

COMUNIDADES SOSTENIBLES

[HTTPS://GITHUB.COM/ARNYSALAZAR/FDD](https://github.com/ARNYSALAZAR/FDD)

Grupo 4



¿SABÍAS QUE?

EN LIMA SE PRODUCEN MÁS DE 8,630 TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS AL DÍA, UN EQUIVALENTE A TENER EL ESTADIO NACIONAL LLENO DE BASURA





Problemática y ODS

La **ausencia de rutas óptimas** para la recolección de basura es un **desafío** crucial en la **gestión de residuos** en San Borja, lo cual compromete la eficiencia del sistema y contribuye al deterioro del entorno urbano.

¿Cuáles son sus metas?

1. Facilitar el trabajo de los **recogedores de desechos**.
2. **Conservar la limpieza** de las entidades donde se use el dispositivo.
3. Unir al país en el camino de las ODS.
4. **Reducir la aglomeración** de **desperdicios en los contenedores**.
5. Reducir los gases de efecto invernadero.
6. Considerar a las empresas privadas en la correcta **gestión de residuos**.



11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



Figura: Metas e indicadores de ODS 11 y 12

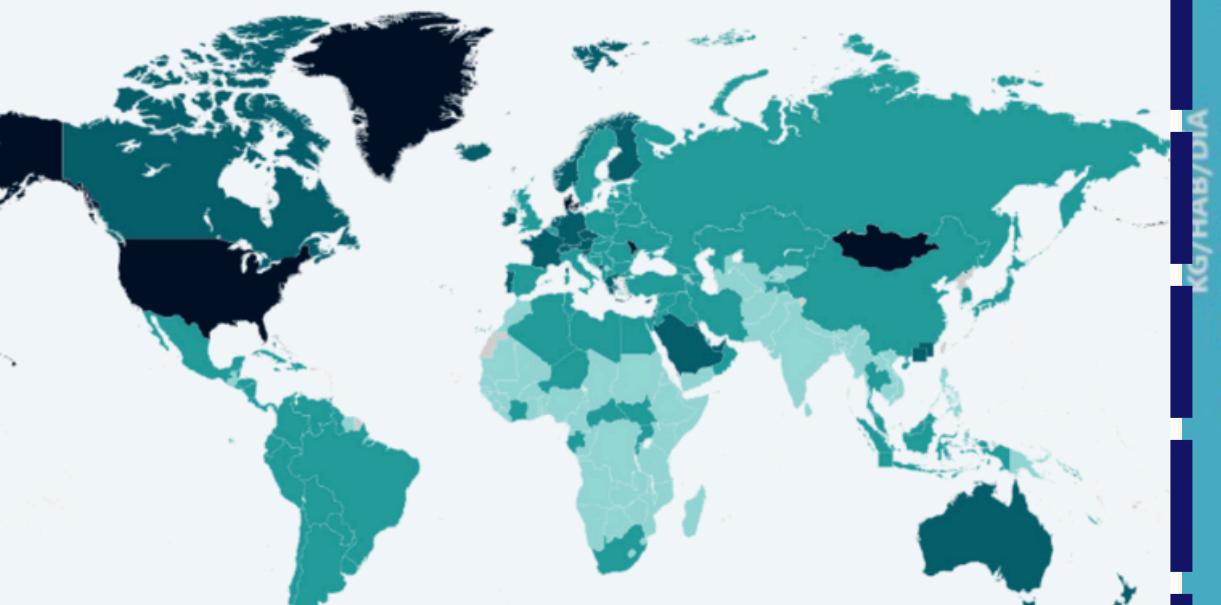
Contexto Social

Contexto mundial

Un mundo de residuos

Desechos sólidos municipales generados per cápita al año

Menos de 200 kg 200-499 kg 500-799 kg 800-1.100 kg



Cantidad de residuos sólidos municipales generados por persona. Statista 2022

- Aumento de residuos sólidos por cada habitante entre el 2016 y 2050 se estima un 70% de incremento de residuos sólidos

Contexto Sudamericano

Generación de residuos sólidos urbanos o municipales en Kg/hab/día en países de LAC



Residuos sólidos por habitante en kilogramo. Britcham

- 540 000 toneladas diarias se pronostica que para el año 2050 se llegue a producir 671000 toneladas por día

Contexto Regional

Generación de Residuos Sólidos, 2020

10 provincias

=
3,4 millones de toneladas al año de residuos sólidos

n.º	Provincia	Generación Municipal Anual (t/año)	Generación Municipal Diaria (t/día)	Generación Municipal Per Cápita (kg/hab./día)
1	Barranca	39 331,85	107,76	0,80
2	Cajatambo	706,43	1,94	0,49
3	Canta	1 714,22	4,70	0,55
4	Cañete	60 188,81	164,90	0,73
5	Huaral	52 691,29	144,36	0,83
6	Huarochirí	11 885,83	32,56	0,74
7	Huaura	65 977,68	180,76	0,83
8	Lima	3 220 072,93	8822,12	0,91
9	Oyón	2 499,36	6,85	0,53
10	Yauyos	2 762,43	7,57	0,66
Total		3 457 830,83	9473,51	0,90

Extraido de MINAM

- En el año 2020 se produjeron un total de 7 905 118 toneladas de residuos sólidos en el país según datos evaluados por el Ministerio de Ambiente

Contexto Económico

Nivel Internacional

- Suiza dedica el 1,8% de su PIB a la protección del medio ambiente (gestión de los desechos y de las aguas residuales).
- Modelo de economía circular en conjunto con medidas adoptadas por la Confederación.

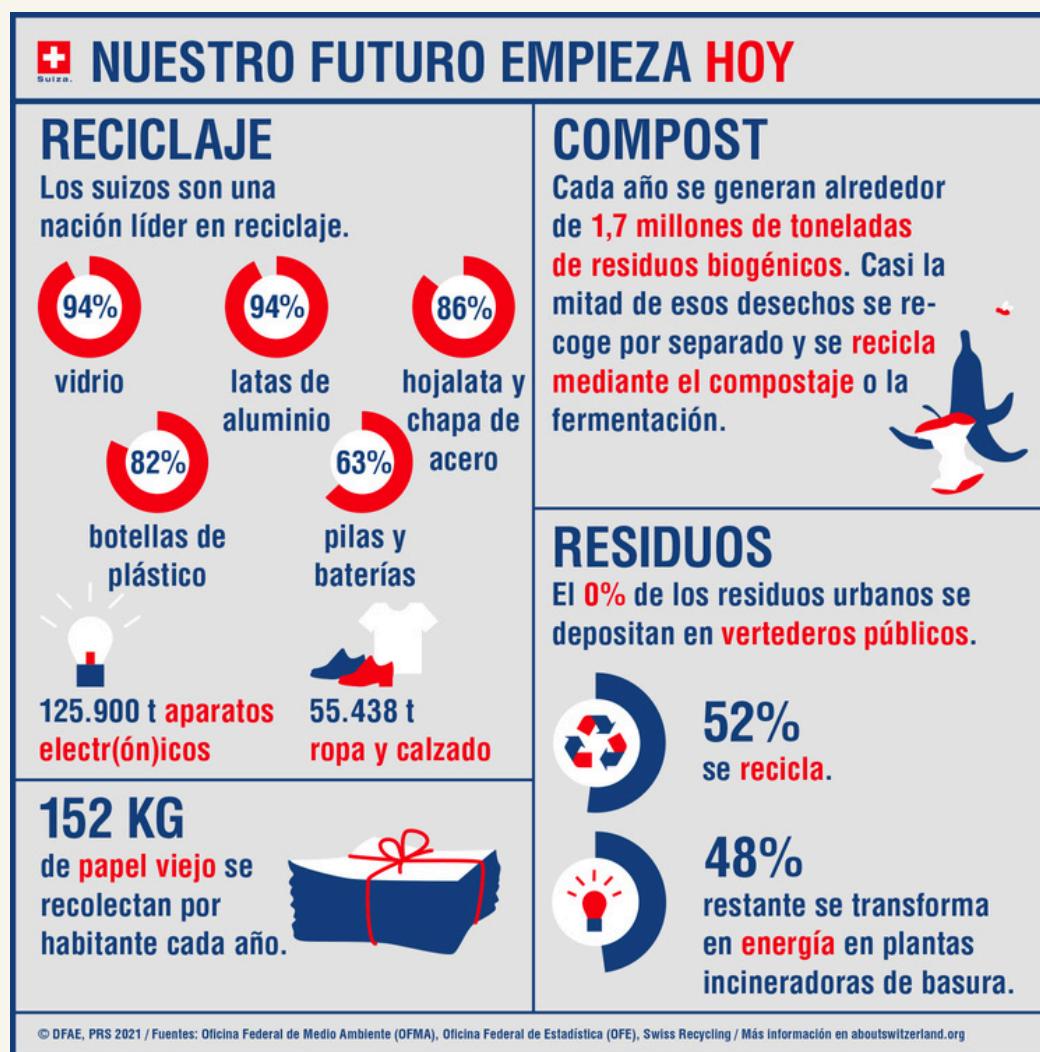


Figura: Infografía: Nuestro Futuro Empieza Hoy - Suiza

Nivel Sudamericano

- Fue aprobada para Argentina una línea de crédito condicional por hasta US \$300 millones para mejorar la gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU) de parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Nivel Regional (Perú)

