

DISEÑO PROTOTIPO DE CANECA DE BASURA INTELIGENTES CAPAZ DE
CLASIFICAR LOS RESIDUOS DE FORMA ADECUADA AUTOMÁTICAMENTE Y
SEA ADMINISTRADA POR MEDIO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL

Autor:

Natalia Isabel Zamudio Muñoz

Director:

Sergio Israel Rojas Serrano



UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C

2022

Tabla de contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO:	1
2. PALABRAS CLAVE:	2
3. ABSTRACT:	2
4. KEYWORDS:	3
5. INTRODUCCIÓN:	4
6. OBJETIVOS	6
6.1. OBJETIVO GENERAL:	6
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	6
7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:	7
8. JUSTIFICACIÓN:	9
9. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS:	10
9.1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE:	10
9.1.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	11
9.1.2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES:	11
9.2. REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE:	12
9.2.1. REQUERIMIENTOS DE USUARIO:	12
9.2.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:	13
9.2.3. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES:	14
9.3. INTENCIÓN DEL PRODUCTO.	14
10. MARCO DE REFERENCIA:	15
10.1. Sistema electrónico:	15
10.1.1. Arduino:	16
10.1.2. Hardware libre:	18

10.1.3. Software libre:	18
11. RESTRICCIONES:	19
11.1. Económicas:	19
11.2. Legal:.....	19
11.3. Salud y seguridad:	21
12. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN:	21
12.1. Posibles soluciones al problema:.....	21
12.1.1. Videjuego:	21
12.1.2. Aplicación de enseñanza de residuos.	22
12.1.3. Caneca completamente automatizada.....	22
13. ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA PARA LA SOLUCIÓN:	24
13.1. Maquetado de la caneca física:.....	24
13.2. Maquetado de los componentes electrónico:	27
13.3. Maquetada aplicación móvil:	30
13.3.1. Interfaces para todos los roles.	31
13.3.2. Interfaces para roles específicos.	33
14. ANÁLISIS DE COSTOS:	38
14.1. Costos directos:	38
14.2. Costos indirectos:	40
14.3. Capital de trabajo:	42
15. CONCLUSIONES:	44
16. REFERENCIAS:	45

Índice de tablas

Tabla 1- Requerimientos de hardware.....	10
Tabla 2- Roles de usuario.....	13
Tabla 3 - Presupuesto inicial parte electrónica.....	38
Tabla 4 - Presupuesto inicial prototipo contenedor físico.....	39
Tabla 5 - Gastos de personal prototipo.....	42
Tabla 6 - Inversión total inicial.....	43
Tabla 7 - Costos de producción.....	43
Tabla 8 - Ganancias.....	43

Índice de figuras

Figura 1 - Partes del sistema eléctrico.....	16
Figura 2 - Partes de la tarjeta UNO de Arduino.....	17
Figura 3 - Código de color de separación de residuos.....	20
Figura 4 - Momentum logo.....	24
Figura 5 - Caneca parte frontal.....	25
Figura 6 - Caneca sensores.....	26
Figura 7 - Caneca parte trasera.....	26
Figura 8 - Caneca servomotor.....	27
Figura 9 - Servomotores.....	28
Figura 10 - Sensor de ultrasonido.....	28
Figura 11 - Sensores de humedad e inductivo.....	29
Figura 12 - recuperación de contraseña.....	31

Figura 13 - Inicio de sesión	31
Figura 14 - Perfil	32
Figura 15 - Guía reciclaje	32
Figura 16 - Estadísticas	33
Figura 17 - Descripción del desecho	33
Figura 18 - Reporte de errores	34
Figura 19 - Estado de las canecas	35
Figura 20 - Datos de desechos	35
Figura 22- Administrador de errores	37
Figura 21 - Lista de errores.....	37

1. RESUMEN EJECUTIVO

Por medio de este trabajo de grado se desea plantear una alternativa que dé solución a uno de los principales problemas a la hora de reciclar, el cual es el desconocimiento sobre la adecuada forma de separación de residuos, este desconocimiento genera que se desaprovechen los residuos, y que estos mismos terminen en vertederos comunes generando un grave problema de contaminación.

El prototipado de una caneca inteligente capaz de identificar los residuos y dividirlo en su respectiva caneca dependiendo de su clasificación, de esta forma se desea tener un impacto tanto social como ambiental, en el que se pretende que los desperdicios sean mínimos y se pueda aprovechar en lo más posible, mientras que a su vez se enseñe a las personas la correcta forma de separación de residuos.

De esta forma es que el presente proyecto tendrá tres componentes, el primero se compone de la solución tecnológica que será utilizada para la realización del proyecto, el cual será realizado mediante tecnologías de Arduino, el segundo componente es el reciclaje, entendiéndolo especialmente desde su parte teórica, hablando de las normas y regulaciones así como de su adecuada separación, y por último un aplicativo web que sea capaz de administrar el funcionamiento de las canecas, para de esta forma tener un control y registro del comportamiento de la caneca.

Adicional a todo lo mencionado anteriormente, la estructura de la caneca cuenta con un componente extra de sostenibilidad, este es el material con el que se plantea el desarrollo de la caneca, siendo esta de madera reciclada, dándole una segunda vida a esta, queriendo de esta forma darle inmortalidad al producto haciendo uso del ciclo de vida de Cradle to Cradle.

A este proyecto se le dio el nombre de “Momentum”, siendo la unión de todos los componentes mencionados. El momentum es una palabra proveniente de latín que significa movimiento, es decir, el empuje generado por un cuerpo en movimiento, sobre otro cuerpo, entendiendo la definición del momentum, se ha llamado al proyecto de esta forma ya que se quiere transmitir un cambio en el actuar de las personas, es decir generar un movimiento en la dirección correcta del reciclaje.

2. PALABRAS CLAVE

Arduino, reciclaje, maquetas, sostenibilidad, sistemas eléctricos.

3. ABSTRACT

Through this degree work, it is desired to propose an alternative that provides a solution to one of the main problems when it comes to recycling, which is the lack of knowledge about the proper way of separating waste, this lack of knowledge generates that waste is wasted, and that these end up in common landfills, generating a serious pollution problem.

The prototyping of an intelligent bin capable of identifying waste and dividing it into its respective bin depending on its classification, in this way it is desired to have both a social and environmental impact, in which waste is intended to be minimal and can be used in as much as possible, while at the same time teaching people the correct form of waste separation.

In this way, the present project will have three components, the first is made up of the technological solution that will be used to conduct the project, which will be conducted

using Arduino technologies, the second component is recycling, understanding it especially from its part. theory, talking about the rules and regulations as well as their proper separation, and finally a web application that can manage the operation of the cans, to have control and record the behavior of the can.

In addition to everything mentioned above, the structure of the bin has an extra component of sustainability, this is the material with which the development of the bin is proposed, being this one made of recycled wood, giving it a second life, wanting to in this way, give the product immortality by making use of the Cradle-to-Cradle life cycle.

This project was given the name "Momentum", being the union of all the components mentioned. Momentum is a word from Latin that means movement, that is, the thrust generated by a body in motion, on another body, understanding the definition of momentum, the project has been called in this way since it is wanted to transmit a change in the action of people to generate a movement in the correct direction of recycling.

4. KEYWORDS

Arduino, recycling, models, sustainability, electrical systems.

5. INTRODUCCIÓN

Identificar la basura o residuo como todo material resultante de las actividades diarias del cual nos desprendemos al terminar con su valor o vida útil, es importante para entender como la contaminación ambiental ha llegado al punto en el que países desarrollados generen más de 700 mil toneladas de basura diarias. En países tales como India y China toda la basura es incinerada por el exceso que hay de esta, lo que no solo genera contaminación ambiental en el aire, sino que también aumenta las propagaciones de enfermedades por medio del aire, “Recientes investigaciones han proporcionado información sobre la emisión de gases tóxicos como el dióxido de carbono y el monóxido de carbono debido a la quema de desechos.” (Kumar, 2020)

La mejor solución para los problemas de contaminación mencionados anteriormente está en una correcta separación de residuos, para así reducir el desperdicio y aumentar el aprovechamiento de cada uno de estos, como lo es por ejemplo el compostaje o lumbricultura por medio de los desechos orgánicos, cada tipo de desecho tiene un tratamiento y un objetivo diferente que hace que estos desperdicios sean aprovechables y no simple basura. “Suecia reutiliza y recicla el 47 por ciento de los residuos generados en sus regiones y utiliza el 50 por ciento de los residuos como combustible para la producción de energía. Solo se necesita tirar el 3% de los residuos improductivos.” (Kumar, 2020)

El comprender la basura y desarrollo de la humanidad son dos temas que no tiene por qué estar divididos, por el contrario, deben ir relacionados para mejorar la sostenibilidad de la humanidad, la naturaleza y así mismo la industria. El proceso de avanzar y seguir en un constante desarrollo y a su vez tener el menor impacto ambiental posible es el principal objetivo del desarrollo sostenible.

Es de esta forma que hay que utilizar los avances a los que ha llegado la humanidad, en donde la ciencia y la tecnología son los protagonistas en el desarrollo sostenible, tanto de la industria como de la humanidad. Utilizar las tecnologías para aprender y realizar trabajos de separación de residuos es solución tanto al desconocimiento por la separación de residuos, como a la falta de interés del mismo tema.

