**

- Desarrollar lista de Entradas, Salidas y Características/productos - diagrama de bloque de referencia, Matriz de Causa Efecto.
- Evaluar entradas y características de la función requerida para producir la salida.
- Evaluar Interfaz entre las funciones para verificar que todos los Posibles Efectos sean analizados.
- Asumir que las partes se manufacturan de acuerdo con la intención del diseño.

### **Determinar 3 niveles de efectos del modo de falla**

#### **Evaluar 3 (tres) niveles de Efectos del Modo de Falla**

- **Efectos Locales**
  - Efectos en el Área Local
  - Impactos Inmediatos
  - **Efectos Mayores Subsecuentes**
  - Entre Efectos Locales y Usuario Final
  - **Efectos Finales**

- Efecto en el Usuario Final del producto

<b>Rangos de Severidad (DFMEA)</b>		
<b>Efecto</b>	<b>Rango</b>	<b>Criterio</b>
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor desempeño	4	El cliente se siente un poco fastidiado. Efecto menor en el del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor seriamente	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo inoperable.	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema
Serio tiempo, materia de	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno. <span style="float: right;">(Stamatis 1995)</span>

*Tabla 3 Rango de Severidad, taller AMEF, 2020*

### **Identificar Causa(s) Potencial(es) de la Falla**

- **Causas relacionadas con el diseño - Características de la Parte**
  - Selección de Material
  - Tolerancias/Valores objetivo
  - Configuración

- Componente de Modos de Falla a nivel de Componente
- **Causas que no pueden ser Entradas de Diseño tales como:**
  - Ambiente, Vibración, Aspecto Térmico
- **Mecanismos de Falla**
  - Rendimiento, Fatiga, Corrosión, Desgaste

<b>Rangos de Ocurrencia (DDMEA)</b>				
<b>Ocurrencia</b>	<b>Criterios</b>	<b>Rango</b>	<b>Probabilidad de Falla</b>	
Remota	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este producto o con un producto casi idéntico	1	<1 en 1,500,000	Zit > 5
Muy Poca	Sólo fallas aisladas asociadas con este producto o con un producto casi idéntico	2	1 en 150,000	Zit > 4.5
Poca	Fallas aisladas asociadas con productos similares	3	1 en 30,000	Zit > 4
Moderada	Este producto o uno similar ha tenido fallas ocasionales	4	1 en 4,500	Zit > 3.5
		5	1 en 800	Zit > 3
		6	1 en 150	Zit > 2.5
Alta	Este producto o uno similar han fallado a menudo	7	1 en 50	Zit > 2
		8	1 en 15	Zit > 1.5
Muy alta	La falla es casi inevitable	9	1 en 6	Zit > 1
		10	>1 en 3	Zit < 1

Nota:

El criterio se basa en la probabilidad de que la causa/mecanismo ocurrirá. Se puede basar en el desempeño de un diseño similar en una aplicación similar.

*Tabla 4 Rango de Ocurrencia, Taller AMEF, 2020*

**Verificación/ Validación del Diseño:** actividades usadas para evitar la causa, detectar falla anticipadamente, y/o reducir impacto:

- Cálculos
- Análisis de Elementos Limitados
- Revisiones de Diseño
- Prototipo de Prueba
- Prueba Acelerada

## Rangos de Detección (DFMEA)

- **Primera Línea de Defensa** - Evitar o eliminar causas de falla
- **Segunda Línea de Defensa** - Identificar o detectar falla Anticipadamente
- **Tercera Línea de Defensa** - Reducir impactos/consecuencias de falla
- **Rango de Probabilidad de Detección basado en la efectividad del Sistema de Control Actual; basado en el cumplimiento oportuno con el Plazo Fijado**
- **1** Detectado antes de la ingeniería prototipo
- **2 - 3** Detectado antes de entregar el diseño
- **4 - 5** Detectado antes de producción masiva
- **6 - 7** Detectado antes del embarque
- **8** Detectado después del embarque pero antes de que el cliente lo reciba
- **9** Detectado en campo, pero antes de que ocurra la falla

- 10 No detectable hasta que ocurra la falla en campo

## Calcular RPN (Número de Prioridad de Riesgo)

Producto de Severidad, Ocurrencia, y Detección

**RPN / Gravedad usada para identificar CTQs**

**Severidad mayor o igual a 8  
RPN mayor a 150**

### PLANEAR ACCIONES

Requeridas para todos los CTQs

- Listar todas las acciones sugeridas, qué persona es la responsable y fecha de terminación.
- Describir la acción adoptada y sus resultados.
- Recalcular número de prioridad de riesgo.

**Reducir el riesgo general del diseño**

En el desarrollo de AMEF partimos del diseño del producto o proceso de diseño, con la elaboración de un diagrama donde aparecen todos los elementos posibles, y a través de un método sistemático:

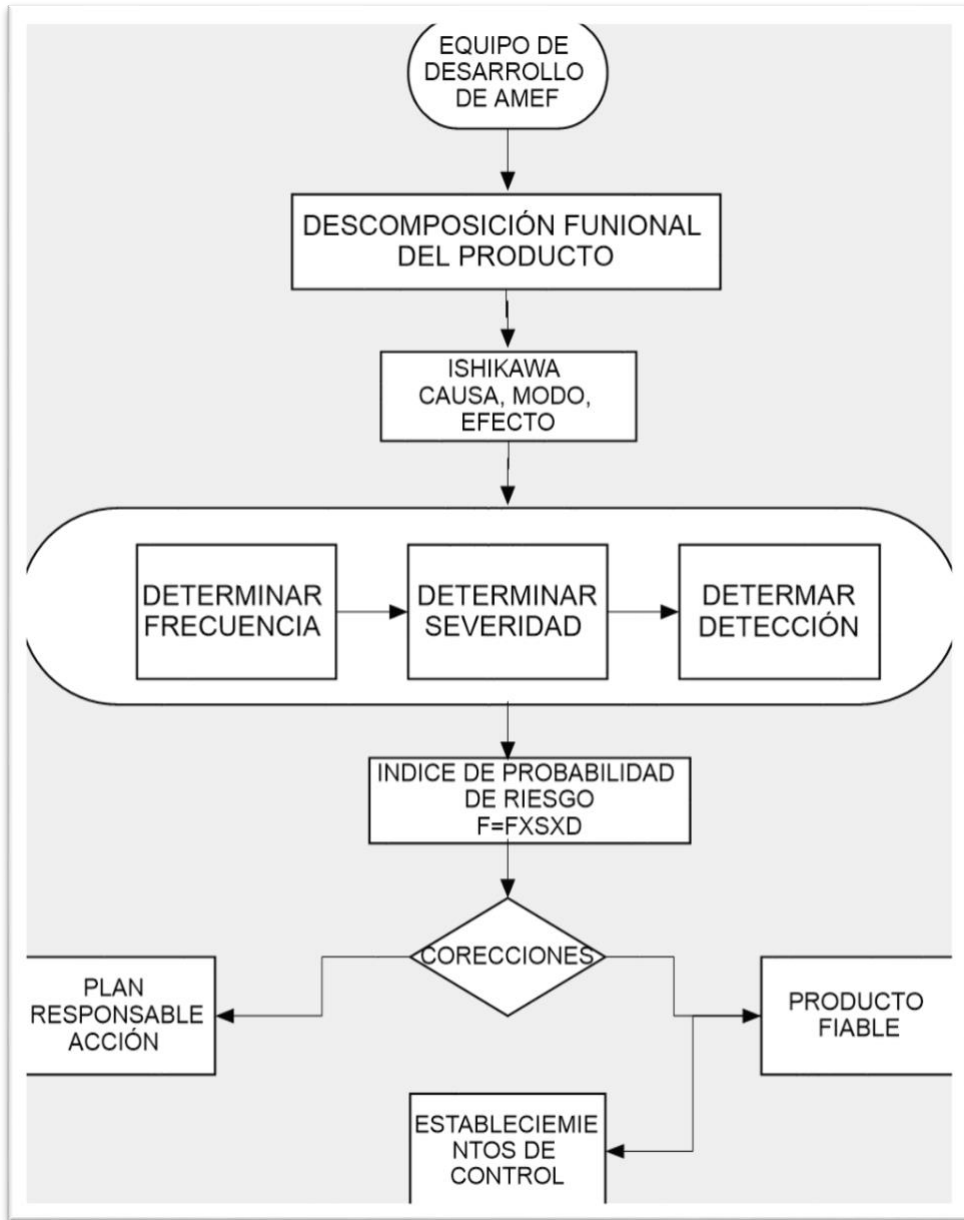


Imagen 25 Esquema de etapas de AMEF, (2020)

Para después aplicar los resultados en un AMEF o Análisis de modo y efecto de falla:

1. Identificando las causas potenciales de la falla:
  - Causas relacionadas con el diseño - Características de la Parte
  - Selección de Material
  - Tolerancias/Valores objetivo
  - Configuración
  - Componente de Modos de Falla a nivel de Componente

Causas que no pueden ser Entradas de Diseño, tales como:

- Ambiente, Vibración, Aspecto Térmico
- Mecanismos de Falla
- Fatiga, Corrosión, Desgaste

Evaluar 3 (tres) niveles de Efectos del Modo de Falla

- Efectos Locales
  - Efectos en el Área Local
  - Impactos Inmediatos
  - Efectos Mayores Subsecuentes
  - Entre Efectos Locales y Usuario Final
  - Efectos Finales
  - Efecto en el Usuario Final del producto
2. El siguiente paso es analizar los rangos de severidad

Efecto                      Rango    Criterio



No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente un poco fastidiado. Efecto menor en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable.
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

*Tabla 5 Rango de severidad, Taller AMEF, 2020*

### 3. Identificar los controles actuales de diseño

Verificación/ Validación del Diseño: actividades usadas para evitar la causa, detectar falla anticipadamente, y/o reducir impacto:

- Cálculos
- Análisis de Elementos Limitados
- Revisiones de Diseño
- Prototipo de Prueba
- Prueba Acelerada

Primera Línea de Defensa - Evitar o eliminar causas de falla

## Segunda Línea de Defensa - Identificar o detectar falla Anticipadamente

Ocurrencia	Criterios	Rangos	Probabilidad de Falla
Remota	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este producto.	1	<1 en 1,500,000 zlt >5
Muy poca	Solo fallas aisladas asociadas con este producto o con un producto casi idéntico	2	1 en 150,000 Zlt >4.5
Poca	Fallas aisladas asociadas con productos similares	3	1 en 30,000 Zlt > 4
Moderada	Este producto o uno similar ha tenido fallas ocasionales	4	1 en 4,500 Zlt > 3.5
		5	1 en 800 Zlt > 3
		6	1 en 150 Zlt >2.5
Alta	Este producto o uno similar han fallado a menudo	7	1 en 50 Zlt > 2
		8	1 en 15 Zlt > 1.5
Muy alta	La falla es casi inevitable	9	1 en 6 Zlt > 1
		10	>1 en 6 Zlt > 1

Tabla 6 Rangos de ocurrencia AMEF, (2020)

## Tercera Línea de Defensa - Reducir impactos/consecuencias de falla

### 4.-Rango de Detección DFMA

Rango de Probabilidad de Detección basado en la efectividad del Sistema de Control Actual; basado en el cumplimiento oportuno con el Plazo Fijado

Tabla 7 Tabla de Probabilidad del AMEF

<b>1</b>	<b>Detectado antes de la ingeniería prototipo</b>
<b>2 - 3</b>	Detectado antes de entregar el diseño
<b>4 - 5</b>	Detectado antes de producción masiva
<b>6 - 7</b>	Detectado antes del embarque
<b>8</b>	Detectado después del embarque pero antes de que el cliente lo reciba
<b>9</b>	Detectado en campo, pero antes de que ocurra la falla
<b>10</b>	No detectable hasta que ocurra la falla en campo

5.- Calcular número de probabilidad de riesgo RPN

Producto de Severidad, Ocurrencia, y Detección

- RPN / Gravedad usada para identificar CTQs
- Severidad mayor o igual a 8
- RPN mayor a 150

6.- Por último, planear acciones:

- Listar todas las acciones sugeridas, qué persona es la responsable y fecha de terminación.
- Describir la acción adoptada y sus resultados.
- Recalcular número de prioridad de riesgo.