- Inversión extranjera respecto en el tema de la gestión integral de residuos sólidos solo se ha ejecutado en un 73.08%

	MONTO DEL PROGRAMA EJECUTADO*				
	Ejecución Acumulada				
	Programa Viable	Programa Actualizado	Devengado Acumulado*	Saldo por Ejecutar	% Ejecución
COMPONENTE 1 PROYECTOS	279,351,896	426,047,088	303,809,922	122,237,166	71.31%
COMPONENTE 2 GESTIÓN	18,347,482	55,930,982	48,409,262	7,521,720	86.55%
TOTAL	297,699,378	481,978,070	352,219,184	129,758,886	73.08%

* Hasta noviembre del año 2020

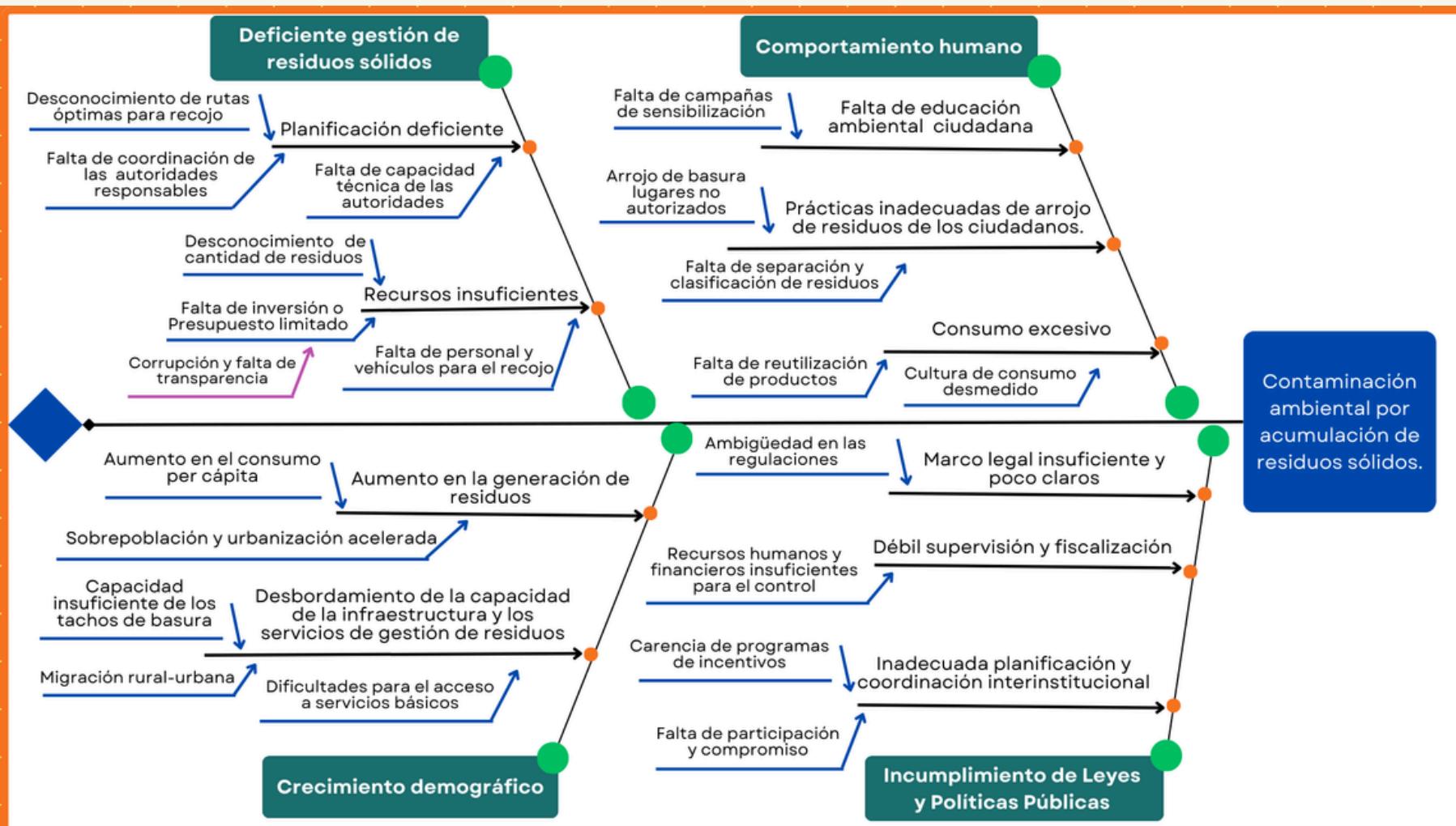
Fuente: Portal de transparencia MEF

Cifras en cuanto a la ejecución del proyecto PROG. 016-2010-SNIP

Herramientas usadas para Identificar el Problema

Diagrama Causa- Efecto: Ishikawa

Customer Journey Map



CUSTOMER JOURNEY MAP				
	Motivación	Identificación	Implementación	Evaluacion
Acciones	Analizar y estudiar la gestión de residuos sólidos en zonas urbanas ya que este se ha ido incrementando. En 2014-2018 de 4,8 a 5,2 millones de toneladas al año, siendo Lima el departamento con mayor Generación Per Cápita a nivel nacional(SIGERSOL, 2019)	Persistencia de la mala gestión de residuos sólidos en zonas urbanas y por ende emisiones de gases efecto invernadero y lixiviados	Plan de optimización de procesos para el recojo de residuos sólidos en zonas urbanas	Se pone aprueba la efectividad del modelo
Sentimientos	Principal razón del dolor de cabeza de vecinos en zonas urbanas porque varias avenidas lucen plagadas de desperdicios y bolsas plásticas llenas de desechos(El Comercio, 2014)	Preocupación, angustia e incomodidad por la mala gestión de residuos sólidos los cuales se ven por las calles	Interés por comprobar la implementación del dispositivo IoT	Gratificación por la utilidad del dispositivo IoT en la mejora de la gestión de residuos sólidos.
Experiencia				
Expectativas	Preocupación e impotencia porque las personas pobres de los países en desarrollo son quienes más sufren con la mala gestión de residuos sólidos ya que más del 90% de los desechos se vierten o queman a cielo abierto; además transmite enfermedades(Banco Mundial, 2018)	Incertidumbre de saber si será de utilidad y mejora para la comunidad el dispositivo generando un impacto positivo en su día a día.	Se encuentra en un proceso de adaptación y aprendizaje sobre el nuevo modelo IoT en sus comunidades, por ende se muestra confuso, entusiasmado y ecéptico por saber si funcionara	Temor de que el modelo no sea lo suficientemente útil como para dejar de utilizar los botaderos a cielo abierto por ende su calidad de vida no mejore y aparezcan nuevas enfermedades.
Soluciones	Creación del programa EDUCCA en las municipalidades para la mejora de la gestión de residuos sólidos e incentivos por el MINAM. Creación de programas de sensibilización con el objetivo de educar(Vera, 2019). Creación de botaderos informales en zonas urbanas(Valencia, 2016)	Creación del programa EDUCCA en las municipalidades para la mejora de la gestión de residuos sólidos e incentivos por el MINAM. Creación de programas de sensibilización con el objetivo de educar(Vera, 2019). Creación de botaderos informales en zonas urbanas(Valencia, 2016)	Se ha implementado la quema de basura como alternativa a la acumulación de basura en la calle lo que genera más molestias(RPP,2022)	Al momento de usar el prototipo este es confortable y práctico con la optimización del tiempo, el trabajo y la gestión de los residuos sólidos.
Verificación				Se presencia cambios positivos y útiles en la optimización del trabajo con la implementación del prototipo

Elaboraciones Propias

Contexto Comercial

Dispositivos en el mercado con funcionalidades similares a nuestro software :



Supply Chain Excellence Delivered.