Entendiendo la problemática desde dos puntos de vista diferentes, el primero como desconocimiento adecuado de la sociedad por la adecuada separación de residuos, que aunque quieran contribuir al reciclaje por medio de una adecuada separación de desechos, la ignorancia en el tema es un impedimento haciendo que su intento de contribución sea en vano, como segunda problemática tenemos el desinterés por el mismo, lo que implicaría que la menor de las preocupaciones es el reciclaje, por lo que desechan los residuos en cualquier caneca, impidiendo que los residuos sean aprovechados al máximo al estar en la caneca equivocada.

De esta forma, se propone que por medio de las tecnologías dar solución a estas dos problemáticas, en las que se les enseñara a los usuarios la adecuada forma de reciclar de una forma didáctica, mientras que a su vez los residuos son separados correctamente evitando que estos puedan ser desechados en las canecas incorrectas. Aunque se puede plantear la alternativa que del proceso de selección de residuos sea automático por parte de las tecnologías, el objetivo es que las personas aprendan a separar los residuos y acabar con el problema de la ignorancia y desconocimiento sobre el reciclaje.

Por otra parte, el adecuado seguimiento de tanto el proceso de reciclaje, como el correcto funcionamiento de los sensores debe estar supervisado de manera constante por especialistas en las áreas, es así como se plantea el desarrollo de una aplicación capaz de

administrar y seguir el proceso que lleva la caneca, así consiguiendo administrar los tipos de residuos en el menor tiempo posible para hacer un mejor aprovechamiento de los residuos recolectados.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantean tres roles diferentes para el uso de la aplicación de administración de las canecas, los cuales son el ingeniero de sistemas, es el encargado de verificar el óptimo funcionamiento de todos los mecanismos y sensores de la caneca, el gerente de proyectos, este es el encargado de revisar los procesos efectuados por Momentum, de esta forma podrá tomar las decisiones con respecto al manejo de los residuos, por último el personal de apoyo se encargara de ver el estado de las canecas de Momentum para saber si necesita un cambio de bolsa y registrar todo en la aplicación.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de canecas interactivas con reconocimiento de residuos que sirva como herramienta de enseñanza al usuario en la separación de estos y al mismo tiempo recopile información de interés para posteriores análisis mediante una aplicación móvil.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de qué manera puede la tecnología brindar una solución a al desconocimiento sobre la separación de residuos.
- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de hardware y software necesarios para el funcionamiento del prototipo.

- Efectuar un maquetado de la arquitectura del funcionamiento de los componentes tecnológicos y físicos de la caneca interactiva.

7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La crisis ambiental que se enfrenta a nivel mundial es consecuencia de los malos hábitos ecológicos que se tienen en la sociedad, hablando primordialmente de los individuos y no de las empresas u organizaciones. El consumo de productos de un solo uso o cullos embaces son realizados de plásticos, adicional a este excesivo esta la no separación de los residuos y embaces. Las razones por las que la gente no recicla son variadas, entre las que están:

- Requiere un esfuerzo extra
- La falta de espacio en los hogares
- No se ofrece un sistema de reciclaje
- Porque no conocen las verdaderas razones para reciclar
- Porque parece algo difícil
- No le interesa

Podemos englobar estas 6 razones en dos principales, el desconocimiento y el desinterés. Es por estos motivos que para septiembre del 2020 de los 12 millones de toneladas de residuos sólidos que se generan anualmente, tan solo el 17% son reciclados. “El reciclaje se ha convertido en un tema importante, pero todavía queda mucho trabajo por hacer en el país, pues actualmente Colombia solo recicla 17% de las 12 millones toneladas

de residuos sólidos al año, que representan cerca de 31.000 toneladas diarias, de estas, solo se aprovechan un promedio de 1,8% del total de los residuos sólidos.” (Neira 2020)

“Se debe tener en cuenta que Colombia es reconocido como uno de los países con una amplia variedad de ecosistemas que debe ser preservada, sin embargo, todavía tiene problemas ambientales por solucionar, como los costos ambientales que generan una expansión económica a una desigualdad para las diversas poblaciones del país”. (ONU, 2021, 18 febrero).

En promedio en Bogotá como área urbana cada ciudadano genera aproximadamente 1 kg de residuos diarios, entre los que se encuentran residuos orgánicos e inorgánicos, lo que implicaría que cada ciudadano generaría 365 kg de residuos al año que en su mayoría se están desperdiciando. El problema no solo abarca a Bogotá, también llega a grandes países, como lo son Estados Unidos, India y china, “la India urbana genera 109.589 toneladas de residuos por día. Curiosamente, los EE. UU. Urbanos producen 624.700 toneladas de basura por día, que es la más alta del mundo, mientras que la segunda más grande es China urbana con 520.548 toneladas por día.” (Kumar, 2020)

Uno de los problemas con estos residuos se produce en los vertederos de basura, donde los residuos se pudren, o son incinerados, cualquiera de las dos genera una propagación de gases contaminantes para el aire. Por otro lado, podemos encontrar residuos y basura que no son llevadas a vertederos y están en las calles de las ciudades, donde en temporadas lluviosas llegan a los océanos a través de los ríos, teniendo esto en cuenta las vidas de diversas especies marinas se encuentran en peligro. Es de esta forma que tenemos problemas medioambientales tanto en el aire como en el agua. Es así como se plantea la

siguiente pregunta ¿De qué manera se puede enseñar sobre la separación distintos tipos de residuos por medio de las tecnologías?

8. JUSTIFICACIÓN

Comprender cómo el reciclaje es una de las herramientas más importantes para enfrentar la crisis climática que afecta al mundo, la emergencia actual provocada por el alarmante ritmo al que se ha calentado el planeta en las últimas décadas. Un fenómeno que, según la ciencia, es causado principalmente por la actividad humana.

La tecnología no solo hace que nuestras actividades diarias sean mucho más fáciles y rápidas, sino que también nos permite utilizar todos nuestros recursos de forma inteligente. Invertir en tecnologías ecológicas no solo es fácil sino esencial en el entorno actual, porque ser ecológico y utilizar tecnologías sostenibles puede ayudar a garantizar nuestro bienestar y el de nuestro planeta.

Es de esta forma que se plantea el presente proyecto de grado, el cual se enfocará en plantear una solución tecnológica a la inadecuada separación de residuos por parte de la sociedad, problemática que conlleva al desperdicio de materias primas que no son tratadas adecuadamente. Esta problemática es producto de dos principales razones, al desconocimiento o el desinterés que este genera a las personas.

Aunque las personas ya saben la importancia que tiene reciclar para el medio ambiente, esto no significa que sepan la adecuada forma de hacerlo, por lo que el objetivo de este proyecto no está planteado en enseñar la importancia del reciclaje, sino en que se aprenda sobre la separación de residuos.

Ahora bien, esto se logrará mediante la automatización, proceso que se logrará por medio de la tecnología con un sistema interactivo de reconocimiento de residuos.

9. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Para entender de manera óptima las tareas y funciones que tendrá el proyecto se deben tener en cuenta tanto los aspectos de hardware como de software, teniendo en cuenta las funciones que se desea realizar, así como la durabilidad de los elementos físicos que se utilizan para la elaboración de este. Teniendo esto último en cuenta, a su vez se pueden identificar los requerimientos funcionales y no funcionales que se encuentran en el proyecto.

Los requerimientos de hardware y software se plantearon teniendo en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo a realizar con tecnología Arduino. El proyecto para desarrollar se va a enfocar en componentes fundamentales de tal forma asegurar que sea el prototipo sea funcional en cada aspecto que lo requiera.

9.1. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

Los requerimientos funcionales mencionados anteriormente se llevarán a cabo por medio de tecnologías Arduino, las cuales se describir a continuación, en la que se dirá que función tendrá cada producto y la cantidad que se necesitará de cada uno.

Tabla 1- Requerimientos de hardware

NO	PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Arduino Uno	Realiza los procesos de todo el circuito	1
2	Arduino Nano	Realiza los procesos de todo el circuito	1
3	Protoboard	Conecta los Arduino con los componentes	4
4	Sensor óptico	Identifica el material por medio infrarrojo	1

NO	PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
5	Sensor de ultrasonido	Lee la distancia de un objeto	1
6	Sensor de humedad	Mide la temperatura y la humedad	1
7	Sensor inductivo	Identifica objetos metálicos	1
8	Servomotor	Permite un control preciso en términos de posición angular,	3
9	Cables Jumpers	Conexión de los componentes electrónicos	4
10	Leds	Identificar cada caneca	3
11	Tarjeta WiFi	Permite que el circuito se conecte directamente con internet	1

Fuente: Creación propia.

9.1.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:

Los requerimientos de funcionalidad de este proyecto abarcan diversos aspectos para tener en cuenta:

- El prototipo debe estar basado en tecnología Arduino.
- El prototipo debe poder reaccionar en 5 segundos o menos
- El prototipo debe identificar los diferentes tipos de residuos por su material o composición por medio de sensores de humedad, infrarrojo e inductivo.
- El sensor de ultrasonido debe ser capaz de identificar cuando la caneca este llena y necesite mantenimiento.
- El prototipo deberá tener piezas intercambiables ante su fallo.
- El prototipo de medición debe ser resistentes a los cambios climáticos
- El modelo debe tener instrumentos de fácil manipulación.

