

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**IMPLEMENTACIÓN DE MULTIPLATAFORMA INFORMÁTICA
APLICADA A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL
PROGRAMA PROGRESO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL
UNIVERSITARIA USAT**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR

Alvaro Humberto Torres Mimbela

ASESOR

Maria Ysabel Aranguri Garcia

<https://orcid.org/0000-0001-9220-5801>

Chiclayo, 2022

**IMPLEMENTACIÓN DE MULTIPLATAFORMA
INFORMÁTICA APLICADA A LA GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS DEL PROGRAMA PROGRESO DE
RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA USAT**

PRESENTADA POR:

ALVARO HUMBERTO TORRES MIMBELA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

Mariana Chavarry Chankay
PRESIDENTE

Jury Yesenia Aquino Trujillo
SECRETARIO

Maria Ysabel Aranguri Garcia
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y vitalidad para llegar a la meta propuesta en esta investigación, por darme fuerza de seguir con mis objetivos que en un momento quedaron inconclusos.

A mis padres Gloria y Humberto por todo el apoyo incondicional para lograr mis metas y darme las fuerzas para seguir adelante día a día.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora, por el apoyo brindado durante el desarrollo de mi investigación, el apoyo incondicional y sus buenos consejos.

Al área de Responsabilidad Social Universitaria, por darme la oportunidad de realizar mi investigación brindándome la información y tiempo necesario a lo largo de todo el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	27
2.2.1. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	27
2.2.1.1. SEGREGACIÓN EN LA FUENTE.....	28
2.2.1.2. RECOLECCIÓN SELECTIVA	29
2.2.1.3. VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	30
2.2.1.4. DISPOSICIÓN FINAL	31
2.2.2. APLICACIONES MULTIPLATAFORMA	31
2.2.3. PROBLEMA DE ENRUTAMIENTO VEHICULAR.....	33
2.2.3.1. ALGORITMO DE DIJKSTRA.....	34
2.2.3.2. ALGORITMO BELLMAN FORD	35
2.2.4. GAMIFICACIÓN	36
2.2.5. METODOLOGÍA DEL PROCESO UNIFICADO DE RATIONAL.....	39
III.MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.4. PROCEDIMIENTOS	43
1. ITERACIÓN #1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO (PLAN DE SISTEMAS).43	

2.	ITERACIÓN #2: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – MODELADO DE NEGOCIO	43
3.	ITERACIÓN #3: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – CASOS DE USO	43
4.	ITERACIÓN #4: ANÁLISIS	44
5.	ITERACIÓN #5: DISEÑO.....	44
6.	ITERACIÓN #6: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA.....	44
3.4.3.	PRODUCTO ACREDITABLE	45
1.	INTERFACES.....	45
2.	ARQUITECTURA.....	45
3.	INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	45
3.4.4.	MANUAL DE USUARIO.....	45
3.5.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	46
3.6.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	47
4	RESULTADOS	48
4.1.	EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA	48
4.1.1.	ITERACIÓN #1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO (PLAN DE SISTEMAS)	48
4.1.2.	ITERACIÓN #2: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – MODELADO DE NEGOCIO.....	53
4.1.3.	ITERACIÓN #3: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – CASOS DE USO.....	62
4.1.4.	ITERACIÓN #4: ANÁLISIS	90
4.1.5.	ITERACIÓN #5: DISEÑO	96
4.1.6.	ITERACIÓN #6: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA.....	119
4.2.	EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	125
4.2.1.	EVALUAR COMPARATIVAMENTE LOS DIFERENTES ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS, PARA LA SELECCIÓN DEL QUE SE ADECUE A LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO.....	125

4.2.2.	DETERMINAR LAS VARIABLES DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO SELECCIONADO	127
4.2.3.	DETERMINAR EN BASE A LOS CRITERIOS DEL USUARIO LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE GAMIFICACIÓN.....	128
4.2.4.	VALIDAR LA FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN EN BASE A LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE GAMIFICACIÓN EN LA APLICACIÓN PROPUESTA.....	129
4.3.	IMPACTOS ESPERADOS	130
4.3.1.	IMPACTOS ECONÓMICOS.....	130
4.3.2.	IMPACTOS SOCIALES	130
4.3.3.	IMPACTOS EN TECNOLOGÍA.....	131
4.3.4.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	131
5	DISCUSIÓN	132
6	CONCLUSIONES.....	134
7	RECOMENDACIONES.....	136
8	LISTA DE REFERENCIAS	137
9	ANEXOS.....	139
	ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS	139
	ANEXO N° 02. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTO ACREDITABLE	140
	ANEXO N° 03. PRESUPUESTO	141
	ANEXO N° 04. ANÁLISIS DE RIESGOS	142
	ANEXO N° 05. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	149
	ANEXO N° 06. MANUAL DE USUARIO.....	151

Lista de tablas

TABLA I TIPOS DE MATERIALES APROVECHABLES [22]	29
TABLA II MUESTRAS DE DINÁMICAS, MECÁNICAS Y COMPONENTES [31].	38
TABLA III FASES DE METODOLOGÍA RUP [28].....	40
TABLA IV MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	42
TABLA V TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
TABLA VI MATRIZ DE CONSISTENCIA	46
TABLA VII FUNCIONES DE RESPONSABLES	49
TABLA VIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 1	62
TABLA IX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 2	63
TABLA X REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 3	64
TABLA XI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 4	65
TABLA XII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 5.....	66
TABLA XIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 6	67
TABLA XIV REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 7	68
TABLA XV REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 8.....	69
TABLA XVI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 9	70
TABLA XVII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 10.....	71
TABLA XVIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 11.....	72
TABLA XIX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 12	73
TABLA XX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 13.....	74
TABLA XXI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 14	75
TABLA XXII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 1	76
TABLA XXIII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 2	76
TABLA XXIV REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 3.....	77
TABLA XXV REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 4	77
TABLA XXVI REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 5.....	78
TABLA XXVII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 6	78
TABLA XXVIII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 7	79
TABLA XXIX REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 8.....	80
TABLA XXX CASO DE PRUEBA GESTIONAR RUTA	124
TABLA XXXI CASO DE PRUEBA GESTIONAR RECICLADOR.....	124
TABLA XXXII CARACTERISTICAS DE ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS.....	125

TABLA XXXIII PRESUPUESTO DEL PRODUCTO ACREDITABLE	141
TABLA XXXIV PRESUPUESTO TECNOLÓGICO.....	141
TABLA XXXV RESUMEN PRESUPUESTAL.....	142
TABLA XXXVI INTERESADOS INTERNOS	143
TABLA XXXVII INTERESADOS EXTERNOS	143
TABLA XXXVIII MATRIZ DE RIESGOS ETAPA 1	144
TABLA XXXIX RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N	145
TABLA XL RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N.....	146
TABLA XLI RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N	147
TABLA XLII RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N	148

Lista de figuras

FIG. 1. GESTIÓN RESPONSABLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES [20]	27
FIG. 2. COMPARACIÓN ENTRE REACT NATIVE Y DIFERENTES FRAMEWORKS MULTIPLATAFORMA [25].	32
FIG. 3. PASOS DEL ALGORITMO DIJKSTRA [28]	34
FIG. 4. ALGORITMO BELLMAN-FORD POR NÚMERO DE SALTOS [28]	35
FIG. 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS JUEGOS [30]	37
FIG. 6. DIMENSIONES DEL RUP [32]	41
FIG. 7. DIAGRAMA DE CONTEXTO – MODELO DE NEGOCIO	53
FIG. 8. SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE PERSONAL – MODELO DE NEGOCIO	53
FIG. 9. SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS – MODELO DE NEGOCIO	54
FIG. 10. IDENTIFICAR Y REGISTRAR GENERADORES – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	55
FIG. 11. IDENTIFICAR Y REGISTRAR RECICLADORES – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	56
FIG. 12. RECOLECCIÓN DE RESIDUOS – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	57
FIG. 13. MONITOREO DE RECICLADORES – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	57
FIG. 14. REGISTRAR ACTIVIDAD DE ESTUDIANTE COLABORADOR – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	58
FIG. 15. GENERAR REPORTE – ACTIVIDAD DE NEGOCIO	58
FIG. 16. IDENTIFICAR Y REGISTRAR GENERADORES	59
FIG. 17. IDENTIFICAR Y REGISTRAR RECICLADORES	59
FIG. 18. IDENTIFICAR Y REGISTRAR COLABORADOR	59
FIG. 19. RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	60
FIG. 20. MONITOREO DE RECICLADOR	60
FIG. 21. GENERAR REPORTE	60
FIG. 22. MODELO DE DOMINIO SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE PERSONAL	61
FIG. 23. MODELO DE DOMINIO SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS	61
FIG. 24. DIAGRAMA DE CONTEXTO DEL SISTEMA	81
FIG. 25. DIAGRAMA DE CASOS DE USO SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE PERSONAL	81
FIG. 26. DIAGRAMA DE CASOS DE USO SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS	82
FIG. 27. DACU – INICIO DE SESIÓN	82
FIG. 28. DACU – REGISTRAR USUARIO	83
FIG. 29. DACU – RECUPERAR CLAVE	83
FIG. 30. DACU – GESTIONAR MONITOREO	84
FIG. 31. DACU – GESTIONAR RECOLECCIÓN	85

FIG. 32. DACU – GESTIONAR RUTA	86
FIG. 33. DACU – ENVIAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN	86
FIG. 34. DACU – GESTIONAR RECICLADOR.....	87
FIG. 35. DACU – VER MAPA RECICLADOR	87
FIG. 36. DACU – GESTIONAR GENERADOR	88
FIG. 37. DACU – VER MAPA GENERADOR.....	88
FIG. 38. DACU – GESTIONAR COLABORADOR.....	89
FIG. 39. DACU – GESTIONAR TRABAJADOR.....	89
FIG. 40. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE DISEÑO.....	90
FIG. 41. DIAGRAMA DE REALIZACIONES – SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE PERSONAL	90
FIG. 42. DIAGRAMA DE REALIZACIONES – SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	91
FIG. 43. DCA - GESTIONAR MONITOREO	91
FIG. 44. DCA - GENERAR RUTA.....	92
FIG. 45. DCA - ENVIAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN.....	92
FIG. 46. DCA - GESTIONAR RECOLECCIÓN	92
FIG. 47. DCA - REGISTRAR GENERADOR	93
FIG. 48. DCA - GESTIONAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN.....	93
FIG. 49. DCA - GESTIONAR USUARIO	94
FIG. 50. DCA - INICIAR SESIÓN.....	94
FIG. 51. DCA - GESTIONAR RECICLADOR	95
FIG. 52. DCA - VER MAPA RECICLADOR.....	95
FIG. 53. DCA - VER MAPA GENERADOR	95
FIG. 54. DCA - DIAGRAMA DE CLASES DE ANÁLISIS GENERAL	96
FIG. 55 DISEÑO DE ARQUITECTURA	97
FIG. 56 DCUD - SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE PERSONAL	98
FIG. 57. DCUD - SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS.	99
FIG. 58 DCD - REGISTRAR USUARIO.....	99
FIG. 59 DCD - RECUPERAR CLAVE.	100
FIG. 60 DCD - INICIO DE SESIÓN.....	100
FIG. 61 DCD - VER MAPA RECICLADOR.....	100
FIG. 62 DCD - GESTIONAR RECICLADOR	100
FIG. 63 DCD - VER MAPA GENERADOR	101
FIG. 64 DCD - GESTIONAR GENERADOR.....	101
FIG. 65 DCD - GESTIONAR COLABORADOR	101
FIG. 66 DCD - GESTIONAR TRABAJADOR	102

FIG. 67 DCD - GESTIONAR MONITOREO	102
FIG. 68 DCD - ENVIAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN.....	103
FIG. 69 DCD - GENERAR RUTA.....	103
FIG. 70 DCD - GESTIONAR RECOLECCIÓN	103
FIG. 71 DCD - GESTIONAR GENERADOR.....	104
FIG. 72 DSD-REGISTRAR USUARIO.....	104
FIG. 73 DSD - RECUPERAR CLAVE.....	105
FIG. 74 DSD - INICIO DE SESIÓN	105
FIG. 75 DSD - VER MAPA RECICLADOR	106
FIG. 76 DSD - GESTIONAR RECICLADOR.....	106
FIG. 77 DSD - VER MAPA GENERADOR	107
FIG. 78 DSD - GESTIONAR GENERADOR	107
FIG. 79 DSD - GESTIONAR COLABORADOR.....	107
FIG. 80 DSD - GESTIONAR TRABAJADOR.....	108
FIG. 81 DSD - GESTIONAR MONITOREO.....	108
FIG. 82 DSD - GESTIONAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN	109
FIG. 83 DSD - GENERAR RUTA	109
FIG. 84 DSD - GESTIONAR RECOLECCIÓN.....	110
FIG. 85 DSD - REGISTRAR GENERADOR.....	110
FIG. 86 DIAGRAMA DE CLASES DE DISEÑO GENERAL	111
FIG. 87 DISEÑO ENTIDAD RELACIÓN DE BASE DE DATO.....	112
FIG. 88 DIAGRAMA DE ESTADO CLASE USUARIO	113
FIG. 89 DIAGRAMA DE ESTADO CLASE PERSONA.....	113
FIG. 90 DIAGRAMA DE ESTADO CLASE RECOLECCIÓN	113
FIG. 91 INTERFAZ INICIO DE SESIÓN.....	114
FIG. 92 INTERFAZ REGISTRAR USUARIO	114
FIG. 93 INTERFAZ MENÚ PRINCIPAL RECICLADOR	115
FIG. 94 INTERFAZ MENÚ PRINCIPAL GENERADOR.....	115
FIG. 95 INTERFAZ MENÚ PRINCIPAL GENERADOR.....	116
FIG. 96 INTERFAZ GESTIONAR USUARIO.....	116
FIG. 97 INTERFAZ GESTIONAR GENERADOR	117
FIG. 98 INTERFAZ GESTIONAR RECICLADORES	117
FIG. 99 INTERFAZ GESTIONAR RUTA.	118
FIG. 100 INTERFAZ ENVIAR SOLICITUD DE RECOLECCIÓN	118
FIG. 101 INTERFAZ GESTIONAR RECOLECCIÓN.....	119

FIG. 102 DIAGRAMA DE COMPONENTES GESTIÓN DE PERSONAL	119
FIG. 103 DIAGRAMA DE COMPONENTES GESTIÓN DE RESIDUOS	120
FIG. 104 CONEXIÓN API REST	120
FIG. 105 PSEUDOCÓDIGO GENERAR RUTA	121
FIG. 106 PSEUDOCÓDIGO SOLICITUD DE RECOLECCIÓN	122
FIG. 107 PSEUDOCÓDIGO REGISTRAR RECOLECCIÓN.....	122
FIG. 108 PSEUDOCÓDIGO REGISTRAR USUARIO.....	123
FIG. 109 VISTA DE NODOS EN GOOGLE MAPS.....	126
FIG. 110 INTERFAZ GENERAR RUTA	128
FIG. 111 INTERFAZ REGISTRO DE RECOLECCIÓN	129

RESUMEN

La presente investigación denominada implementación de multiplataforma informática aplicada a la gestión integral de residuos sólidos del programa Progreso de Responsabilidad Social Universitaria Usat tiene como finalidad apoyar la gestión integral de residuos sólidos dentro de 6 comunidades aledañas donde actúa dicho programa.

La investigación plantea como problemática que los recicladores recolectan los residuos sólidos de manera empírica, los pobladores no saben cómo separar sus residuos correctamente, las personas no se sienten motivadas para realización de las practica de segregación, etc. El enfoque de la investigación es tecnológico aplicado, por lo cual se tomó como muestra a 49 personas correspondientes a las 6 comunidades.

Se evaluó los diferentes algoritmos de optimización de rutas, de determino las variables para la implementación del algoritmo seleccionado, se determinó en base a los criterios del usuario los diferentes elementos de gamificación y se validó la funcionalidad de la aplicación en base a los elementos de gamificación mediante el modelo de aplicación tecnológica el cual se demostró que el 68.3% de personas menciona está de acuerdo que ganar puntos y niveles es fácil en la aplicación.

Se concluyó que el algoritmo que mejor se adecua a la realidad problemática es el algoritmo Dijkstra, en la gestión de recolección se pueden aplicar los elementos de gamificación y la gestión de ruta provee todas las variables para la implementación del algoritmo.

PALABRAS CLAVE: Residuos, gamificación, algoritmo, multiplataforma, ruta óptima.

ABSTRACT

The present investigation called implementation of multiplatform information technology applied to the integral management of solid waste of the Usat University Social Responsibility Program aims to support the integral management of solid waste within 6 neighboring communities where said program operates.

The research poses as a problem that recyclers collect solid waste empirically, residents do not know how to separate their waste correctly, people do not feel motivated to carry out segregation practices, etc. The focus of the research is applied technology, for which 376 people from the 6 communities were taken as a sample.

The different route optimization algorithms were evaluated, the variables for the implementation of the selected algorithm were determined, the different gamification elements were determined based on the user's criteria and the functionality of the application was validated based on the gamification elements. Through the technological application model, which was shown that 68.3% of people mentioned agree that earning points and levels is easy in the application.

It was concluded that the algorithm that best suits the problematic reality is the Dijkstra algorithm, in the collection management they can be applied to the gamification elements and the route management provides all the variables for the implementation of the algorithm.

KEYWORDS: Waste, gamification, algorithm, multiplatform, optimal path.

I. INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado y rodeado de avances tecnológicos, no se ha podido resolver la problemática que aqueja al mundo entero como es, la adecuada gestión de residuos sólidos, tal es así, que se evidencia en el diagnóstico desarrollado en la evaluación al proyecto de gestión de residuos sólidos “PROGRESO” de responsabilidad social universitaria; por tal motivo se pretende dar una alternativa de solución a la gestión de residuos sólidos, en comunidades aledañas donde interactúa el área de responsabilidad social universitaria.

El problema en mención, a nivel mundial, se debe al reducido espacio que tienen las sociedades para su disposición final sabiendo que la producción de los residuos sólidos cada vez es mayor. Por otra parte, los residuos hoy en día debido a como están compuestos, su degradación natural es más compleja [1]. Una ciudad con poblaciones más grandes genera alrededor del doble de residuos por habitante que en ciudades pequeñas, existiendo 2 mil millones de habitantes sin acceso a sistemas de gestión de residuos sólidos y 3 mil millones sin acceso a instalaciones que ayuden a la eliminación de los residuos [2].

Por otra parte, China experimentó un rápido crecimiento en la generación de sus residuos sólidos, se puede decir que entre el 8% al 10% por año, acercándose a un nivel alarmante que representa un grave daño para el ambiente y el nivel de vida de sus ciudadanos [3].

En la actualidad EE. UU., uno de los países más consumistas del mundo, generó 262 millones de toneladas de residuos sólidos, un 4,5% a comparación con el año 2010 y un 60% más que en 1985. Si bien a existido un cambio, este ha tomado varios años, en donde la industria del reciclaje a tratado de contener las grandes cantidades que se generan día a día. De dichas cantidades, el 35% se recicló para generar compostaje y un 12% se incineró para la generación de electricidad. Dichas medidas adoptadas han hecho que los lugares de disposición final tengan un crecimiento moderado que en décadas anteriores [4].

Suiza, debido a su sobresaliente grado de vivacidad, es uno de los lugares con mayor volumen de residuos sólidos. Sus cifras aumentaron en un 7% en 2017 con respecto al año anterior, la generación per cápita aumentó de 659 kg en 2000 a 716 kg en 2017; pero ningún residuo sólido termina en un botadero ya que en promedio el 53% se recicla y el resto se usa para producir energía, convirtiendo a Suiza en uno de los recicladores más importantes del mundo [5].

En América Latina y el Caribe cada habitante en promedio generó 1 kg de desechos al día y en general 541 mil toneladas, lo que representa aproximadamente el 10% de la basura mundial, un tercio de todos los residuos urbanos generados aún terminan al aire libre, trayendo problemas a salud de sus ciudadanos y contaminando los recursos naturales como suelo, agua y aire [6].

En el Perú, entre los años 2014 y 2015 se apreció un aumento del 1,7% en la producción de residuos sólidos en todo el territorio nacional. Las cifras de residuos urbanos en 2015 fueron de 7.5 millones de toneladas y solo el 49 % del total de los residuos sólidos municipales generados fueron dispuestos en rellenos sanitarios. Alrededor del 50% de residuos aún termina en las calles y botaderos donde los recicladores informales aprovechan para así generar sus ingresos [19].

De igual manera nuestra localidad de Chiclayo también presenta esta problemática, la población tuvo una generación por habitante de 0,58 kg/día. En 2017 se estimó una población de 296 309 habitantes, lo cual da como resultado 17, 86 toneladas de residuos sólidos diariamente. Que, incluyendo la generación de comercios, centros educativos, mercados, camales y el barrido de calles asciende a 253,26 toneladas diariamente. El servicio de recolección municipal solo recolecta 183 toneladas al día, debido a que el servicio de recolección presentó problemas, donde se identificó 39 puntos críticos en el distrito, 11 de estos representan un mayor volumen de acumulación de residuos sólidos, lo cual generó una problemática socio-ambiental para los habitantes cercanos a esas zonas [7].

Además, del total de viviendas urbanas en Chiclayo, solo el 24.72% de estas, brindan los residuos sólidos a la Asociación de Recicladores de Chiclayo, que dicho sea de paso contaba con 19 recicladores, sin embargo, hoy en día sólo participan 7 de 19; con esta capacidad de recicladores no se cumple con la implementación y continuidad del Programa de Segregación en la Fuente y la Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Chiclayo [8].

Esta problemática también se evidencia en el proyecto PROGRESO de Responsabilidad Social Universitaria USAT; el mismo que tiene como objetivos la minimización, recuperación, valorización material y energética de los residuos a través del reciclaje, compostaje, procesamiento, reutilización y entre otras alternativas. Este programa tiene dos años de iniciado y se pretende continuar a largo plazo, por lo que ha pasado por diferentes etapas de evolución y desarrollo del cual han surgido los siguientes problemas:

En un inicio los pobladores no separaban sus residuos correctamente ya que antes de ser implantado el programa existía una ONG que recolectaba todos los residuos sin que la población haga una correcta selección. Como primer paso se hizo el empadronamiento de los participantes del proyecto, capacitaciones en temas de separación de residuos, recojo de residuos sólidos y estudio de caracterización. Con el pasar del tiempo se empadronó a más familias haciendo un promedio de 100 personas en total de las cuales solo entregaban sus residuos regularmente el 35% esto se ha ido agudizándose a la actualidad, disminuyendo a un 12% del total de personas. La mayoría de la población no dispone sus residuos en el camión recolector ni en los horarios establecidos por el municipio. También se evalúa que el camión recolector no pasa periódicamente, el 60% de los hogares refieren que el recojo de basura no es seguido, solo una o dos veces por semana [9], esto genera que los residuos queden acumulados hasta la próxima recolección.

Si bien existe 6 recicladores, 1 por cada zona aledaña, solo 1 esta activamente recogiendo haciendo mención que la comunidad no selecciona sus residuos y algunos le entregan toda la basura, este ha optado por recibir solo los residuos

sólidos inorgánicos como son las botellas plásticas, papel y cartón. Los residuos orgánicos en un inicio eran recolectados vale decir solo los aprovechables como el guano de cuy, aves de corral y aserrín para realizar compostaje el cual era utilizado en los biohuertos de cada una de las comunidades vecinas. Estos a la actualidad ya no son recolectados dejando de proveer a las composteras, estos residuos orgánicos que representan el 60% del total de 4,9 toneladas que en promedio generan todas las zonas aledañas [10].

La recolección de los materiales reciclables se da 3 días por semana y como medio de transporte se utiliza un triciclo, este recojo se da según el criterio del reciclador de manera empírica visitando a las familias que están participando con un tiempo aproximado entre 1 hora a 1 hora y 30 min dependiendo de la disponibilidad los participantes si van a brindar sus residuos o no. También hace mención que a veces tiene que volver a pasar en caso de que se olvide de visitar alguna familia.

Las familias empadronadas suman un total de 100 donde se ha optado por la participación y la actuación sobre los jefes de hogar; el 65% no sabe cómo separar sus residuos correctamente y solo el 35% selecciona sus residuos, pero no de manera adecuada, ya que mezclan los diferentes tipos para luego brindarlos al reciclador. Si bien el 90% mencionan que tiene interés por reciclar, el 75% no se siente motivado para hacer esta práctica y solo el 15% recicla por voluntad propia.

Viendo este problema y el impacto que este trae; la presente tesis pretendió apoyar la gestión integral de residuos sólidos haciendo uso de tecnología para reducir y hacer frente a dicho problema. Ante esta realidad problemática, se formuló la siguiente pregunta ¿Cómo apoyar la gestión integral de residuos sólidos del proyecto progreso de responsabilidad social universitaria USAT?

Por lo antes planteado se formuló como objetivo general implementar una multiplataforma informática aplicada a la gestión integral de residuos sólidos del proyecto PROGRESO de responsabilidad social universitaria USAT; la cual se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar comparativamente los diferentes algoritmos de optimización de rutas, para la selección del que se adecue a las características del contexto.
- Determinar las variables de la realidad problemática para la implementación del algoritmo seleccionado.
- Determinar en base a los criterios del usuario los diferentes elementos de gamificación.
- Validar la funcionalidad de la aplicación en base a la implementación de los elementos de gamificación en la aplicación propuesta.

Ante la necesidad de una alternativa de solución se desarrolla la investigación de tipo tecnológica aplicada, que pretende ser antecedente para futuras investigaciones enfocadas a la mejora de la gestión de residuos sólidos; apoyar a pobladores, recicladores, la municipalidad y la sociedad en general, ya que al reducir la cantidad de residuos para su disposición final, este no tendrá graves consecuencias al medio ambiente; la creación de una aplicación multiplataforma que utilizando geolocalización se pueda verificar los puntos de recolección aportando información a recicladores para evaluar mejor sus rutas; además de brindar información relevante para evaluar la continuidad del proyecto PROGRESO. Se utilizó herramientas de software libre y en versión de prueba, de esta manera no se generó costos en su implementación. Además, busca generar un beneficio económico tanto para la cantidad de residuos reciclados como el establecimiento de incentivos para aumentar el número de participantes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Para esta investigación se han tomado en cuenta los siguientes antecedentes:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez y Córdova [11], identificaron como problemática que las personas desconocen el proceso de reciclaje, dónde llevar sus residuos sólidos, cuáles de estos se pueden reciclar, como deben ser separados o no cuentan con el tiempo para reciclar y terminan no haciéndolo; además observaron que los recicladores no cuentan con rutas para visitar los edificios con autorización. Como objetivo general propusieron un prototipo de sistema para dispositivos móviles enfocado en el proceso de recolección de residuos reciclables en una localidad de Bogotá, permitiendo a las personas solicitar la recolección de sus residuos sólidos a uno de los centros de recolección registrados en la aplicación, además mostraron información sobre como separar los residuos de manera adecuada para facilitar el trabajo de los recicladores. Para el desarrollo de este prototipo se optó por la metodología XP ya que su desarrollo es iterativo e incremental, se utilizó como entorno de desarrollo a Android Studio, como gestor de base de datos a MySQL conectado al framework PHP Codeigniter y FMC de firebase para poder manejar los pedidos en tiempo real. Se concluyó que debido al requerimiento funcional asignar pedido y la necesidad de dar la lectura a los mensajes de texto desde el dispositivo móvil se debe desarrollar una aplicación nativa en Android por sus ventajas en el manejo de los recursos de hardware reemplazando la idea inicial de una aplicación híbrida. Como se ha descrito la realidad problemática se asemeja a la realidad en cuestión de este estudio, por lo que pretende una recolección más efectiva de los residuos sólidos mediante el uso de la tecnología móvil, siendo esta la más accesible a los pobladores.

Limas *et al.* [12], hacen mención sobre una encuesta de 199 personas donde el 23,6% de las personas no desecha sus residuos correctamente, el 29% no separan sus residuos en sus hogares, el 37.7% mencionaron que no se dieron cuenta si los supermercados que ellos frecuentan tienen marcadores de

posición para los depósitos de materiales reciclables y el 20,6% respondieron que dichos establecimientos no cuentan con un espacio para los residuos sólidos. El objetivo principal fue ayudar a la gente en la correcta separación y eliminación de sus residuos sólidos, además se pretendió promover una imagen sostenible para los puntos de recolección a través de beneficios y recompensas. A raíz de esta problemática evaluada en esta investigación se desarrolló una aplicación móvil en Android, indicando los puntos de recogida, una parte web donde se administró las empresas asociadas, una API en la nube responsable del almacenamiento y procesamiento de información. Como conclusión se menciona que se obtuvo una aplicación móvil que aplica técnicas de gamificación añadiéndole un estímulo al usuario para continuar utilizando la aplicación. Esta investigación tiene relación con la nuestra tesis, porque busca estimular a la comunidad para reciclar sus residuos sólidos de una forma interactiva a través de estrategias de gamificación.

Por otra parte Jiménez [13], narra la problemática del desconocimiento, ausencia de información, malos hábitos de las personas al no retirar sus residuos en el horario correspondiente, acumulando basura en la calle hasta la próxima recolección; esto provocó varias dificultades a la población como insalubridad y maltrato al ornato de la ciudad. Tuvo como objetivo aumentar la interacción entre las personas y la compañía de recolección de residuos sólidos para mejorar la utilización de los servicios, las vías de comunicación mediante el desarrollo de una aplicación móvil. El software desarrollado permitió recibir notificaciones de los horarios de recolección, dicho desarrollo se realizó en la plataforma Android, permitió la autenticación mediante redes sociales y seleccionar la zona a la que pertenece. También permitió a los usuarios enviar denuncias formales, establecer zonas dentro de la ciudad, programar horas de recolección por zonas, diferentes tipos de usuario. No se contempló la utilización del GPS, la ubicación en tiempo real de los vehículos recolectores por normas de seguridad de la empresa. Como conclusiones se mencionó que la gran cantidad de ciudadanos con dispositivos móviles Android contribuyen al reconocimiento de la

aplicación y su adecuada utilización en los servicios de recolección de desechos sólidos, con la posibilidad de implementar en otras urbes con rasgos similares. Además, se logró realizar las pruebas entre el sistema y el servidor, autenticación de los usuarios, consultar los horarios de recolección, emisión de correos a la cuenta de la compañía, obtener notificaciones de los horarios de recolección. Se consideró esta investigación porque hace mención sobre problemas similares con nuestra realidad problemática de recolección de residuos sólido la cual brinda solución con la tecnología.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Valderrama [14], mencionó que el problema de investigación es seleccionado a raíz del escaso porcentaje de residuos sólidos reciclados en las residencias y de implementar las mejores prácticas para reciclar. En la problemática se mencionó que no se difunden prácticas de reciclaje de manera correcta colocando avisos informativos y depósitos de recolección de manera genérica. Por lo cual, esta investigación buscó mejorar el nivel de recolección y un cambio en las personas para que tomen conciencia de la importancia de reciclar en sus localidades mediante un sistema para dispositivos móviles. Para la implementación se utilizó Android Studio, el software XAMPP, para simular el servidor local y MySQL para el almacenamiento de la base de datos. Como conclusiones se obtuvo que el uso del aplicativo móvil estimó una ganancia mutua entre las empresas recicladoras y la municipalidad, se tendrá un impacto útil y provechoso al tener una salida de marketing mediante el aplicativo, donde se difundirán prácticas de reciclaje en una localidad que incentiva el uso de nuevas tecnologías, e incentivar el aprendizaje de reciclar y saber cómo es el proceso de reciclaje a través de un aplicativo móvil. La implementación del software creó un mayor control y seguimiento de los residuos dentro de la localidad. El diseño y desarrollo del software aumentaron los porcentajes de reciclaje de los ciudadanos. Esta tesis en relación con la presente investigación es apoyar la comunicación entre recicladores y pobladores a

través de dispositivos móviles aumentando las cantidades de residuos reciclados.

Chávez [15], narra como problemática, la baja cobertura y calidad de los servicios de recolección, mencionando que no es registrada ni evaluada por el municipio de San Martín; esto trae como consecuencia que existan técnicas inapropiadas de separación de residuos sólidos y un alto nivel de desechos no clasificados, un ineficiente procedimiento para asignar los residuos sólidos, así como una escasa motivación para reaprovecharlos y la falta de una infraestructura para la disposición final. Se planteó un sistema integral de información de gestión de residuos para el reciclaje en los colegios secundarios. El software que se diseñó fue para un entorno web donde se puede acceder y gestionar información de los residuos de los colegios. Se utilizó como metodología a RUP y el lenguaje de modelado UML. Como conclusiones se mencionó que el sistema propuesto solo elaboró la primera y segunda fase de la metodología de RUP; Las fases posteriores de construcción y transición no se desarrollaron ya que esta propuesta presentó toda la arquitectura del sistema. También se mencionó que la investigación representa un gran aporte para la gestión de residuos sólidos como la clara trazabilidad, relación e integración en los diferentes procesos de las instituciones intervinientes en el proceso. Se tomó en consideración esta investigación ya que expone una problemática similar a la nuestra, como es la gestión de los residuos sólidos, buscando dar solución mediante la tecnología.

2.1.3. Antecedentes locales

Montalbán [16], menciona como problema principal la gestión de recolección de residuos sólidos se da de forma empírica. Se implementó un planificador de rutas de desechos sólidos, en el cual pretende ayudar a los trabajadores de los vehículos dándoles una ruta más corta de recolección para los puntos críticos como focos infecciosos. Para la implementación de esta aplicación se inició por detectar puntos infecciosos, se diseñó al mapa

de Chiclayo como un grafo dirigido, conservando la latitud y longitud de los puntos infecciosos de basura, proporcionada por el API de Google Maps; para generar la ruta más corta se implementó un algoritmo genético el cual tuvo en consideración el sentido de las calles. En los resultados se demostró la efectividad del algoritmo genético con una muestra de 20 individuos, donde se obtuvo valores de costo de rutas mucho menores, por otra parte, se mencionó que a mayor número de puntos finales el algoritmo requirió más tiempo para la generación de la ruta optima. La relación con la presente tesis aporta en gran medida ya que se implementó un algoritmo para organizar las rutas; la misma que sirve como modelo para la propuesta y elección de nuestro algoritmo.

Antón [17], mencionó como problemática del distrito de Chiclayo, centrándose en el proceso de recolección el cual no es optimizado, los trabajadores de los vehículos recolectores no cuentan con conocimientos sobre recolección, los vehículos son dañados debido a la sobrecarga en su capacidad de carga y dañan el pavimento donde se desplazan. Para cumplir con el servicio de recolección los vehículos recorren grandes distancias, los operarios trabajan más tiempo al pasar varias veces por los mismos lugares y en muchos casos pasan por zonas innecesarias. Además, los vehículos cumplen con horarios y rutas sin planificar por lo que se desplazan solo a puntos que acumulan residuos de manera eventual. Como solución a esta problemática se desarrolló un planificador de rutas de recolección de residuos, este consistió en generar una herramienta para que evalúe la mejor ruta que debe recorrer el vehículo para desempeñar el servicio de recolección. Para la solución se ubicaron los puntos infecciosos, para la construcción de la ruta óptima y cubrir cada uno de los lugares de recogida, el mapa de la ciudad de Chiclayo se modeló como un grafo dirigido ya que será recorrido por el carro recolector, esta representación se almacenó en un matriz de adyacencia. Para disponer de información que permitió el modelado del grafo se hizo uso de la Api de Google Maps, para el cálculo de la mejor ruta se implementó el algoritmo de Dijkstra, se tomó en cuenta el sentido de las calles, el origen y los lugares de los puntos infecciosos. Los

resultados que se presentaron fueron: el tiempo de procesamiento del algoritmo Dijkstra presenta una mejora después de 20 puntos infecciosos en adelante. Este algoritmo realiza más iteraciones para buscar el punto más cercano esto conllevó a requerir más recursos de hardware. Al mismo tiempo, se presentó que la distancia total de la ruta no varía, concluyendo que el algoritmo tiene la característica de confiabilidad para la planificación de trayectorias optimas. La relación con la presente tesis aporta en gran medida ya que se implementó un algoritmo para optimizar las rutas; la misma que sirve como modelo para la propuesta y elección de nuestro algoritmo.

Reyes [18], narra como problema que las decisiones en distribución de rutas de recolección de residuos se da mayormente de manera anecdótica y sin poner en práctica principios teóricos-prácticos donde se propuso un planificador de rutas donde se simuló un origen asignándolo como punto de inicio del vehículo, se obtuvo distintos puntos finales como lugares de acumulación; se implementó el algoritmo Bellman Ford el cual se encargó de encontrar la mejor trayectoria para el vehículo pueda realizar su trayecto entre los distintos lugares de acumulación de basura. Se empleó MySQL como gestor de base de datos creando dos tablas donde se almacenó las localizaciones de cada punto con su distancia respectiva. Para la obtención de información de los puntos se empleó el mapa de Google Maps. Para implementar dicho sistema se empleó PHP como lenguaje de programación y la API de Google Maps para facilitar el trazo de la ruta óptima. Como conclusiones se mencionó que el uso de algoritmos ayuda en la búsqueda del mejor trayecto y puede aplicarse a diferentes aspectos cotidianos. Además, el algoritmo mencionado obtuvo un planificador de trayectos óptimos cumpliendo con el servicio de recolección. La ejecución en el hardware varía dependiendo del procesador de los ordenadores. La relación con la presente tesis aporta en gran medida ya que se implementó un algoritmo para optimizar las rutas; la misma que sirve como modelo para la propuesta y elección de nuestro algoritmo.

2.2. Bases teórico científicas

2.2.1. Gestión integral de residuos sólidos

Partiendo de la definición de residuos sólidos Medina y Jiménez [19] mencionan “que es cualquier material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio” donde el generador dispone, o está obligado a disponer.

Entonces se puede decir que el manejo o gestión de los residuos sólidos incluye el proceso donde se manipula, acondiciona, transfiere, trata hasta llegar a su disposición final u otro proceso de la misma índole.

En la figura 1 se muestra un diagrama que permite visualizar mejor cada actividad del proceso de manejo de los residuos sólidos.



Fig. 1. Gestión responsable de los residuos sólidos municipales [20]

2.2.1.1. Minimización de residuos y eficiencia en uso de materiales

Según Medina y Jiménez [19] describen la minimización de residuos como toda acción de prevenir o disminuir a lo más mínimo el nivel de los residuos sólidos en su punto inicial de generación. Además del fortalecimiento de la calidad de los residuos que han sido generados, reduciendo su peligro y estimulando cualquier plan preventivo, proceso, método o técnica para propiciar su reutilización, el reciclaje y la recuperación.

2.2.1.2. Segregación en la fuente

Se indica como toda acción de unir y categorizar los residuos sólidos para poder manejarse de forma específica. En dichas acciones, se diferencian los materiales orgánicos e inorgánicos. En esta actividad se realiza la separación de los residuos para darles un posterior uso, como comercializarlos, reutilizarlos, reciclarlos o hacerlos compost.

Según la OEFA [21] este proceso consiste en unir “determinados tipos de residuos sólidos con características físicas similares, para ser manejados posteriormente”. Este proceso tiende a contribuir a la reutilización, manejo y venta de los residuos sólidos mediante la separación en la fuente.

En el siguiente cuadro se muestra los tipos de materiales que pueden ser aprovechables para su clasificación:

TABLA I TIPOS DE MATERIALES APROVECHABLES [22]

Tipo	Tipos de materiales
Orgánico	Desperdicios vegetales que provienen de la cocina, como cortezas de frutas y verduras. También se consideran los desechos de animales de casa.
Papel	Hojas de revistas, cuadernos, periódicos y libros
Cartón	Cajas de cartón finas o gruesas
Plásticos	Existen un gran número de plásticos, los cuales se encuentran agrupados en 7 tipos: PET: botellas transparentes de gaseosa, cosméticos HDPE o PEAD: botellas de champú, botellas de yogurt, baldes de pintura, bolsas de electrodomésticos, jabs de cerveza bateas y tinas PVC: tubos, botellas de aceite, aislantes eléctricos, pelotas, suelas de zapatillas, botas, etc. LDPE_PEBD: bolsas, botellas de jarabe y pomos de cremas, bolsas de suero, bolsas de leche, etiquetas de gaseosa, bateas y tinas PP: empaques de alimentos (fideos y galletas), tapas para baldes de pintura, tapas de gaseosa, estuches negros de discos compactos. PS: juguetes, jeringas, cucharitas y platos descartables, vasos de Tecnopor, cuchillas de afeitarse, casetes. ABS: discos compactos, baquelita, micas, carcazas electrónicas (computadoras y celulares), juguetes, piezas de acabo en muebles.
Vidrio	Botellas y recipientes de vidrio blanco, verde y ámbar
Metal	Latas de hojalata, tarros de leche, aparatos de hierro y acero
Tetra Pack	Envases de jugos, leche y otros
Pilas y baterías	De artefactos, juguetes y de vehículos, etc.

2.2.1.3. Recolección selectiva

La recolección selectiva se puede decir que es la separación por tipo de material donde se generan, siendo una de las formas más eficaces de recuperación para su posterior valorización. Su principal objetivo es dividir la cantidad más alta de materiales con el más alto grado de calidad posible. Los intervinientes en este proceso son el personal y el equipo disponible para ello, con el fin de trasladar los materiales hasta el lugar donde serán tratados o eliminados.

Este proceso consiste en la recolección de residuos y llevados usando un medio de locomoción, para luego puedan ser manejados, de manera que cumpla los aspectos de seguridad, salubridad y ambientalmente adecuados [13]. Este traslado puede darse de distintas formas:

tradicional, usando vehículos compactadores debidamente equipados; semitradicional, donde es realizado con vehículos pesados como volquetes o camiones y no tradicional, haciendo uso de carretillas, vehículos de 3 ruedas no motorizados, furgonetas, etc.

En este proceso también existen personas que recolectan, emplean y venden los residuos, llamados recicladores o acopiadores, los cuales pueden ser formales o informales.

