

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica



Diseño de un sistema electrónico para medir la producción de anturios en el vivero de Real Anturios

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura

Selenia Araya Quesada

San Carlos, Agosto de 2020

Declaración de autenticidad

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

San Carlos, Agosto 2020



Selenia Araya Quesada
Céd: 2-0594-0283

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

TRIBUNAL ÉVALUADOR

Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Miembros del Tribunal

GUILLERMO ENRIQUE CASTRO BADILLA (FIRMA)
Firmado digitalmente por GUILLERMO ENRIQUE CASTRO BADILLA (FIRMA)
Fecha: 2020.08.24 10:00:48 -06'00'

Ing. Guillermo Castro Badilla

Profesor lector

Firmado por JOSE PABLO ALVARADO MOYA (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-01-0753-0713. Fecha declarada: 24/08/2020 09:41 AM
Esta representación visual no es una fuente de confianza, valide siempre la firma.

Dr. Pablo Alvarado Moya

Profesor lector

LUIS DIEGO GOMEZ RODRIGUEZ (FIRMA)
Firmado digitalmente por LUIS DIEGO GOMEZ RODRIGUEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.24 10:07:01 -06'00'

Ing. Luis Diego Gómez Ramírez

Profesor asesor

Los miembros de este Tribunal dan fe de que el presente trabajo de graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por la Escuela de Ingeniería Electrónica

San Carlos, agosto de 2020

Resumen

El proyecto se desarrolló en el vivero de la empresa de Real Anturios. Debido a la falta de un sistema de medición de la producción de anturios se arriesgó la sostenibilidad económica del negocio. Se propuso realizar un sistema automatizado, porque un trabajo manual implicaría llevar los datos de 25 000 plantas que generan, un valor esperado de 11 inflorescencias anuales por planta.

La solución fue un sistema que codifica cada planta del vivero. Con ayuda de los trabajadores se identifica el crecimiento de una nueva flor y cuándo se realiza su corta. Los motivos de la corta también se guardan en el sistema, los cuales pueden ser por pedidos, porque posee un defecto o porque se llega a un estado de maduración donde la inflorescencia no será recibida en el mercado.

El sistema envía información al servidor de la empresa. Con los datos recolectados se mide la capacidad de producción del vivero, promedio de vida de las plantas, los datos no conformes por macetas, mes y por defectos, la producción de cada planta, el tiempo de crecimiento, la producción por ubicación y la producción por especie.

Palabras claves:

Anturios, Producción de anturios, Lectores de código de barra, Memoria no volátil, WiFi, ESP32, Protocolo SPI.

Abstract

The project was developed at company named Real Anturios. It has a greenhouse where cut flowers anthurium had been grown and sold. Regarding the theory, each plant should produce 11 flowers per year at least. However, the process had a lack of system that can measure the anthuriums plant yield. Even, in the past, the business was in risk because it was not able to identify an issue trend on the process.

The new system labeled each 25 000 anthurium plants and it built an electronic device that save the date when a new flower was growing. Also, it saves the date when the anthurium flower was cut. The worker identified the reason for cutting the flower that could be three options: a customer request, a defect or the flower is too old for the market.

At second stage, the device is going to send the data to server. This data will use as input for knowing the greenhouse yield, average age for each plant, info about defect

per plants, month or kind of defect, yield for each plant, grown time, space yield and species yield.

Keywords:

Anthuriums, anthuriums yield, Barcode scanner, Flash, WiFi, ESP32, SPI Protocol.

Dedicatoria

A Harry, Andrés y Samuel.

Agradecimiento

A todos los trabajadores de los viveros de Anturios, a Nelson, Pilo, Rodolfo, Jasdanie, Don Julio.

A todos los ingenieros que me ayudaron a darle forma al proyecto, a Harry, Laura, Luis Diego, Ernesto, Juan José, Karla y Manrique.

A Lidia, Lisbeth, Emilia, Vanessa, Marielos, Mercedes, Ana Isabel y Patricia.

A Emilio, Rogelio y José Luis.

INDICE GENERAL

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1. Problema existente e importancia de su solución	1
1.1.1. Descripción de la industria de anturios como flores de corta.....	1
1.1.2. Generalidades y contexto del problema	5
1.1.3. Síntesis del problema.....	6
1.1.4. Importancia de la solución del proyecto.....	6
1.2. Solución seleccionada.....	7
1.2.1. Restricciones y requerimientos establecidos por Real Anturios.....	7
1.2.2. Enfoque de la solución.....	8
Capítulo 2: Meta y Objetivos	9
2.1. Meta	9
2.2. Objetivo general.....	9
2.3. Objetivos específicos.....	9
2.3.1. Objetivos de hardware y software	9
2.3.2. Objetivos de documentación	10
Capítulo 3: Marco teórico	11
3.1. Descripción del proceso a mejorar.....	11
3.2. Antecedentes Bibliográficos.....	13
3.3. Descripción de los principales principios relacionados con la solución del problema.....	14
3.3.1. Diagramas de Pareto	15
3.3.2. ESP32	15
3.3.3. Códigos de barra	17
3.3.3.1. Lectores de código	17
3.3.3.2. Recomendaciones de la industria en aspectos de impresión	20
Capítulo 4: Procedimiento metodológico.....	21
4.1 Reconocimiento y definición del problema	21
4.2 Obtención y análisis de información.....	21
4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución	22
4.4 Implementación de la solución	22
4.5 Reevaluación y rediseño	22
Capítulo 5: Descripción detallada de la solución	23
5.1 Análisis de soluciones y selección final.....	23

5.2. Selección final	24
5.3. Descripción del hardware	26
5.4. Descripción del software	29
5.4.1. Captura de dato	29
5.4.2. Almacenamiento	29
5.4.3. Enviar la información	31
Capítulo 6: Análisis de Resultados	33
6.1 Resultados	33
6.2 Análisis	35
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones	38
7.1 Conclusiones.	38
7.2 Recomendaciones	38
8. Bibliografía	40
Apéndices	43
A.1 Manual de usuario	43
A.1.1 Lenguaje utilizado en la elaboración de etiquetas	43
A.1.2 Proceso para generar los códigos que identifica cada planta	45
A.1.3 Interpretación de los datos en el servidor	45
A.1.4 Códigos de barras para las plantas de las 10 hileras muestreadas	47
A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de los anturios que se utiliza en adornos florales	2
Figura 2 Diagrama del vivero de Real Anturios	3
Figura 3 Distribución de las plantas entre los trillos 41C y 42C	4
Figura 4 Características del vivero de Real Anturios [10]	11
Figura 5 Procedimientos para responder a los pedidos [10]	12
Figura 6 Pasos para recolectar los pedidos [10]	12
Figura 7 Transiciones entre los "Power modes" del ESP32 [19]	16
Figura 8 Profundidad de campo para el lector de códigos IS 4225 [23]	18
Figura 9 Toma de datos del bloque 34C y 35C	25
Figura 10 Formato del código de barras	26
Figura 11 Esquemático de procesamiento	27
Figura 12 Esquemático de lectura de código	28
Figura 13 Esquemático del panel	28
Figura 14 Diagrama de flujo de captura de datos	29
Figura 15 Diagrama de flujo de almacenamiento	30
Figura 16 Como se almacena los datos en la memoria flash	30
Figura 17 Diagrama de flujo de envío de información	31
Figura 18 Gráfico de los resultados del indicador de lectura	33

Figura 19 Plano del vivero.....	43
Figura 20 Formato del código de barras.....	44
Figura 21 Toma de datos del bloque 34C y 35C	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Consumo energético según los "Power modes" del ESP32 [18].....	16
Tabla 2 Datos técnicos de lectores de código tomados de [24] [25] [26] [23]	18
Tabla 3 Código para identificar los tipos de plantas	25
Tabla 4 Código del campo de Actividad en el sistema	31
Tabla 5 Resultados exportados de plataforma thingspeak.....	32
Tabla 6 Resultados de las lecturas realizadas a los códigos de las plantas muestreadas en menor o igual a dos intentos	33
Tabla 7 Indicador del tiempo que se toma para detectar nuevas inflorescencias	34
Tabla 8 Indicador del tiempo que se toma para cortar las flores no conformes en las hileras muestreadas	34
Tabla 9 Indicador del porcentaje de tramas recibidos	35
Tabla 10 Código para identificar los tipos de plantas	44
Tabla 11 Ejemplos de información que va a enviar el dispositivo al Servidor	46
Tabla 12 Medida del indicador de lectura.....	58
Tabla 13 Medición de los tiempos para recolectar la información de las nuevas inflorescencias	60
Tabla 14 Medición de los tiempos para cortar las flores no conformes	62
Tabla 15 Datos obtenidos de la plataforma ThingSpeak	65

Capítulo 1: Introducción

La empresa Real Anturios produce flores de corta llamada anturios (*Anthurium*) por medio de un vivero constituido por 25000 plantas. Desde sus inicios ha buscado las mejoras prácticas dentro de la industria nacional. Sin embargo, con este proyecto, se investiga las prácticas en la industria a nivel internacional.

En otros países se maneja información detallada de diferentes tipos de datos para aprovechar de forma eficiente los recursos. Valores como porcentaje de mortalidad de la flor y porcentaje de las deformidades en la flor son medidos en los viveros brasileños [1]. Además, se evalúan cuáles especies son aptas para cada sitio, esto según la cantidad de inflorescencias anuales.

Por otra parte, en el caso de Real Anturios la sostenibilidad financiera de la empresa ha estado en riesgo y solamente se han medido las ventas de las unidades. Es necesario que se empiecen a tomar en cuenta otras variables para tomar las decisiones estratégicas con los datos precisos, exactos y sin sesgos de los individuos involucrados en los procesos de las empresas. La solución para esto es un sistema electrónico que se adapta a las características de la empresa sin afectar los tiempos de entrega de los pedidos.

1.1. Problema existente e importancia de su solución

1.1.1. Descripción de la industria de anturios como flores de corta

Los anturios se encuentran entre las flores tropicales más cultivadas a nivel internacional para la industria del diseño floral. La flor se destaca por su durabilidad y larga vida en los adornos florales. La cosecha y crecimiento de este tipo de planta requiere calor, condiciones de sombra y humedad, además de suelos con buena retención de agua y drenaje [2].

Su origen es centroamericano y suramericano, pero Holanda se ha convertido en el principal productor y exportador a nivel mundial. En este país se construyeron invernaderos con condiciones similares a los bosques tropicales tales como: temperaturas del día entre 20 °C y 28 °C, temperaturas nocturnas superiores a 18 °C, humedad sobre 50% en días soleados, entre 70% y 80% en días nublados y hasta 90% en la noche. Además de un área protegida de sol entre el 50% y 90% de sombras [1].

Para la botánica, la flor del anturio está conformada por un conjunto de ejes floríferos llamado inflorescencia. Existen inflorescencias de varios tipos, en el caso de los anturios, es un racimo de espádice, que es una espiga con eje muy engrosado [3]. Desde el punto de vista del diseño floral, la flor cortada comprende una inflorescencia (espádice) subtendida por una hoja modificada (espata) que se origina en un tallo largo (pedúnculo). Tienen una amplia gama de colores: blanco, rosa, rosa salmón, rojo, rojo claro, rojo oscuro, marrón, verde, lavanda, crema o multicolor. También hay variaciones en la forma y firmeza de la espátula que varía de plana hasta en forma de copa y de firme a blanda [4]. En la Figura 1 se muestran las tres partes de la planta que se corta para adornos florales.

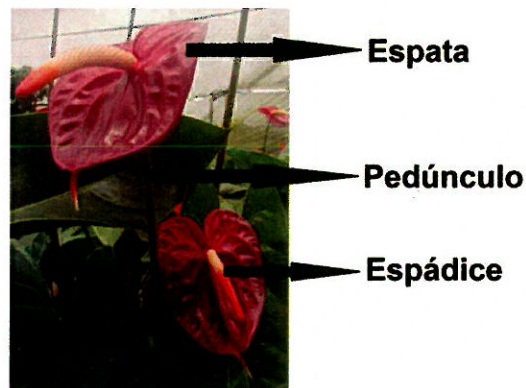


Figura 1 Partes de los anturios que se utiliza en adornos florales.

Los tiempos de cosecha y producción dependen de características como: temperatura, humedad, radiación solar [5], tipo de suelo, altitud, latitud, clima del sitio, tipo de sustrato, cantidad de sustrato, distancia entre las plantas, cantidad de hojas que mantiene la planta [2], área foliar de las hojas [6]. Otras de las variables involucradas son las variedades de anturios [1].

El vivero de Real Anturios está constituido por 25 000 plantas sembradas en un terreno en la comunidad de Santiago de San Ramón. La distribución del vivero se muestra en la Figura 2. Las zonas llamadas trillos son utilizadas por el personal para realizar las actividades de corte de las flores, mantenimiento de las plantas, riego y colocación del sustrato.



Figura 2 Diagrama del vivero de Real Anturios

En el área llamada lomillo en la Figura 2 se colocan las plantas en cuatro líneas separadas a quince centímetros, como se observa en la zona A de la Figura 3. Las

plantas tienen un promedio de producción de siete años en la empresa Real Anturios. Los cambios de plantas se van realizando paulatinamente, para asegurar la producción. Por ejemplo, las plantas de la zona D en la Figura 3 tienen aproximadamente tres años de ser plantadas en el vivero, de la zona C tienen 18 meses, en la zona B seis meses y en la zona A 6 semanas.

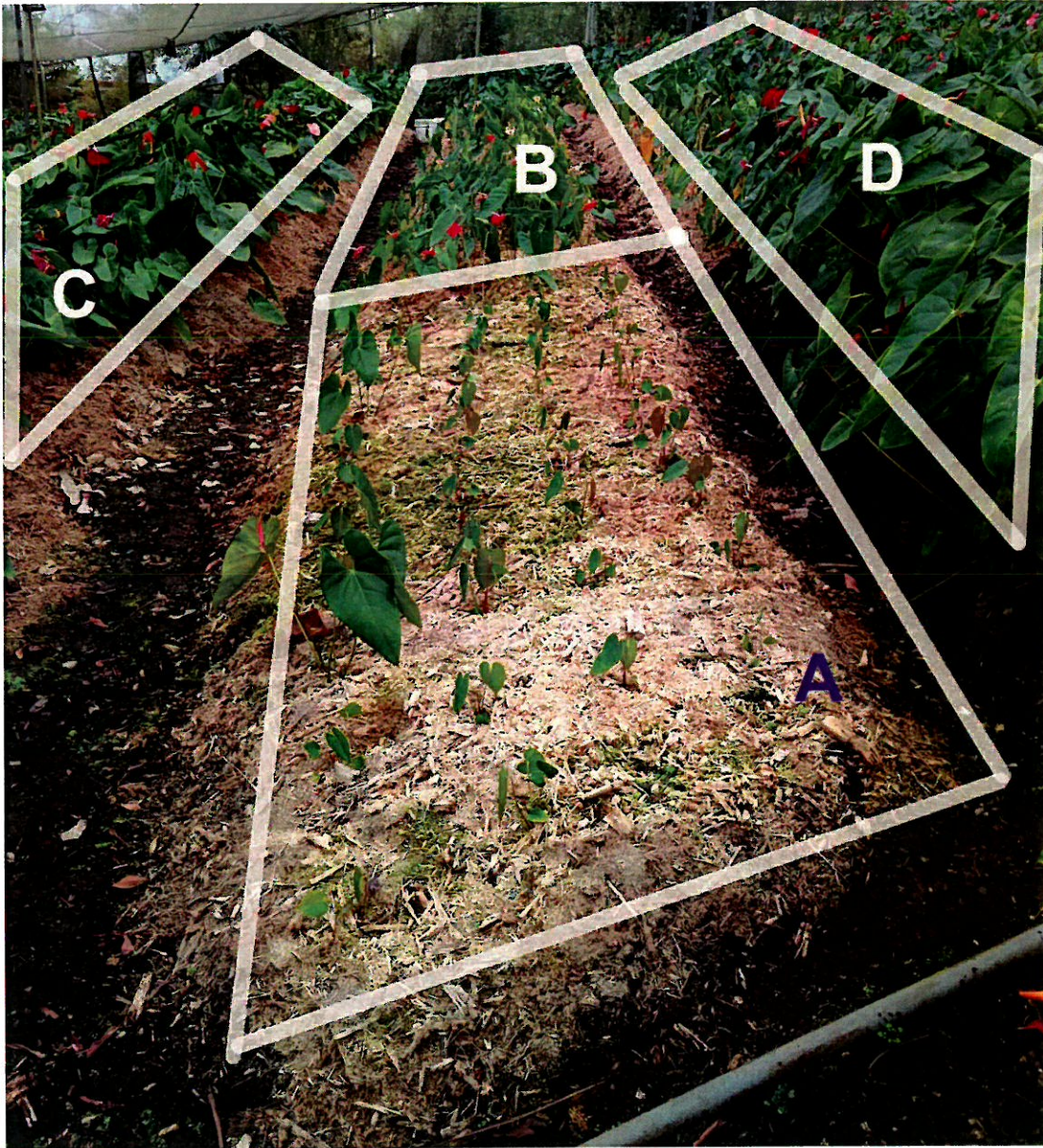


Figura 3 Distribución de las plantas entre los trillos 41C y 42C

1.1.2. Generalidades y contexto del problema

El vivero de Real Anturios lleva más de una década produciendo anturios para el mercado nacional e internacional. Al construirlo se tomaron ideas de otras empresas con las mismas actividades para reutilizar las mejores prácticas. Sin embargo, las empresas deben buscar la mejora continua para mantenerse en el mercado.

Uno de los procesos que pueden mejorar es incluir formas de medir la producción, pues no existe un historial de la cosecha producida en la empresa y cuánto producto se ha desechado por falta de demanda del mercado en la estación lluviosa en Costa Rica. En el invierno costarricense se dan las condiciones idóneas para que esta se desarrolle, con el mínimo involucramiento humano. Pero este periodo coincide con la baja demanda del mercado exterior.

En el vivero de Real Anturios, según los encargados, la única variable que se mide es la cantidad de ventas. Pero las empresas necesitan medir, para mejorar. Medir es la base para una buena administración, es la forma en que se toman decisiones. Por ejemplo, en la administración estratégica se formulan, implementan y evalúan decisiones multidisciplinarias que permiten a una empresa alcanzar sus objetivos. Para esto no solamente se incluyen mediciones en el área de contabilidad y finanzas, sino que también se debe medir en el área administrativa, mercadeo, negocios internacionales, producción, operaciones, investigación y desarrollo y las tecnologías de información [7].

Una de las mediciones en la industria de anturios en Brasil es el porcentaje de mortalidad y de deformidades. La mortalidad de la flor en tierra es del 10% sembrados en tierras y al 2% cuando se cubre con aserrín. Además, se sabe que el 5% de las flores tienen deformidades o efectos de la espata, como manchas, deformidades, enfermedades o ataques de plaga [2]. Al contar con este tipo de información, se puede detectar a tiempo cuándo estos valores salen de sus rangos normales, y atacarlos antes de que afecte los ingresos. Esto ha sucedido en el pasado en el vivero de Real Anturios, por ejemplo, en el 2014 la producción bajó de tal manera que puso en peligro las finanzas.