9.1.2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Seguridad:

- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador o encargado del acceso a código fuente.
- El sistema es seguro por el tema de que solo es permitido acceder mediante computadora.
- Todo el sistema debe ser monitorizado cada mes para un buen funcionamiento eficaz y seguro, este permitirá trabajar de una manera más eficiente.
- El sistema no continuara operando en caso de incendio.
- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario es sencillo.

9.2. REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

Los requerimientos de softwares están basados principalmente en la aplicación de administración de las canecas interactivas, en esta aplicación se podrá gestionar el adecuado funcionamiento de cada sensor, así como monitorear el proceso de recolección de residuos para de esta forma tomar decisiones oportunas para el adecuado manejo de los residuos.

9.2.1. REQUERIMIENTOS DE USUARIO

La aplicación móvil debe tener tres roles de acceso con diferentes funciones, estos son: Ingeniero de sistemas, gestor de proyecto y personal de apoyo.

La estructura y navegación de la aplicación debe ser cómoda, además de un rápido acceso a todas las partes de la aplicación. No tendrá dificultades para encontrar información

gracias a una barra de menú funcional sin abreviaturas confusas. También vale la pena señalar, submenús menos para hacer la tarea que necesitan.

En la interfaz de la aplicación, se debe solicitar en primera medida el ingreso del usuario con respecto al rol asignado por el administrador. El acceso a distintas partes de la aplicación se deben tener acceso únicamente por los permisos de usuario que tiene cada uno.

Tabla 2- Roles de usuario

ROL	PERMISOS
Ingeniero de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Tendrá acceso a la lista de errores reportados • Gestionará los errores reportados • Acceso a las estadísticas por mes de las canecas • Acceso al porcentaje de uso de las canecas • Acceso a la capacidad en vivo de las canecas • Visualización específica de los desechos • Guía informativa de los tipos de residuos
Gestor de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a las estadísticas por mes de las canecas • Acceso al porcentaje de uso de las canecas • Visualización específica de los desechos • Guía informativa de los tipos de residuos • Formulario para reportar un error
Personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a la capacidad en vivo de las canecas • Guía informativa de los tipos de residuos • Formulario para reportar un error • Formulario para la gestión de residuos

Fuente: Creación propia.

9.2.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

- El sistema debe permitir el cambio o recuperación de contraseña.
- El sistema no permitirá gestionar la creación de usuarios ya que estos se deben crear predeterminadamente.
- El sistema debe ser capaz de generar las gráficas pertinentes con respecto a los datos ingresados por el personal de apoyo.

- El sistema debe ser capaz de generar las gráficas pertinentes con respecto a los datos ingresados automáticamente por el sistema.
- El sistema debe ser capaz de almacenar la lista de errores reportados.
- El sistema debe cargar cada visualización de forma rápida.
- El sistema debe solicitar en kilogramos el peso de los desechos ingresados por el personal de apoyo.
- No se debe permitir el cambio de roles.

9.2.3. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

- Debe contener interfase simple para un uso fluido, claridad en textos y botones para ser lo más conciso posible, intuitiva y familiar para los usuarios.
- El sistema permite personalizar la imagen del perfil de cada usuario.
- La interfaz de la aplicación debe estar en español.
- La aplicación debe ser desarrollada con buenas prácticas de desarrollo de software un mejor ciclo de vida.
- La estética de la interfaz debe ser igual en cada vista de la aplicación.

9.3.INTENCIÓN DEL PRODUCTO

La intención del producto se centra en mejorar las capacidades de reciclaje de las instituciones en las que sea utilizada, esto lo lograría mediante una adecuada separación de residuos, adicional a esto se permite gestionar de manera óptima y oportuna los residuos para ser aprovechados. Esto se logrará por medio de la aplicación móvil.

Adicional a esto se busca que los usuarios que utilizan la caneca sean capaces de aprender de manera intuitiva cual es la manera correcta de la separación de residuos, de esta forma combatiendo la problemática de ignorancia en el tema. No obstante, si el usuario no quiere aprender sobre la separación de residuos la caneca no le permitirá arrojar los desechos en la caneca equivocada, es de esta forma que se busca combatir el problema del desinterés en el reciclaje.

Por ultimo y no menos importante, con este proyecto se desea que los materiales a utilizar tengan componentes que no sean perjudiciales para el ecosistema, ni toxico. Asimismo, haciendo uso del ciclo de vida de Cradle to Cradle utilizar madera reciclada y de esta forma darle una nueva vida a esta.

10. MARCO DE REFERENCIA

10.1. Sistema electrónico

Se puede definir “sistema electrónico” como la unión de sensores, circuitería de procesamientos y control, actuadores y fuente de alimentación. Por medio de este conjunto de elementos se pueden crear proyectos como lo son la robótica, la electrónica, la domótica u otros proyectos de carácter eléctrico.

Los sensores obtienen la información del mundo físico (como lo puede ser la temperatura, humedad, movimiento, luz, sonido, distancia, etc.) y la transforman en una señal eléctrica que puede ser tanto analógica como digital.

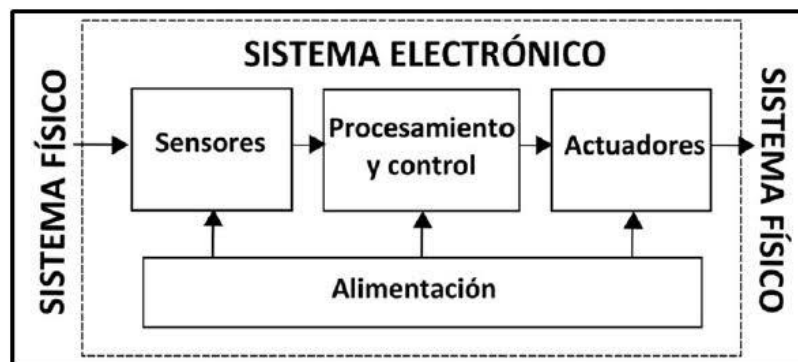
Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica de los sensores. La manipulación de la señal dependerá del diseño de componentes de hardware,

así como el conjunto de instrucciones (es decir, el programa) que tenga pregrabado el hardware.

Los actuadores transforman la señal eléctrica procesada por los circuitos internos en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Algunos ejemplos de actuadores son los motores, bombillas o altavoces.

Por último, la fuente de alimentación, esta proporciona la energía que todo el sistema eléctrico necesita para poder realizar el proceso descrito anteriormente y que se muestra gráficamente en la figura 1. Algunos ejemplos de fuentes de alimentación son las baterías, adaptadores AC/DC, etc.

Figura 1 - Partes del sistema eléctrico



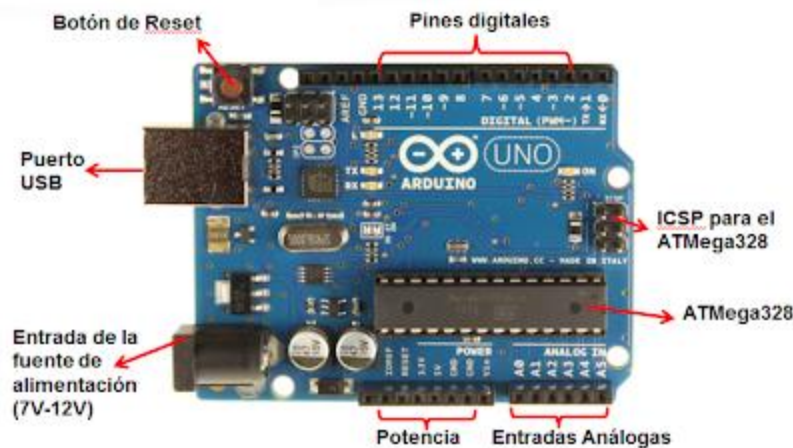
Torrente, O. (2016). El mundo GENUINO - ARDUINO Curso práctico de formación (Primera edición ed.). Alfaomega. (pág. 83)

10.1.1. Arduino

Es una placa de circuito impreso que se forma de componentes eléctricos, microcontroladores y pines de entrada y salida, especializado en la creación de electrónica, cuyo principal objetivo es el hardware y software de fácil uso. Basa su tecnología en hardware y software libre, lo que implicaría que la creación de proyectos es infinita,

mientras que a su vez genera una comunidad de constante cooperación y crecimiento. La cantidad de sistemas electrónicos que se pueden crear a partir de una sola placa es tan amplia como las necesidades del usuario.

Figura 2 - Partes de la tarjeta UNO de Arduino



Arduino [Ilustración]. Principales partes de un Arduino <https://arduino.cl/principales-partes-de-un-arduino/>

El microcontrolador que el Arduino 1 posee es el Atmel328P, el cual es un microcontrolador sencillo y de un costo bajo. La una interfaz de entrada que esta tiene proporciona una conexión entre la misma placa y los diferentes periféricos, la información de estos se traslada al microcontrolador, el cual procesa los datos que llegue a través de estos. El microcontrolador incorpora todos los subsistemas o bloques (CPU, memoria, entrada y salida, oscilador) en un solo encapsulado, así solo dispone de un programa para ser ejecutado.

Los diferentes tipos de periféricos pueden ir desde teclados para ingresar datos (tipo int, double, float o string), cámaras para obtención de imágenes, o los diferentes tipos de sensores que hay en el mercado.

La interfaz de salida es la encargada de llevar toda la información ya procesada por la placa a otros periféricos, los cuales por lo general son pantallas, aunque puede ser también altavoces o incluso otras placas o microcontroladores para que tengan alguna acción.

