



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede  
Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE**

**TEMA:**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA SOFTWARE BASADO EN LA ARQUITECTURA SOA UTILIZANDO VISIÓN POR COMPUTADORA, TRACKEO DE VEHÍCULOS Y ANÁLISIS DE DATOS QUE CONTRIBUYA E IMPULSE LA GESTIÓN AMBIENTAL BRINDADA POR EPAGAL PARA LA REDUCCIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”.**

**AUTORES: GALLARDO IZA, RICHARD JOSÉ  
TOAQUIZA CASA, OSCAR MANUEL**

**DIRECTOR: ING. GARCES GUAYTA, LUCAS ROGERIO  
LATACUNGA, 2021**



# Resumen

Desarrollo del sistema software basado en la arquitectura SOA utilizando visión por computadora, tracking de vehículos y análisis de datos.

Que sirva como herramienta de soporte a los técnicos de EPAGAL en procesos de monitoreo y control de los servicios que esta empresa ofrece en la ciudad de Latacunga.

Con el fin de reducir el porcentaje de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga.

El sistema Software se desarrollo bajo la Metodología XP y la Arquitectura SOA.

El desarrollo del sistema software conta 2 componentes, una aplicación web y una aplicación móvil, ambos componentes se comunicaran mediante el uso de web services.

# Resumen

El sistema software consta de 4 funcionalidades principales, visualización en tiempo real de la información de todos los servicios de EPAGAL, detección inteligente de objetos mediante red neuronal, envío de notificaciones a EPAGAL sobre posibles problemas con sus servicios, análisis de datos de la información recolectada por el sistema.





# Planteamiento del Problema - Análisis Macro

A nivel mundial, la recolección de basura es y ha sido uno de los problemas más graves de las urbes, debido, en algunos casos, a la alta densidad de población, a la falta de gestión de la basura.



Esto ha provocado la proliferación de plagas, insectos, roedores y microorganismos patógenos lo que redundo en la salud humana produciendo una gran variedad de enfermedades a las personas.



# Planteamiento del Problema - Análisis Meso

En Ecuador un 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% la elimina en diversas formas, arrojando la basura a terrenos baldíos, quebradas y/o en ríos, acequias o canales, o simplemente la quema, entre otras formas.





# Planteamiento del Problema - Análisis Micro

En la ciudad de Latacunga acuerdo a cálculos matemáticos, cada persona produce 1,4 kilos de basura per cápita al día aproximadamente, un índice alto a diferencia de estándares a escala nacional que van por 0,6 hasta 0,8 kilos de basura por persona.

epagal  
*latacunga limpia!*



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# Planteamiento del problema – Diagrama Causa Efecto

Aumenta la actividad humana diaria

- Botaderos clandestinos de basura
- Focos de infección
- Proliferación de enfermedades
- Daños ambientales.

Se requiere una herramienta tecnológica que monitoree los servicios de EPAGAL a la vez que brinda información verificada a los ciudadanos

**Desarrollo de un sistema software basado en la arquitectura SOA utilizando visión por computadora, trackeo de vehículos y análisis de datos que contribuya e impulse la Gestión Ambiental brindada por EPAGAL para la reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga.**

Desarrollo de las ciudades

Cantidad de basura producida per cápita producida

Se crea EPAGAL para encargarse de la Gestión Ambiental y el Aseo de Latacunga



# Objetivo General



Desarrollar un sistema software basado en la arquitectura SOA utilizando visión por computadora, trackeo de vehículos y análisis de datos que contribuya e impulse la Gestión Ambiental brindada por EPAGAL para la reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga





# Objetivos Específicos

1

Construir el marco teórico que permita realizar un estudio sobre la situación actual del sistema Integral de Aseo de la ciudad de Latacunga

2

Desarrollar un sistema web y una aplicación móvil con el uso de técnicas de tracking de vehículos, análisis de datos y reconocimiento de imágenes permita el monitoreo en tiempo de los datos

3

Implementar el software en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental de la ciudad Latacunga EPAGAL, ubicada en la provincia de Cotopaxi

4

Validar los resultados obtenidos haciendo enfoque en el cumplimiento de los indicadores propuestos en presente trabajo de titulación, para corroborar el estado la Gestión Ambiental realizada en la ciudad de Latacunga



# Hipótesis



¿Si se desarrolla un sistema software basado en la arquitectura SOA utilizando visión por computadora, trackeo de vehículos y análisis de datos que contribuya e impulsa la Gestión Ambiental brindada por EPAGAL entonces se reduce los agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga?



# Marco Teórico - Antecedentes Históricos

## Etapa 1 (1900 – 1991) Inicios de la Gestión Ambiental

A finales del siglo XIX Francia, Holanda, Inglaterra, Canadá, Alemania y Estados Unidos, eran los países mas industrializados



La industrialización de los países, provoca la aparición de los primeros problemas en el medioambiente.



Se crean las primeras agencias para proteger el entorno ambiental, las cuales tenían como función principal emitir normas, reglamentos, leyes para el control y/o mitigación del impacto ambiental



En 1987 la Comisión de la ONU sobre el Medio Ambiente y Desarrollo publica el informe “Nuestro futuro común”



En 1970 aparecen los Sistemas de Diagnóstico Ambiental para identificar y cuantificar los impacto negativos y riesgos de una actividad sobre el medioambiente.