REDUCIR EL RIESGO GENERAL DE DISEÑO

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA AMEF de Diseño / Proceso																		
Componente _____		Responsable del Diseño _____				AMEF Número _____												
Ensamble _____		Preparó _____				Página _____ de _____												
Equipo de Trabajo _____						FECHA (orig.) de FMEA _____ (rev.) _____												
Función Proceso/ Requeri- mientos	Modo Potencial de Falla	Efecto (s) Potencial (es) de falla	S e v e r i d a d	C a u s a	C a u s a (s) P o t e n c i a l (es) / M e c a n i s m o s d e l a f a l l a	O c u r r e n c i a	C o n t r o l e s d e D i s e ñ o / P r o c e s o A c t u a l e s P r e v e n c i ó n	C o n t r o l e s d e D i s e ñ o / P r o c e s o A c t u a l e s D e t e c c i ó n	D e t e c t a d o	R e c o m e n d a d a (s)	A c c i ó n (es) y f e c h a o b j e t i v o d e T e r m i n a c i ó n	Resultados de Acción						
												A c c i o n e s T o m a d a	S e v e r i d a d	O c u r r e n c i a	R e c o m e n d a d a			

Tabla 8 AMEF de diseño (AMEF), 2020

## **SMED (QUICK CHANGEOVER) CAMBIOS RAPIDOS**

El uso del método cambio rápido (quick changeover) ayuda a los equipos de producción a reducir tiempos muertos por la mejora de los procesos de ajuste de productos, nuevos y productos modificados, así también a mejorar actividades asociadas de mantenimiento.

### Ventajas

Hay muchas ventajas al usar el método de cambio rápido (quick changeover). Este incluye las siguientes:

- Los miembros de su equipo pueden responder al cambio en producto demandado más rápidamente.
- La capacidad de máquina se incrementa, la cual permite una gran capacidad de producción.
- Aumenta el número de cambios
- Se puede reducir su inventario y costos asociados, porque ya no necesita extensión de tiempos.
- Una vez que se logra hacer los ajustes y cambiar de acuerdo un procedimiento establecido, se puede dar capacitación extra a operadores que desempeñan esas tareas, lo que incrementa la flexibilidad en su organización.
  - El retraso en tiempo se acorta, mejorando su posición competitiva en el mercado.

### Proceso de implementación

SMED-Single Minute Exchange of Die, por sus siglas en inglés, es un método para analizar los procesos de manufactura en la empresa, para reducir los materiales, recursos especializados y tiempo requerido de ajuste de equipo, incluyendo, cambio de herramientas.

El uso de este método ayuda al equipo de producción a reducir tiempos muertos por la mejora de los procesos de ajuste de productos nuevos y productos modificados, así también a mejorar actividades asociadas de mantenimientos. Además, permite a la empresa a implementar efectivamente la producción de lote pequeño o flujo de una pieza.

En otras palabras, se refiere a reducir las tareas de preparación de máquinas.

La técnica SMED consiste de los siguientes pasos:

1. Observar y entender el proceso de cambio de lote o producto.

Recordemos que el proceso de cambio de lote se mide desde la última pieza correcta del lote anterior hasta la primera pieza correcta del lote siguiente.

En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de entender cómo se lleva a cabo éste, y así conocer el tiempo invertido. Para esto se pueden realizar tres actividades importantes que son:

- Documentar en video la operación de preparación. Se presta especial atención a cada uno de los movimientos realizados.
- Conformar un equipo de trabajo, integrado a personal de diferentes áreas, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción encargados, personal de mantenimiento, calidad, etc. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se anotarán de forma clara y sencilla actividades realizadas y los tiempos que comprende.

2. Identificar y separar las operaciones internas y externas.

Todas las tareas de cambio de herramental se dividen en dos tipos de operaciones

Operaciones internas: Operaciones realizadas con máquina parada.

Operaciones externas. Operaciones realizadas con la máquina operando.

3. Convertir las operaciones internas en externas.

Con la información obtenida en los pasos anteriores, el equipo de trabajo realiza esta etapa donde identifican y analizan las operaciones internas (máquina parada) que pueden convertirse a operaciones externas (máquina operando) reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio.

Por ejemplo, si antes de realizar el cambio de lote, ya se trasladó el molde hasta la prensa donde se montará, habremos restado este tiempo del tiempo de cambio. Y por lo tanto, convertido de interna a externa.



Imagen 26 Operaciones internas y externas LEAN MANUFACTURING

#### 4. Detallar el nuevo proceso de cambio

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados.

Los tiempos de las operaciones eternas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y el resto de elementos necesarios para el cambio.

Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, es decir, al mismo tiempo, también se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

#### 5. Estandarizar el nuevo procedimiento

Una vez detallado el nuevo proceso, es importante generar la documentación necesaria para que éste se comience a implementar, en la documentación puede

incluir documentos escritos, esquemas diagrama o nuevas grabaciones de video, entre otros.

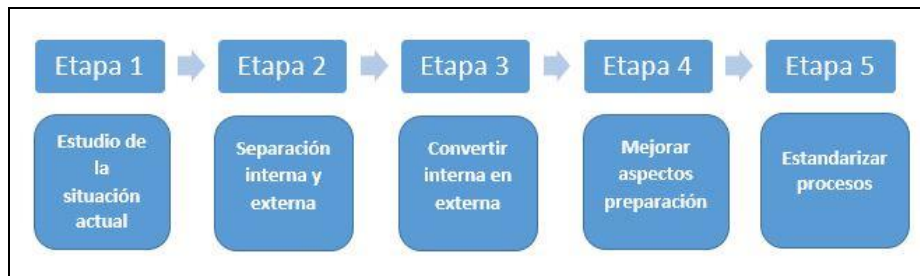


Imagen 27 . Diagrama de etapas SMED, LEAN MANUFACTURING

Beneficios que deja la utilización de la herramienta SMED:

- Se transforma tiempo no productivo en tiempo productivo
- Es posible la reducción del lote de producción
- Se estandarizan los procedimientos de cambio de lote.
- Se puede reducir su inventario y costos asociados ya no necesita extensión de tiempos.
- Los errores de manufactura se reducen.

Sugerencias

- Los cambios rápidos deben verse como procesos totales
- La metodología básica usada para reducir tiempos de cambios puede aplicarse a muchos procesos.
  - Procesos de ensamble (kits, etc.)
  - Procesos de diseño (diseños concurrentes, etc.)
  - Procesos transaccionales (formatos estándar, equipos de revisión de documentos, etc.)
- Se pueden lograr reducciones drásticas de tiempos de cambio, por medio de un método sistemático organizado.

Sin planes de control la gente rápidamente regresa a la antigua forma de hacer las cosas. (Systems, 2019)

## **JIDOKA**

Jidoka es un término japonés que en el mundo Lean Manufacturing significa “automatización con un toque humano”

Con Jidoka los temibles departamentos de control de calidad ya no son necesarios, porque la calidad no es responsabilidad de un único departamento, sino de todos los trabajadores de la empresa idealmente no debería haber operarios dedicados al a supervisión de las máquinas ni a la inspección de los productos. Si hay algún proceso que requiere supervisión, la solución es corregir ese proceso para que no la requiera, de forma que la calidad quede automatizada o integra dentro del propio proceso productivo. El concepto de Jidoka representa esta automatización del control de la calidad agregándole “un toque humano”

### Ejecución de Jidoka

Jidoka no funcionaría solo con el simple hecho de detectar una anomalía y para la línea. Jidoka es algo más, es corregir la condición anormal e investigar la causa raíz para eliminarla para siempre.

Por lo que una buena ejecución de JIDOKA consta de cuatro pasos que son:

9. Detectar la anormalidad
10. Parar
11. Fijar o corregir la condición anormal
12. Investigar la causa raíz e instalar las contramedidas.

Los primeros pasos puede ser automatizados. A diferencia de los pasos tres y cuatro los cuales son de total dominio de personas ya que requieren de un diagnóstico, de un análisis y de una resolución de problemas.

1. Detectar la anormalidad



Las anomalías se pueden detectar tanto en los procesos en los que intervienen máquinas como en los procesos que intervienen personas.

En el primer caso, se construyen mecanismos dentro de las máquinas, los cuales detectan anomalías y automáticamente paran la máquina durante el tiempo de ocurrencia.

En el caso de personas se les da la autoridad para que opriman botones o tiren de cuerdas llamadas “cuerdas andon” que como consecuencia podrían llegar a para una línea entera de producción.

## 2. Parar

Lo que para muchas personas resulta difícil de entender es el hecho de para la línea de producción ya que se puede caer en el gran error de pensar que cada vez que se tira de una “cuerda andón” en una estación de trabajo toda la producción entra en una gran parada hasta que el problema sea resuelto.

En realidad, las líneas de producción se pueden dividir en secciones y estas a su vez en estaciones de trabajo, de forma que cuando una estación de trabajo avisa de su problema tirando de una cuerda ando, la línea sigue produciendo, teniendo un tiempo de ciclo para resolver el problema antes de que la sección de la línea siguiente pare.

En el peor de los casos, si no se puede encontrar solución será inevitable parar la línea de producción.

## 3. Fijar o corregir la condición anormal

Para volver a este ritmo, usaremos distintas opciones como pueden ser

- Poner a funcionar un proceso excepcional como implementar un Kanban (sistema de señal por tarjetas)
- Poner una unidad en estación de re trabajo

- Parar la producción hasta que una herramienta rota sea arreglada.
4. Investigar la causa raíz del problema e instalar una contramedida permanente.

Para investigar la causa tenemos que bajar el nivel del usuario del proceso, por ejemplo a través del método de los “cinco porqué” encontrar la raíz del problema. Una vez investigado podemos instalar una solución permanente que haga que este problema no vuelva a suceder.

Jidoka ayuda a expandir el conocimiento sobre el proceso y sistema de producción.

Tanto en el sector industrial como en el de servicios, esta técnica se puede aplicar de diferentes maneras, en casi todos los casos depende de la creatividad de las personas involucradas en evitar que una pieza defectuosa siga avanzando su proceso. (Systems, 2019)

## **POKA YOKE**

“Es bueno hacer las cosas bien la primera vez. Pero es aún mejor hacer que sea imposible hacerlas mal desde la primera vez”

En Japón-Poka YOKE DE Shigeo Shingo, Yokeru (evitar)

Poka (errores inadvertidos)

¿Qué significa poka yoke?

- Hacer que sea imposible cometer errores
- Es una técnica para eliminar los errores humanos y de operación.
- Son técnicas simples y efectivas para eliminar o al menos reducir los defectos y los errores que los producen para alcanzar calidad cero defectos.
- Es un mecanismo usado para evitar la ocurrencia de defectos o errores.

Algunos tipos de errores humanos:

- Olvidos. A veces olvidamos las cosas

- Falta de entendimiento. Se concluye algo erróneamente antes de conocer la situación.
- Errores en identificación. A veces nos confundimos cuando vemos algo muy rápido.
- Falta de experiencia. Nos equivocamos porque no conocemos bien la situación.
- Errores involuntarios. Ocurren errores cuando creemos que podemos ignorar las reglas.
- Errores por lentitud. Acciones lentas por retrasos en juzgar algo.
- Errores por sorpresa. El equipo opera en forma diferente a lo esperado
- Errores intencionales. Intentos de sabotaje.

¿Cuándo podemos encontrar errores?