10.1.2. Hardware libre

Son los dispositivos cuya funciones y especificaciones son de acceso público, ya sea de forma gratuita o de pago, lo que permite replicas y mejoras para su comercialización o uso personal. Basado en la cultura libre, el cual es un pensamiento que busca fomentar y promover la libertad de distribución y modificación del trabajo creativo. Es un movimiento que va en contra de las medidas del derecho de autor.

Dado que el hardware tiene un costo variable en su proceso de producción se ha asociado más con el uso de un software libre, haciendo que ambos vayan de la mano en los lanzamientos.

10.1.3. Software libre

De igual forma que el hardware libre, el software está basado en la cultura libre, un código fuente puede ser usado, estudiado, distribuido y mejorado, las cuales son las cuatro libertades que otorga. Programas cuyos códigos son accesibles para cualquiera, de forma tal que pueda utilizar el código y hacerle los cambios que desee.

Suele estar disponible de forma gratuita, aunque no es así en todos los casos, puede estar asociado a un costo dependiendo del medio de distribución de este, no hay que confundir libre con gratuito.

11. RESTRICCIONES

11.1. Económicas:

A lo largo del desarrollo de este proyecto nos hemos podido dar cuenta de la numerosa cantidad de componentes que se necesitan para el óptimo desarrollo del proyecto, desde los materiales de construcción del prototipo físico de la caneca, hasta los pagos de hosting para que la aplicación pueda ser utilizada. Mas adelante en el análisis de costos se verá más a detalle el valor por el que sale el desarrollo del prototipo.

Adicional a esto hay que tener en cuenta el costo de los recursos humanos que se encargan del proceso de mantenimiento de la caneca, junto con el mantenimiento constate que hay que tener para este, entre este factor entran las materias primas que necesitan ser cambiadas con regularidad.

11.2. Legal

Para el desarrollo de este proyecto hay que tener en cuenta la resolución 1407 de 2018: La normativa estará dirigida a residuos sólidos no peligrosos, los cuales en su mayoría se producen en los hogares, divididos entre orgánicos, que constituyen cerca de 61,3% del total, seguidos del metal (18,5%), plástico (10,7%), cartón y papel (6,55%) y vidrio (2,4%).

De igual forma tener en cuenta el nuevo código que colores para la separación de las basuras. Resolución No. 2184 de 2019. Código que entro en funcionamiento desde el primero de enero del 2021, en este encuentran tres colores, los cuales son:

- Blanco: residuos aprovechables como plástico, cartón, vidrio, papel y metales.
- Verde: residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas, residuos de corte de césped y poda de jardín.
- Negro: residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones con comida; papeles metalizados y residuos Covid 19 como tapabocas, guantes, entre otros.

Figura 3 - Código de color de separación de residuos



Arduino [Ilustración]. Código de colores para el reciclaje en Colombia. (2020, 16 enero).

ambientum. <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/codigo-de-colores-para-el-reciclaje-en-colombia.asp>

11.3. Salud y seguridad

Teniendo en cuenta que para las canecas de color negro se manejan residuos de relacionado al Covid 19, es un riesgo latente para el personal que hace manejo de estos residuos.

En cuanto a seguridad las restricciones son las establecidas en las recomendaciones por los estándares internacionales como el ISO 1799 y las ISO/IEC 27000, las cuales sintetizan la seguridad de la información como un activo de valor en las empresas en el cual se debe invertir para su protección.

12. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

12.1. Posibles soluciones al problema

12.1.1. Videojuego

Para poder dar solución al problema de desconocimiento sobre la adecuada separación de residuos en una primera instancia se planteó el diseño de un videojuego que fuera capaz de enseñar sobre esta problemática de una manera dinámica. No obstante, se llegó a la conclusión de que esta alternativa no podría ser capaz de solucionar el desinterés de las personas, adicional a esto no se encontró una forma que fuera verdaderamente interesante y llamativa para que los usuarios de este videojuego pudieran interesarse realmente en la temática, dando como resultado un juego poco

entretenido que no sería capaz de cumplir con su objetivo de enseñar e incentivar a la adecuada separación de residuos.

12.1.2. Aplicación de enseñanza de residuos

De forma similar al punto anterior se deseaba plantear una aplicación que fuera capaz de enseñar sobre la correcta separación de residuos, con una interfaz intuitiva y fácil de manejar, que fuese agradable a la vista. El planteamiento se centraba en un manual de reciclaje y separación de residuos, lo que correspondería no solo a la separación de los residuos, sino al tratamiento que habría que hacer tras ser separado.

Con un problema similar al del punto anterior, esta solución solo abarcaría a las personas que quisieran aprender del tema, más las personas que no les importa no tendrían participación alguna en la aplicación. Otro factor es que esta información sería más útil para lugares que generen grandes cantidades de residuos, mas no a un individuo.

12.1.3. Caneca completamente automatizada

Otra de las alternativas pensadas era una caneca que por sí sola separara los residuos llevando por sí misma los residuos a la correspondiente caneca. El principal problema con esta opción radica en que la caneca al estar completamente automatizada no genera el factor de enseñanza a los usuarios que hagan uso de esta caneca, por lo que, aunque se cumple el propósito de separar adecuadamente los residuos, el factor de desconocimiento e ignorancia sobre la separación de residuos seguiría presente en los usuarios.

12.2. Selección de la mejor alternativa

Teniendo en cuenta todas las ideas pensadas, se optó por hacer una unión de la caneca automatizada, y el aplicativo móvil, ambas ideas con modificaciones a lo pensado originalmente, de esta forma se puede dar solución a todas las problemáticas que se deseaban solucionar.

En primer lugar, la caneca seguiría siendo automatizada, la diferencia principal estaría en que ya no haría el proceso completo de automatización, permitiendo que el usuario sea el que separe por su cuenta el respectivo desecho, esto lo haría de forma que acerque el elemento que desea desechar al área de sensores, por medio de un led le indicaría cual es la caneca correspondiente, de esta forma se desea que por medio de la repetición los usuarios aprendan cual es la respectiva caneca en la que va cada elemento. Adicional a esto se solucionaría el problema de desinterés impidiendo que puedan arrojar el elemento en cualquier caneca, debido a que solo se abrirán las canecas que el sensor detecte.

Siendo un factor para resaltar, la caneca desea ser un componente sostenible, haciendo uso de madera reciclada para la elaboración de esta, tratando de generar el menor impacto ambiental posible en su elaboración.

En segundo lugar, la aplicación estará conectada a la caneca, de esta forma se podrá llevar un registro de todo lo relacionado con la caneca, desde cual es el tipo de residuo que más se desecha, hasta un reporte de errores en caso de necesitar arreglar alguna parte de esta.

13. ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA PARA LA SOLUCIÓN

La unión de todos los componentes del proyecto (la conecta automatizada y la aplicación) lleva en nombre de Momentum, haciendo referencia al movimiento y cambio que el proyecto desea desarrollar.

Figura 4 - Momentum logo



Fuente: Creación propia.

13.1. Maquetado de la caneca física

En primer lugar, está el maquetado de la caneca, realizado con el programa SketchUp, programa que permite hacer modelados en 3D, permitiendo poner medidas, texturas y colores para dar mayor realismo y permitiendo que se entienda más el modelo.

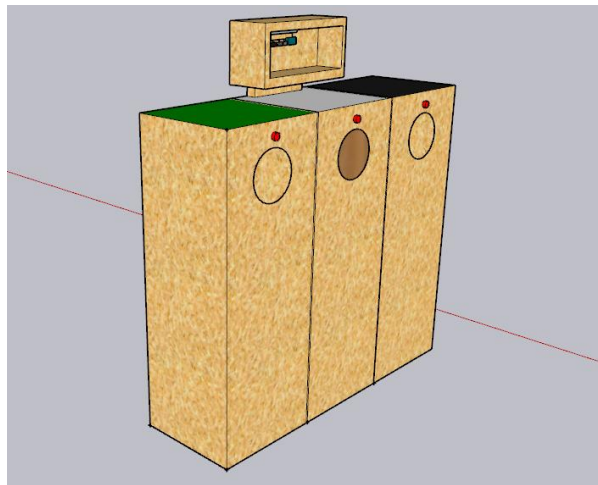
Para la elaboración se tuvieron en cuenta que las medidas utilizadas fueran cómodas para los usuarios, las medidas utilizadas fueron:

- 1,00 m de ancho total de las tres canecas

- 0,90 m de alto sin contar el espacio de los sensores a utilizar.
- 33 cm de ancho individual de cada caneca
- El espacio para los sensores 17 cm de alto con 35 cm de ancho
- El espacio para los sensores está a 4 cm de las canecas
- Altura total 1.11 m

Como se evidenciarán en las figuras de la 5 a la 8.

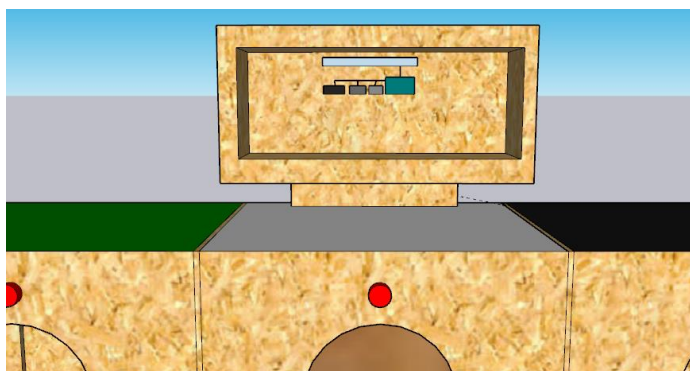
Figura 5 - Caneca parte frontal



Fuente: Creación propia.