Cuando se recolectan datos le ha permitido a las empresas cambiar las técnicas de cultivo para hacerlas más eficientes. Por ejemplo, de acuerdo a la investigación realizada por [8] en países como Malasia, Hawái e India se recomienda la defoliación y mantenimiento de solamente cuatro hojas por planta. La misma investigación, inicia

un estudio en el Valle de Ribeira, Brasil para detectar la cantidad de hojas óptima de la variedad Apalai.

El estudio [8] concluye que la defoliación perjudica a la producción de la especie Apalai en el Valle de Ribeira. Sin embargo, se aclara que también pudo afectar el mayor espaciamiento (0,40 m x 0,40 m comparado a 0,35 m x 0,35 m, 0,8 m x 0,3 m y 0,3 m x 0,25 m en Malasia, Hawái e India respectivamente) y mayor sombreado (80%). Estas condiciones implican densidades de población más alta y menor disponibilidad de radiación fotosintéticamente activa. Lo cual, provoca con la defoliación una mayor producción de vástagos florales por área [8]. Estas diferencias se deben a que las prácticas culturales deben ser establecidas en función del genotipo y condiciones edafoclimáticas.

Otra de las variables que se mide y se relaciona con la producción es el área foliar, pues es uno de los principales parámetros del crecimiento vegetal. Está relacionada con diversos procesos fisiológicos de la planta, tales como fotosíntesis, respiración y transpiración. Los métodos más populares están relacionados con medir las dimensiones de la hoja, debido a la rapidez y no destrucción de la planta. En esta investigación encontraron que el área foliar de la variedad Apalai se calcula multiplicando 0,9672 por el ancho y largo de la hoja [6].

Para que los viveros logren aumentar su capacidad productiva, el primer paso es empezar a medir su capacidad por metro cuadrado y asociarlos con factores que se pueden controlar, como cuáles son las variedades que se adaptan a cada sitio y plantas que deben ser eliminadas antes de la edad promedio de producción.

1.1.3. Síntesis del problema

Desinformación de los valores cuantitativos de la producción del vivero, que provoca que no se identifiquen las plantas con baja cosecha, lo cual ha generado poner en riesgo la producción, comprometiendo la sostenibilidad económica del vivero.

1.1.4. Importancia de la solución del proyecto

Al solucionar el problema se obtiene los siguientes beneficios:

- ✓ Información sobre la capacidad de producción del vivero de Real Anturios y los tiempos de respuestas a los pedidos. Además de saber las unidades que van

- a sobrar según los historiales de compras y buscar nuevos mercados que puedan recibir los productos, a la vez que se mantiene el abastecimiento de los mercados existentes.
- ✓ Obtener información de cada una de las 25 000 plantas de forma individual, para realizar los cambios y las medidas de contingencias de acuerdo a los datos almacenados de cada planta.
 - ✓ Se podrá determinar si existen especies que no son las adecuadas para condiciones edafoclimáticas del vivero de Real Anturios y sustituirlas por variedades que tenga mayor producción anual.
 - ✓ En el caso de ataques de plagas o bajas de producción se pueden detectar cuando los valores están fuera de los estándares de la industria para buscar soluciones antes de poner en riesgo el bienestar económico de la empresa.
 - ✓ Se pueden determinar los tiempos de crecimiento de las plantas para predecir la capacidad de producción con semanas de antelación de acuerdo a las inflorescencias que estén en crecimiento.
 - ✓ Se podrían realizar cambios en las técnicas de cultivos, para determinar las formas más eficientes según las condiciones edafoclimáticas del vivero. Por ejemplo, distancia entre las plantas, tipo de sustrato y cantidad de hojas por plantas.

1.2. Solución seleccionada

1.2.1. Restricciones y requerimientos establecidos por Real Anturios

El vivero de Real Anturios posee las siguientes características que son importantes para realizar el proyecto:

- ✓ Un único trabajador se encarga de las actividades de corta de flores y sembrar las nuevas plantas.
- ✓ No cuenta con servicio de electricidad o telecomunicaciones en el vivero.
- ✓ El dispositivo que se va a utilizar no debe interferir en los tiempos de corta de las flores.
- ✓ La energía del dispositivo debe tardar al menos las ocho horas laborales.

- ✓ No se puede utilizar el celular como dispositivo para capturar la información, al ser un aparato que provoca distracción en los trabajadores.

1.2.2. Enfoque de la solución

Primero se identifica cada planta por medio de un código, el cual debe detallar fecha de sembrado, especie y ubicación. Esta etiqueta está cerca de la base de cada planta, pues al obtener las flores para los pedidos se corta en la parte inferior del pedúnculo. El dispositivo electrónico registra la información de cada inflorescencia, incluye la planta a la cual pertenece, fecha que fue registrada, la fecha de corte y motivo de corte (venta o tiene un defecto).

El dispositivo almacena los valores capturados con respecto a las inflorescencias. Además, tiene un lector de código y un puerto para obtener la información recolectada. La información recolectada se descarga en el servidor diariamente al finalizar las tareas del vivero.

El sistema debe ser portado cada vez que se corten las flores, cuando se identifican las nuevas inflorescencias y cuando se realizan cambios de plantas. Existe un led para cada una de las actividades. Cuando se realizan labores de nuevas inflorescencias, se escanea el código de la planta para registrar un nuevo consecutivo. El sistema se encarga de registrar la fecha de ingreso de esa inflorescencia.

En el caso de corte de flores conformes, al cortar el tallo con la flor se escanea el código de la planta que contiene la unidad. El sistema hace registro de la fecha de corte de esa flor. Lo mismo ocurre cuando se realizan cortes de flores no conformes. Finalmente, cuando se realizan los cambios de las plantas, se escanea el código de la planta que se va a quitar y el sistema va a preguntar el código de la nueva planta.

Capítulo 2: Meta y Objetivos

La meta se enfocó en buscar una solución para medir la producción en la empresa de Real Anturios. Se hizo por medio de un dispositivo electrónico que registra los procesos del vivero con ayuda del operario. Por otra parte, el proyecto se realizó en una muestra de diez hileras como prototipo.

2.1. Meta

Brindar a la industria de anturios de Costa Rica un sistema mediante el cual pueda medir la producción de cada vivero.

2.2. Objetivo general

Implementar el sistema electrónico de un dispositivo que sea capaz de registrar la producción del vivero de Real Anturios.

Indicador: El sistema será capaz de registrar la producción de diez hileras correctamente.

2.3. Objetivos específicos

2.3.1. Objetivos de hardware y software

- ✓ Implementar la lectura de los códigos de las plantas en las diez hileras del vivero de Real Anturios.
 - Indicador: El código se lee correctamente en las plantas el 90% de los casos en dos intentos o menos.
- ✓ Diseñar la primera versión del dispositivo que guarda la información de las inflorescencias nuevas o cortadas de cada planta.
 - Indicador: El personal es capaz de realizar la captura de datos de las inflorescencias nuevas o cortadas con un aumento menor al 15% en el tiempo que tarda en entregar el pedido.
- ✓ Implementar el envío de los datos desde el sistema electrónico a un servidor.
 - Indicador: El servidor recibe las tramas de datos correctas en al menos el 90% de las transmisiones.

2.3.2. Objetivos de documentación

- ✓ Presentar a la empresa Real Anturios un manual de usuario del sistema desarrollado.
 - Indicador: Los operarios pueden usar el sistema en al menos un 90% de las actividades laborales.

Capítulo 3: Marco teórico

En esta sección se hace referencia a una explicación detallada de cómo funciona la producción de flores de anturios para arreglos florales. En la segunda parte se desarrolla el estado del arte, donde se investigó sobre soluciones implementadas en otros sitios. Finalmente se menciona los principios de producción que interesa en el proyecto y conceptos que se utilizan en la implementación.

3.1. Descripción del proceso a mejorar

El vivero de Real Anturios está construido con una estructura de hierro galvanizado cubierta con un sarán que provoca una sombra del 80%. La malla genera cambios en el comportamiento de la lluvia como se observa en la Figura 4. Además, se encuentra en un terreno donde la altitud y las temperaturas son las condiciones en su ambiente natural de esta flor tropical.

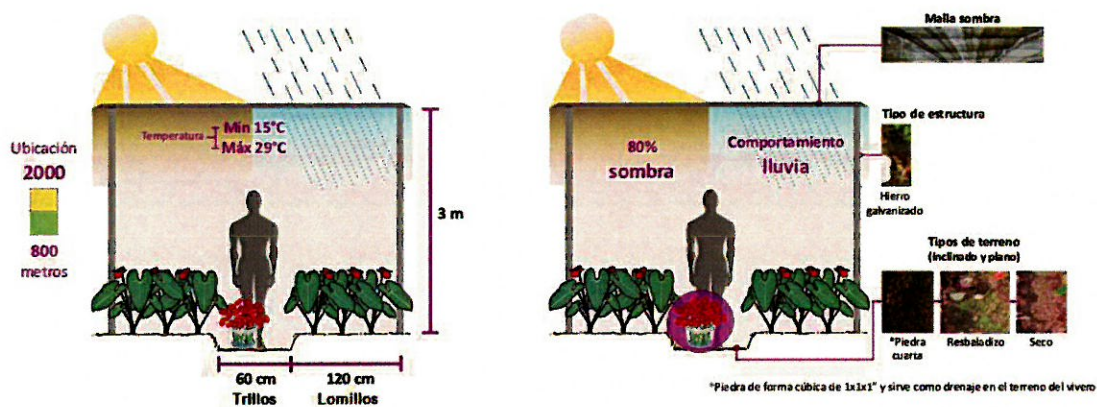


Figura 4 Características del vivero de Real Anturios [10]

Cuando se realiza un pedido, se activan los procedimientos mencionados en la Figura 5, los cuales en la actualidad los realiza un mismo trabajador. Primero se recolectan las unidades para los adornos florales según la cantidad y tipo solicitados por los clientes, estas se escogen entre las veinticinco mil plantas. Luego se trasladan a la empacadora, donde se clasifican según su tamaño, color y variedad. Se eliminan las unidades que no cumplen las condiciones, se empacan de acuerdo a los requerimientos de los clientes y se realiza la limpieza de los contenedores.

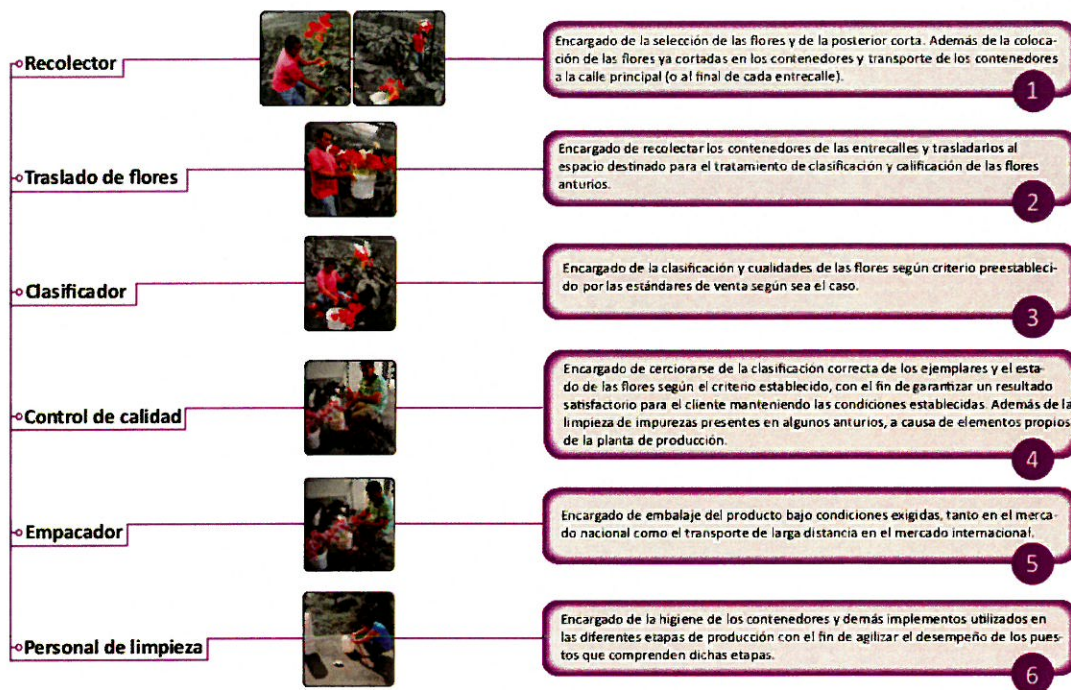


Figura 5 Procedimientos para responder a los pedidos [10]

El procedimiento de recolectar se realiza dependiendo de la calidad, el color, la variedad, el tamaño y la cantidad solicitada. También en los periodos de mayor demanda (día de la madre en Estados Unidos y la celebración del 14 de febrero) se pide todas las flores que brinde el vivero y luego se clasifica según tamaño y variedad. En otras ocasiones, los clientes pueden requerir cantidades exacta con las especificaciones, entonces el recolector va buscando por los trillos las unidades que cumplan las características, como se observa en la Figura 6. Cuando el recolector encuentra las flores que cumplen las características, la corta con la mano más hábil en la parte inferior del pedúnculo y con la otra mano agarra el pedúnculo, va repitiendo el procedimiento hasta obtener entre 25 a 30 flores en su mano menos hábil y la lleva a las cubetas que se encuentra en los trillos principales.

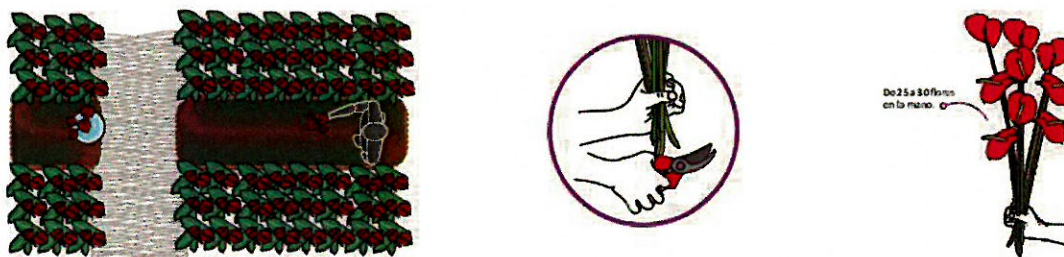


Figura 6 Pasos para recolectar los pedidos [10]

Los pedidos de clientes generalmente se ejecutan una vez a la semana. Los otros días de la semana laboral, se realizan otras actividades. Entre las cuales están mantenimiento de la infraestructura, colocación del sustrato en el suelo, preparar los materiales de empaque, cortar las flores dañadas, cortar las flores que pasaron el proceso de maduración y siembra de nuevas plantas. Los procedimientos relacionados a este proyecto, son la corta de flores por deformaciones o estado de maduración y las siembras de nuevas plantas.

Las flores no conformes, ya sea por deformación o por estado de maduración, se cortan una vez a la semana, debido a que le quitan recursos a la planta y a inflorescencias nuevas. Para realizar el procedimiento se realizan los mismos pasos de la Figura 6, con la variante que el cortador buscar las plantas no conformes y al final se desechan.

El cambio de las plantas se hace porque las plantas tienen un promedio de producción de siete años. Alrededor de ese periodo, las plantas han generado un hijo que puede ser utilizado para sembrar una nueva planta. En la Figura 3 se observa como las plantas tienen diferentes tamaños según el tiempo que ha sido trasladado.

3.2. Antecedentes Bibliográficos

En el 2003, se realizó un simposio donde se discutió que el enfoque de controlar variables en los invernaderos no era práctico porque no se tenía el conocimiento de todas las variables que afectaba la cosecha. Este campo se estaba centrando en el ahorro de energía, el beneficio económico óptimo, la protección del medio ambiente y el desarrollo continuo [11]. Sin embargo, en la actualidad existen compañías que brindan servicios y productos para medir y controlar la cosecha en los invernaderos, tales como la canadiense Argus Control, Bluelab en Nueva Zelanda, la estadounidense iUNU Inn y METOMOTION en Israel [12].

La empresa iUNU utiliza la plataforma LUNA. LUNA está conformada por un conjunto de cámaras sobre rieles en los invernaderos, las cuales capturan la imagen superior de las plantas. Con estas imágenes se obtiene la situación de cada planta en tiempo real, guarda un historial de las imágenes de cada planta y monitorea cambios de color para anticipar problemas en las operaciones. Además, la plataforma incluye un conjunto de sensores en las plantas y asignación de tareas de forma automática con seguimiento para todo el personal involucrado [13].

En cuanto a proyectos en el área académica, se encontró que el departamento de Agrotecnología en la Universidad de Theran realizó un estudio que clasifica 20 especies diferentes de anturios con la combinación de PCA (principal components analysis), LDA (linear discriminant analysis) y SVM (support vector machine). De acuerdo con los investigadores pueden dar una precisión del 99,5 % utilizando una función de kernel RBF y un método de codificación de clases múltiples aleatorias dispersas. Sin embargo, las imágenes se tomaban en condiciones controladas de luz y con pequeñas variaciones de ángulos de rotación (de $-\pi/12$ a $\pi/12$) [14].

Otro proyecto utilizó el modelo PROMET (Process of Radiation Mass and Energy Transfer), comúnmente se usa para simular el agua, los flujos de energía y los niveles de paisaje. Sin embargo, se aplicó para simular el crecimiento en los cultivos y su rendimiento (cosecha). Los datos remotos se tomaron de un sensor de imágenes hiperespectrales de CHRIS (Compact High Resolution Imaging Spectrometer) que son operados por la Agencia Espacial Europea. Se tomaron los datos de dos años de la cosecha de trigo en invierno, pero el rendimiento fue sobreestimado en un 20% porque la heterogeneidad espacial fue severamente subestimada. La investigadora recomienda usar datos verdaderos de la tierra para la mejorar la exactitud del modelo [15].

3.3. Descripción de los principales principios relacionados con la solución del problema.

Se buscó la ayuda de expertos en producción para buscar una solución que brinde la información necesaria para realizar cambios con datos cuantitativos. De acuerdo con la consulta se debe identificar cada planta por medio de un código de barras o similar. Para cada una de las plantas se sabe la ubicación, fecha de siembra y la variedad. Cuando se realiza un trabajo con respecto a la planta, ya sea cortar una flor por pedido, traslado o corta por defecto se debe reportar al sistema [16].

Al registrar esta información se podrán obtener datos para construir diagramas de Pareto relacionados a las unidades no conformes, tanto por macetas, por mes o por tipos de defectos [16]. Además, se podrá obtener la producción por planta, el tiempo de crecimiento, la producción por ubicación y la producción por especie. Y como dato

general del vivero se conocerá la medida de capacidad de producción y su tiempo de respuesta ante pedidos [16].

Esta sección también se describen las características del ESP32 que destacan para escoger como parte central del procesamiento de información. Luego se compila la información encontrada sobre tipos de códigos para etiquetar información en productos y de los lectores de códigos.

3.3.1. Diagramas de Pareto

El análisis de Pareto es una técnica para llevar la cuenta del número de defectos de un producto o servicio. El italiano Vilfredo Pareto observó que la mayor parte de la actividad de un proceso se debe relativamente a pocos factores. También se denomina regla 80-20, pues el 80% de la actividad se debe a 20% de los factores; así al concentrarse en 20% de los factores, los gerentes pueden dedicarse al 80% de los problemas [17].