Logos de las empresas que ofrecen software segidores de línea

Contexto Científico

Artículo 1: Modelo de optimización de rutas de recogida de residuos para vincular el ahorro de costes y reducción de emisiones para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible



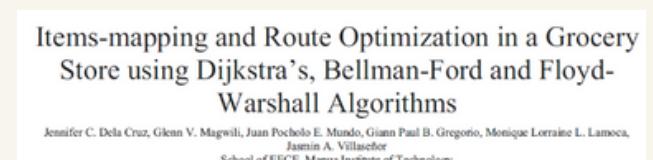
ODS 11 Y 12
Capacidad de los vehículos de recolección
Distancia entre contenedores
Cantidad de residuos recolectados

Artículo 2: Recolección de Residuos Sólidos como servicio mediante solución IoT para Ciudades Inteligentes



Sensores Ultrasonidos
Módulos Wi-Fi
Almacenamiento en la nube
Google Maps API

Artículo 3: Mapeo de artículos y optimización de rutas en una tienda de comestibles utilizando los algoritmos de Dijkstra, Bellman-Ford y Floyd-Warshall



Algoritmo de Dijkstra se destacó por su menor tiempo computacional
Entorno Microsoft Visual Studio

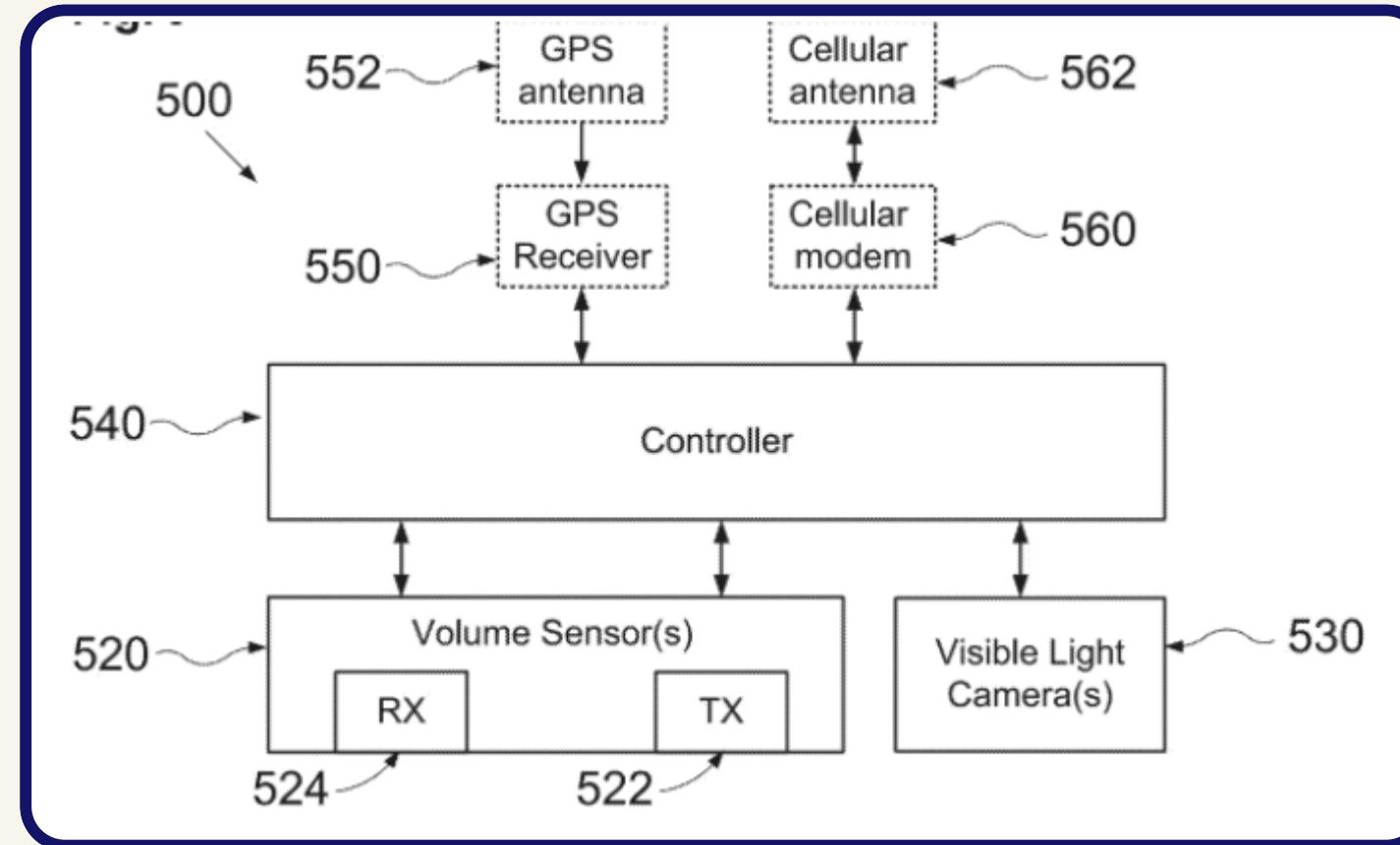
Artículo 4: Planificador de rutas para recojo de desechos sólidos utilizando el Algoritmo de Dijkstra



Grafo dirigido ponderado
API de Google Maps
Visualización de Mapas

Patentes

Dispositivo, sistema y método para la monitorización, control y optimización de un servicio de recogida de residuos sólidos



Sistema de un manejo de residuos sólidos en las rutas de camiones con la ayuda de dispositivos descritos en la en figura

Sistema y método inteligente e informatizado de recogida y transferencia de basuras municipales con funcionamiento colaborativo multivehículo