En la figura 5 se muestra la parte frontal del maquetado de la caneca, el material de la caneca es de madera reciclada, para diferenciar cual es la caneca correspondiente la parte superior de cada caneca es del color correspondiente al tipo de desecho.

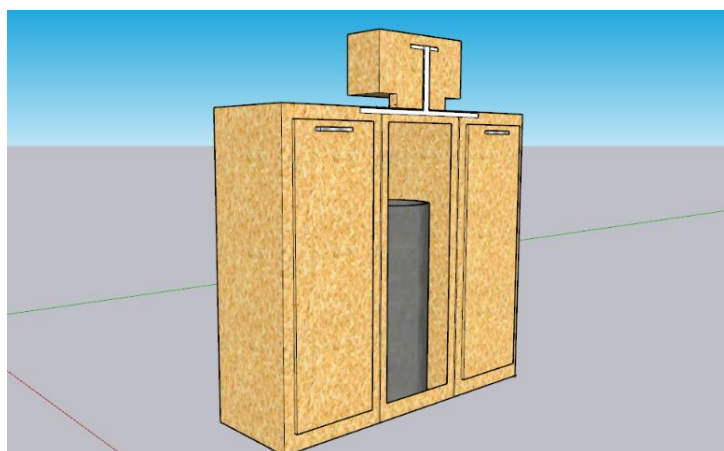
Figura 6 - Caneca sensores



Fuente: Creación propia.

En la figura 6 se muestra el espacio correspondiente para los sensores, en este espacio se acercarán los desechos y los sensores determinarán la caneca correspondiente, encenderán el led que se encuentra en la parte superior de cada caneca para que el usuario sepa en cual caneca va el desecho.

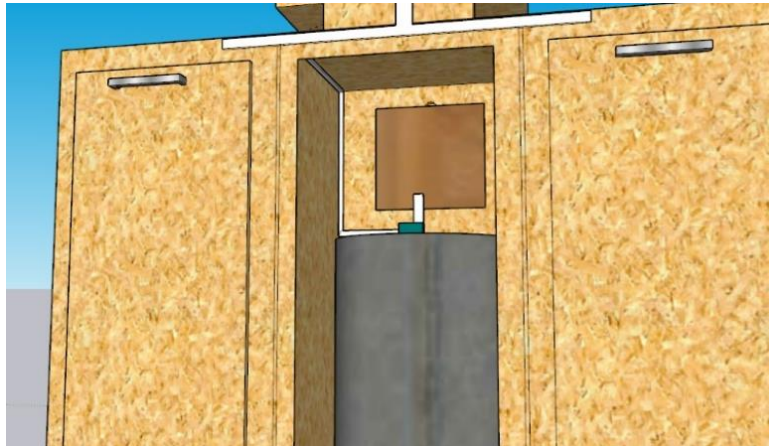
Figura 7 - Caneca parte trasera



Fuente: Creación propia.

En la figura 7 se muestra la parte trasera del maquetado de las canecas, por esta parte se le haría el correspondiente mantenimiento para cambiar la bolsa de basura o arreglar algún elemento dañado.

Figura 8 - Caneca servomotor



Fuente: Creación propia

En la figura 8 se muestra como sería la disposición del servo motor encargado de detener la puertilla de la caneca. El servomotor girará 45° cuando el sensor detecte el desecho correspondiente a esa caneca. Adicionalmente se evidencia como se dispondría el cableado por medio de canaletas.

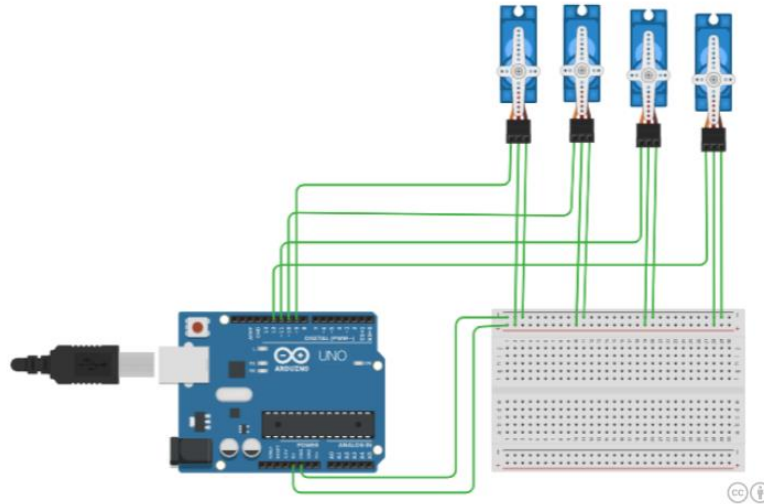
13.2. Maquetado de los componentes electrónico

El maquetado de los componentes electrónicos se realizó por medio del programa de Tinkercad, en cual es un programa en línea que permite hacer modelados en 3D de circuitos, de igual forma permite realizar las pruebas de programación de estos para ver que sea correcta el desarrollo e instalación.

Es de esta forma que se pudo probar que la energía fuera suficiente para el funcionamiento de todos los componentes. La razón por la que se encuentran maquetados en diversas partes y no solo en un diseño es por la falta de potencia que tiene los arduinos, con una salida de energía de mucho menor. El regulador LM7805 básicamente desperdicia

la mitad de la energía ($1 - 5/9 = 45\%$) en forma de calor. Estos reguladores son baratos y eficaces, siendo más óptimo optar por varias baterías de 9V.

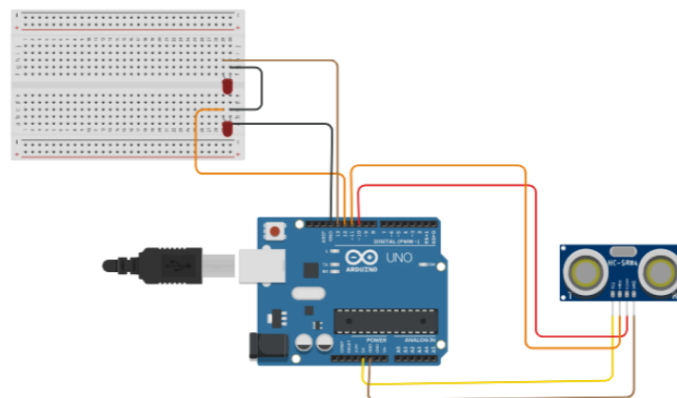
Figura 9 - Servomotores



Fuente: Creación propia

En la figura 9 se muestra el funcionamiento de los servomotores programados desde Arduino conectados a el protoboard. Mediante estos se dispone la apertura y bloqueo de las puertillas de la caneca.

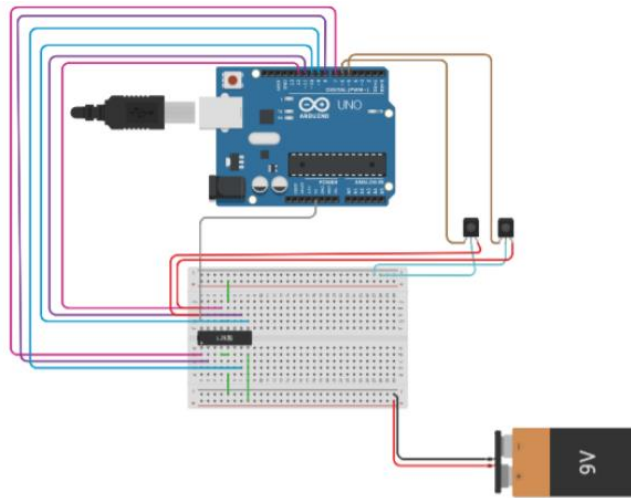
Figura 10 - Sensor de ultrasonido



Fuente: Creación propia.

En la figura 10 se muestra el Sensor de ultrasonido, o también conocido como sensor de proximidad, este será dispuesto en la parte interior superior de la caneca, de esta forma es capaz de identificar la cantidad de elementos que hay en la caneca y determinara si está llena o no, dependiendo de la cercanía detectada se prendera un led diferente.

Figura 11 - Sensores de humedad e inductivo



Fuente: Creación propia.

En la figura 11 se encuentra el maquetado de los sensores de humedad e inductivo, encargados de detectar si el elemento acercado tiene algún tipo de humedad y de esta forma clasificarlo como desecho orgánico, el segundo es el encargado de detectar si hay elementos metálicos en el desecho, de esta forma puede identificar si el elemento tiene metal, siendo para latas y Tetrapak, clasificando los residuos en elementos aprovechables. De igual forma se evidencia como sería la alimentación con una batería de 9V conectada al sistema para poder alimentar el sistema eléctrico en caso de no tener otra fuente de energía.

13.3. Maquetada aplicación móvil

El maquetado de la aplicación móvil se realizó mediante el programa Justinmind, El cual es un software de creación de prototipos de alta fidelidad para aplicaciones móviles y web. Genera versiones realistas del producto final que se desea desarrollar.