Para elaborar un diagrama de Pareto se inicia con la cuenta del tipo de defectos. Luego se clasifican los defectos en términos de frecuencia en que ocurren de mayor a menor. Por último, se elabora una tabla de barras verticales, cuya altura corresponde a la frecuencia de cada defecto [17].

3.3.2. ESP32

El ESP32 tiene un amplio rango de aplicaciones, con funciones como ADC (Analog to Digital Converter), DAC (Digital to Analog Converter), sensor de temperatura, modulación Sigma Delta, Matriz de Registros de Propósito general de Entradas y Salidas (GPIO). Además, una matriz de Interrupciones que incluye SPI, I2S, I2C, UARTS, SD/MMC y SDIO. Incluye Transmisores y Receptores infrarojos, controladores de LED y Motor PWM, Sensores Hall e interface Ethernet MAC. Además, posee almacenamiento de hasta 16 MB en flash, y disponibilidad de Wi-Fi y Bluetooth.

El dispositivo que se desarrolló es de bajo consumo energético, para que se mantenga cargado durante las ocho horas laborales. Esto es por medio de los seis modos de consumo de potencia que presenta el ESP32, los cuales se observan en la Tabla 1.

Tabla 1 Consumo energético según los "Power modes" del ESP32 [18]

Power mode	Description		Power consumption	
Active (RF working)	Wi-Fi Tx packet		180 mA ~ 240 mA	
	Wi-Fi/BT Tx packet		130mA	
	Wi-Fi/BT Rx and listening		95 mA ~100mA	
Modem-sleep	The CPU is powered on.	240 MHz	Dual-core chip(s)	30 mA ~ 68 mA
			Single-core chip(s)	N/A
		160 MHz	Dual-core chip(s)	27 mA ~ 44 mA
			Single-core chip(s)	27 mA ~ 34 mA
		Normal speed: 80 MHz	Dual-core chip(s)	20 mA ~ 31 mA
			Single-core chip(s)	20 mA ~ 25 mA
Light-sleep			0.8 mA	
Deep-sleep	The ULP co-processor is powered on.		150 μ A	
	ULP sensor-monitored pattern		100 μ A @1% duty	
	RTC timer + RTC memory		10 μ A	
Hibernation	RTC timer only		5 μ A	
Power off	CHIP_PU is set to low level, the chip is powered off.		0.1 μ A	

Cuando el dispositivo se deja de utilizar, el sistema alterna a un estado con menor consumo de potencia. La forma en que se va cambiando a estados de menor gasto energético se observa en la Figura 7.

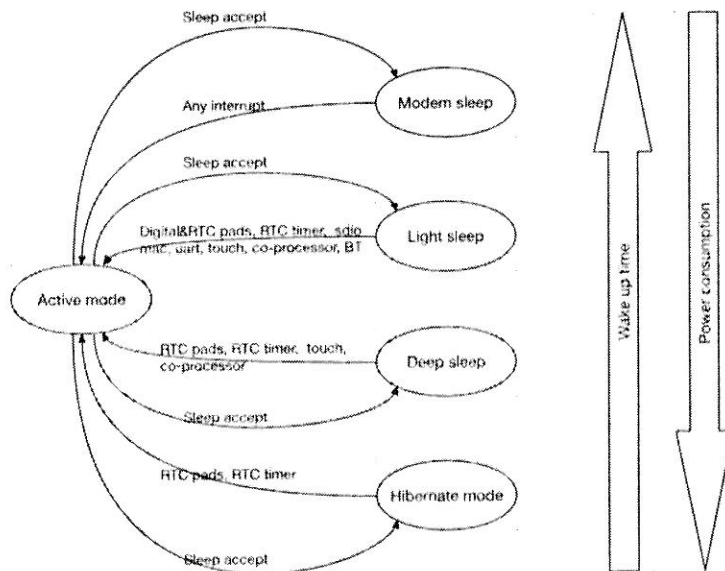


Figura 7 Transiciones entre los "Power modes" del ESP32 [19]

Por otra parte, la latencia entre cambios de modos de potencia es menor a 1 ms [18]. De tal manera que el rendimiento del vivero no disminuye al utilizar el aparato.

El ESP32 también tiene capacidad de entradas y salidas, llamados GPIOs (General Purpose Input/Output interface). Los GPIOs pueden ser configurados como internos pull-up o pull-down, o puestos en alta impedancia. Las entradas se pueden configurar para que sea Edge-trigger o level-trigger que generen interrupciones del CPU. La mayoría son bidireccionales, non-inverting y triestado [18].

Algunos de los GPIOs, pueden ser configuradas para utilizar el SPI (Serial Peripheral Interface). Se puede trabajar en los modos esclavo, master, en una línea, full duplex y 1/2/4 en half-duplex. Eso va a depender de la polaridad y la fase del reloj del SPI [18].

La memoria no volátil que se utiliza para guardar los datos es flash. Tiene un tamaño de 16 MB, que se manejan por medio de páginas. Cada página contiene un encabezado que especifica el estado de la página, el número de secuencia, la versión y el CRC32. Los estados de la página son: vacía, activa, llena, en proceso de borrado y corrupta. Luego del encabezado contiene los datos de los datos [20].

El ESP32 implementa los protocolos TCP/IP y 802.11 b/g/n Wi-Fi MAC. Además, soporta el BSS (Basic Service Set), STA y SoftAP. También se puede utilizar una red MESH con protocolo MQTT, la cual se utiliza para enviar mensajes de bajo ancho de banda [21].

3.3.3. Códigos de barra

Se describe a continuación los tipos de lectores de código y sobre normas de impresión de códigos de barras.

3.3.3.1. Lectores de código

Los lectores de código de barra se pueden clasificar en varios grupos. Unos utilizan escáner de dispositivo de carga acoplada, los cuales necesitan contacto físico con el lector de barras. El otro grupo son los que utilizan dispositivos láser que permite lectura correcta en cualquier tipo de superficie, son más resistentes a condiciones hostiles [22]. La distancia máxima de los láseres, le van indicar en la hoja técnica como profundidad de campo, se muestra un ejemplo en la Figura 8 de la profundidad de campo para el láser IS 4225.

Scan Area

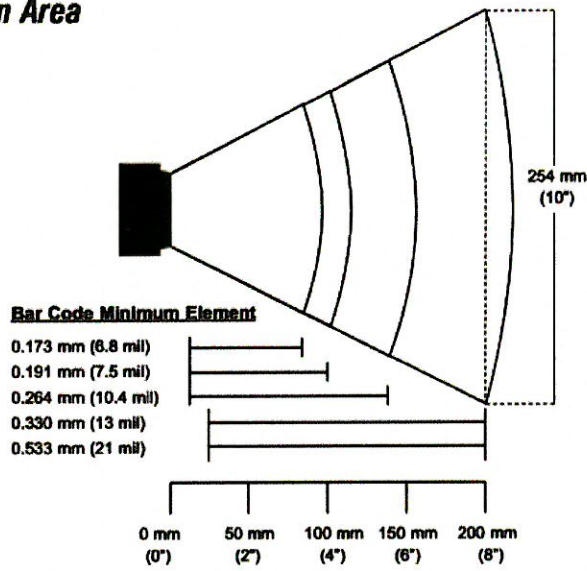


Figura 8 Profundidad de campo para el lector de códigos IS 4225 [23]

Existen también lecturas de códigos de barras con lectores autónomos que generalmente se utilizan en plantas de producción en citas transportadoras. Estas poseen como características velocidades de lecturas, como el SC 305 que leen 1500 líneas por segundo.

Existe un tipo de lectores que se puede programar su modo de escaneo manual o automático. Además de ellos poseen la característica que se pueden colocar en partes de las manos, como un anillo o como un guante. De esta manera, se puede utilizar la mano, para la actividad realizada en el proceso de producción. En el caso, de este proyecto se podría colocar en la mano diestra, junto con la cortadora. Y la otra mano se utilizaría para ir llevando las flores.

En la Tabla 2, se presenta un resumen de las características los lectores de código que se considera mejor se adaptan a las características del proyecto.

Tabla 2 Datos técnicos de lectores de código tomados de [24] [25] [26] [23]

Nombre	SC 050	SC 365	RS 419	IS4225
Producto				
Dimensiones (mm)	168 x 70x 95	66 x 44 x 24	48 x 36 x 48	70 x 49 x24
Peso (g)	120	65	66.7	105

Profundidad de campo (mm)	17 - 300	5 - 16cm		12.7 - 203
Altura máxima de impacto (m)	1.5	1.5	1.2	1.2
Interface	USB y RS232	Micro-USB y Pogo pin	Solamente compatible con WT4XXX	RS232 y USB
Sellado	Resiste partículas contaminantes en suspensión y rocíos directos de todas las direcciones.		Resiste partículas contaminantes en suspensión y rocíos directos de todas las direcciones.	Resiste partículas contaminantes en suspensión
Fuente de Luz	Laser Diodo Visible 650nm	Roja 660nm LED	Laser Diodo Visible 650nm	Laser Diodo Visible 650nm
Patrón de escaneo	Simple			Single scan line
Capacidad de lectura	Variedad de códigos de 1 D	Variedad de códigos de 1 D	Variedad de códigos de 1 D	
Inclinación (°)	30		42	35
Angulo de elevación (°)	70		68	65
Angulo de desviación (°)	40		52	40
Modo de escaneo	Manual o automático	Manual o automático	Manual o automático	Automático
Voltaje (V)	5	3.55 - 4,15	3.1 - 3.6	5
Consumo de energía	4.2watts		0.75 W	
Consumo Operativo (mA)	85		92	135
EMC	CE, FCC		FCC	FCC Class A, CISPR Class A
Temperatura de Operación (° C)	-20 a 65	-10 a 50	-30 a 60 C	-20 C a 50 C
Humedad Relativa	20% a 85%, sin condensación	5% a 90%, sin condensación	5% a 95%, sin condensación	5% a 95%, sin condensación
Nivel de luz (Lux)	5000	100000	4844	4842

Hay variables que no afectan el funcionamiento del proyecto, por las condiciones del vivero. Por ejemplo, el EMC. EMC es el término utilizado para describir qué tan bien puede funcionar un dispositivo o sistema en un entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas que interfieran con el funcionamiento de otros

productos eléctricos en el entorno. Entonces no se tomó en cuenta en la tabla que resumen las características de los lectores considerados para el proyecto.

Otro factor que puede clasificar los lectores de código, es su capacidad de lectura. Se refiere a qué tipo de códigos pueden captar. Algunos pueden ser únicamente con lectores de 1 dimensión, otros leen barras de dos dimensiones o los que leen de ambos tipos.

3.3.3.2. Recomendaciones de la industria en aspectos de impresión

De acuerdo con las normas ISO 646 [27] para la impresión de códigos de barras, se recomienda:

- ✓ Debe existir un contraste de diferencias entre áreas oscuras y claras.
- ✓ La mejor combinación es negro impreso sobre blanco.
- ✓ Las áreas oscuras deben usar colores oscuros sólidos.
- ✓ Las áreas claras colores brillantes que reflejen
- ✓ Se deben evitar metales muy brillantes y tintes brillantes.
- ✓ No utilizar caracteres tildados.

Capítulo 4: Procedimiento metodológico

4.1 Reconocimiento y definición del problema

Los socios de Real Anturio habían encontrado que en ciertas épocas del año las inflorescencias generadas en su vivero no pueden ser colocadas porque se baja la demanda en mercado internacional. Luego hicieron la búsqueda de nuevos socios comerciales para vender esas unidades sobrantes, sin embargo, el socio necesitaba saber los datos exactos de cuantas flores podían suministrar la empresa y cuales periodos del año. Se hicieron entrevistas a los dueños de diferentes viveros, y al personal encargado en la industria. Además, se consultó a expertos en diferentes áreas de la ingeniería que no estaban involucrados en los procesos de anturios.

Para definir la meta se plantearon reuniones con diferentes expertos en la ingeniería electrónica. Además, se buscó información bibliográfica sobre la industria en otras regiones y sobre diferentes tecnologías que iban mencionando los expertos como posibles soluciones para enfrentar el problema.

4.2 Obtención y análisis de información

Se entrevistó a los operarios, encargados y administradores de los viveros para obtener del proceso. También se conversó con distribuidores en el extranjero, sobre los tipos de información que necesitan para colocar sus productos en el mercado. Se buscó en el portal estadístico de PROCOMER, sobre el comportamiento del mercado de exportación para tener datos cuantitativos relacionados a los anturios a nivel nacional.

Se realizó investigación sobre el estado de la industria en otras geografías, donde se encontró información de variables que se miden. Por ejemplo, cada región ha encontrado cuales son las distancias y cantidades de hojas que logran mejor rendimiento en su zona.

Se trabajaron sesiones con ingenieros en producción y procesos para encontrar una forma de medir el rendimiento del vivero. En estas sesiones salieron dos enfoques, uno relacionado a utilizar la detección de imágenes y medir variables ambientales. El otro enfoque, en colocar etiquetas en cada planta y brindar a los operadores un aparato que guarde cuando se realice una acción sobre las unidades de producción.

Se analizaron las ventajas y desventajas de ambos enfoques. Y se acotó el proyecto para tener el Producto Mínimo Viable.

Las restricciones para la búsqueda de soluciones tienen que ver con costos, tiempo y características del vivero. Los costos lo imponen a ser una empresa MIPYME que cuenta con poco presupuesto para la Investigación y Desarrollo, además se consideró que este tipo de industria en la zona no tiene la cultura de dejar presupuestos para esta área. En la planta de producción no cuenta con energía eléctrica ni acceso a las telecomunicaciones.

4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución

Para evaluar las alternativas se realizaron entrevistas con expertos, sobre las tecnologías que cuenta, y se evalúan las ventajas y desventajas de cada una. Las variables que le dan prioridad es el tiempo y costo.

4.4 Implementación de la solución

Primero se analizó el Manual de Referencia técnica [19] y la Hoja de Datos [18] del ESP32. Se buscaron ejemplos en el repositorio de github similares a los que se necesitaban para cumplir los objetivos. Se hicieron modificaciones para lograr los objetivos de cada módulo, y se realizaron pruebas para cada uno de ellos.

Luego se realizó una etapa de unión de los módulos, y se realizó una prueba completa

4.5 Reevaluación y rediseño

En el proceso de pruebas se tuvo que agregar nuevo hardware, porque la etapa de captura de datos no funcionaba correctamente. Se agregó el MAX3421E que es un controlador de periféricos USB con una interface SPI.

Capítulo 5: Descripción detallada de la solución

La solución se decidió después de consultar con expertos en desarrollo de productos de electrónica, profesionales en procesos y en la lectura de documentación de proyectos en el área.

El hardware se decidió por medio de consulta a expertos de controladores de bajo consumo de potencia, que contara con memoria no volátil, que contara con protocolos de comunicación.

La implementación del software se desarrolló alineado a cada uno de los objetivos del proyecto. El primero se encarga de la captura de datos. El segundo de ellos se encarga de guardar la información y el tercero de enviar la información al servidor.

5.1 Análisis de soluciones y selección final

La primera solución estaba enfocada en detectar imágenes. Se investigó sobre paradigmas, algoritmos, comunidades científicas y técnicas utilizadas para la detección de imágenes. A la vez se encontraron proyectos desarrollados que específicamente detectan imágenes de anturios en ambientes controlados de luz en laboratorio.

Los expertos indicaron que el vivero se encontraba en un ambiente, donde las condiciones, tales como la topografía del terreno, las lluvias y las hojas de las plantas tapando las flores hacían que el proyecto no fuera factible. Además, se encontró proyectos donde era exitoso la detección de anturios en condiciones controlados de luz en un laboratorio y se coloca la flor debajo de la cámara con pequeñas variaciones del ángulo de rotación (de $-\pi/12$ a $\pi/12$) [14]. Ninguna de estas condiciones se puede encontrar en el vivero.

Luego se consultó a profesionales en procesos industriales con los cuales se elaboró un boceto de un producto que tome datos de producción. Este dispositivo, contaba con una pantalla que cargaba cada uno de las zonas del vivero y representaba las condiciones de las plantas, es decir cuantas inflorescencias contenía cada planta. Con este producto se aseguraba una mayor exactitud, debido a su diseño ayudaba a bajar el error inducido por humanos.

Sin embargo, la construcción de este dispositivo, implica un trabajo interdisciplinario y con mayores recursos humanos y tiempo para finalizarlo. Entonces se realizó un proceso para determinar el producto mínimo viable (PMV), el cual se sigue brindado

la información necesaria para tomar decisiones en la producción del vivero, pero que disminuye la información que se muestra al operario, lo cual probablemente genere que la exactitud de las medidas tomadas sea menor al producto original.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las ventajas y desventajas de las tres opciones,

Tabla 2 Ventajas y desventajas de las alternativas

Solución	Ventaja	Desventaja
Identificación de las plantas por medio de redes neuronales	Al implementar un sistema de monitoreo automatizado se mantiene los tiempos de producción del vivero.	De acuerdo al trabajo realizado por [14] la detección de imágenes de anturios es efectiva cuando se realiza en ambientes controlados de luz y ángulo de rotación (de $-\pi/12$ a $\pi/12$). Condiciones que no existen en el vivero.
Idea original de identificar las plantas por medio de código de barras.	El sistema es amigable con el usuario. Más fácil de detectar, si las lecturas en el campo corresponden con la información del sistema.	Para realizar se necesita de más recursos y tiempo del que se espera para finalizar el proyecto.
Producto Mínimo Viable (PMV) basado en la idea original de identificar las plantas con códigos	Tecnología accesible para los recursos de la empresa	La exactitud de la información recolectada va ser menor que la idea original

Cuando se evalúa las ventajas y desventajas de la tabla anterior, se escoge la opción que se adapta a los recursos y tiempo determinados del proyecto. Aunque esta opción puede generar datos menos exactos de la realidad de la producción de vivero, dentro de los objetivos de usuario no se encuentra una exactitud del 100%.

5.2. Selección final

De acuerdo con los objetivos, el producto final se debe utilizar en 10 hileras del vivero. Por ello, se realizó un trabajo donde se identificaron todas las plantas de las hileras 1 al 9 del sector Norte y la hilera 36 del sector Sur, según la nomenclatura de la Figura 2 que muestra la nomenclatura de las hileras y los sectores.

Para identificar las plantas de cada hilera se realiza una fotografía y se coloca, un número de la planta (ID), además se identifica la especie de la planta. Por ejemplo,

en la Figura 9, se realizó la identificación de las plantas que se encuentra en el sector central, entre los trillos 34 y 35.