2.2.1.4. Valorización de los residuos

Se menciona que para este proceso existen dos entes que participan los cuales son:

2.2.1.4.1. Centros de acopio

Los centros de acopio, los cuales realizan la comercialización de los residuos sólidos mayormente llamadas empresas comercializadoras de residuos sólidos autorizadas por la Dirección General de Salud Ambiental, cuya acción es a través de la compra y venta provenientes de la segregación y recolección en la fuente.

2.2.1.4.2. Planta de valorización

Las plantas de valorización se realiza el proceso, método, técnica para cambiar la naturaleza material, compuesto químico o biológico de los residuos sólidos, disminuyendo o suprimiendo su riesgo de provocar agravios a la salud o al ambiente. Además, proporciona el reaprovechamiento de los residuos, ayudando a la disposición final en forma eficiente, segura y sanitaria.

2.2.1.5. Disposición final

Medina y Jiménez [19] mencionan que la disposición final es la etapa donde el manejo de la gestión integral de los residuos sólidos llega a su fin, ya que los residuos se dotan o llevan a una determinada localización de forma duradera, sanitaria y segura para el medio ambiente. Esta labor es realizada a través del método de relleno sanitario. “La disposición final de residuos no municipales, se realiza mediante el método de relleno de seguridad.”

2.2.2. Aplicaciones Multiplataforma

Se puede decir que las aplicaciones multiplataforma son todas aquellas aplicaciones que son desarrolladas utilizando tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript; JQuery Mobile y algunos Framework Multiplataforma son algunos marcos de trabajo que ayudan a implementar estas aplicaciones.

Se puede mencionar que el fácil desarrollo multiplataforma es debido a que no hay un entorno específico para su creación y se puede integrar herramientas de aplicaciones nativas [23]. Para hacer este tipo de aplicaciones se hace un solo desarrollo, siendo compatible con distintos sistemas operativos y poder ser distribuidos a través de sus distintas plataformas.

2.2.2.1. Frameworks multiplataforma

Los frameworks que traducido al español es marcos de trabajo, se pueden definir como entornos de trabajo basados en librerías y módulos que contienen un set de soluciones comunes, que simplifican de manera rápida y concisa el desarrollo de aplicaciones [24].

Algunos de framework para el desarrollo multiplataforma son: Xamarin, React Native, Flutter e Ionic.

En la figura 2 se muestra la diferenciación entre los framework multiplataforma que existen actualmente.

	React Native	Flutter	Xamarin	Cordova/Ionic
Lenguaje	Javascript (+ Java y ObjectiveC)	Dart	C#	HTML, CSS, JS
Rendimiento	Casi nativo	Casi nativo	Casi nativo	Moderado
Interfaz	Componentes nativos	Componentes propios	Componentes nativos	HTML, CSS
Comunidad	Muy activa y grande	Poco popular	Relativamente popular	Bastante Popular
Reusabilidad	90% código	50%-90%	96% código	98% código
Aplicaciones	Facebook, Instagram	Alibaba, Google Ads	Olo, MRW,	JustWatch, Diesel

Fig. 2. Comparación entre React Native y diferentes frameworks multiplataforma [25].

En la presente investigación se utilizó el framework de Ionic el cual se define según su documentación como un marco de trabajo frontend es decir centrado en la experiencia de usuario; que contiene un conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar aplicaciones móviles para IOS, Android y la web; utilizando HTML, CSS y JavaScript, todo desde una única base se código [26].

Este framework presenta las siguientes características:

Basado en estándares web: está construido sobre tecnologías web estandarizadas HTML, CSS y JavaScript.

Sencillez: tiene en cuenta la simplicidad, de modo que la creación de aplicaciones Ionic sea agradable, fácil de entender y accesible para cualquier persona con habilidades de desarrollo web.

Licencia: tiene una licencia libre ya que es open source, se lanzó bajo la licencia permitida del MIT es decir puede ser usado para proyectos personales como comerciales y de manera gratuita.

Compatibilidad: si bien las versiones anteriores de Ionic estaban relacionadas solamente con Angular, su última versión v4 fue rediseñado para funcionar como una biblioteca de componentes web independiente, con integraciones para los últimos marcos de JavaScript, incluidos React y Vue.

Utiliza Angular: Angular siempre ha estado en el centro de lo que hace grande a Ionic. Si bien los componentes principales se han escrito para funcionar como una biblioteca de componentes web independiente, el paquete `@Ionic/angular` hace que la integración con el ecosistema angular sea muy sencilla.

2.2.3. Problema de enrutamiento vehicular

Según [27], el VRP (*vehicle routing problem*) implica en la obtención de una serie de trayectos lo más cortos posibles donde se utiliza un grupo de vehículos, que parten de un lugar y volviendo consecutivamente a él, pasando por un conjunto de lugares dispersos en diferentes posiciones geográficamente.

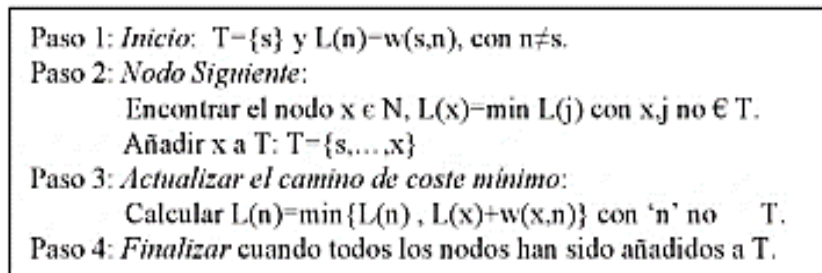
El VRP presenta las siguientes características:

- Los lugares deben ser conocidos, salvo en aquellas variantes donde los lugares son azar.
- El viaje a los lugares debe ser ejecutado con un costo mínimo, por lo que es necesario mejorar el recorrido de los vehículos, el cual puede o no iniciar y culminar en el mismo lugar de inicio.
- Los lugares, son recorridos una única vez, haciendo mérito de tener vehículos con gran tamaño para la visita.

Para dar solución al VRP existen diversos métodos y algoritmos que permiten calcular la ruta óptima. Los algoritmos utilizados mayormente en caminos electrónicos evaluando la ruta óptima son:

2.2.3.1. Algoritmo de Dijkstra

Según Gil et al [28], el algoritmo Dijkstra es un algoritmo de cálculo de ruta él cual tiene por objeto determinar las ruta más corta con el mínimo costo entre el nodo de inicio y los demás nodos en el grafo ponderado y disponer de pesos negativos $W(v_i, v_j) \geq 0$. Este algoritmo consta de varias etapas o pasos que pueden resumirse en la siguiente figura:



donde:

- ' n ': al conjunto de nodos de la red.
- ' s ': es el nodo origen
- ' T ': es la lista de nodos recorridos durante la ejecución del algoritmo
- ' $w(i, j)$ ': es el coste del enlace directo del nodo ' i ' al nodo ' j '.
- ' $L(n)$ ': es el coste en curso desde el nodo ' s ' al nodo ' n '.
- Caminos recorridos desde ' s ' al resto de los nodos de N

Fig. 3. Pasos del algoritmo Dijkstra [28]

El autor también menciona que si los nodos i y j no se encuentran directamente relacionados entonces los costes que se asocian durante la ejecución del algoritmo son infinitos, es decir $W(i, j) = \infty$ y si se encuentran conectados los costes serán $W(i, j) \geq 0$. Entonces se puede decir que el algoritmo consiste en añadir a una lista T aquellos nodos que formen parte del trayecto más corto para ir desde el nodo origen hasta el nodo destino, y que no se encuentren ya incluidos en la lista es decir que no se haya pasado por ellos. Cada vez que se añade un nuevo nodo a T se está

incorporando un nuevo nodo a la ruta. Además, $L(n)$ ira actualizándose con un nuevo coste tras haber introducido un nuevo nodo.

2.2.3.2. Algoritmo Bellman Ford

Este algoritmo calcula la ruta basándose en el trayecto más corto. Evalúa el trayecto más corto entre el nodo de inicio y el nodo destino. En este caso no se asocia con un coste como en el algoritmo de Dijkstra.

Gil et al [28], argumenta que el algoritmo Bellman Ford calcula el trayecto más corto entre el nodo de inicio y todos los demás nodos con la única regla de que los caminos evaluados tengan al menos un enlace. Luego, hace la misma hace lo mismo suponiendo que la condición que se exige sea de al menos dos enlaces, y a continuación se volverá a repetir suponiendo tres enlaces, y así sucesivamente.

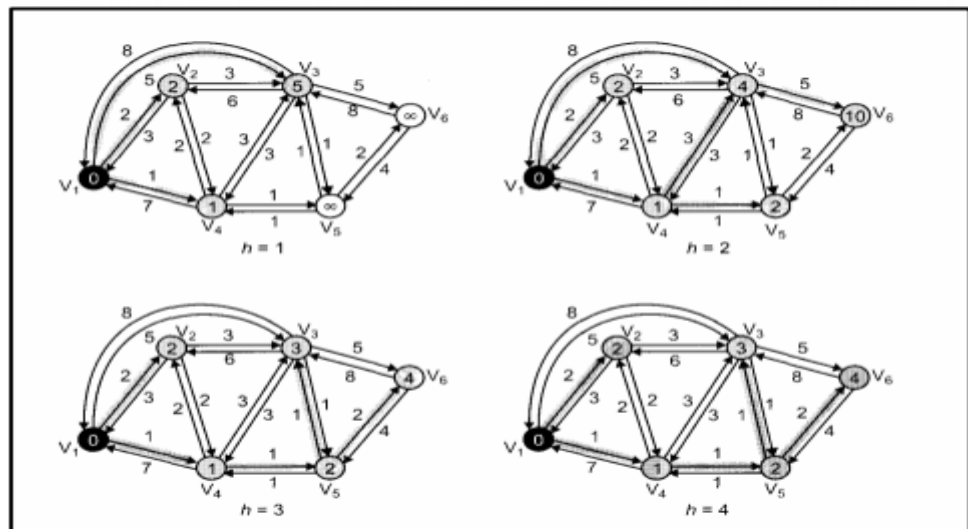


Fig. 4. Algoritmo Bellman-Ford por número de saltos [28]

s = Nodo inicio u origen.

$w(i,j)$ = costo del enlace desde el nodo i al nodo j ; $w(i,i) = 0$, $w(i,j) = \infty$ si los dos nodos no se encuentran directamente conectados, $w(i,j) \geq 0$ si los dos nodos están directamente conectados.

h = número máximo de enlaces en un camino en el paso actual del algoritmo.

$Lh(n)$ = costo del camino de mínimo, costo desde el nodo s hasta el nodo n con la condición de no más de h enlaces.

Conectar n con el nodo predecesor j de mínimo costo y eliminar todas las conexiones de n con un nodo predecesor diferente obtenido en una iteración anterior. El camino entre s y n finaliza con el enlace de j a n .

Para la iteración del paso 2 con $h = K$, y para cada nodo de destino n , el algoritmo compara las rutas potenciales de longitud $K+1$ desde s hasta n con el camino existente al final de la iteración anterior. Si el camino más corto previo tiene un costo inferior, se guarda; en caso contrario, se define un nuevo camino de longitud $K+1$ entre s y n , que consiste en una ruta de longitud K entre s y algún nodo j más un salto directo desde el nodo j hasta el nodo n . En este caso, el camino de s a j usado es la ruta de K saltos para j definida en la iteración anterior.

En cada paso se determinan las rutas de mínimo costo con un número máximo de enlaces igual a h . Tras la última iteración se conoce el camino de mínimo costo a cada nodo y el costo asociado. El mismo procedimiento se puede usar tomando como nodo origen el nodo 2, y así sucesivamente.

2.2.4. Gamificación

Según Teixes [30], la gamificación es una técnica de aprendizaje donde se emplea los mismo elementos y diseños de los juegos como las dinámicas, elementos, etc.) en contextos como empresas, educación, salud, etc. Estas técnicas se emplean para tratar de cambiar la conducta de las personas a través de actos que impulsen su motivación.

Partiendo del concepto de juego el cual es la actividad recreativa sometida a reglas, donde se puede ganar o perder, según sea el caso. Para que un juego exista debe haber las siguientes características:

Objetivo: el cual es el resultado que los jugadores quieren conseguir por participar en el juego;

Normas: las cuales definen las reglas que los jugadores tienen que seguir para conseguir el objetivo del juego;

Feedback: avisa a los participantes del juego si están cerca o lejos de alcanzar el objetivo; y

Participación voluntaria: esto conlleva que los participantes acepten jugar conociendo el objetivo, las normas y el feedback que se establecen durante el juego.



Fig. 5. Características de los juegos [30]

2.2.4.1. Elementos de Gamificación

Se debe conocer los elementos que conforman la gamificación para saber que elegir y cual podemos implementar para el desarrollo de la presente investigación. Werbach y Hunter [31] clasifican a los elementos en tres categorías: dinámicas, mecánicas y componentes.

Se entiende por *mecánicas* a los componentes del juego como las reglas y el funcionamiento; por otro lado, las *dinámicas* la cual son las que ponen en marcha las mecánicas determinando el comportamiento y están relacionadas con la motivación de los participantes. Por último, los

componentes, que vienen hacer los recursos con los que se cuenta y las herramientas que se utilizará para diseñar una actividad. En la siguiente tabla se presenta algunos ejemplos de dinámicas, mecánicas y componentes:

TABLA II MUESTRAS DE DINÁMICAS, MECÁNICAS Y COMPONENTES [31]

Dinámicas	Emociones	Curiosidad, competitividad, frustración, felicidad
	Narración	Una historia continuada es la base del proceso de aprendizaje
	Progresión	Evolución y desarrollo del jugador
	Relaciones	Interrelaciones sociales, compañerismo, estatus, altruismo
	Restricciones	Limitaciones o componentes forzosos
Mecánicas	Colaboración	Trabajar juntos para conseguir un objetivo
	Competición	Unos ganan y otros pierden. También contra uno mismo
	Desafíos	Tareas que implican esfuerzo, que supongan un reto
	Recompensas	Beneficios por logros
	Retroalimentación	Como los estamos haciendo
	Suerte	El azar influye
	Transacciones	Comercio entre jugadores, directo o con intermediarios
Turnos	Participación secuencial, equitativa y alternativa	
Componentes	Avatar	Representación visual del jugador
	Colecciones	Elementos que pueden acumularse
	Combate	Batalla definida
	Desbloqueo de contenidos	Nuevos elementos disponibles tras conseguir objetivos
	Equipos	Trabajo en grupo con un objetivo en común
	Graficas sociales	Representan la red social del jugador dentro de la actividad
	Insignias	Representación visual de los logros
	Límites de tiempo	Competir contra el tiempo y con uno mismo
	Misiones	Desafíos predeterminados con objetivos y recompensas
	Niveles	Diferentes estadios de progresión y/o dificultad
	Puntos	Recompensas que representan la progresión
	Clasificaciones y barra de progreso	Representación gráfica de la progresión y logros
	Regalos	Oportunidad de compartir recursos con otros
Tutoriales	Familiarizarse con el juego, adquisición de normas y estrategias	

2.2.5. Metodología del Proceso Unificado de Rational

Según Alonso et al [32] la metodología RUP “es un proceso de desarrollo de software que describe un conjunto de actividades necesarias para trasladar los requisitos del usuario en un sistema de software”. Esta metodología se puede aplicar al desarrollo de distintos tipos de software, a diferentes tipos de empresas y diferentes tipos y tamaños de proyectos.

Según este autor el Proceso Unificado de Rational presenta las siguientes características:

- “Está dirigido por casos de uso, esto quiere decir que el proceso sigue un hilo (avanza a través de una serie de flujos de trabajo que parten de los casos de uso).” Los casos de uso representan los requisitos funcionales y sirven de guía a la arquitectura del sistema y esta, influye en la selección de los casos de uso. Por tanto, la arquitectura como los casos de uso maduran según avanza el ciclo de desarrollo.
- Centrado en la arquitectura, es decir que se incluye los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema. Esta arquitectura surge de las necesidades de la empresa, como las perciben los usuarios y los inversores, y se refleja en los casos de uso. Sin embargo, también se ve influido por muchos otros factores como la plataforma en la que tiene que funcionar el software (arquitectura de hardware, sistema operativo, sistema de gestión de base de datos, protocolos para comunicaciones de red, etc.). Entonces podemos decir que la arquitectura es una vista del diseño completo con las características más importantes resaltadas, dejando de lado los detalles
- Iterativo e incremental, se dice que es práctico dividir el trabajo en partes más pequeñas es decir en iteraciones que resulta un incremento. Las iteraciones hacen referencia a pasos en el flujo de trabajo, y los incrementos, al crecimiento del producto.

- Desarrollo de software basado en componentes.
- Utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language, UML).

Este proceso se repite en una serie de ciclos que constituyen la vida de un sistema. Cada ciclo constituye una versión del sistema y consta de cuatro fases que se describen a continuación:

TABLA III FASES DE METODOLOGÍA RUP [28]

Fase	Objetivos	Puntos de control
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el alcance del proyecto • Entender que se va a implementar 	Objetivo del proyecto
Elaboración	<ul style="list-style-type: none"> • Construir una versión ejecutable de la arquitectura de la aplicación. • Entender cómo se va a implementar. 	Arquitectura de la aplicación
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Completar el esqueleto de la aplicación con la funcionalidad • Construir una versión beta de la aplicación 	Versión beta de la aplicación
Transición	<ul style="list-style-type: none"> • Poner a disposición la aplicación para los usuarios finales • Construir la versión final. 	Versión final de la aplicación

Cada fase se subdivide en iteraciones. En cada iteración se desarrolla en secuencia un conjunto de disciplinas o flujos de trabajo.

Se entiende por disciplina al conjunto de actividades relacionadas (flujos de trabajo) vinculadas a un área específica dentro del proyecto total. Las más importantes son:

- Requerimientos
- Análisis y diseño
- Implementación
- Prueba

El agrupamiento de actividades en disciplinas es principalmente una ayuda para comprender el proyecto desde la visión tradicional en cascada. Cada disciplina está asociada con un conjunto de modelos que se desarrollan. Estos modelos están compuestos por artefactos. Los artefactos más importantes son los modelos que cada disciplina realiza: modelo de casos de uso, modelo de diseño, modelo de implementación, y modelo de prueba.

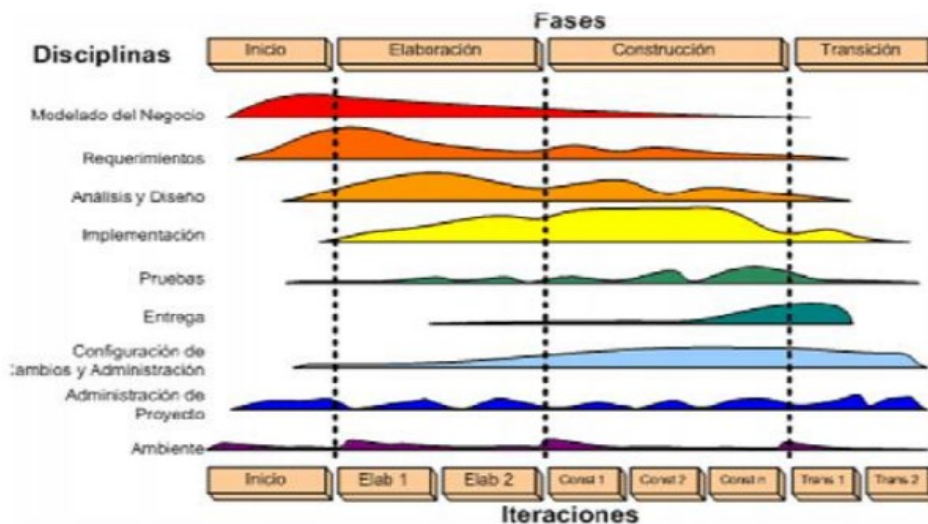


Fig. 6. Dimensiones del RUP [32]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo tecnológica aplicada, ya que se pretende implementar una aplicación multiplataforma para apoyar la gestión integral de residuos sólidos, aplicando algoritmos de optimización de rutas y técnicas de gamificación.

3.2. Métodos de investigación

A continuación, se mencionan los métodos de investigación que serán empleados:

TABLA IV MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método	Descripción
Análítico	Estudio y análisis del problema que presenta el proyecto
Deductivo	Estrategia para el planteamiento de la propuesta de solución a la problemática de la gestión de residuos sólidos
Implementación	Se pondrá en ejecución la implementación de la multiplataforma para apoyar la gestión de residuos sólidos

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la siguiente tabla se describe las técnicas e instrumentos que nos ayudaran a la recolección de datos.

TABLA V TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Encuesta	cuestionario	pobladores	Extraer información sobre funcionalidad de aplicación

3.4. Procedimientos

3.4.1. Metodología de desarrollo

La metodología empleada fue RUP, aquí se describe las actividades que se lograron realizar en cada una de las metodologías estas de detallan a continuación:

1. Iteración #1: Planificación del proyecto (Plan de sistemas)

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Identificación de los participantes del proyecto
- ✓ Descripción general de la empresa
- ✓ Análisis de la situación tecnológica
- ✓ Desarrollo de cronograma de desarrollo

2. Iteración #2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Elaboración de diagrama de contexto del negocio
- ✓ Elaboración de diagrama de casos de uso del negocio
- ✓ Elaboración de diagrama de actividades del negocio
- ✓ Elaboración de diagrama de objetos del negocio
- ✓ Elaboración de modelo de dominio

3. Iteración #3: Análisis Preliminar de Requerimientos – Casos de Uso

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Modelado de requerimientos funcionales y no funcionales
- ✓ Elaboración de diagrama de contexto de casos de uso del sistema
- ✓ Elaboración de casos de uso del sistema
- ✓ Elaboración de diagrama de actividades del sistema

- ✓ Elaboración de diagrama de objetos
- ✓ Elaboración de diagrama de objetos general

4. Iteración #4: Análisis

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Elaboración de diagrama de contexto de análisis.
- ✓ Elaboración de diagrama de realizaciones de casos de uso de análisis.
- ✓ Elaboración de diagrama de clases de análisis.
- ✓ Elaboración de diagrama de clases general

5. Iteración #5: Diseño

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Elaboración de diagrama de contexto de diseño.
- ✓ Elaboración de diagrama de realizaciones de casos de uso de diseño.
- ✓ Elaboración de diagrama de clases de diseño.
- ✓ Elaboración de diagrama de secuencia.
- ✓ Elaboración de diagrama de clases de diseño general.
- ✓ Elaboración del diseño entidad relación de la base de datos
- ✓ Elaboración de los diagramas de estados.
- ✓ Elaboración del diseño de interfaces.

6. Iteración #6: Implementación y Prueba

Se estableció las actividades siguientes:

- ✓ Elaboración del diagrama de componentes
- ✓ Elaboración del Pseudocódigo
- ✓ Pruebas de caja negra

3.4.2. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos que se realizó en la presente investigación tuvo como finalidad identificar las fases, entregables y objetivos afectados durante desarrollo de la presente tesis, detallándose en el *Anexo N.º 04*.

3.4.3. Producto acreditable

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces del sistema propuesto haciendo uso del lenguaje PHP y el framework Ionic V5, representadas en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de interfaces, en el Capítulo IV. Resultados*.

2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento del sistema multiplataforma, el cual se detalla en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la arquitectura, en el Capítulo IV. Resultados*.

3. Infraestructura tecnológica

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen las características de cada uno de sus componentes en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la infraestructura tecnológica, en el Capítulo IV. Resultados*.

3.4.4. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso de la aplicación multiplataforma de gestión de residuos sólidos que se implementó, la cual se muestra en el *Anexo N.º 06*.

3.5. Matriz de consistencia

TABLA VI MATRIZ DE CONSISTENCIA

<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>		<u>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</u>			
¿Cómo apoyar la gestión integral de residuos sólidos de un programa en comunidades de una institución académica”		<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u>		<u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u>	
		Tecnológica aplicada		Cuasi experimental	
<u>OBJETIVO GENERAL</u>		<u>MÉTODO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>		
<p>➤ Implementar una multiplataforma informática aplicada a la gestión integral de residuos sólidos del programa Progreso de responsabilidad social universitaria Usat.</p>		Analítico	Estudio y análisis del problema que presentó el proyecto Progreso		
		Deductivo	Estrategia para el planteamiento de la propuesta de solución al problema		
		Implementación	Se pondrá en ejecución la propuesta de solución		
		<u>TÉCNICAS</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	<u>ELEMENTOS DE LA POBLACIÓN</u>	<u>PROPÓSITO</u>
		Entrevista	cuestionario	Reciclador, coordinador de RSU	Extraer información del proceso de recolección de residuos sólidos
encuesta	cuestionario	pobladores	Extraer información sobre realidad problemática		
Observación	Lista de cotejo	Reciclador, Coordinador RSU, pobladores	Observar el cuándo, cómo, cuanto, donde y porque del proceso de recolección de residuos sólidos		
Entrevista	cuestionario	Coordinador de RSU	Extraer información del programa de reciclaje		
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>INDICADORES</u>			
Evaluar comparativamente los diferentes algoritmos de optimización de rutas, para la selección del que se adecue a las características del contexto.	Se debe evaluar diferentes algoritmos que conlleven a la selección del algoritmo que evalúe la ruta óptima en el proceso de gestión integral de residuos sólidos.	Tiempo de procesamiento			
Determinar las variables de la realidad problemática para la implementación del algoritmo seleccionado.	Se seleccionarán las variables para la implementación del algoritmo en la aplicación propuesta.	Numero personas, frecuencia de recolección, tipo de vehículo, tipos de residuos, etc.			
Determinar en base a los criterios del usuario los diferentes elementos de gamificación.	Se seleccionarán los elementos de gamificación que se emplearán en la aplicación propuesta en base a los criterios de los usuarios.	Número de elementos de gamificación			
Validar la funcionalidad de la aplicación en base a la implementación de los elementos de gamificación en la aplicación propuesta.	Se validará la funcionalidad de la aplicación propuesta en base a los elementos de gamificación.	Porcentaje de funcionalidad de la aplicación			

3.6. Consideraciones éticas

En este apartado se menciona lo que se ha considerado para la protección y bienestar de los participantes de la presente investigación, en este caso la información de las personas participantes al proyecto PROGRESO, así como de la seguridad (resguardo) de los datos que se ha desarrollado con las siguientes consideraciones:

- ✓ La información obtenida en esta investigación tiende a ser de carácter privado, perteneciendo al Área de Responsabilidad social Universitaria de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, siendo su tratamiento confidencial.
- ✓ El Resguardo de los datos y secreto de la información.

4 RESULTADOS

4.1. En base a la metodología utilizada

4.1.1. Iteración #1: Planificación del proyecto (Plan de sistemas)

a. Participantes del proyecto

Docente coordinador: Magister María Ysabel Arangurí García

Equipo del proyecto: Torres Mimbela Alvaro Humberto

b. Descripción general de la empresa

El proyecto “PROGRESO” fue propuesto por la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria, bajo el programa Institucional CISUSAT en el año 2016, con el objetivo de ayudar a mejorar el nivel de vida de las personas, tomando como ámbito de acción a población más cercana al campus universitario, correspondientes a 6 comunidades aledañas. Dicho proyecto, tiene como finalidad incentivar en dichas comunidades un buen manejo de los residuos sólidos mediante la prevención y reducción en la producción de residuos sólidos en el origen.

Como objetivos tiene minimizar, recuperar y valorizar los residuos a través de las prácticas de gestión de residuos sólidos u otras opciones garantizando la salud y el ambiente; esto para reducir el volumen de residuos que son destinados a su disposición final.

c. Organización de la empresa

Este apartado se definirá las funciones de los responsables en el desarrollo del proyecto PROGRESO.

TABLA VII FUNCIONES DE RESPONSABLES

PARTICIPANTES	ROL
Dirección de Responsabilidad Social Universitaria- DRSU	Evaluar y aprobar la continuidad del proyecto
Coordinador de Programas Sociales	Propone, implementa, monitorea y evalúa el proceso del proyecto
Estudiantes de Actividades complementarias	Apoyo en sensibilización y capacitación casa por casa
VOCCS-USAT	Apoyo en iniciativas de sensibilización comunitaria
MPCH	Coordinación para reciclaje inclusivo
Asociación de Recicladores de Chiclayo	Intercambio de experiencias y participación en capacitaciones
Asociación de Recicladores CISUSAT	Inclusión en reciclaje de las zonas asignadas (zonificación y sensibilización ambiental)

d. Análisis de situación tecnológica

Sistemas existentes

El proyecto PROGRESO no cuenta con sistemas propios apoyando sus procesos, por otra parte, se utilizan redes sociales como Facebook y aplicaciones de mensajería instantánea como WhatsApp que apoyan la difusión de información y comunicación entre los participantes de todo el proyecto.

Aplicativos utilizados

- Microsoft Office 2016
- Plataforma zoom

Equipos(hardware)

El área de Responsabilidad social universitaria USAT cuenta con 2 PC, 1 impresora con las siguientes características:

- PC:
Sistema operativo: Windows 10
Fabricante: intel
Procesador: Intel Core i3 CPU @ 2.10GHz
Memoria RAM: 4.00 GB
Tipo de sistema: sistema operativo de 64 bits

e. Plan del sistema propuesto

Descripción

El proyecto PROGRESO busca minimizar, recuperar y valorizar los materiales bajo las actividades de reciclaje, compostaje y reutilización buscando minimizar el volumen de residuos destinados a su disposición final. Esto se realiza en diferentes procesos manuales resumidos de la siguiente manera:

Se deben registrar a los recicladores para luego insertarlos a la formalidad bajo la Asociación de Recicladores CISUSAT, esto lo realiza la coordinadora de Programas Sociales donde hace un sondeo en las 6 zonas aledañas.

Al mismo tiempo con ayuda de estudiantes de actividades complementarias y voluntarios (VOCCS-USAT) se concientiza y empadrona a los pobladores que quieren participar del proyecto PROGRESO.

Los recicladores recolectan los residuos de los participantes del proyecto que previamente han sido empadronados, recorriendo todos los domicilios de la localidad asignada a su cargo. El reciclador va en visita de todos los domicilios y cuando alguno de estos les brinda residuos, el reciclador registra la participación en un registro semanal que posteriormente será entregado a la coordinadora de Programas Sociales.

Por último, para retroalimentar y tener evidencias del proyecto, la coordinadora de Programas sociales visita semanalmente al reciclador para recoger los registros de participación, así como algún inconveniente que ha podido surgir durante la semana.

La finalidad de esta tesis es proveer a estos procesos automatización, con la ayuda de un sistema que pueda mejorar la recolección mediante rutas al reciclador, registrar la información de la recolección, registrar información de los participantes del proyecto.

Objetivos

El objetivo es implementar una multiplataforma informática aplicada a la gestión integral de residuos sólidos del proyecto PROGRESO de Responsabilidad Social Universitaria USAT donde se tendrá en cuenta el contexto del proyecto y la realidad problemática del mismo.

Cronograma de desarrollo

Para el desarrollo del software se estableció el cronograma de actividades donde se especificó tiempo, actividades a desarrollar sin descuidar los riesgos que posee el desarrollo del producto Software. Ver anexo N.º 2

Presupuesto

Para el desarrollo del producto acreditable se tomó como presupuesto los diferentes aspectos esto evidenciado en el anexo N° 3

f. Factibilidad para el desarrollo del proyecto

Factibilidad tecnológica

El proyecto pretende obtener una aplicación multiplataforma que utilizando la geolocalización se pueda verificar los lugares de recolección de residuos sólidos por parte de los pobladores que quieren brindar sus residuos, aportando información a los recicladores para evaluar la ruta optima de recojo. También se brindará indicadores al área de dirección de Responsabilidad Social Universitaria para que pueda evaluar la viabilidad del proyecto.

Factibilidad de fechas

El presente proyecto se basará su desarrollo según el cronograma de actividades de desarrollo el cual pretende cubrir todas las etapas de la metodología en base a las iteraciones que cumplan con el desarrollo.

Factibilidad financiera

El presente proyecto se justifica económicamente ya que las aplicaciones utilizadas para el desarrollo son en software libre y en versión de prueba, de esta manera no genera costos en su implementación.

También existirá un beneficio económico hacia los actores involucrados como son los recicladores que se pretende

aumentar la cantidad de residuos recolectados, por ende, su economía; y la población participante de las 6 zonas aledañas ya que se pretende establecer incentivos para tener un mayor número de participantes motivados a realizar prácticas de segregación.

4.1.2. Iteración #2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio

Actividad N°1: Diagrama de contexto del negocio



Fig. 7. Diagrama de contexto – Modelo de negocio

Actividad N° 2: Diagrama de casos de uso del negocio

Subsistema de gestión de personal

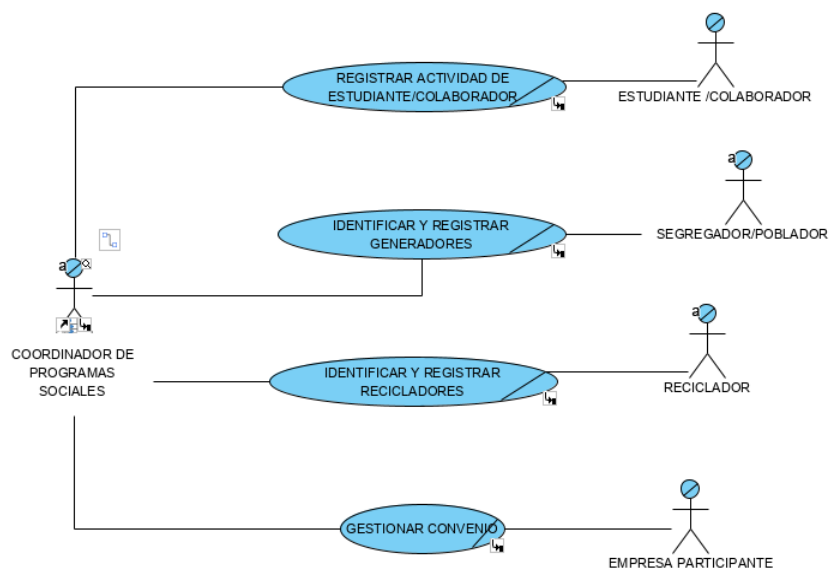


Fig. 8. Subsistema de gestión de personal – Modelo de negocio

Subsistema de gestión de residuos

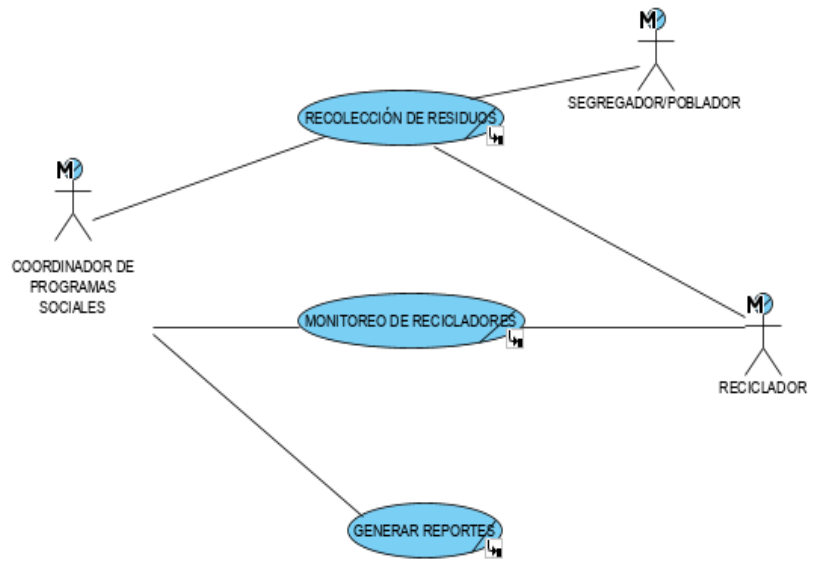


Fig. 9. Subsistema de gestión de residuos – Modelo de negocio

Actividad N° 3: Modelado de diagramas de actividades de negocio y objetos del negocio