Todas las interfaces en el proyecto tratan de tener generar una experiencia de usuario agradable, con interfaces que no estén recargadas y vayan acorde con la temática del proyecto desarrollado.

Las interfaces se dividen en dos segmentos, las que están desarrolladas para todos los roles, y las que están elaboradas para una actividad puntual que será desarrollada por el usuario. En las figuras 12, 13, 14 y 15 se muestran las interfaces desarrolladas para todos los roles.

13.3.1. Interfaces para todos los roles

Figura 13 - Inicio de sesión



Fuente: Creación propia.

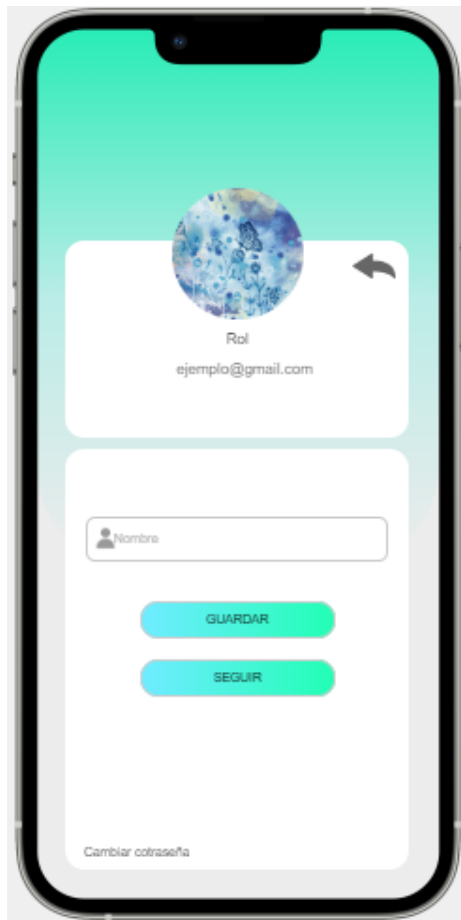
Figura 12 - recuperación de contraseña



Fuente: Creación propia

En las figuras 12 y 13 es de recalcar que el usuario podrá acceder a su cuenta mediante un correo electrónico y contraseña, en caso de olvidar la contraseña se enviará un mensaje al correo registrado para poder cambiar la contraseña. Cabe aclarar que las cuentas no pueden ser creadas por los mismos usuarios, ya que estos son otorgados a cada uno, por esta razón no existe la opción de creación de cuenta.

Figura 14 - Perfil



Fuente: Creación propia.

Figura 15 - Guía reciclaje



Fuente: Creación propia

En la figura 14 Se muestra como sería la interfaz del perfil, por medio de esta el usuario administrara su nombre e imagen, el correo y el rol no se pueden cambiar y están por defecto en cada cuenta, al presionar en el botón de iniciar se llevará a la interfaz de la figura 15, en la que se encontrara una pequeña clasificación de la separación de residuos para retroalimentación. En la parte superior derecha se encuentra un menú desplegable que muestra las opciones específicas de cada rol.

13.3.2. Interfaces para roles específicos

13.3.2.1. Interfaz de gerente de proyecto

El gerente del proyecto debe poder ver cuáles son las estadísticas de uso de las canecas, esto lo podrá hacer para la toma de decisiones como lo son estrategias de reciclaje o analizar cuáles son los residuos que más se utilizan en su institución.

Figura 16 - Estadísticas



Fuente: Creación propia.

Figura 17 - Descripción del desecho



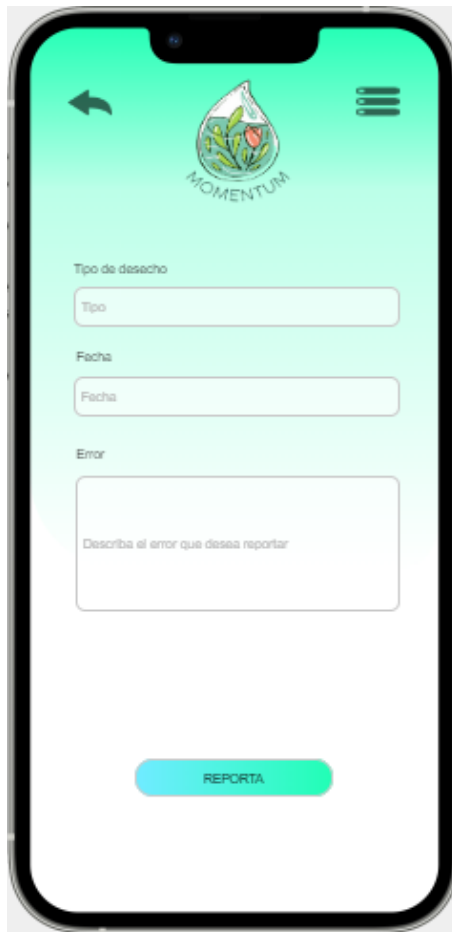
Fuente: Creación propia

En la figura 16 encuentran las estadísticas del funcionamiento de las canecas, están el porcentaje a tiempo real del uso de las canecas, para entender en ese momento cual es la

caneca más utilizada, de igual forma esta esa misma información, pero recopilada por meses.

En la figura 17 se ve la información de forma más puntual sobre algún residuo específico, como cuanto fue el peso total, este dato es ingresado por el personal de apoyo tras hacer labores de mantenimiento. También encuentra el número de elementos que se registraron, este dato lo obtiene de forma automática el sistema mediante el cuento de usos del sensor específico.

Figura 18 - Reporte de errores



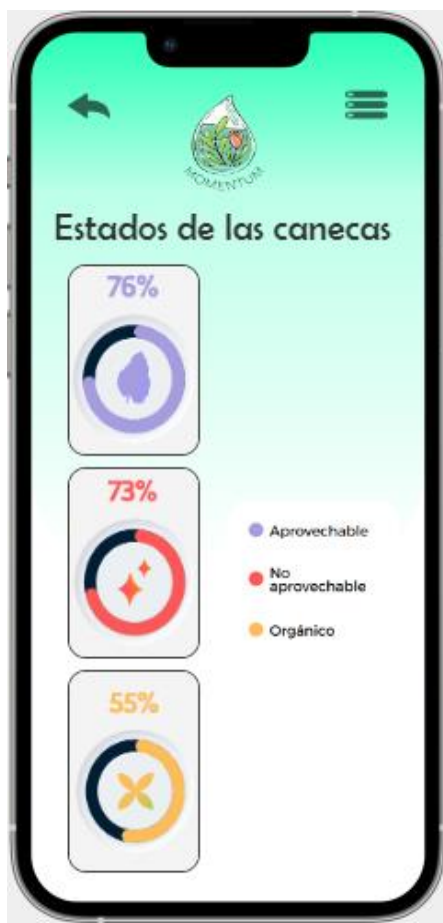
Fuente: Creación propia

En la figura 18 se encuentra el formato de registro de errores, esto para en caso de que el gerente de proyectos evidencie algún problema con los componentes electrónicos reportarlo y el ingeniero pueda ir a repararlo. Se diligencia teniendo en cuenta en que desecho vio el problema, la fecha y una breve descripción del problema.

13.3.2.2. Interfaz de personal de apoyo.

El personal de apoyo es el encargado del mantenimiento de las canecas, por lo que tiene que hacer una revisión de si estas ya se encuentran en su capacidad maxima para hacerles mantenimiento. .

Figura 19 - Estado de las canecas



Fuente: Creación propia.

Figura 20 - Datos de desechos

Fuente: Creación propia

En la figura 19 se encuentran los estados en los que se encuentran las canecas, de esta forma el personal de apoyo podrá decidir en qué momento realizar el cambio de la bolsa de cada caneca.

En la figura 20 el personal de apoyo podrá introducir la información de tipo de desecho, el peso que tiene la bolsa de desechos y la fecha en la que fue pesada. Esta información se graficará y estará a la vista del gerente de proyectos y el ingeniero.

De igual forma que el gerente de proyectos, el personal de apoyo tiene la opción de reportar un error (figura 17), este también llegara al ingeniero para que pueda ser atendido.

13.3.2.3. Interfaz de ingeniero.

El ingeniero puede y debe tener acceso a las vistas de los otros roles, de esta forma podrá identificar por el mismo error de ser el caso y no esperar a que los otros roles reporten un error.

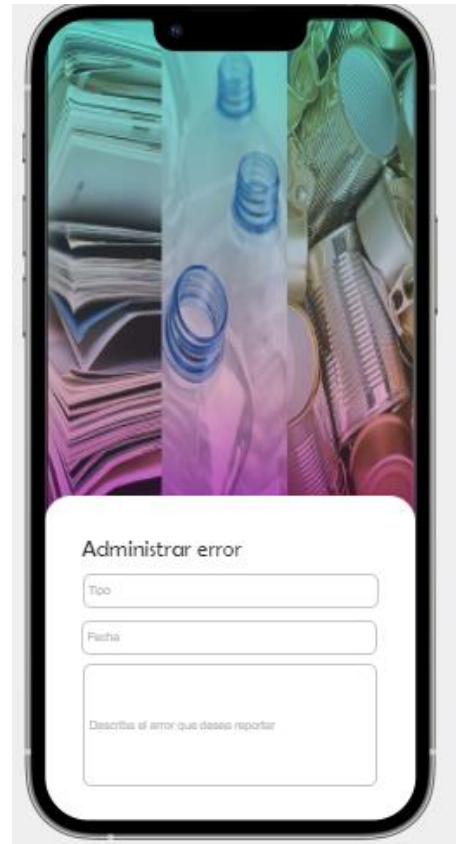
Es por este motivo que puede acceder a las estadísticas y estados de las canecas, si nota algún tipo de inconsistencia en el comportamiento de estas, como lo puede ser una gráfica con un comportamiento lineal, esto significaría el mal funcionamiento de un sensor y que necesita ser revisado o cambiado.