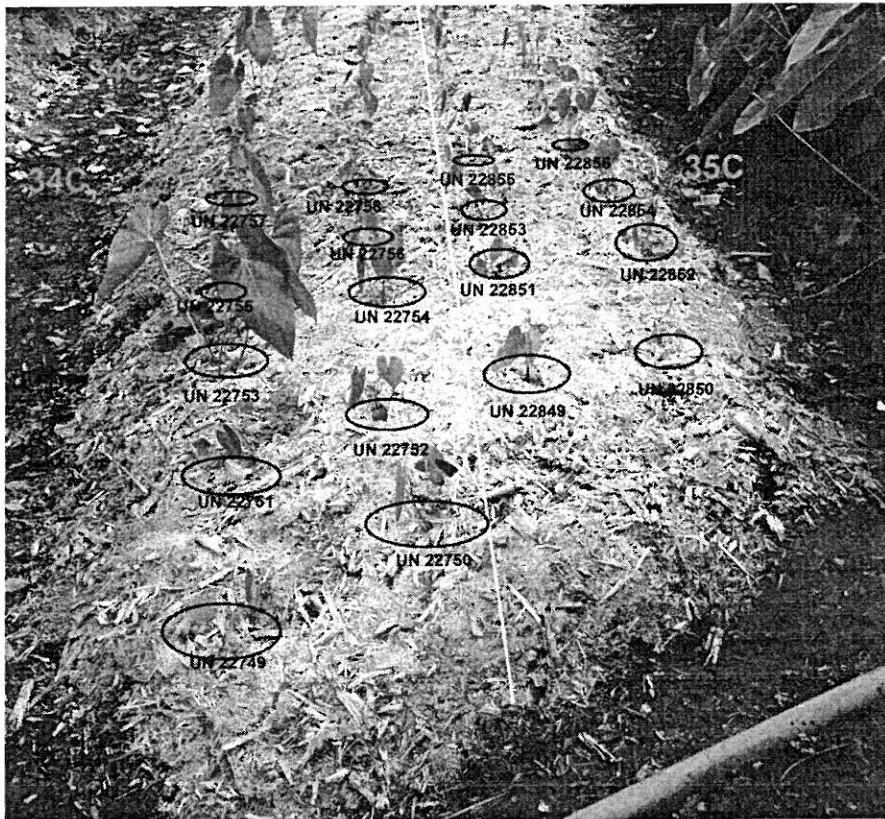


Figura 9 Toma de datos del bloque 34C y 35C

Otra nomenclatura necesaria, es la identificación de tipos de plantas. Se representa en la Tabla 3. De igual forma, la identificación de cada planta es una variable importante para la producción del vivero.

Tabla 3 Código para identificar los tipos de plantas

Tipo de planta	Código
Red Alex	R1
Orange	O1
Fuchsia	F1
Obake red	OR
Red	R2
Pink	PI
Obake Pink	OP
Purple	PU
Desconocido	UN

Las etiquetas de cada planta se construirán con códigos de Barras 128. En la cual el número está conformado por 10 dígitos. Los primeros 5 de ellos es el ID de la planta, los siguientes 2 dígitos indican el tipo de planta, y los siguientes corresponde al bloque y a la calle donde se encuentra la planta. Un ejemplo se observa en la Figura 10.

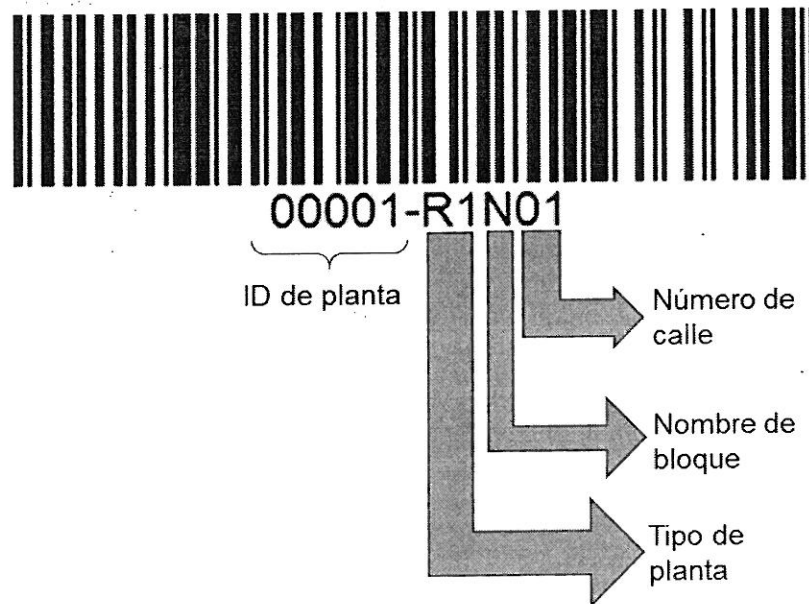


Figura 10 Formato del código de barras

En la sección de anexos llamada "A.1.4 Códigos de barras para las plantas de las 10 hileras muestreadas" se adjunta todos los códigos generados. Estas etiquetas se colocaron en las plantas para medir los resultados del proyecto.

5.3. Descripción del hardware

La Figura 11 se concentra en las partes dedicadas al procesamiento, en las cuales el principal es el microcontrolador ESP32. Como se describe en la sesión "3.3.2 ESP32" es de bajo consumo, tiene una flash incorporada, se utiliza el protocolo de SPI y además cuenta con la capacidad de enviar mensajes por medios inalámbricos. Este bloque también incluye los botones utilizados para despertar el sistema cuando entra en estado de hibernación. Además de la antena utilizada en el bloque de envíos de datos al servidor. Este diseño se realizó con base a la tarjeta de desarrollo ESP32-

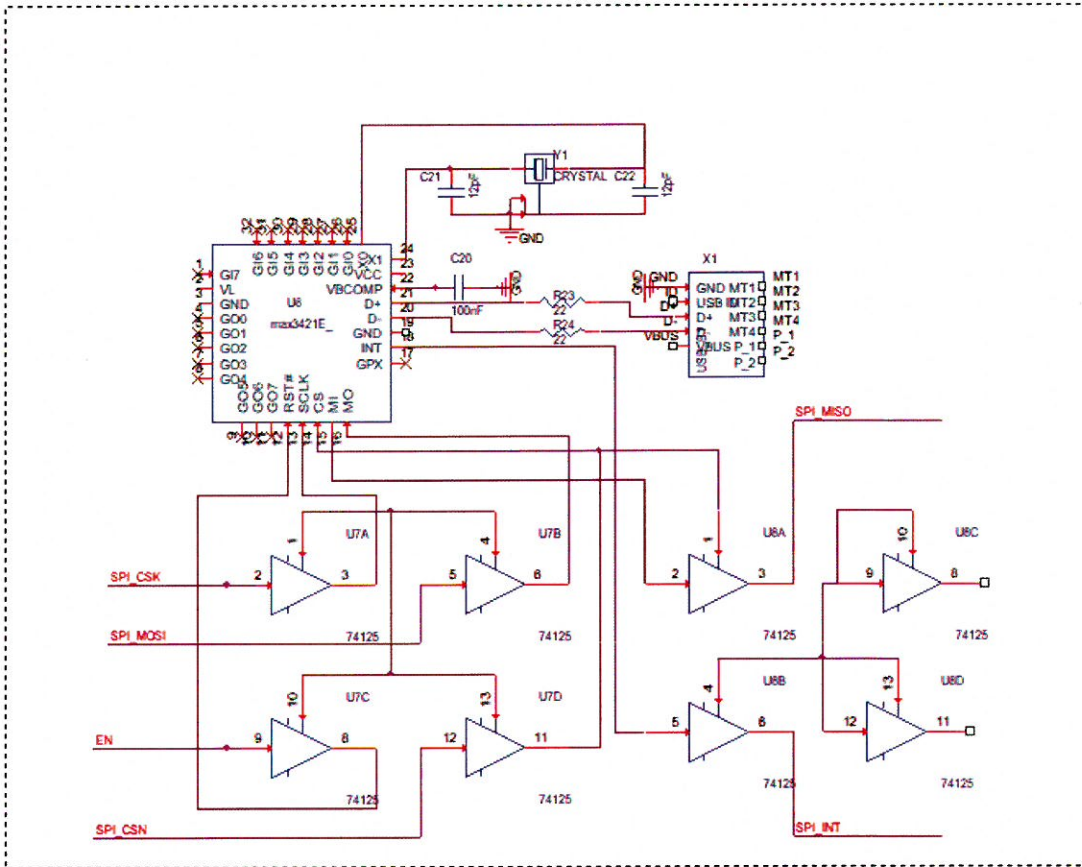


Figura 12 Esquemático de lectura de código

La Figura 13 muestra la parte del sistema que el usuario debe configurar para indicar cual es el proceso que se va a registrar, a través de los interruptores SW4 y SW5. Por otra parte, los LEDs van a mostrarle al usuario cuál función se está guardando.

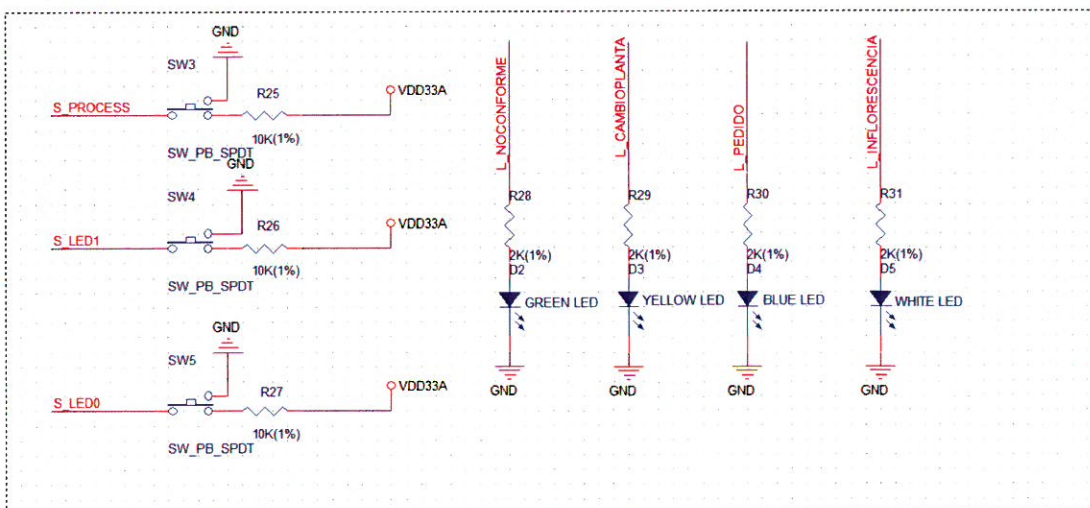


Figura 13 Esquemático del panel

5.4. Descripción del software

5.4.1. Captura de dato

La captura de datos se realiza por medio de la biblioteca del SPI y la biblioteca del MAX3421E. Se queda en estado de espera hasta recibir datos. Por otro parte, en el caso de que no se reciban datos, el sistema operativo cambia a estados de bajo consumo de potencia, y el operador deberá activar el botón de despertar. En la Figura 14 se detalla el diagrama de flujo de la parte de captura de datos.

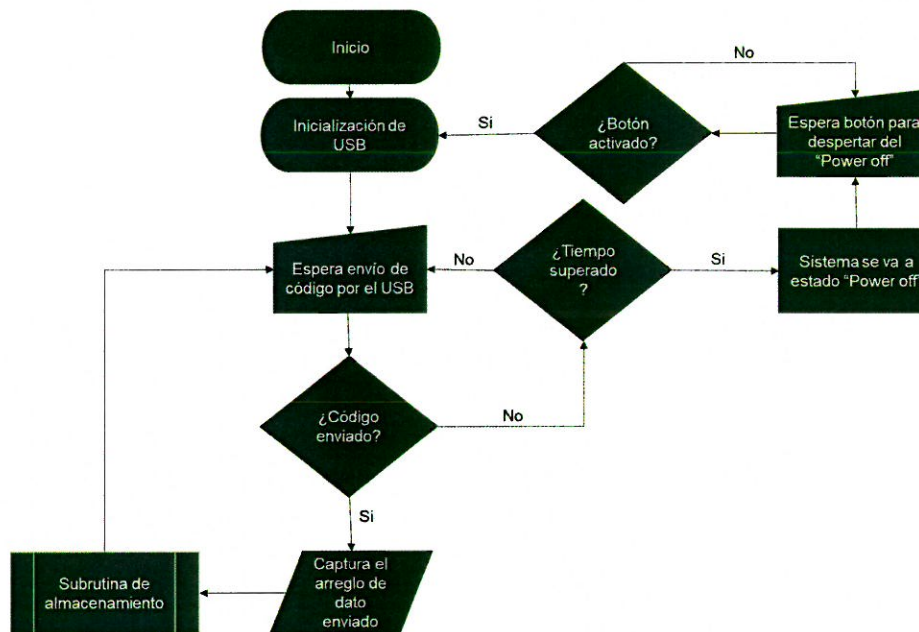


Figura 14 Diagrama de flujo de captura de datos

5.4.2. Almacenamiento

Para guardar la información, primero se convierte la lectura del código de barra en un número entero con la parte del ID. Luego se obtiene, el valor de la actividad que se está realizando según la codificación de las entradas que el usuario indique. También se almacena el valor del tiempo, el cual cada vez que se inicia el sistema se carga el valor del último dígito guardado.

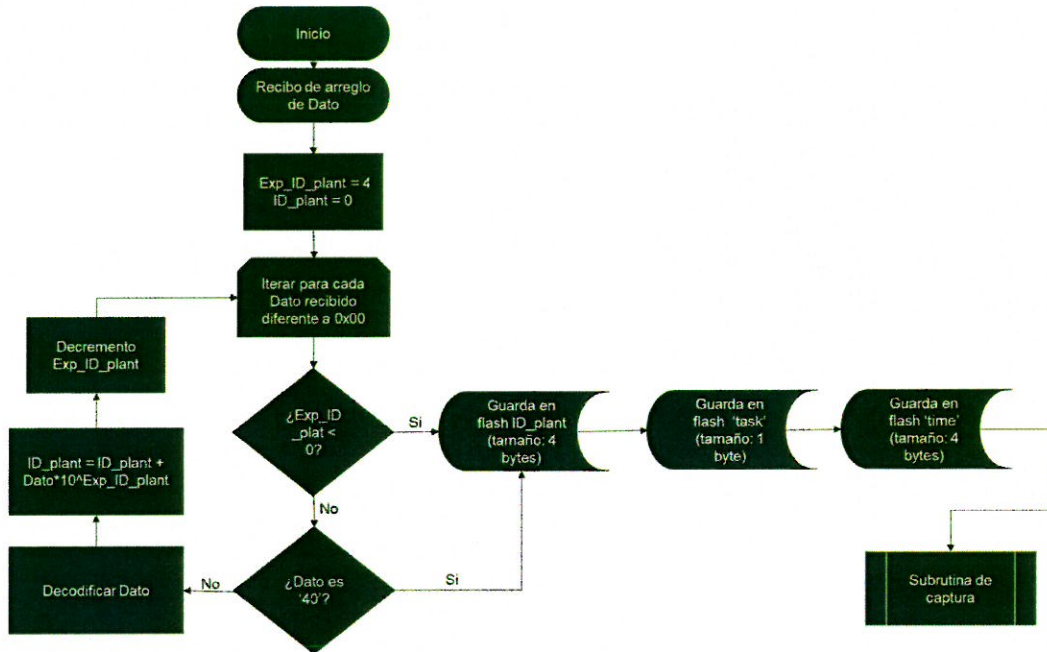


Figura 15 Diagrama de flujo de almacenamiento

Cada vez que el sistema el flujo de almacenamiento se almacena 9 bytes en la memoria flash, distribuidos como se muestran en la Figura 16.

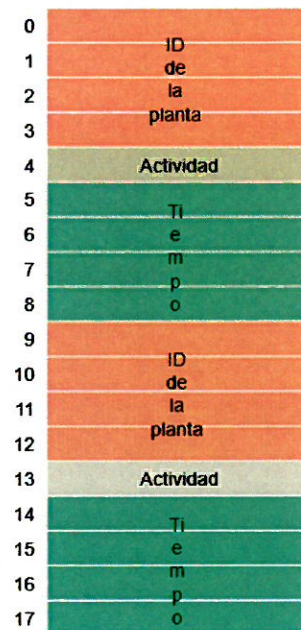


Figura 16 Como se almacena los datos en la memoria flash

En la Tabla 4 se detalla lo que implicada cada número en el campo de actividad.

Tabla 4 Código del campo de Actividad en el sistema

Número de actividad	Actividad
1	Nueva inflorescencia
2	corta las flores por un pedido
3	corta las flores por deformación
4	cambio de planta

5.4.3. Enviar la información

Para enviar la información al servidor se utilizó la biblioteca de thingSpeak. Esta parte, se realiza en las oficinas, donde existe conexión Wi-Fi. Un switch, indica que se desea enviar la información al servidor, y cada grupo de ID, task y timer se envía con un retardo de 20 segundos.

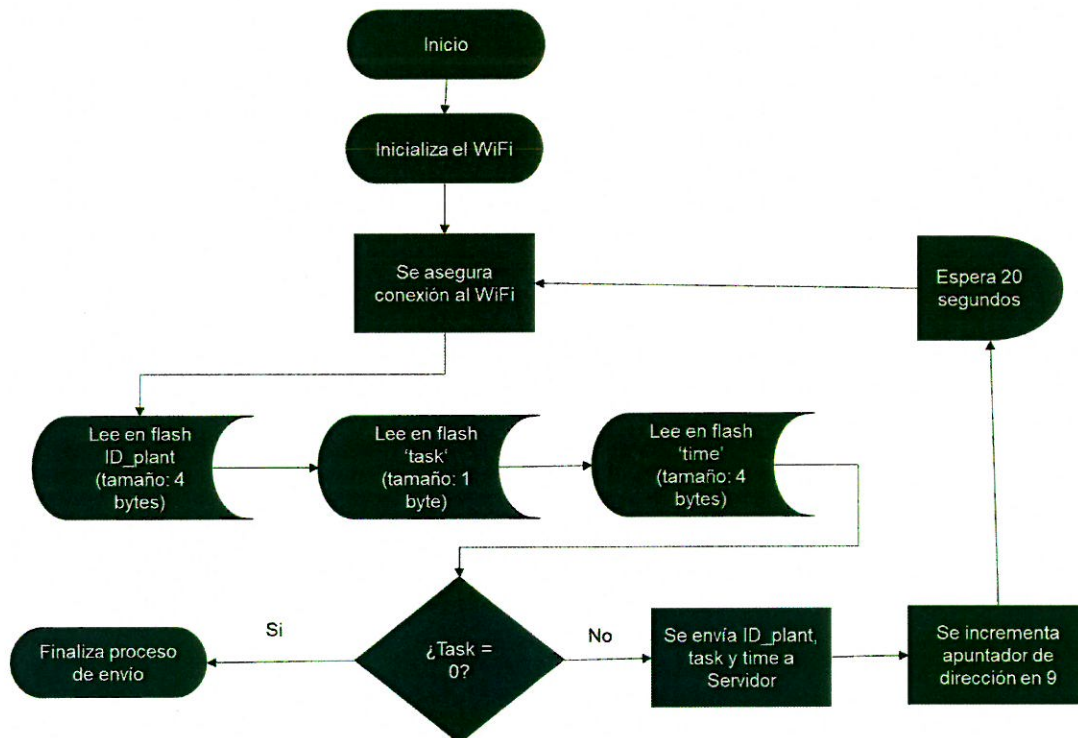


Figura 17 Diagrama de flujo de envío de información

Como resultado del flujo de la Figura 17, en la cuenta creada de ThingSpeak, se puede generar un archivo .csv con los encabezados y la explicación de cada columna en la Tabla 5.