Finalmente, aparece el método de Sistemas de Monitoreo Ambiental que es una evaluación constante del proceso de Gestión Ambiental





# Marco Teórico – Antecedentes Históricos

## Etapa 2 (1900 – 1991) Inicios de la Gestión Ambiental

Contaminación de recursos ambientales por la rápida industrialización de los países



Se crean legislaciones par mitigar los efectos del contaminación a corto plazo y solo se tomaba relevancia cuando el daño era inadmisibile



Las empresas y organizaciones acoplan los Sistemas de Gestión Ambiental, dentro de su proceso, buscando el desarrollo sostenible

En 1992 se crea el Modelo British Standard 7750, la cual se convirtió en la primera norma sobre SGA publicada a nivel mundial



En 1994 se crea el modelo UNE 77801:94 por la institución de normalización española AENOR, basada en las normas BS 7750



Actualmente se encuentran vigentes dos modelos de SGA: las ISO 14001:2004 y el Reglamento Europeo de Eco gestión y Eco auditoría (EMAS)



# Marco Teórico – Antecedentes Históricos

## Etapa 3 (2005 – actualidad) Métodos y tecnologías de control de la contaminación

Según la OMS a nivel mundial el 80 por ciento de habitantes de las zonas urbanas están expuestos a niveles de contaminación que superan los límites máximos aprobados



Para controlar la contaminación, se ha utilizado tecnología que contribuyan a su mitigación, los cuales han demostrado una gran eficacia



En Asia en 2017 se instalaron estaciones de monitoreo ambiental cuya función es la de recopilar datos por teledetección para posteriormente evaluar los niveles de contaminación existentes en las zonas

Gracias a estas nuevas soluciones técnicas, actualmente se ha eliminado progresivamente materiales peligrosos, nocivos y escasos, sustituyéndolos por otros menos escasos y más seguros



# Marco Teórico - Antecedentes Conceptuales y Referenciales

## Tecnologías Ambientales

Son todas aquellas tecnologías que mejoran la actuación medioambiental, preservan la biodiversidad del ecosistema mediante la aplicación tanto de alta como baja tecnología, cuya utilización es menos dañina, además son impulsadas por planteamientos medioambientales, entre ellos la legislación

Bioplásticos para una economía circular



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



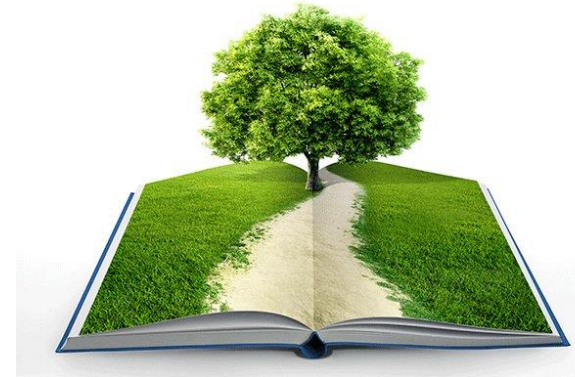
# Marco Teórico - Antecedentes Conceptuales y Referenciales

## Tecnologías limpias

**Visión artificial:** Este tipo de propuestas se orientan a la creación de mapas en las que son capaces de monitorizar en tiempo real las actividades que atenten contra la contaminación y las posibles actividades ilegales causadas por el ser humano



**Educación ambiental.** Son una especie de políticas y prácticas utilizadas en varios países, las cuales tienen la misión de educar a la población sobre funcionamiento y características del ambiente relacionados con la naturaleza



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Marco Teórico

**Sistemas de información automatizada:** Sistemas que comprende las perspectivas del usuario, cliente y desarrollador, orientados a modificar los diferentes escenarios respecto a actividades y procesos cotidianos que se puedan automatizar, de tal modo conseguir un nivel de Gestión Ambiental mucho más eficaz para la determinación de impacto ambiental

**Análisis de datos:** La información obtenida se corrige y se procesa para permitir evaluar el estado actual o la realidad ambiental de la ciudad monitoreada.



# Desarrollo del Sistema - Selección de la Metodología

## Tendencia de adopción de Metodología de desarrollo de Software en la industria Ecuatoria



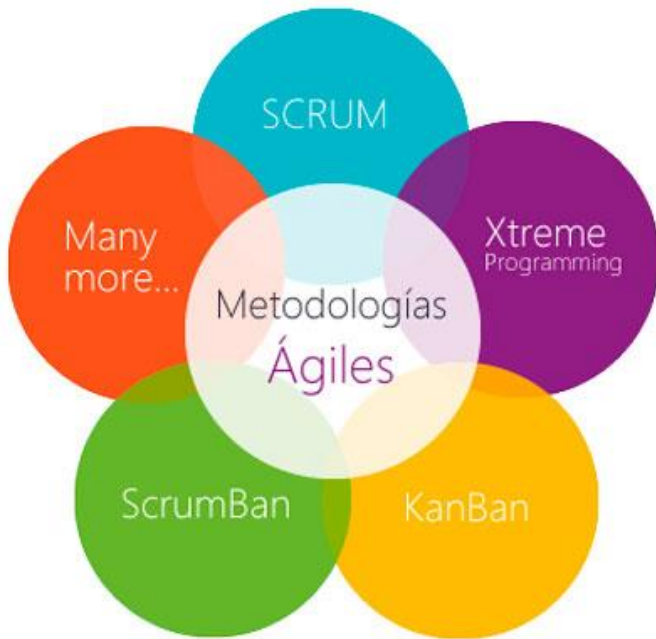
Metodología ágil	
Scrum	68.75%
Kanban	25.00%
Programación eXtrema	18.75%
Desarrollo de software adaptable	6.25%
Cristal	6.25%
Método de desarrollo de sistemas dinámicos	6.25%
Desarrollo orientado a las características	6.25%