Figura 22 - Lista de errores



Fuente: Creación propia.

Figura 21- Administrador de errores



Fuente: Creación propia

En la figura 21 se encuentran la lista de los errores reportados por los otros roles, tiene una imagen de en qué caneca se reporta y quien hizo el reporte. Cuando el error sea solucionado, el ingeniero lo deslizará a la derecha y se eliminará de la lista.

En la figura 22 se encuentran el administrador de errores, para llegar a esta vista se le dará clic desde la lista y se ve a profundidad la descripción del error, el tipo de caneca y la fecha del reporte.

14. ANÁLISIS DE COSTOS

Toda la información mostrada a continuación esta tratada en pesos colombianos.

14.1. Costos directos

Los costos directos elaboración del prototipo funcional de la caneca está dividido en los costos de la parte electrónica del producto y el contenedor físico encargado en el que se pondrá todo el mecanismo, teniendo un costo de \$362.800 y \$278.500 respectivamente, para un total de \$641.300. En las figuras 2 y 3 se desglosan las especificaciones de cada uno de estos costos.

Tabla 3 - Presupuesto inicial parte electrónica

INVERSIÓN INICIAL COMPONENTES TECNOLÓGICOS PROTOTIPO							
NO	Producto	Marca	Detalle	Características	Cantidad	Valor unitario	Precio
1	Placa de circuito impreso	Arduino	Uno R3	Estándar	1	\$56.000	\$56.000
2	Placa de circuito impreso	Arduino	Nano	Estándar	1	\$32.000	\$32.000
3	Protoboard	Wish	WISH-102	Cantidad de puntos: 840 Largo x Ancho x Altura: 165 mm x 75 mm x 10 mm	4	\$12.000	\$48.000
4	Sensor óptico	Arduino	Herradura digital	Voltaje mínimo de entrada límite - Voltaje máximo de entrada límite: 5V - 5V Ancho: 5 mm	1	\$15.400	\$15.400
5	Sensor de ultrasonido	Arduino	Hc-sr04	Microcontrolador: ATmega328P Voltaje de funcionamiento: 5V	3	\$6.500	\$19.500
6	Sensor de humedad	Arduino	CNT5	Voltaje mínimo de entrada límite - Voltaje máximo de entrada límite: 5V - 5V Peso: 13 g	1	\$9.000	\$9.000
7	Sensor inductivo	Arduino	Lj12a3-4-z/bx	Voltaje de alimentación: 24V Corriente de salida: 200 mA Tipo de salida: PNP Distancia de detección: 4 mm Materiales detectables: Metal Es kit: No	1	\$15.500	\$15.500
8	servomotor	Arduino	Sg90	Voltaje mínimo - Voltaje máximo: 4V - 7.2V Largo del servomotor: 22 mm Ancho del servomotor: 11.5 mm Altura del servomotor: 27 cm Peso del servomotor: 10.6 g Largo del cable: 25 cm	3	\$15.000	\$45.000
9	Cables Jumpers	Merkatronix	Macho - Macho	Voltaje máximo de entrada: 1V - 3V Voltaje mínimo de entrada límite - Voltaje máximo de entrada límite: 1V - 30V Longitud: 30 cm Encabezado de pin 1p-1p Compatible con cabezales espaciadores de 2,54 mm	2	\$10.200	\$20.400

INVERSIÓN INICIAL COMPONENTES TECNOLÓGICOS PROTOTIPO							
NO	Producto	Marca	Detalle	Características	Cantidad	Valor unitario	Precio
				Tipo: Macho Macho Unidades: 40			
10	Cables Jumpers	Merkatronix	Hembra - Hembra	Voltaje máximo de entrada: 1V - 3V Voltaje mínimo de entrada límite - Voltaje máximo de entrada límite: 1V - 30V Longitud: 40 cm Encabezado de pin 1p-1p Compatible con cabezales espaciadores de 2,54 mm Tipo: Hembra Hembra Unidades: 10	4	\$13.500	\$54.000
11	Leds	Skulltrap Electronics	Difusos	Ancho: 5 mm Unidades: 100	1	\$9.000	\$9.000
12	Tarjeta WiFi	Node Mcu Lua	Esp8266 Esp-12e	Chip USB serial: CP2102 Voltaje de entrada: 3.3V Pines digitales de salida: 13 Protocolo: 802.11 b/g/n Wi-Fi 2.4 GHz, soporta WPA/WPA2 Protocolo Integrado TCP/IP Potencia de salida: +20dBm en modo 802.11b Color: negro Dimensiones: 5 x 2.6 x 1.3 cm Peso: 20 g	1	\$39.000	\$39.000
Total						\$233.100	\$362.800

Fuente: Creación propia.

Componentes tecnológicos: Incluye aquellos componentes de aspecto tecnológico necesarios para desarrollar el prototipo inicial de acuerdo con el diseño establecido en el proyecto.

Tabla 4 - Presupuesto inicial prototipo contenedor físico

COMPONENTES FÍSICOS PROTOTIPO							
N°	Producto	Marca	Detalle	Características	Cantidad	Valor unitario	Precio
1	Madera	-	-	Madera reutilizada de carácter ecológico			\$ -
2	Pegamento para madera	Pegatex	PI285	Color: Amarillo Garantía: 1 año, registrado en la etiqueta del producto Contenido: 120 ml Dilución: No Base: Cloropreno y Solidos Tipo: De contacto Producto ecológico: No	2	\$8.000	\$16.000
3	Puntillas	Puma	Cabeza 1-1/4pg 500g	Medidas: 1-1/4 pulg Tipo: Con cabeza Contenido: 1 libra Material: Acero Uso: madera maciza Origen: Nacional	1	\$5.900	\$5.900
4	Pintura para madera	Crea	Verde	Base: Agua Contenido: 500 ml Uso: Interior y exterior Terminación: Mate Superficie a aplicar: Madera o soporte debidamente imprimado	1	\$40.000	\$40.000

COMPONENTES FÍSICOS PROTOTIPO							
N°	Producto	Marca	Detalle	Características	Cantidad	Valor unitario	Precio
				Producto ecológico: Certificado emisiones en interior: A+			
5	Pintura para madera	Crea	Blanca	Base: Agua Contenido: 500 ml Uso: Interior y exterior Terminación: Mate Superficie a aplicar: Madera o soporte debidamente imprimado Producto ecológico: Certificado emisiones en interior: A+	1	\$40.000	\$40.000
6	Pintura para madera	Crea	Negra	Base: Agua Contenido: 500 ml Uso: Interior y exterior Terminación: Mate Superficie a aplicar: Madera o soporte debidamente imprimado Producto ecológico: Certificado emisiones en interior: A+	1	\$40.000	\$40.000
7	Barniz para madera	Pintuco	Madetec barniz	Color: Transparente Base: Aceite Beneficio: Secado rápido Contenido: 1/8 galón Uso: Interior Dilución: Ajustador o Varsol Terminación: Mate Tipo: Barnices Características: Para interiores. Recomendaciones: No ingerir, inflamable Superficie a aplicar: Objetos de madera como ventanas, closets y puertas	1	\$20.000	\$20.000
8	Bisagras	Omega	3 Pulg	Tipo Bisagra Mueble Características 3 pulg Función Omega Contenido 2	2	\$5.800	\$11.600
9	Marcado láser	-	-	Grabado Símbolo de reciclaje Especificación de la caneca Tamaño: 15 cm x 15 cm	3	\$35.000	\$105.000
Total						\$194.700	\$278.500

Fuente: Creación propia.

Componentes físicos: Incluye aquellos componentes de aspecto físico necesarios para desarrollar el prototipo inicial de acuerdo con el diseño establecido en el proyecto.

14.2. Costos indirectos

1. Hosting y dominios:

Hosting en un servicio de hosting online permite a publicar un sitio web o aplicación web en Internet. Eso es espacio alquilado en un servidor (el dispositivo informático es mucho más poderoso que una computadora normal, está conectado a

Internet las 24 horas del día para que se pueda acceder al contenido que almacena en cualquier momento). Almacena todos los archivos y datos del sitio web en desarrollo. El proveedor de alojamiento le permite almacenar todos los archivos y bases de datos en el servidor. De esta manera cada vez que el usuario ingrese el nombre de dominio en la barra de navegación el servidor transferirá todos los archivos.

Dominio es el nombre exclusivo y único del sitio web. Este se forma de dos elementos principales; el nombre del sitio y la extensión de dominio.

Con un soto de \$20.000 mensuales incluye: 1 sitio web, 10 GB de espacio AWS, Potencia 1 GB RAM/1 CPU, Correo empresarial, Dominio gratis, Backups diarios con Acronis, Candado de Seguridad SSL, Creador de sitios web, Centros de datos AWS y LiteSpeed + Antivirus.