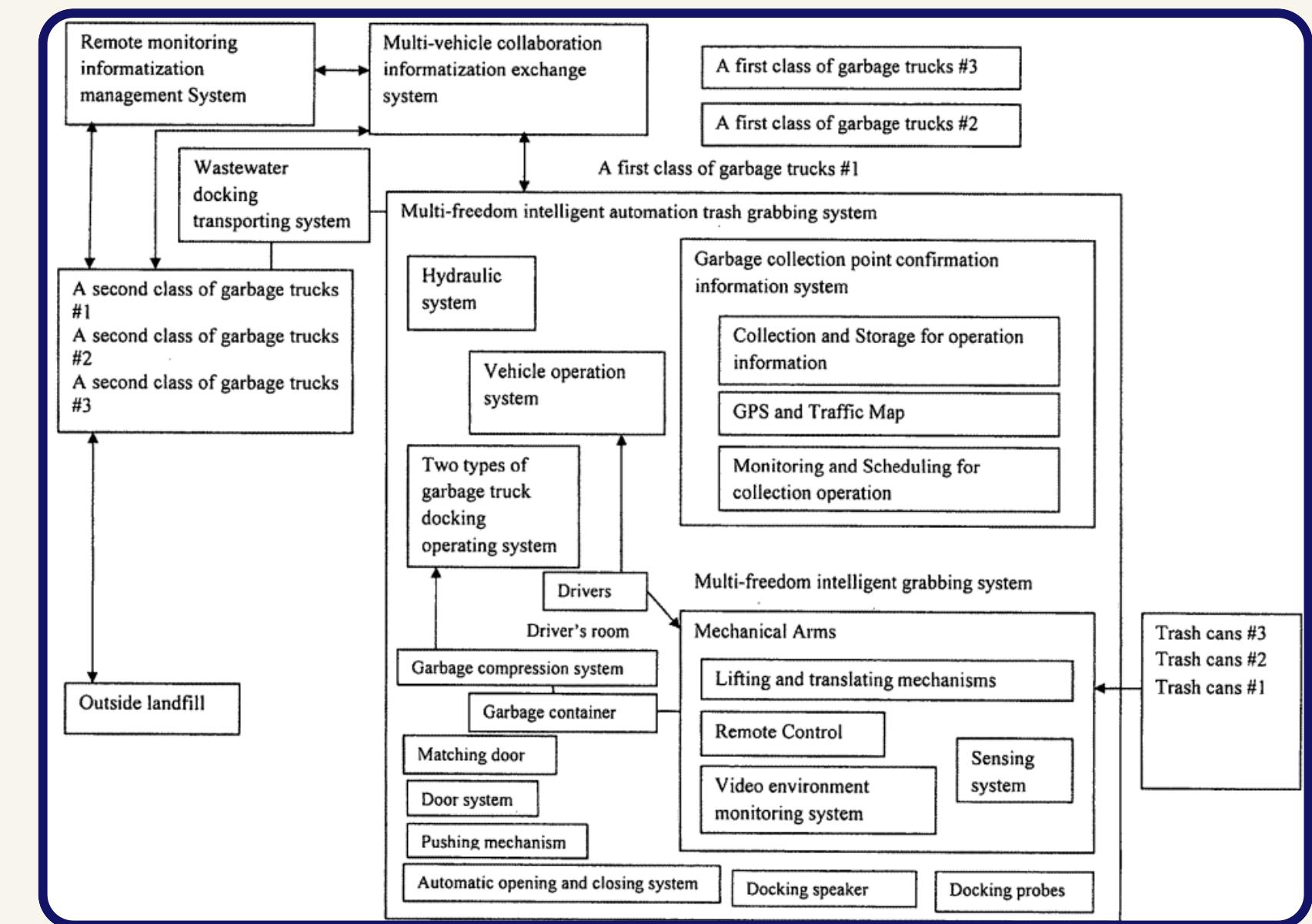
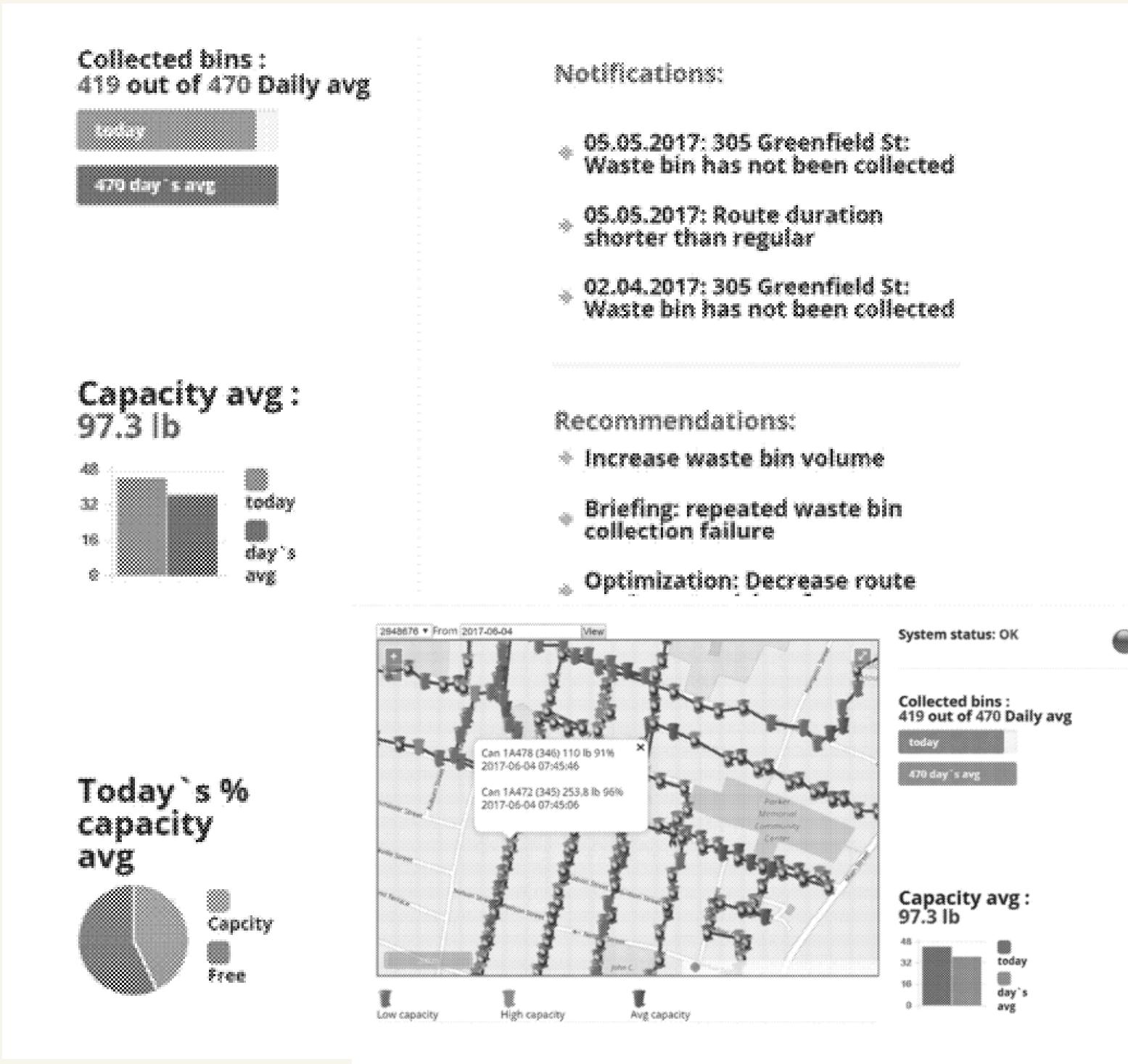


Diagrama de bloques de un principio de un sistema inteligente de informatización y colaboración múltiple de vehículos de recogida de basura urbana

Aplicacion del patente

Es un registro de recogida de basura donde cada entrada del registro contiene los datos de un único contenedor de residuos. Cada registro contiene el lugar de recogida, el ID de los residuos, el peso de los residuos, la relación, en porcentaje, entre el contenido de residuos recogidos y la capacidad del contenedor de residuos (identificado como capacidad en la captura de pantalla), el número de camioneta y la hora de recogida.



Captura de pantalla ejemplar de una vista de mapa de las rutas

Bin	Coordinates	Address	Scale (lb)	Capacity	Truck	Pickup time
1	41.797936,-72.679067	262 Cleveland Ave Hartford CT 06120	35.0	7%	2948676	00:00:05
2	41.799056,-72.680912	Waverly St Hartford CT 06112	174.0	56%	2948676	00:00:34
3	41.797552,-72.678809	881-893 Garden St Hartford CT 06112	89.0	52%	2948676	00:01:46
4	41.797318,-72.676750	924 Garden St Hartford CT 06112	101.5	62%	2948676	00:02:12
5	41.798800,-72.680855	Waverly St Hartford CT 06112	83.3	47%	2948676	00:02:47
6	41.797072,-72.678838	875-889 Garden St Hartford CT 06112	126.1	82%	2948676	00:03:28
7	41.798480,-72.681041	Waverly St Hartford CT 06112	86.2	48%	2948676	00:04:06
8	41.791825,-72.683573	256-318 Westland St Hartford CT 06112	236.7	76%	2948676	00:04:33
9	41.794448,-72.676380	325-333 Barbour St Hartford CT 06120	119.5	77%	2948676	00:05:38
10	41.796848,-72.679067	875-889 Garden St Hartford CT 06112	14.2	12%	2948676	00:05:58
11	41.792145,-72.684732	256-318 Westland St Hartford CT 06112	51.2	20%	2948676	00:06:30
12	41.793425,-72.683444	181-121 Love Ln Hartford CT 06112	168.0	54%	2948676	00:06:42
13	41.792273,-72.685461	256-318 Westland St Hartford CT 06112	85.5	49%	2948676	00:06:37
14	41.796528,-72.679153	875-889 Garden St Hartford CT 06112	73.2	59%	2948676	00:06:50
15	41.799936,-72.677093	307-323 Barbour St Hartford CT 06120	120.5	78%	2948676	00:09:17
16	41.798256,-72.680826	Cleveland Ave Hartford CT 06112	110.4	69%	2948676	00:09:48
17	41.798512,-72.678423	925-999 Garden St Hartford CT 06120	115.6	74%	2948676	00:10:06
18	41.792439,-72.685976	256-318 Westland St Hartford CT 06112	66.9	53%	2948676	00:11:00
19	41.798833,-72.678345	925-999 Garden St Hartford CT 06120	81.6	45%	2948676	00:11:49
20	41.799649,-72.677264	307-323 Barbour St Hartford CT 06120	91.2	53%	2948676	00:12:07
21	41.797712,-72.678466	262 Cleveland Ave Hartford CT 06120	202.4	66%	2948676	00:12:33
22	41.792529,-72.686663	318 Westland St Hartford CT 06112	122.0	79%	2948676	00:15:34
23	41.797584,-72.677651	262 Cleveland Ave Hartford CT 06120	63.3	30%	2948676	00:15:52

Una captura de pantalla ejemplar del registro de recolección de basura, de acuerdo con la presente invención.