▪ Diagrama de actividades del negocio

a. Identificar y registrar generadores

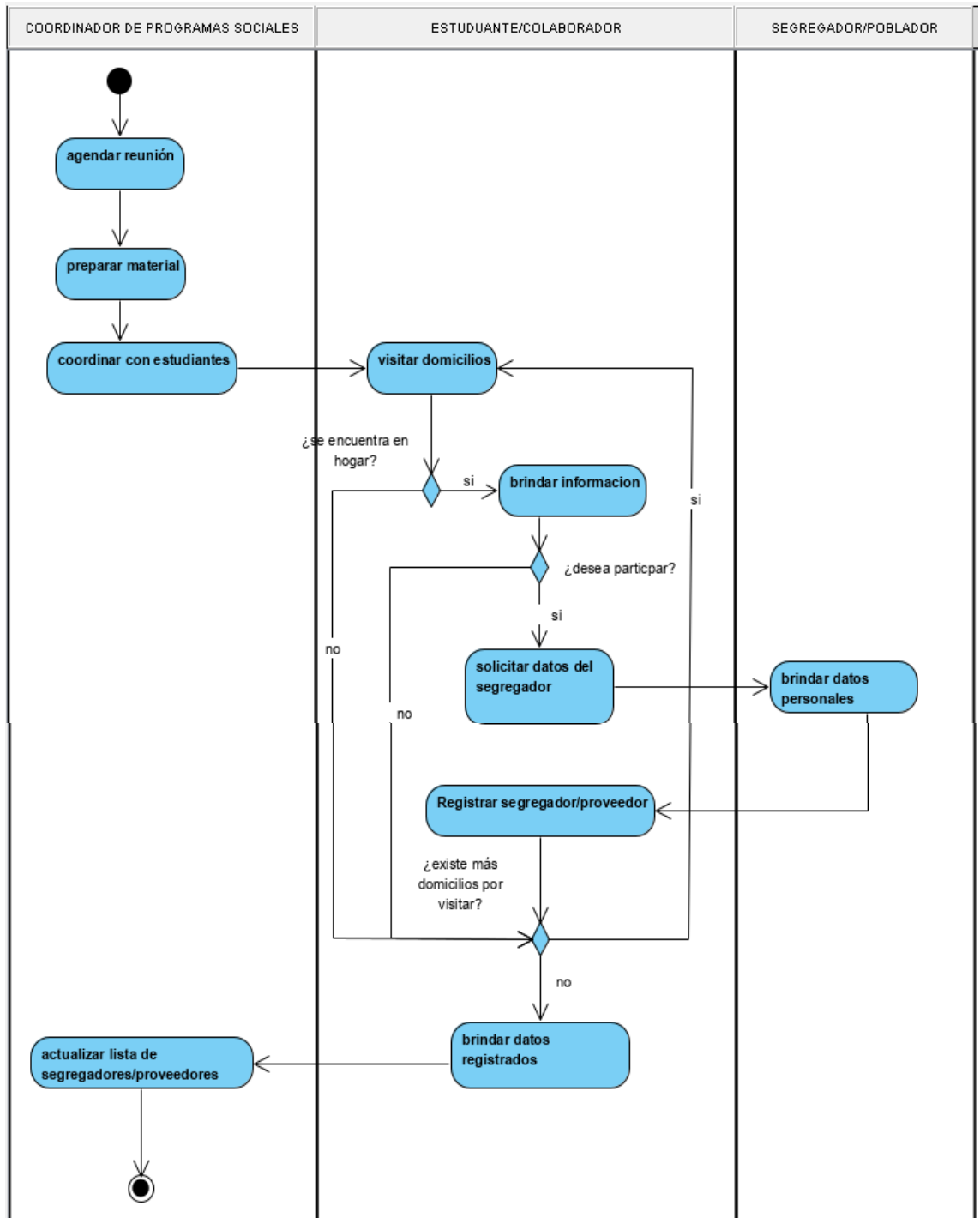


Fig. 10. Identificar y registrar generadores – Actividad de negocio

b. Identificar y registrar recicladores

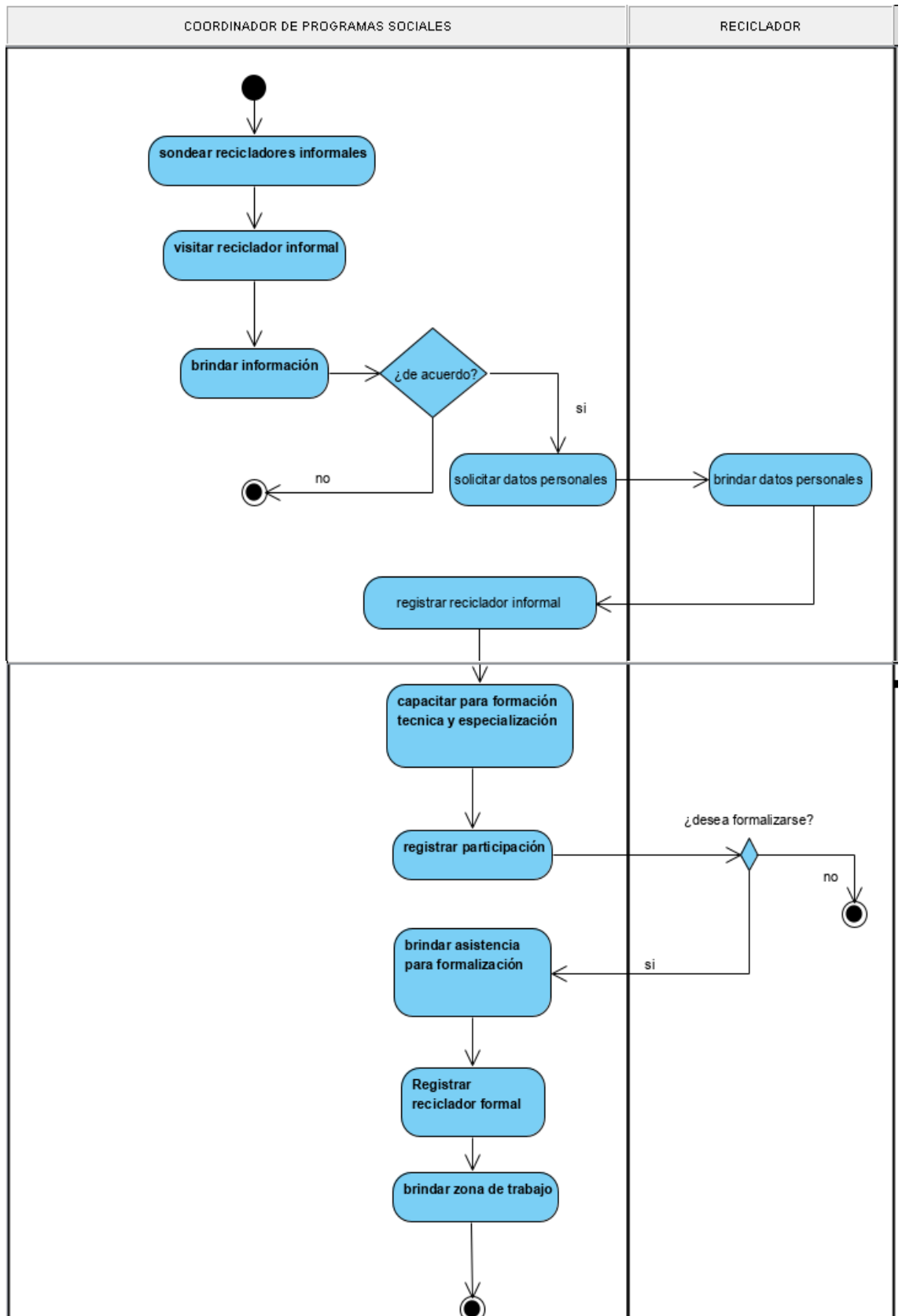


Fig. 11. Identificar y registrar recicladores – Actividad de negocio

c. Recolección de residuos

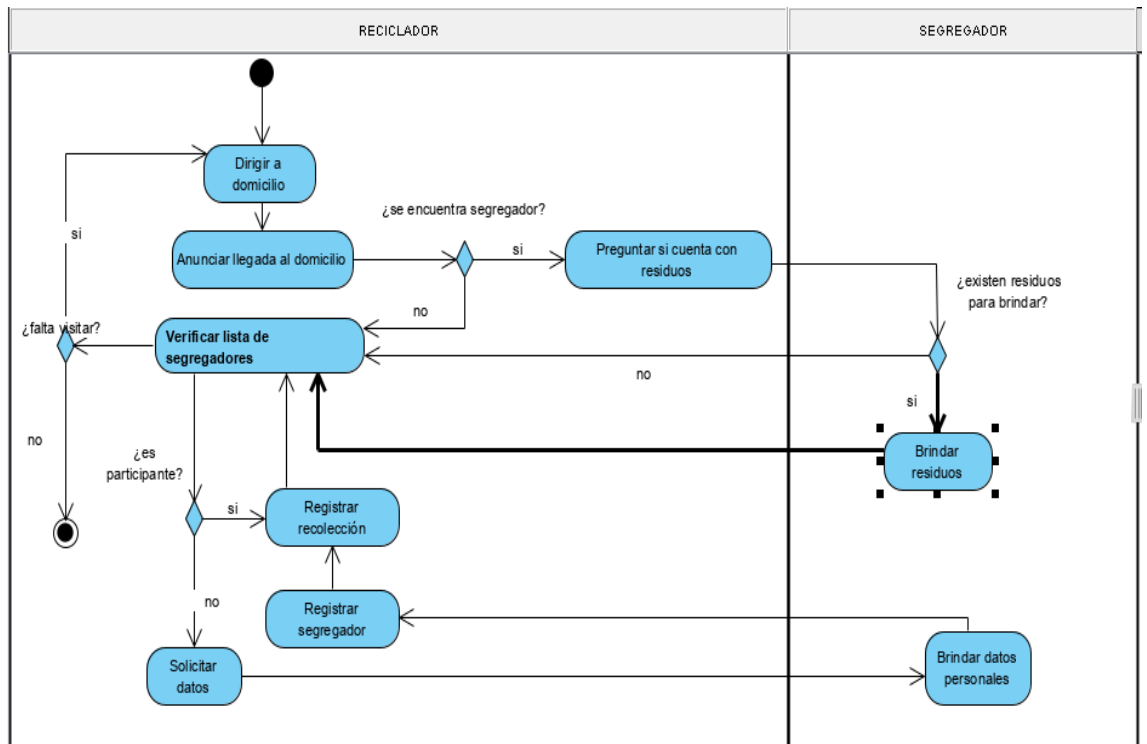


Fig. 12. Recolección de residuos – Actividad de negocio

d. Monitoreo de recicladores

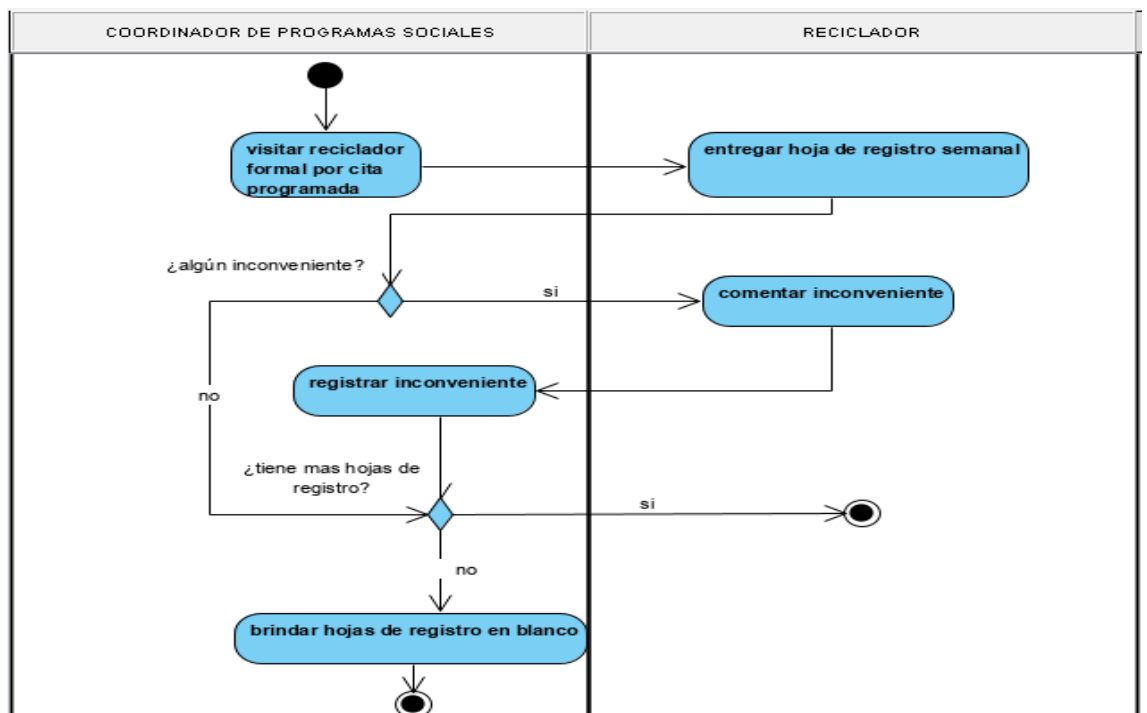


Fig. 13. Monitoreo de recicladores – Actividad de negocio

e. Registrar actividad de estudiante colaborador

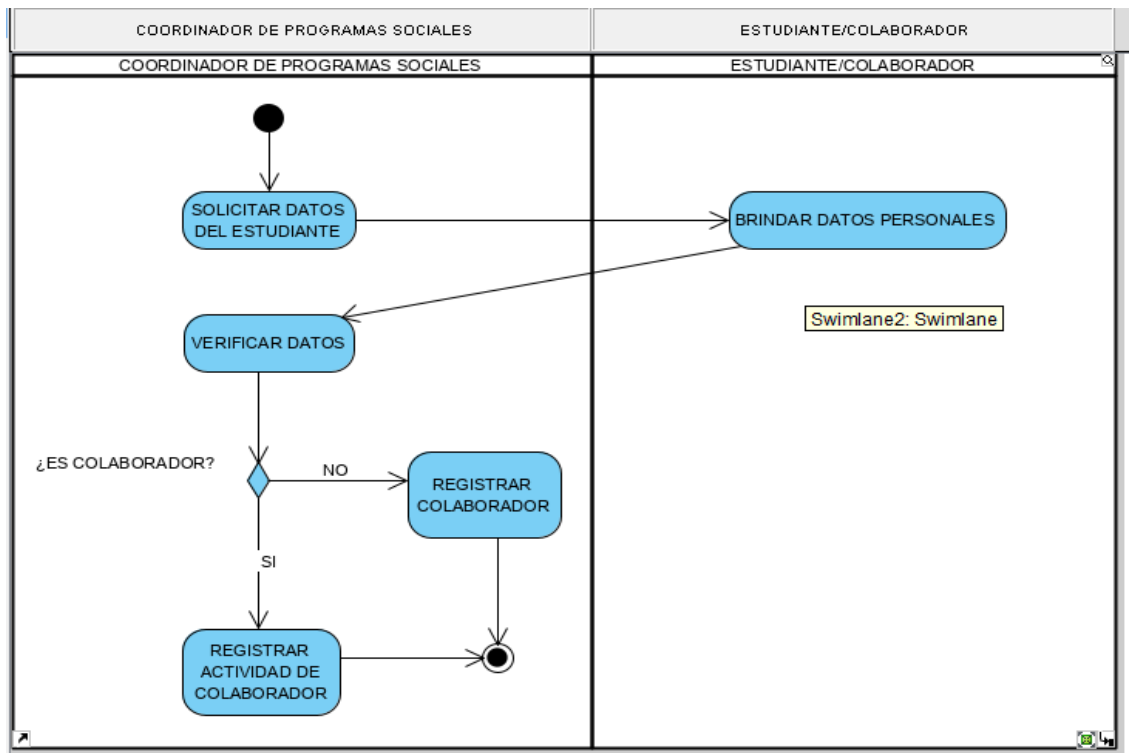


Fig. 14. Registrar actividad de estudiante colaborador –
Actividad de negocio

f. Generar reporte

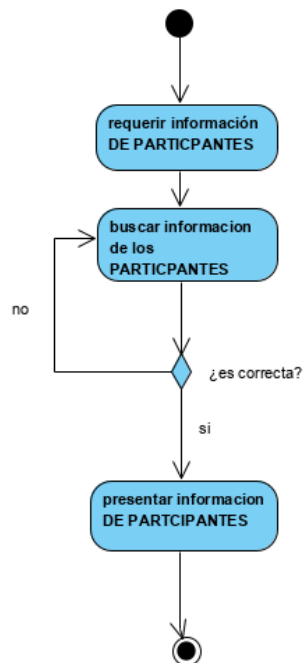


Fig. 15. Generar Reporte – Actividad de negocio

▪ Diagrama de objetos del negocio

Subsistema de gestión de personal

a. Identificar y registrar generadores

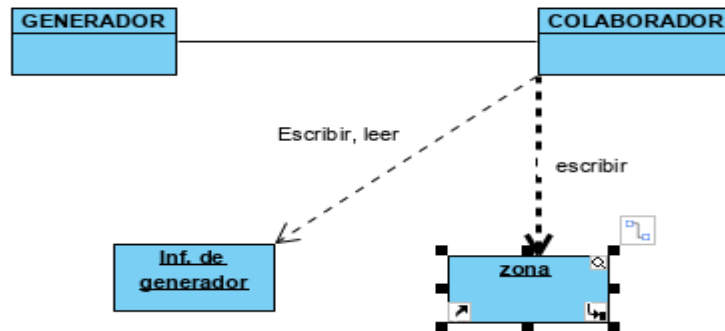


Fig. 16. Identificar y registrar generadores

b. Identificar y registrar recicladores

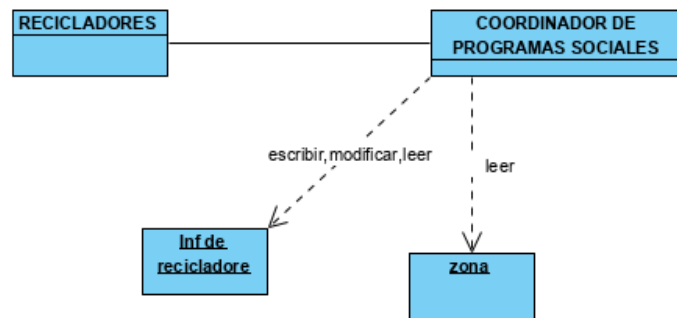


Fig. 17. Identificar y registrar recicladores

c. Identificar y registrar colaborador

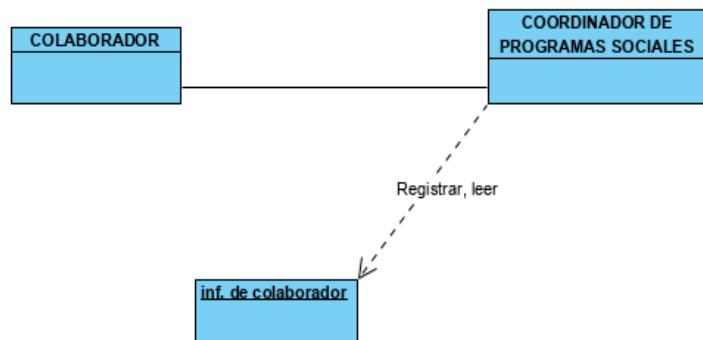


Fig. 18. Identificar y registrar colaborador

Subsistema gestión de residuos

a. Recolección de residuos

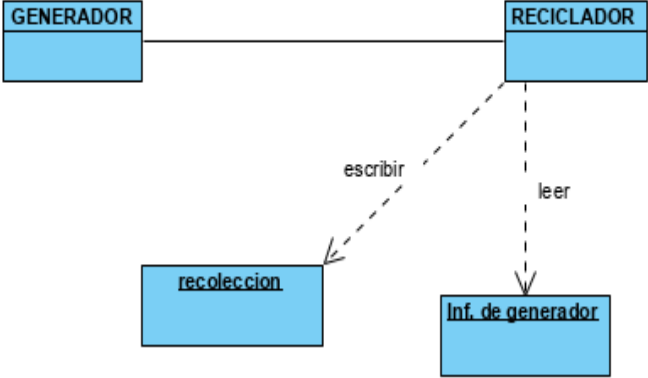


Fig. 19. Recolección de residuos

b. Monitoreo de reciclador

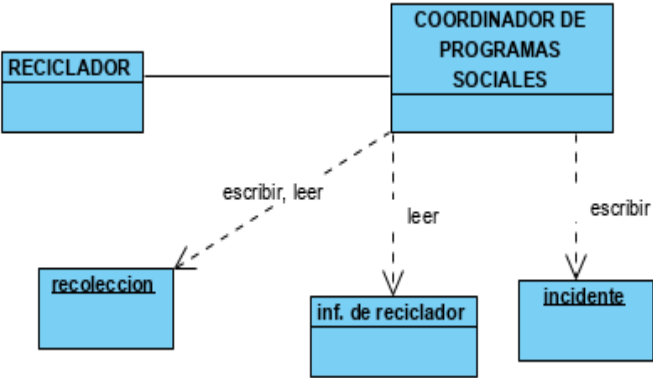


Fig. 20. Monitoreo de reciclador

c. Generar reporte

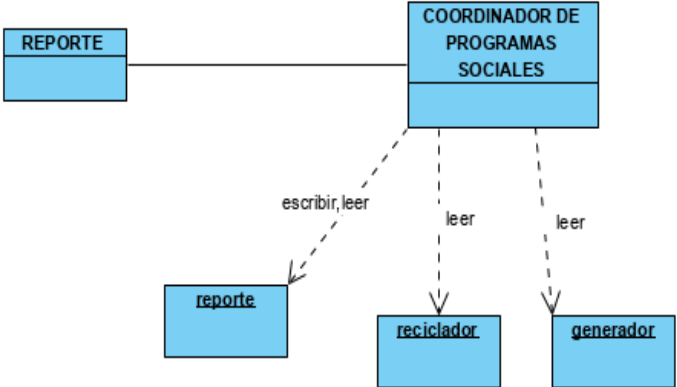


Fig. 21. Generar reporte

Actividad N° 4: Elaboración del modelo del dominio del negocio.

Subsistema de gestión de personal

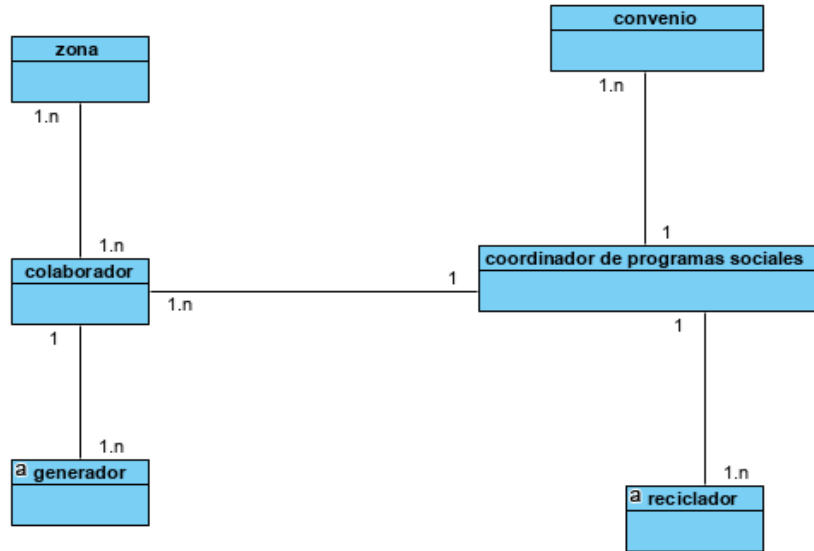


Fig. 22. Modelo de dominio Subsistema de gestión de personal

Subsistema de gestión de residuos

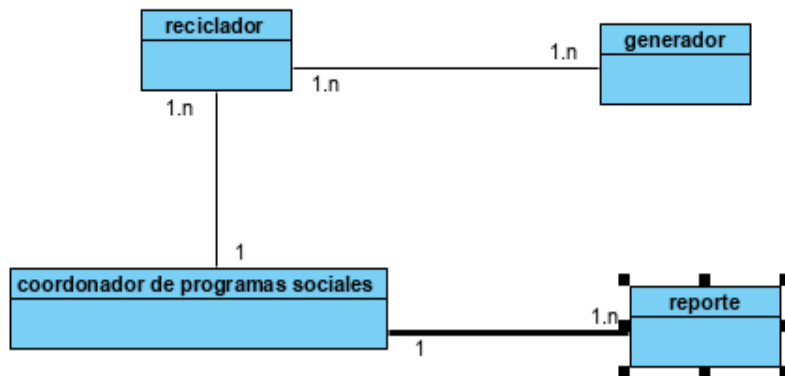


Fig. 23. Modelo de dominio subsistema de gestión de residuos

4.1.3. Iteración #3: Análisis Preliminar de Requerimientos – Casos de Uso

Actividad N° 1: Modelo de casos de uso (Modelo de requerimientos)

Requerimientos funcionales

TABLA VIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 1

Identificación del requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Gestionar acceso al sistema
Características	Permite gestionar el ingreso al sistema
Descripción del requerimiento	Iniciar sesión: El sistema debe permitir el ingreso solo a usuarios registrados mediante su usuario y contraseña. Modificar clave: El sistema permitirá al usuario recuperar su clave en caso de haberla olvidado, el cual podrá generar una nueva clave validando sus datos registrados.
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF7 RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA IX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 2

Identificación del requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Gestionar tipo de residuos
Características	Permite gestionar las actividades de mantenimiento de los tipos de residuos.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar tipo de residuos: El sistema permitirá el registro de los tipos de residuos.</p> <p>Modificar tipo de residuos: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los tipos de residuos registrados.</p> <p>Buscar tipo de residuos: El sistema debe permitir la búsqueda de los tipos de residuos registrados en el sistema.</p> <p>Listar tipo de residuos: El sistema debe permitir listar todos tipos de residuos registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA X REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 3

Identificación del requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Gestionar generador
Características	Permite gestionar las actividades de mantenimiento de los generadores.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar generador: El sistema permitirá el registro de los datos de los segregadores como: nombre, dirección, edad, latitud, longitud, etc.).</p> <p>Modificar generador: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los segregadores registrados.</p> <p>Buscar generador: El sistema permitirá la búsqueda de los segregadores registrados en el sistema.</p> <p>Listar generador: El sistema permitirá listar todos los segregadores registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 4

Identificación del requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Gestionar reciclador
Características	Permite gestionar las actividades de mantenimiento de los segregadores.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar reciclador: El sistema permitirá el registro de los datos de los recicladores como: nombre, dirección, edad, zona asignada, etc.</p> <p>Modificar reciclador: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los recicladores registrados.</p> <p>Buscar reciclador: El sistema permitirá la búsqueda de los recicladores en el sistema.</p> <p>Listar reciclador: El sistema permitirá listar a los recicladores registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 5

Identificación del requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Gestionar colaborador
Características	Permitirá gestionar las actividades de mantenimiento de los colaboradores
Descripción del requerimiento	<p>Registrar colaborador: El sistema permitirá el registro de los datos de los colaboradores como: (nombre, escuela, edad).</p> <p>Modificar colaborador: El sistema permitirá la actualización de la información de los colaboradores registrados.</p> <p>Buscar colaborador: El sistema permitirá la búsqueda de los colaboradores registrados en el sistema.</p> <p>Listar colaborador: El sistema permitirá listar todos los colaboradores registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 6

Identificación del requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Ver mapa
Características	El sistema permitirá al administrador, coordinador de programas sociales, visualizar geográficamente a los recicladores y generadores
Descripción del requerimiento	Listar persona: El sistema permitirá listar todas las personas según el perfil requerido en el mapa.
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Media

TABLA XIV REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 7

Identificación del requerimiento	RF07
Nombre del requerimiento	Gestionar trabajador
Características	Permitirá gestionar las actividades de mantenimiento de los trabajadores
Descripción del requerimiento	<p>Registrar colaborador: El sistema permitirá el registro de los datos de los trabajadores</p> <p>Modificar colaborador: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los tipos de colaboradores registrados.</p> <p>Buscar colaborador: El sistema permitirá la búsqueda de los tipos de colaboradores registrados en el sistema.</p> <p>Listar colaborador: El sistema permitirá listar todos los tipos de colaboradores registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XV REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 8

Identificación del requerimiento	RF08
Nombre del requerimiento	Gestionar usuario
Características	El sistema permitirá gestionar las actividades de mantenimiento de los usuarios del sistema
Descripción del requerimiento	<p>Registrar usuario: El sistema permitirá el registro de los datos de los usuarios en el sistema para poder dar acceso.</p> <p>Modificar usuario: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los usuarios registrados.</p> <p>Buscar usuario: El sistema permitirá la búsqueda de los tipos de los usuarios registrados en el sistema.</p> <p>Listar usuario: El sistema permitirá listar todos los usuarios registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF7 RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XVI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 9

Identificación del requerimiento	RF09
Nombre del requerimiento	Gestionar perfil de persona
Características	El sistema permitirá gestionar las actividades de mantenimiento de los perfiles de usuarios del sistema
Descripción del requerimiento	<p>Registrar perfil de <u>persona</u>: El sistema permitirá el registro de los datos de los perfiles de usuarios en el sistema para poder dar acceso.</p> <p>Modificar perfil de persona: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a los perfiles de usuarios registrados.</p> <p>Buscar perfil de persona: El sistema permitirá la búsqueda de los tipos de los perfiles de usuarios registrados en el sistema.</p> <p>Listar perfil de persona: El sistema permitirá listar todos los perfiles de usuarios registrados en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF7, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XVII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 10

Identificación del requerimiento	RF10
Nombre del requerimiento	Gestionar recolección
Características	El sistema permitirá al administrador realizar las actividades de mantenimiento de la recolección.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar recolección: El sistema permitirá el registro de los datos de la recolección.</p> <p>Modificar recolección: El sistema permitirá la actualización de los datos referentes a las recolecciones registradas.</p> <p>Buscar recolección: El sistema permitirá la búsqueda de las recolecciones registradas en el sistema</p> <p>Listar recolección: El sistema permitirá listar todas las recolecciones que se han dado en el día actual.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XVIII REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 11

Identificación del requerimiento	RF11
Nombre del requerimiento	Gestionar ruta
Características	El sistema permitirá al administrador, reciclador enviar una solicitud de recolección de residuos a los generadores, generar la ruta la recojo de residuos y las actividades de mantenimiento de la solicitud de recolección.
Descripción del requerimiento	<p>Solicitud de recolección: El sistema permitirá enviar una alerta de solicitud de recojo de residuos a los segregadores que brindaran sus residuos. Así como sus actividades de mantenimiento de las mismas.</p> <p>Generar ruta: El sistema permitirá generar la ruta de recojo de los diferentes domicilios que tienen residuos, evaluando la ruta más óptima.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF5, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XIX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 12

Identificación del requerimiento	RF12
Nombre del requerimiento	Gestionar monitoreo
Características	El sistema permitirá al administrador, coordinador de programas sociales realizar las actividades de mantenimiento del monitoreo de los recicladores.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar monitoreo: El sistema debe permitir el registro de los datos del monitoreo a los recicladores.</p> <p>Modificar monitoreo: El sistema debe permitir la actualización de los datos referentes a los monitoreos registrados.</p> <p>Buscar monitoreo: El sistema debe permitir la búsqueda de los monitoreos registrados en el sistema</p> <p>Listar monitoreo: El sistema debe permitir listar todos los monitoreos de los recicladores que se han registrado en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF5, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XX REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 13

Identificación del requerimiento	RF13
Nombre del requerimiento	Gestionar comunidad
Características	El sistema permitirá al administrador, coordinador de programas sociales y trabajadores de RSU realizar las actividades de mantenimiento de las comunidades que participan en el sistema.
Descripción del requerimiento	<p>Registrar comunidad: El sistema debe permitir el registro de los datos de las comunidades.</p> <p>Modificar comunidad: El sistema debe permitir la actualización de los datos referentes a las comunidades.</p> <p>Buscar comunidad: El sistema debe permitir la búsqueda de las comunidades registradas en el sistema</p> <p>Listar comunidad: El sistema debe permitir listar todas las comunidades que se han registrado en el sistema.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF5, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXI REQUEMIENTO FUNCIONAL N° 14

Identificación del requerimiento	RF14
Nombre del requerimiento	Gestionar reportes
Características	El sistema permitirá emitir reportes de los recicladores, segregadores, reportes de recolección.
Descripción del requerimiento	<p>Mostrar reporte en pantalla: El sistema permitirá visualizar el reporte en pantalla mostrando la información requerida.</p> <p>Exportar archivo: El sistema permitirá exportar los archivos a las extensiones .pdf y .xls, para su tratamiento externo.</p>
Requerimiento No funcional	RNF1, RNF2, RNF4, RNF6, RNF5, RNF8
Prioridad del requerimiento	Alta

Requerimientos no funcionales

TABLA XXII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 1

Identificación del requerimiento	RNF1
Nombre del requerimiento	Interfaz del software
Características	El software presentará una interfaz sencilla, intuitiva de fácil uso para a los usuarios finales
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá una interfaz sencilla e intuitiva.
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXIII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 2

Identificación del requerimiento	RNF2
Nombre del requerimiento	Ayuda de uso del sistema
Características	La interfaz presentará un manual de usuario para el manejo del sistema.
Descripción del requerimiento	El sistema debe mostrar información del mismo sistema y mensajes donde ayude a seguir con la utilización del software
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXIV REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 3

Identificación del requerimiento	RNF3
Nombre del requerimiento	Confiabilidad
Características	El sistema no debe permitir la caída del software hasta que se hayan cumplido, terminado y cerrado satisfactoriamente los proceso que está desarrollando el usuario.
Descripción del requerimiento	Asegurar la confiabilidad del software en los distintos procesos. La información podrá ser almacenada, consultada y actualizada sin afectar la información.
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXV REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 4

Identificación del requerimiento	RNF4
Nombre del requerimiento	Nivel de usuario
Características	Garantiza el acceso al sistema según el nivel que posea.
Descripción del requerimiento	Existirán controles para permitir el acceso solo al personal autorizado, con el propósito de consultar la información sin ser afectada.
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXVI REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 5

Identificación del requerimiento	RNF5
Nombre del requerimiento	Diseño multiplataforma
Características	El software podrá ser utilizado en diferentes dispositivos móviles y entornos web ya que su característica es ser multiplataforma.
Descripción del requerimiento	Para la característica de multiplataforma se utilizará el framework IONIC el cual utiliza elementos de HTML, CSS Y JS.
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXVII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 6

Identificación del requerimiento	RNF6
Nombre del requerimiento	Seguridad de la información
Características	El sistema garantizará la característica de seguridad para la información que se maneje en el sistema
Descripción del requerimiento	Se deberá garantizar la seguridad de la información y los datos. El acceso estará restringido por el uso de contraseñas asignadas a cada usuario debiendo estar cifradas
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXVIII REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 7

Identificación del requerimiento	RNF7
Nombre del requerimiento	Confiabilidad continua del sistema
Características	El sistema estará en funcionamiento los 365 días del año ya que su utilización será a través de la red.
Descripción del requerimiento	La disponibilidad del sistema será continua y permanente 24/7
Prioridad del requerimiento	Alta

TABLA XXIX REQUEMIENTO NO FUNCIONAL N° 8

Identificación del requerimiento	RNF8
Nombre del requerimiento	Almacenamiento y comunicación de datos
Características	El sistema deberá almacenar su información en un gestor de base de datos y debe ser consultados para la disponibilidad de la información requerida por los usuarios.
Descripción del requerimiento	<p>El gestor de base de datos a utilizar será MySQL porque es compatible con el framework y es software libre, lo cual no genera costos para su implementación.</p> <p>Para la interacción entre la base de datos y framework se debe crear un API REST en el lenguaje programación PHP el cual permitirá el acceso y consumo de servicios HTTP.</p>
Prioridad del requerimiento	Alta

Actividad N°2: diagrama de contexto



Fig. 24. Diagrama de contexto del sistema

Actividad N°3: diagrama de casos de uso (Por paquete)

Subsistema de gestión de personal

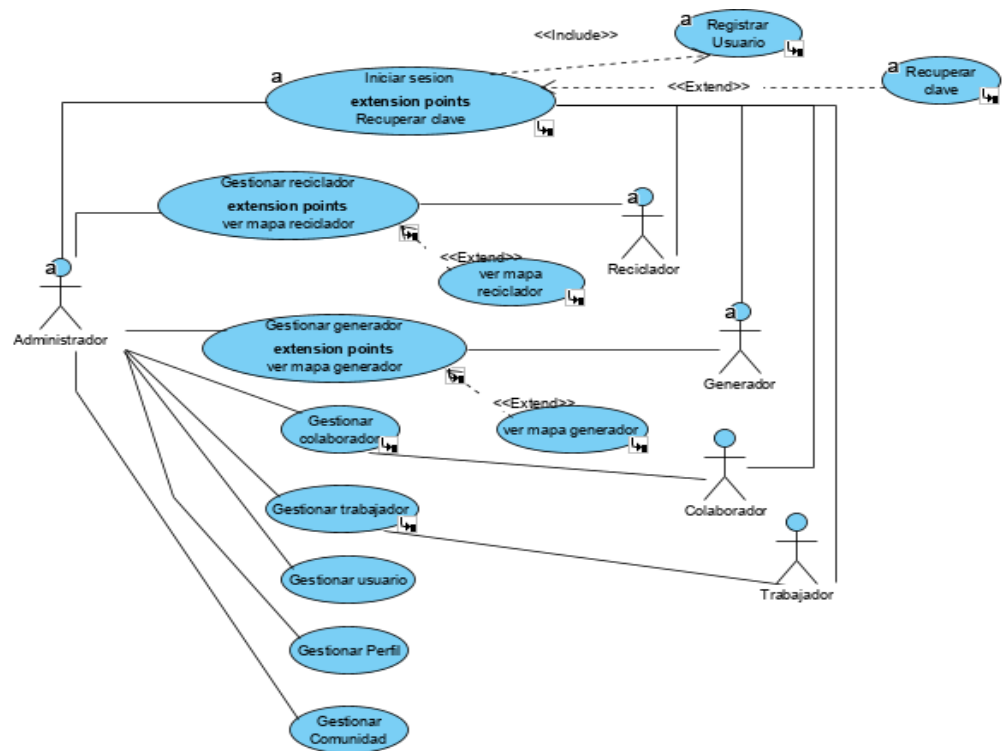


Fig. 25. Diagrama de casos de uso Subsistema de gestión de personal

Subsistema de gestión de residuos

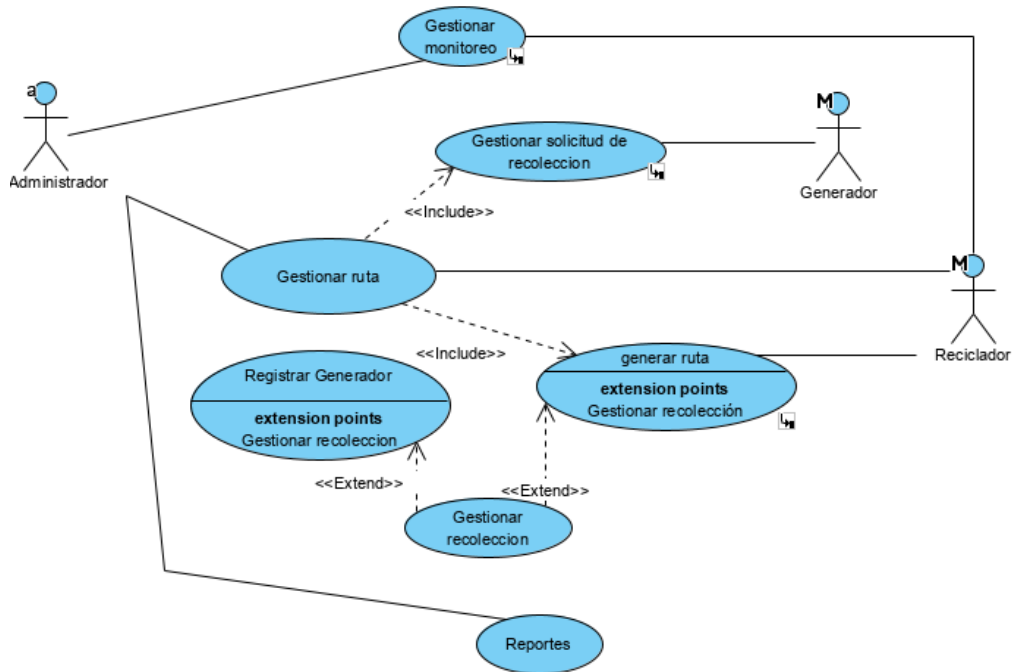


Fig. 26. Diagrama de casos de uso Subsistema de gestión de residuos
Actividad 4: Por cada caso de uso modelar el diagrama de actividades y el diagrama de objetos.