2. Imprevistos:

Para cualquier imprevisto que se presente tras poner en funcionamiento el prototipo se tiene un presupuesto del 10% del costo final del producto, siendo un equivalente a \$64.000. Con este monto se puede remplazar cualquier parte que tenga un requerimiento funcional y no funcional en el dispositivo, siendo mayor que el componente más costoso que es el Arduino Uno con un valor de \$56.000.

14.3. Capital de trabajo

1. Recursos Humanos:

Tabla 5 - Gastos de personal prototipo

GASTOS DE PERSONAL PROTOTIPO							
NO	Cargo	Disponibilidad	Meses invertidos etapa inicial	Cantidad de personal	Salario mensual	Parafiscales y aportes	Costo mensual
1	Ingeniero de sistemas	Tiempo completo	1	1	\$ 2.500.000	\$ 1.325.000	\$ 3.825.000
2	Ingeniero apoyo	Medio tiempo	1	1	\$ 1.000.000	\$ 530.000	\$ 1.530.000
3	Gerente de proyecto	Medio Tiempo	1	1	\$ 1.000.000	\$ 530.000	\$ 1.530.000
4	Personal de apoyo	Medio Tiempo	0	0	\$ 500.000	\$ 265.000	\$ 0
Total					\$ 5.000.000	\$ 2.650.000	\$ 6.885.000

Fuente: Creación propia.

Gastos de personal: Incluye los gastos de personal cuantificados a mercado de personal actual incluida la carga prestacional, para la inversión inicial son profesionales de medio tiempo y tiempo completo por un mes. Es el rubro más significativo teniendo en cuenta que la producción intelectual predomina en el proyecto.

2. Materia prima:

Pensando en que las bolsas de basura se cambien a diario en cada caneca se necesitan comprar paquetes de 30 unidades de bolsas verdes, blancas y negras, con dimensiones mínimas de 90 cm x 40 cm, o de dimensiones similares. Con esto en mente se presupuesta comprar el paquete que trae 30 unidades de cada bolsa con dimensiones de 90 cm x 70 cm, siendo estas las medidas que más se logran acomodar a lo requerido. Con un coste de \$19.000 mensuales.

Tabla 6 - Inversión total inicial

Componentes	Valor
COMPONENTES TECNOLÓGICOS PROTOTIPO	\$ 362.800
COMPONENTES FÍSICOS PROTOTIPO	\$ 278.500
GASTOS DE PERSONAL PROTOTIPO	\$ 6.885.000
Costo Inversión Inicial	\$ 7.526.300

Fuente: Creación propia.

De acuerdo con lo anterior, el costo de la Inversión inicial asciende a \$7.526.300 en el diseño y elaboración del prototipo.

Tabla 7 - Costos de producción

IPC	5%										
COSTOS DE PRODUCCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
Costos fijos (ya no incluye ingeniero de diseño y maquetado)	641.300	673.365	707.033	742.385	779.504	818.479	859.403	902.373	947.492	994.867	1.044.610
Personal de producción											
Ajustado personal operativo (1 operario 2 días)	102.000	107.100	112.455	118.078	123.982	130.181	136.690	143.525	150.701	158.236	166.148
Costos directos	743.300	780.465	819.488	860.463	903.486	948.660	996.093	1.045.898	1.098.193	1.153.103	1.210.758
Otros costos indirectos (incluye mercadeo y publicidad) 15%	111.495	117.070	122.923	129.069	135.523	142.299	149.414	156.885	164.729	172.965	181.614
Costo de producción por unidad	1.598.095	1.678.000	1.761.899	1.849.995	1.942.495	2.039.619	2.141.600	2.248.681	2.361.115	2.479.171	2.603.130

Fuente: Creación propia.

Tabla 8 - Ganancias

Valor de venta unitario											
Ingresos por unidad	1.917.714	2.013.600	2.114.279	2.219.995	2.330.994	2.447.543	2.569.920	2.698.417	2.833.338	2.975.006	3.123.756
20% adicional del costo											
Utilidad por Unidad	319.619	335.600	352.380	369.999	388.499	407.924	428.320	449.736	472.223	495.834	520.626
Proyecto de ventas	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
Cantidades vendidas	50	53	56	59	62	65	68	71	75	79	83
Ventas	95.885.700	106.720.784	118.399.626	130.979.678	144.521.621	159.090.282	174.754.556	191.587.596	212.500.346	235.025.453	259.271.718
Utilidad en ventas	15.980.950	17.786.797	19.733.271	21.829.946	24.086.937	26.515.047	29.125.759	31.931.266	35.416.724	39.170.909	43.211.953

Fuente: Creación propia.

Es un proyecto que busca por medio de la tecnología aportar a la sostenibilidad ambiental. Por medio de diferentes técnicas de sostenibilidad, como lo es el material de elaboración, y las tecnologías utilizadas.

Para recuperar la inversión e iniciar la producción, comercialización y distribución se proyecta realizar alianzas estratégicas con fábricas que faciliten y minimicen los costos de producción para luego establecer acercamientos con entidades gubernamentales que estén interesadas en el producto, atendiendo las políticas de favorecimiento al medio ambiente, para ser instaladas en las diferentes sedes gubernamentales.

Las canecas interactivas además de tener el componente ambiental sirven como mecanismo de enseñanza y concientización a los usuarios y como publicidad a favor del medio ambiente y de las entidades gubernamentales.

15. CONCLUSIONES

Mediante este proyecto de grado se logró realizar el maquetado del prototipo de canecas interactivas de tal manera que motive el aprendizaje de separación de restos mediante la repetición.

Así mismo, a través del aplicativo MOMENTUM se programaron la interfase para determinar las responsabilidades de los diferentes roles de usuario para obtener una recopilación precisa de la información mínima necesaria en el análisis del comportamiento de recolección de basura por parte de los usuarios.

En cuanto a los requerimientos de hardware, se identificaron los requerimientos funcionales y no funcionales que permitieran la medición del comportamiento de los usuarios mediante el uso especialmente de un sensor ultrasónico, entre otros, ya que es el único componente que tiene una función directa dentro de la aplicación alertando a los usuarios la capacidad de las canecas.

Para finalizar, esta propuesta se considera sostenible financieramente de acuerdo con el análisis de costo realizado y sostenible ambientalmente mediante el aporte que se brinda a la sociedad mediante el uso de las tecnologías de la información y el aprovechamiento de materiales reciclados usados en la elaboración de las canecas, por medio del ciclo de vida Cradle to Cradle, que busca la menor cantidad de residuos posibles.

16. REFERENCIAS

- FUNDACIÓN CONSUMER EROSKI. (2005). LA IMPORTANCIA DE RECICLAR. *Escuela Idea Sana*, Escuelas Idea Sana EROSKI.
- Jaramillo, M. (2018, 8 marzo). *Cinco Razones Por Las Qué La Gente No Recicla Y Cinco Razones Por Las Que Deberían* | ACR Latinoamérica. ACR Latinoamérica. <https://www.acrlatinoamerica.com/201012233518/noticias/lo-verde/cinco-razones-por-las-que-la-gente-no-recicla-y-cinco-razones-por-las-que-deberian.html#:~:text=El%20reciclaje%20es%20inconveniente.,que%20simplemente%20no%20les%20interesa.>
- Kumar, S. (2021, 19 agosto). *Problemas de la basura: causas, efectos y soluciones*. EcoPortal.net. <https://www.ecoport.net/temas-especiales/problemas-de-la-basura-causas-efectos-y-soluciones/>
- *Contenedor inteligente mejoraría separación de residuos*. (2019, 16 septiembre). MinAgricola. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Contenedor-inteligente-mejorar%C3%ADa-separaci%C3%B3n-de-residuos.aspx>
- *Estudiantes pascualinos diseñaron basurero automático con materiales reutilizables para enseñar a reciclar a las personas*. (2020, 21 mayo). PASCUAL BRAVO BOLETÍN.

<https://pascualbravo.edu.co/comunicaciones/index.php/boletines-prensa/2020/2367-boletin-9-estudiantes-pascualinos-disenaron-basurero-automatico-con-materiales-reutilizables-para-ensenar-a-reciclar-a-las-personas>

- Castrillon, D., & Suaza, W. A. (2016). *DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RECICLAJE, TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS Y GRISES PARA UNA VIVIENDA*. UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.
<https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/1029/1/TH%20IE%200326.pdf>
- Delgado, D., & Guerrero, J. F. (2020). *UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA*. Universidad autónoma de occidente.
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12344/T09205.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Pachón, D. L. (2018). *PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA SELECCIÓN DE EMPAQUES DE PLÁSTICO, VIDRIO Y LATA EN EL PROCESO DE RECICLAJE*. UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA.
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2497/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Sanmartín, G. S. (2017). *EL RECICLAJE: UN NICHOS DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO CON ENFOQUE AMBIENTALISTA*. Universidad Metropolitana. República del Ecuador.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100005

- Torrente, O. (2016). *El mundo GENUINO - ARDUINO Curso práctico de formación* (Primera edición ed.). Alfaomega.
- Vargas, C. L., & Cabezas, J. A. (2019). *AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO MECÁNICO DE RECICLAJE DE BAJO COSTO A PARTIR DE BOTELLAS PET*. Universidad Católica De Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23500/1/Trabajo%20de%20Grado%20%28Botellas%20PET%29.pdf>
- *Código de colores para el reciclaje en Colombia*. (2020, 16 enero). ambientum.
<https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/codigo-de-colores-para-el-reciclaje-en-colombia.asp>