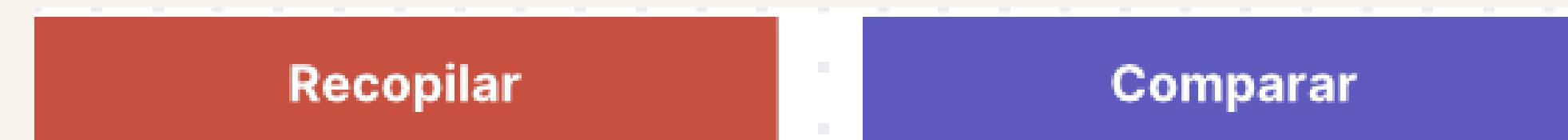
¿Qué nos diferencia?

- **Optimiza** rutas en tiempo real mediante Dijkstra
- **Prioriza** contenedores más llenos
- **Modular, escalable y compatible** conplataformas de sofware
- Al año se podría ahorra hasta un 50% del presupuesto en operarios(S/. 6,150.00) y en eqipos de proteccion personal(S/. 3720.00)
- Es **intuitivo** con las personas.
- Genera un plan de gestión de residuos más **eficiente y ecoamigable**.
- **Monitoreo** de puntos de recojo
- **Multigeolocalizacion** de camiones recolectores.
- **Menor riesgo a contrer enfermedades** (respiratorias un 8.6% e parasitosis intestinalesen un 2,2%)



Lista de Requerimientos

Funcionales



No Funcionales





Propuesta de Solución

SISTEMA DE RUTAS ÓPTIMAS PARA RECOJO DE RESIDUOS

Algoritmo de Optimización de Rutas

Algoritmo de Dijkstra, **prioriza los contenedores más llenos**, optimizando la ruta de recolección para **reducir las emisiones, ahorrar tiempo y costos**.



Prototipo de Recolección

- Mapa de nodos interconectados (mini contenedor de basura)
- Potenciómetros (nivel de llenado) conectados a un Arduino (procesa información de llenado)
- Determina la ruta más eficiente (algoritmo de Dijkstra).
- Un vehículo seguidor de línea (sensores) detecta y sigue las líneas marcadas en el suelo (ruta de recolección)

Entradas

- Mapa de nodos y conexiones
- Capacidad de almacenamiento del camión recolector
- Nivel/Capacidad de llenado de cada contenedor
- Estado actual del camión (Ubicación Inicial y final)

Caja Negra



Salidas

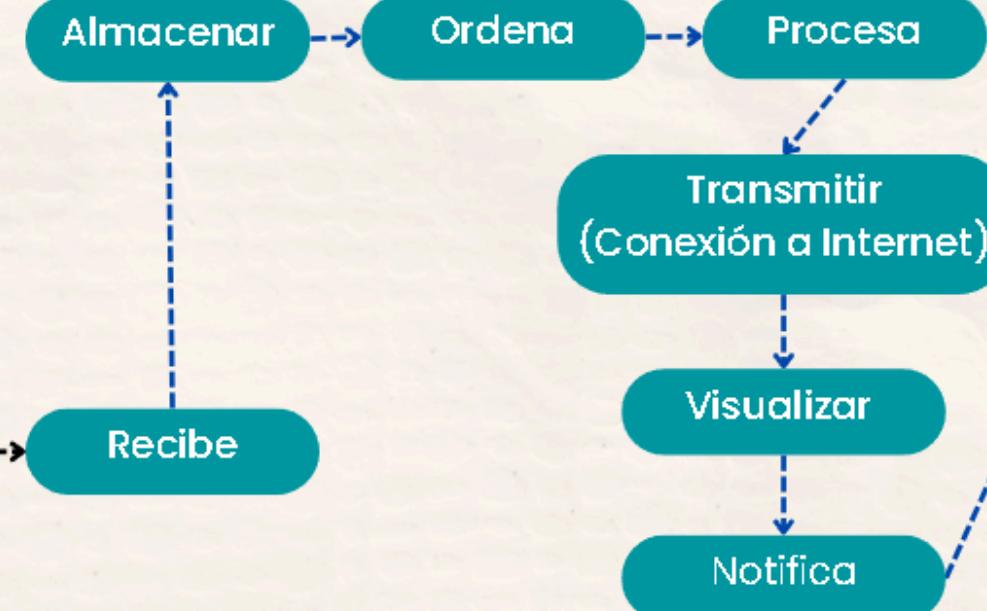
- Alertas de Estado de Contenedor
 - Mapa de Ruta Optimizada
 - Reportes de Monitoreo

Esquema de Funciones

Entradas

- Mapa de nodos y conexiones
- Capacidad de almacenamiento del camión recolector
- Nivel/Capacidad de llenado de cada contenedor
- Estado actual del camión (Ubicación Inicial y final)

Caja Negra



Salidas

- Alertas de Estado de Contenedores
- Mapa Ruta Optimizada
- Reportes de Monitoreo

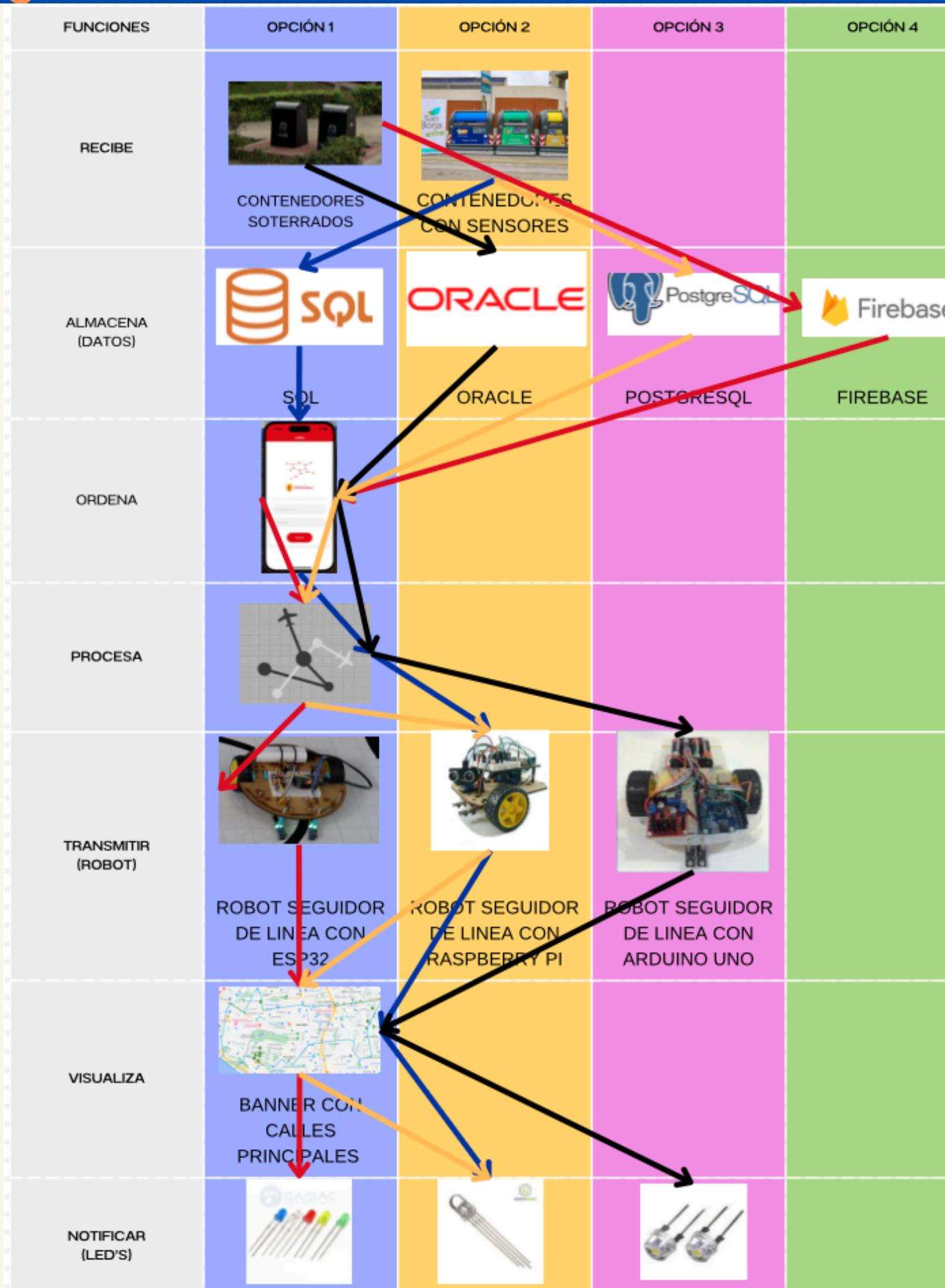
Leyenda

-----> Lectura de Sensores
-----> Flujo de Datos

Definición de funciones

- *Recebe*: Recibe toda la información de los tachos con sensores ya establecidos en diversos puntos del distrito.
- *Almacena*: Los datos son almacenados en una base de datos.
- *Ordena*: Muestro software ordenaría con una matriz de adyacencia los datos y los clasifica según importancia.
- *Procesa*: Nuestro software procesaría y daría la ruta más óptima según nuestro algoritmo.
- *Transmite*: Daría la orden al camión compactador (en este caso representado por un carro seguidor de línea) sobre la ruta que debe seguir.
- *Visualiza*: El usuario podrá visualizar la ruta escogida mediante la app ya implementada.
- *Alerta*: Una vez terminada la acción daría una señal de alerta para indicar el fin de su recorrido