a. DACU- Iniciar sesión

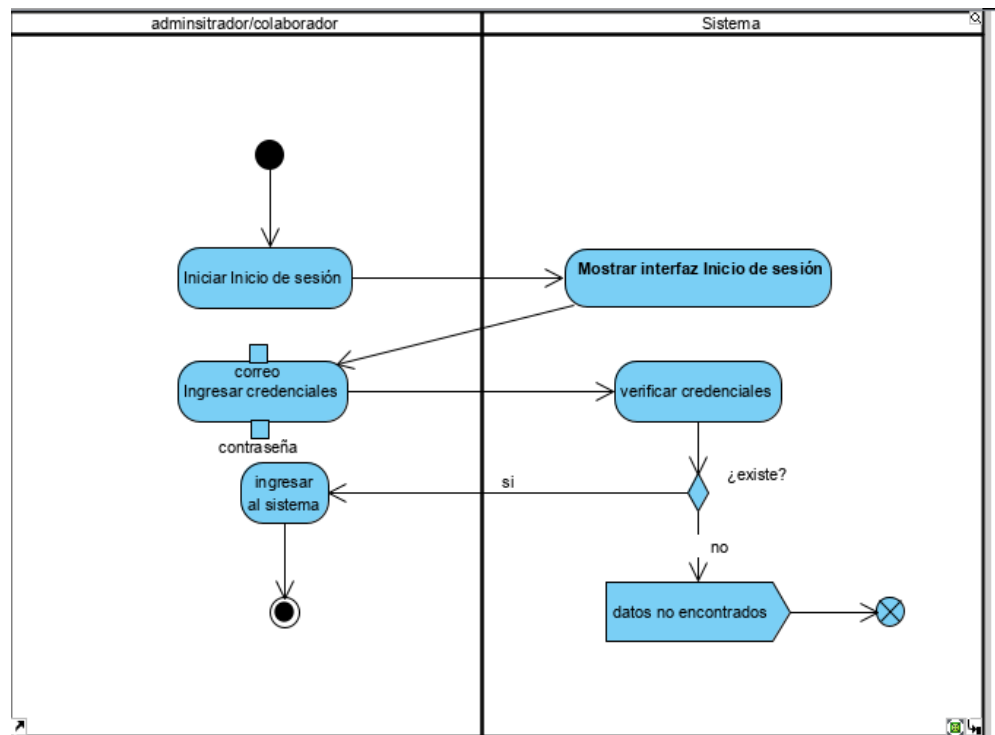


Fig. 27. DACU – Inicio de sesión

b. DACU – Registrar usuario

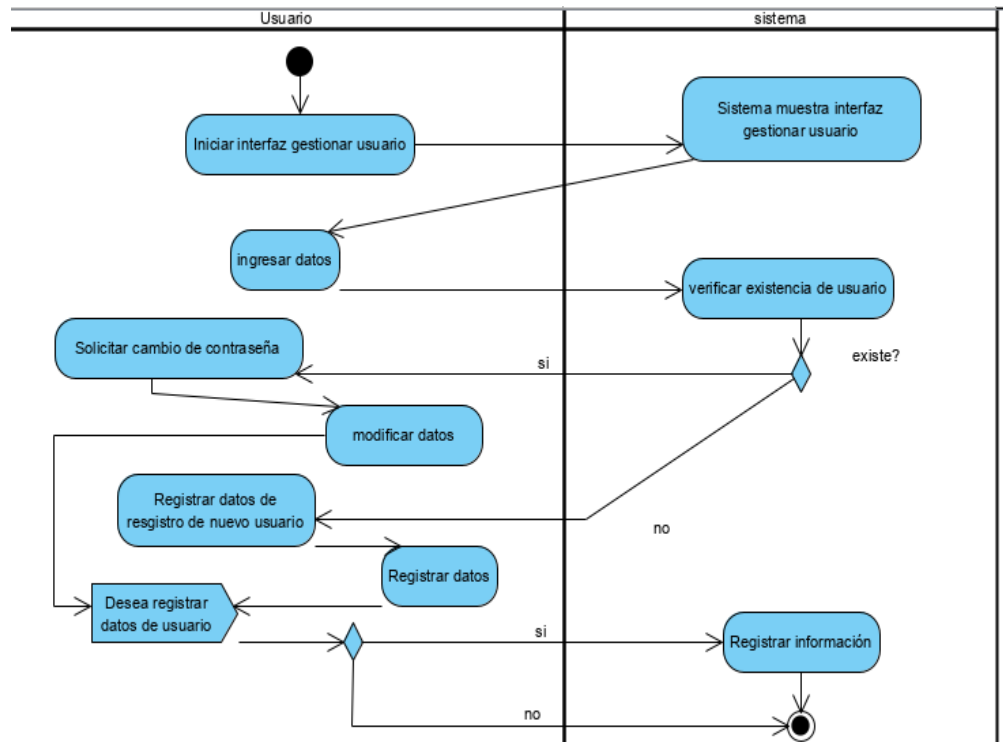


Fig. 28. DACU – Registrar usuario

c. DACU – Recuperar Clave

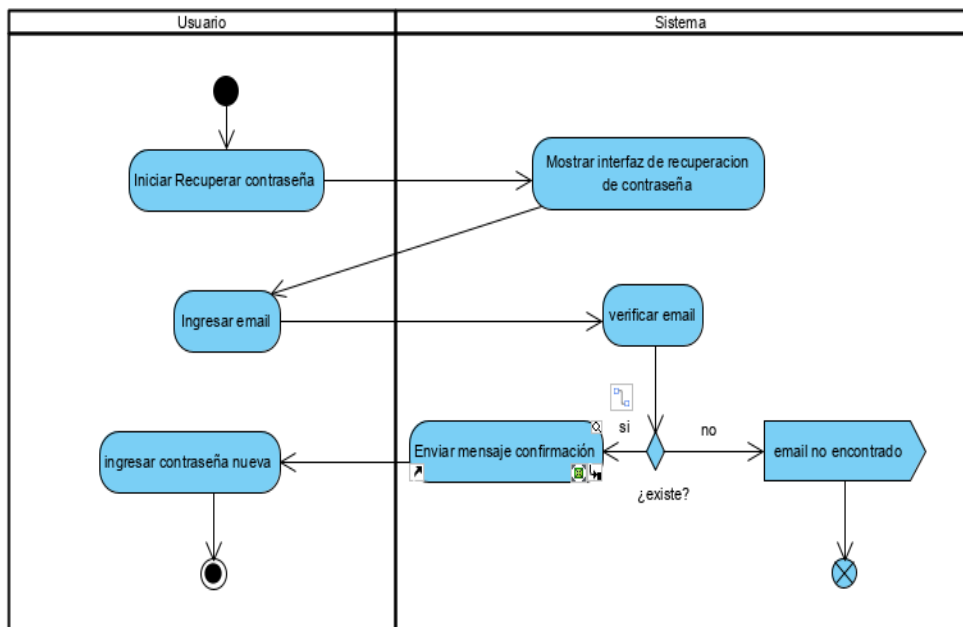


Fig. 29. DACU – Recuperar clave

d. DACU – Gestionar monitoreo

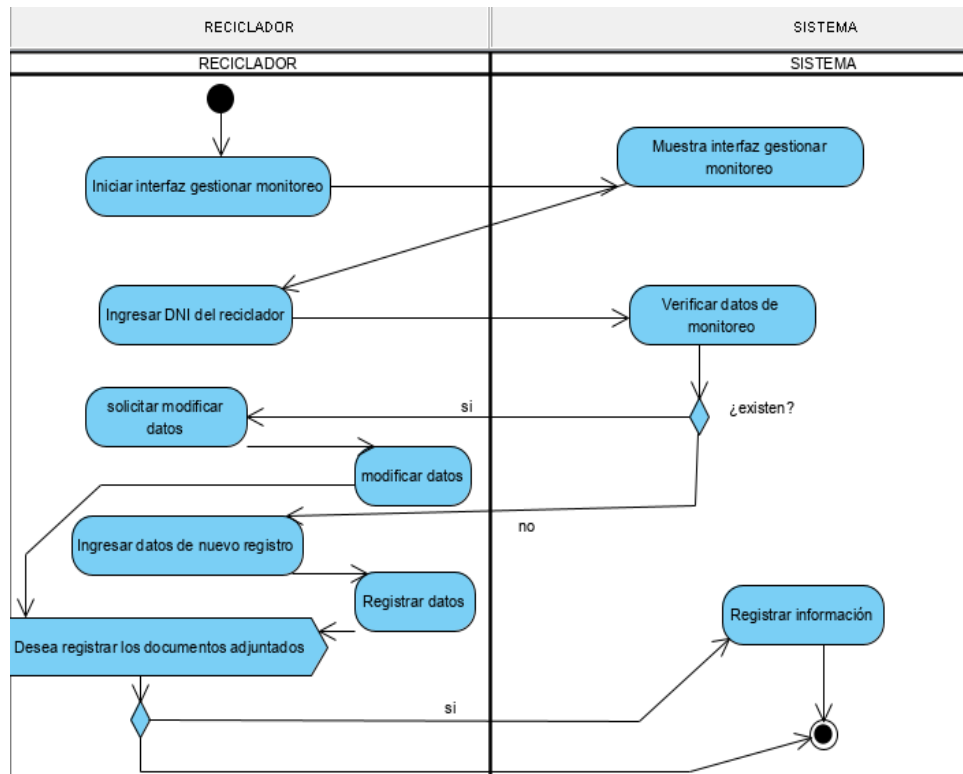


Fig. 30. DACU – Gestionar monitoreo

e. DACU – Gestionar recolección

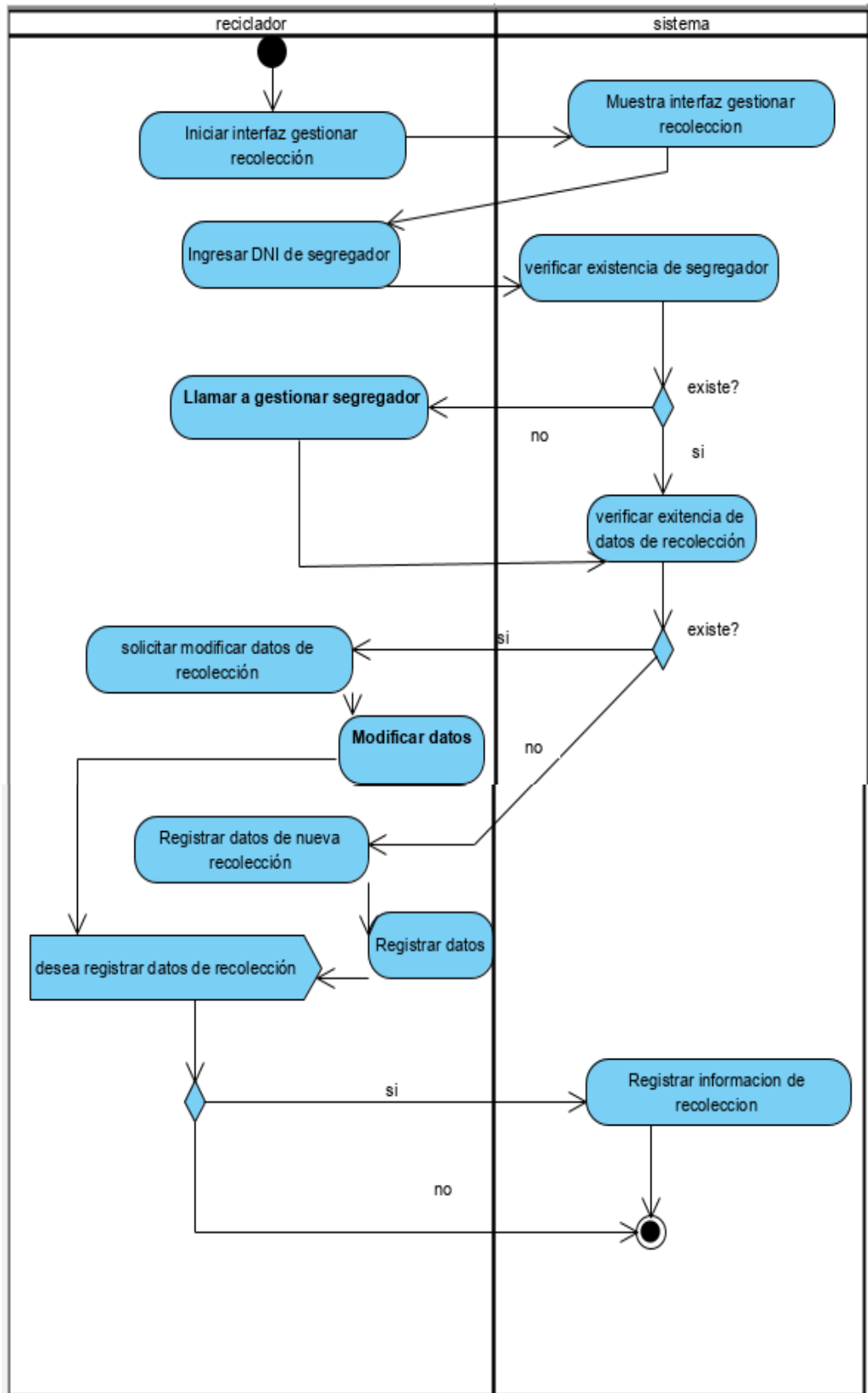


Fig. 31. DACU – Gestionar recolección

f. DACU – Generar ruta

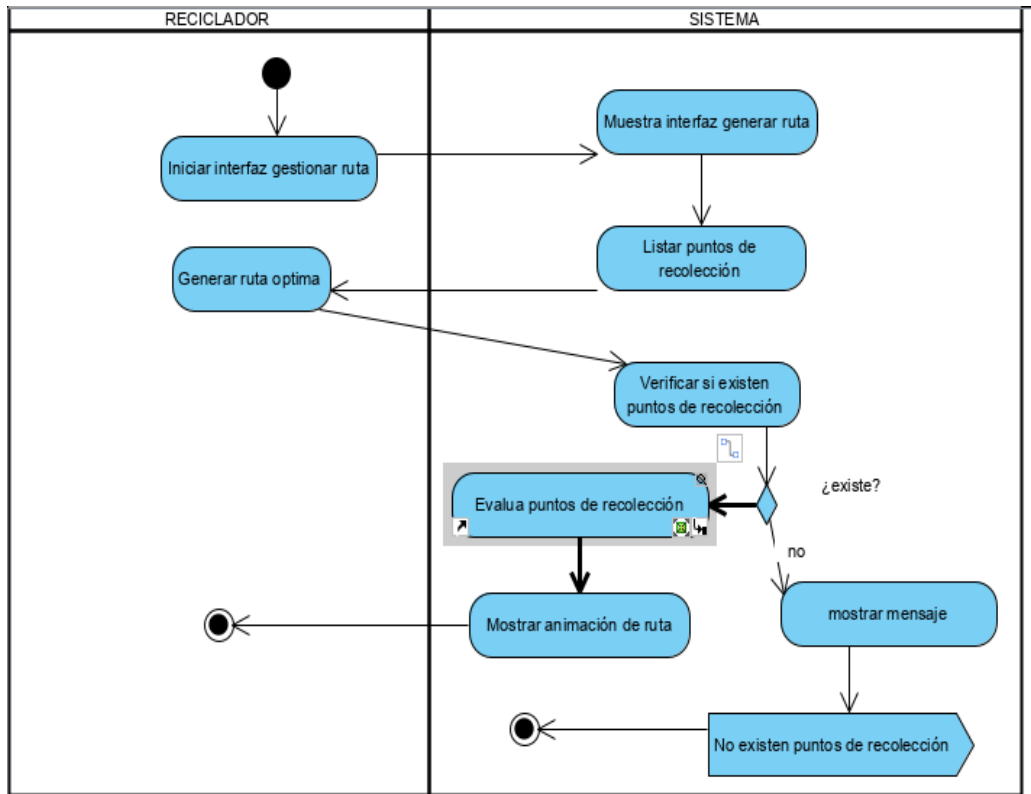


Fig. 32. DACU – Gestionar ruta

g. DCU – Enviar solicitud de recolección

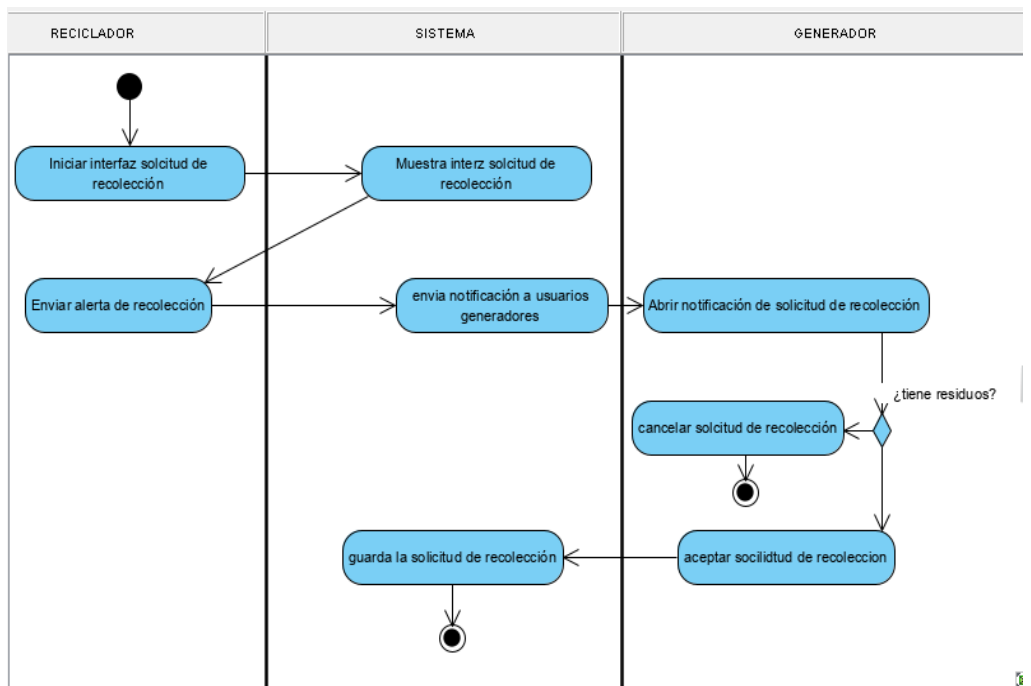


Fig. 33. DACU – Enviar solicitud de recolección

h. DCU – Gestionar reciclador

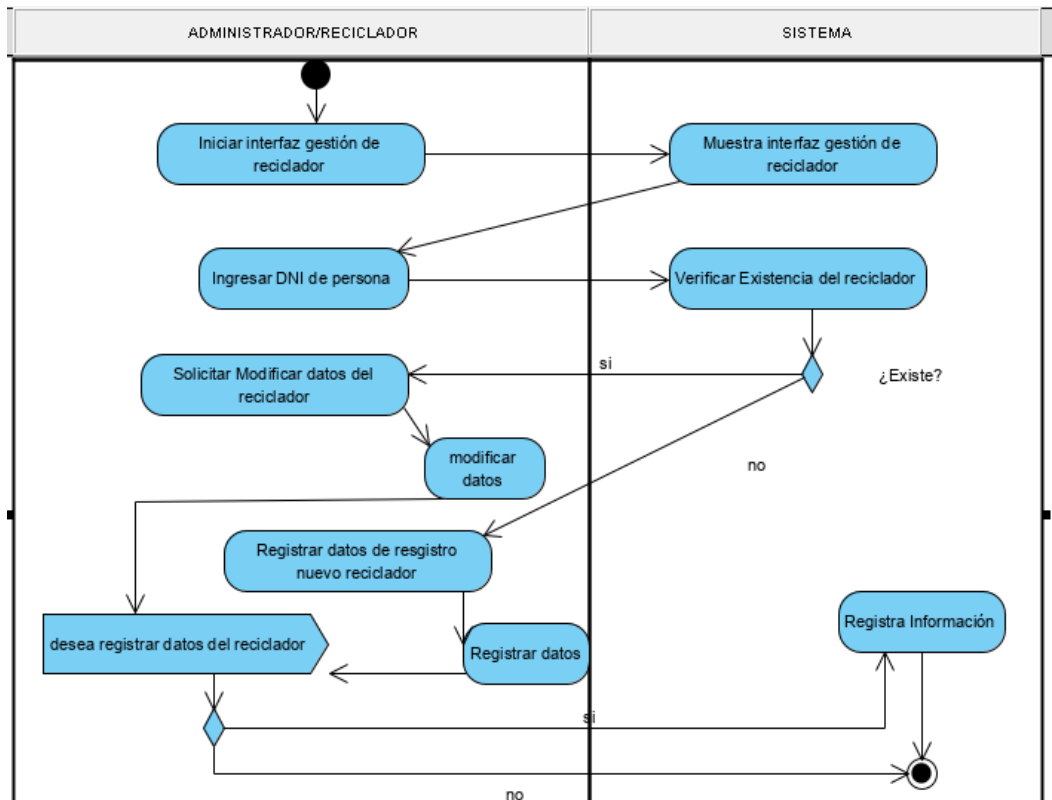


Fig. 34. DACU – Gestionar reciclador

i. DCU – Ver mapa reciclador

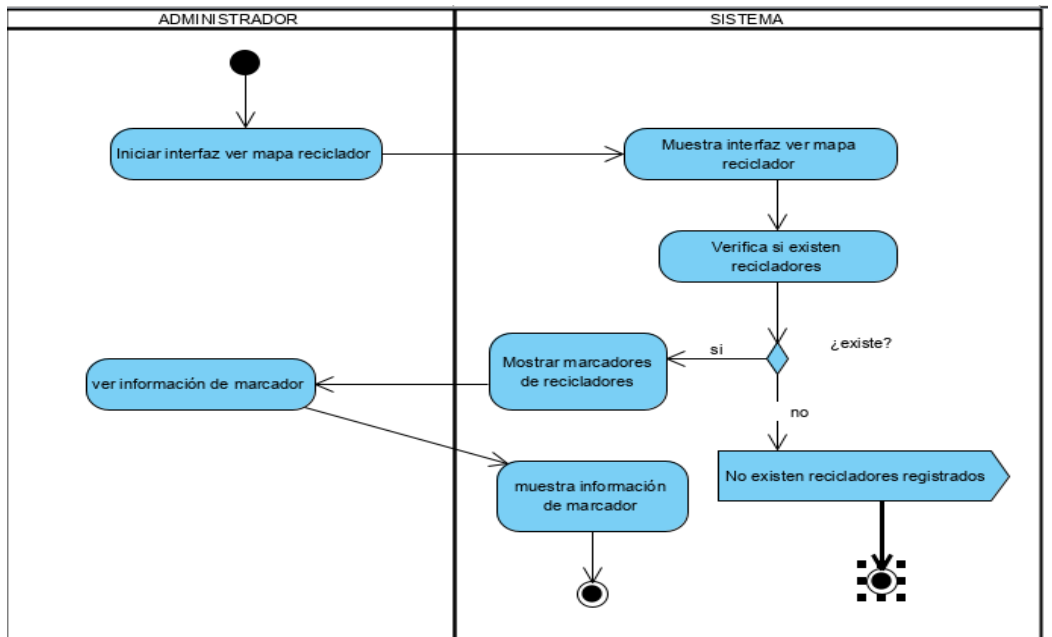


Fig. 35. DACU – Ver mapa reciclador

j. DACU – Gestionar generador

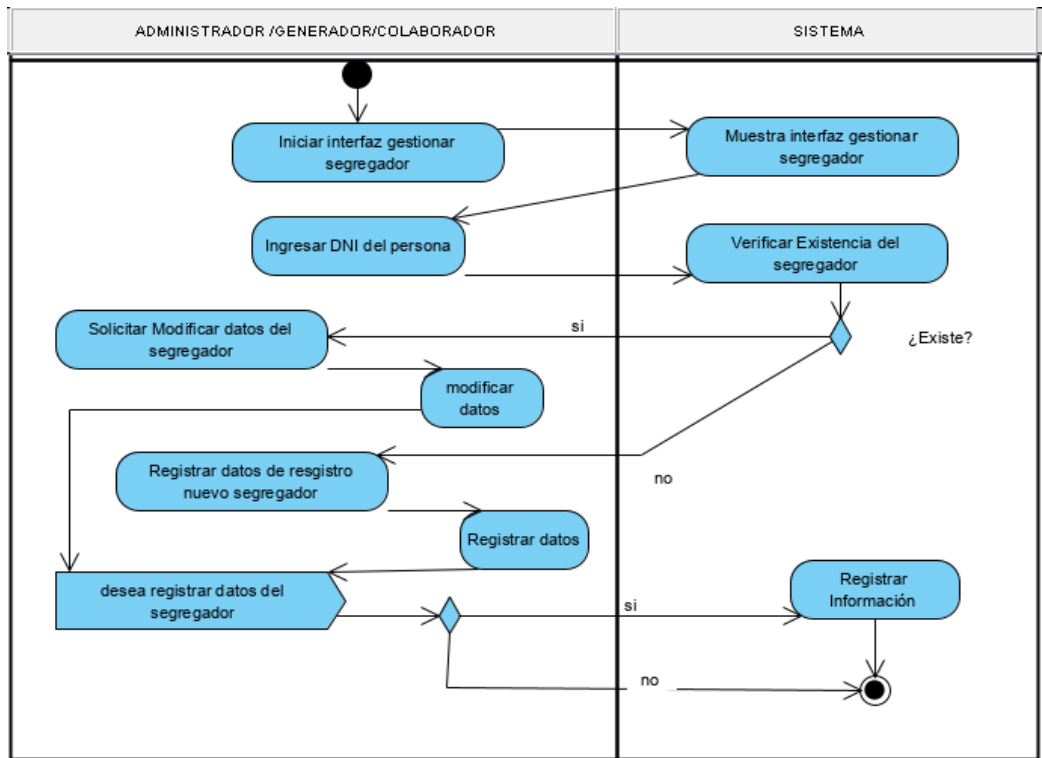


Fig. 36. DACU – Gestionar generador

k. DACU – Ver mapa generador

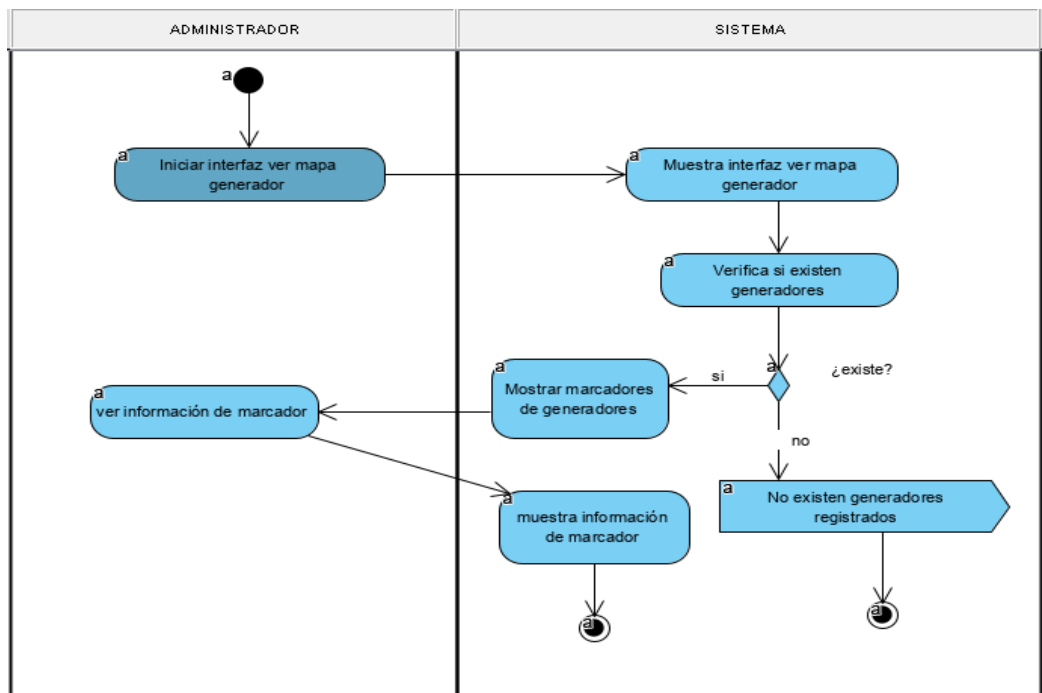


Fig. 37. DACU – Ver mapa generador

I. DACU- Gestionar colaborador

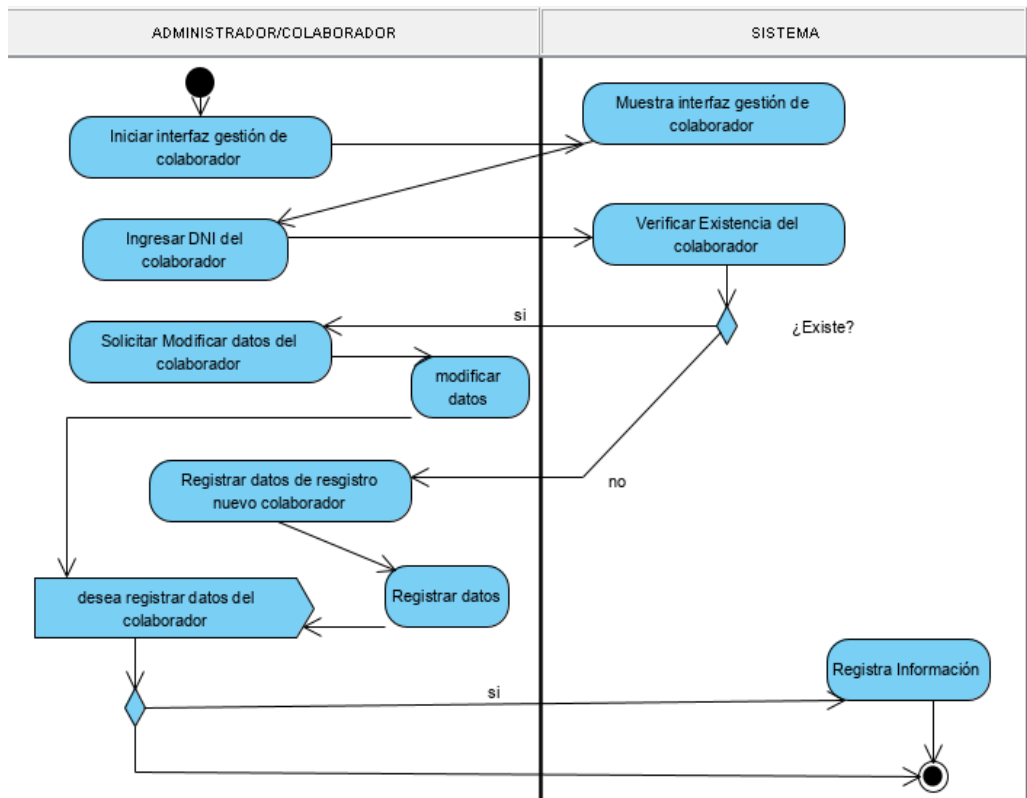


Fig. 38. DACU – Gestionar colaborador

m. DCU – Gestionar trabajador

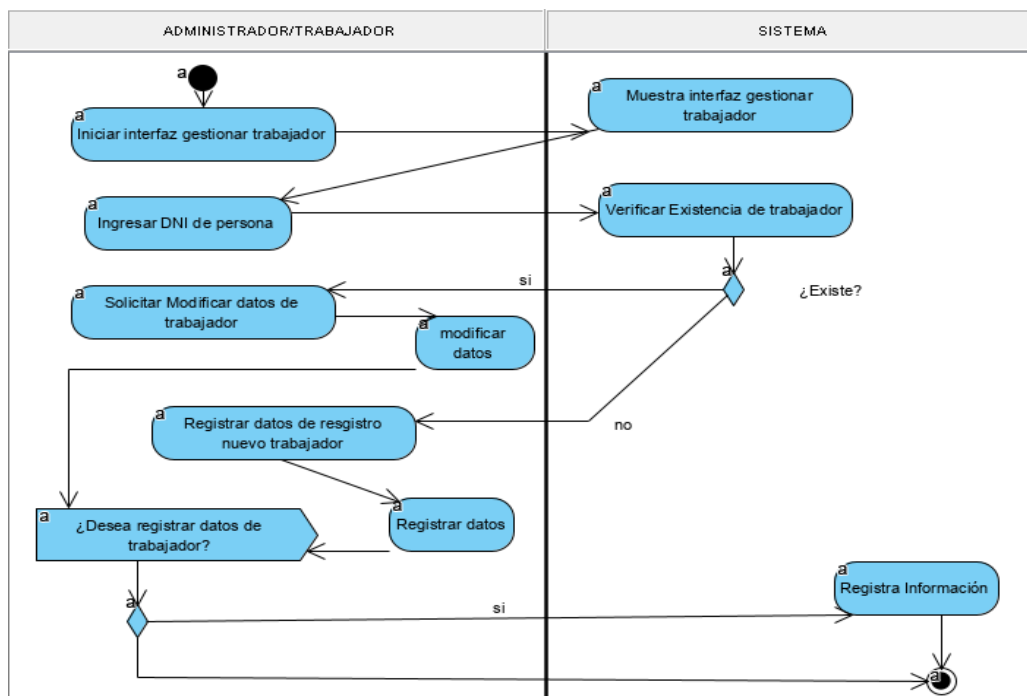


Fig. 39. DACU – Gestionar trabajador

4.1.4. Iteración #4: Análisis

En esta iteración se desarrolló las siguientes actividades

Actividad N° 1: Diagrama de contexto de diseño



Fig. 40. Diagrama de contexto de diseño

Actividad N° 2: Diagrama de realizaciones de casos de uso de diseño

Subsistema de gestión de personal



Fig. 41. Diagrama de realizaciones – Subsistema de gestión de personal

Subsistema de gestión de residuos

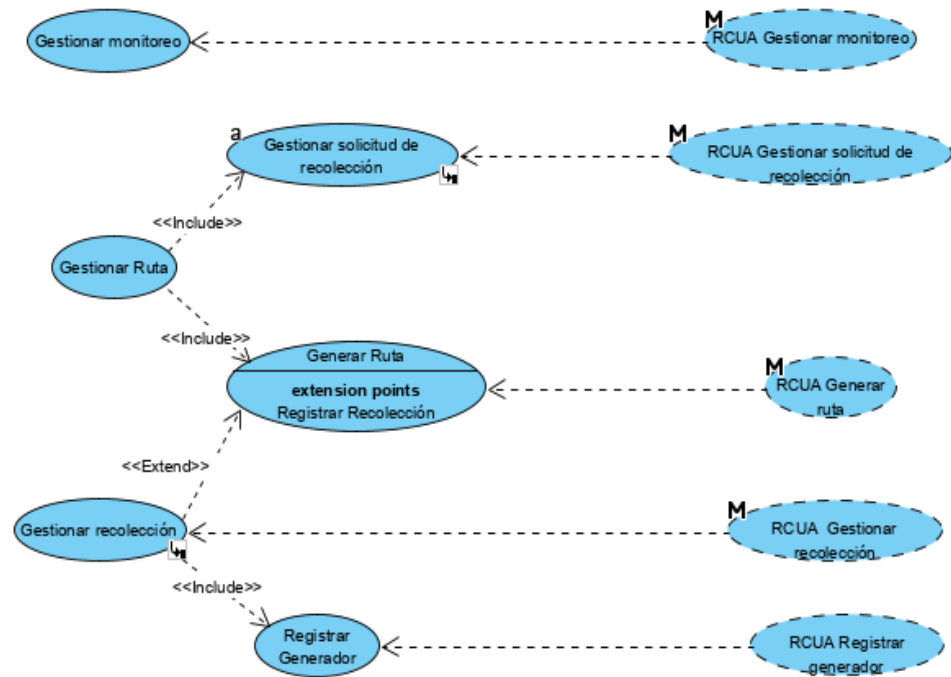


Fig. 42. Diagrama de realizaciones – Subsistema de gestión de residuos
Actividad N°3: Por cada realización de casos de uso de análisis:

- **Diagrama de clases de análisis**
- a. DCA – Gestionar Monitoreo**

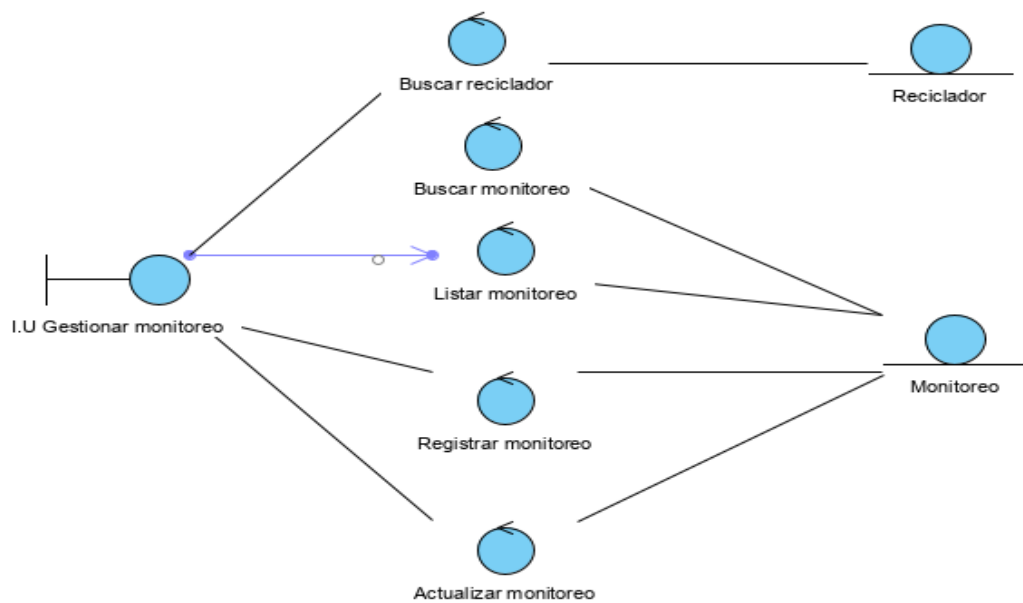


Fig. 43. DCA - Gestionar monitoreo

b. DCA – Generar ruta

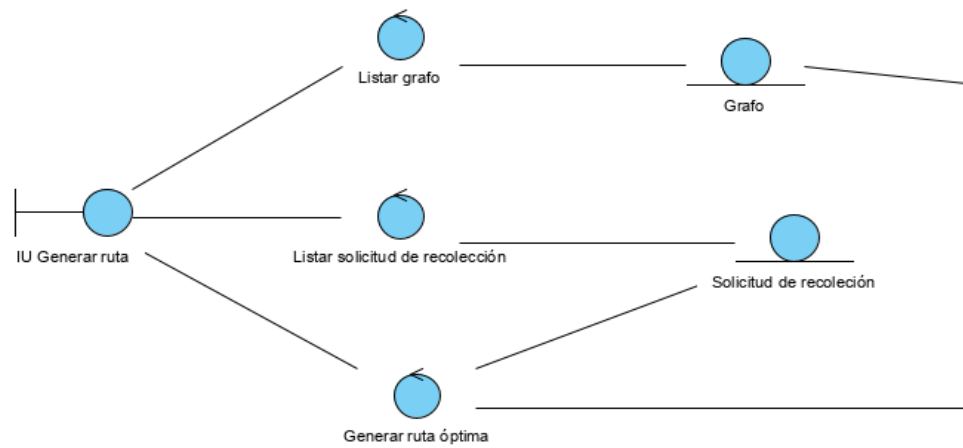


Fig. 44. DCA - Generar ruta

c. DCA – Enviar solicitud de recolección

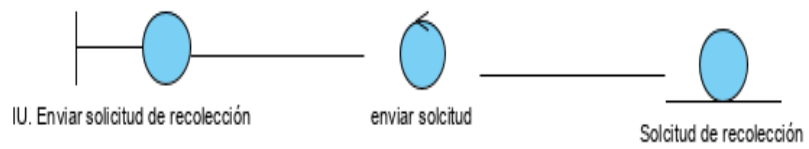


Fig. 45. DCA - Enviar solicitud de recolección

d. DCA – Gestionar recolección

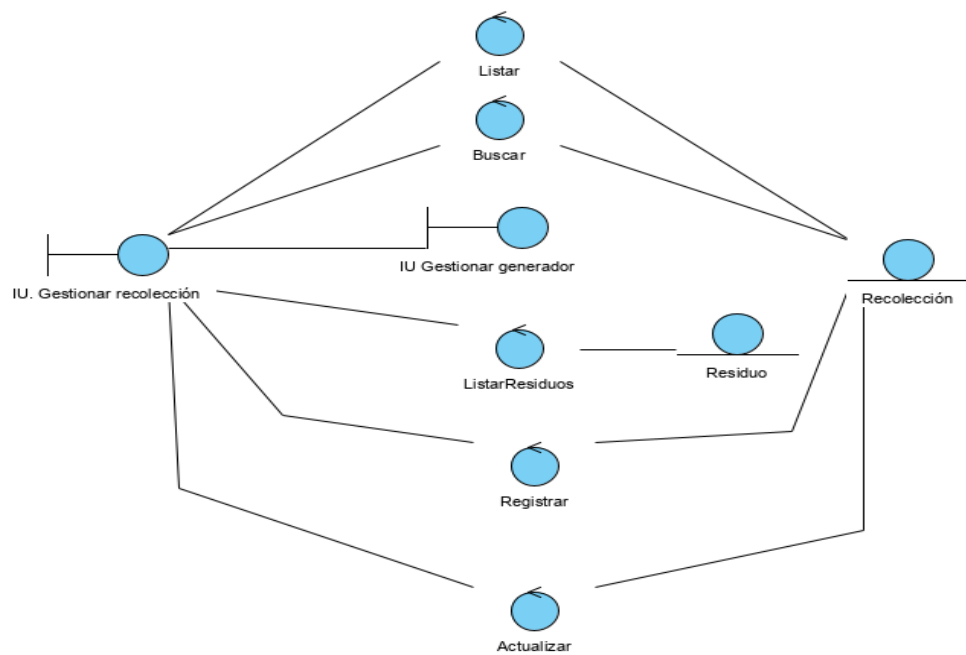


Fig. 46. DCA - Gestionar recolección

e. DCA – Registrar generador

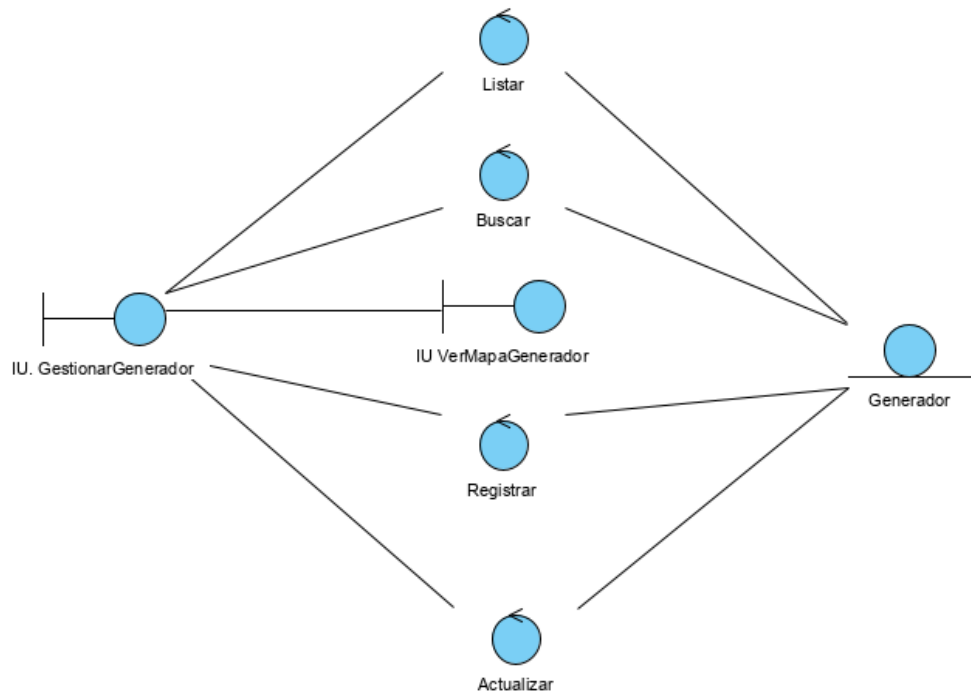


Fig. 47. DCA - Registrar generador

f. DCA - Gestionar solicitud de recolección

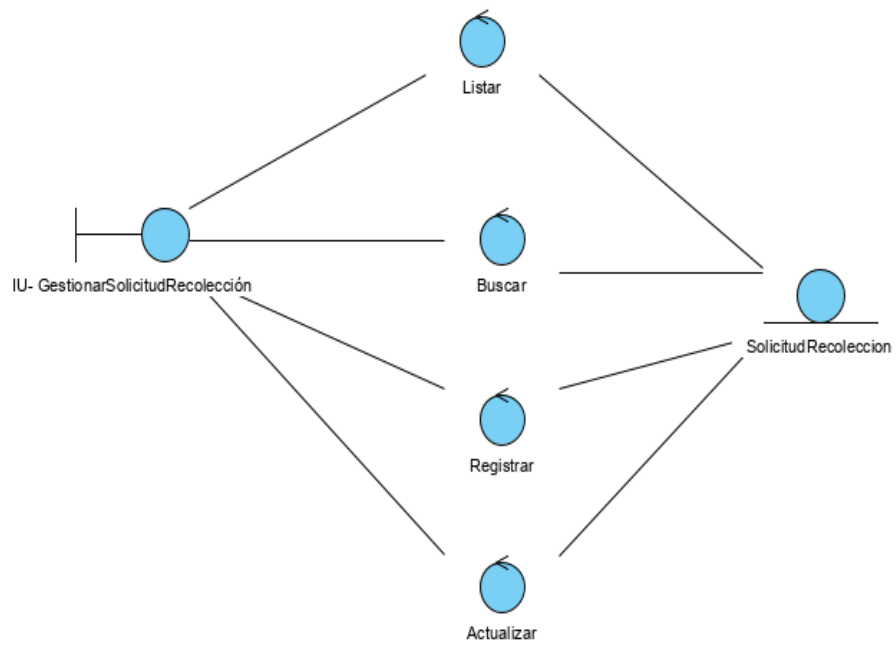


Fig. 48. DCA - Gestionar solicitud de recolección

g. DCA - Gestionar usuario

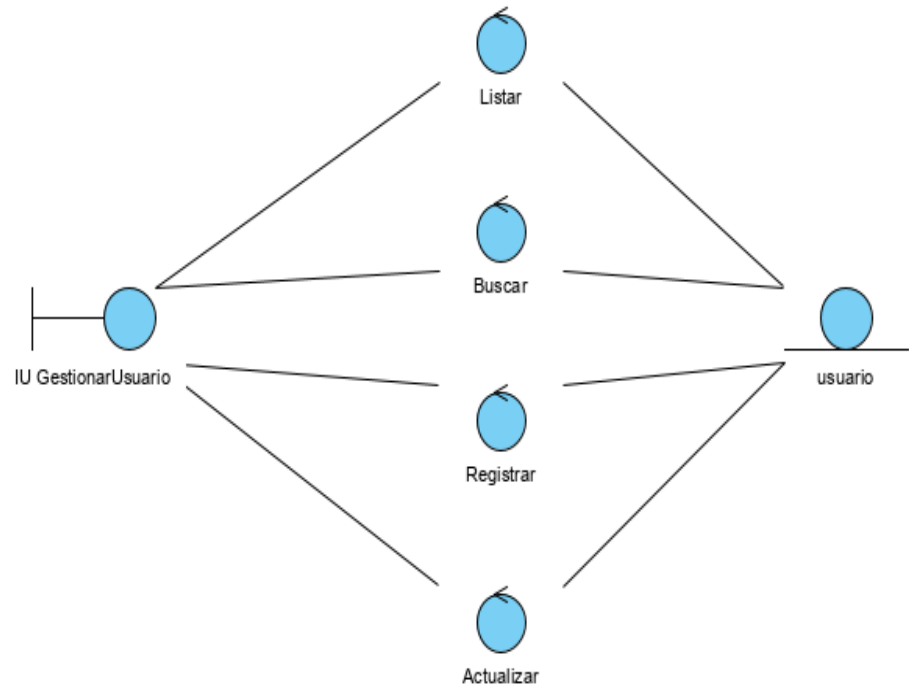


Fig. 49. DCA - Gestionar usuario

h. DCA - Iniciar sesión

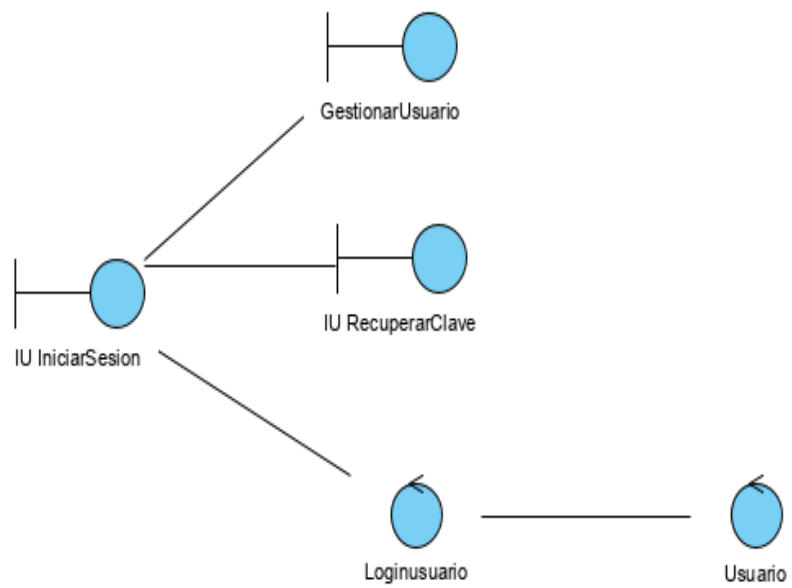


Fig. 50. DCA - Iniciar sesión

i. DCA - Gestionar reciclador

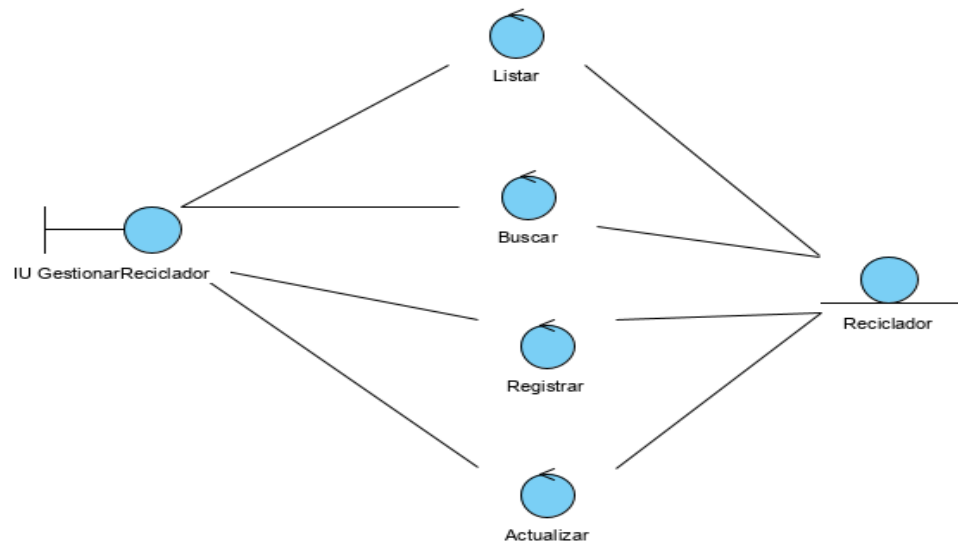


Fig. 51. DCA - Gestionar reciclador

j. DCA - Ver mapa reciclador

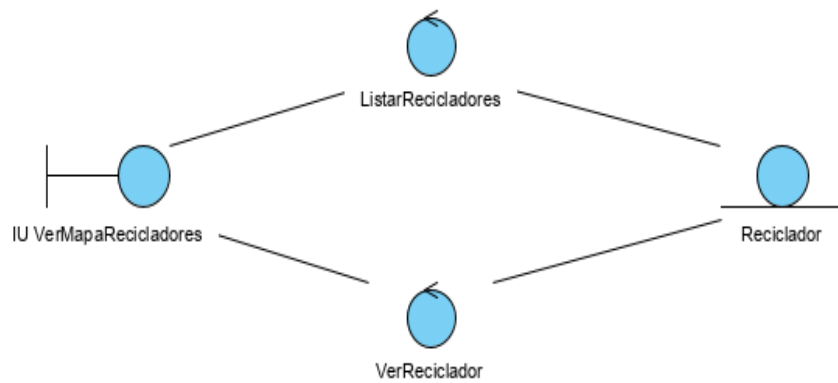


Fig. 52. DCA - Ver mapa reciclador

k. DCA - Ver mapa generador

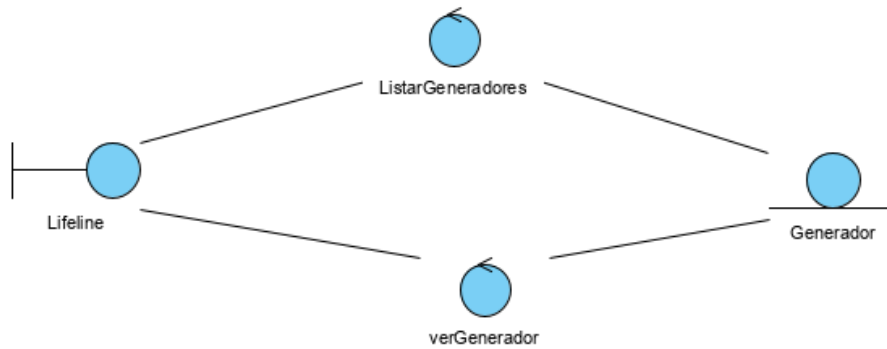


Fig. 53. DCA - Ver mapa generador

- **Diagrama de clases general**

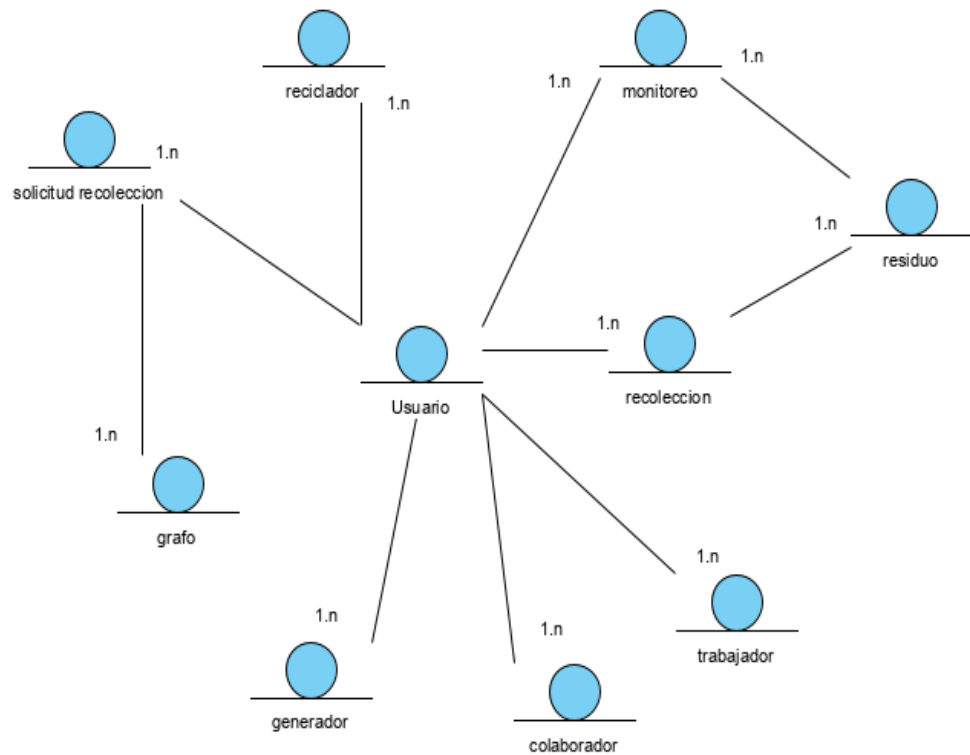


Fig. 54. DCA - Diagrama de clases de análisis general

4.1.5. Iteración #5: Diseño

En esta iteración se desarrolló las siguientes actividades:

Actividad N°1: Diagrama de contexto de diseño

Arquitectura de diseño

En este apartado de la investigación se desarrolló la arquitectura del multiplataforma considerando lo siguiente:

Como sistema gestor de base de datos se utilizó MySQL, también se utilizó XAMPP, a través de Apache para crear un servidor web local para el desarrollo.

Se construyó un Servicio Web para sincronizar el gestor de base de datos con el framework IONIC, el cual ha sido desarrollado con lenguaje de programación PHP.

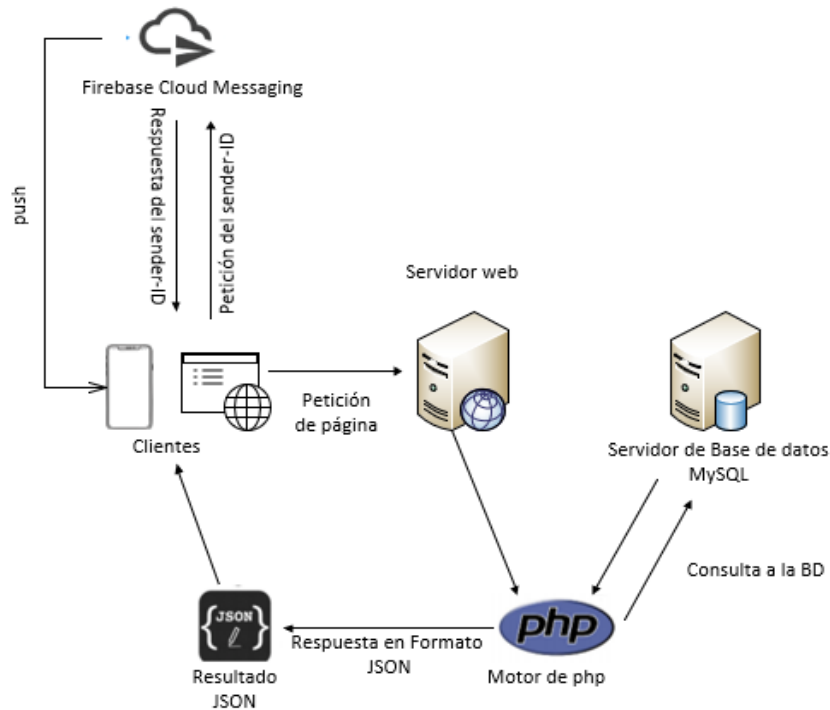


Fig. 55 Diseño de arquitectura

Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnología estará conformada por:

✓ **Servidor de base de datos**

Como sistema gestor de base de datos se utilizará MySQL debido a que soporta múltiples clientes que pueden conectarse, además de su escalabilidad y portabilidad en los diferentes sistemas operativos. Se realizará el diseño de la base de datos de manera que soporte todos los aspectos para la gestión integral de residuos sólidos.

✓ **Servidor Web**

Al realizar una aplicación multiplataforma se empleará XAMPP, a través de Apache para crear un servidor web local para el desarrollo.

✓ **Motor de PHP**

PHP (*Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de código abierto para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. El

framework IONIC utiliza HTML, CSS y JavaScript entonces su implementación es adaptable para realizar la aplicación multiplataforma.

✓ **Clientes**

Dispositivos móviles con sistema operativo Android, el cual es el sistema operativo que permite programar aplicaciones de código libre. Se tuvo en cuenta la versión de Android desde la V5.0 Lollipop hasta la versión más reciente que es la V10.0 Android X.

Actividad N° 2: Diagrama de realizaciones de casos de uso de diseño

Subsistema de gestión de personal

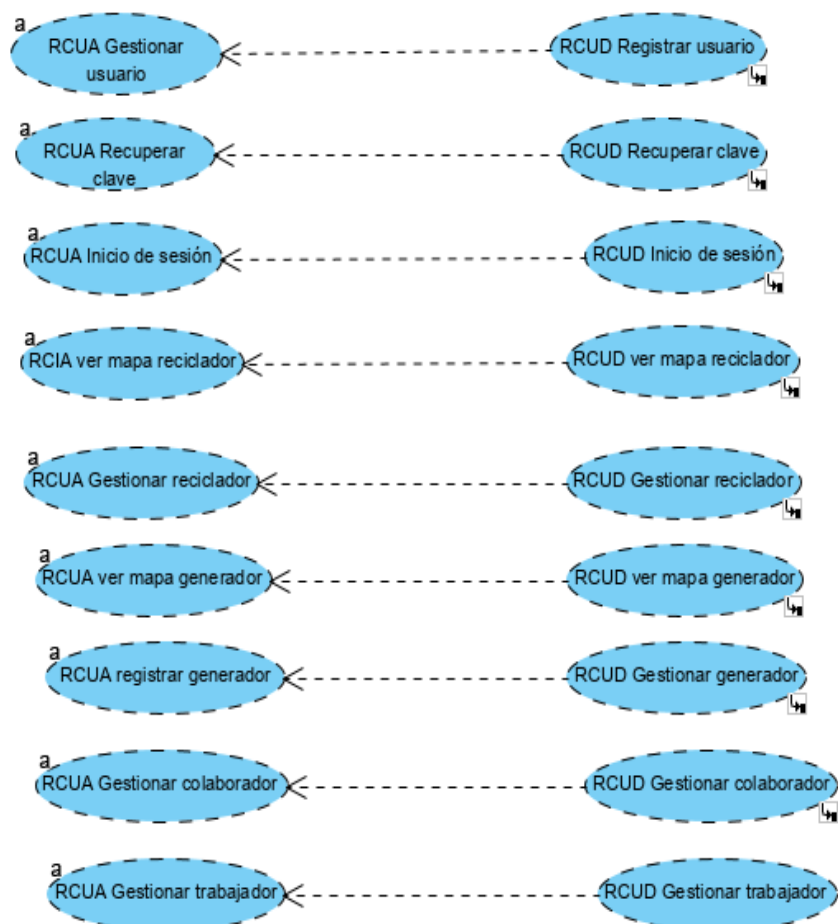


Fig. 56 DCUD - Subsistema de gestión de personal

Subsistema de gestión de residuos

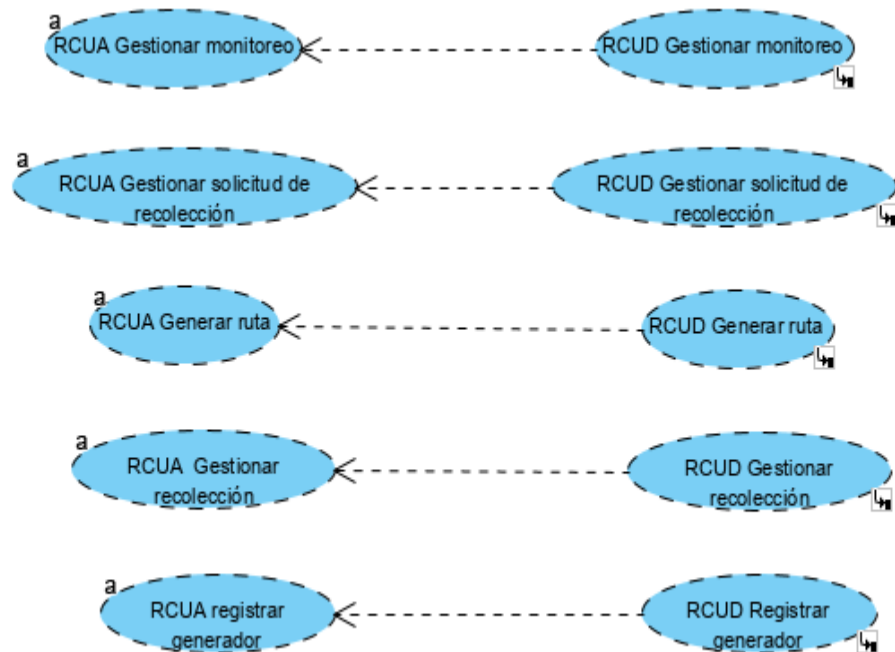


Fig. 57. DCUD - Subsistema de gestión de residuos.

Actividad N° 3: Por cada Realización de casos de uso de diseño:

Diagrama de clases de diseño

Subsistema de gestión de personal

a. DCD - Registrar usuario

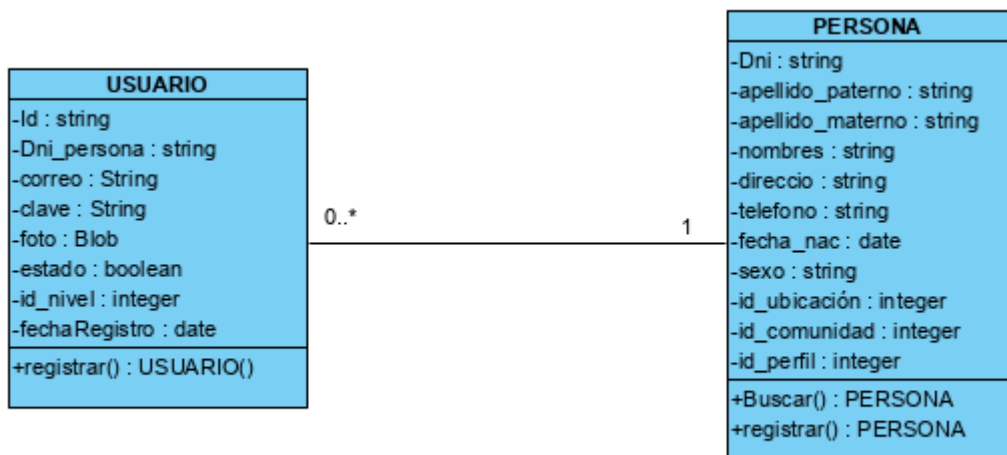


Fig. 58 DCD - Registrar usuario

b. DCD - Recuperar clave

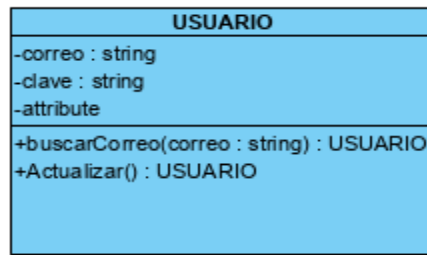


Fig. 59 DCD - Recuperar clave.