# Desarrollo del Sistema - Selección de la Metodología

## Estudio comparativo de metodologías: Scrum, Kanban, Xp



- El tamaño del grupo de desarrollo es más ajustable en Kanban y XP que en Scrum.
- El tamaño del WIP (Work In Progress) de Scrum es de uno o dos meses por sprint, pero la estimación del WIP de Kanban y XP es relativamente baja.
- Kanban permite organizar los prerequisites día a día y XP permite organizar las necesidades continuamente, mientras que los prerequisites deben ser organizados en base a la longitud en la carrera mientras se adopta Scrum.
- En Kanban la extensión de los componentes es poco en comparación con la de Scrum y XP.
- Kanban es más costoso que los puntos focales de Scrum especialmente para las actividades, pero XP se basa más en la simplicidad de la revisión de los gastos. Kanban y XP se centran principalmente en la mejora de la calidad del software. Tanto Scrum como Kanban no tienen prácticas especializadas en términos de su comparabilidad, aunque XP tiene prácticas especializadas



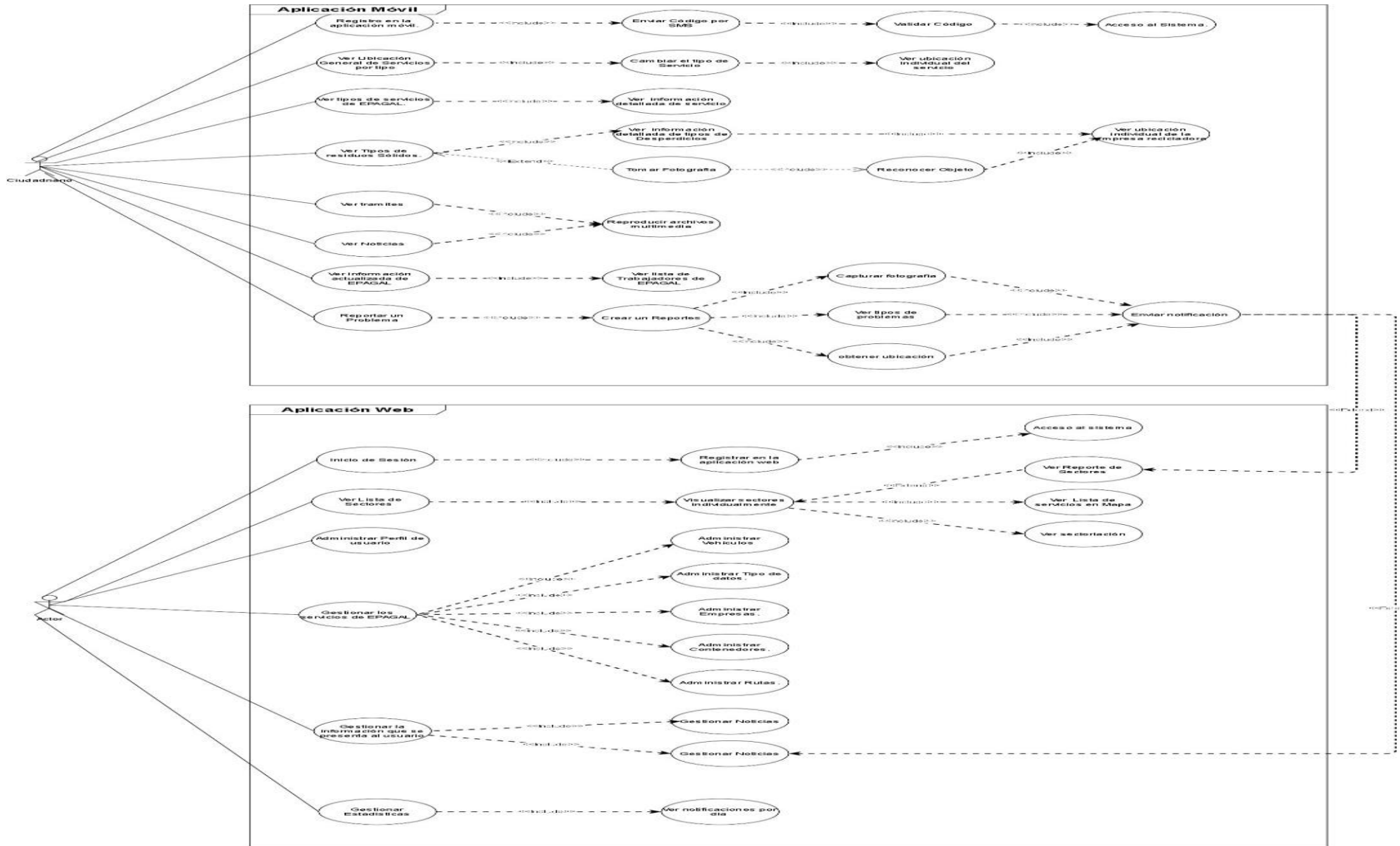
# Desarrollo del Sistema - Selección de la Metodología