Matriz Morfológica y Tabla de Valoración



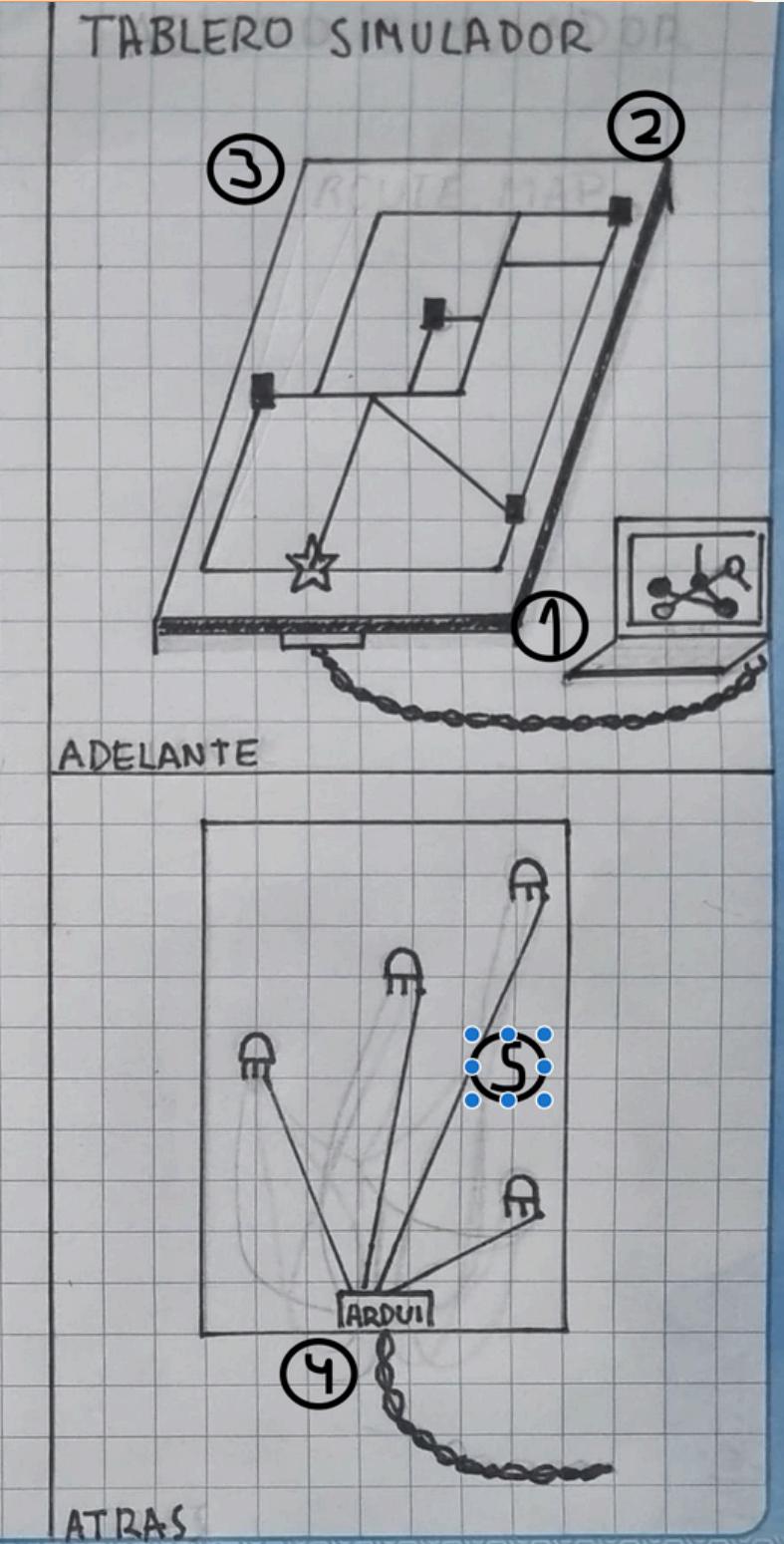
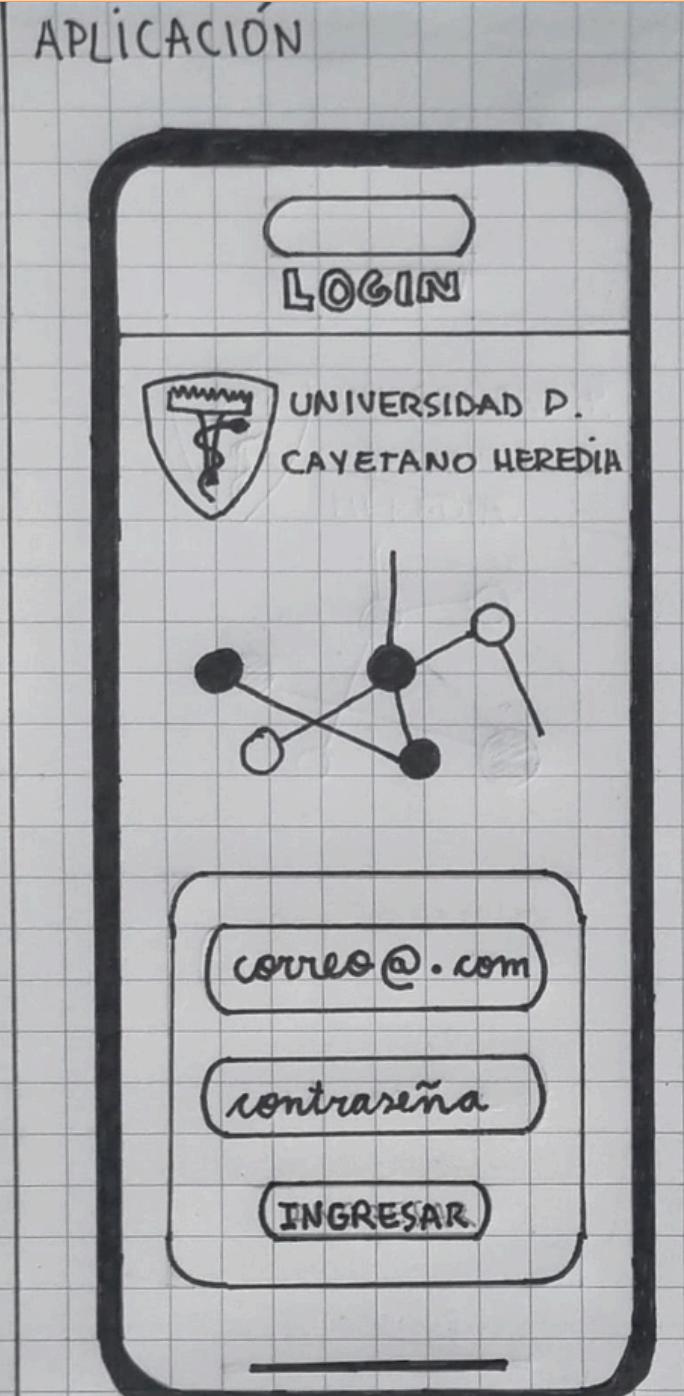
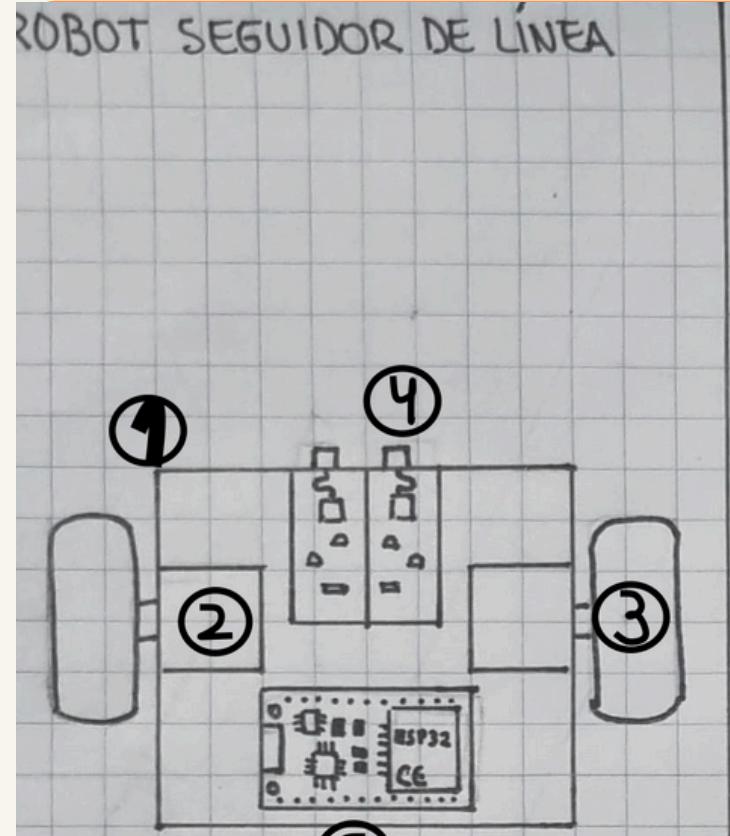
Nº	CRITERIOS	CS1	CS2	CS3	CS4
1	Resistente	3	3	3	3
2	Económico	3	2	2	2
3	Ecoamigable	4	3	3	3
4	Efectivo	3	3	3	3
SUMA TOTAL		13	11	11	11