- Antes de que ocurran. Predicción o prevención
- Después de que ocurran. Detección

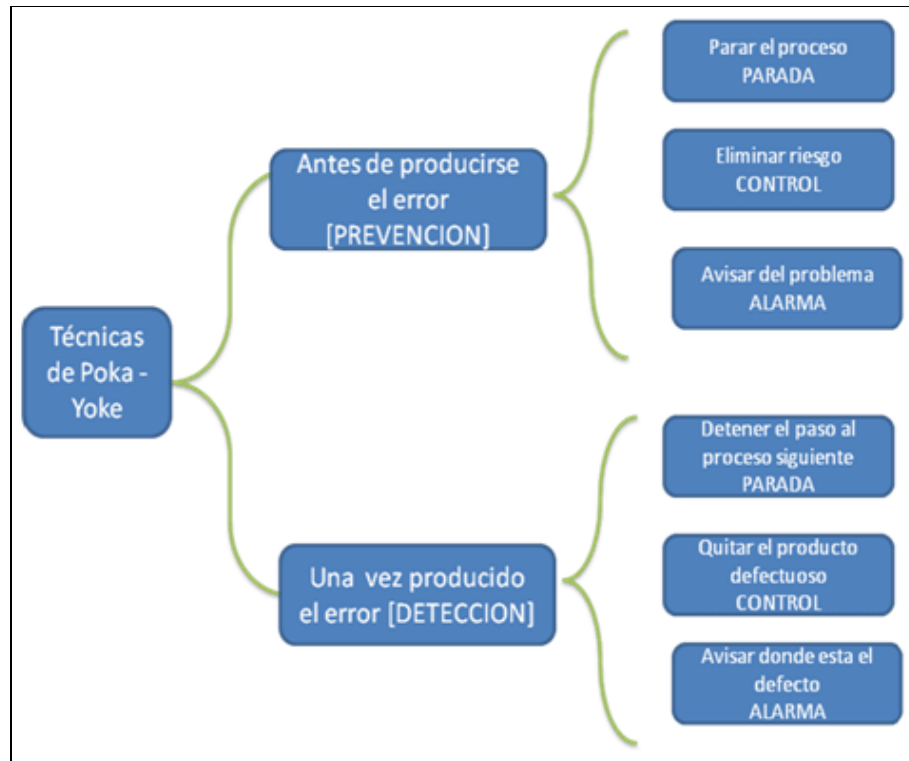


Imagen 28 Prevención, Detección Poka Yoke, Lean Manufacturing

## Funciones básica de un Poka Yoke

### Paro tipo A

Cuando ocurren anomalías mayores, evitan cierre de la máquina, interrumpen la operación. En algunos casos el operador tiene disponibles interruptores para el proceso total si detecta errores mayores.

### Advertencia Tipo B

Cuando ocurren anomalías menores. Indican con luces o alarmas para llamar la atención del personal. Es necesario regular intensidad, tono y volumen. Los defectos continúan ocurriendo hasta que se atiende. Algunos separan el producto defectuoso.

- Métodos de contacto: Estos métodos incluyen dispositivos sensores para detectar anomalías en forma o dimensión del producto. El contacto puede ser físico (microswitches) o no físico (sensores)

- Métodos de valor fijo. Con estos métodos las anomalías son detectadas verificando un determinado número de movimientos para el caso de que las operaciones sean repetidas un número determinado de veces.
- Métodos de movimientos predeterminados. Estos métodos incluyen sensores para detectar anomalías en los movimientos estándar en caos donde las operaciones deban realizarse de acuerdo a movimientos predeterminados.

Dispositivos de detección usados en Poka Yokes

Métodos de Detección de Contacto

Switches limitadores. Confirman la presencia y posición de los objetos para detectar herramienta rota, etc. Muchos incluyen luces indicadores para facilidad de mantenimiento.

Switches de toque. Son activados por luz o su antena para detectar presencia de objetos, posición, dimensión, etc. Tienen alta sensibilidad.

Transformadores diferenciales. Cuando se posiciona un producto frente a estos, detectan cambios en las líneas de fuerza magnética, para detectar objetos con gran precisión.

Detectores de nivel. Detectan niveles de líquidos sin flotador.

Métodos de detección sin contacto.

Switches de proximidad. Son activados por cambios en distancia de objetos a cambios en fuerza magnética o capacitiva.

Switches fotoeléctricos. Se aplican para artículos no ferrosos, pudiendo calificar diferencias de color en soldaduras, incluyen los tipos siguientes:

De transmisión en los cuales un haz de luz entre los dos switches fotoeléctricos se interrumpe.

Tipos de relación: que utiliza haz de luz reflejado.

Sensores de dimensión. Son sensores que detectan si las dimensiones son correctas.

Sensores de desplazamiento. Son sensores que detectan giro, espesor y nivel de alturas.

Sensores de paso de metal. Verifican paso de metales o contaminaciones metálicas.

Sensores de marcas de color. Detectan marcas o diferencias de color.

Sensores de vibración. Detectan el paso de artículos, posición de soldaduras.

Sensores de presión. Son sensores que detectan interrupción de flujo de aceite.

Sensores de paso de fluido. Verifican paso de aire a través de perforaciones, para detectar las tapadas.

Sensores de temperatura. Detectan cambios de temperatura en superficies o equipo. Pueden ser termostatos, termistores, bimetales, etc.

Temporizadores. Detectan duración en tiempo. Pueden ser times, retardadores, switches de tiempo. Etc.

¿Qué se puede hacer si no se puede implementar Poka Yokes?

- Use colores y códigos de color
- Use formas

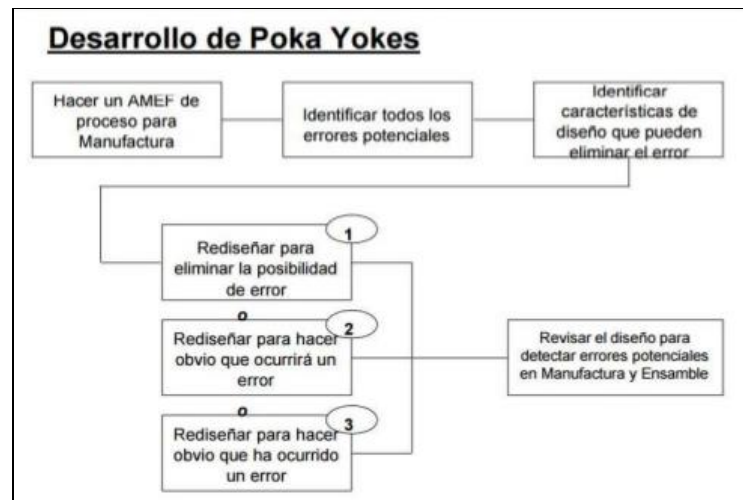
Hace que sea más fácil hacer bien las cosas usando por ejemplo:

- Lista de verificación.
- Formatos efectivos para recopilación de datos.
- Símbolos

Pasos para el desarrollo de poka yokes

1. Descubrir el defecto. Formar un equipo de trabajo. Mostrar la tasa de defectos.

2. Identificar el lugar donde se descubren o producen los defectos.
3. Detalle de los procedimientos de la operación donde se producen los defectos.
4. Identificar los errores o desviaciones de los procedimientos donde se producen los defectos.
5. Identificar las condiciones donde se ocurren los defectos (investigar)
6. Identifica el tipo de dispositivo poka yoke requerido para prevenir el defecto.
7. Desarrollar un dispositivo Poka Yoke.



*Imagen 29 . Desarrollo de Poka Yoke, Lean Manufacturing*

### Principios de Diseño

- ¿El diseño hace que algunas acciones equivocadas sean más difíciles de ocurrir?
- ¿El diseño hace que las acciones incorrectas se vuelvan correctas?
- ¿El diseño explota el poder de las restricciones, sean naturales o artificiales?
- ¿El diseño asume la presencia de errores?

### Plan de recuperación

Hace posible las acciones o hace más difícil hacer lo que no podemos revertir.

¿Facilita el descubrimiento de los errores que ya han ocurrido?

Reglas de diseño para ensamble manual

- Reducir el número y tipos de partes
- Eliminar o reducir ajustes
- Diseñar partes que sean de colocación o alineación automática
- Asegurar acceso adecuado y visión no restringida
- Asegurar que sea fácil el manejo de partes a granel.
- Minimiza la necesidad de reorientación durante el ensamble.
- Diseñar partes que no puedan ser instaladas incorrectamente
- Maximizar la simetría de la parte siempre que sea posible o hacer que las partes sean asimétricas obviamente. (Hirano, 2017)

## **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método que se utiliza es cuantitativo y cualitativo (mixto) ya que se introduce e infiere contenidos y teorías investigadas acerca del tema formulado, el método explicativo, en base a conclusiones extraídas, para un mejor entendimiento del tema propuesto.

También se utiliza la estadística descriptiva, que es una disciplina que se encarga de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos, trata de describir algo, pero no describirlo de cualquiera forma, sino de manera cuantitativa y utilizando el método estadístico (encuestas de satisfacción) para inferir los parámetros de una muestra de clientes que adquiere este tipo de tecnología.

En seguida se describen las fases de la Metodología propuesta para la automatización de electroválvula mediante arduino para mejorar la interacción del usuario de un calentador solar.



Metodología propuesta para la automatización de electroválvula mediante arduino para mejorar la interacción del usuario de un calentador solar

Tabla 9 Metodología propuesta.

Fase 1	Identificar las características de energías renovables actuales.	Descripción de diversas fuentes en el mercado actual.
Fase 2	Diagnosticar la situación de mejor verde en el diseño de calentadores solares.	Ishikawa
Fase 3	Identificar los KPI's para mejorar la funcionalidad de los calentadores solares	Diagrama de tortuga
Fase 4	Implementar la metodología propia mediante el internet de las cosas y las herramientas de calidad.	AMEFD 5s, POKA YOKE, SMED, JIDOKA
Fase 5	Demostrar los resultados obtenidos mediante un prototipo.	Histograma Prototipo y resultados obtenidos.

Se propuso esta metodología propia para la automatización, mediante la implementación de herramientas como el AMEF de diseño para la identificación de

riesgos, Ishikawa, 5s , POKA YOKE, SMED, JIDOKA, y el uso de tecnología como la domótica y arduino.

**Fase 1** se describe en el apartado de Marco Teórico y Estado del Arte, describiendo e infiriendo las tecnologías de los calentadores solares, energías renovables, la domótica, el arduino y como se relacionan todos estos dispositivos y elementos para transformar al internet de las cosas.

## Fase 2

En la segunda fase, se hizo uso de la herramienta de la calidad Ishikawa, para poder determinar las causas que ocasionan que los clientes estén insatisfechos o tengan alguna queja del servicio con respecto a la confusión de cuando usar su calentador solar y cuándo usar un calentador solar, se hará un análisis de causa del problema con la herramienta del diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado.



# Diagrama Ishikawa

En el desarrollo del Diagrama de Ishikawa de la imagen 29 para detectar las causas del problema, se logró encontrar que dentro de las principales causas son el diseño del calentador solar ya que en el diseño actual no hay forma de saber si el agua que contiene el calentador solar está fría o a la temperatura ideal para tomar una ducha además de la falta de información pre y post venta, falta de señalización en la instalación, otros problemas como son falta de capacitación a los instaladores y herramientas adecuadas.