## Comparativa de Metodologías Ágiles, en base a las condiciones del proyecto

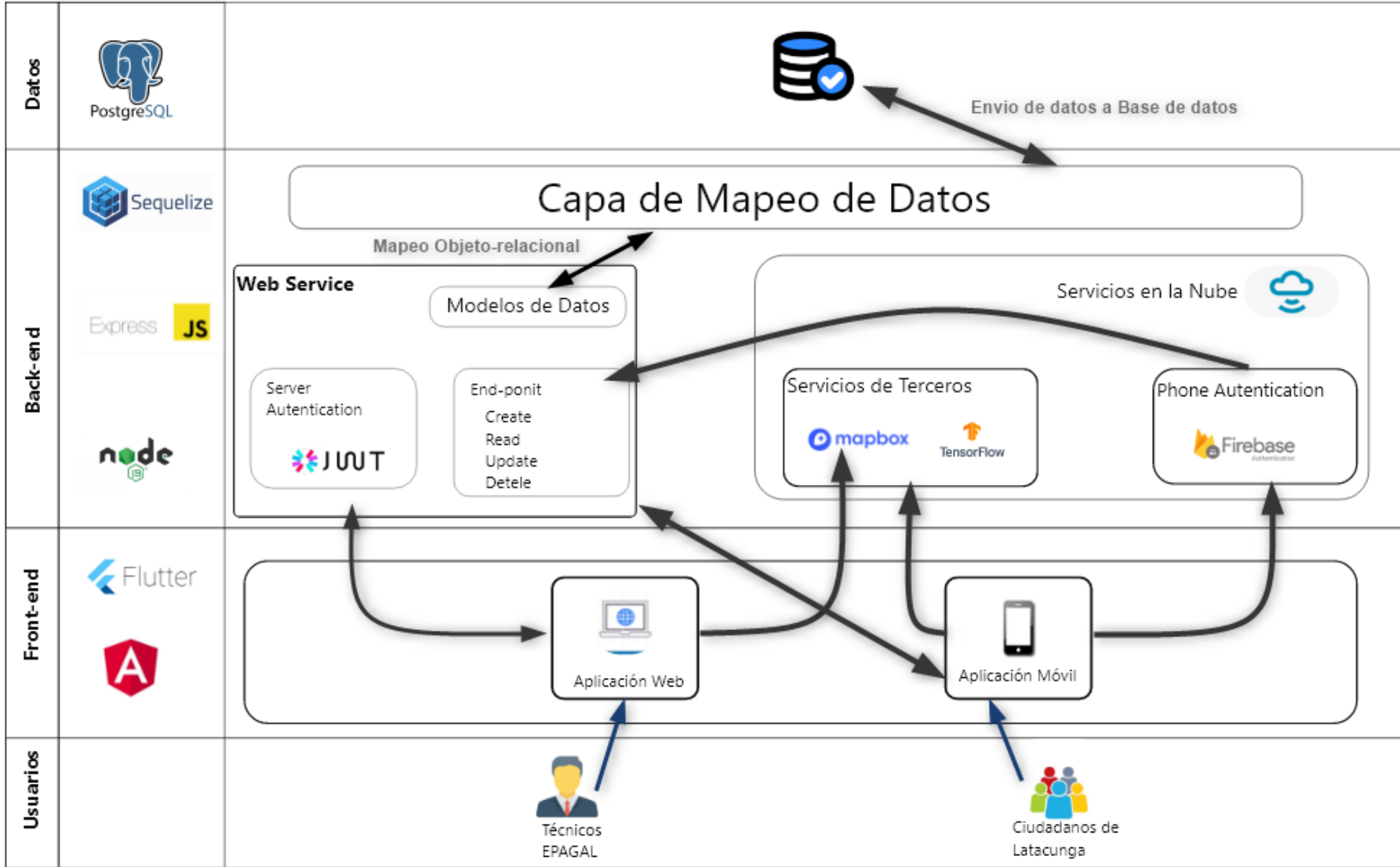
Criterio	Descripción	Metodología Ajustable
Puestos de trabajo y funciones	Cliente: EPAGAL Programador: Gallardo R, Toaquiza O. Supervisor: Garces. L, Salgado J.	Scrum, XP
Tiempo de aceptación	18 semanas	Scrum, Kanban
Equipo	2 personas	XP
Tamaño del WIP	Avances semanales	XP
Plan de necesidades	Historias de usuario	Scrum, Xp, Kanban
Características tamaño	División mínima de cada componente	Scrum, Kanban
Tiempo principal	Recortes variantes en el proceso	XP
Preparación técnica	Apoyo logístico y técnico por parte de EPAGAL	XP
Presupuesto	Costeado por los desarrolladores	XP
Calidad del software	La calidad se mide con las pruebas de funcionalidad	XP