c. DCD - Inicio de sesión

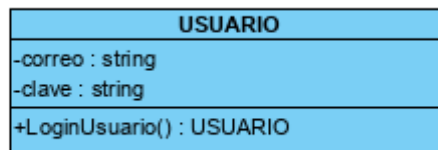


Fig. 60 DCD - Inicio de sesión

d. DCD - Ver mapa reciclador

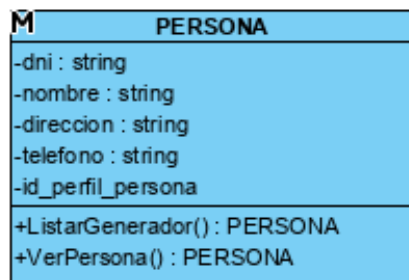


Fig. 61 DCD - Ver mapa reciclador

e. DCD - Gestionar reciclador

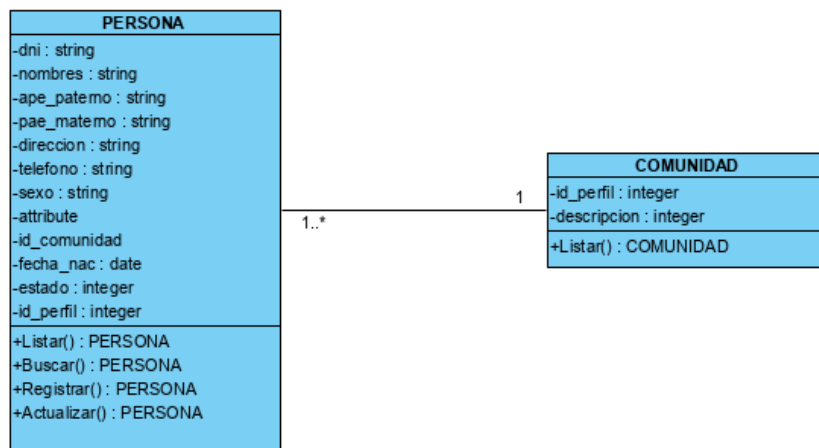


Fig. 62 DCD - Gestionar reciclador

f. DCD - Ver mapa generador

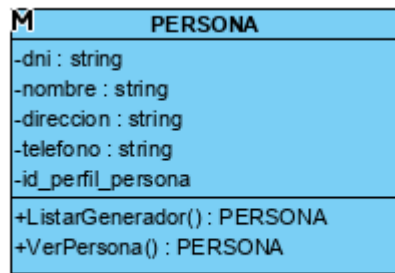


Fig. 63 DCD - Ver mapa generador

g. DCD - Gestionar generador

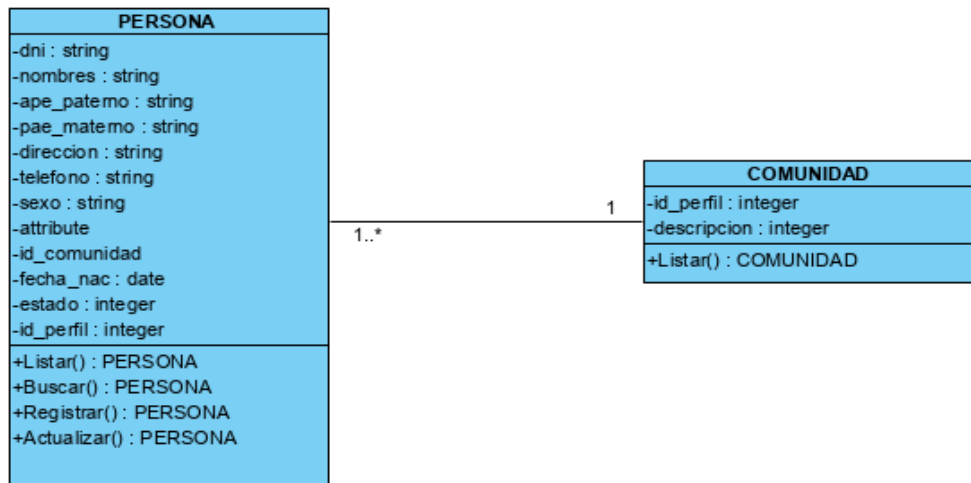


Fig. 64 DCD - Gestionar generador

h. DCD - Gestionar colaborador

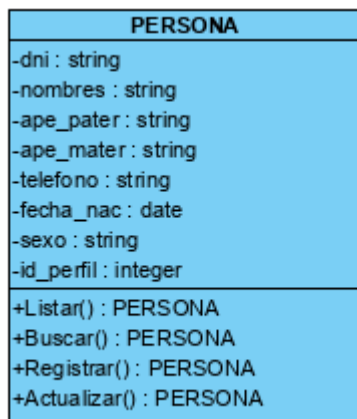


Fig. 65 DCD - Gestionar colaborador

i. DCD - Gestionar trabajador

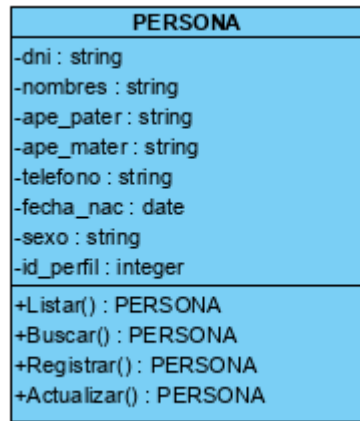


Fig. 66 DCD - Gestionar trabajador

Subsistema de gestión de residuos

a. DCD - Gestionar monitoreo

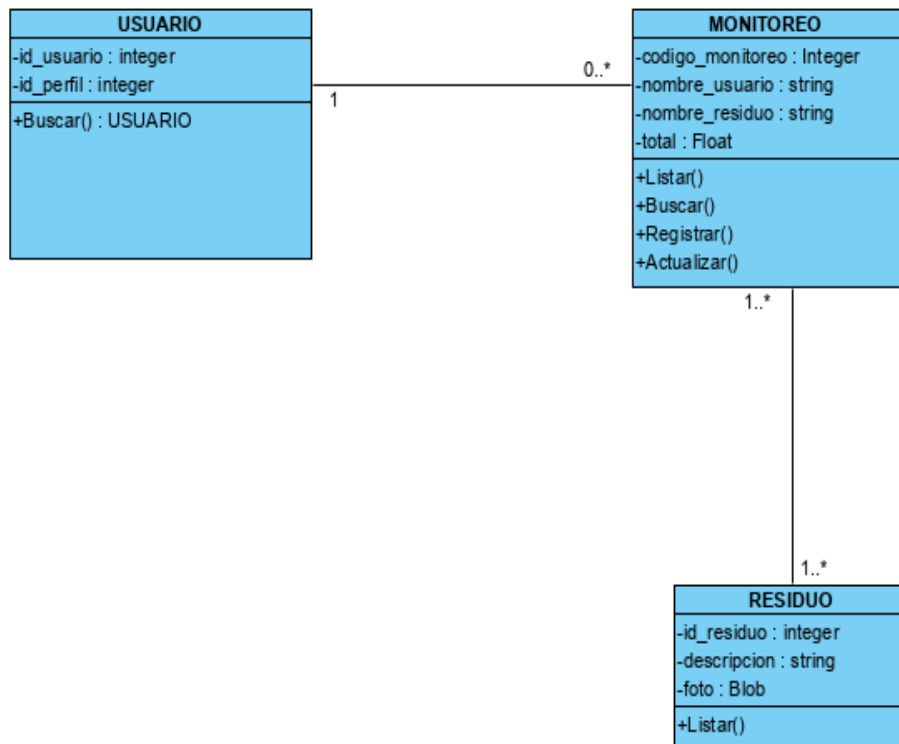


Fig. 67 DCD - Gestionar monitoreo

b. DCD - Enviar solicitud de recolección

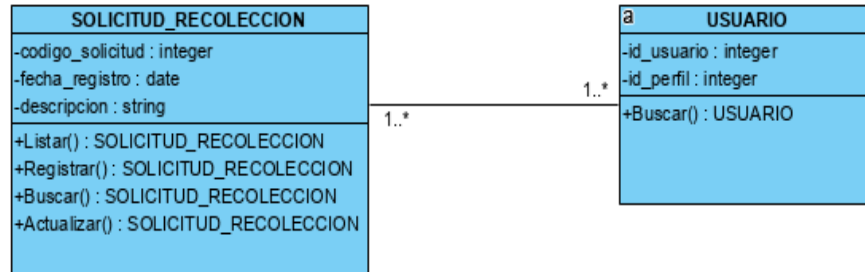


Fig. 68 DCD - Enviar solicitud de recolección

c. DCD - Generar ruta

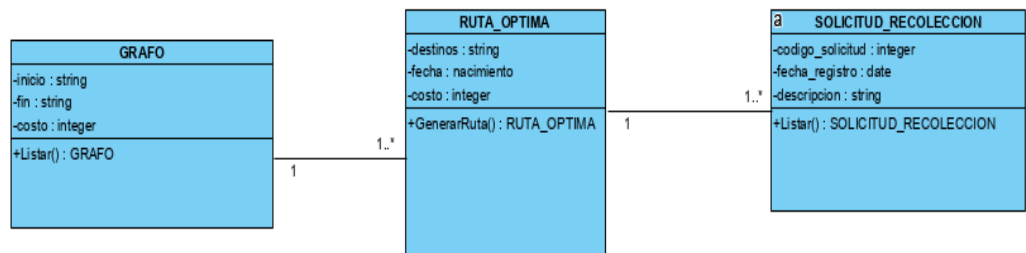


Fig. 69 DCD - Generar ruta

d. DCD - Gestionar recolección

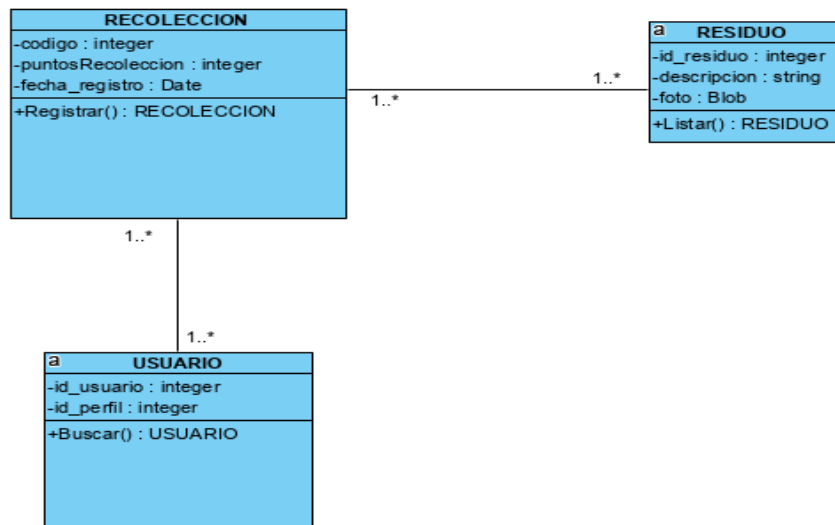


Fig. 70 DCD - Gestionar recolección

e. DCD - Gestionar generador

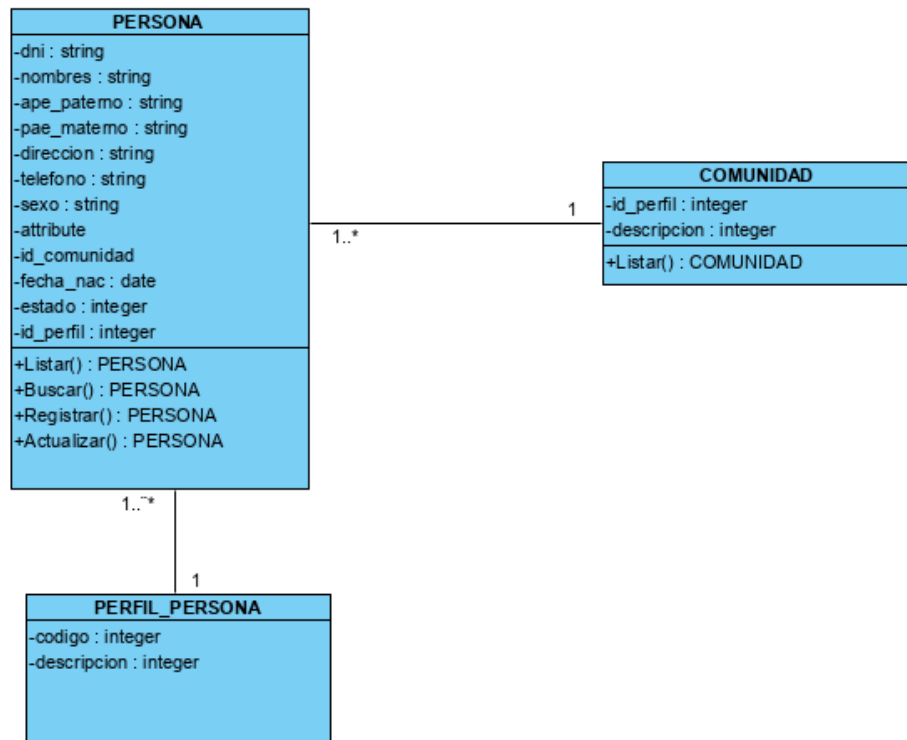


Fig. 71 DCD - Gestionar generador

– Diagrama de secuencia

Subsistema de gestión de personal

a. DSD – Registrar usuario

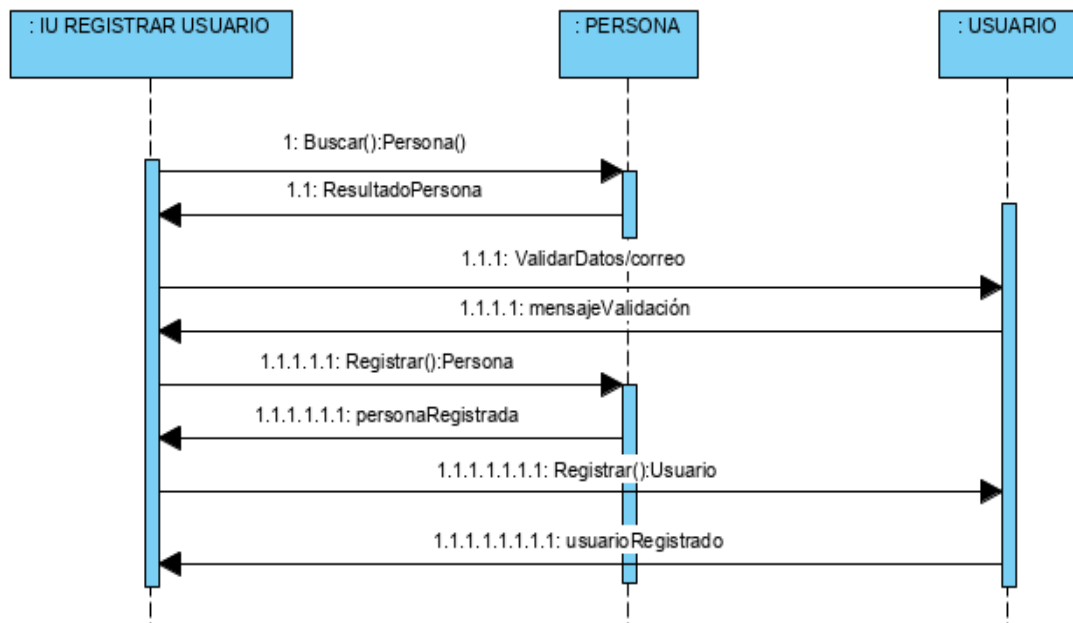


Fig. 72 DSD-Registrar usuario

b. DSD – Recuperar clave

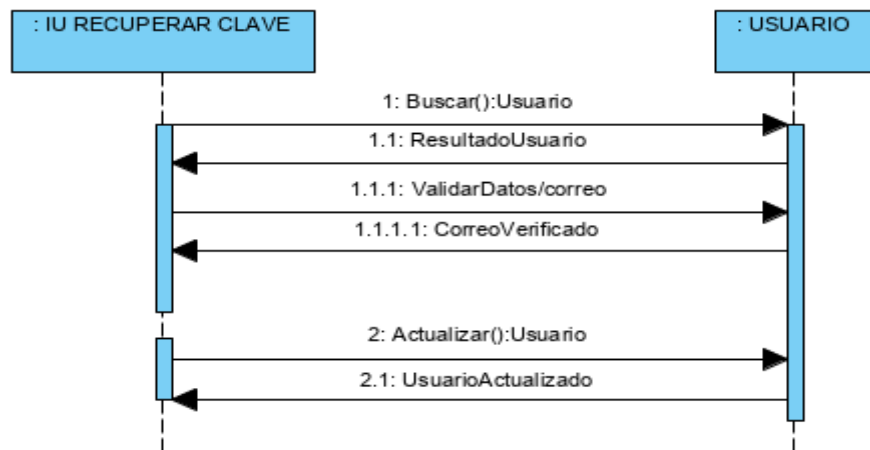


Fig. 73 DSD - Recuperar clave

c. DSD – Inicio de sesión

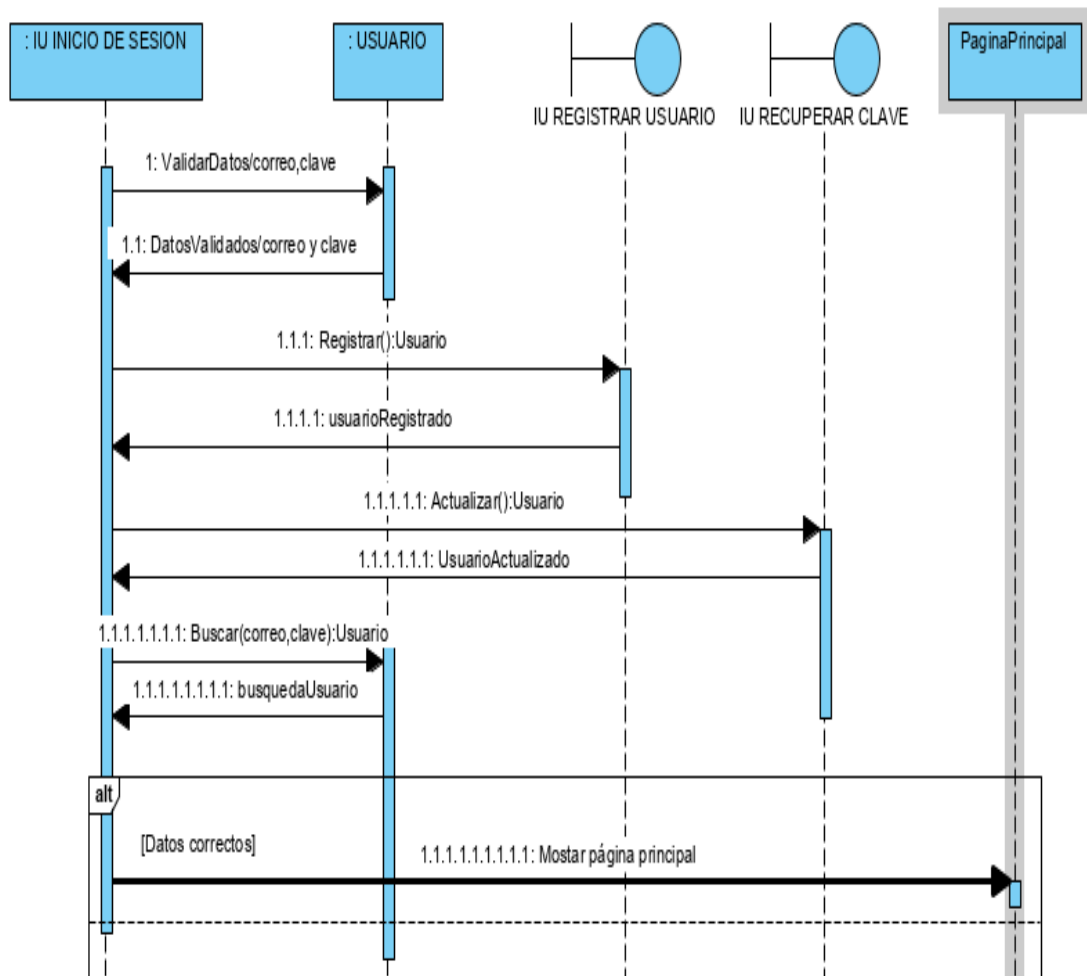


Fig. 74 DSD - Inicio de sesión

d. DSD – Ver mapa reciclador

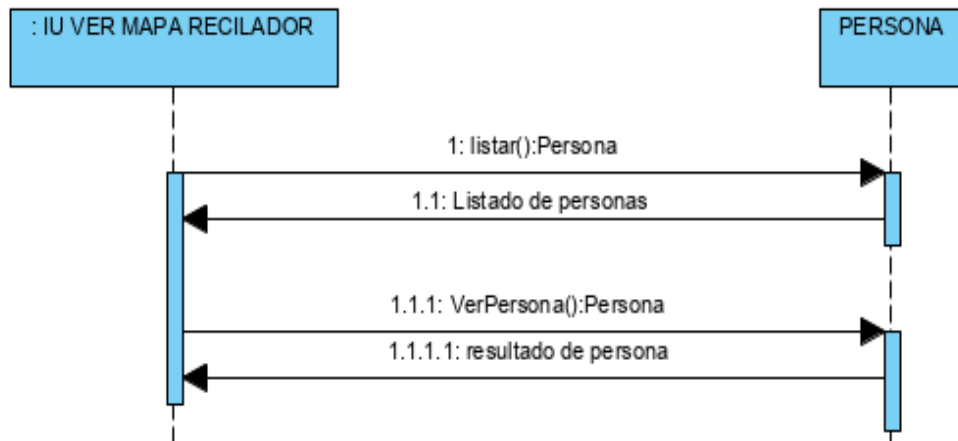


Fig. 75 DSD - Ver mapa reciclador

e. DSD – Gestionar reciclador

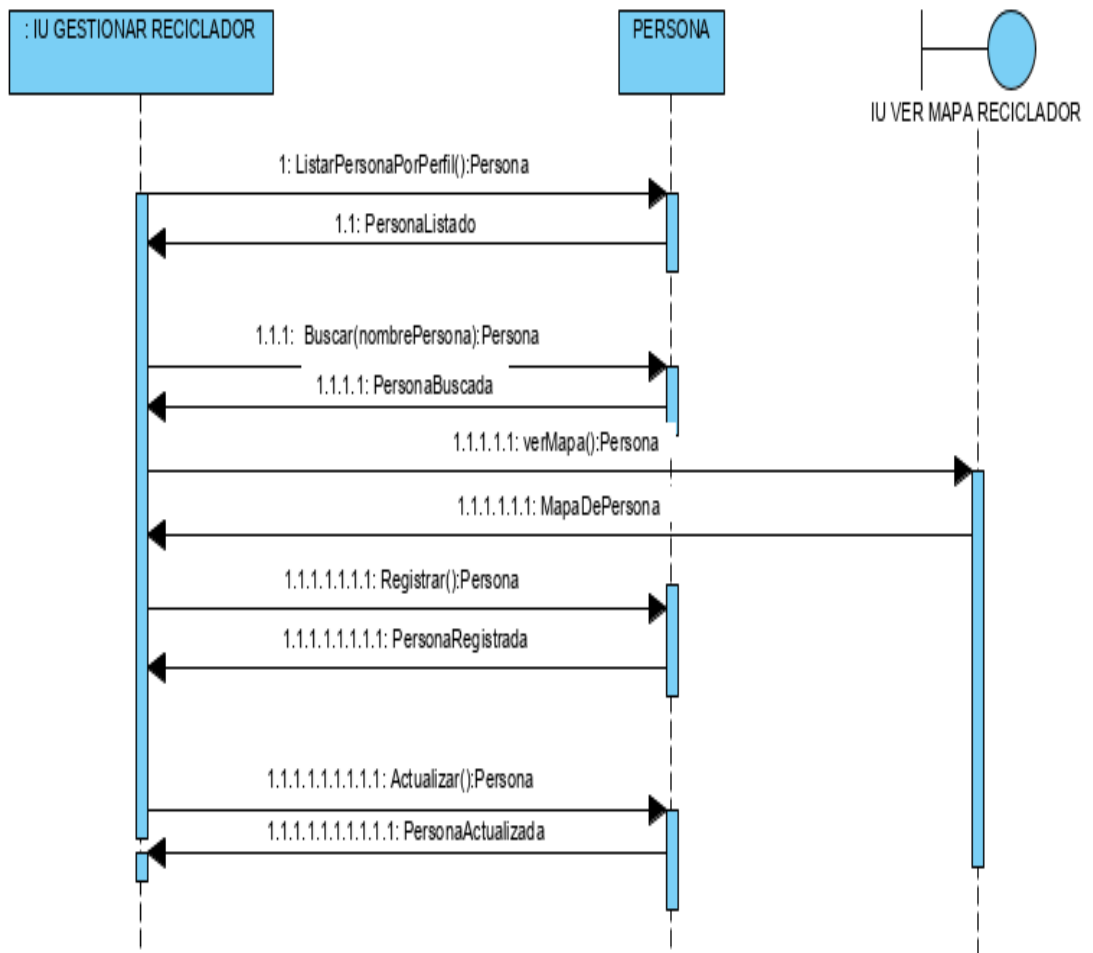


Fig. 76 DSD - Gestionar reciclador

f. DSD – Ver mapa generador

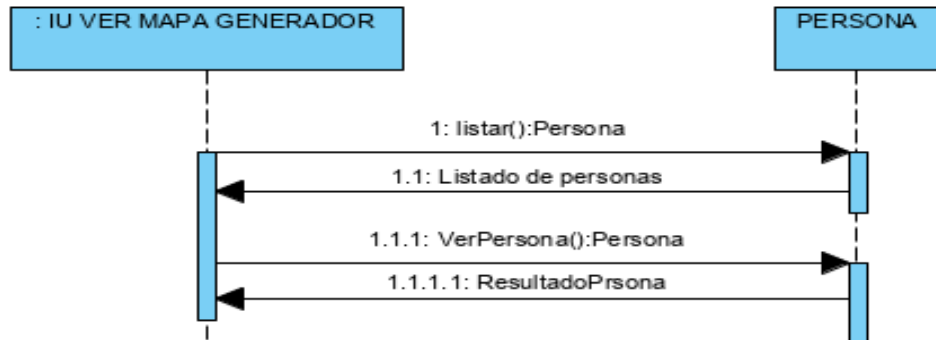


Fig. 77 DSD - Ver mapa generador

g. DSD – Gestionar generador

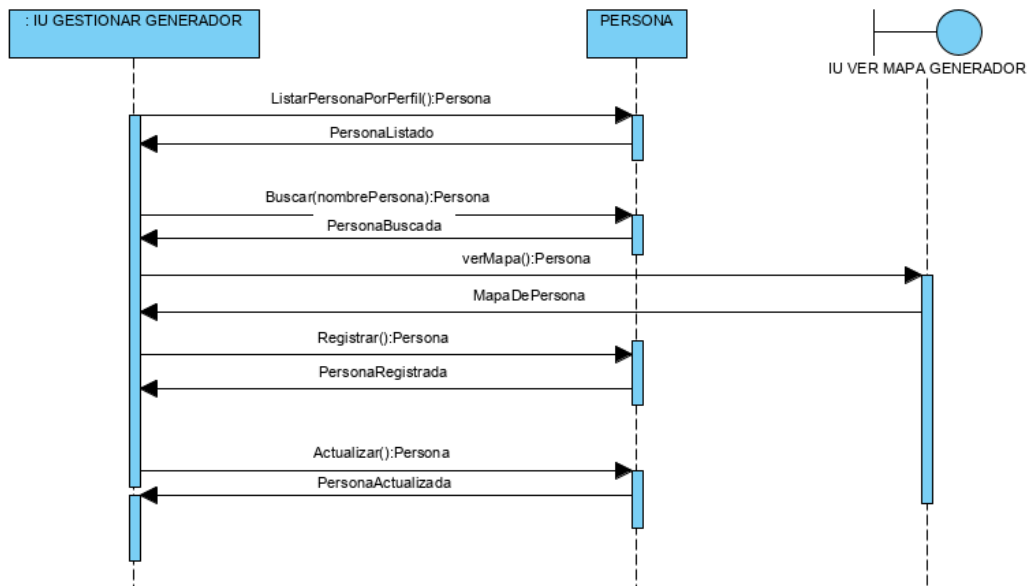


Fig. 78 DSD - Gestionar generador

h. DSD – Gestionar colaborador

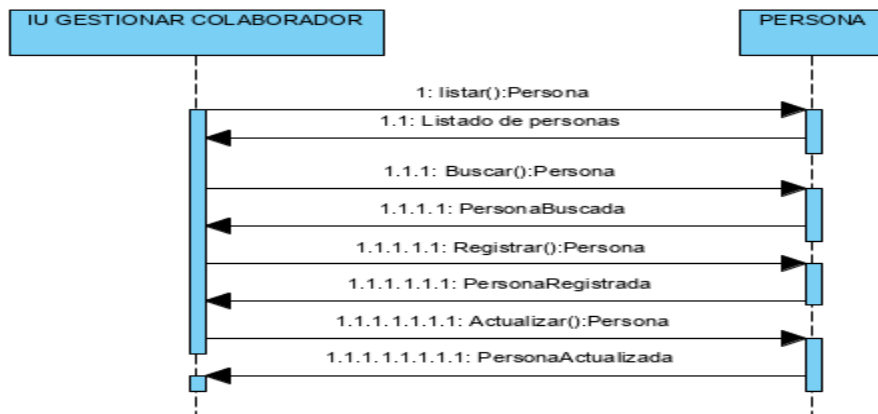


Fig. 79 DSD - Gestionar colaborador

i. DSD – Gestionar trabajador

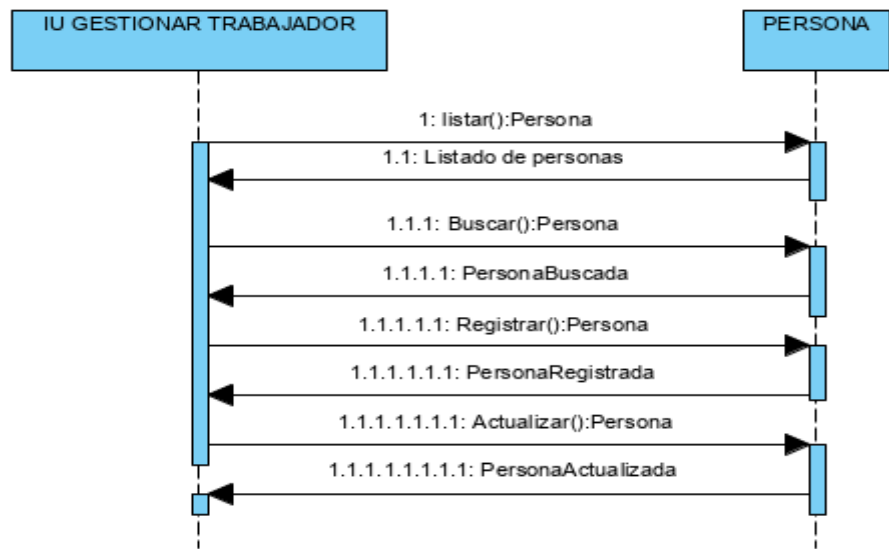


Fig. 80 DSD - Gestionar trabajador

Subsistema gestión de residuos

a. DSD – Gestionar monitoreo

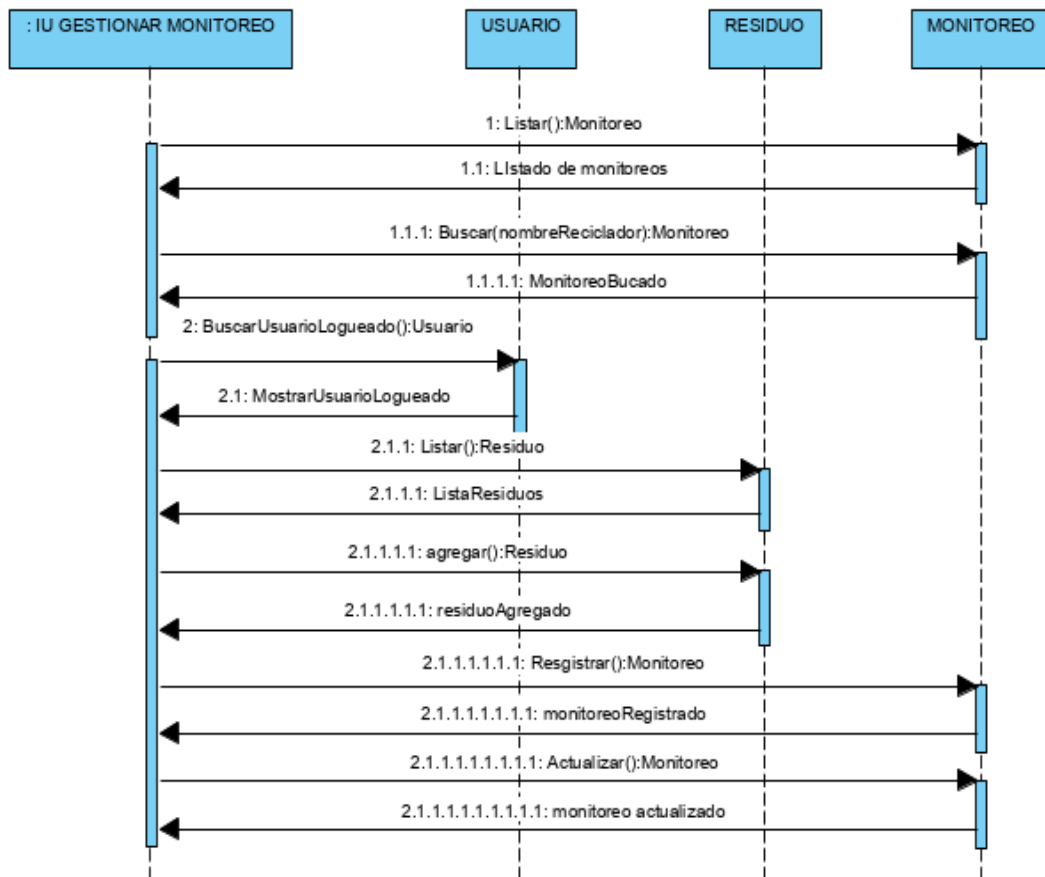


Fig. 81 DSD - Gestionar monitoreo

b. DSD - Gestionar solicitud de recolección

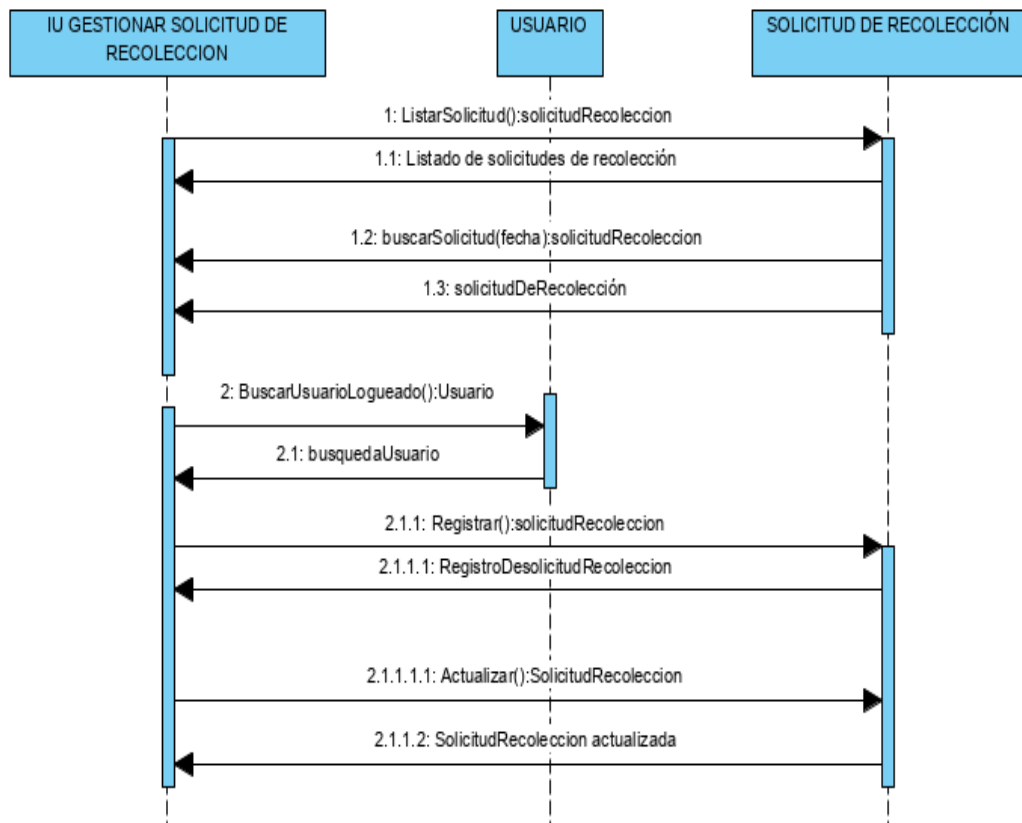


Fig. 82 DSD - Gestionar solicitud de recolección

c. DSD – Generar ruta

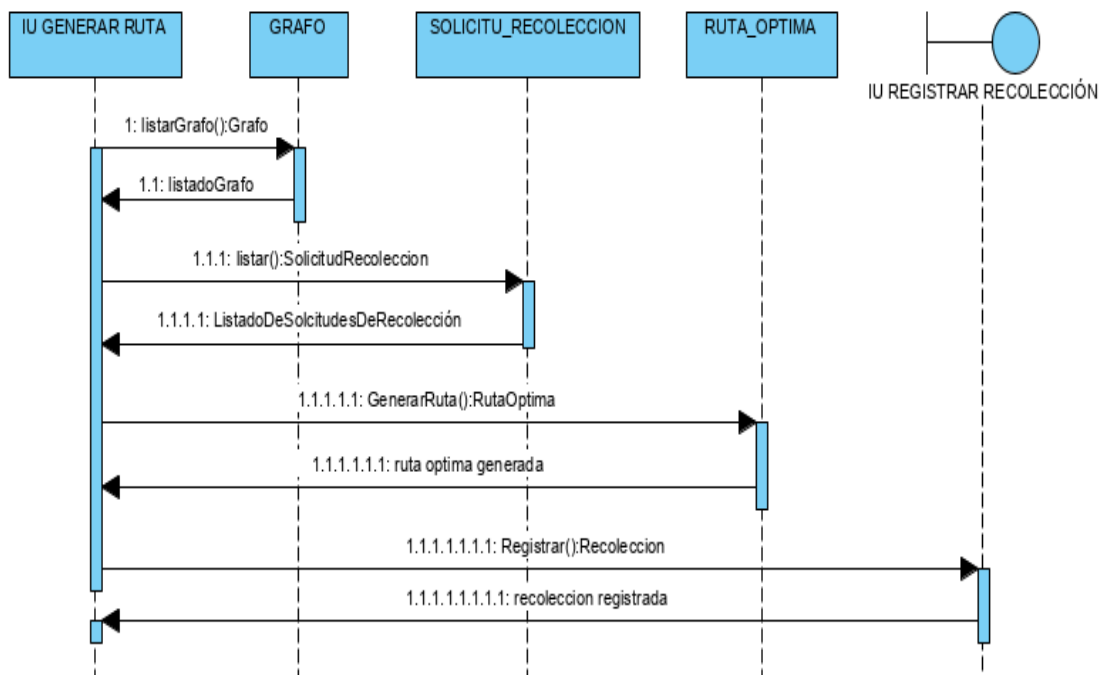


Fig. 83 DSD - Generar ruta

d. DSD - Gestionar recolección

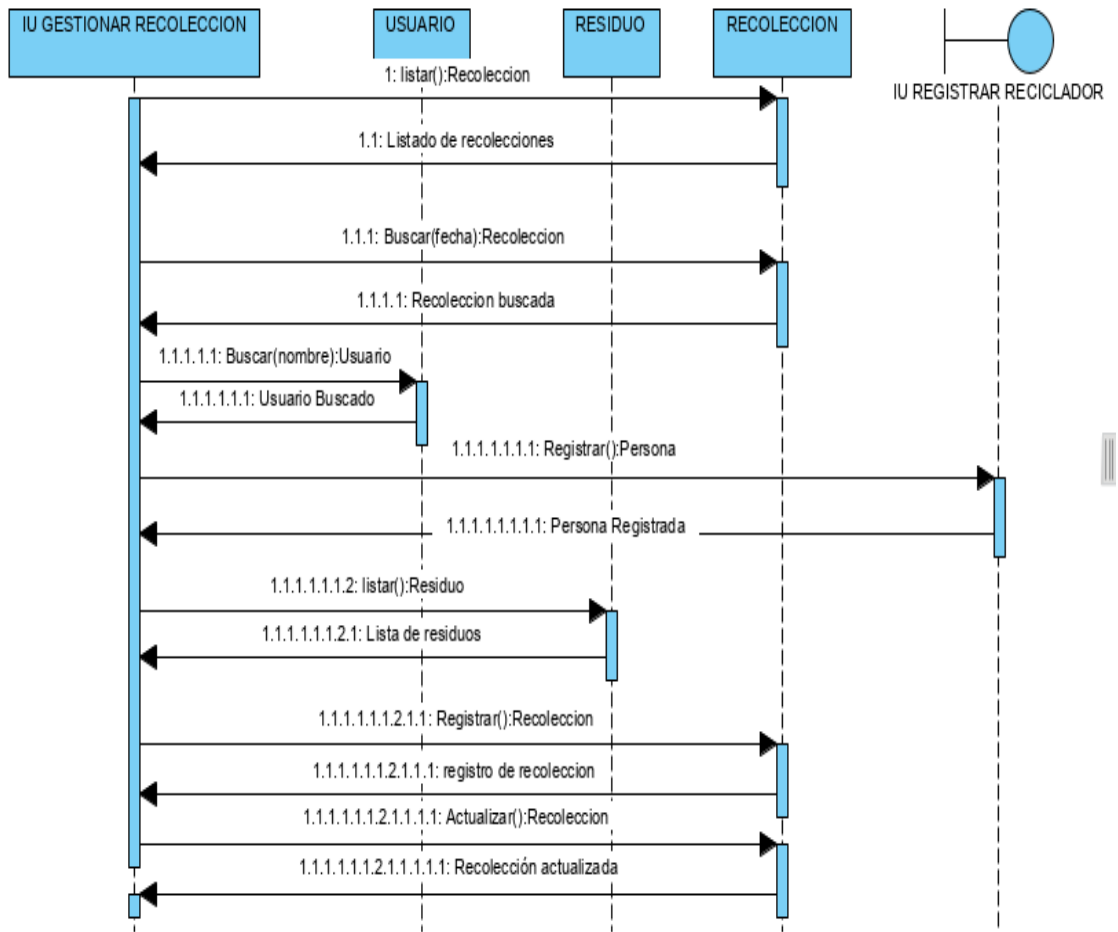


Fig. 84 DSD - Gestionar recolección

e. DSD - Registrar generador

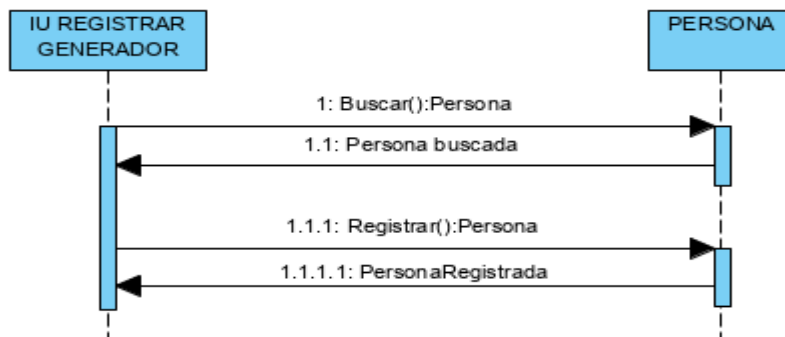


Fig. 85 DSD - Registrar generador

Actividad N° 4: Diagrama de clases de diseño general

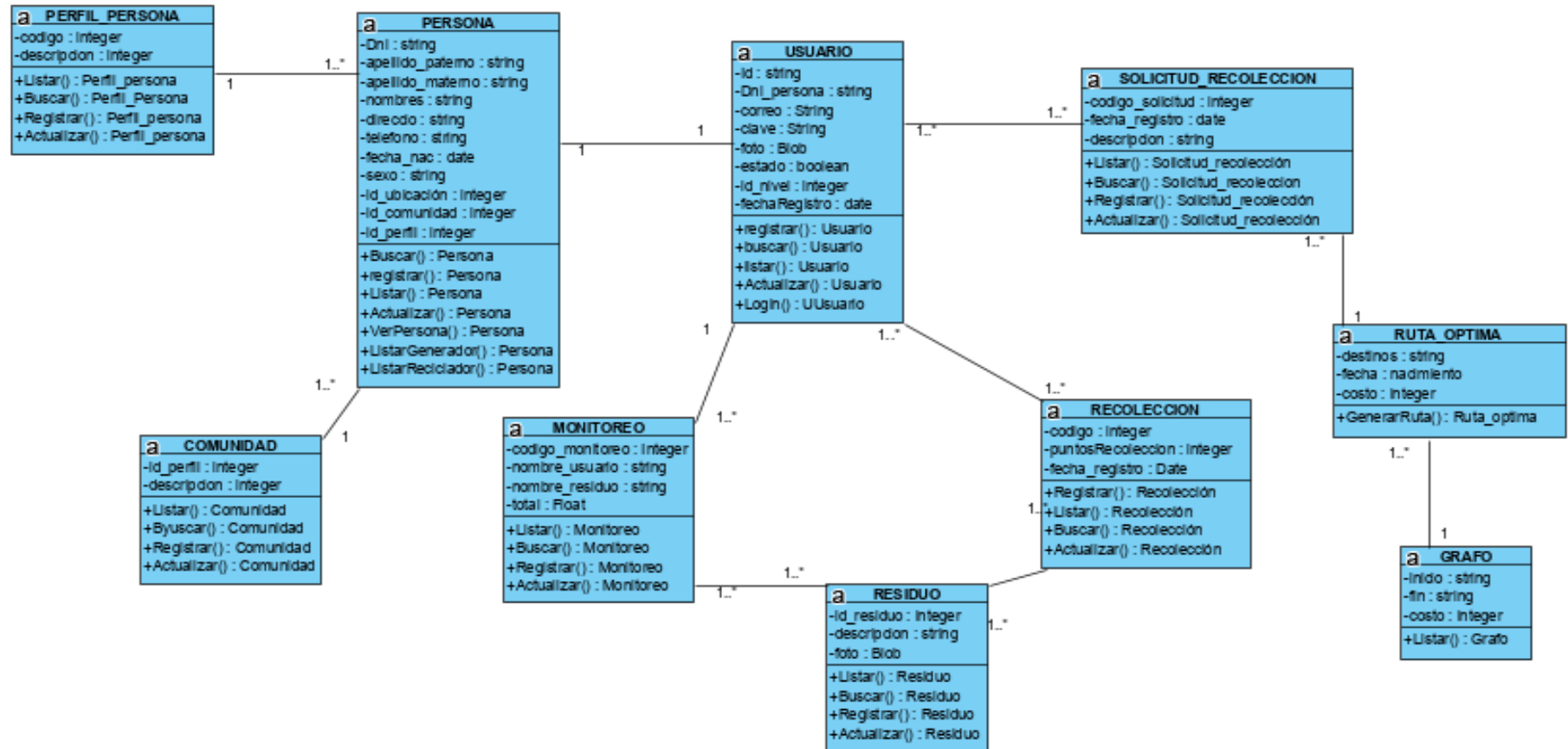


Fig. 86 Diagrama de clases de diseño general

Actividad N°5: Diseño entidad relación de base de datos

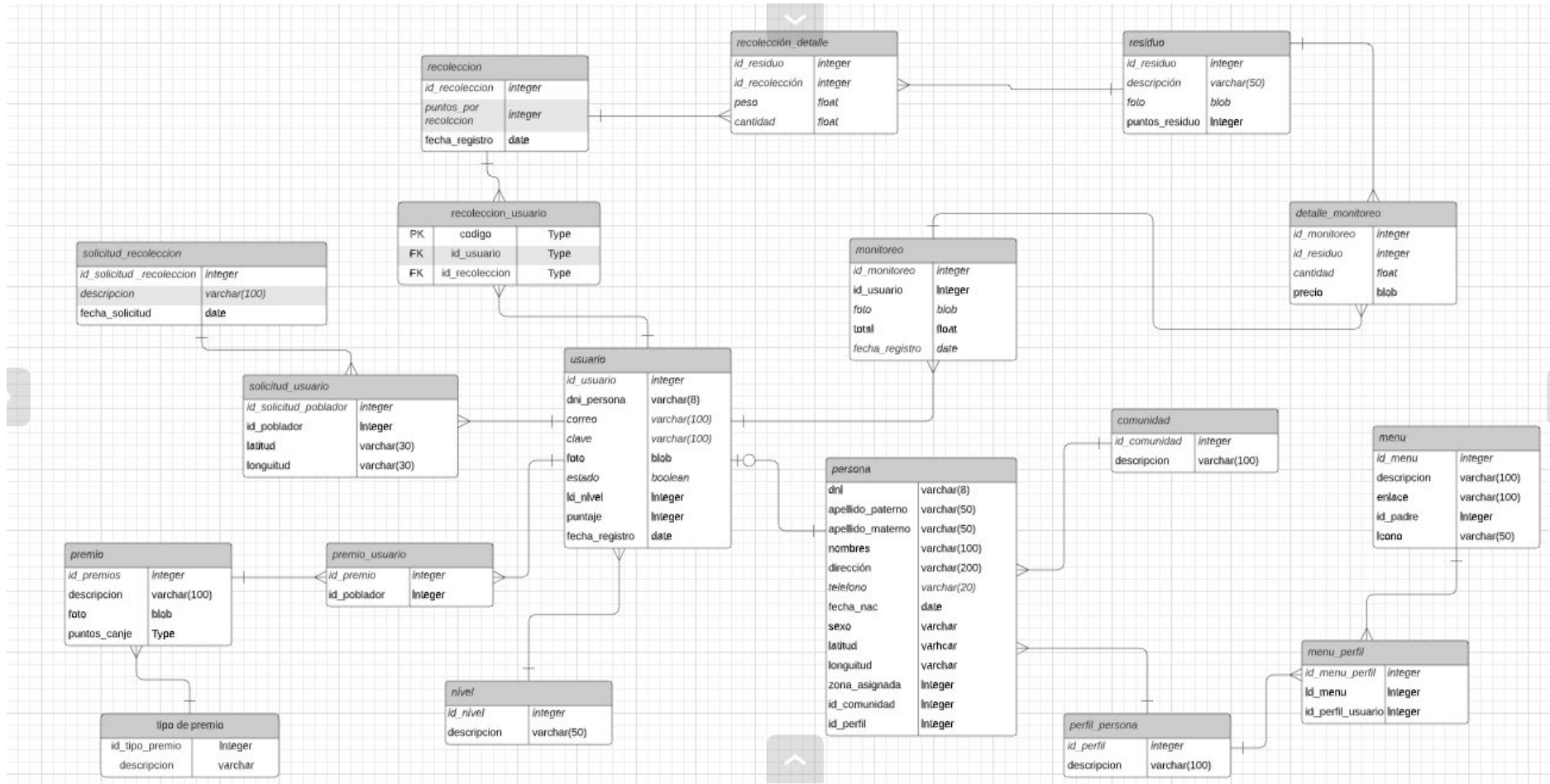


Fig. 87 Diseño entidad relación de base de dato

Actividad N°6: Diagrama de estados

a. Clase Usuario: Estado

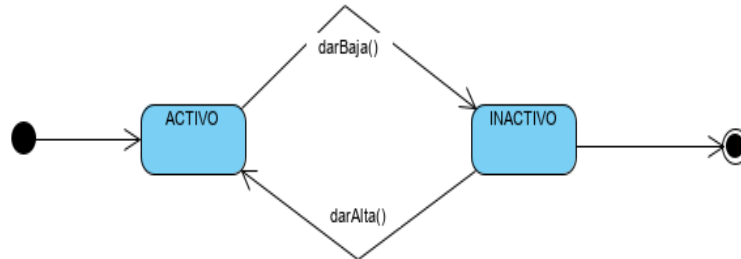


Fig. 88 Diagrama de estado clase usuario

b. Clase Persona: Estado

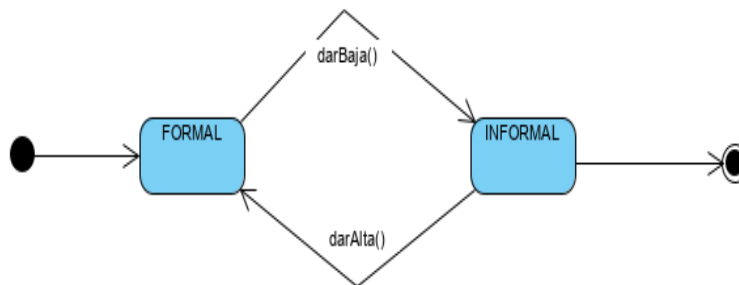


Fig. 89 Diagrama de estado clase persona

c. Clase Recolección: Estado

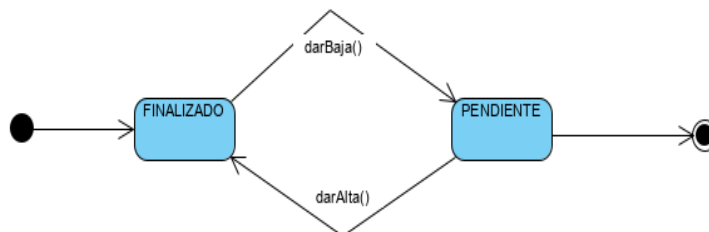


Fig. 90 Diagrama de estado clase Recolección

Actividad N° 7: Diseño de interfaces

a. Inicio de sesión

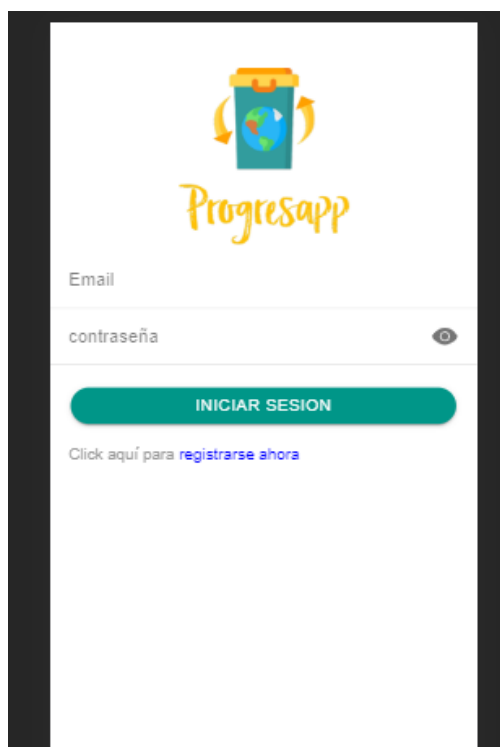


Fig. 91 Interfaz Inicio de sesión

b. Registrar usuario

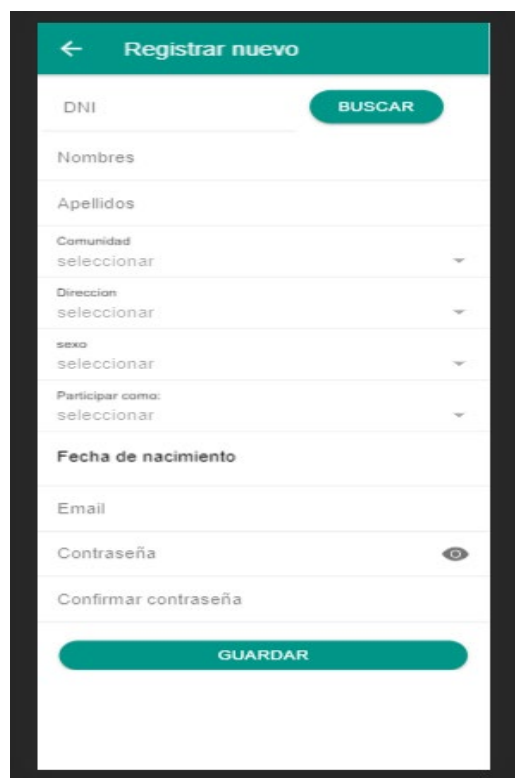


Fig. 92 Interfaz registrar usuario

c. Menú principal reciclador

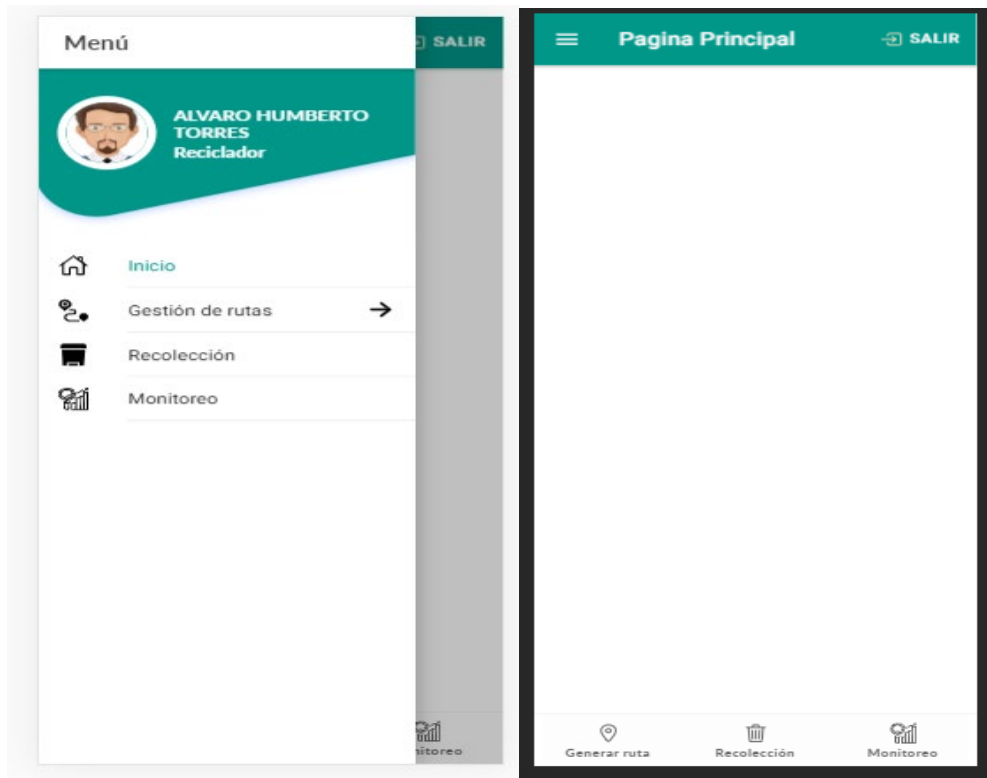


Fig. 93 Interfaz menú principal reciclador

d. Menú principal generador

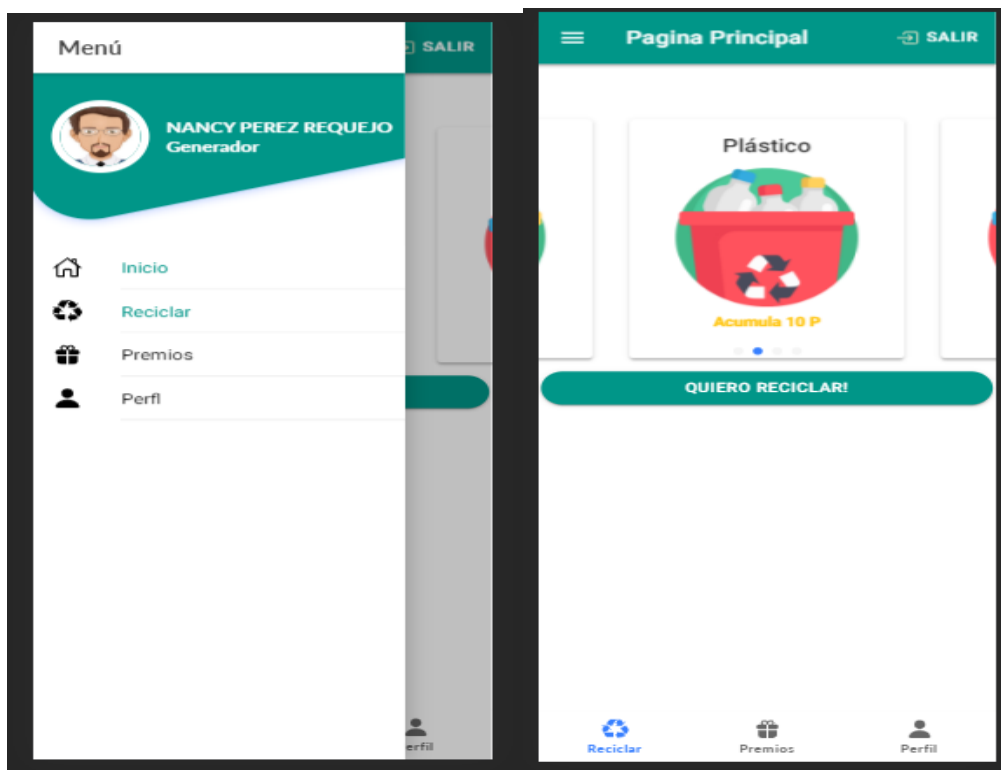


Fig. 94 Interfaz menú principal generador

e. Menú principal administrador

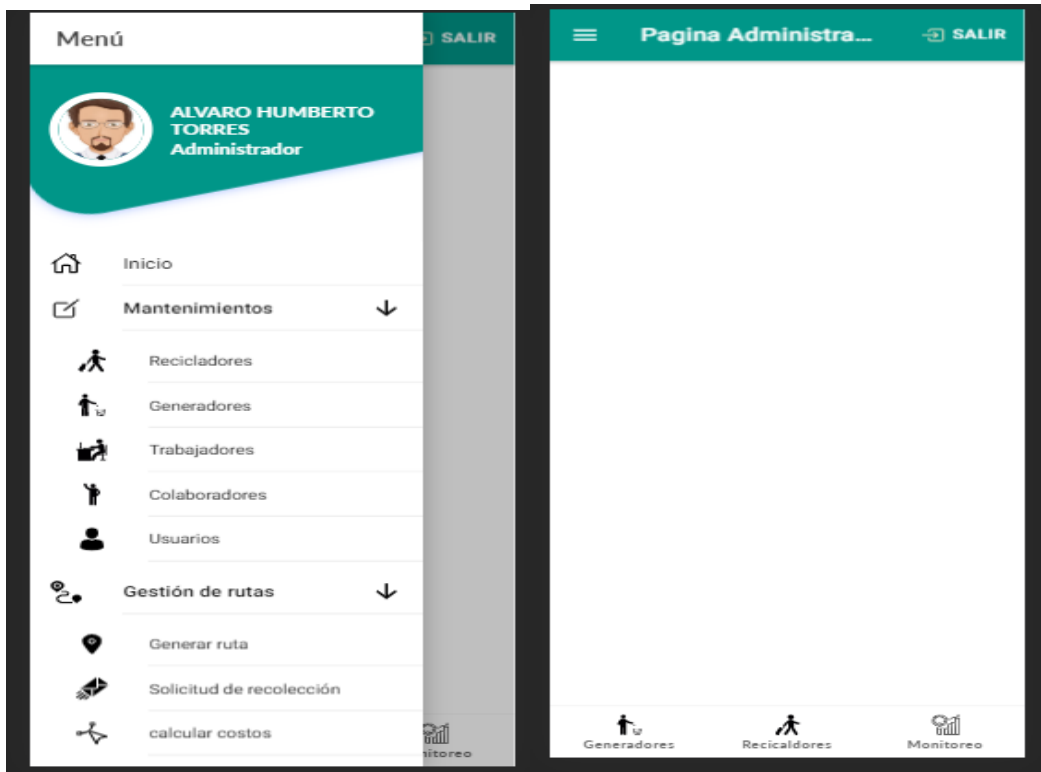


Fig. 95 Interfaz menú principal generador

f. Gestionar usuario (listar, buscar, registrar y actualizar)