### **Fase 3**

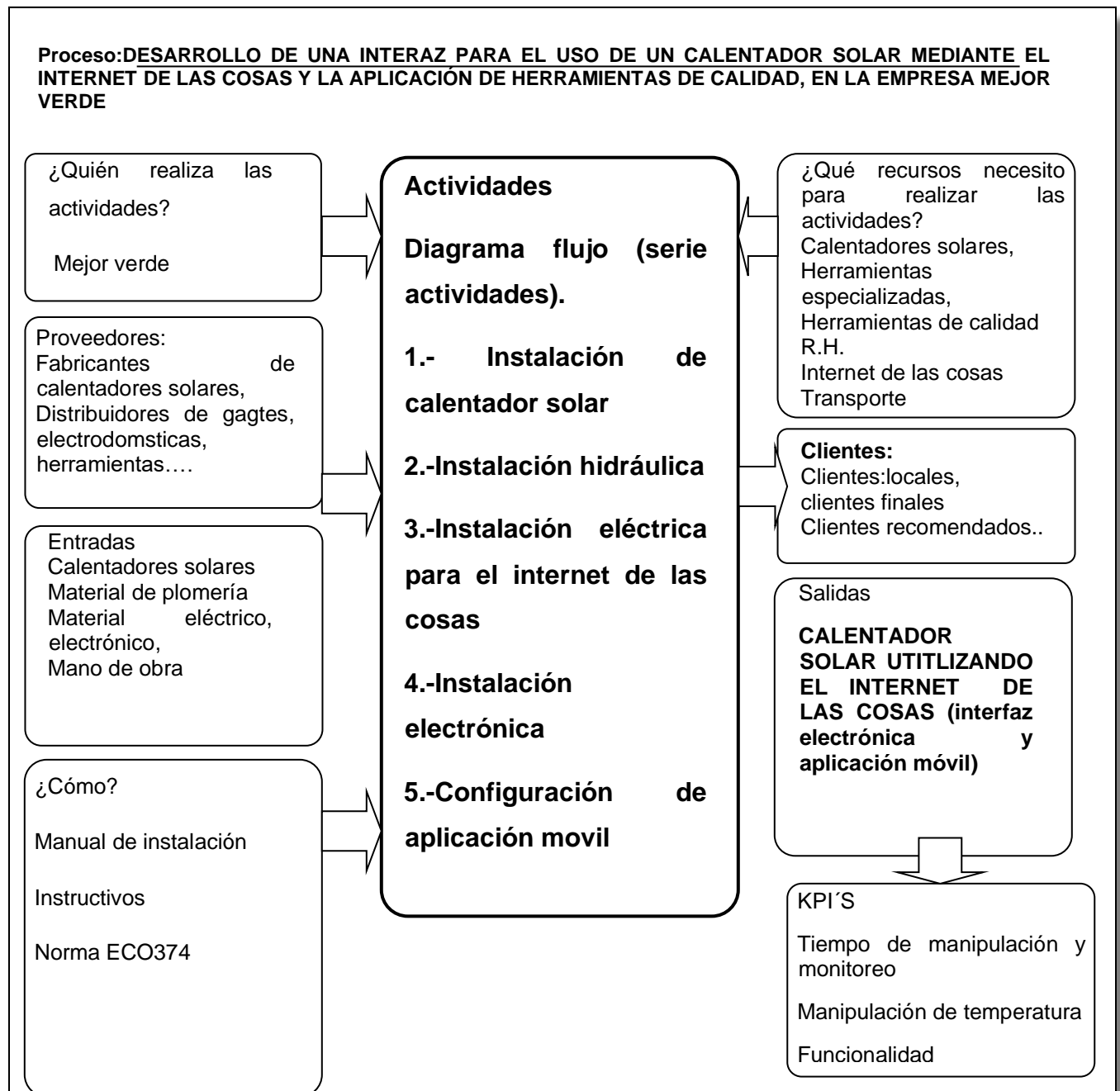
El diagrama de tortuga se utilizó para identificar los KPI's y desarrollar AMEF, y con ello plan de acción para mejorar el diseño de uso en los calentadores solares, se identificaron l siguiente:

Variables o KPI's identificadas en el proceso por medio del diagrama de tortuga

- Variables independientes: **(interfaz electrónica y aplicación móvil)**
- Variables dependientes: tiempo, monitorear temperatura, funcionalidad del calentador solar

## DIAGRAMA DE TORTUGA

*Tabla 10 tabla de KPI's, desarrollo propio*



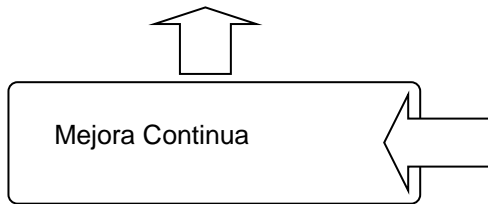


Imagen 31 Diagrama de tortuga

A continuación se presentan los datos a manera de estadística descriptiva para comprender mejor cómo se comportan nuestros controles antes del desarrollo de la interfaz para mejorar el uso de un calentador solar. Como se puede apreciar en la en la gráfica, antes se requería de 20 minutos para revisar si salía agua caliente del calentador solar, para hacer uso de él, después de la interfaz, se reduce en un 100% ya que se automatiza y no es necesario esperar y verificar la temperatura del calentador solar, ya que toma el agua caliente del sistema que esté disponible, de manera automática.

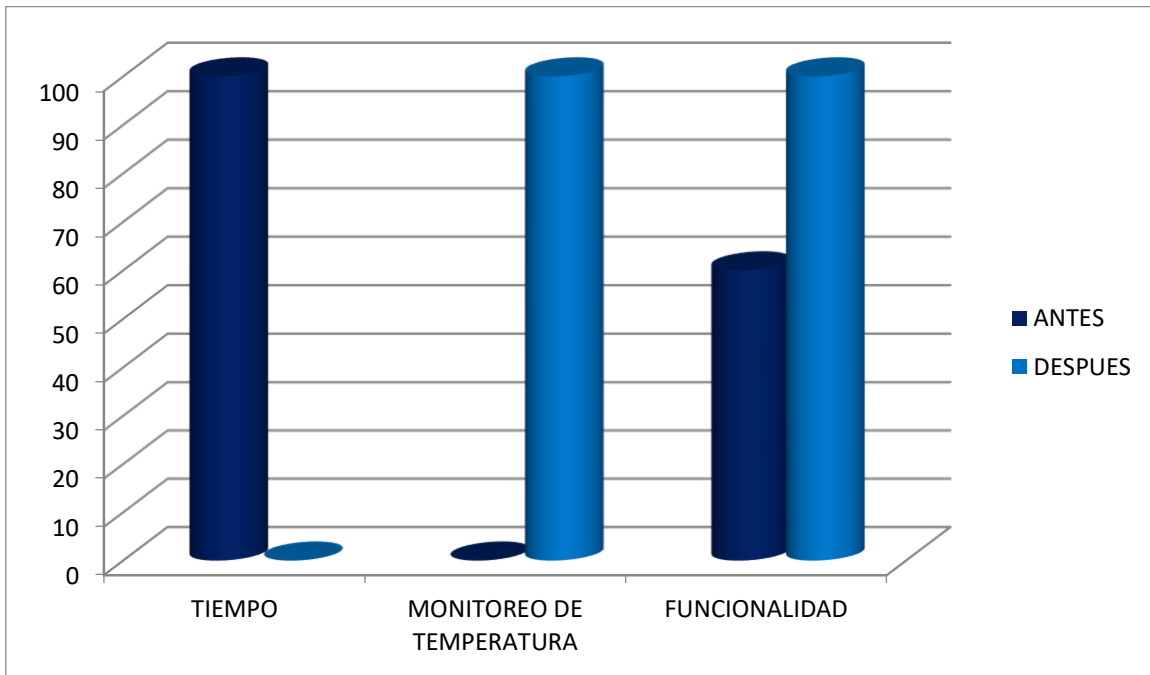
El monitoreo de temperatura antes del desarrollo de la interfaz no se tenía, es decir no se sabía a qué temperatura se encontraba el agua en el calentador solar, con la interfaz es posible obtener el dato y poder tomar decisiones mediante la app, o configurar para que trabaje de manera automática. También podemos observar que al tener monitoreo de temperatura se disminuye el tiempo de en un 100%.

Funcionalidad, aunque el calentador solar funcionaba, la manera en la que lo hacía no era la óptima ya que se requería de intuición y tiempo para hacerlo funcionar, al hacerlo de manera automática o mediante la aplicación móvil se mejora en un 40% su funcionalidad.

KPI's	Porcentaje o tiempo utilizado ANTES	Porcentaje o tiempo utilizado DESPUES
Tiempo	20 min=100%	0 min
Monitoreo de temperatura	0 %	100%
Funcionalidad	60%	40%

## GRAFICA

	ANTES	DESPUES
TIEMPO	100	0
MONITOREO DE TEMPERATURA	0	100
FUNCIONALIDAD	60	100



*grafico 1 Datos obtenidos de acuerdo a prototipo*

### Fase 4

Implementar la metodología propia **mediante el internet de las cosas** y las herramientas de calidad.

## 1. Implementación de AMEF

Una vez identificadas los KPI's a mejorar con ayuda del equipo multidisciplinario, se continúa con el llenado y análisis de AMEF:

En el presente caso se realizará el AMEF de diseño, ya que se pretende mejorar el diseño del producto haciéndolo más amigable para el usuario, sobre todo para las personas adultos mayores y personas con capacidades diferentes.

### Datos para AMEF

1	De dónde procede el riesgo
2	Específicamente en qué actividad del proceso
3	Qué tipo de riesgo es + o -
4	Qué ocasiona el problema / oportunidad
5	Qué hace que sea vulnerable
6	Resultado pronosticado
7	Menor (1)
8	Moderada (2)
9	Mayor (3)
10	Critica (4)
11	Remota (1)
12	Aislada (2)
13	Ocasional (3)
14	Recurrente (4)
15	Frecuente (5)
16	Probabilidad (Baja, Media o Alta)
17	Control del riesgo / Acción de Contingencia
18	Quién(es) debe(n) rendir cuentas sobre el riesgo
19	Cuándo debe resolverse
20	Cuándo se revisará su aplicación

5 Frecuente	Medio	Alta	Alta	Alta
4 Recurrente	Medio	Medio	Alta	Alta
3 Ocasional	Bajo	Medio	Medio	Alta
2 Aislada	Bajo	Bajo	Medio	Medio
1 Remota	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Menor	Moderada	Mayor	Crítica
	1	2	3	4

*Tabla 11 Severidad*

Tabla tomada de (MANUFACTURING, PRIMERA EDICIÓN)

Considerando la ponderación para AMEF de la siguiente forma:

Donde 4 es la forma más crítica y la ocurrencia 5 la más frecuente, se determinó lo siguiente:



## Identificación y Control de Riesgos

Proceso / Fuente de Riesgo	Actividad	Causas Identificadas	Amenaza / Oportunidad	Elemento vulnerable	Consecuen cias / Beneficios	C					Frecuencia					Prueba bidada d	IPR	Control del Riesgo Acc. Contingencia	Responsabi el(s)	Fecha Compromiso	Fecha Supervisión	C					PPD BABI LMD	IPR
						Me	Mo	Ma	Co	Re	Al	De	Ru	Fi	Me							Mo	Ma	Co	Re	Al		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
DIFICULTAD PARA USAR CALENTA- DOR SOLAR	DISEÑO	ESTÁN EN EXTERIOR	DESARROLLO DE INTERFAZ	FUNCIONAL IDAD	DE FUNCIONAL IDAD, TIEMPO Y MONITORE O TEMPERA- TURA								3				GABRIELLE GONZALEZ	FEBRERO	MARZO						3		27	
ERRORES DE INSTALA- CIÓN	DISEÑO		POKAYOKE DISEÑO PLUG AND PLAY	FABRICA CIÓN	INSTALA- CIÓN (OSHIMU- CÓNDE TIEMPO)			3					3				DISEÑO PLUG AND PLAY	GABRIELLE GONZALEZ	FEBRERO	MARZO					1		1	1
TIEMPO DE FABRICA- CIÓN	DISEÑO		SIEMD FABRICACIÓN INTEGRADA	FABRICA CIÓN	DISMUL- CÓNDE COSTO			4					4			64	FABRICACIÓN INTEGRADA	GABRIELLE GONZALEZ	FEBRERO	MARZO					1		1	1

De acuerdo al diagrama de tortuga se aplicó el AMEF de diseño como se puede apreciar en la Imagen 30, dónde la fuente de riesgo es el difícil manejo de un calentador solar, siendo éste una actividad que se puede encontrar en el diseño y la causa identificada es porque el equipo se debe colocar en el exterior, y para poderlo manipular se debe salir y a veces hasta subir al techo donde se encuentre el equipo, debido a esto se encuentra una oportunidad de mejorar e integrar una automatización al equipo existente, siendo un desarrollo para hacer más amigable el uso de un calentador solar, las consecuencias derivadas de un diseño deficiente son las constantes quejas de los clientes que ya tienen un equipo instalado en sus domicilios, (funcionalidad), lo cual está directamente relacionada con el tiempo que se ocupa en hacer funcionar el sistema ya que no se sabe la temperatura a la cual se entrega el agua, es decir no se puede monitorear la temperatura.