# Desarrollo del Sistema - Diagramas de Casos de Uso



# Desarrollo del Sistema - Modelo del Sistema.





# Desarrollo del Sistema - Diseño

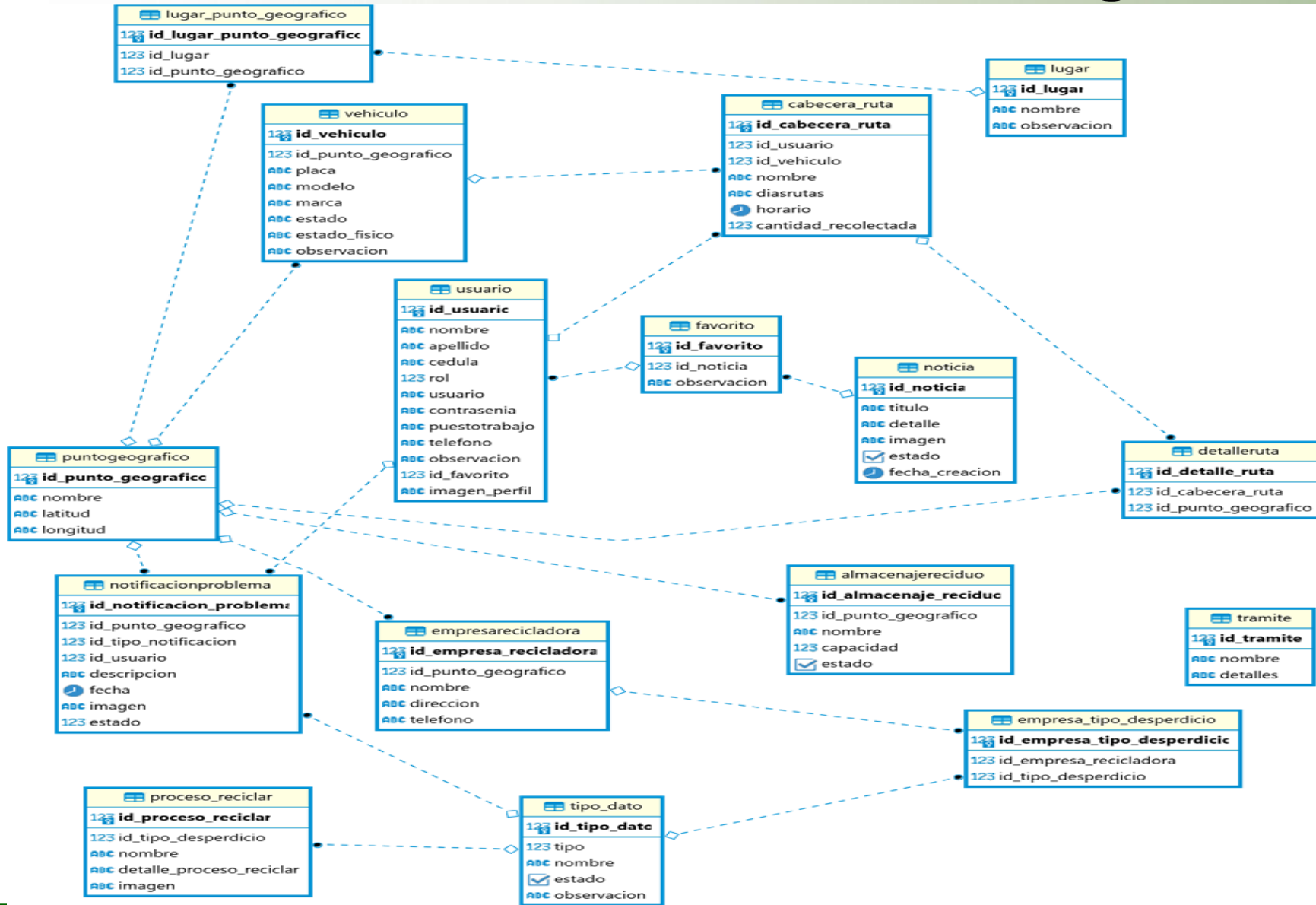
## Tarjetas CRC

Las tarjetas CRC (Clase- Responsabilidad- Colaboradores), son documentos que detallan el nombre, la responsabilidad y los colaboradores de todas las clases involucradas en el sistema software, estas tarjetas permitirá tener una visión general del sistema software,