Tabla 5 Resultados exportados de plataforma thingspeak

created_at	entry_id	ID	Actividad	Tiempo
Valor generado por la plataforma que indica la fecha y hora que se envió el dato al servidor	Valor generado por la plataforma que indica el número de entrada en el servidor	Valor obtenido de la memoria flash, que indica el número de planta que se realizó la actividad	Valor obtenido de la memoria flash, que indica el tipo de actividad que fue realizada en la planta	Valor obtenido de la memoria flash, que indica el tiempo en segundos que se realizó la actividad

Capítulo 6: Análisis de Resultados

6.1 Resultados

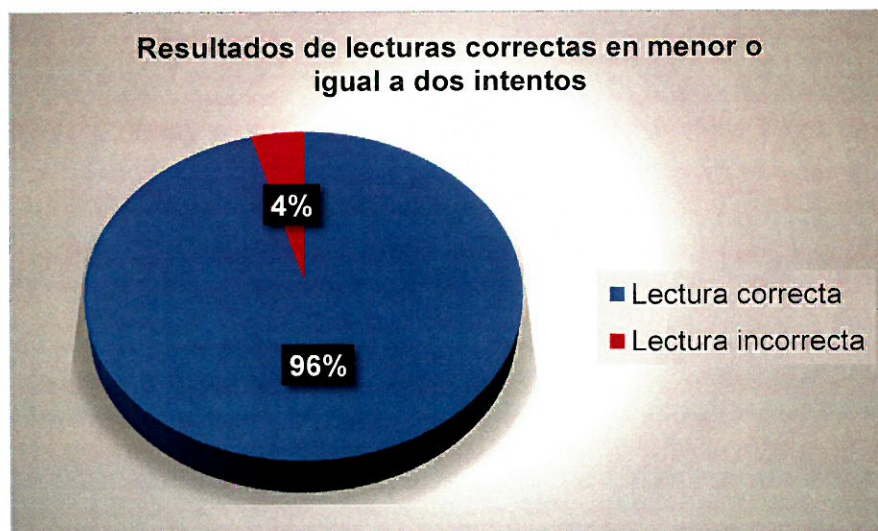
Para implementar el proyecto en esta fase, se escogieron 10 hileras las cuales contaban con 350 plantas en total. El código de barras generados para cada uno se incluye en el anexo "A.1.4 Códigos de barras para las plantas de las 10 hileras muestreadas".

El primer indicador dice "El código se lee correctamente en las plantas el 90% de los casos en menor o igual a dos intentos". Los detalles de las mediciones se observan en el anexo "A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos". En la Tabla 6 se observan el conteo de las lecturas para las plantas muestreadas y en la Figura 18 se muestra los resultados en gráficos.

Tabla 6 Resultados de las lecturas realizadas a los códigos de las plantas muestreadas en menor o igual a dos intentos

Total de lecturas realizadas	Lectura correcta	Lectura incorrecta
350	335	15

Figura 18 Gráfico de los resultados del indicador de lectura



Al indicador para el bloque del almacenamiento se le aplicaron dos grupos de pruebas. La primera prueba fue medir el tiempo para tomar los datos de nuevas inflorescencias en las 10 hileras muestreadas, las anotaciones se observan en la Tabla 13 del anexo "A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos". El resultado del indicador se encuentra en la Tabla 7.

Tabla 7 Indicador del tiempo que se toma para detectar nuevas inflorescencias

Sin Sistema (segundos)	Con sistema (segundos)	% de cambio
6326	2467	-61%

La segunda prueba para el bloque de almacenamiento fue medir el tiempo que se toma cortar las flores no conformes sin el sistema desarrollado y con el sistema desarrollado. Los valores obtenidos se observan en la Tabla 14 en el Anexo "A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos". El resultado del indicador se encuentra en la Tabla 8.

Tabla 8 Indicador del tiempo que se toma para cortar las flores no conformes en las hileras muestreadas

Sin Sistema (segundos)	Con sistema (segundos)	% de cambio
4085	4775	17%

Para medir el indicador del envío de información se enviaron los datos tomados de las cortes de flores no conformes al servidor, el archivo generado se muestra en formato de tabla en la Tabla 15. Los resultados del indicador se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 9 Indicador del porcentaje de tramados recibidos

Total de tramados enviados	Tramados enviados exitosos	Porcentaje de éxito
350	350	100%

6.2 Análisis

El primer paso para realizar las pruebas fue ir a la planta de producción, seleccionar las 10 hileras, donde se identificó el tipo de planta, el ID y su ubicación. Para estas 10 hileras se contaron 350 plantas. Luego se generó el código de barras para cada una de las 350 plantas. El resultado de esta parte del trabajo se muestra en el anexo "A.1.4 Códigos de barras para las plantas de las 10 hileras muestreadas".

Al obtener los códigos impresos, se generó el primer conjunto de pruebas para medir el indicador del bloque llamado captura de datos. El indicador decía que se debía leer los códigos en dos o menos intentos en el 90% de los casos. Entonces para cada uno de los códigos se valoró si se realizó la lectura en solamente uno o dos intentos. Los detalles de este conjunto de pruebas se observa en la "Tabla 12 Medida del indicador de lectura" ubicada en el Anexo "A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos". El gráfico de la Figura 18, resume los resultados de la primera prueba, el sistema logra en el 96% de los casos realizar la lectura correcta para las 10 hileras muestreadas. Por lo tanto, el indicador del objetivo de lectura se logra porque se había solicitado al menos un 90%.

En cuanto al 4% de los casos que no se realizó la lectura correcta del código en los primeros dos intentos, estos se lograron leer correctamente cuando se presiona el botón de despertar que se menciona en el flujo de la "Figura 14 Diagrama de flujo de captura de datos".

Para las siguientes mediciones, se colocaron las etiquetas en cada planta muestreada. Esta parte se realizó con atención al detalle, para asegurar que se coloque la etiqueta en la planta correcta. Con este procedimiento, también se determina el tiempo que transcurre en realizar el proceso de identificación de planta hasta la colocar su etiqueta respectiva, lo cual fue de un minuto por planta.

Para tomar los datos precisos de la diferencia de tiempo entre anotar las nuevas inflorescencias manualmente y con el sistema desarrollado, ambas pruebas se realizaron leyendo el código de las 350 plantas etiquetadas y fue la misma persona que realizó las dos pruebas. Es decir, se simuló que todas las plantas muestreadas tienen nuevas inflorescencias en ambas mediciones. De tal manera que en los dos grupos de pruebas, la variable diferentes es la ausencia o el uso del sistema diseñado. Los resultados detallados de las dos pruebas se muestran en la “Tabla 13 Medición de los tiempos para recolectar la información de las nuevas inflorescencias”. El dato final se observa en la “Tabla 7 Indicador del tiempo que se toma para detectar nuevas inflorescencias”, donde se observa un decremento del 61% del tiempo para realizar las actividades de nuevas inflorescencias. Cabe destacar que, en la actualidad no se realiza esta actividad, pero que sería importante para el conjunto del sistema de medición que se planea implementar. Pues, incluir esta actividad dentro del horario de trabajo, asegura contar con datos de la producción un par de meses antes de la cosecha.

Para medir el tiempo que se incrementa al cortar flores utilizando el aparato de medición, nuevamente se realizó en las mismas 350 plantas de las 10 hileras muestreadas. Como no todas las plantas en ese momento tenían una flor que cortar, se cortó la hoja que se observaba más antigua de la planta o que tuviera algún daño para los dos grupos de prueba. De esta manera, se asegura que nuevamente se mida el impacto de una variable en el tiempo de corta, que sería cuanto impacta el uso del producto diseñado. El detalle se observa en la “Tabla 14 Medición de los tiempos para cortar las flores no conformes”. El resumen de los resultados se observa en “Tabla 8 Indicador del tiempo que se toma para cortar las flores no conformes en las hileras muestreadas”. Se observa que el tiempo se incrementa en un 17% cuando se utiliza el sistema que se desarrolló. Lo cual está muy cercano al 15% planeado. Se asocia este retraso de tiempo al periodo de aprendizaje y adaptación del personal al uso de una nueva herramienta.

Para realizar el conjunto de pruebas para el indicador del bloque de envío de la información se utilizaron los datos capturados por la corta de flores no conformes. Se descargaron al servidor cuando se tuvo acceso al WiFi en las oficinas administrativas. En la “Tabla 15 Datos obtenidos de la plataforma ThingSpeak” se observa cómo se almacena la información enviada al servidor. La “Tabla 9 Indicador del porcentaje de

tramas recibidos” cuenta el porcentaje de tramas recibido correctamente. En esta prueba el 100% de las tramas fueron enviados.

Finalmente, con los resultados de la “Tabla 8 Indicador del tiempo que se toma para cortar las flores no conformes en las hileras muestreadas”, se obtiene un primer valor de la capacidad productiva del vivero en un día cuando se cuenta con un trabajador. Con la información de la “Tabla 8 Indicador del tiempo que se toma para cortar las flores no conformes en las hileras muestreadas”, se calcula el promedio de tiempo que se tarda en cortar una flor. El promedio de corta de una flor es de 14 segundos. Además, de acuerdo con el Consejo de Salud Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Seguridad social la jornada laboral agrícola es de 6 horas con descanso de 30 minutos [27]. Esto implicaría que un trabajador puede cortar 1414 unidades, siempre y cuando el vivero cuente con esta cantidad de unidades en su estado de maduración y sin ningún daño.

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones.

- Los números de la planta se leen correctamente en el 96% de los casos en dos o menos intentos.
- Se disminuye el tiempo para detectar las nuevas inflorescencias en un 61%.
- Para almacenar la información de flores cortadas, ya sea por pedidos o no conformes, se está incrementando en un 17% el tiempo de corta.
- Todas las tramas de datos se están enviando de forma correcta al servidor.
- Debido a que el proceso de identificar, imprimir y etiquetar las 350 plantas muestreadas tardó alrededor de 350 minutos. Se calcula que la implementación de etiquetas para todas las unidades sería de 52 días laborales con solamente una persona realizando estas funciones.
- Con las primeras mediciones ya se tienen valores cuantitativos de la planta de producción, se sabe que su capacidad productiva con una persona en el proceso de corta es de 1414 unidades.
- El sistema desarrollado, también se podría implementar en otras plantas de producción de flores. Se puede explorar en otros cultivos, para innovar y mejorar en la industria del cultivo de flores.

7.2 Recomendaciones

- Como se tarda 52 días laborales con una persona trabajando exclusivamente en la implementación de las etiquetas, se recomienda realizar el trabajo de etiquetas en grupos de 480 flores por semana. También se podría cambiar la metodología de la impresión de etiquetas, por ejemplo, identificar y etiquetar al mismo tiempo. Por otra parte, la inclusión de las 480 plantas por semana, debe ir siendo representativa de la población de plantas, que incluye diferentes tipos de plantas y se vaya realizando en diferentes hileras. Para ir midiendo como estas variables influyen en la producción.

- También se recomienda ir evaluando los resultados de las medidas tomadas por el sistema mientras se va implementando poco a poco. Para esto se recomienda puede implementar un modelo estadístico.
- Como se menciona en las conclusiones se está incrementando un 17% el tiempo de corta. Sin embargo, se puede mejorar este tiempo con los lectores como el IS4225 los cuales están diseñados para ser más ergonómicos y su peso es menor al lector utilizado en esta fase del proyecto.
- Se deben realizar pruebas para asegurarse que el sistema soporte las 8 horas laborales sin cambios de batería, o en caso de ser necesario, que los usuarios lleven una batería de repuesto.
- Enviar al servidor al final de la jornada laboral la información recolectada todos los días. Aunque las pruebas realizadas indica que en el 100% de los casos las tramas llegaron correctamente al servidor. Se recomienda verificar que la información recolectada, se subió al servidor antes de borrar los datos de la memoria flash.
- Al iniciar el proyecto, se vio la necesidad de medir la producción de flores para determinar cuántas unidades estaban siendo desechadas y buscar formas innovadoras de utilizarlas. Ejemplo, buscar nuevos mercados, o preservarlas para mantenerlas en los tiempos de alta demanda. Al final del proyecto, se investigó sobre la patente "Proceso para la preservación de flores naturales" [28]. Esta se explica un proceso donde se preserva 1000 unidades de flores a la vez. Los envases deben ser de acero inoxidable y una bomba de vacío, herramientas que podemos encontrar en nuestro país. Además de agua, etanol, polietilenglicol y colorantes. El proceso tarda alrededor de 3 días. Se le recomienda a la administración explorar construir esta patente, como forma de adaptarse a las circunstancias actuales del mercado inclusive antes de implementar en su totalidad el sistema construido.
- Se insta a las personas tomadoras de decisiones en la industria del cultivo de flores a utilizar la tecnología como una herramienta para mejorar la producción.

8. Bibliografía

- [1] A. Assis, L. Unemoto, R. Faria, D. Destro, L. Takahashi, S. Roberto, S. Prudencio and A. Caetano, "Adaptation of anthurium cultivars as cut flowers in a subtropical area," *Pesq. agropec. bras*, vol. 46, no. 2, pp. 161-166, 2011.
- [2] J. Lima, S. Zanetri, E. Nomura, E. Tuzitani, D. Rozane and P. Iori, "Growth and yield of anthurium in response to sawdust mulching," *Ciencia Rural*, vol. 46, no. 3, pp. 440-446, 2016.
- [3] C. Morales, "Flores e Inflorescencias," Agosto 2018. [Online]. Available: <http://biologia.ucr.ac.cr/profesores/Morales%20Carlos/Inflorescencias,%20flores%20y%20frutos-ago2018.pdf>. [Accessed 27 febrero 2019].
- [4] The University of the West Indies, "Taxonomy and Biology of Anthurium," The University of the West Indies, 2004. [Online]. Available: https://sta.uwi.edu/anthurium/taxonomy_biology.asp. [Accessed 17 febrero 2019].
- [5] T. Buechel, "Cómo medir la calidad y cantidad de luz," *Pthorticulture*, 12 setiembre 2017. [Online]. Available: www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-medir-la-cantidad-y-la-calidad-de-luz/. [Accessed 5 febrero 2019].
- [6] S. Modenese-Gorla, J. Domingues, H. do Nascimento, E. Shigueaki and E. da Silva, "Estimativa da narea foliar do anturio com o uso de funcoes de regressao," *Ciencia Rural*, vol. 38, no. 1, pp. 243-246, 2008.
- [7] F. R. David and F. R. David, *Conceptos de administración estratégica*, Ciudad de México: Pearson, 2017.
- [8] E. Nomura, J. Domingues, E. Fuzitania, S. Modenese, V. García and A. Caetana, "Crescimento e producao de anthurium," *Ciencia Rural*, vol. 41, no. 4, pp. 602-607, 2011.
- [9] L. Araya Quesada, "Sistema que facilite la recolección, el transporte y la clasificación de las flores anturios del vivero," junio 2010. [Online]. Available: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/2702>. [Accessed 2 mayo 2019].
- [10] K. Zhang, L. Deng, Y. Gong and S. Wang, "Integrated conytrol algorithms for palnt environment in greenhouse," in *Fifth International Symposium on Instrumentation and Control Technology*, Beijing, China, 2003.
- [11] Postscapes, "Greenhouse Sensors and Machine Vision Cameras," [Online]. Available: <https://www.postscapes.com/smart-greenhouse-sensors-and-cameras/>. [Accessed 11 Mayo 2019].
- [12] iUNU, "Introducing LUNA. Manage your greenhouse from anywhere," Greentech, 2 Noviembre 2017. [Online]. Available: <https://iunu.com/>. [Accessed 30 octubre 2018].
- [13] A. Soleimanipour, G. R. Chegini and J. Massah, "Classification of Anthurium flowers using combination of PCA, LDA and support machine," *CIGR Journal*, vol. XX, no. 1, pp. 219-228, 2018.
- [14] N. Oppelt, "Use of remote sensing data to assist crop modeling," *Journal of Applied Remote Sensing*, vol. 4, no. 1, p. <https://doi.org/10.1117/1.3491191>, 2010.
- [15] L. Granados, Interviewee, *Proceso de medición de producción de vivero de anturios*. [Interview]. 16 Febrero 2019.

- [16 D. Lind, W. Marchal and S. Wathen, Estadística aplicada a los negocios y la economía,] México, D.F.: McGraw-Hill Education, 2015.
- [17 Espressif Systems, "ESP32 Series Datasheet," 2019. [Online]. Available:
] https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf.
] [Accessed 28 febrero 2019].
- [18 Espressif System, "ESP32 Technical Reference Manual," 2018. [Online]. Available:
] https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf. [Accessed 28 febrero 2019].
- [19 Espressif, "NVS flash," [Online]. Available: https://docs.espressif.com/projects/espressif-idf/en/latest/api-reference/storage/nvs_flash.html. [Accessed 04 abril 2019].
- [20 Espressif, "MESH," [Online]. Available: https://docs.espressif.com/projects/espressif-idf/en/latest/api-reference/network/esp_mesh.html. [Accessed 26 Julio 2019].
- [21 Tecnología & Informática, "Lectores de códigos de barras. Tipos de lectores," [Online].
] Available: <https://tecnologia-informatica.com/lectores-codigos-barras-tipos-lectores/>.
] [Accessed 25 marzo 2019].
- [22 Metrologic, *IS4225 ScanGlove*, U.S.A: Metrologic, 2006.
]
- [23 3nStar, *Lecto de Códigos de Barras SC005*, 3nStar.
]
- [24 3nStar, *Lector tipo Anillo de Código de barras SC 365*, www.3nstar.com.
]
- [25 Zebra Technologies, *Product Spec Sheet RS419 Ring Scanner*, Zebra Technologies.
]
- [26 GS1, "DATAMATRIX," 6 junio 2011. [Online]. Available:
] <https://www.gs1.org.ar/documentos/DATAMATRIX.pdf>. [Accessed 25 marzo 2019].
- [27 MAXIM, *USB Peripheral/Host Controller with SPI Interface*, 2007.
]
- [28 E. Chinchilla Vargas, "Saludo Ocupacional en la Agricultura Principales Aspectos
] Técnicos - Jurídicos," Octubre 2014. [Online]. Available:
] https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/tecnicos/salud_ocupacional_agricultura.pdf.
] [Accessed 19 Agosto 2020].
- [29 G. Silva, "Proceso para la preservación de flores naturales". Colombia Patent WO
] 2004/086864 A1, 14 Octubre 2004.
- [30 R. Arce, "PROCOMER," junio 2009. [Online]. Available:
] <http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/EE-IM-32-%20Estudio%20de%20flores%20en%20Estados%20Unidos.pdf>. [Accessed 25 octubre 2018].
- [31 Superintendencia de Industria y Comercio, "Banco de Patentes SIC," junio 2014.
] [Online]. Available:
] http://www.sic.gov.co/recursos_user/boletines_tecno/boletin_invernaderos_19jun.pdf.
] [Accessed 4 octubre 2018].
- [32 L. Granados, Interviewee, *Medición para la mejoras de procesos en el cultivo*.
] [Interview]. 10 Octubre 2018.