En todos los puntos se volvió hacer un análisis de las propuestas para determinar si es necesaria una mejora, dando como resultado una probabilidad baja en los últimos 2 casos, no así en la primera, dónde se identificó en la fabricación de la interfaz una probabilidad de errores al instalar, siendo varias partes libres de albedrío a la hora de instalar la interfaz al usuario final, dando como resultado una mejora en el diseño apoyándose con la herramienta de calidad POKA YOKE, que nos permite disminuir los errores, proponiendo un diseño plug and play, para que solo se conecte y se eviten errores de conexión o avería por mala manipulación.

Otra oportunidad de mejora que se detectó en el diseño, es que se tenían que ensamblar varias partes en la interfaz, haciendo un tiempo largo de fabricación el cual afecta en costo, por ello se propuso con la herramienta de la calidad de SMED,

una solución de construcción integrada en una sola placa electrónica, disminuyendo tiempo de producción y costos.

### 1) Implementación de las 5s

Con la herramienta de 5's que se considera básica como herramienta de la Calidad, se recurre a dicha herramienta para obtener mejoras desde lo más simple que es la selección, orden, limpieza, estandarización e implementación, toda organización que quiera manejarse de una manera ordenada y tener calidad en sus producto o servicios debe tener en cuenta las 5's como algo básico y necesario dentro de la organización, dicha herramienta es útil para trabajar de manera ordenada, aprovechando los recursos, es decir espacios, y evitando errores, dando pie a la herramienta de POKA YOKE y SMED, para el desarrollo de la interfaz, que es objeto de éste estudio

CRITERIO DE EVALUACIÓN 5S EN OFICINAS					
	1	2	3	4	5
<b>SEPARAR</b>					
<b>DOCUMENTOS</b>	Sin plazo de vencimiento. Se acumulan todos los documentos.	Sin plazos de vencimiento. Se archivar esporádicamente	Sin plazos de vencimiento. Se archiva periódicamente en forma parcial	Con corto plazo de vencimiento. Se archiva periódicamente	Con plazo de vencimiento. Se archiva en forma permanente

<b>ESCRITOS</b>	Desordenados, los documentos necesarios están mezclados con los innecesarios	Ordenados, los documentos necesarios están mezclados con los innecesarios	Ordenados, con documentos sin identificar	Ordenados, con documentos separados e identificados	Ordenados, se mantienen permanentemente solo la documentación necesaria
<b>ARMARIOS Y ARCHIVOS</b>	Desordenados, sin identificación. La documentación necesaria esta totalmente mezclada con la innecesaria	Desordenados, sin identificación. La documentación necesaria esta parcialmente mezclada con la innecesaria. Máximo 50%	Ordenados, con identificación. La documentación necesaria esta parcialmente mezclada con la innecesaria. Máximo 30%	Ordenados, con identificación. Casi no existe documentación necesaria mezclada la innecesaria. Máximo 10%	Ordenados, con identificación. Toda la documentación es necesaria
<b>ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y PISOS</b>	Restos de papeles y basura. Objetos que perjudican la libre circulación	Restos de papeles, objetos apilados que perjudican la libre circulación	Objetos que perjudican la libre circulación	Objetos apilados que no perjudican la libre circulación	Libre totalmente
<b>ORDENAR</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>ARCHIVO CENTRAL</b>	No se tiene	Se tiene, pero no se usa	Se tiene pero no se usa parcialmente y no en forma permanente	Se tiene, se usa plenamente pero periódicamente	Se usa plenamente y en forma permanente

<b>CARPETAS</b>	Las carpetas están sobre los escritorios sucios, desordenados y sin identificación	Las carpetas están en los archivos pero sucios y sin identificar	Carpetas archivados, sin identificación y con documentación mezclada	Carpetas identificados y archivados pero sin orden, no siguen un modelo	Carpetas limpias e identificadas, ordenados según un modelo
<b>ARMARIOS Y ARCHIVOS</b>	Desordenados, sin identificación. Las carpetas están mezcladas. Carpetas en uso no vuelven	Desordenados, sin identificación. Las carpetas están parcialmente mezclados	Ordenados, con identificación. Carpetas están poco mezclados. Carpetas en uso vuelven parcialmente	Ordenados, con identificación. Carpetas muy poco mezclados. 10%. Carpetas en uso vuelven parcialmente	Ordenados, con identificación. Carpetas, correctamente ordenados y los usados vuelven todos a su lugar
<b>CONTROL VISUAL</b>	No se conoce	Se conoce pero no se usa	Se conoce, se aplica parcialmente (mas del 50%)	Se aplica mas de un 80%	Se usa totalmente
LIMPIAR					
<b>PISOS</b>	Están sucios permanentemente, con papeles y basura. No hay cestos ni ceniceros	Están sucios permanentemente, con papeles y basura. Hay pocos cestos y ceniceros	Limpios al comienzo de la jornada. Hay suficiente cestos y ceniceros, pero se tiran las cosas al piso	Limpios al comienzo de la jornada. Hay suficiente cestos y ceniceros, pero se tiran cenizas al piso	Limpios al comienzo de la jornada. La basura y cenizas se tiran a los cestos y ceniceros
<b>ESTADO DE PISOS, PAREDES, TECHOS Y VENTANAS</b>	Pisos, paredes y techos totalmente deteriorados y sucios. Ventanas con vidrios sucios, rotos o remendados	Paredes y techos parcialmente deteriorados, falta pintura y están sucios. Ventana con vidrios sucios.	Paredes y techo en buen estado, falta pintura y están sucios con polvillo. Ventanas con vidrios sucios de polvillo	Paredes y techos en buen estado, pintado y sucios con polvillo. Ventanas con vidrios sucios de polvillo	Paredes y techos en buen estado, pintado y limpios. Ventanas con vidrios limpios
<b>ARMARIOS Y ARCHIVOS</b>	Armarios y escritorios deteriorados, sucios y faltos de pintura	Armarios y escritorios deteriorados y falto de pintura	Armarios y escritorios deteriorados, limpios y pintados	Armarios y escritorios en aceptables condiciones, limpios y pintados de diferentes modelos	Armarios y escritorios en buenas condiciones, limpios y pintados de igual modelos.

<b>UNIFORME, COCINA Y BAÑOS</b>	Los uniformes no se usan, la ropa esta sucia igual que el baño y la cocina	Algunos usan uniformes, otros no. Esta sucio. No se usan tarjetas de identificación. Baño y cocina sucios	El uniforme y las tarjetas de identificación se usan. Uniforme, baño y cocina, parcialmente sucios	El uniforme y las tarjetas de identificación se usan. Uniforme, baño y cocina, algo sucios	El uniforme y las tarjetas de identificación se usan. Uniforme, baño y cocina, limpios
<b>ESTANDARIZAR</b>	1	2	3	4	5
<b>APLICACIÓN DE LAS TRES PRIMERAS "S"</b>	El puntaje de las primeras tres "S" es de 30 a 36	El puntaje de las primeras tres "S" es de 36 a 42	El puntaje de las primeras tres "S" es de 42 a 48	El puntaje de las primeras tres "S" es de 48 a 54	El puntaje de las primeras tres "S" es mayor 54
<b>HÁBITAT DE LA OFICINA</b>	Ruidosa e incomoda. Demasiadas divisiones dificultan la comunicación. Los muebles no son confortables. Fría en invierno, calurosa en verano	Algo ruidosa e incomoda, divisiones normales no dificultan la comunicación. Los muebles no son confortables. Fría en invierno, calurosa en verano	Sin ruidos y algo incomoda. Los muebles son confortables. Fría en invierno, calurosa en verano	Sin ruido y cómoda. Los muebles son confortables. Temperaturas tolerables en verano e invierno	Sin ruidos y cómodas. Los muebles son confortables en verano e invierno
<b>ILUMINACIÓN</b>	Lámparas, fluorescentes y plafones escasos, quemados mas del 50% y sin protección	Lámparas, fluorescentes y plafones suficientes, quemados más del 30% y sin protección	Lámparas Fluorescentes y plafones suficientes, quemados menos del 10% y sin protección	Lámparas Fluorescentes y plafones suficientes, quemados menos del 10% y con protección	Lámparas, fluorescentes y plafones suficientes, funcionando todos y con protección
<b>MEJORA CONTINUA</b>	El grupo, entre inspección e inspección, no realizó ninguna acción de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo una acción de mejora	El grupo, entre inspección e inspección realizo tres acciones de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo cinco acciones de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo diez acciones de mejora
<b>AUTODISCIPLINA</b>					
<b>APLICACIÓN DE LAS CUATRO PRIMERAS "S"</b>	El puntaje de las primeras cuatro "S" es de 40 a 48	El puntaje de las primeras cuatro "S" es de 48 a 56	El puntaje de las primeras cuatro "S" es de 56 a 64	El puntaje de las primeras cuatro "S" es de 64 a 72	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor a 72
<b>NORMAS DE LA EMPRESA</b>	No se conoce	Se conoce, pero no se cumplen	Se cumplen ocasionalmente	Se cumple con un fuerte seguimiento	Se cumple permanente mente

<b>NORMAS DEL GRUPO</b>	No se conoce	Se conocen pero no se cumple	Se cumplen ocasionalmente	Se cumple con un fuerte seguimiento	Se cumple permanentemente
<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACCIONES PROGRAMADAS</b>	No se conoce	Se cumple menos del 50% y bajo estricto seguimiento. Actitud reactiva	Se cumple menos del 50% y el 90% bajo seguimiento Actitud proactiva baja	se cumple entre 90% y el 100% sin seguimiento. Actitud proactiva	Se cumple al 100% sin seguimiento . Actitud proactiva

Tabla 12 Criterios para evaluación 5's

En la Tabla 11 se describen todos los criterios que se tomaron en cuenta para la auditoria de las 5's (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y autodisciplina) en oficinas.

LISTA DE VERIFICACION DE AUDITORIA "5S"						
						FOR-5SA-01
<b>OFICINAS</b>						
<b>Grupo:</b>		<b>Líder:</b>		<b>Fecha: 29/09/2021</b>		
Ítem a evaluar	Valores asignados					total
	1	2	3	4	5	
<b>SEPARAR</b>						
1. ¿La documentación tiene plazos de validez?	X					
2. ¿En los escritorios hay cosas innecesarias?	X					
3. ¿En armarios y archivos hay cosas innecesarias?	X					
4. ¿Existen cables, paquetes u objetos en Areas de circulación?	X					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	4					
<b>ORDENAR</b>						
1. ¿Existe un archivo central para los objetos comunes?	X					
2. ¿Las carpetas están identificadas?	X					
3. ¿Hay objetos sobre los armarios y archivos?	X					
4. ¿Se utiliza el control visual como herramienta?	X					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	4					
<b>LIMPIAR</b>						
1. ¿Cuál es el grado de limpieza?			X			

2. ¿Cuál es el estado de pisos, paredes, techos y ventanas?			X			
3. ¿cómo están los armarios, archivos y escritorios en lo que respecta a la limpieza?				X		
4. ¿Cómo están la cocina, baño y uniformes en lo que respecta a la limpieza?	X					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	11					
<b>ESTANDARIZAR</b>						
1. ¿Se aplican las 3 primeras "S"?	X					
2. ¿Como es el hábitat de la oficina?		X				
3. ¿Es adecuada la iluminación?					X	
4. ¿Se hace mejoras en el ambiente y procedimientos?				X		
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						
<b>AUTODISCIPLINA</b>						
1. ¿Se aplican las 4 primeras "S"?	X					
2. ¿Se cumplen las normas de la empresa?	X					
3. ¿Se cumplen las normas del grupo?	X					
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones "5S"?	X					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						
Jorge Mateos_____						
Auditor					Auditado	riell

Tabla 13 Tabla para Auditoria oficinas 5's

El formato que se utilizó para la auditoria de las oficinas se describe en la tabla 12, dando como resultado una acción correctiva que se describe más adelante en la tabla 15.