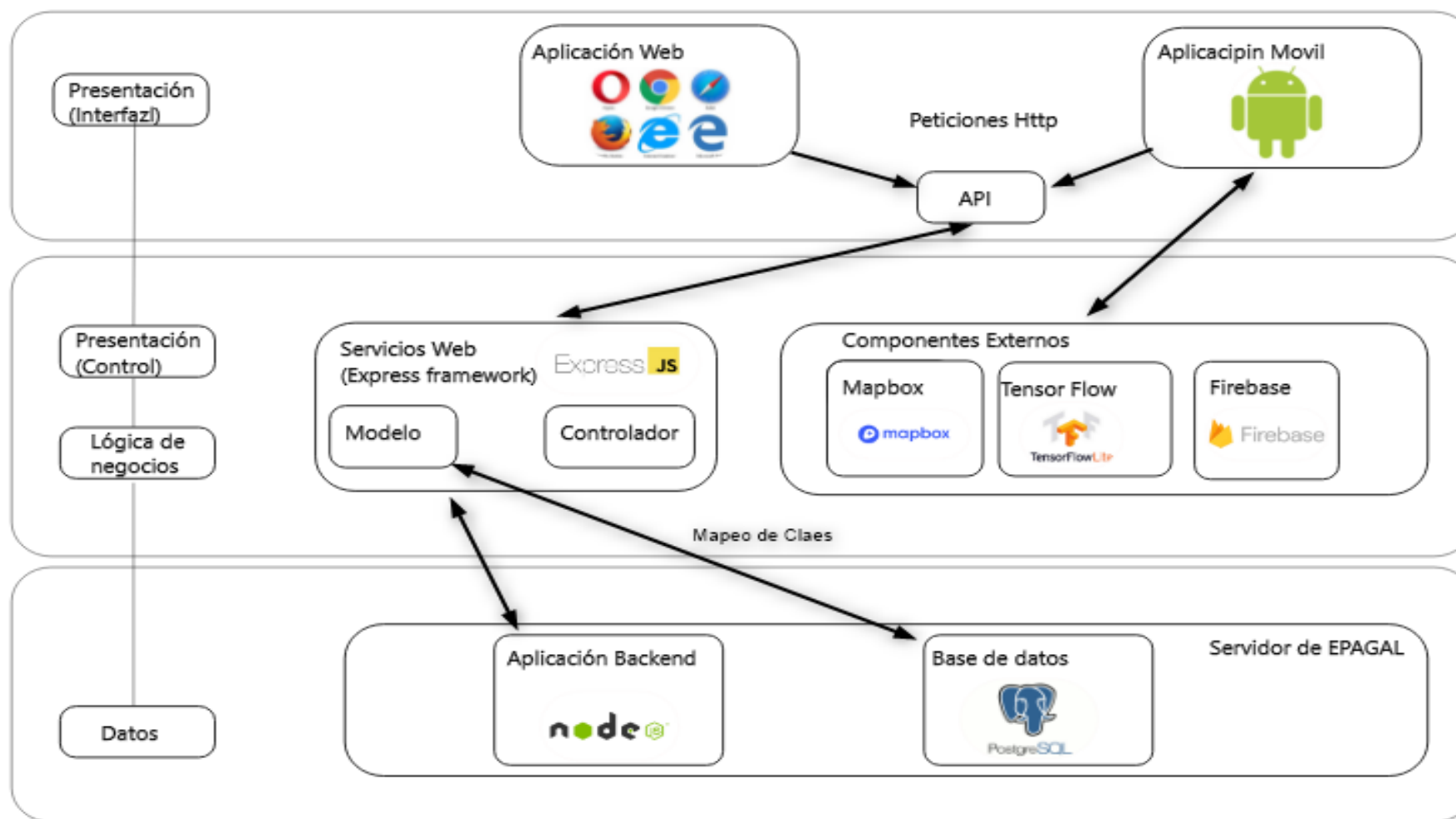
Nombre de la clase.	
Responsabilidades	Colaboradores



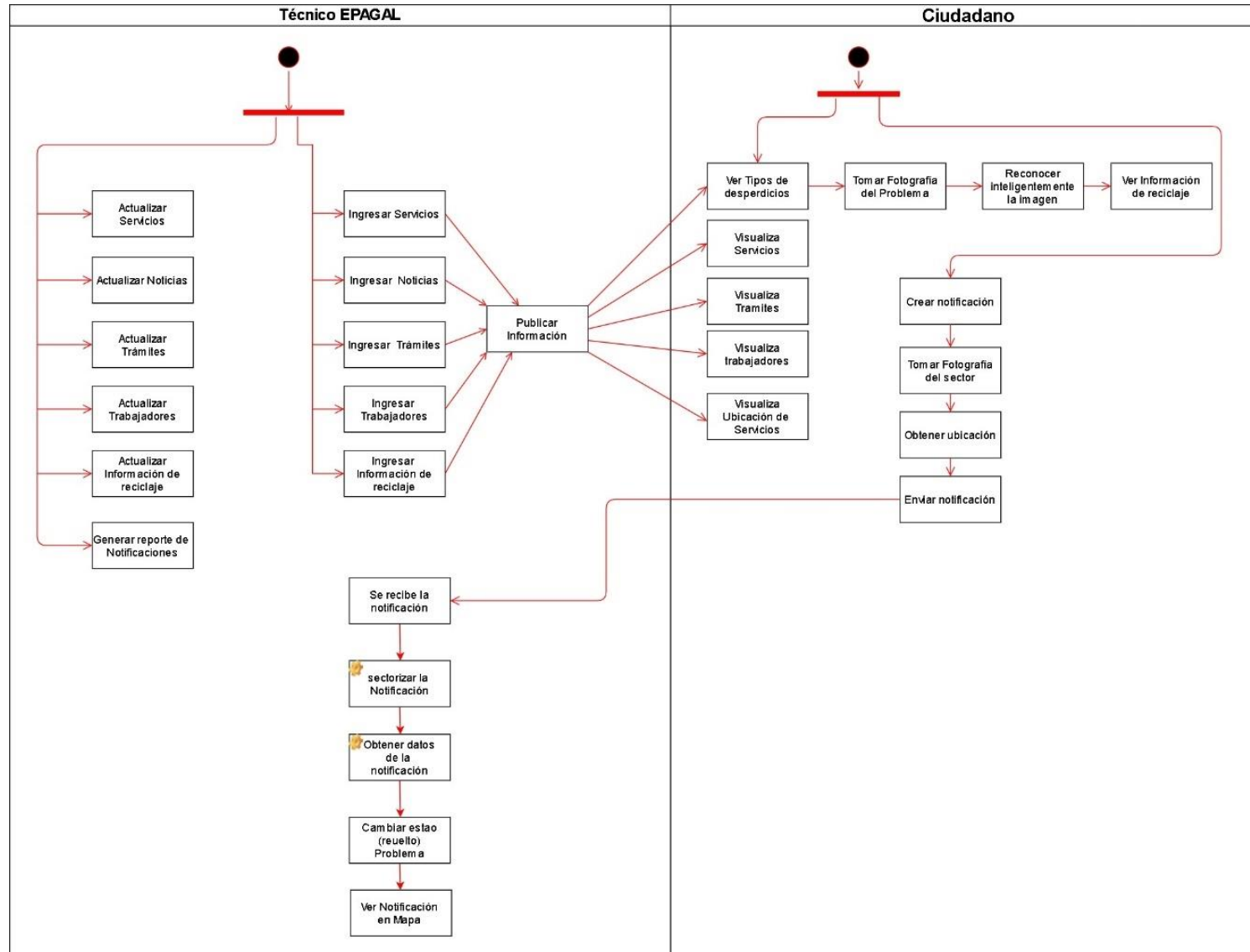
# Desarrollo del Sistema - Diseño - Diagrama de Clases