0 = No satisface,
 1 = Aceptable
 2 = Suficiente,
 3 = Bien,
 4 = Muy bien (ideal).

Teniendo en cuenta:

- **Resistente:** Ensamblaje robusto y fácil.
- **Ecoamigable:** Eficiencia Energética.
- **Efectivo:** Precisión del dispositivo y Compatibilidad con Software.

Proyecto Preliminar 1

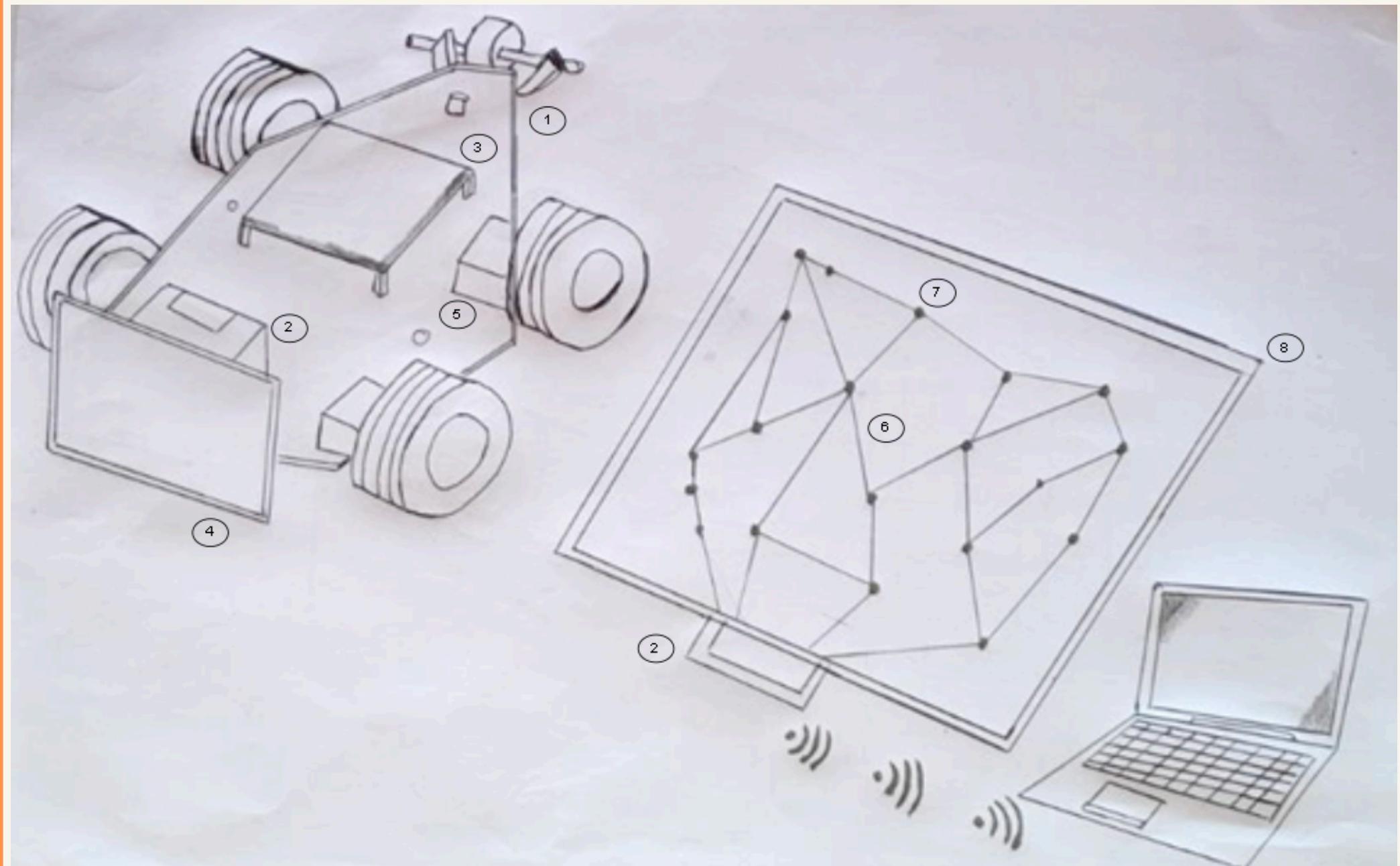


Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Placa de Acrilico	Acrilico
2	Motor	Plastico
3	Rueda	Goma negra
4	Sensores IR	Piroelectrico
5	Esp32	Silicio

Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Marco de madera	Madera, triplay
2	Potenciómetro	Carbono
3	Banner	PVC
4	Arduino Mega	PCB (fibra de vidrio)
5	Cables	Alambre