CRITERIO DE EVALUACIÓN 5S EN ALMACEN DE HERRAMINETAS					
SEPARAR	1	2	3	4	5
OBJETOS INNECESARIOS, Y BASURA EN EL PISO	Objetos innecesarios y desperdicio en el piso, perjudicando	Objetos innecesarios en el piso perjudicando la circulación	Objetos innecesarios en el piso sin perjudicar la circulación	Objetos innecesarios de el piso, con indicación para moverlos	Pisos totalmente libres y delimitados



	la circulación con riesgo de provocar accidentes				
EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES INNECESARIOS	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios mezclados con lo necesario	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de los necesarios, no eliminan los innecesarios	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de lo necesario, lo necesario no está acondicionado	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios pero no están todos acondicionados	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios, todos en buenas condiciones de uso
ARMARIOS Y ESTANTERÍAS	Con basura, lo necesario está totalmente mezclado con lo innecesario	Lo necesario está separado de lo innecesario, no se eliminan lo innecesario	Lo necesario está separado de lo innecesario, lo necesario está acondicionado	Solo está lo necesario, aun que no está acondicionando	Solo está lo necesario, en buenas condiciones de uso.
CABLES, MANEGUERAS Y OBJETOS EN ÁREAS DE CIRCULACIÓN	No hay lugar para caminar, existen objetos de todo tipo de desparpados	Existen objetos desparpados que dificultan la circulación	Objetos apilados que dificultan la circulación	Objetos apilados que no perjudican la libre circulación	Libre totalmente

ORDENAR	1	2	3	4	5
UBICACIÓN Y DEVOLUCIÓN DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS	Difíciles de localizar, sin identificación, ni lugar definido para guardar	Difíciles de localizar, sin identificación, con lugar definido para guardar	fáciles de localizar, sin identificación, con lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retornan	Fáciles de localizar, con identificación, lugar definido para guardar, luego de su uso no se retornan adecuadamente	Fáciles de localizar, con identificación, lugar definido para guardar, luego de su uso se retornan adecuadamente

			adecuadamente	e	e
<b>ARMARIOS, EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES, etc., ESTÁN IDENTIFICADOS</b>	Totalmente desordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar	Parcialmente desordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar	Ordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar	Ordenados, poseen parcialmente identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar	Ordenados, todos poseen identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar
<b>OBJETOS SOBRE Y DEBAJO DE ARMARIOS, ESTANTERÍAS Y EQUIPOS</b>	Estos lugares se utilizan para guardar objetos en forma rutinaria	Estos lugares se utilizan para guardar objetos en forma rutinaria en armarios y estanterías, no debajo de los equipos	Solo se utiliza (arriba de la estanterías y armarios) como lugar para guardar objetos en forma rutinaria, no debajo de equipos	Solo se utiliza (arriba de la estantería y armarios) como lugar para guardar objetos en forma esporádica, no debajo del equipo	No se utiliza (Sobre ni debajo de estanterías, armarios y equipos) como lugar para guardar objetos
<b>UBICACIÓN DE LUGARES Y MAQUINAS</b>	No hay nada identificado, ni el lugar ni las herramientas	Hay una identificación elemental del lugar, no de las maquinas	Los lugares y maquinas están parcialmente identificados	Los lugares están identificados, las maquinas parcialmente..	Todo esta identificado, sean lugares o maquinas.
<b>LIMPIAR</b>	1	2	3	4	5
<b>PISOS</b>	Permanente y con polvo, papeles, trapos y restos de basura	Con polvo y desperdicio permanente	Con polvo, se ensucian por mas que son barridos	Están limpios al finalizar la jornada	Están limpios en forma permanente
<b>TECHOS, PAREDES Y VENTANAS</b>	Techos y paredes deteriorados totalmente, con	Techos y paredes deteriorados. Ventanas con	Techos y paredes limpios, sin pintura.	Techos y paredes limpios y pintados, con	Techos y paredes limpios y pintados.

	manchas y sucios. Ventanas con vidrios rotos o remendados	vidrios sucios	Ventanas con vidrios con polvo	polvillo y telas de araña. Ventanas con vidrios y algo de polvillo	Ventanas con vidrios limpios
<b>ARMARIOS, ESTANTERÍAS, MESAS Y HERRAMIENTAS</b>	Deteriorados con oxido, sin pintura, no se limpia nunca	Deteriorados con oxido, sin pintura, se limpia poco. Algunos herramientas en buenas condiciones de uso 10%	Pintados, la limpieza se hace semanalmente . Herramientas en un 50% en buenas condiciones de uso	Pintados, la limpieza se hace al final de la jornada. Herramientas en un 90% en buenas condiciones de uso	Pintados, la limpieza se hace al finalizar la tarea. Herramientas en un 100% en buenas condiciones de uso
<b>MAQUINAS Y EQUIPOS</b>	Sucias, con oxido y aceite, se limpia esporádicamente	Sucias, con aceite y sin oxido. Se limpia una vez al mes	Limpios al 50%;el resto con aceite. Existen rutinas de trabajo	Limpios un 90%, el resto con algo de aceite. La rutina de limpieza se cumple en un 80%	Todo esta limpio, la rutina de limpieza se cumple totalmente
<b>ESTANDARIZAR</b>					
<b>APLICACIÓN DE LAS TRES PRIMERAS "S"</b>	El puntaje de las primeras tres "S" es de 30 a 36	El puntaje de las primeras tres "S" es de 36 a 42	El puntaje de las primeras tres "S" es de 42 a 48	El puntaje de las primeras tres "S" es de 48 a 54	El puntaje de las primeras tres "S" es igual mayor a 54
<b>HÁBITAT DE LA PLANTA</b>	Ruidosa, incomoda y muy oscura. Resulta pesado el lugar. Fría en invierno	Sin ruidos, incomoda y oscura. El lugar de trabajo no resulta pesado.	Sin ruidos, incomoda y poco iluminada. El lugar es	Sin ruidos, cómoda y luminosa. El lugar es agradable.	Sin ruidos, cómoda y luminosa. El lugar es confortable.

	calurosa en verano	Fría en invierno calurosa en verano	despejado. Fría en invierno, calurosa en verano	Temperatura tolerable en invierno y verano	Temperatura agradable en invierno y verano
<b>MEJORA CONTINUA</b>	El grupo, entre inspección e inspección, no realizo ninguna acción de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo una acción de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo tres acciones de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo cinco acciones de mejora	El grupo, entre inspección e inspección, realizo diez acciones de mejora
<b>CONTROL VISUAL</b>	No se conoce	Se conoce pero no usa	Se conoce, se aplica parcialmente (mas del 50%)	Se aplica mas d de un 80%	Se usa totalmente

Tabla 14 Criterios evaluación Almacén Herramientas 5's

Se aplicó también las 5's en Almacén ya que es un área que se considera clave para poder desarrollar el servicio y venta de los calentadores solares en la tabla 13 se describen los criterios de evaluación que se tomaron en cuenta para la auditoría de las 5's en ésta área.

Ítem a evaluar ALMACEN D HERRAMIENTAS	Valores asignados					Total
	1	2	3	4	5	
<b>SEPARAR</b>						
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?		X				
2. ¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?	X					
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?	X					
4. ¿Hay cables, mangueras y objetos en áreas de circulación?		X				
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						
<b>ORDENAR</b>						

1. ¿Cómo es la ubicac/devoluc. De herra., mater y equipos?	X				
2. ¿Los armarios, equip., herra., mater, etc. están identificados?	X				
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de los armarios y equipos?		X			
4. ¿Ubicación de máquinas y equipos?		X			
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>LIMPIAR</b>					
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?				X	
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas?					X
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?				X	
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?			X		
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>ESTANDARIZAR</b>					
1. ¿Se aplican las 3 primeras "S"?		X			
2. ¿Como es el hábitat de la planta?		X			
3. ¿Se hacen mejoras?		X			
4. ¿Se aplica el Control Visual?	X				
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>AUTODISCIPLINA</b>					
1. ¿Se aplican las 4 primeras "S"?	X				
2. ¿Se cumplen las normas de la empresa y del grupo?	X				
3. ¿Se usa uniforme en el trabajo?	X				
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones "5S"?	X				
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
-----					
Auditor					
				-----	
				Auditado	

Tabla 15 Evaluación Almacén Herramientas 5's

La tabla 14 se utilizó para auditar y/o evalúa el almacén de Herramientas en las 5's.

De acuerdo a las auditorias para verificar las 5's en campo arroja las siguientes acciones correctivas en oficinas como se muestra en la tabla 15, como principal acción a corregir son los archivos o expedientes de clientes, seleccionar información, ordenar y limpiar archivos principalmente, sin dejar a un lado estandarizar y autodisciplina.

ACCIÓN CORRECTIVA 5's OFICINAS			
Referencia	Fecha: 01 Octubre 2021		FOR-5SA-07
DEPARTAMENTO/ AREA	"S" CRITICA		
OFICINAS	1S	Clasificar	<input checked="" type="checkbox"/>
	2S	Ordenar	<input checked="" type="checkbox"/>
AUDITOR (Nombre y firma)	3S	Limpia	<input type="checkbox"/>
JORGE MATEOS	4S	Sostener	<input type="checkbox"/>
	5S	Disciplina	<input type="checkbox"/>
AUDITADO (Nombre y firma)			
GABRIELLE			
Descripción de la No Conformidad			
Expedientes incompletos de clientes, instalaciones realizadas y terminadas.			
Archivos desordenados o duplicados			
Acción Correctiva a ser implementada.			

	Seleccionar, ordenar y limpiar los archivos de expedientes de clientes de trabajos culminados.
	Fecha Límite de Respuesta
	nov-15
	Responsable (Puesto, Nombre y Firma)
	Gabrielle González
	Dirección
	Fecha efectiva de Implementación
	nov-01
<b>ASIGNACIÓN DE RECURSO</b>	Vo. Bo. Gerencia de Planta.
<b>Horas hombre 5 hrs</b>	
	<b>Verificación de la Implementación de la Acción Correctiva ¿La implementación de la acción correctiva eliminó la no conformidad? Sí</b>
	Responsable de la verificación (Puesto, Nombre y Firma)
	Gabrielle González
	Fecha de Verificación de la implementación
	<b>Monitoreo de la efectividad de la acción Correctiva: ¿Se presentó nuevamente el problema?</b>
	Responsable del Monitoreo (Puesto, Nombre y Firma)
	Los resultados del monitoreo demuestran que los problemas
	<b>se han presentado / no se han presentado,</b>
	Gabrielle González
	por lo que la acción correctiva implementada
	<b>HA SIDO EFECTIVA / NO HA SIDO EFECTIVA</b>
	Responsable del área
	Dado lo anterior se procede a:

Gabrielle González	
<b>Cerrar la acción correctiva satisfactoriamente / Cancelar esta acción y establecer otra acción correctiva.</b>	
Fecha de Monitoreo	dic-01

*Tabla 16 Acción correctiva oficinas*

<b>ACCIÓN CORRECTIVA 5's ALMACEN DE HERRAMIENTAS</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Fecha:</b>		<b>FOR-5SA-07</b>
<b>DEPARTAMENTO/ AREA</b>	<b>"S" CRITICA</b>		
<b>Almacen de herramientas</b>	<b>1S</b>	Clasificar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>2S</b>	Ordenar	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>AUDITOR (Nombre y firma)</b>	<b>3S</b>	Limpiar	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Gabrielle González</b>	<b>4S</b>	Sostener	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>5S</b>	Disciplina	
<b>AUDITADO (Nombre y firma)</b>			
<b>Jorge Mateos</b>			
<b>Descripción de la No Conformidad</b>			
<b>Demora en tomar herramientas para trabajo o instalación.</b>			
<b>Acción Correctiva a ser implementada.</b>			
Fecha Límite de Respuesta			
Seleccionar herramientas		nov-15	
Ordendar y asignar un lugar para cada herramienta		Responsable (Puesto, Nombre y Firma)	
Obtener cajas de herramienta para su transporte		Gabrielle González	