- [33 3Blue1Brown, "Neural networks," Octubre 2017. [Online]. Available:
] https://www.youtube.com/playlist?list=PLZHQObOWTQDNU6R1_67000Dx_ZCJB-3pi.
] [Accessed 9 octubre 2018].
- [34 Edureka, "Deep Learning with Tensor Flow Videos," Octubre 2018. [Online]. Available:
] https://www.youtube.com/watch?v=dafuAz_CV7Q&list=PL9ooVrP1hQOEX8BKDplfG86ky8s7Oxbzg. [Accessed Octubre 2018].
- [35 TensorFlow, "Building AI with TensorFlow: An Overview (TensorFlow @ O'Reilly AI
] Conference, San Francisco '18," Setiembre 2018. [Online]. Available:
] <https://www.youtube.com/watch?v=WwON0inOEnc>. [Accessed 26 octubre 2018].
- [36 J. Vila, "Modelo de proyección de la producción de rosas basado en las curvas de
] crecimiento de las plantas," Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 2009.
- [37 A. Perez, O. Berreteaga, A. Ruiz de Olano, A. Urkidi and J. Perez, "Una metodología
] para el desarrollo de hardware y software embebidos en sistemas críticos de
] seguridad," *Sistema, Cibernética e Informática*, vol. 3, no. 2, pp. 70-75, 2006.
- [38 C. Chacón, Ó. Cely and F. Guerrero, "Diseño y construcción de un medidor de radiación
] solar," *Tecnura*, vol. 12, no. 23, pp. 13-23, 2008.
- [39 L. Assari, R. Faria, A. Caetano, F. Cuquel and M. Grossi, "Desarrollo de
] cultivares de anturio IAC como plantas de vasi no Norte Parana," *Bragantia*, vol. 68, no.
] 3, pp. 593-600, 2012.
- [40 P. Kotler, G. Armstrong, M. Alonso and S. Martín, Marketing, Madrid: Pearson, 2014.
]
- [41 J. Chinchilla, *Principios básicos del Diseño Floral*, San José, Costa Rica: Escuela
] internacional de Arte Floral, 2016.
- [42 A. Spiess, "3," [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=s12XuR7BJkw>.
]
- [43 A. Spiess, "#201 New ESP32 Boards with Displays," 2018 mayo 2018. [Online].
] Available: <https://www.youtube.com/watch?v=s12XuR7BJkw>. [Accessed 19 Febrero
] 2019].
- [44 N. G. Mankiw, Principios de economía, Ciudad de México: CENGAGE Learning, 2017.
]
- [45 A. Gratton, "ESP32 Microcontroller Hardware and Software. Linux.Conf.Au 2017," 18
] Enero 2017. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=xU-Kxhd0jEw>.
] [Accessed 3 marzo 2019].
- [46 PROCOMER, "Portal estadístico de Comercio Exterior," [Online]. Available:
] <http://sistemas.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>. [Accessed 2018 Octubre 25].
- [47 USB Implementers Forum, "https://www.usb.org," [Online]. Available:
] <https://www.usb.org/hid>. [Accessed 23 marzo 2020].

Apéndices

A.1 Manual de usuario

A.1.1 Lenguaje utilizado en la elaboración de etiquetas

Para que el sistema sea exacto, se debe construir un lenguaje en común entre los operarios, los diseñadores y los tomadores de decisiones. Por ello, primero se realizó un plano del vivero, en el cual se identifica cada zona. Existen los sectores, Norte, Central y Sur, y además se brinda un número a cada trillo. El plano se observa en la Figura 19. De esta manera las plantas, se podrán clasificar por ubicación y determinar si este es una variable que incida en la producción del sistema.

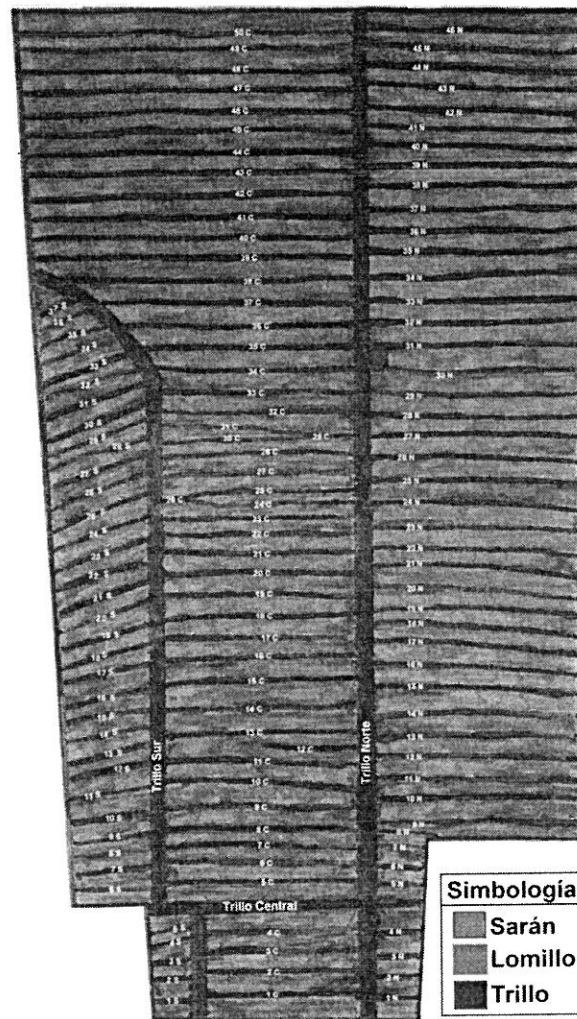


Figura 19 Plano del vivero

Otra nomenclatura necesaria, es la identificación de tipos de plantas. Se representa en la Tabla 10. De igual forma, la identificación de cada planta es una variable importante para la producción del vivero.

Tabla 10 Código para identificar los tipos de plantas

Tipo de planta	Código
Red Alex	R1
Orange	O1
Fuchsia	F1
Obake red	OR
Red	R2
Pink	PI
Obake Pink	OP
Purple	PU
Desconocido	UN

Las etiquetas de cada planta se construirán con códigos de Barras 128. En la cual el numero está conformado por 10 dígitos. Los primeros 5 de ellos es el ID de la planta, los siguientes 2 dígitos indican el tipo de planta, y los siguientes corresponde al bloque y a la calle donde se encuentra la planta. Un ejemplo se observa en la Figura 20.

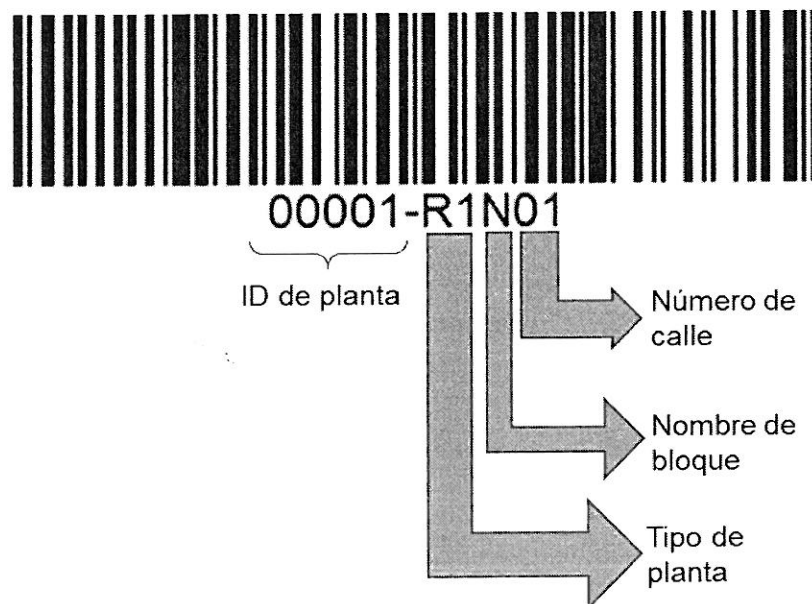


Figura 20 Formato del código de barras

La columna ID, es el número de identificación de la planta sobre la cual se realizó una acción. La columna task indica cuál fue la acción que se realizó, donde 1 es cuando se identifica nuevas inflorescencias, 2 cuando se corta las flores por un pedido, 3 cuando se corta las flores por deformación y 4 cuando se realiza un cambio de planta. La columna timer, es el tiempo en que se realizó la actividad medidas en segundos.

























Tabla 11 Ejemplos de información que va a enviar el dispositivo al Servidor


created_at	entry_id	ID	task	timer
2020-04-16 16:12:32 CST	87	31001	2	20
2020-04-16 16:12:52 CST	88	31137	1	30
2020-04-16 16:13:12 CST	89	31122	3	47
2020-04-16 16:13:33 CST	90	31145	3	52
2020-04-16 16:13:53 CST	91	31157	2	66
2020-04-16 16:14:14 CST	92	31156	4	78
2020-04-16 16:14:34 CST	93	31145	4	81
2020-04-16 16:14:55 CST	94	31122	4	84
2020-04-16 16:15:15 CST	95	31153	4	91
2020-04-16 16:15:35 CST	96	31148	4	95
2020-04-16 16:15:56 CST	97	31137	4	99
2020-04-16 16:16:16 CST	98	31001	4	102
2020-04-16 16:16:37 CST	99	31148	2	107
2020-04-16 16:16:57 CST	100	31145	4	127
2020-04-16 16:17:18 CST	101	31156	4	152
2020-04-16 16:17:38 CST	102	31145	2	176
2020-04-16 16:17:59 CST	103	31153	1	195

2020-04-16 16:18:19 CST	104	31137	3	223
-------------------------	-----	-------	---	-----

A.1.4 Códigos de barras para las plantas de las 10 hileras muestreadas

Estas son los códigos de barras que se deben colocar en las plantas de las 10 hileras muestreadas

 00001-R1N01	 00002-R1N01	 00003-R1N01
 00004-R1N01	 00005-R1N01	 00006-R1N01
 00007-R1N01	 00008-R1N01	 00009-UNN01
 00010-R1N01	 00011-UNN01	 00012-UNN01
 00013-UNN01	 00014-R1N01	 00015-R1N01
 00016-R1N01	 00017-R1N01	 00018-R1N01
 00019-R1N01	 00020-R1N01	 00021-R1N01
 00022-R1N01	 00023-R1N01	 00024-R1N02
















 00025-R1N02	 00026-R1N02	 00027-R1N02
 00028-R1N02	 00029-R1N02	 00030-UNN02
 00031-R1N02	 00032-R1N02	 00033-R1N02
 00034-R1N02	 00035-R1N02	 00036-R1N02
 00037-UNN02	 00038-R1N02	 00039-UNN02
 00040-UNN02	 00041-UNN02	 00042-UNN02
 00043-R1N02	 00044-R1N02	 00045-R1N02
 00046-R1N02	 00047-O1N02	 00048-R1N02
 00049-UNN02	 00050-UNN02	 00051-UNN02
 00052-R1N02	 00053-R1N02	 00054-R1N02
 00055-R1N02	 00056-R1N02	 00057-UNN03

 00058-R1N03	 00059-R1N03	 00060-UNN03
 00061-R1N03	 00062-R1N03	 00063-R1N03
 00064-R1N03	 00065-R1N03	 00066-R1N03
 00067-UNN03	 00068-UNN03	 00069-R1N03
 00070-R1N03	 00071-R1N03	 00072-R1N03
 00073-R1N03	 00074-R1N03	 00075-UNN03
 00076-UNN03	 00077-UNN03	 00078-R1N03
 00079-R1N03	 00080-R1N03	 00081-R1N03
 00082-R1N03	 00083-R1N03	 00084-R1N03
 00085-R1N03	 00086-R1N03	 00087-R1N03
 00088-R1N03	 00089-R1N03	 00090-R1N03

 00091-R1N03	 00092-R1N03	 00093-R1N03
 00094-R1N03	 00095-R1N03	 00096-R1N03
 00097-UNN03	 00098-UNN03	 00099-R1N04
 00100-R1N04	 00101-R1N04	 00102-R1N04
 00103-R1N04	 00104-R1N04	 00105-UNN04
 00106-UNN04	 00107-R1N04	 00108-R1N04
 00109-R1N04	 00110-R1N04	 00111-R1N04
 00112-R1N04	 00113-R1N04	 00114-R1N04
 00115-O1N04	 00116-R1N04	 00117-R1N04
 00118-R1N04	 00119-R1N04	 00120-R1N04
 00121-R1N04	 00122-R1N04	 00123-R1N04

 00124-R1N04	 00125-R1N04	 00126-R1N04
 00127-R1N04	 00128-R1N04	 00129-R1N04
 00130-R1N04	 00131-R1N04	 00132-R1N04
 00133-R1N04	 00134-R1N04	 00135-R1N04
 00136-R1N04	 00137-R1N04	 00138-R1N04
 00139-R1N04	 00140-R1N05	 00141-R1N05
 00142-R1N05	 00143-R1N05	 00144-R1N05
 00145-R1N05	 00146-R1N05	 00147-R1N05
 00148-R1N05	 00149-R1N05	 00150-O1N05
 00151-UNN05	 00152-UNN05	 00153-O1N05
 00154-O1N05	 00155-O1N05	 00156-UNN05

 00157-PIN05	 00158-UNN05	 00159-O1N05
 00160-O1N05	 00161-O1N05	 00162-UNN05
 00163-UNN05	 00164-UNN05	 00165-UNN05
 00166-PIN05	 00167-PIN05	 00168-UNN06
 00169-O1N06	 00170-UNN06	 00171-UNN06
 00172-UNN06	 00173-O1N06	 00174-O1N06
 00175-PIN06	 00176-PIN06	 00177-PIN06
 00178-PIN06	 00179-PIN06	 00180-PIN06
 00181-O1N06	 00182-UNN06	 00183-O1N06
 00184-O1N06	 00185-O1N06	 00186-O1N06
 00187-O1N06	 00188-UNN06	 00189-UNN06

 00190-O1N06	 00191-O1N06	 00192-O1N06
 00193-O1N06	 00194-O1N06	 00195-UNN06
 00196-UNN06	 00197-UNN06	 00198-O1N06
 00199-O1N07	 00200-O1N07	 00201-O1N07
 00202-O1N07	 00203-UNN07	 00204-UNN07
 00205-UNN07	 00206-UNN07	 00207-O1N07
 00208-UNN07	 00209-UNN07	 00210-UNN07
 00211-O1N07	 00212-O1N07	 00213-O1N07
 00214-UNN07	 00215-UNN07	 00216-O1N07
 00217-UNN07	 00218-O1N07	 00219-O1N07

 00220-O1N07	 00221-UNN07	 00222-O1N07
 00223-O1N07	 00224-UNN07	 00225-O1N07
 00226-UNN08	 00227-UNN08	 00228-UNN08
 00229-UNN08	 00230-UNN08	 00231-UNN08
 00232-UNN08	 00233-O1N08	 00234-O1N08
 00235-UNN08	 00236-UNN08	 00237-O1N08
 00238-O1N08	 00239-O1N08	 00240-O1N08
 00241-UNN08	 00242-UNN08	 00243-UNN08
 00244-R1N08	 00245-R2N08	 00246-R1N08
 00247-R1N08	 00248-R1N08	 00249-O1N08
 00250-R1N08	 00251-UNN08	 00252-UNN08

 00253-UNN08	 00254-UNN08	 00255-UNN08
 00256-R1N08	 00257-R1N08	 00258-R1N08
 00259-R1N08	 00260-R1N08	 00261-R1N08
 00262-R1N08	 00263-UNN08	 00264-R1N08
 00265-R2N09	 00266-R2N09	 00267-UNN09
 00268-UNN09	 00269-UNN09	 00270-R1N09
 00271-R1N09	 00272-R1N09	 00273-UNN09
 00274-UNN09	 00275-UNN09	 00276-UNN09
 00277-UNN09	 00278-UNN09	 00279-UNN09
 00280-UNN09	 00281-UNN09	 00282-UNN09
 00283-UNN09	 00284-R1N09	 00285-R1N09

 00286-UNN09	 00287-UNN09	 00288-R1N09
 00289-UNN09	 00290-UNN09	 00291-UNN09
 00292-UNN09	 00293-UNN09	 22692-O1S36
 22693-O1S36	 22694-O1S36	 22695-O1S36
 22696-O1S36	 22697-UNS36	 22698-O1S36
 22699-O1S36	 22700-O1S36	 22701-O1S36
 22702-O1S36	 22703-O1S36	 22704-UNS36
 22705-UNS36	 22706-UNS36	 22707-O1S36
 22708-UNS36	 22709-UNS36	 22710-O1S37
 22711-O1S37	 22712-O1S37	 22713-O1S37
 22714-UNS37	 22715-O1S37	 22716-O1S37

 22717-UNS37	 22718-UNS37	 22719-UNS37
 22720-UNS37	 22721-UNS37	 22722-UNS37
 22723-O1S37	 22724-O1S37	 22725-UNS37
 22726-UNS37	 22727-O1S37	 22728-O1S37
 22729-UNS37	 22730-UNS37	 22731-UNS37
 22732-UNS37	 22733-UNS37	 22734-O1S37
 22735-UNS37	 22736-UNS37	 22737-UNS37
 22738-UNS37	 22739-O1S37	 22740-O1S37
 22741-O1S37	 22742-O1S37	 22743-UNS37
 22744-UNS37	 22745-UNS37	 22746-UNS37
 22747-UNS37	 22748-O1S37	

A.1.5 Resultados de las pruebas de los indicadores de objetivos

El indicador del primer objetivo del sistema dice “El código se lee correctamente en las plantas el 90% de los casos en menor o igual a dos intentos”, para medirlos se realizaron las lecturas de los códigos de las plantas muestreadas, los cuales se observan en la Tabla 12. El resumen de los resultados se puede encontrar en la Tabla 6.