Dibujado por: Arny Salazar

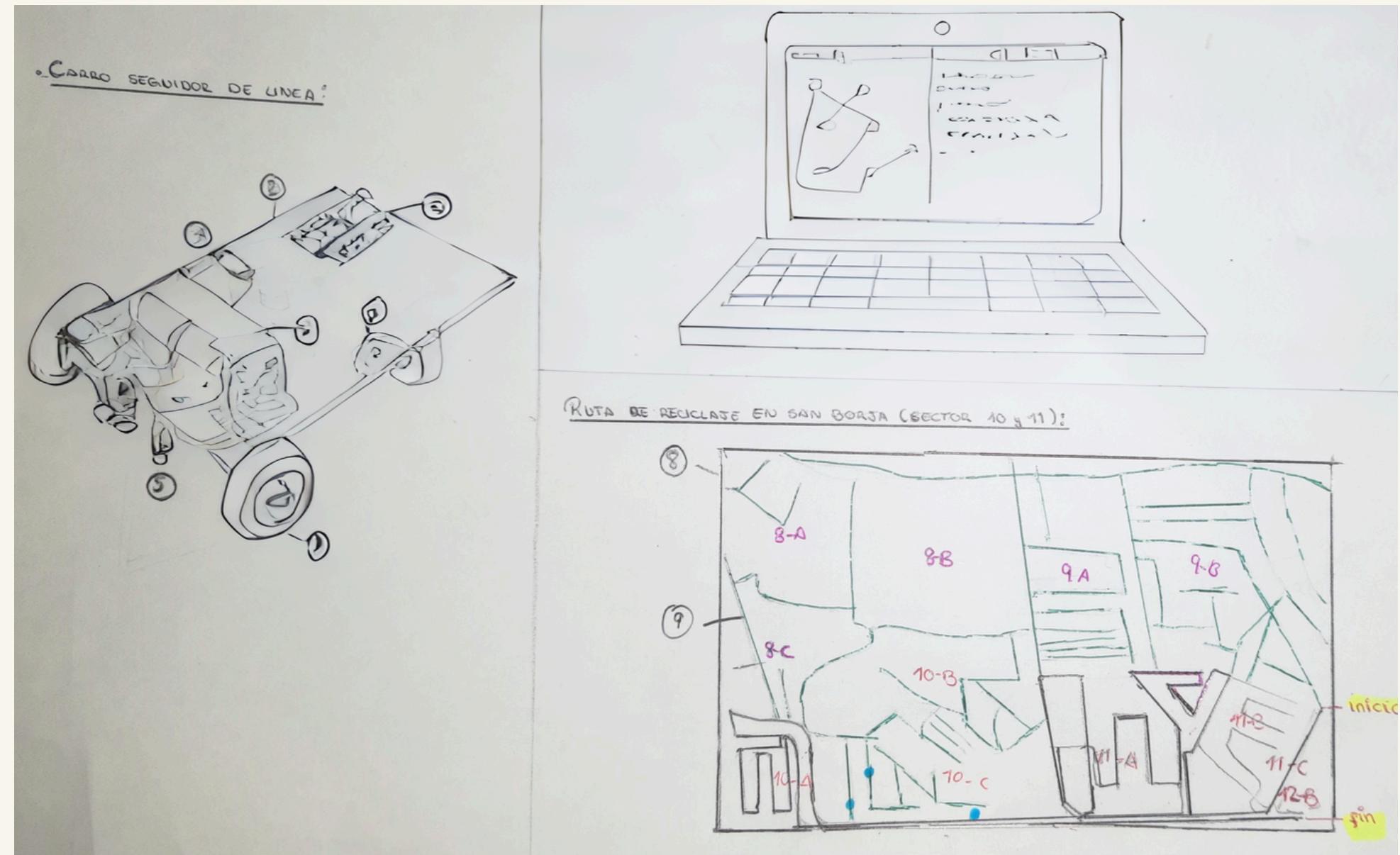
Proyecto Preliminar 2



Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Chasis Carrito	Plástico y metal
2	ESP32	Silicio
3	Panel Solar con PowerBank	Silicio y plástico
4	Sensor TCRT5000	Plástico y componentes electrónicos
5	Motor DC	Plástico
6	Cables de Conexión	Cobre
7	Potenciómetros	Carbono
8	Superficie de Mapa de Nodos	Madera

Dibujado por: Angely Mendez Cruz

W Proyecto Preliminar 3



Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Motor DC-TT	Plástico y metal
2	chasis de carrito	Aleación de platón
3	SP32	Silicio
4	Ruedas	Plástico
5	Sensores IR	Piroelectrico
6	Baterias	Litio
7	Potenciómetro	Carbono
8	Tablero	Cerámica
9	Lineas y Nodos	cinta electrica de vinilo

Dibujado por: Mayory Turin Escobar

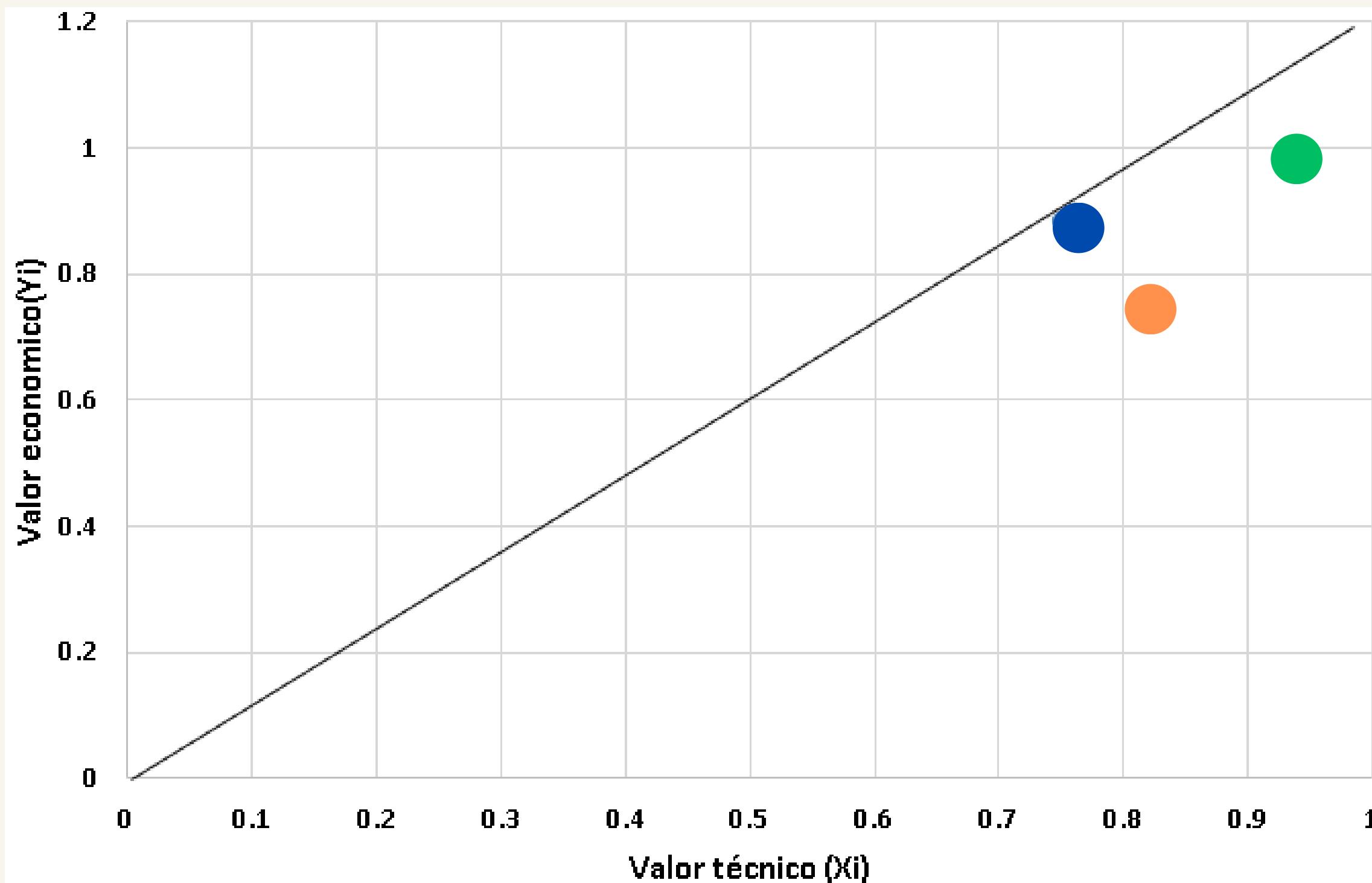
Tabla de Evaluación Técnica

VARIANTES DE PROYECTOS			PROYECTO PRELIMINAR 1		PROYECTO PRELIMINAR 2		PROYECTO PRELIMINAR 3		PROYECTO IDEAL	
Nº	Criterios de evaluación	G	P	GP	P	GP	P	GP	P	GP
1	Facilidad de ensamblaje	9	4	36	3	27	3	27	4	36
2	Tamaño	7	3	21	4	28	4	28	4	28
3	Facilidad de Uso	7	4	28	3	21	2	14	4	28
4	Precisión	9	4	36	3	27	3	27	4	36
5	Consumo de Energía	9	4	36	4	36	3	27	4	36
6	Compatibilidad con Software	9	4	36	4	36	3	27	4	36
7	Calidad de los componentes	9	3	27	2	18	3	27	4	36
Puntaje máximo Σp o Σpg			26	220	23	193	21	177		236
Valor técnico X_i			-	0,9322033898	-	0,8177966102	-	0,75	-	1
Orden			-	1	-	2	-	3	-	

Tabla de Evaluación Económica

VARIANTES DE PROYECTOS			PROYECTO PRELIMINAR 1		PROYECTO PRELIMINAR 2		PROYECTO PRELIMINAR 3		PROYECTO IDEAL	
Nº	Criterios de evaluación	G	P	GP	P	GP	P	GP	P	GP
1	Costo de materiales	9	4	36	3	27	3	27	4	36
2	Cantidad de materiales	5	4	20	3	15	3	15	4	20
3	Costo energético	8	4	32	4	32	4	32	4	32
4	Disponibilidad de materiales	8	4	32	2	16	4	32	4	32
Puntaje máximo Σp o Σpg			16	120	12	90	14	106	16	120
Valor económico Y_i			-	1	-	0,75	-	0,8833333333	-	1
Orden			-	1	-	3	-	2	-	

Proyecto óptimo



Muchas Gracias