Clasificar herramientas por tipo de trabajo a realizar	Dirección
Limpiar herramientas cuando regresan a almacén	
Estandarizar el proceso con etiquetas en el lugar	Fecha efectiva de Implementación
Disciplina	nov-01
<b>ASIGNACIÓN DE RECURSO</b>	Vo. Bo. Gerencia de instalaciones
<b>Horas hombre 5 hrs</b>	Jorge Mateos
<b>Verificación de la Implementación de la Acción Correctiva ¿La implementación de la acción correctiva eliminó la no conformidad?</b>	
	Responsable de la verificación (Puesto, Nombre y Firma)
	Gabrielle Gonzalez
	Fecha de Verificación de la implementación
	nov-15
<b>Monitoreo de la efectividad de la acción Correctiva: ¿Se presentó nuevamente el problema?</b>	
	Responsable del Monitoreo (Puesto, Nombre y Firma)
Los resultados del monitoreo demuestran que los problemas	
<b>se han presentado / no se han presentado,</b>	Gabrielle González
por lo que la acción correctiva implementada	
<b>HA SIDO EFECTIVA / NO HA SIDO EFECTIVA</b>	
	Responsable del área
Dado lo anterior se procede a:	
	Jorge Mateos
<b>Cerrar la acción correctiva satisfactoriamente / Cancelar esta acción y establecer otra acción correctiva.</b>	
	Fecha de Monitoreo dic-01

Tabla 17 Acción correctiva Almacén herramientas

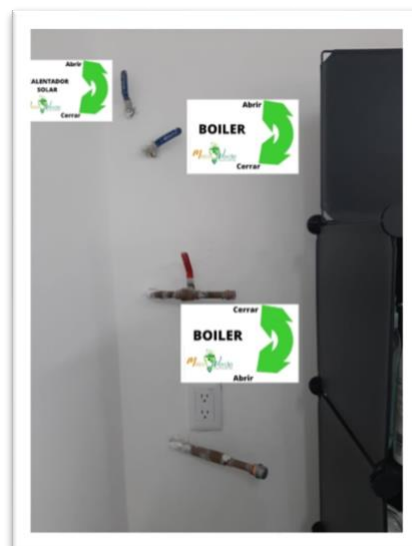
La acción correctiva a desarrollar como se muestra en la tabla 16, es seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y autodisciplina para las herramientas del almacén.

## 2) Poka Yoke

En el desarrollo de la automatización para la correcta manipulación de un calentador solar y facilitar el uso para el cliente final, se determinó usar una herramienta de la calidad como lo es Poka Yoke, en el desarrollo se decidió hacer todo “plug and play” como se muestra en la imagen 30, es decir conectar para usarse, aunque no en todo el desarrollo se puede hacer, en la parte electrónica y de la aplicación será muy sencilla para poder instalarse en el sitio tanto para el instalador o técnico como para el usuario.

Además de la reducción de las partes hidráulicas y electrónicas, construyendo piezas pre ensambladas, y así evitar errores de instalación en sitio y mal funcionamiento del equipo.

Cuando las personas no puedan adquirir la automatización para el control del calentador solar, se diseñaron etiquetas como se muestra en la imagen 31, para la aplicación en sitio y evitar errores y molestias por parte del usuario, ayudando a identificar llaves de paso para agua fría y caliente.



\*

Para la mejor atención al cliente y la comprensión del producto se desarrolló un manual de instalación y uso de un calentador solar de acuerdo a las 5's.

### 3) SMED

De acuerdo al SMED y la propuesta de mejora para la correcta manipulación de un calentador solar por parte del usuario, a continuación se presenta el prototipo en el cual se pueden observar varios elementos en la placa que servirá de interfaz (imagen 31), por lo cual para su construcción se mandarían fabricar o como se le llama en el sector impresión de placas para que solo se coloquen en los orificios los elementos para su rápida construcción como se puede observar en la imagen 32, así como evitar errores y como el nombre de SMED lo indica cambios rápidos, en el presente estudio al ser una producción inicial no tenemos punto de comparación, aun así se propone que sea un armado con movimientos rápidos fabricando la placa electrónica para que solo se coloquen los elementos según los orificios de cada uno como se muestra en la imagen 33

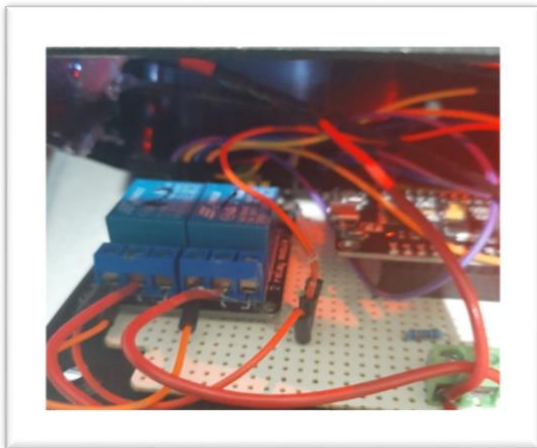


Imagen 32 Placa electrónica prototipo

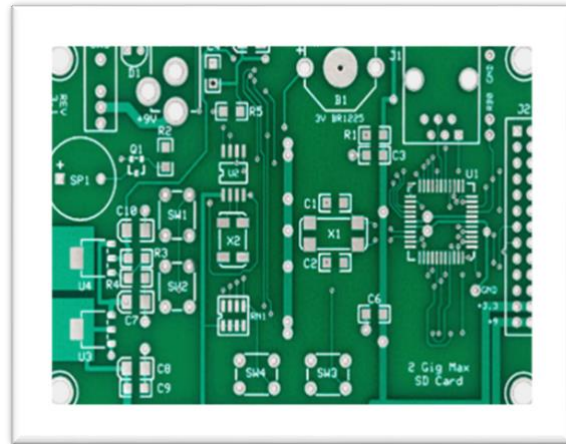
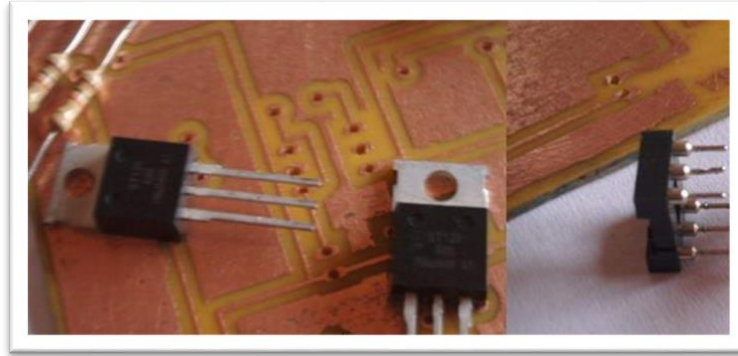


Imagen 33 Ejemplo Placa electrónica propuesta para fabricación



*Imagen 34 Ejemplo de elementos a colocar según placa, imagen obtenida de la red.*

De acuerdo con las propuestas que se describen en el AMEFD como se muestra en la imagen 29 en el primer punto que es el difícil acceso para la manipulación de un calentador solar se solucionaron apoyándose con la herramienta de POKA YOKE como se muestra en la imagen número 30 , haciendo que el diseño sea plug and play para evitar errores en la instalación del presente desarrollo, y facilite su uso en campo por parte de los instaladores, así como SMED para que la fabricación de la presente propuesta sea más rápida y eficiente ya que al disminuir el tiempo de armado del producto que nos servirá como interfaz para la comunicación de un calentador con el móvil del usuario para poder facilitar la manipulación o uso del calentador solar, se disminuye, tiempo, el costo del producto y hace que sea más accesible, y se mejora su funcionalidad.

En el siguiente proceso a mejorar como área de oportunidad se detectó como se muestra en la imagen número 30 y al AMEF de la tabla 10, la falta de un manual de usuario e instalación, con el apoyo de la herramienta de la calidad como lo es el JIDOKA, para evitar el error de una mala instalación de un calentador solar y el instalador tenga la información pertinente para que inmediatamente corrija el error si se ha detectado alguno según el manual de instalación, que se muestra en la imagen 33.así como evitar errores de uso y falta de comunicación e información con el cliente, además de reducir los malos entendidos, por falta de información del equipo.

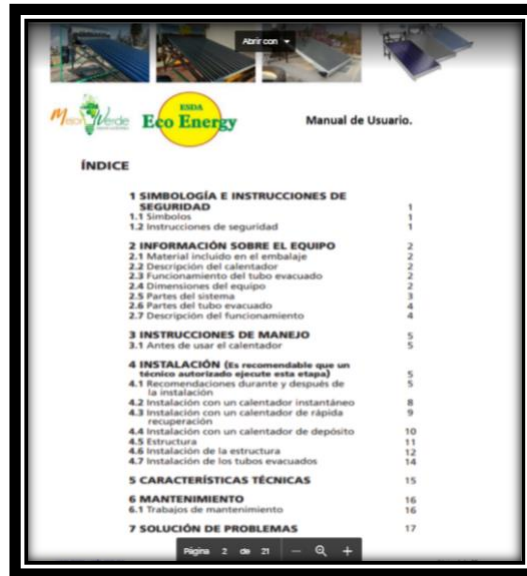


Imagen 35 Manual de usuario, desarrollo propio

## ACCIONES DE MEJORA, ESTRATEGIAS DE AMEF

RIESGOS

ACCIONES DE MEJORA

DIFICULTAD PARA USAR UN CALENTADOR SOLAR	DESARROLLO DE INTERFAZ
ERRORES DE INSTALACIÓN	POKA YOKE
TIEMPOS DE FABRICACIÓN	SMED

Tabla 18 Acciones de mejora AMEF

## 4) Implementación del Internet de las Cosas

### Descripción detallada del sistema propuesto

**Modo Inteligente.** El sistema controla el paso del agua caliente desde un arreglo de calentadores compuesto del calentador solar primario (1) y el calentador a gas o electricidad auxiliar (9), hacia un circuito hidráulico doméstico o comercial (11).

Una válvula electromagnética normalmente abierta (4) conocida como válvula primaria, controla el flujo del calentador primario y una válvula electromagnética normalmente cerrada (6) conocida como válvula auxiliar, controla el flujo del calentador auxiliar. De esta manera el estado normal del circuito siempre privilegiara el uso del calentador primario (1) siempre y cuando la temperatura del agua contenida en este, no disminuya la temperatura mínima establecida. La temperatura es programada por el usuario utilizando una aplicación móvil (12) y almacenada en la memoria del procesador (10). El sensor de temperatura ubicado en interior del tanque del calentador primario (2), lee la temperatura del agua en forma continua, la envía al procesador (10), el procesador (10) la compara contra el valor establecido por el usuario en la aplicación (12); cuando esta es menor al valor establecido, el procesador (10) activa simultáneamente la válvula primaria (4) y la válvula secundaria (6) cambiando así el origen del flujo del agua hacia el calentador auxiliar (9). Cuando la temperatura de agua del calentador primario (1) alcanza o supera la temperatura requerida, el sensor (2) lo detecta y el procesador (10) activa nuevamente las válvulas (4 y 6) y el origen del flujo del agua se establece de nuevo desde el calentador solar primario (1).

El sistema permite controlar el flujo en dos modos que se describen a continuación.

### **Modo asistido**

El sistema permite al usuario establecer el modo de control cuando este activa la opción **“Manual”** en la aplicación (10), a continuación, muestra una pantalla en donde solicita escoger entre dos opciones:

- a) **Primario.** establece el origen del flujo desde el calentador solar primario (1) en forma fija y desactiva el calentador auxiliar (9) en forma fija.