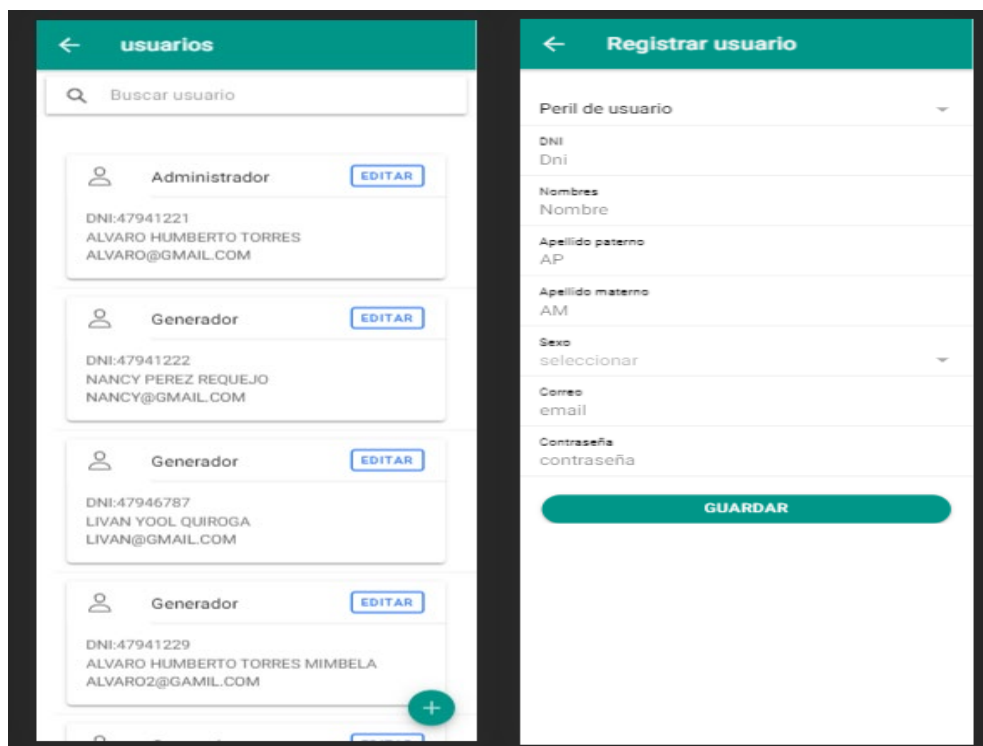


Fig. 96 Interfaz gestionar usuario

g. Gestionar generador

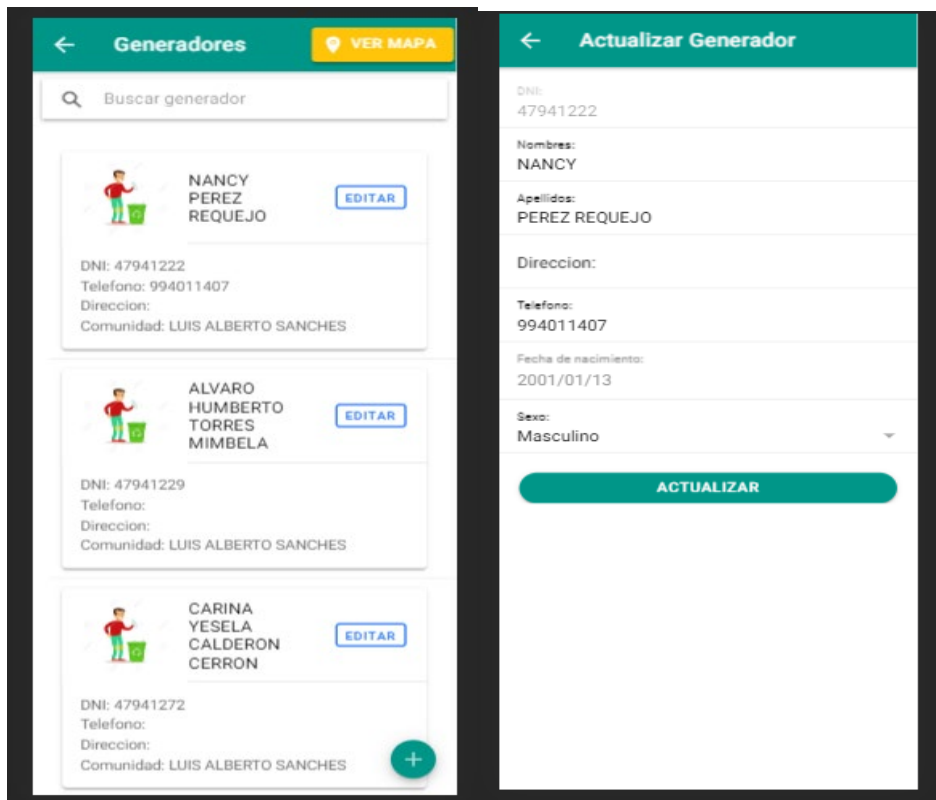


Fig. 97 Interfaz gestionar generador

h. Gestionar recicladores

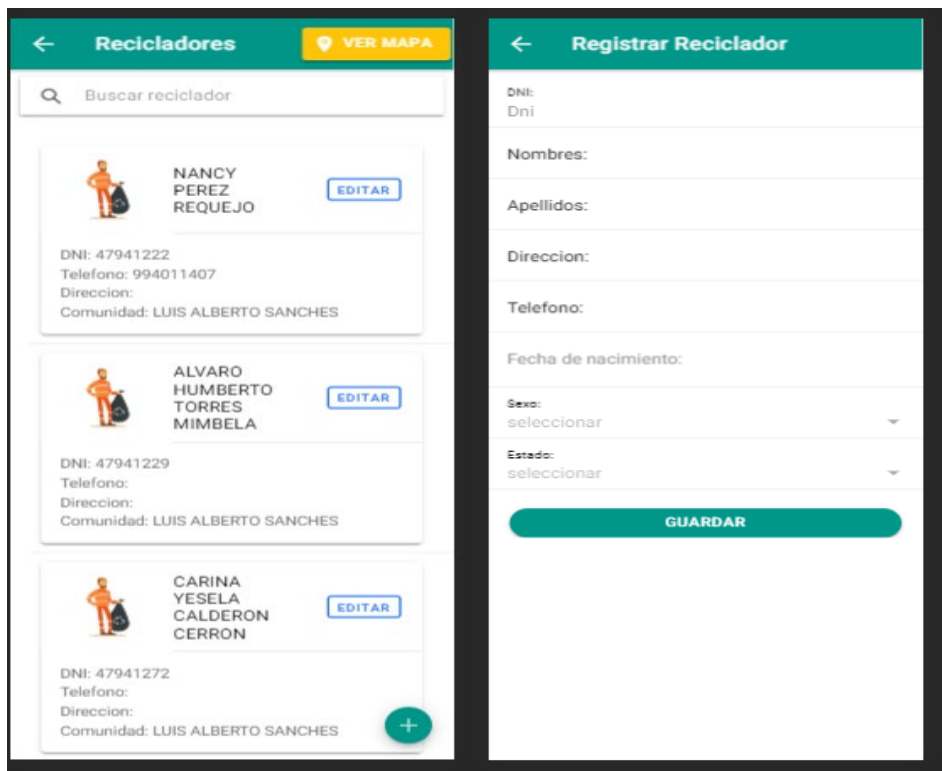


Fig. 98 Interfaz gestionar recicladores

i. Gestionar rutas

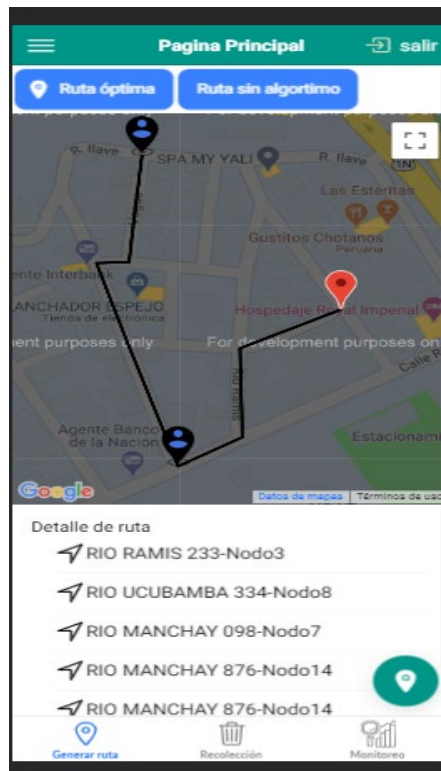


Fig. 99 Interfaz gestionar ruta.

j. Enviar solicitud de recolección

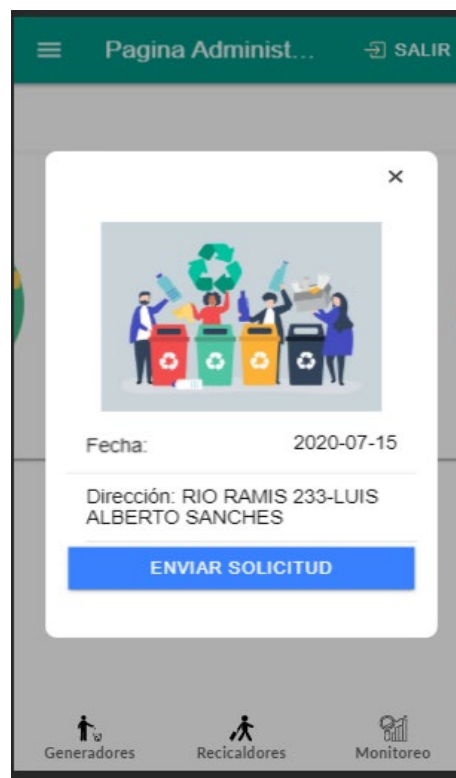


Fig. 100 Interfaz enviar solicitud de recolección

k. Gestionar recolección

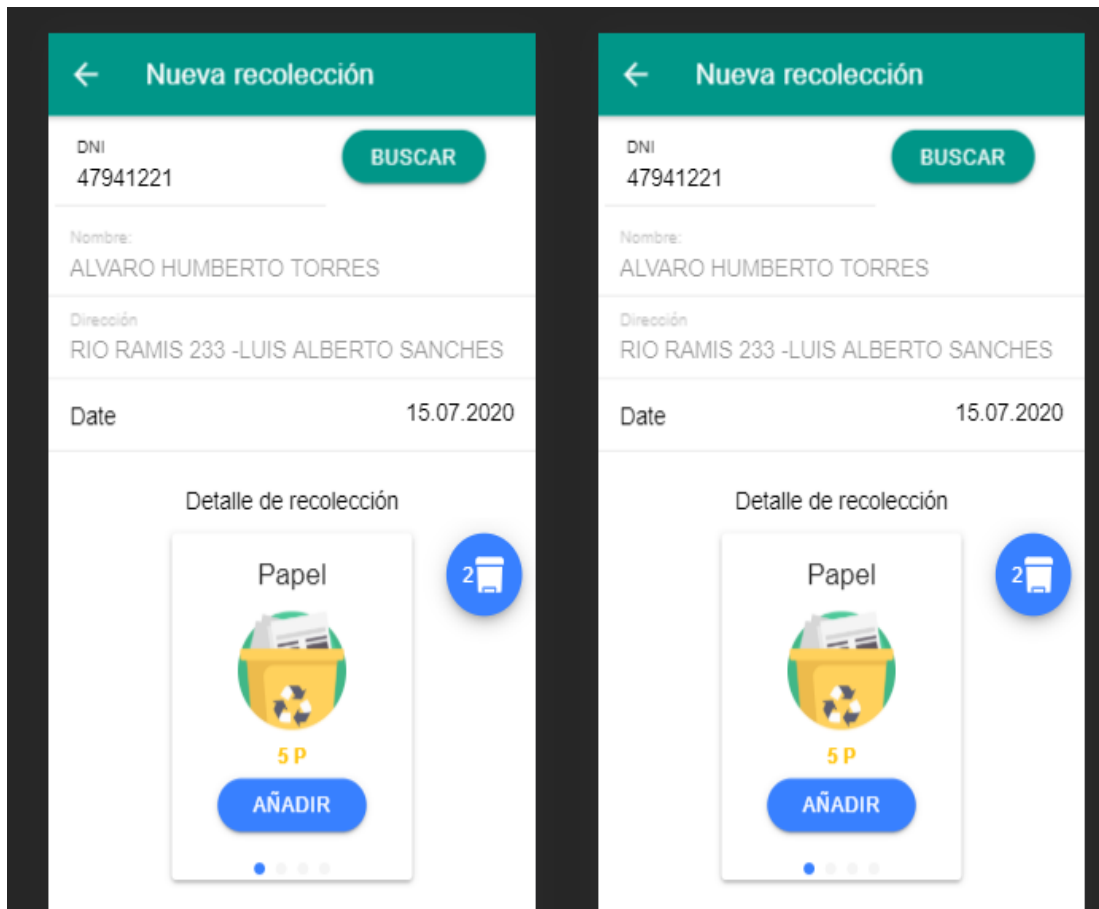


Fig. 101 Interfaz gestionar recolección

4.1.6. Iteración #6: Implementación y Prueba

Actividad N° 1: Diagrama de componentes

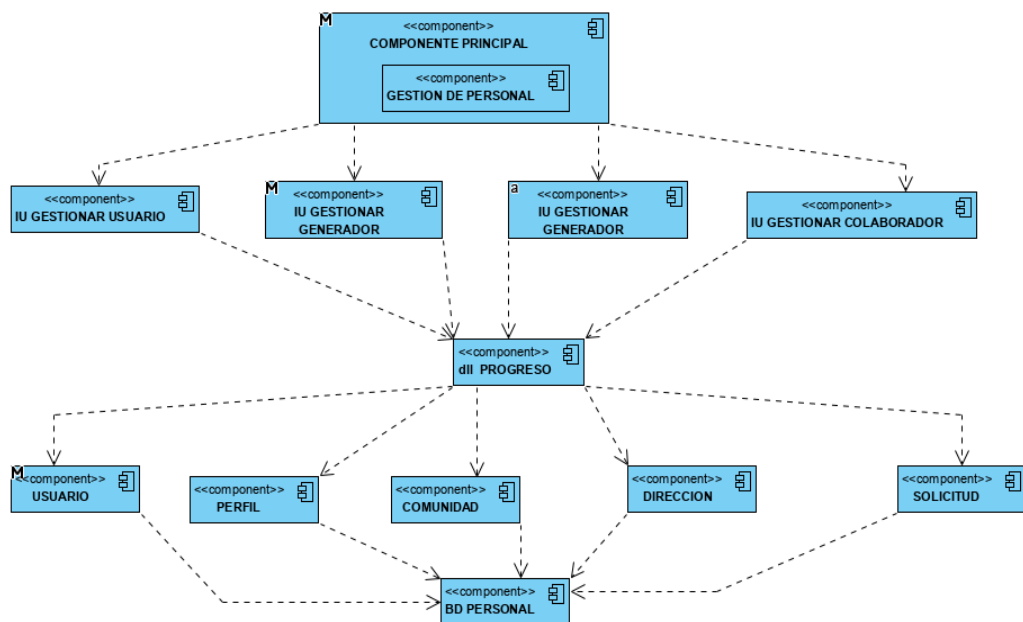


Fig. 102 Diagrama de componentes gestión de personal

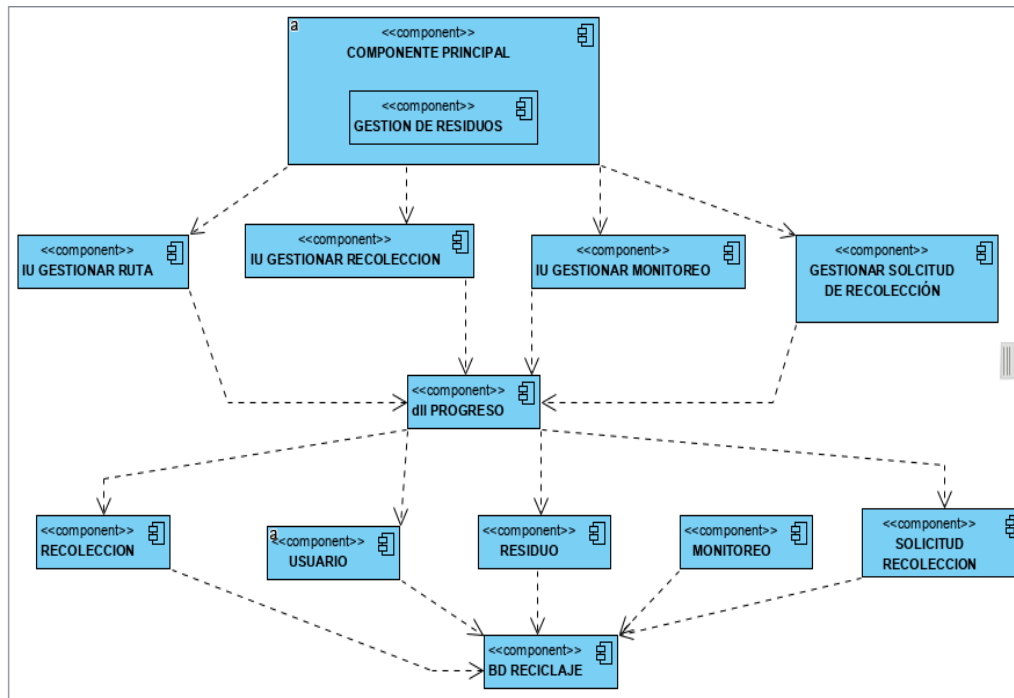


Fig. 103 Diagrama de componentes gestión de residuos

Actividad N°2: Pseudocódigo

a. Conexión con el API REST

Para la conexión del API REST se crea una clase AccessProviders la cual se declara los parámetros y el método HTTP, en este caso se utilizó el método POST. La sintaxis se muestra en la siguiente imagen:

```

@Injectable()
export class AccessProviders
{
  //url backend api json

  constructor(
    public http : HttpClient
  ) {}

  postData(body, file){
    var server='http://192.168.1.62/tesis/api/';
    let headers =new HttpHeaders({
      'Content-Type': 'application/json; charset=UTF-8'
    });
    let options={
      headers: headers
    }
    return this.http.post(server + file,JSON.stringify(body),options)
      .timeout(59000)// 59 seg
      .map(res => res);
  }
}
  
```

Fig. 104 Conexión API REST

b. Generar ruta

Para la generación de la ruta se deben declarar el grafo donde tienen los nodos, los puntos de recolección, estos se recorren para generar la ruta optima con el algoritmo seleccionado. El desarrollo de este método se realizó en el lenguaje PHP.

```
elseif($postjson['aksi']=="generar_ruta" ){

$query = mysqli_query($mysqli,"SELECT inicio as '0',fin as '1',costo as '2' from arco");
while($rows= mysqli_fetch_array($query)){
    $grafo[]= array(
        $rows['0'],
        $rows['1'],
        intval($rows['2'])
    );
}

$puntos=$postjson['puntos'];
$destinos=[];
$ruta=[];
$var=[];

for($a=0; $a<(count($puntos)-1); $a++){

    $sgte=$a+1;
    //var_dump($puntos[0]['id']);
    $algoritmo=dijkstra($grafo,$puntos[$a]['id'],$puntos[$sgte]['id']);

    array_push($var,$algoritmo);
    // sort($var);
    for($i=0; $i < count($algoritmo['paths']); $i++) {
        for($j=0; $j < count($algoritmo['paths'][$i]); $j++) {
            for ($k=0; $k < count($algoritmo['paths'][$i][$j]); $k++) {
                //Obtener todo los destino de la ruta mas corta
                $destinos[] = $algoritmo['paths'][$i];
            }
        }
    }
}

//print_r($destinos);
$resultadoFinal=[];
foreach ($var as $key => $value) { ...
}

$destinos=($resultadoFinal);

$data[]= $destinos;

for($i=0; $i<count($data); $i++){
    for($j=0; $j<count($data[$i]); $j++){
        $dato=$data[$i][$j];
        $id=intval($dato);
        //var_dump($id);
        $query = mysqli_query($mysqli,"SELECT * from nodo where id=$id");

        while($rows= mysqli_fetch_array($query)){
            $ruta[]= array(
                'lat' => floatval($rows['lat']),
                'lng' => floatval($rows['lng']),
                'id' => $rows['id'],
                'nombre' => $rows['nombre'],
            );
        }
    }
}

if($query){
    $result =json_encode(array('success'=>true, 'result'=>$ruta));
}else{
    $result =json_encode(array('success'=>false, 'result'=>$ruta));
}

echo $result;
```

Fig. 105 Pseudocódigo generar ruta

c. Enviar solicitud de recolección

```
include "config.php";
$postjson = json_decode(file_get_contents('php://input'),true);
date_default_timezone_set("America/Lima");
$today = date("Y-m-d");

/*****REGISTRAR*****/
if($postjson['aksi']=="enviar_solicitud" ){

    $verificar = mysqli_fetch_array(mysqli_query($mysqli,
    "SELECT * FROM solicitud_usuario WHERE id_usuario='$postjson[id]' AND fecha=$today"));

    if($postjson['id']==$verificar['id_usuario']){

        $result = json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'Hoy ya tienes una solicitud, pronto tu reciclador ira a verte!'));
        echo $result;
    }else{

        $insert = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO solicitud_usuario SET
        id_usuario = '$postjson[id]',
        fecha = '$today'
        ");

        if($insert){
            $result = json_encode(array('success'=>true, 'msg'=>'Registro exitoso'));
        }else{
            $result = json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'Error al registrar usuario'));
        }
        echo $result;
    }
}
```

Fig. 106 Pseudocódigo solicitud de recolección

d. Registrar recolección

```
/*****REGISTRAR*****/
if($postjson['aksi']=="registrar_recoleccion" ){

    $total = mysqli_fetch_array(mysqli_query($mysqli,"SELECT count(*) as total from recoleccion"));
    $codigo=($total['total']+1);
    //print_r($codigo);
    $insert = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO recoleccion SET
    total_puntos=$postjson[puntos],
    id_recoleccion=$codigo,
    fecha_registro = '$today'
    ");
    if($insert){
        $usuarios=$postjson['usuarios'];
        foreach($usuarios as $usuario){
            $insert = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO recoleccion_usuario SET
            id_usuario = $usuario[usuario],
            id_recoleccion= '$codigo'
            ");
            if($insert){
                $update = mysqli_query($mysqli,
                "UPDATE usuario SET
                puntaje= puntaje+$postjson[puntos]
                WHERE id_usuario=$usuario[usuario]
                ");
            }
        }
        $residuos=$postjson['cart'];
        //print_r($residuos);
        foreach($residuos as $residuo){
            $insert = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO recoleccion_detalle SET
            id_residuo = $residuo[id],
            id_recoleccion= '$codigo',
            cantidad=$residuo[amount]
            ");
        }

        $result = json_encode(array('success'=>true, 'msg'=>'Registro exitoso'));
    }else{
        $result = json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'Error al registrar'));
    }

    echo $result;
}
```

Fig. 107 Pseudocódigo registrar recolección

e. Registrar usuario

```
/******REGISTRAR***** */
if($postjson['aksi']=="registrar_usuario" ){

    $verificarDni = mysqli_fetch_array(mysqli_query($mysqli,
    "SELECT dni_persona FROM usuario WHERE dni_persona='$postjson[dni]'"));
    if($verificarDni['dni_persona']==$postjson['dni']){
        $result =json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'usted ya tiene un usuario registrado'));
    }else{
        $verificarCorreo = mysqli_fetch_array(mysqli_query($mysqli,
        "SELECT correo FROM usuario WHERE correo='$postjson[email]'"));

        if ($verificarCorreo['correo']==$postjson['email']) {
            $result =json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'email ya existe'));
        }else{

            $password=md5($postjson['password']);
            $insert = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO persona SET
            dni= '$postjson[dni]',
            apellidos = UPPER('$postjson[ape_pater]'),
            nombres = UPPER('$postjson[nombre]'),
            sexo = '$postjson[sexo]',
            id_perfil = $postjson[rol],
            fecha_nac = '$postjson[fecha_nac]',
            id_marker = '$postjson[direccion]',
            id_comunidad = '$postjson[comunidad]'
            ");

            if($insert){
                $insert1 = mysqli_query($mysqli,"INSERT INTO usuario SET
                dni_persona = '$postjson[dni]',
                correo = UPPER('$postjson[email]'),
                clave = '$password',
                estado = 1,
                puntaje=0,
                fecha_registro = '$today'
                ");

                $result =json_encode(array('success'=>true, 'msg'=>'Registro exitoso'));
            }else{
                $result =json_encode(array('success'=>false, 'msg'=>'Error al registrar usuario'));
            }
        }
    }
    echo $result;
}
```

Fig. 108 Pseudocódigo registrar usuario

Actividad N°3: Pruebas de caja negra

a. Gestionar ruta

TABLA XXX CASO DE PRUEBA GESTIONAR RUTA

Gestionar ruta	CP01
DESCRIPCIÓN:	En este caso de uso se representa la funcionalidad de gestionar ruta que pretende generar la ruta óptima para el usuario reciclador
PREREQUISITOS:	<ul style="list-style-type: none">• Listado de grafo• Listado de solicitudes de recolección• El reciclador tendrá el permiso de generar la ruta óptima para las solicitudes de su zona asignada
PASOS:	<ul style="list-style-type: none">• Los datos son mostrados al ingresar a la interfaz y se cargan automáticamente
RESULTADO ESPERADO:	“Lista de solicitudes cargadas” “Ruta generada” “Lista de nodos cargados para realizar el cálculo de la ruta”
RESULTADO OBTENIDO:	“Lista de puntos de solicitudes de recolección” “Ruta mostrada con animación”

b. Gestionar reciclador

TABLA XXXI CASO DE PRUEBA GESTIONAR REICLADOR

Gestionar reciclador	CP02
DESCRIPCIÓN:	En este caso de uso se representa la funcionalidad de gestionar reciclador que registra, lista, busca y actualiza los datos del reciclador.
PREREQUISITOS:	<ul style="list-style-type: none">• Listado de direcciones.
PASOS:	<ul style="list-style-type: none">• Los datos son mostrados al ingresar a la interfaz y se cargan automáticamente
RESULTADO ESPERADO:	“Lista de recicladores cargada” “Registro de reciclador” “Actualización de reciclador”
RESULTADO OBTENIDO:	“Lista de puntos de solicitudes de recolección” “Ruta mostrada con animación”

4.2. En base a los objetivos de la investigación

4.2.1. Evaluar comparativamente los diferentes algoritmos de optimización de rutas, para la selección del que se adecue a las características del contexto

En la presente investigación se tomaron en cuenta algunos algoritmos de optimización de rutas que nos ayudaron a la elección del que se adecuaba a las características del modelo.

En la siguiente tabla se muestra un análisis comparativo de los algoritmos de optimización de rutas, tomando en cuenta lo siguiente:

TABLA XXXII CARACTERISTICAS DE ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

Características	Dijkstra	Bellman Ford	Floyd	Genético	Kruskall
Grafo dirigido ponderado	✓	✓	✓	✓	✓
Grafo conexo	✓	✓	✓	✓	✓
Evalúa todos los nodos	✓	✓	✓	✓	✓
Necesita un nodo origen	✓	✓	✗	✓	✓
Evalúa los nodos más de una vez	✗	✓	✗	✓	✓
Pesos positivos	✓	✗	✓	✓	✓
Pesos negativos	✗	✓	✓	✓	✗
Mayor tiempo de procesamiento	✗	✓	✗	✓	✓
Menor tiempo de procesamiento	✓	✗	✗	✗	✗

Tomando en consideración la tabla anterior y las características del contexto se puede decir que el algoritmo que más se adecua es el algoritmo de Dijkstra ya que la representación de los puntos de recolección (nodos) se pueden georreferenciar dentro del mapa de Google Maps como un grafo dirigido ponderado a través de una matriz de adyacencia, también las distancias entre los puntos de recolección siempre serán positivas y conocidas. Esta representación se muestra en la siguiente imagen:

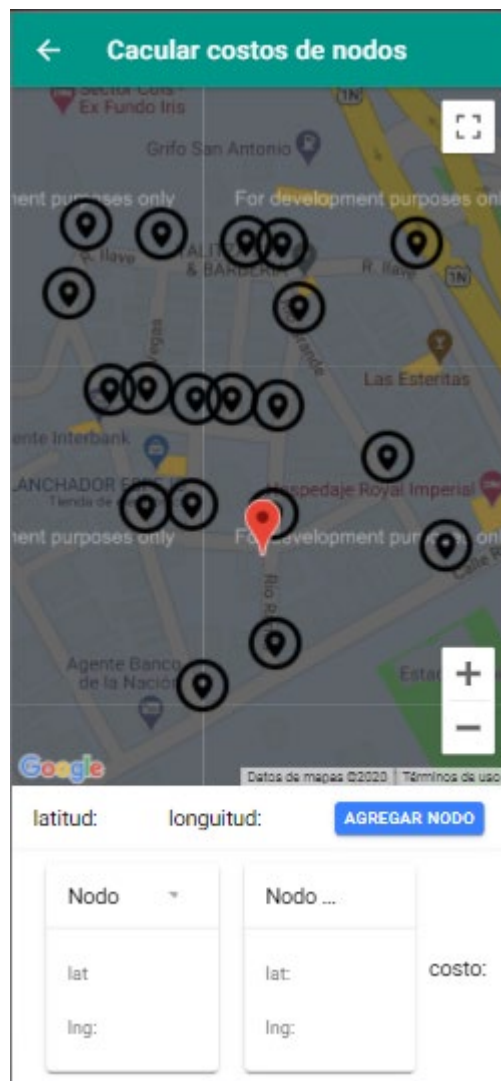


Fig. 109 Vista de nodos en Google Maps

El costo de la distancia entre nodos, se puede tomar en cuenta por la distancia que existe entre un punto de recolección a otro.

El nodo de origen de la ruta es conocido, además puede comenzar por cualquier nodo dentro del grafo dirigido. Por otra parte, también se menciona que el grafo es dirigido porque se toma el sentido en este caso el de las calles declaradas en cada zona.

4.2.2. Determinar las variables de la realidad problemática para la implementación del algoritmo seleccionado

Las variables que se han tomado en cuenta se evidencian en base a el requerimiento funcional N° 08 y requerimiento funcional N° 11 descritos en la Tabla XV y XVII respectivamente, lo considerado se detalla a continuación:

Par atender este requerimiento una de las variables es la cuenta del usuario donde se estableció 2 roles: segregador y reciclador, en cada rol se define la posición (latitud y longitud) como un nodo que posteriormente interactuará en la definición de la ruta optima.

Por otra parte, para representar la matriz de adyacencia, se determinó otra variable como las distancias entre los nodos adyacentes, generando información para la evaluación del algoritmo. Además, se tuvo en cuenta el sentido de las calles como un parámetro a tomar en consideración; ya que al momento de asignar los costos de los arcos determine si podrá regresar o no por esa dirección.

Como punto de origen se tomó en cuenta la dirección consignada (latitud y longitud) del reciclador que será el punto de inicio de la ruta, este origen no contempla la ubicación en tiempo real, ya que debe estar declarado dentro de la matriz de adyacencia.

Por último, se consideró cada solicitud de recolección ordenado por el orden de petición, la cual alimentará al algoritmo para la evaluación de todos los puntos a visitar como nodos finales.

Estas variables han sido representadas en la aplicación multiplataforma como se muestra en la siguiente imagen:

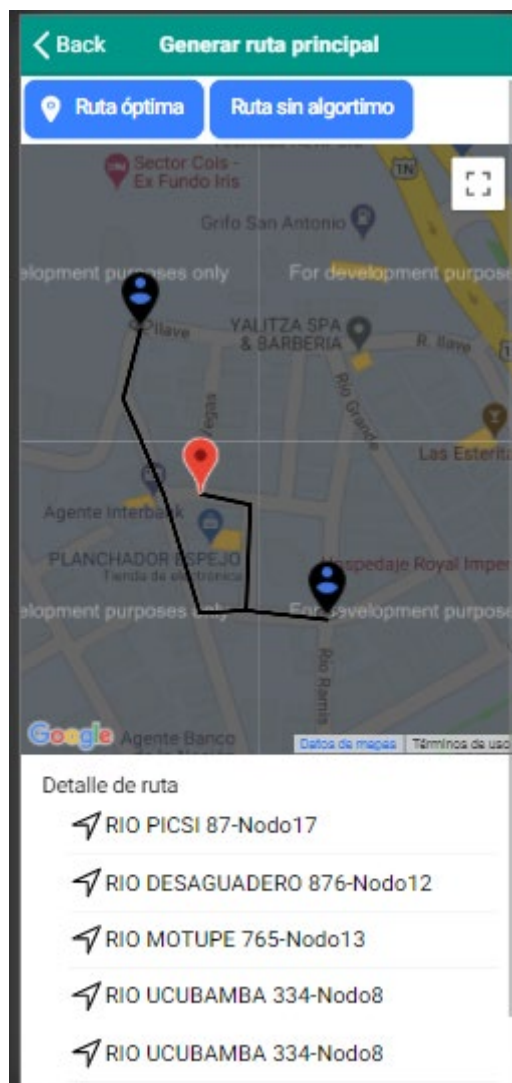


Fig. 110 Interfaz generar ruta

4.2.3. Determinar en base a los criterios del usuario los diferentes elementos de gamificación.

Para determinar los diferentes elementos de gamificación se tomó en cuenta el requerimiento funcional N° 10 descrito en la TABLA XVI tomando en consideración lo siguiente:

Los elementos de gamificación que se han tomado en cuenta durante el desarrollo de esta investigación son los **puntos** y **premios**, dichos elementos son definidos por el administrador del proyecto Progreso. Se determinó que los puntos serán asignados respecto al volumen por tipo de residuo que será brindado, dichos

puntos podrán ser canjeados por un premio visto como motivación desde el punto de vista de la gamificación.

Esto se detalla en la siguiente interfaz:

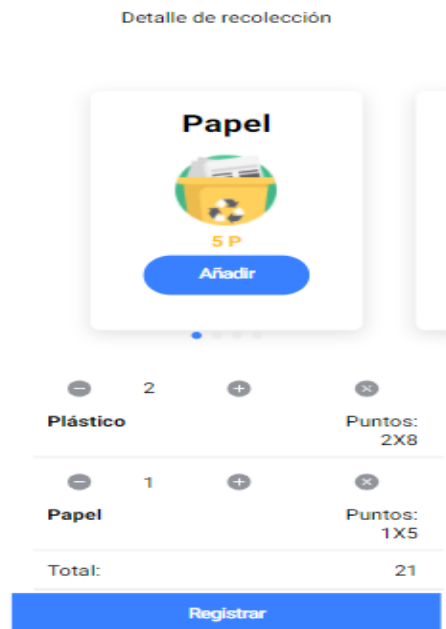


Fig. 111 Interfaz registro de recolección

4.2.4. Validar la funcionalidad de la aplicación en base a la implementación de los elementos de gamificación en la aplicación propuesta.

Para validar la funcionalidad de la aplicación en base a los elementos de gamificación, se aplicó el modelo de aceptación tecnológica (TAM) propuesta por [33], tomando en cuenta el instrumento original de los autores y adaptándolo al contexto donde se pretende evaluar las dos características principales: utilidad percibida y facilidad de uso percibida.

Se tomo un cuestionario a 49 pobladores de las 6 zonas aledañas, para determinar si estas características de gamificación mediante uso

de la aplicación multiplataforma ayudaran a la segregación de residuos.

Se obtuvo la respuesta de 40 cuestionarios, 9 de estos no fueron respondidos. Después de aplicar el instrumento, llegamos al resultado donde podemos decir que el 68.3% de los pobladores dice que los elementos de gamificación como son los puntos y premios les ayudarán a la segregación de residuos, esto correspondiente a la pregunta uno del apartado utilidad percibida del instrumento. Para la facilidad de uso percibido podemos decir que el 79.8% de las personas respondieron sería fácil ganar premios y puntos al dar sus residuos mediante la aplicación. *Ver anexo 03*

Estos resultados nos dan énfasis de la validación de la funcionalidad de la aplicación mediante el uso de elementos de gamificación.

4.3. Impactos esperados

4.3.1. Impactos económicos

La aplicación implementada durante la investigación además de ser una herramienta que apoyo para la gestión de residuos sólidos, también ayudará de manera económica a recicladores, ya que a mayor recolección de residuos mejorará sus ingresos.

4.3.2. Impactos sociales

Como de menciono previamente el proyecto Progreso interactúa sobre 6 comunidades aledañas al campus universitario, pretendiendo mejorar la calidad de vida, reducción, recolección y reutilización de residuos sólidos. Por ende, la implementación de la multiplataforma propuesta permitirá a estas comunidades crear un impacto social ya que se creará una nueva forma de reciclar, una cultura de reciclaje mediante tecnología, generar menos residuos en las calles y mejorando el estilo de vida.

4.3.3. Impactos en tecnología

El desarrollo de la aplicación multiplataforma tendrá un impacto ya que se creará una aplicación desarrollada con un solo código para distintas plataformas, además del bajo costo en su implementación. Se espera que la implementación de esta aplicación y su posterior integración representen un antecedente para futuras investigaciones que pretendan realizar aplicaciones similares a la planteada.

4.3.4. Impactos ambientales

El impacto sobre esta investigación es muy importante, ya que a través de la tecnología y la presente investigación se pretende generar un gran impacto ambiental ya que se reducirá gran cantidad de residuos sólidos que no irán a su disposición final, mejorando el medio ambiente y la salud de las personas.

5 DISCUSIÓN

En el presente apartado se presenta el análisis de los objetivos planteados en esta investigación y su relación con los resultados obtenidos, detallados en el CAPÍTULO IV. De dichos resultados se puede decir lo siguiente:

En [16] se implementó un planificador de rutas utilizando un algoritmo genético el cual tuvo en cuenta direcciones de calles, guardo las localizaciones de puntos infecciosos (latitud y longitud), modeló el mapa de Chiclayo como un grafo dirigido y concluyendo que el algoritmo genético a más nodos tarda más tiempo en evaluar la solución óptima de las rutas; mencionado esto se optó por seleccionar el algoritmo de Dijkstra que a pesar de coincidir con las características de la realidad problemática como puntos de recolección, distancias de calles y el poder modelar la ubicación geográfica como un grafo dirigido ponderado; se consideró el tiempo de procesamiento para generar la ruta óptima como característica de distinción. Esto lo podemos contrastar con [17] el cual menciona que el algoritmo de Dijkstra tiene una tendencia de mejora en el tiempo de ejecución a partir de 20 focos infecciosos en adelante. Este discernimiento nos ayudó a la selección del algoritmo para nuestra realidad problemática.

Para determinar las variables de la realidad problemática donde podemos implementar las características del algoritmo seleccionado. Se encontró que debe existir una gestión de ruta donde proveerá todos los datos necesarios para la alimentar las características del algoritmo. Esto permitió que pobladores envíen una solicitud de recolección proveyendo ubicación (latitud y longitud), la posición del reciclador como punto de origen para la ruta y los puntos de recolección representados en el grafo dentro del mapa de Google. Estos resultados coinciden con [17] y [18], donde ambos mencionan que se debe identificar un punto de inicio, distintos puntos destino y la representación de dichos puntos en el mapa de Google para poder evaluar la ruta optima. Cabe destacar que estas variables son determinantes para la implementación de nuestro algoritmo. Por otra parte, para la generación de la ruta optima con el algoritmo seleccionado, se tomó en cuenta cada intersección de las calles representándose como un nodo, estas aportaran a la

matriz de adyacencia información con el costo o la distancia que hay entre una intersección y otra; estas posteriormente indicaran la trayectoria de la ruta.

En la investigación de Limas *et al* [12], se desarrolló un software donde aplicó técnicas de gamificación generando un estímulo al usuario para continuar con la práctica de segregación de residuos sólidos, utilizó la narración para instruir sobre separación de residuos, los puntos en representación de lo brindado y las recompensas representando como una ganancia monetaria. Para la realidad problemática en cuestión se obtuvo como resultado que los elementos de gamificación son los puntos y premios estableciendo un contexto de juego y para generar un estímulo en la práctica de segregación. Dichos elementos fueron definidos por el administrador donde delimitó la asignación de puntos dependiendo el volumen y tipo de residuo; así como los premio por la cantidad de puntos y la cantidad de premios que puedan existir.

6 CONCLUSIONES

1. Para identificar el algoritmo que permita la optimización de rutas en este contexto y que permita implementar una multiplataforma informática, aplicada la gestión integral de residuos sólidos del proyecto PROGRESO de Responsabilidad Social Universitaria, se evaluó entre varias alternativas seleccionando al algoritmo de Dijkstra. Los criterios de selección se basaron en el modelado de las zonas aledañas como un grafo dirigido, la ubicación del reciclador como punto de origen y los lugares de recolección e intersecciones de calles como nodos que alimentaron la matriz de adyacencia. Con estos datos se pudo generar la ruta óptima generando un software útil para el proceso de recolección en la gestión de residuos sólidos.
2. Para determinar las variables de la realidad problemática se tuvo en cuenta las condiciones como es espacio geográfico, rol de participantes, distancia entre calles y las solicitudes de recolección; y como restricciones a la matriz de adyacencia, ya que se debió establecer los costos para que el algoritmo pueda evaluar la ruta óptima.
3. Con la finalidad de incentivar la participación de los distintos actores en el modelo de gestión de residuos sólidos se consideró la estrategia de la gamificación con una dinámica de puntos y premios; fijando los puntos que serán asignados respecto al volumen y tipo de residuo, dichos puntos podrán ser canjeados por un premio limitado por la cantidad de puntos y la cantidad de premios que puedan existir.
4. Se consiguió demostrar la funcionalidad de la aplicación en base a los elementos de gamificación; ya que el 68.3% de las personas dice que estos elementos de gamificación ayudan a motivar la participación de los diferentes actores en la segregación de residuos y el 79.8% dice que es fácil ganar puntos y premios concluyendo que dar un incentivo para animar a las personas a segregar es una buena opción.

5. La aplicación multiplataforma permite enviar una solicitud de recolección al reciclador asignado a su zona y este puede ver las solicitudes del día eliminando el paso innecesario del reciclador a lugares que podrían tener o no residuos.

7 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar el Api de Google Maps de paga para evaluar mejores rutas, cuando exista una calle bloqueada recalculando la mejor ruta brindada por el algoritmo.
2. Para la generación de la ruta óptima se debe ampliar la matriz de adyacencia para que el algoritmo pueda evaluar más rutas.
3. Esta aplicación podría replicarse en diferentes comunidades tanto locales como nacionales generando un buen uso de esta herramienta de apoyo a la gestión de residuos sólidos.
4. Aplicar más elementos de gamificación para seguir incentivando a los pobladores a segregar los residuos.
5. Se recomienda utilizar notificaciones push para que las solicitudes de recolección lleguen al momento de ser registradas.