Tabla 12 Medida del indicador de lectura

ID planta	Lectura correcta	ID planta	Lectura correcta	ID planta	Lectura correcta	ID planta	Lectura correcta	ID planta	Lectura correcta
00001	Si	00071	Si	00141	Si	00211	Si	00281	Si
00002	Si	00072	Si	00142	Si	00212	No	00282	Si
00003	Si	00073	Si	00143	Si	00213	Si	00283	Si
00004	Si	00074	Si	00144	Si	00214	Si	00284	Si
00005	Si	00075	Si	00145	Si	00215	Si	00285	Si
00006	Si	00076	Si	00146	Si	00216	Si	00286	Si
00007	Si	00077	Si	00147	Si	00217	Si	00287	Si
00008	Si	00078	Si	00148	Si	00218	Si	00288	Si
00009	Si	00079	Si	00149	Si	00219	Si	00289	Si
00010	Si	00080	Si	00150	Si	00220	Si	00290	Si
00011	Si	00081	Si	00151	Si	00221	Si	00291	Si
00012	Si	00082	Si	00152	Si	00222	Si	00292	Si
00013	Si	00083	No	00153	Si	00223	Si	00293	Si
00014	Si	00084	Si	00154	Si	00224	Si	22692	Si
00015	Si	00085	Si	00155	Si	00225	Si	22693	Si
00016	Si	00086	Si	00156	Si	00226	Si	22694	Si
00017	Si	00087	Si	00157	Si	00227	Si	22695	Si
00018	Si	00088	Si	00158	No	00228	Si	22696	Si
00019	Si	00089	Si	00159	Si	00229	Si	22697	Si
00020	Si	00090	Si	00160	Si	00230	Si	22698	Si
00021	Si	00091	Si	00161	Si	00231	Si	22699	Si
00022	Si	00092	Si	00162	Si	00232	Si	22700	Si
00023	No	00093	Si	00163	Si	00233	No	22701	Si
00024	Si	00094	Si	00164	Si	00234	Si	22702	Si
00025	Si	00095	Si	00165	Si	00235	Si	22703	Si
00026	Si	00096	Si	00166	Si	00236	Si	22704	Si
00027	Si	00097	Si	00167	Si	00237	Si	22705	Si
00028	Si	00098	Si	00168	Si	00238	Si	22706	Si
00029	No	00099	Si	00169	Si	00239	Si	22707	Si
00030	Si	00100	Si	00170	Si	00240	Si	22708	Si
00031	Si	00101	Si	00171	Si	00241	Si	22709	Si

00032	Si	00102	Si	00172	Si	00242	Si	22710	Si
00033	Si	00103	No	00173	Si	00243	Si	22711	Si
00034	Si	00104	Si	00174	Si	00244	Si	22712	No
00035	Si	00105	Si	00175	Si	00245	Si	22713	Si
00036	Si	00106	Si	00176	No	00246	Si	22714	Si
00037	Si	00107	Si	00177	Si	00247	Si	22715	Si
00038	Si	00108	Si	00178	Si	00248	Si	22716	Si
00039	Si	00109	Si	00179	Si	00249	Si	22717	Si
00040	Si	00110	Si	00180	Si	00250	Si	22718	Si
00041	Si	00111	Si	00181	Si	00251	Si	22719	Si
00042	Si	00112	Si	00182	Si	00252	Si	22720	Si
00043	Si	00113	Si	00183	Si	00253	Si	22721	Si
00044	Si	00114	Si	00184	Si	00254	Si	22722	Si
00045	Si	00115	Si	00185	Si	00255	Si	22723	Si
00046	No	00116	Si	00186	Si	00256	Si	22724	Si
00047	Si	00117	Si	00187	Si	00257	Si	22725	Si
00048	Si	00118	Si	00188	Si	00258	Si	22726	Si
00049	Si	00119	Si	00189	Si	00259	Si	22727	Si
00050	Si	00120	Si	00190	Si	00260	Si	22728	Si
00051	Si	00121	No	00191	Si	00261	Si	22729	Si
00052	Si	00122	Si	00192	Si	00262	Si	22730	Si
00053	Si	00123	Si	00193	Si	00263	Si	22731	Si
00054	Si	00124	Si	00194	Si	00264	Si	22732	Si
00055	Si	00125	Si	00195	No	00265	No	22733	Si
00056	Si	00126	Si	00196	Si	00266	Si	22734	Si
00057	Si	00127	Si	00197	Si	00267	Si	22735	Si
00058	Si	00128	Si	00198	Si	00268	Si	22736	Si
00059	Si	00129	Si	00199	Si	00269	Si	22737	Si
00060	Si	00130	Si	00200	Si	00270	Si	22738	No
00061	Si	00131	Si	00201	Si	00271	Si	22739	Si
00062	Si	00132	Si	00202	Si	00272	Si	22740	Si
00063	Si	00133	Si	00203	Si	00273	Si	22741	Si
00064	No	00134	Si	00204	Si	00274	Si	22742	Si
00065	Si	00135	Si	00205	Si	00275	Si	22743	Si
00066	Si	00136	Si	00206	Si	00276	Si	22744	Si
00067	Si	00137	Si	00207	Si	00277	Si	22745	Si
00068	Si	00138	Si	00208	Si	00278	Si	22746	Si
00069	Si	00139	Si	00209	Si	00279	Si	22747	Si
00070	Si	00140	Si	00210	Si	00280	Si	22748	Si

Para el caso del indicador de almacenamiento, se recogieron datos para la detección de nuevas inflorescencias en las 10 hileras muestreadas sin el sistema y con el sistema, el detalle de este experimento se encuentra en la Tabla 13. Para observar el porcentaje de cambio revisar los datos de la Tabla 7.

Tabla 13 Medición de los tiempos para recolectar la información de las nuevas inflorescencias

ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)	ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)	ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)
00001	20	5	00113	15	6	00244	15	5
00015	23	5	00114	15	6	00245	15	5
00016	23	5	00115	15	6	00254	17	6
00002	20	5	00105	17	7	00255	17	6
00017	23	5	00106	17	7	00229	15	5
00003	20	5	00107	17	7	00230	15	5
00004	20	5	00116	17	6	00231	15	5
00005	20	5	00117	17	6	00232	15	5
00018	23	5	00118	17	6	00256	17	6
00006	20	5	00119	15	6	00235	15	5
00007	20	5	00120	15	6	00236	15	5
00008	20	5	00121	15	6	00246	15	5
00019	23	5	00122	15	6	00247	15	5
00009	20	5	00108	17	7	00257	17	6
00010	20	5	00123	15	6	00258	17	6
00020	23	5	00124	15	6	00259	17	6
00021	23	5	00129	15	6	00248	15	5
00011	20	5	00130	15	6	00260	17	6
00012	20	5	00131	15	6	00261	17	6
00013	20	5	00141	31	22	00262	17	30
00014	23	5	00140	16	6	00233	15	5
00022	23	5	00144	16	5	00237	15	5
00023	23	5	00151	16	5	00238	15	5
00024	36	22	00158	16	5	00249	15	5
00031	18	5	00159	16	5	00263	17	6
00038	18	5	00160	17	5	00250	17	6
00047	18	5	00161	17	5	00234	15	5
00025	21	5	00142	16	5	00239	15	5
00032	18	5	00145	16	5	00240	15	5
00039	18	5	00146	16	5	00264	17	6
00048	18	5	00152	16	5	00265	40	23
00040	18	5	00162	17	5	00276	16	4
00049	18	5	00163	17	5	00277	16	4
00026	21	5	00164	17	5	00278	16	30
00033	18	5	00165	17	5	00279	16	4
00027	21	5	00137	16	6	00267	16	5
00028	21	5	00143	16	5	00266	16	5
00034	18	5	00147	16	5	00268	16	4
00050	18	5	00138	16	6	00280	16	4
00051	18	5	00148	16	5	00281	16	4

00041	18	5	00153	16	5	00282	16	4
00042	18	5	00154	16	5	00283	16	4
00043	18	5	00155	16	5	00269	16	4
00052	18	5	00149	16	30	00270	16	4
00035	18	5	00156	16	5	00271	16	4
00029	21	5	00139	16	6	00272	16	4
00036	18	5	00150	16	5	00284	16	4
00030	21	5	00157	16	5	00285	16	4
00037	18	5	00166	17	5	00273	16	4
00044	18	5	00167	17	6	00274	16	4
00053	18	5	00168	35	21	00275	16	4
00045	18	5	00181	16	5	00286	16	4
00046	18	5	00188	16	5	00287	16	4
00054	18	5	00195	16	5	00288	16	4
00055	18	5	00196	16	5	00289	16	4
00056	18	5	00189	16	5	00290	16	4
00057	32	22	00182	16	5	00291	16	4
00067	17	7	00169	16	5	00292	16	4
00068	17	7	00171	16	5	00293	16	4
00078	17	7	00172	16	5	22692	235	235
00092	17	7	00170	16	5	22703	18	40
00093	17	7	00198	16	5	22693	15	4
00079	17	7	00190	16	5	22704	18	4
00058	17	5	00183	16	5	22705	18	4
00069	17	7	00184	16	5	22694	15	4
00070	17	7	00173	16	5	22695	15	4
00059	17	5	00174	16	5	22696	15	4
00060	17	5	00185	16	5	22697	15	4
00071	17	7	00175	16	5	22706	18	4
00080	17	7	00176	16	5	22698	15	4
00081	17	7	00191	16	5	22699	15	4
00094	17	7	00192	16	5	22700	15	4
00095	17	7	00194	16	5	22701	15	4
00072	17	7	00193	16	5	22702	15	4
00073	17	7	00186	16	30	22707	18	4
00061	17	7	00177	16	5	22708	18	4
00082	17	7	00178	16	5	22709	18	4
00096	17	7	00179	16	5	22710	35	23
00083	17	7	00180	16	5	22722	16	5
00084	17	7	00187	16	5	22711	15	5
00085	17	7	00203	31	5	22712	15	5
00097	17	7	00204	15	5	22723	16	30
00086	17	7	00214	15	5	22724	16	5
00087	17	7	00220	15	5	22713	15	5
00098	17	7	00197	16	5	22714	15	5
00074	17	7	00206	15	5	22729	16	5
00062	17	7	00205	15	5	22730	16	5
00063	17	7	00199	15	5	22731	16	5

00075	17	7	00207	15	5	22725	16	5
00076	17	7	00215	15	5	22732	16	5
00077	17	7	00216	15	5	22726	16	5
00064	17	7	00221	15	5	22733	18	5
00065	17	7	00222	15	5	22715	15	5
00066	17	7	00200	15	5	22716	15	5
00088	17	7	00208	15	5	22717	15	5
00089	17	7	00209	15	5	22727	16	5
00090	17	7	00210	15	5	22734	18	5
00091	17	7	00223	15	5	22737	18	5
00099	32	7	00217	15	5	22736	18	5
00109	15	6	00224	15	5	22735	18	5
00110	15	6	00211	15	5	22728	16	5
00132	15	6	00212	15	5	22720	15	5
00133	15	6	00201	15	5	22718	15	5
00134	15	6	00202	15	5	22719	15	5
00125	15	6	00213	15	5	22721	15	5
00126	15	6	00218	15	5	22739	15	5
00100	17	7	00219	15	5	22740	15	4
00101	17	7	00225	15	5	22741	15	4
00111	15	6	00226	33	20	22742	15	4
00112	15	6	00242	15	5	22743	15	4
00102	17	7	00241	15	5	22744	15	30
00103	17	7	00251	17	6	22745	15	4
00104	17	7	00227	15	5	22746	15	4
00127	15	6	00228	15	5	22747	15	4
00135	15	6	00243	15	30	22748	15	4
00136	15	6	00252	17	6	22738	35	5
00128	15	6	00253	17	6	TOTAL	6198	2402

La Tabla 14 se observan los datos para las cortes de flores no conformes. En la Tabla 8 se encuentra los resultados del indicador.

Tabla 14 Medición de los tiempos para cortar las flores no conformes

ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)	ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)	ID	Tiempo manual (segundos)	Tiempo con sistema (segundos)
00001	10	12	00113	10	12	00244	10	12
00015	10	12	00114	10	12	00245	10	12
00016	10	12	00115	10	12	00254	10	12
00002	10	12	00105	10	12	00255	10	12
00017	10	12	00106	10	12	00229	10	12
00003	10	12	00107	10	12	00230	10	12
00004	10	12	00116	10	12	00231	10	12

00005	10	12	00117	10	12	00232	10	12
00018	10	12	00118	10	12	00256	10	12
00006	10	12	00119	10	12	00235	10	12
00007	10	12	00120	10	12	00236	10	12
00008	10	12	00121	10	12	00246	10	12
00019	10	12	00122	10	12	00247	10	12
00009	10	12	00108	10	12	00257	10	12
00010	10	12	00123	10	12	00258	10	12
00020	10	12	00124	10	12	00259	10	12
00021	10	12	00129	10	12	00248	10	12
00011	10	12	00130	10	12	00260	10	12
00012	10	12	00131	10	12	00261	10	12
00013	10	12	00141	10	12	00262	10	12
00014	10	12	00140	31	24	00233	10	33
00022	10	12	00144	10	12	00237	10	12
00023	10	12	00151	10	12	00238	10	12
00024	36	24	00158	10	12	00249	10	12
00031	10	12	00159	10	12	00263	10	12
00038	10	12	00160	10	12	00250	10	12
00047	10	12	00161	10	12	00234	10	12
00025	10	12	00142	10	12	00239	10	12
00032	10	12	00145	10	12	00240	10	12
00039	10	12	00146	10	12	00264	10	12
00048	10	12	00152	10	12	00265	10	12
00040	10	12	00162	10	12	00276	40	25
00049	10	12	00163	10	12	00277	10	12
00026	10	12	00164	10	12	00278	10	12
00033	10	12	00165	10	12	00279	10	33
00027	10	12	00137	10	12	00267	10	12
00028	10	12	00143	10	12	00266	10	12
00034	10	12	00147	10	12	00268	10	12
00050	10	12	00138	10	12	00280	10	12
00051	10	12	00148	10	12	00281	10	12
00041	10	12	00153	10	12	00282	10	12
00042	10	12	00154	10	12	00283	10	12
00043	10	12	00155	10	12	00269	10	12
00052	10	12	00149	10	12	00270	10	12
00035	10	12	00156	10	33	00271	10	12
00029	10	12	00139	10	12	00272	10	12
00036	10	12	00150	10	12	00284	10	12
00030	10	12	00157	10	12	00285	10	12
00037	10	12	00166	10	12	00273	10	12
00044	10	12	00167	10	12	00274	10	12
00053	10	12	00168	10	12	00275	10	12
00045	10	12	00181	35	23	00286	10	12
00046	10	12	00188	10	12	00287	10	12
00054	10	12	00195	10	12	00288	10	12
00055	10	12	00196	10	12	00289	10	12

00056	10	12	00189	10	12	00290	10	12
00057	32	24	00182	10	12	00291	10	12
00067	10	12	00169	10	12	00292	10	12
00068	10	12	00171	10	12	00293	10	12
00078	10	12	00172	10	12	22692	10	12
00092	10	12	00170	10	12	22703	235	259
00093	10	12	00198	10	12	22693	10	44
00079	10	12	00190	10	12	22704	10	12
00058	10	12	00183	10	12	22705	10	12
00069	10	12	00184	10	12	22694	10	12
00070	10	12	00173	10	12	22695	10	12
00059	10	12	00174	10	12	22696	10	12
00060	10	12	00185	10	12	22697	10	12
00071	10	12	00175	10	12	22706	10	12
00080	10	12	00176	10	12	22698	10	12
00081	10	12	00191	10	12	22699	10	12
00094	10	12	00192	10	12	22700	10	12
00095	10	12	00194	10	12	22701	10	12
00072	10	12	00193	10	12	22702	10	12
00073	10	12	00186	10	12	22707	10	12
00061	10	12	00177	10	33	22708	10	12
00082	10	12	00178	10	12	22709	10	12
00096	10	12	00179	10	12	22710	10	12
00083	10	12	00180	10	12	22722	35	25
00084	10	12	00187	10	12	22711	10	12
00085	10	12	00203	10	12	22712	10	12
00097	10	12	00204	31	12	22723	10	12
00086	10	12	00214	10	12	22724	10	33
00087	10	12	00220	10	12	22713	10	12
00098	10	12	00197	10	12	22714	10	12
00074	10	12	00206	10	12	22729	10	12
00062	10	12	00205	10	12	22730	10	12
00063	10	12	00199	10	12	22731	10	12
00075	10	12	00207	10	12	22725	10	12
00076	10	12	00215	10	12	22732	10	12
00077	10	12	00216	10	12	22726	10	12
00064	10	12	00221	10	12	22733	10	12
00065	10	12	00222	10	12	22715	10	12
00066	10	12	00200	10	12	22716	10	12
00088	10	12	00208	10	12	22717	10	12
00089	10	12	00209	10	12	22727	10	12
00090	10	12	00210	10	12	22734	10	12
00091	10	12	00223	10	12	22737	10	12
00099	32	12	00217	10	12	22736	10	12
00109	10	12	00224	10	12	22735	10	12
00110	10	12	00211	10	12	22728	10	12
00132	10	12	00212	10	12	22720	10	12
00133	10	12	00201	10	12	22718	10	12

00134	10	12	00202	10	12	22719	10	12
00125	10	12	00213	10	12	22721	10	12
00126	10	12	00218	10	12	22739	10	12
00100	10	12	00219	10	12	22740	10	12
00101	10	12	00225	10	12	22741	10	12
00111	10	12	00226	10	12	22742	10	12
00112	10	12	00242	33	22	22743	10	12
00102	10	12	00241	10	12	22744	10	12
00103	10	12	00251	10	12	22745	10	33
00104	10	12	00227	10	12	22746	10	12
00127	10	12	00228	10	12	22747	10	12
00135	10	12	00243	10	12	22748	10	12
00136	10	12	00252	10	33	22738	35	12
00128	10	12	00253	10	12	TOTAL	3965	4710

Para medir el envío de la información se obtuvo los datos tomados de la corte de flores no conformes en la plataforma ThingSpeak en la Tabla 15. En la tabla Tabla 9 se observa los resultados del indicador.