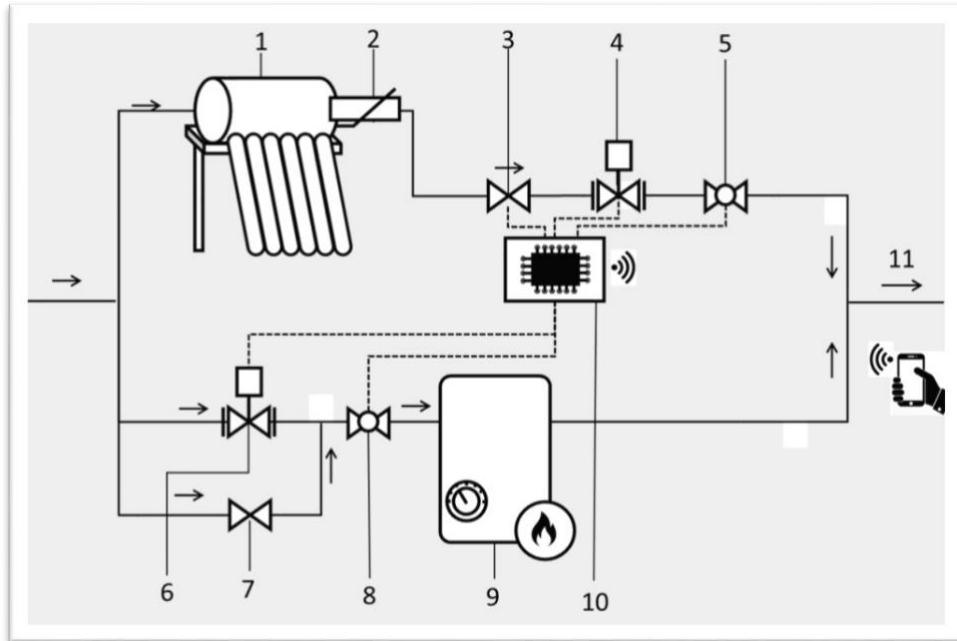
- b) **Auxiliar.** establece el origen del flujo desde el calentador solar auxiliar (9) en forma fija y desactiva el calentador primario (1) en forma fija. Al activar la opción “Inteligente”, se desactiva la opción Auxiliar y el sistema vuelve a controlar el flujo como se indica en la sección **Modo Inteligente.**

#### Mecanismo de emergencia

El sistema incluye el arreglo de sensores de flujo (5 y 8) los cuales detectan el flujo del agua en cada uno de los orígenes y cuyo estado es leído constantemente en el procesador (10), que en caso de detectar una disminución o falta de flujo de agua, envía una alerta a la aplicación (10) para que el usuario utilice el control manual de emergencia que consta de la válvula de paso (3) que normalmente se encuentra abierta y que se puede cerrar manualmente para interrumpir el flujo del calentador solar primario (1) y la válvula (7) que se encuentra normalmente cerrada y que se puede abrir manualmente para permitir el paso de agua caliente hacia el calentador auxiliar (9) para permitir darle mantenimiento al sistema.

En este caso o cuando la aplicación (10) no detecta actividad en el procesador o se interrumpe la comunicación con el procesador, esta envía una notificación al usuario quien puede seguir la guía de ayuda incluida en la aplicación para usar el mecanismo de emergencia, restituir la comunicación entre el procesador y la aplicación o en caso

de ser necesario, levantar un reporte de falla para ser atendido por un técnico



especializado.

### VENTAJAS

### DESVENTAJAS

Fácil de instalar	Costo adicional
Fácil de usar	Solo se puede usar si se tiene calentador a gas automático o instantáneo por flujo de agua
Disminución de tiempo de operación	Instalación adicional al calentador solar
Se desperdicia menos agua	Se requiere internet para operarlo
Se puede manipular desde un celular	
Se puede programar para trabajar en automático	



## **Fase 5: Resultados obtenidos**

1) En la primera etapa se describen los temas abordados en el presente trabajo, que serán útiles para la comprensión de lo que se quiere obtener, de acuerdo a la hipótesis nula  $H_0$  e hipótesis alternativa  $H_a$ , (ver página 16), temas como son: Energías renovables, Internet de la cosas, Herramientas de calidad: 5's, AMEF, POKA YOKE, Ishikawa, Diagrama de tortuga, SMED, que ayudan a obtener mejores resultados y a tener un orden en el proceso de diseño que se quiere lograr. Disminución de tiempos tanto en el desarrollo y fabricación del diseño, así como en el producto final, mejorando los tiempos del usuario.

### 2.- Diagrama de tortuga

El diagrama de tortuga es de gran ayuda para poder identificar los KPI's a controlar y poder determinar los puntos clave a medir, controlar y analizar (ver tabla de imagen no. 30)

El diagrama nos arrojó las variables a medir la independiente y la dependiente, ver imagen n. 30

3 Gracias al diagrama de Ishikawa se identificaron las acciones que se deben corregir ver diagrama 29, dentro de nuestro proceso en la instalación de un calentador solar, y poder hacer una mejor instalación ahora con la interfaz que se obtenga de éste trabajo, en ésta sección también se aplicó AMEFD, identificando los riesgos, de nuestro diseño para poderlos corregir antes de que lleguen al cliente, como son la severidad con la cual se presentan, y las acciones a corregir, siendo éstas últimas de nuevo medibles, ver imagen 31.

La herramienta de POKA YOKE, se utilizó para hacer los procesos de desarrollo de la interfaz, objetivo de este estudio, para disminuir la probabilidad de errores en su implementación, se hizo un diseño, plug and play, y las placas electrónicas visualmente a prueba de errores, para el fácil armado.

También se utilizó la herramienta de calidad SMED, para disminuir los tiempos de armado, haciéndolo más compacto según nos arrojó la información de AMEF, siendo una oportunidad de mejora, Ver imagen 31.

Por último se utilizó una herramienta de calidad básica pero no menos importante para llevar a cabo el desarrollo de la interfaz de una manera ordenada, 5'S, (ver tablas de la 11 a la 15) haciendo auditoria a todas la áreas para un manejo eficiente de los recursos, con orden, que nos da pie, a las demás herramientas de calidad mencionadas arriba.

El **tiempo** siendo una de nuestras variables de control, se redujo al 0% con ésta propuesta al ser automatizado el proceso para el uso de un calentador solar, se programa la temperatura deseada, y si es adecuada obtiene el agua del calentador solar, de lo contrario la obtendrá del sistema tradicional calentador a gas, todo esto con electroválvulas que se programan en conjunto con sensores de temperatura, es por ello que el tiempo, se reduce a 0%, ya no hay que comprobar nada, ni manipular llaves para su uso. (ver gráfico 1 y gráfico 2 de los datos obtenidos)

Antes de la propuesta no se tenía conocimiento de a que temperatura se estaba obteniendo el agua, todo era por percepción del usuario, tocando el agua en las regaderas, de ésta manera se podría saber a qué temperatura aproximada estaba el agua, por eso el **monitoreo de temperatura** otra de nuestras variables de control, se aumenta en un 100% al tener total control de ello, con sensores de temperatura. (ver gráfico 1, y gráfico 2, de los datos obtenidos)

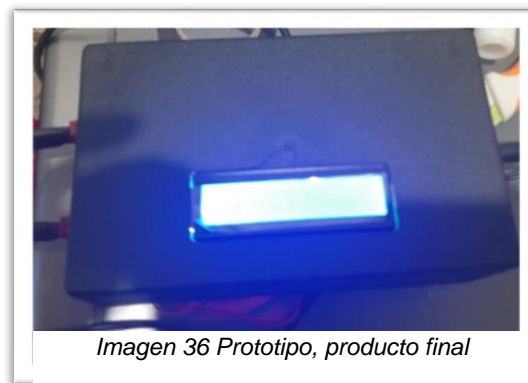
El calentador solar cumple con su función de entregar agua caliente, así que por ello se obtienen datos del 60%, porque cumple la función para lo cual está hecho, sin embargo la facilidad con que se manipula para obtener el agua caliente no es amigable para el usuario, por eso se obtienen datos de un 40% más aumentando su **funcionalidad**, siendo otra de nuestras variables de control, facilitando su uso. (ver gráfico 1 y gráfico 2, de los datos obtenidos)

De acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta con respecto al uso de la interfaz para mejorar la interacción de un calentador solar para los usuarios se obtuvieron los siguientes datos:



Grafico 2 datos obtenidos de encuesta

En base a los datos obtenidos podemos determinar que la solución para la deficiencias de un calentador solar con interfaz, y aplicación móvil, tendría una probabilidad de aceptación del  $22\%+36\%+26\%= 84\%$ , determinamos que la hipótesis nula, es aceptada “Mediante el desarrollo de la interfaz se mejora el tiempo de la manipulación, monitoreo de temperatura y funcionalidad”.



Elaboración propia de la autora de este trabajo, 2021

## BIBLIOGRAFÍA

- Arduino-home. (2021). *Página oficial del Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>: <https://www.arduino.cc/>
- Calero, L. A. (2017). *utilizando diagrama tecnológico de tortuga*.
- CEDOM Domótica. (2020). *CEDOM*. s.c.: s.e.
- Cuatrecasas, L. (2da edición). *Gestión Integral de la Calidad*. PROF.
- Factor de Energía. (2021). *Factor energía*. <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo/energia-solar/>.
- Guerrero, J. (2020). *Lean es Lean: Principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos*.
- Hirano, H. (2017). *Mejorando la calidad del producto evitnado defectos*. Routledge.
- internet, P. d. (2015). *Cómo uncionan los calentadores solares de agua*. México: Aerosolar.
- internet, p. d. (2015). *SOLARES BIECENTENARIO*. Méico: Solar Qro.
- Lopez, P. P. (2016). *ROBOTICA Y DOMOTICA BÁSICAS CON ARDUINO*. s.c.: Ra-Ma.
- Lopez, P. P. (2016). *ROBOTICA Y DOMOTICA BÁSICAS CON ARDUINO*. Ra-Ma .
- MANUFACTURING, L. (PRIMERA EDICIÓN). *LEAN MANUFACTURING. IMPROVING SYSTEMS*.
- OFICIAL, A. P. (2021). *PÁGINA OFICIAL ARDUINO*. ARDUINO.
- SOLAR, p. d. (2021). *ENERGÍA SOLAR*. MÉXICO: BLOG ENERGÍA SOLAR.
- solar.net. (2015). *solar-energia.net*. Mexico.

solar-energía-net. (2021). *ENERGÍA SOLAR*. Obtenido de ENERGÍA SOLAR:  
<https://solar-energia.net/energia-solar-termica>

solares, calentadores. (mayo de 2021). *Cómo funcionan los calentadores solares de agua*. Obtenido de Energía-solar.

Systems, I. (2019). *Lean manufacturing*.

Vargas, C. C. (2020). *MECANICA*. México: EDICIONES CULTURALES .

ZAIRI, M. (1996). *ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL PARA INGENIEROS*.  
México: Panorama.

## GLOSARIO

AMEF: Análisis del Modo y Efecto de Fallas, es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas

Arduino: es una compañía de desarrollo de software y hardware libres,

Boro silicato: es un tipo particular de vidrio con óxidos de silicio y boro, más conocido con los nombres comerciales de DURAN, Pyrex o Kimax.

Delta Sol®TT : Marca registrada

DFMA: Diseño para fabricación y montaje.

Energía mareomotriz: es una energía alternativa que se basa en aprovechar el ascenso y descenso del agua del mar, las mareas.

Energía ola motriz: es una energía renovable que utiliza los movimientos de las olas del mar para generar energía.

KPI'S: Indicador clave de actuación

RESOL RCTT: Marca registrada

Barium: es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es Ba y su número atómico es 56.

Heat pipe: tubo capilar de cobre que contiene glicol

Domótico: casa automática o automatizada

EIB, XIO, CEBus, LongWorks, LongTalk y Zigbee : Buses de transmisión de información

Inmótica: es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda,

Urbótica: conjunto de tecnologías aplicadas al control y automatización de ciudades.

Dimmers: control para regular intensidad de la iluminación

Ethernet shield: placa para conectarse a internet

Seiri: traducción del japonés como eliminar

Seiton: Traducción del japonés ordenar

Seiso: Traducción del japonés limpiar

Seiketsu: Traducción del japonés estandarizar

Shitsuke: Traducción del japonés disciplina

Hiroyuke Hirano: padre de la filosofía 5's

RPN: número de prioridad de riesgo

Ishikawa. Autor del diagrama causa y efecto.

SMED: Método de cambios rápidos.

Jidoka: automatización con un toque humano.

Poka Yoke: evitar errores

Kanban: Sistema de señales por tarjetas.