8 LISTA DE REFERENCIAS

- [1] A. Escudero de Fonseca, N. Molinares Amaya, N. L. Diaz Granados, M. A. Isaacs Gonzáles y A. Sisa Camargo, *La gestión sostenible de los residuos*, Barranquilla: Ediciones Uniforme, 2009.
- [2] Asamblea Nacional de las Naciones Unidas, «Hacia un planeta sin contaminación,» 2017.
- [3] L. Xu, M. Ling y Y. Wu, «Incentivo económico e influencia social para superar el dilema de separación de residuos domesticos: un estudio de intervención de campo,» Hangzhou China, 2017.
- [4] U. S. E. P. Agency, «Advancing Sustainable Materials Manegement: 2015 Fact Sheet,» Washington,DC, 2018.
- [5] S. F. Council, «Environment Switzerland,» Suiza, 2015.
- [6] ONU Medio Ambiente, «Perspectivas de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe,» 2017.
- [7] J. E. Correa Tineo, «Propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en el distrito de Chiclayo para reducir los impactos ambientales,» Chiclayo, 2018.
- [8] G. P. Burga Polo, «El reciclaje de residuos sólidos municipales para el desarrollo sostenible de Chiclayo,» Chiclayo, 2015.
- [9] Coordinación de información estadística - USAT, «Condiciones de vida y principales problemas que afrontan los hogares de los Pueblos Jóvenes San Cristian y Santa Trinidad de Chiclayo.Marzo-Junio 2018,» Chiclayo, 2018.
- [10] Responsabilidad Social Universitaria-USAT, «Proyecto de gestión de residuos sólidos en las 6 comunidades aledañas a USAT- 4 fase,» Chiclayo, 2018.
- [11] A. F. Martínez Juyar y C. A. Córdova Bermúdez, «Prototipo de aplicación móvil enfocado en el proceso de recolección de materiales reciclables en la localidad de Teusaquillo,» Bogotá, 2019.
- [12] B. Limas Vieira, C. Schraf Neuwiem y R. Fernando Becher, «Aplicación para indicar puntos de recogida de residuos sólidos utilizando estrategias de gamificación para la gestión de puntuaciones,» Blumenau, 2018.
- [13] R. W. Jiménez López, «App en android para los servicios de recolección de desechos sólidos de la ciudad de Guayaquil,» Guayaquil, 2015.
- [14] L. E. B. Valderrama Santos, «Implementación de un aplicativo móvil sobre compraventa para automatizar el reciclaje en la urbanización La Capullana - Surco,» Lima, 2018.
- [15] M. Chávez Villalobos, «Propuesta de un sistema integral de información de gestión de residuos para el reciclaje controlado en las instituciones educativas del nivel secundario del distrito de Tarapoto,» Tarapoto, 2018.
- [16] J. Y. Montalban Farroñan, «Desarrollo de un planificador de rutas para el recojo de desechos sólidos utilizando algoritmo genéticos,» Pimentel, 2019.
- [17] J. M. Anton Bernal, «Desarrollo de un planificador de rutas para recojo de desechos sólidos en el distrito de Chiclayo utilizando algoritmo de Dijkstra,» Pimentel, 2018.
- [18] J. O. Reyes Esquén, «Desarrollo de un planificador de rutas para recojo de desechos sólidos utilizando algoritmo de Bellman Ford,» Pimentel, 2018.

- [19] J. A. Medina Ross y I. Jiménez Yanes, Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos, Instituto Nacional de Ecología, 2001.
- [20] MINAM, «Cifras ambientales 2017,» 2017.
- [21] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, «Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial,» Lima, 2015.
- [22] O. d. E. y. F. Ambiental, «FISCALIZACIÓN AMBIENTAL en RESIDUOS SÓLIDOS de gestión municipal provincial - Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional,» 2013-2014.
- [23] P. Pimienta, «Tipos de aplicaciones móviles y sus características,» 2015.
- [24] F. Luna, C. Peña Millahual y M. Lacono, «PROGRAMACIÓN WEB Full Stack 12 - Sitios multiplataforma con Bootstrap: Desarrollo frontend y backend - Curso visual y práctico,» RedUsers, Buenos Aires, 2018.
- [25] Á. Jiménez Martín, «Comparativa entre React Native y diferentes framework de programación,» 2019.
- [26] «Ionic - Cross-Platform Mobile App Development,» [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/>. [Último acceso: noviembre 2019].
- [27] A. Duarte Muñoz, J. J. Pantigro Fernández y M. Gallego Carrillo, Metaheurísticas, Madrid: Editorial Dykinson, 2007.
- [28] P. Gil Vasquez, J. Pomares Baeza y F. Candelas Herías, Redes y transmisión de datos, Alicante: Universidad de Alicante, 2010.
- [29] W. Stallings, Data and Computer Communications, 8, ilustrada ed., Pearson, 2009.
- [30] F. Teixes, Gamificación: fundamentos y aplicaciones, Barcelona: UOC, 2014.
- [31] K. Werbach y D. Hunter, Gamificación: revolucionar tu negocio con las técnicas de los juegos, Pearson, 2014.
- [32] F. Alonso Amo, L. Martínez Normand y F. J. Segovia Pérez, Introducción a la ingeniería del software: modelos de desarrollo de programas, España: DELTA PRODUCCIONES, 20005.
- [33] F. Davis, «Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology,» 1989.
- [34] J. Salkind, de *Metodos de investigación*, México, Prentice Hall, 1999.
- [35] I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, El proceso unificado de desarrollo de software, Madrid: Pearson, 2000.

9 ANEXOS

**ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO
ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS**



La Dirección de Responsabilidad Social Universitaria de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo,

Deja constancia que:

TORRES MIMBELA, ALVARO HUMBERTO

Viene desarrollando la implementación de un software creado para la gestión de residuos sólidos en el marco del proyecto "Gestión de Residuos Sólidos (PROGRESO), bajo la responsabilidad de la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria de la USAT. Vale resaltar que este es un producto de su trabajo de investigación de fin de grado, cumpliendo los requisitos establecidos y objetivos planteados para este fin.

Se expide la presente constancia a petición del interesado, para los fines que estime convenientes.

Chiclayo, 20 de noviembre de 2020.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sofia Lavado Huarcaya', is written over a horizontal line.

Dra. Sofia Lavado Huarcaya

Directora

ANEXO N° 02. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTO ACREDITABLE

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ASIGNATURA	SEMINARIO DE TESIS I				
TÍTULO DE LA TESIS	IMPLEMENTACIÓN DE MULTIPLATAFORMA INFORMÁTICA APLICADA A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL PROGRAMA PROGRESO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA USAT				
TESISTA	TORRES MIMBELA ALVARO HUMBERTO				
ASESOR DE TESIS	ARANGURI GARCIA MARIA YSABEL				
DÍA Y HORA DE ASESORÍA	MARTES, 16:00				
DURACIÓN EN DÍAS	41				
Item	Fase de elaboración	Duración (Días)	Comienzo	Fin	% Avance
	Modelamiento del negocio				50%
1	ELABORACIÓN DE CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES FINAL	5	20/04/2020	24/04/2020	
2	MODELAMIENTO DE PROCESOS DE NEGOCIO	3	27/04/2020	29/04/2020	
2.1	MODELAMIENTO DE CASOS DE USO DEL NEGOCIO	1	30/04/2020	30/04/2020	
2.2	MODELAMIENTO DE DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE NEGOCIO	1	19/05/2020	1/05/2020	
	Requerimientos				50%
4	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	2	24/05/2020	5/05/2020	
5	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	-18	24/05/2020	5/05/2020	
	Análisis y diseño				
6	ELBORACION DE DIAGRAMAS DE CASOS DE USO	3	6/05/2020	8/05/2020	
7	DIAGRAMAS DE LA BASE DE DATOS				
7.1	DIAGRAMA BD CONCEPTUAL	1	11/05/2020	11/05/2020	
7.2	DIAGRAMA BD LÓGICO	1	12/05/2020	12/05/2020	
7.3	DIAGRAMA BD FÍSICO	1	13/05/2020	13/05/2020	
7.4	DICCIONARIO DE DATOS	2	14/05/2020	15/05/2020	
8	ELABORACION DE DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	2	18/05/2020	19/05/2020	
9	ELABORACION DE DIAGRAMA DE COLABORACION	1	20/05/2020	20/05/2020	
10	ELABORACION DE DIAGRAMA DE ESTADOS	1	21/05/2020	21/05/2020	
11	ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE SECUENCIA	1	22/05/2020	22/05/2020	
	Implementación				100%
12	ELABORACION DE DIAGRAMA DE COMPONENTES	1	25/05/2020	25/05/2020	
	Pruebas				
13	ELABORACION DE CASOS DE USO DE PRUEBAS	2	26/05/2020	27/05/2020	
	Despliegue				
14	ELABORACION DE DIAGRAMA DE DESPLIEGUE	1	28/05/2020	28/05/2020	
AVANCE AL 50%			29/05/2020	29/05/2020	
Item	Fase de construcción	Duración (Días)	Comienzo	Fin	% Avance
	Análisis y diseño				100%
15	ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE CASOS DE USO FINAL	1	1/06/2020	1/06/2020	
16	ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE ACTIVIDADES FINAL		2/06/2020	2/06/2020	
17	ELABORACION DE DIAGRAMA DE COLABORACION FINAL		3/06/2020	3/06/2020	
18	ELABORACION DE DIAGRAMA DE ESTADOS FINAL		4/06/2020	4/06/2020	
19	ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE SECUENCIA FINAL	1	5/06/2020	5/06/2020	
	Implementación				100%
20	ELABORACIÓN DE PRODUCTO SOFTWARE	14	8/06/2020	21/06/2020	
21	ELABORACION DE DIGRAMA DE COMPONENTES FINAL	4	10/06/2020	13/06/2020	
	Pruebas				
22	PRUEBAS DE CAJA NEGRA	2	21/06/2020	22/06/2020	
23	PRUEBAS BASADAS EN ESCENARIOS	2	23/06/2020	24/06/2020	
24	PRUEBAS DE CARGA	1	25/06/2020	25/06/2020	
25	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	1	26/06/2020	26/06/2020	
	Despliegue				100%
26	ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE DESPLIEGUE FINAL	1	30/06/2020	30/06/2020	
27	PRESENTACIÓN DE PRODUCTO ACREDITABLE	8	3/07/2020	10/07/2020	
	Configuración y mantenimiento				100%
28	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES		13/07/2020	17/07/2020	
AVANCE AL 100%			13/07/2020	17/07/2020	
SUSTENTACION FINAL			1/08/2020	1/08/2020	100%

ANEXO N° 03. PRESUPUESTO

TABLA XXXIII PRESUPUESTO DEL PRODUCTO ACREDITABLE

PARTE PRESUP.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)	SUBTOTAL (S/.)
2.3.27.4	Servicios de procesamiento de datos e informática					1200.00
2.3.27.4.1	Elaboración de programas informáticos	120	HORAS	10.00	1200.00	
2.3.1.5.1	Materiales y útiles de oficina					50.00
2.3.1.5.1.2	Papelería en general, útiles y materiales de Oficina	1	GLOBAL	50.00	50.00	
2.3.21.2	Viajes domésticos					100.00
2.3.21.2.1	Pasajes y gastos de transporte	1	GLOBAL	100.00	100.00	
TOTAL DE PRESUPUESTO DEL PROUCTO ACREDITABLE						1,350.00

TABLA XXXIV PRESUPUESTO TECNOLÓGICO

PARTE PRESUP.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)	SUBTOT AL (S/.)
2.6.32.31	Equipos computaciones y periféricos					3,100.00
	Laptop Core I3	1	UNIDAD	2,500.00	2,500.00	
	Teléfono Android	1	UNIDAD	600.00	600.00	
2.3.22.2	Servicios de telefonía e internet					148.00
2.3.22.2.3	Servicio de internet	1	GOBLAL	79.00	79.00	
2.3.22.2.1	Servicio de telefonía móvil	1	GOBLAL	69.00	69.00	
2.6.61.3	Activos intangibles					154.00
2.6.61.3.2	Softwares					
	• Gestor de base de datos MySQL	1	UNIDAD	00.00	00.00	
	• Visual Studio Code	1	UNIDAD	00.00	00.00	
	• Balsamiq	1	UNIDAD	29.00	29.00	
	• Firebase Cloud Messaging	1	UNIDAD	00.00	00.00	
2.6.62.3.3	Otros activos intangibles					
	Hosting	1	GLOBAL	125.00	125.00	
TOTAL DE PRESUPUESTO TECNOLÓGICO						3,402.00

TABLA XXXV RESUMEN PRESUPUESTAL

ITEM	DESCRIPCIÓN PRESUPUESTO	SUBTOTAL (S/.)
1	TOTAL PRESUPUESTO DEL PROUCTO ACREDITABLE	1,350.00
2	TOTAL PRESUPUESTO TECNOLÓGICO	3,402.00
TOTAL PRESUPUESTO		S/ 4,752.00

ANEXO N° 04. ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : Alvaro Humberto Torres Mimbela
- **Fecha inicial** : 01 de septiembre del 2020
- **Fecha final** : 18 de septiembre del 2020

2. Alcance del proyecto

Se desarrolló una aplicación multiplataforma para apoyar la gestión integral de residuos sólidos del programa Progreso de Responsabilidad Social Universitaria USAT, con la finalidad de solucionar la problemática de gestión de residuos sólidos haciendo uso de la metodología RUP.

El sistema implementado permite evaluar comparativamente diferentes algoritmos de optimización de rutas, determinar las variables para implementar el algoritmo seleccionado, determinar los elementos de gamificación y validar la funcionalidad de la aplicación en base a los elementos de gamificación.

3. Interesados (Stakeholders)

Durante el desarrollo de la presente investigación se ha identificado a los siguientes interesados:

- **Internos**

TABLA XXXVI INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Área de RSU	Permitir y autorizar el proceso de desarrollo de la investigación y proyecto Progreso.
Coordinador de programas sociales	Brindar información necesaria para ejecutar el desarrollo de la investigación
Recicladores	Manejo de residuos sólidos dentro del proyecto Progreso
Pobladores	Proveedores de residuos sólidos.

- **Externos**

TABLA XXXVII INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Asesor	Asesor de la investigación, desempeñándose como consultor y apoyo durante el desarrollo de la misma.
Docente	Orientar y ejecutar el desarrollo de la investigación.
Estudiante	Realizar y ejecutar el estudio y desarrollo de la investigación

4. Beneficios

Los beneficios que se van a obtener con el producto que se ha desarrollado son:

- Generar rutas óptimas para los recicladores para la recolección de los residuos sólidos, reduciendo el recorrido de recolección.
- Aumentar la economía de los recicladores al recolectar mayor cantidad de residuos.
- Implementar puntos y premios para animar a la población a seguir brindando sus residuos.

5. Etapas de desarrollo

Para el desarrollo del producto de la presente tesis se ha realizado considerando las etapas de la Metodología RUP, que consta de las siguientes etapas:

- **Etapa 1: Planificación del proyecto (Plan de sistemas)**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XXXVIII MATRIZ DE RIESGOS ETAPA 1

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	SER RECHAZADO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	QUE LA ORGANIZACIÓN RECHAZE EL PEDIDO DE REALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN	PLAN DE SISTEMAS	4	Alcance	3	10	MEDIO
						Tiempo	3	6	
						Costo	5	7	
						Calidad	5	20	
						Total probabilidad por impacto	43		
RE1 – 002	REALIZAR UNA PLANIFICACIÓN CON POCO CONOCIMIENTO.	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	NO CUMPLIR CON EL TIEMPO ESTIMADO	PLAN DE SISTEMAS	3	Alcance	4	8	BAJO
						Tiempo	4	10	
						Costo	4	8	
						Calidad	3	7	
						Total probabilidad por impacto	33		
RE1 – 003	ORGANIZACIÓN BUSQUE MODIFICAR EL ALCANCE DEL PROYECTO.	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	QUE LA ORGANIZACIÓN NO ESTE DE ACUERDO CON EL ALCANCE	PLAN DE SISTEMAS	4	Alcance	4	40	ALTO
						Tiempo	4	10	
						Costo	3	10	
						Calidad	4	10	
						Total probabilidad por impacto	70		

Etapa 2: Análisis preliminar de requerimientos – Modelo de negocio

– Matriz de riesgos

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XXXIX RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	No coincidir con el horario de la coordinadora de programas sociales	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	Que la coordinación de programas sociales tenga compromisos con las comunidades	MODELO DE NEGOCIO	4	Alcance	4	9	MEDIO
						Tiempo	3	12	
						Costo	3	12	
						Calidad	3	9	
						Total probabilidad por impacto		42	
RE1 – 002	No tener apoyo de recicladores, pobladores	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	No deseen colaborar para la recolección de datos	MODELO DE NEGOCIO	3	Alcance	2	10	BAJO
						Tiempo	2	8	
						Costo	3	7	
						Calidad	3	7	
						Total probabilidad por impacto		32	
RE1 – 004	No disponer de información oportuna	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	No tener información	MODELO DE NEGOCIO	3	Alcance	4	20	ALTO
						Tiempo	4	18	
						Costo	4	10	
						Calidad	4	12	
						Total probabilidad por impacto		60	

• **Etapa 3: Análisis preliminar de requerimientos – Casos de Uso**

– **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XL RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Requerimientos incompletos	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	Los requerimientos no se definieron de manera clara y concisa	CASOS DE USO	4	Alcance	4	16	ALTO
						Tiempo	5	20	
						Costo	5	20	
						Calidad	3	15	
						Total probabilidad por impacto		71	
RE1 – 002	Incorporación de nuevos requerimientos	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	Falta de levantamiento de información de los procesos	CASOS DE USO	4	Alcance	4	10	MEDIO
						Tiempo	4	10	
						Costo	4	10	
						Calidad	3	7	
						Total probabilidad por impacto		32	
RE1 – 004	Mala interpretación de los requerimientos	ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	Interpretación inadecuada de los requerimientos	CASOS DE USO	4	Tiempo	3	7	BAJO
						Costo	3	6	
						Calidad	4	5	
						Total probabilidad por impacto		30	

- **Etapa 4: Análisis**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XLI RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Casos de uso de análisis incompletos	ANALISIS	Los casos de uso no se definieron de manera clara	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	16	ALTO
						Tiempo	5	20	
						Costo	5	20	
						Calidad	3	15	
						Total probabilidad por impacto		71	
RE1 – 002	Incorporación de nuevos casos de uso	ANALISIS	Falta de levantamiento de información de los procesos	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	10	MEDIO
						Tiempo	4	10	
						Costo	4	10	
						Calidad	3	7	
						Total probabilidad por impacto		32	
RE1 – 004	Mala interpretación de los requerimientos	ANALISIS	Interpretación inadecuada de los requerimientos	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	12	BAJO
						Tiempo	3	7	
						Costo	3	6	
						Calidad	4	5	
						Total probabilidad por impacto		30	

- **Etapa 4: Diseño**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XLII RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Definición de los datos de manera incorrecta	DISEÑO	No se definieron bien los tipos de datos	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	16	ALTO
						Tiempo	5	20	
						Costo	5	20	
						Calidad	3	15	
						Total probabilidad por impacto		71	
RE1 – 002	Diseño de interfaces incompletas	DISEÑO	Desconocimiento de uso de framework	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	10	MEDIO
						Tiempo	4	10	
						Costo	4	10	
						Calidad	3	7	
						Total probabilidad por impacto		32	
RE1 – 004	Desconocimiento de la lógica del negocio	DISEÑO	Interpretación inadecuada de los requerimientos	CASOS DE USO DE ANÁLISIS	4	Alcance	4	12	BAJO
						Tiempo	3	7	
						Costo	3	6	
						Calidad	4	5	
						Total probabilidad por impacto		30	

ANEXO N° 05. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VALIDAR LA FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN EN BASE A LOS ELEMENTOS DE GAMIFICACIÓN EN LA APLICACIÓN PROPUESTA.

DIRIGIDO:

1. Para los pobladores mayores de 18 años de las comunidades aledañas a USAT.

OBJETIVO:

Validar la funcionalidad de la aplicación multiplataforma en base a los elementos de gamificación utilizando en modelo de aceptación tecnológica (TAM).

UTILIDAD PERCIBIDA:

¿Usar puntos y premios me ayudará a segregar más residuos?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Usar puntos y premios en la aplicación mejorará mi desempeño de segregador?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Usar puntos y niveles incrementará el uso de la aplicación?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Ganar puntos y niveles en la aplicación me ayudará a segregar más residuos?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Es útil asignarle puntos y niveles al momento de dar sus residuos con la aplicación?

- Acuerdo
- Desacuerdo

FACILIDAD DE USO PERCIBIDA:

¿Ganar puntos y subir de nivel es fácil para mí en la aplicación?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Mi interacción con la aplicación ganando puntos y niveles es entendible?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Sería fácil llegar a subir de nivel, ganando más puntos al dar mis residuos mediante la aplicación?

- Acuerdo
- Desacuerdo

¿Sientes que ganar puntos y subir de nivel está limitada por tu falta de experiencia?

- Acuerdo
- Desacuerdo

Manual de usuario



**IMPLEMENTACIÓN DE MULTIPLATAFORMA INFORMÁTICA APLICADA A
LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL PROGRAMA
PROGRESO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA USAT**

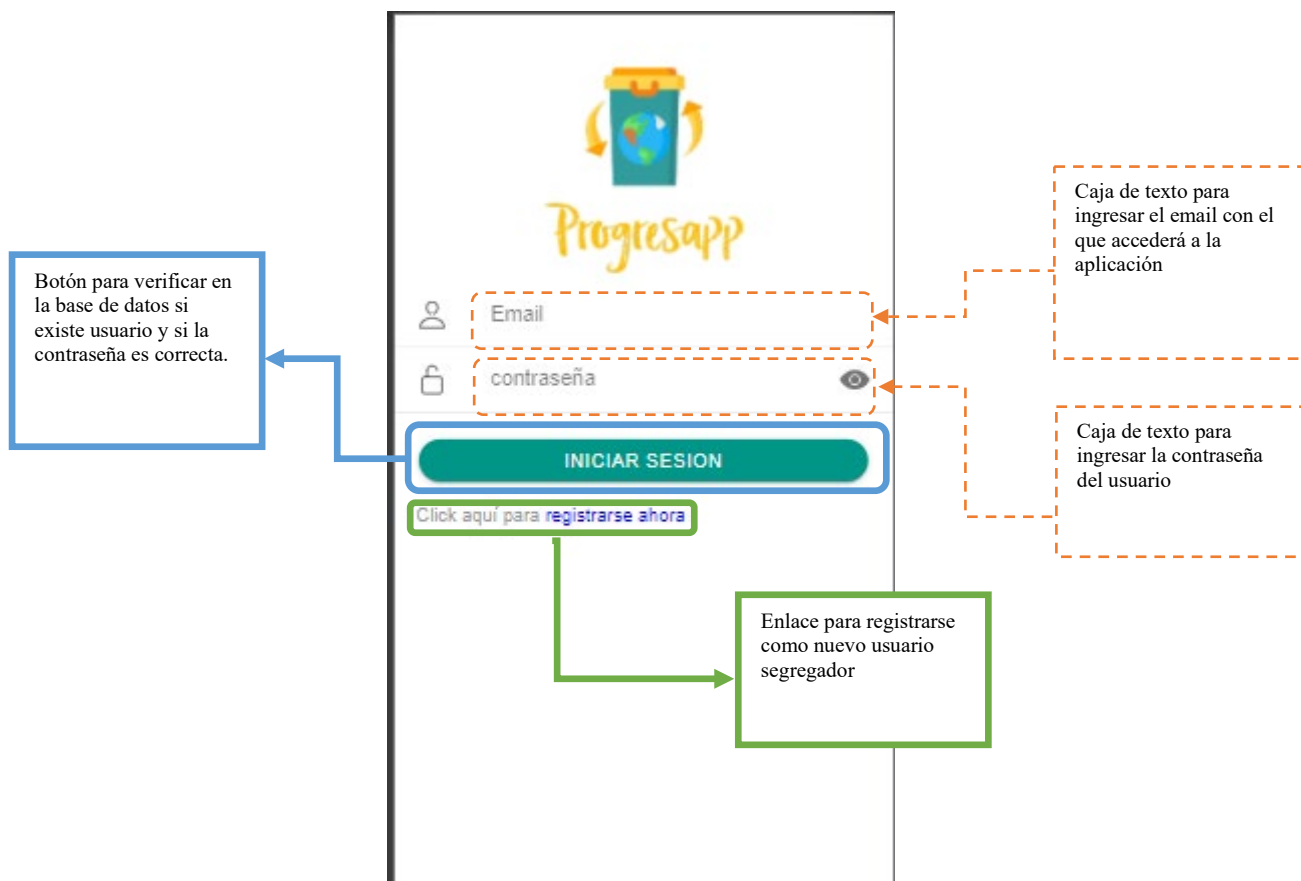
Desarrollado por **ALVARO HUMBERTO TORRES MIMBELA**

MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN

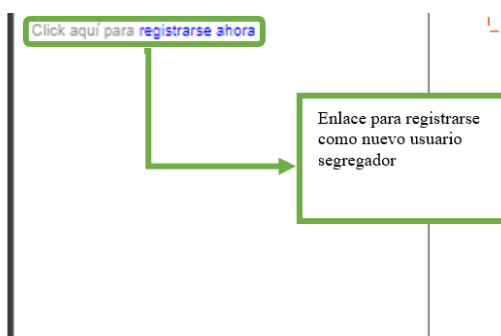
MULTIPLATAFORMA

1. Inicio de sesión

Para acceder al sistema, es necesario primero estar registrado; teniendo las credenciales de acceso se debe ingresar el email y contraseña.



En caso de no estar registrado dar click en **registrar ahora** para redireccionar a la interfaz de registro de usuario la cual se muestra a continuación:



2. Registrar usuario

Se muestra la interfaz de registro de segregadores, la persona debe ser mayor de 18 años, caso no lo sea el sistema no permitirá el registro de los datos. Además, se debe ingresar datos válidos ya que los campos están validados correspondiente a cada campo ingresado.

El diagrama muestra la interfaz de usuario para registrar un nuevo usuario. El título de la pantalla es "Registrar nuevo". Los campos de entrada y botones están detallados en las siguientes descripciones:

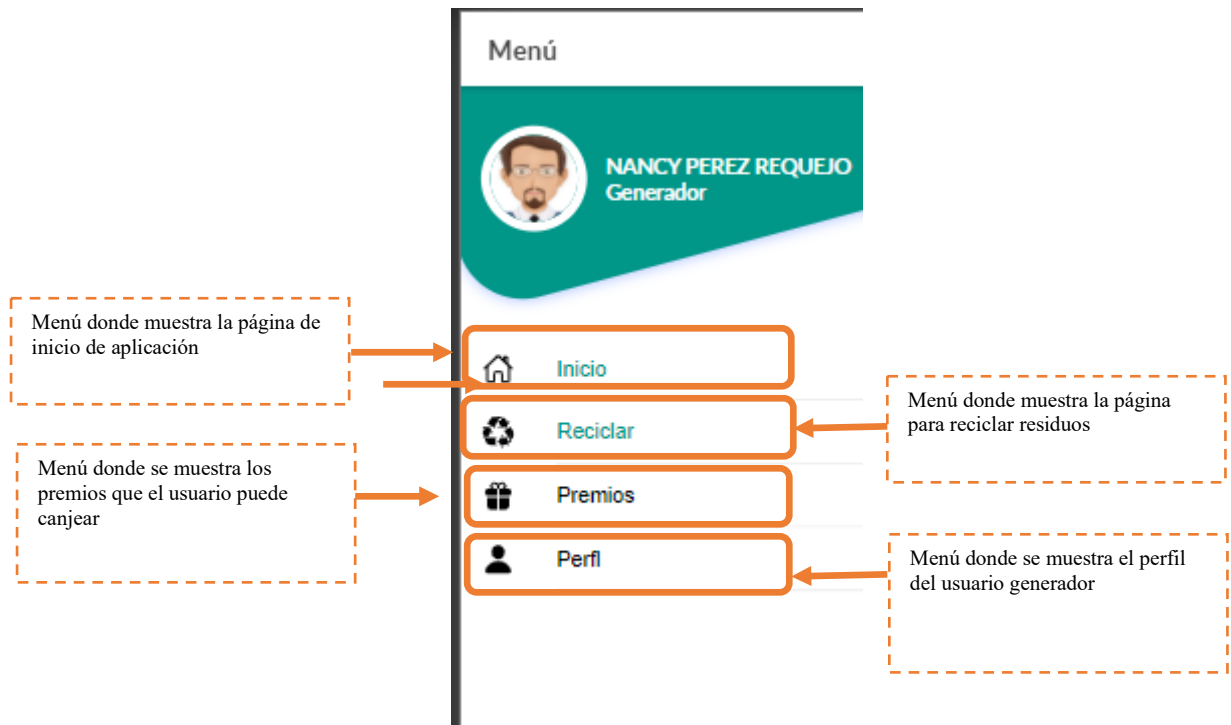
- DNI:** Caja de texto para ingresar el DNI de la persona. Botón "BUSCAR" para buscar a la persona en RENIEC, mostrando los datos en las cajas de texto siguientes.
- Nombres y Apellidos:** Cajas de texto de nombres y apellidos, están mostraran el resultado de la búsqueda por DNI.
- Comunidad:** Opción para seleccionar la comunidad a la que pertenece la persona.
- Dirección:** Opción donde se cargan las direcciones dependiendo de la comunidad que se selecciono.
- Sexo:** Opción para seleccionar la comunidad a la que pertenece la persona.
- Participar como:** Opción para seleccionar segregador o colaborador.
- Fecha de nacimiento:** Seleccionar fecha de nacimiento, persona debe tener 18 años a más.
- Correo:** Caja de texto para ingresar correo válido, el sistema valida si ya existe un correo igual registrado.
- Contraseña:** Caja de texto para ingresar contraseña, no menor a 6 caracteres.
- Confirmar contraseña:** Caja de texto para confirmar contraseña.
- GUARDAR:** Botón para realizar el registro de los datos, procederá al registro cuando los datos sean correctos.

A continuación, una vez que se permitió el ingreso como usuario autorizado encontraremos el siguiente menú:

3. Menú principal

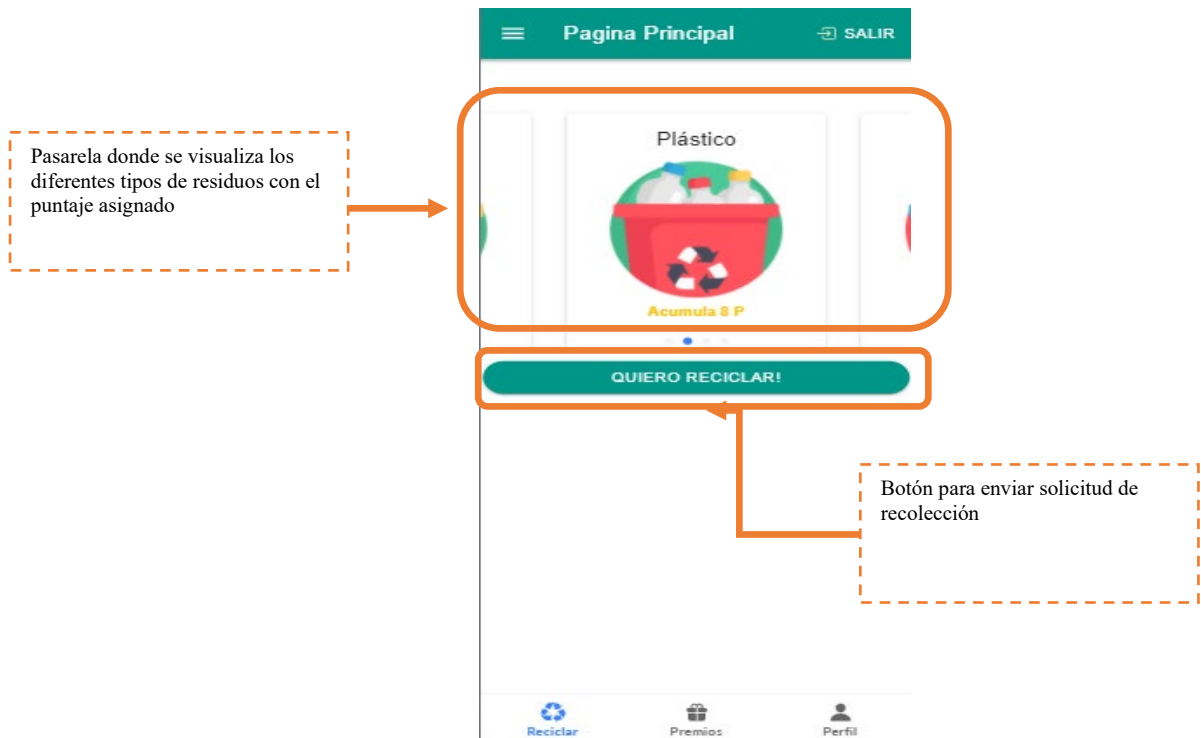
3.1 Menú principal generador

Ingresado las credenciales de acceso con usuario generador se muestra el menú siguiente:

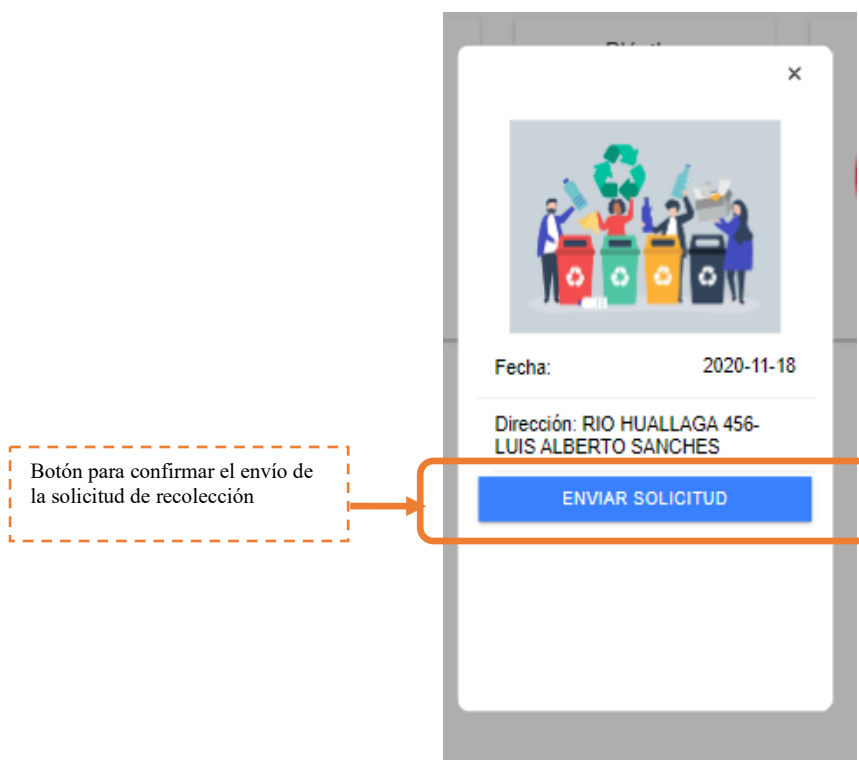


3.1.1 Enviar solicitud de recolección

Muestra la interfaz para que el usuario pueda desarrollar el proceso de reciclaje de manera sencilla



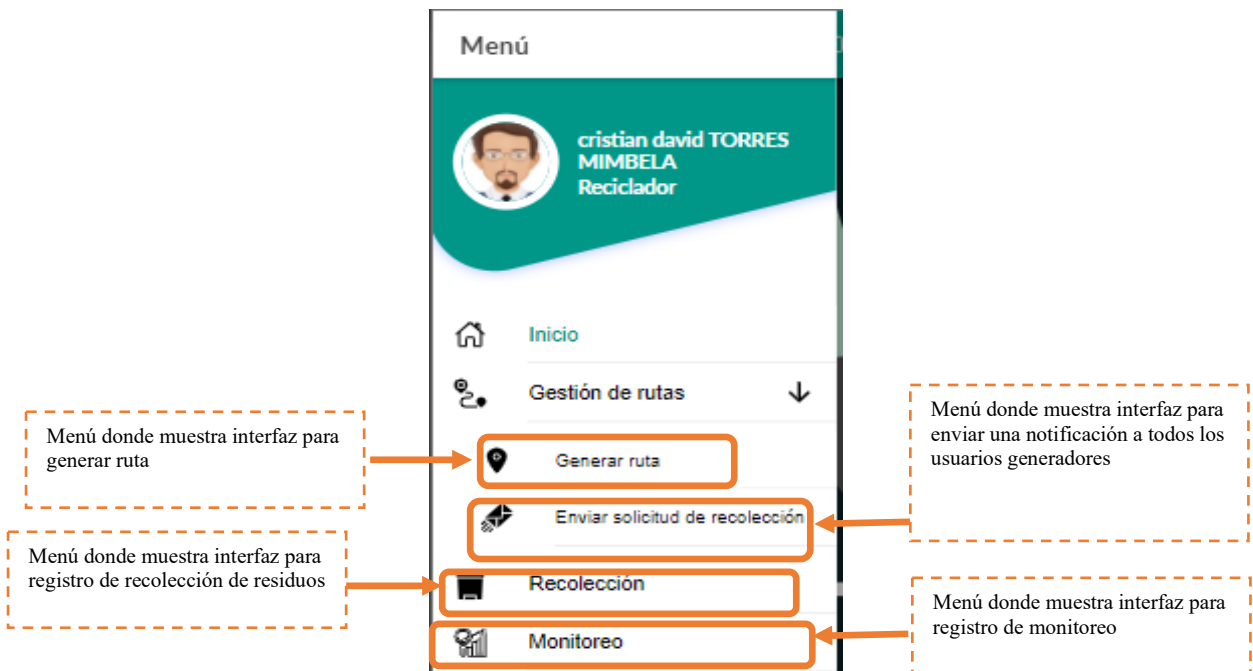
Una vez pinchado el botón **“quiero reciclar”** nos abre la siguiente pantalla, mostrando nuestra información y con un botón para confirmar el envío de solicitud de recolección.



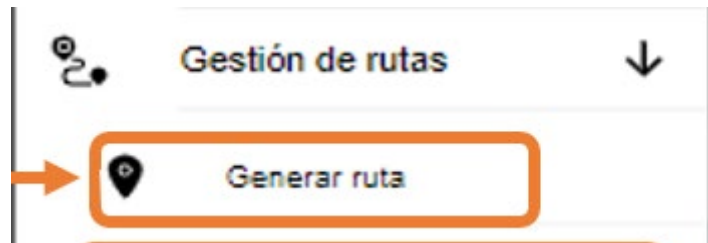
3.2 Menú principal reciclador

Las credenciales de acceso son brindadas por el administrador del proyecto **PROGRESO**.

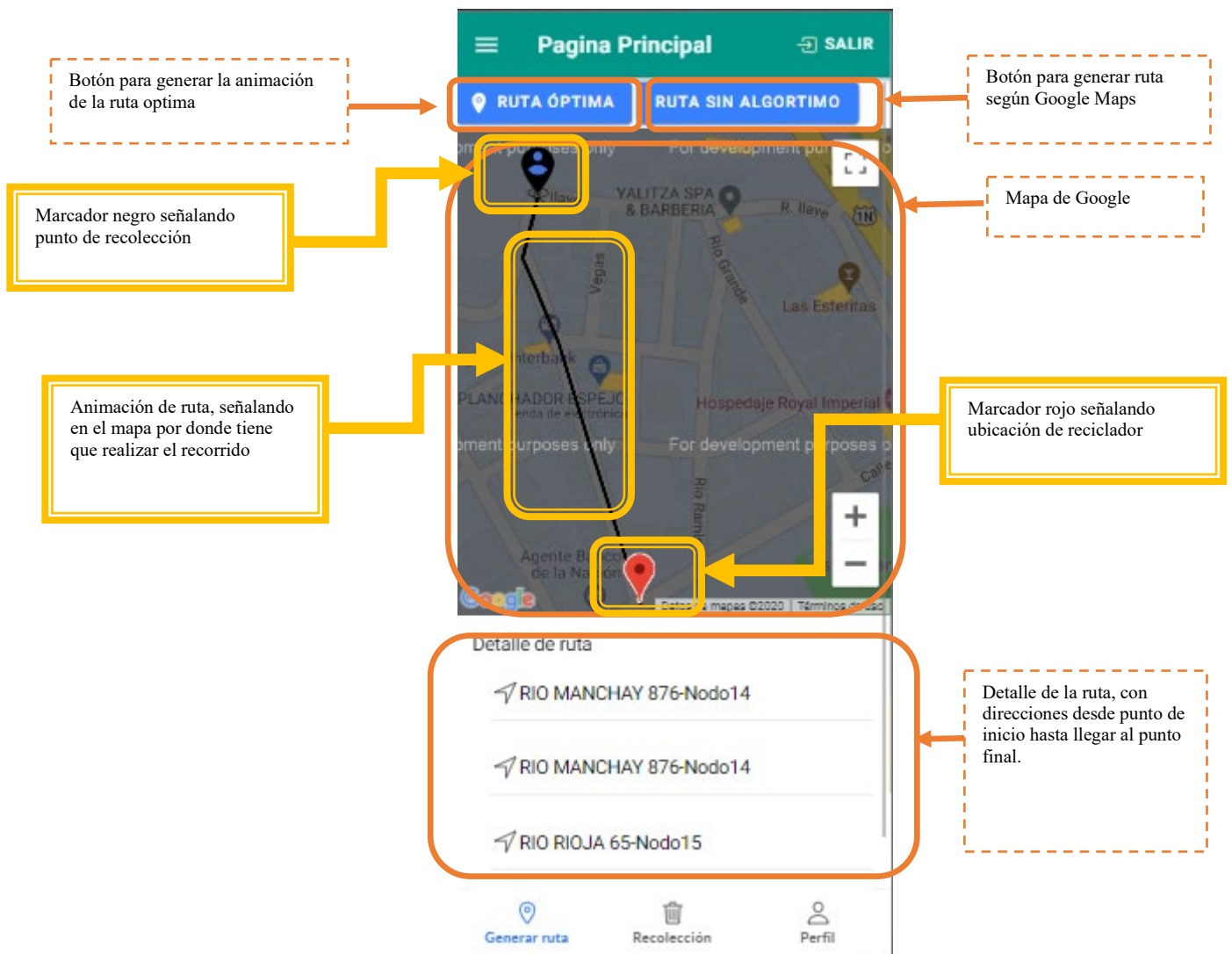
Ingresado las credenciales de acceso con usuario reciclador se muestra el menú siguiente:



3.2.1 Generar ruta



En esta interfaz se muestra la pantalla para la generación de ruta óptima para el reciclador



3.2.2 Registrar recolección

En la presente interfaz se muestra la pantalla para el registro de los residuos durante la recolección, esta únicamente puede ser utilizada por el usuario reciclador y administrador. Para agregar un tipo de residuo se debe buscar el residuo que está en la pasarela de imágenes y pulsar añadir. Esto se detalla a continuación.