# Desarrollo del Sistema - Diseño - Arquitectura del sistema

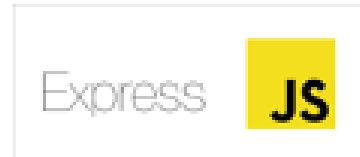


# Desarrollo del Sistema –Diseño - Diagrama de Actividades





# Desarrollo del Sistema - Tecnologías para el desarrollo



# Desarrollo del Sistema - Herramientas para el desarrollo

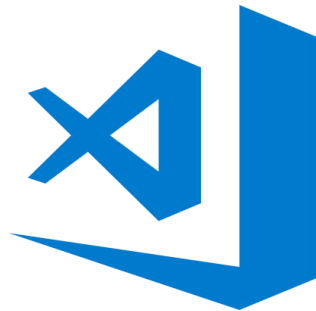


GitLab

Repositorio del proyecto



Diseño de Mapas



Editor de Código



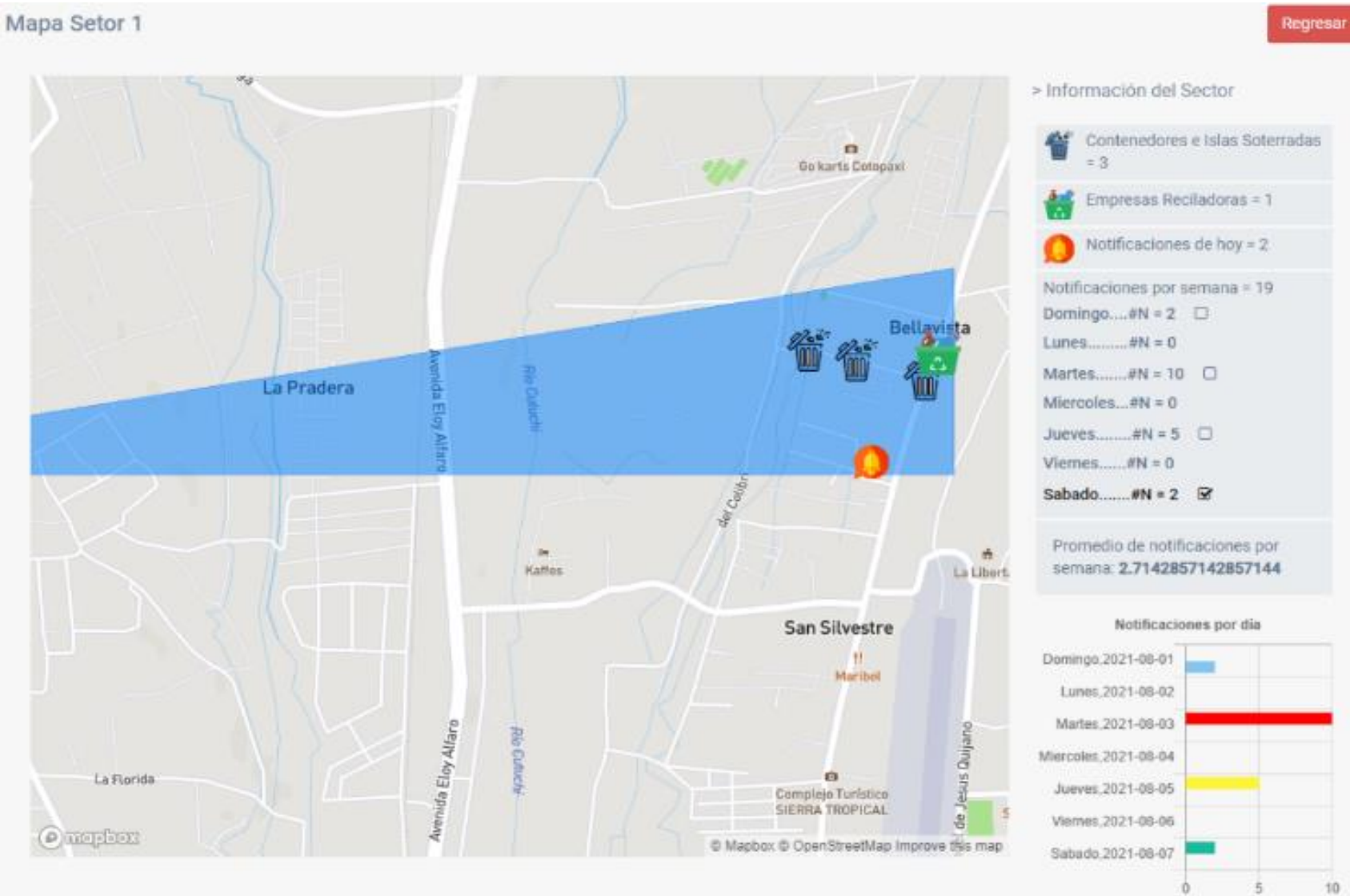
POSTMAN

Pruebas de Web Service



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Desarrollo del Sistema – Aplicación Web



## Funcionalidades

- Administración de Información
- Administración de servicios
- Reportes de notificaciones
- Visualizar reportes y servicios de Latacunga por sectores
- Visualizar notificaciones por día
- Semaforización de sectores

## Herramientas

- Angular Framework
- Express JS
- Node JS
- Sequelize
- Tinny
- Mapbox