Tabla 15 Datos obtenidos de la plataforma ThingSpeak

created_at	entry_id	ID	task	timer
16-07-2020 16:48:00 CST	215	00001	2	12
16-07-2020 16:48:20 CST	216	00015	2	24
16-07-2020 16:48:41 CST	217	00016	2	36
16-07-2020 16:49:01 CST	218	00002	2	48
16-07-2020 16:49:21 CST	219	00017	2	60
16-07-2020 16:49:42 CST	220	00003	2	72
16-07-2020 16:50:02 CST	221	00004	2	84
16-07-2020 16:50:22 CST	222	00005	2	96
16-07-2020 16:50:42 CST	223	00018	2	108
16-07-2020 16:51:03 CST	224	00006	2	120
16-07-2020 16:51:23 CST	225	00007	2	132
16-07-2020 16:51:43 CST	226	00008	2	144
16-07-2020 16:52:04 CST	227	00019	2	156
16-07-2020 16:52:24 CST	228	00009	2	168
16-07-2020 16:52:44 CST	229	00010	2	180
16-07-2020 16:53:05 CST	230	00020	2	192
16-07-2020 16:53:25 CST	231	00021	2	204
16-07-2020 16:53:45 CST	232	00011	2	216
16-07-2020 16:54:05 CST	233	00012	2	228
16-07-2020 16:54:26 CST	234	00013	2	240
16-07-2020 16:54:46 CST	235	00014	2	252
16-07-2020 16:55:06 CST	236	00022	2	264

16-07-2020 16:55:27 CST	237	00023	2	276
16-07-2020 16:55:47 CST	238	00024	2	300
16-07-2020 16:56:07 CST	239	00031	2	312
16-07-2020 16:56:28 CST	240	00038	2	324
16-07-2020 16:56:48 CST	241	00047	2	336
16-07-2020 16:57:08 CST	242	00025	2	348
16-07-2020 16:57:29 CST	243	00032	2	360
16-07-2020 16:57:49 CST	244	00039	2	372
16-07-2020 16:58:09 CST	245	00048	2	384
16-07-2020 16:58:29 CST	246	00040	2	396
16-07-2020 16:58:50 CST	247	00049	2	408
16-07-2020 16:59:10 CST	248	00026	2	420
16-07-2020 16:59:30 CST	249	00033	2	432
16-07-2020 16:59:51 CST	250	00027	2	444
16-07-2020 17:0:11 CST	251	00028	2	456
16-07-2020 17:0:31 CST	252	00034	2	468
16-07-2020 17:0:52 CST	253	00050	2	480
16-07-2020 17:1:12 CST	254	00051	2	492
16-07-2020 17:1:32 CST	255	00041	2	504
16-07-2020 17:1:52 CST	256	00042	2	516
16-07-2020 17:2:13 CST	257	00043	2	528
16-07-2020 17:2:33 CST	258	00052	2	540
16-07-2020 17:2:53 CST	259	00035	2	552
16-07-2020 17:3:14 CST	260	00029	2	564
16-07-2020 17:3:34 CST	261	00036	2	576
16-07-2020 17:3:54 CST	262	00030	2	588
16-07-2020 17:4:15 CST	263	00037	2	600
16-07-2020 17:4:35 CST	264	00044	2	612
16-07-2020 17:4:55 CST	265	00053	2	624
16-07-2020 17:5:16 CST	266	00045	2	636
16-07-2020 17:5:36 CST	267	00046	2	648
16-07-2020 17:5:56 CST	268	00054	2	660
16-07-2020 17:6:16 CST	269	00055	2	672
16-07-2020 17:6:37 CST	270	00056	2	684
16-07-2020 17:6:57 CST	271	00057	2	708
16-07-2020 17:7:17 CST	272	00067	2	720
16-07-2020 17:7:38 CST	273	00068	2	732
16-07-2020 17:7:58 CST	274	00078	2	744
16-07-2020 17:8:18 CST	275	00092	2	756
16-07-2020 17:8:39 CST	276	00093	2	768
16-07-2020 17:8:59 CST	277	00079	2	780
16-07-2020 17:9:19 CST	278	00058	2	792
16-07-2020 17:9:39 CST	279	00069	2	804
16-07-2020 17:10:00 CST	280	00070	2	816

16-07-2020 17:10:20 CST	281	00059	2	828
16-07-2020 17:10:40 CST	282	00060	2	840
16-07-2020 17:11:01 CST	283	00071	2	852
16-07-2020 17:11:21 CST	284	00080	2	864
16-07-2020 17:11:41 CST	285	00081	2	876
16-07-2020 17:12:2 CST	286	00094	2	888
16-07-2020 17:12:22 CST	287	00095	2	900
16-07-2020 17:12:42 CST	288	00072	2	912
16-07-2020 17:13:02 CST	289	00073	2	924
16-07-2020 17:13:23 CST	290	00061	2	936
16-07-2020 17:13:43 CST	291	00082	2	948
16-07-2020 17:14:03 CST	292	00096	2	960
16-07-2020 17:14:24 CST	293	00083	2	972
16-07-2020 17:14:44 CST	294	00084	2	984
16-07-2020 17:15:04 CST	295	00085	2	996
16-07-2020 17:15:25 CST	296	00097	2	1008
16-07-2020 17:15:45 CST	297	00086	2	1020
16-07-2020 17:16:05 CST	298	00087	2	1032
16-07-2020 17:16:26 CST	299	00098	2	1044
16-07-2020 17:16:46 CST	300	00074	2	1056
16-07-2020 17:17:06 CST	301	00062	2	1068
16-07-2020 17:17:26 CST	302	00063	2	1080
16-07-2020 17:17:47 CST	303	00075	2	1092
16-07-2020 17:18:07 CST	304	00076	2	1104
16-07-2020 17:18:27 CST	305	00077	2	1116
16-07-2020 17:18:48 CST	306	00064	2	1128
16-07-2020 17:19:08 CST	307	00065	2	1140
16-07-2020 17:19:28 CST	308	00066	2	1152
16-07-2020 17:19:49 CST	309	00088	2	1164
16-07-2020 17:20:09 CST	310	00089	2	1176
16-07-2020 17:20:29 CST	311	00090	2	1188
16-07-2020 17:20:49 CST	312	00091	2	1200
16-07-2020 17:21:10 CST	313	00099	2	1212
16-07-2020 17:21:30 CST	314	00109	2	1224
16-07-2020 17:21:50 CST	315	00110	2	1236
16-07-2020 17:22:11 CST	316	00132	2	1248
16-07-2020 17:22:31 CST	317	00133	2	1260
16-07-2020 17:22:51 CST	318	00134	2	1272
16-07-2020 17:23:12 CST	319	00125	2	1284
16-07-2020 17:23:32 CST	320	00126	2	1296
16-07-2020 17:23:52 CST	321	00100	2	1308
16-07-2020 17:24:13 CST	322	00101	2	1320
16-07-2020 17:24:33 CST	323	00111	2	1332
16-07-2020 17:24:53 CST	324	00112	2	1344

16-07-2020 17:25:13 CST	325	00102	2	1356
16-07-2020 17:25:34 CST	326	00103	2	1368
16-07-2020 17:25:54 CST	327	00104	2	1380
16-07-2020 17:26:14 CST	328	00127	2	1392
16-07-2020 17:26:35 CST	329	00135	2	1404
16-07-2020 17:26:55 CST	330	00136	2	1416
16-07-2020 17:27:15 CST	331	00128	2	1428
16-07-2020 17:27:36 CST	332	00113	2	1440
16-07-2020 17:27:56 CST	333	00114	2	1452
16-07-2020 17:28:16 CST	334	00115	2	1464
16-07-2020 17:28:36 CST	335	00105	2	1476
16-07-2020 17:28:57 CST	336	00106	2	1488
16-07-2020 17:29:17 CST	337	00107	2	1500
16-07-2020 17:29:37 CST	338	00116	2	1512
16-07-2020 17:29:58 CST	339	00117	2	1524
16-07-2020 17:30:18 CST	340	00118	2	1536
16-07-2020 17:30:38 CST	341	00119	2	1548
16-07-2020 17:30:59 CST	342	00120	2	1560
16-07-2020 17:31:19 CST	343	00121	2	1572
16-07-2020 17:31:39 CST	344	00122	2	1584
16-07-2020 17:32:01 CST	345	00108	2	1596
16-07-2020 17:32:20 CST	346	00123	2	1608
16-07-2020 17:32:40 CST	347	00124	2	1620
16-07-2020 17:33:02 CST	348	00129	2	1632
16-07-2020 17:33:21 CST	349	00130	2	1644
16-07-2020 17:33:41 CST	350	00131	2	1656
16-07-2020 17:34:01 CST	351	00141	2	1681
16-07-2020 17:34:22 CST	352	00140	2	1693
16-07-2020 17:34:42 CST	353	00144	2	1705
16-07-2020 17:35:02 CST	354	00151	2	1717
16-07-2020 17:35:23 CST	355	00158	2	1729
16-07-2020 17:35:43 CST	356	00159	2	1741
16-07-2020 17:36:03 CST	357	00160	2	1753
16-07-2020 17:36:23 CST	358	00161	2	1765
16-07-2020 17:36:44 CST	359	00142	2	1777
16-07-2020 17:37:04 CST	360	00145	2	1789
16-07-2020 17:37:24 CST	361	00146	2	1801
16-07-2020 17:37:45 CST	362	00152	2	1813
16-07-2020 17:38:05 CST	363	00162	2	1825
16-07-2020 17:38:25 CST	364	00163	2	1837
16-07-2020 17:38:46 CST	365	00164	2	1849
16-07-2020 17:39:06 CST	366	00165	2	1861
16-07-2020 17:39:26 CST	367	00137	2	1873
16-07-2020 17:39:47 CST	368	00143	2	1885

16-07-2020 17:40:07 CST	369	00147	2	1897
16-07-2020 17:40:27 CST	370	00138	2	1909
16-07-2020 17:40:47 CST	371	00148	2	1921
16-07-2020 17:41:08 CST	372	00153	2	1933
16-07-2020 17:41:28 CST	373	00154	2	1945
16-07-2020 17:41:48 CST	374	00155	2	1957
16-07-2020 17:42:09 CST	375	00149	2	1990
16-07-2020 17:42:29 CST	376	00156	2	2002
16-07-2020 17:42:49 CST	377	00139	2	2014
16-07-2020 17:43:10 CST	378	00150	2	2026
16-07-2020 17:43:30 CST	379	00157	2	2038
16-07-2020 17:43:50 CST	380	00166	2	2050
16-07-2020 17:44:10 CST	381	00167	2	2062
16-07-2020 17:44:31 CST	382	00168	2	2085
16-07-2020 17:44:51 CST	383	00181	2	2097
16-07-2020 17:45:11 CST	384	00188	2	2109
16-07-2020 17:45:32 CST	385	00195	2	2121
16-07-2020 17:45:52 CST	386	00196	2	2133
16-07-2020 17:46:12 CST	387	00189	2	2145
16-07-2020 17:46:33 CST	388	00182	2	2157
16-07-2020 17:46:53 CST	389	00169	2	2169
16-07-2020 17:47:13 CST	390	00171	2	2181
16-07-2020 17:47:34 CST	391	00172	2	2193
16-07-2020 17:47:54 CST	392	00170	2	2205
16-07-2020 17:48:14 CST	393	00198	2	2217
16-07-2020 17:48:34 CST	394	00190	2	2229
16-07-2020 17:48:55 CST	395	00183	2	2241
16-07-2020 17:49:15 CST	396	00184	2	2253
16-07-2020 17:49:35 CST	397	00173	2	2265
16-07-2020 17:49:56 CST	398	00174	2	2277
16-07-2020 17:50:16 CST	399	00185	2	2289
16-07-2020 17:50:36 CST	400	00175	2	2301
16-07-2020 17:50:57 CST	401	00176	2	2313
16-07-2020 17:51:17 CST	402	00191	2	2325
16-07-2020 17:51:37 CST	403	00192	2	2337
16-07-2020 17:51:57 CST	404	00194	2	2349
16-07-2020 17:52:18 CST	405	00193	2	2361
16-07-2020 17:52:38 CST	406	00186	2	2394
16-07-2020 17:52:58 CST	407	00177	2	2406
16-07-2020 17:53:19 CST	408	00178	2	2418
16-07-2020 17:53:39 CST	409	00179	2	2430
16-07-2020 17:53:59 CST	410	00180	2	2442
16-07-2020 17:54:20 CST	411	00187	2	2454
16-07-2020 17:54:40 CST	412	00203	2	2466

16-07-2020 17:55:00 CST	413	00204	2	2478
16-07-2020 17:55:20 CST	414	00214	2	2490
16-07-2020 17:55:41 CST	415	00220	2	2502
16-07-2020 17:56:01 CST	416	00197	2	2514
16-07-2020 17:56:21 CST	417	00206	2	2526
16-07-2020 17:56:42 CST	418	00205	2	2538
16-07-2020 17:57:02 CST	419	00199	2	2550
16-07-2020 17:57:22 CST	420	00207	2	2562
16-07-2020 17:57:43 CST	421	00215	2	2574
16-07-2020 17:58:03 CST	422	00216	2	2586
16-07-2020 17:58:23 CST	423	00221	2	2598
16-07-2020 17:58:44 CST	424	00222	2	2610
16-07-2020 17:59:04 CST	425	00200	2	2622
16-07-2020 17:59:24 CST	426	00208	2	2634
16-07-2020 17:59:44 CST	427	00209	2	2646
16-07-2020 18:0:05 CST	428	00210	2	2658
16-07-2020 18:0:25 CST	429	00223	2	2670
16-07-2020 18:0:45 CST	430	00217	2	2682
16-07-2020 18:1:06 CST	431	00224	2	2694
16-07-2020 18:1:26 CST	432	00211	2	2706
16-07-2020 18:1:46 CST	433	00212	2	2718
16-07-2020 18:2:07 CST	434	00201	2	2730
16-07-2020 18:2:27 CST	435	00202	2	2742
16-07-2020 18:2:47 CST	436	00213	2	2754
16-07-2020 18:3:07 CST	437	00218	2	2766
16-07-2020 18:3:28 CST	438	00219	2	2778
16-07-2020 18:3:48 CST	439	00225	2	2790
16-07-2020 18:4:08 CST	440	00226	2	2812
16-07-2020 18:4:29 CST	441	00242	2	2824
16-07-2020 18:4:49 CST	442	00241	2	2836
16-07-2020 18:5:09 CST	443	00251	2	2848
16-07-2020 18:5:30 CST	444	00227	2	2860
16-07-2020 18:5:50 CST	445	00228	2	2872
16-07-2020 18:6:10 CST	446	00243	2	2905
16-07-2020 18:6:31 CST	447	00252	2	2917
16-07-2020 18:6:51 CST	448	00253	2	2929
16-07-2020 18:7:11 CST	449	00244	2	2941
16-07-2020 18:7:31 CST	450	00245	2	2953
16-07-2020 18:7:52 CST	451	00254	2	2965
16-07-2020 18:8:12 CST	452	00255	2	2977
16-07-2020 18:8:32 CST	453	00229	2	2989
16-07-2020 18:8:53 CST	454	00230	2	3001
16-07-2020 18:9:13 CST	455	00231	2	3013
16-07-2020 18:9:33 CST	456	00232	2	3025

16-07-2020 18:9:54 CST	457	00256	2	3037
16-07-2020 18:10:14 CST	458	00235	2	3049
16-07-2020 18:10:34 CST	459	00236	2	3061
16-07-2020 18:10:54 CST	460	00246	2	3073
16-07-2020 18:11:15 CST	461	00247	2	3085
16-07-2020 18:11:35 CST	462	00257	2	3097
16-07-2020 18:11:55 CST	463	00258	2	3109
16-07-2020 18:12:16 CST	464	00259	2	3121
16-07-2020 18:12:36 CST	465	00248	2	3133
16-07-2020 18:12:56 CST	466	00260	2	3145
16-07-2020 18:13:17 CST	467	00261	2	3157
16-07-2020 18:13:37 CST	468	00262	2	3190
16-07-2020 18:13:57 CST	469	00233	2	3202
16-07-2020 18:14:18 CST	470	00237	2	3214
16-07-2020 18:14:38 CST	471	00238	2	3226
16-07-2020 18:14:58 CST	472	00249	2	3238
16-07-2020 18:15:18 CST	473	00263	2	3250
16-07-2020 18:15:39 CST	474	00250	2	3262
16-07-2020 18:15:59 CST	475	00234	2	3274
16-07-2020 18:16:19 CST	476	00239	2	3286
16-07-2020 18:16:40 CST	477	00240	2	3298
16-07-2020 18:17:00 CST	478	00264	2	3310
16-07-2020 18:17:20 CST	479	00265	2	3335
16-07-2020 18:17:41 CST	480	00276	2	3347
16-07-2020 18:18:01 CST	481	00277	2	3359
16-07-2020 18:18:21 CST	482	00278	2	3392
16-07-2020 18:18:41 CST	483	00279	2	3404
16-07-2020 18:19:02 CST	484	00267	2	3416
16-07-2020 18:19:22 CST	485	00266	2	3428
16-07-2020 18:19:42 CST	486	00268	2	3440
16-07-2020 18:20:03 CST	487	00280	2	3452
16-07-2020 18:20:23 CST	488	00281	2	3464
16-07-2020 18:20:43 CST	489	00282	2	3476
16-07-2020 18:21:04 CST	490	00283	2	3488
16-07-2020 18:21:24 CST	491	00269	2	3500
16-07-2020 18:21:44 CST	492	00270	2	3512
16-07-2020 18:22:05 CST	493	00271	2	3524
16-07-2020 18:22:25 CST	494	00272	2	3536
16-07-2020 18:22:45 CST	495	00284	2	3548
16-07-2020 18:23:05 CST	496	00285	2	3560
16-07-2020 18:23:26 CST	497	00273	2	3572
16-07-2020 18:23:46 CST	498	00274	2	3584
16-07-2020 18:24:06 CST	499	00275	2	3596
16-07-2020 18:24:27 CST	500	00286	2	3608

16-07-2020 18:24:47 CST	501	00287	2	3620
16-07-2020 18:25:07 CST	502	00288	2	3632
16-07-2020 18:25:28 CST	503	00289	2	3644
16-07-2020 18:25:48 CST	504	00290	2	3656
16-07-2020 18:26:08 CST	505	00291	2	3668
16-07-2020 18:26:28 CST	506	00292	2	3680
16-07-2020 18:26:49 CST	507	00293	2	3692
16-07-2020 18:27:09 CST	508	22692	2	3951
16-07-2020 18:27:29 CST	509	22703	2	3995
16-07-2020 18:27:50 CST	510	22693	2	4007
16-07-2020 18:28:10 CST	511	22704	2	4019
16-07-2020 18:28:30 CST	512	22705	2	4031
16-07-2020 18:28:51 CST	513	22694	2	4043
16-07-2020 18:29:11 CST	514	22695	2	4055
16-07-2020 18:29:31 CST	515	22696	2	4067
16-07-2020 18:29:52 CST	516	22697	2	4079
16-07-2020 18:30:12 CST	517	22706	2	4091
16-07-2020 18:30:32 CST	518	22698	2	4103
16-07-2020 18:30:52 CST	519	22699	2	4115
16-07-2020 18:31:13 CST	520	22700	2	4127
16-07-2020 18:31:33 CST	521	22701	2	4139
16-07-2020 18:31:53 CST	522	22702	2	4151
16-07-2020 18:32:14 CST	523	22707	2	4163
16-07-2020 18:32:34 CST	524	22708	2	4175
16-07-2020 18:32:54 CST	525	22709	2	4187
16-07-2020 18:33:15 CST	526	22710	2	4212
16-07-2020 18:33:35 CST	527	22722	2	4224
16-07-2020 18:33:55 CST	528	22711	2	4236
16-07-2020 18:34:15 CST	529	22712	2	4248
16-07-2020 18:34:36 CST	530	22723	2	4281
16-07-2020 18:34:56 CST	531	22724	2	4293
16-07-2020 18:35:16 CST	532	22713	2	4305
16-07-2020 18:35:37 CST	533	22714	2	4317
16-07-2020 18:35:57 CST	534	22729	2	4329
16-07-2020 18:36:17 CST	535	22730	2	4341
16-07-2020 18:36:38 CST	536	22731	2	4353
16-07-2020 18:36:58 CST	537	22725	2	4365
16-07-2020 18:37:18 CST	538	22732	2	4377
16-07-2020 18:37:38 CST	539	22726	2	4389
16-07-2020 18:37:59 CST	540	22733	2	4401
16-07-2020 18:38:19 CST	541	22715	2	4413
16-07-2020 18:38:39 CST	542	22716	2	4425
16-07-2020 18:39:0 CST	543	22717	2	4437
16-07-2020 18:39:20 CST	544	22727	2	4449

16-07-2020 18:39:40 CST	545	22734	2	4461
16-07-2020 18:40:10 CST	546	22737	2	4473
16-07-2020 18:40:21 CST	547	22736	2	4485
16-07-2020 18:40:41 CST	548	22735	2	4497
16-07-2020 18:41:02 CST	549	22728	2	4509
16-07-2020 18:41:22 CST	550	22720	2	4521
16-07-2020 18:41:42 CST	551	22718	2	4533
16-07-2020 18:42:02 CST	552	22719	2	4545
16-07-2020 18:42:23 CST	553	22721	2	4557
16-07-2020 18:42:43 CST	554	22739	2	4569
16-07-2020 18:43:03 CST	555	22740	2	4581
16-07-2020 18:43:24 CST	556	22741	2	4593
16-07-2020 18:43:44 CST	557	22742	2	4605
16-07-2020 18:44:04 CST	558	22743	2	4617
16-07-2020 18:44:25 CST	559	22744	2	4650
16-07-2020 18:44:45 CST	560	22745	2	4662
16-07-2020 18:45:05 CST	561	22746	2	4674
16-07-2020 18:45:25 CST	562	22747	2	4686
16-07-2020 18:45:46 CST	563	22748	2	4698
16-07-2020 18:46:06 CST	564	22738	2	4710