# Desarrollo del Sistema – Aplicación Web – Análisis de datos.

Dentro de la aplicación web se realiza un análisis del número de notificaciones obtenidas por la semana, días, y sector, donde se muestra en un gráfico estadístico del número de notificaciones no resueltas y resueltas por día se la semana, y de acuerdo a una escala de colores, detalladas de la siguiente manera:

- **Color rojo 10 o más notificaciones no resueltas.**
- **Color amarillo de 9 a 5 notificaciones no resueltas.**
- **Color verde menos de 5 notificaciones no resueltas.**
- **Color azul, numero de notificaciones resueltas.**

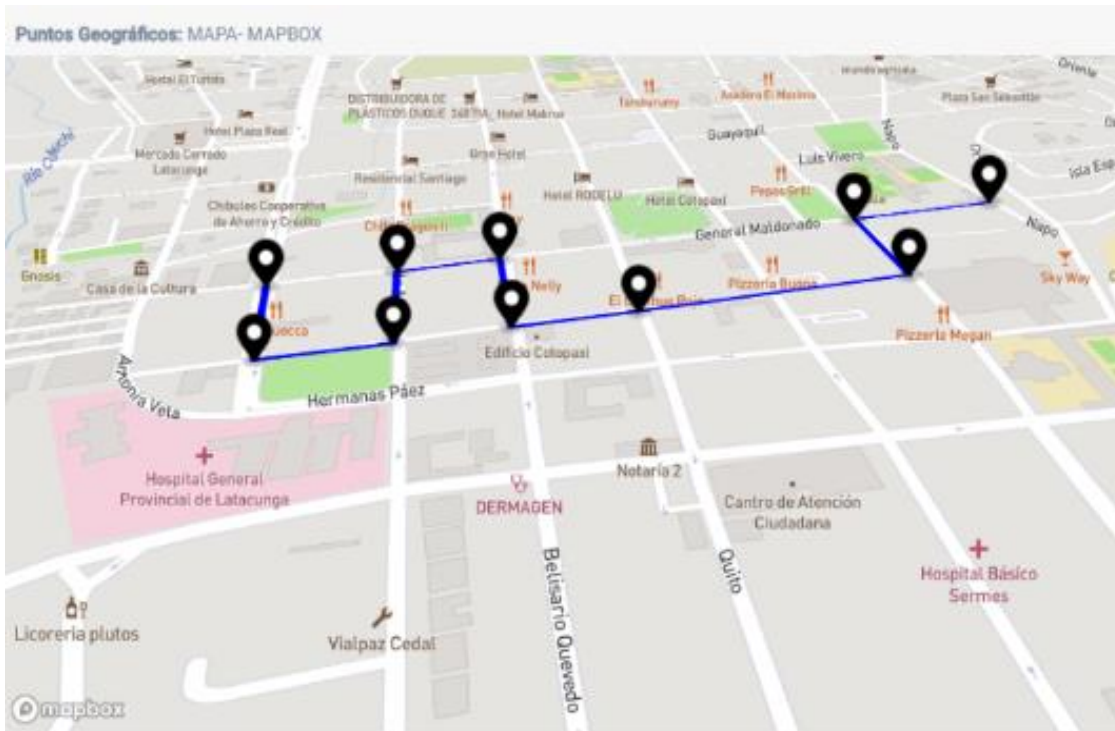
Promedio de notificaciones por semana: **2.7142857142857144**

Notificaciones por día





# Desarrollo del Sistema – Aplicación Web – Componentes Externos



Datos de la noticia

**Título:**  
EPAGAL LATACUNGA

**Detalle:**

↶ ↷ Paragraph **B** *I* ☰ ☰ ☰ ☰ ...

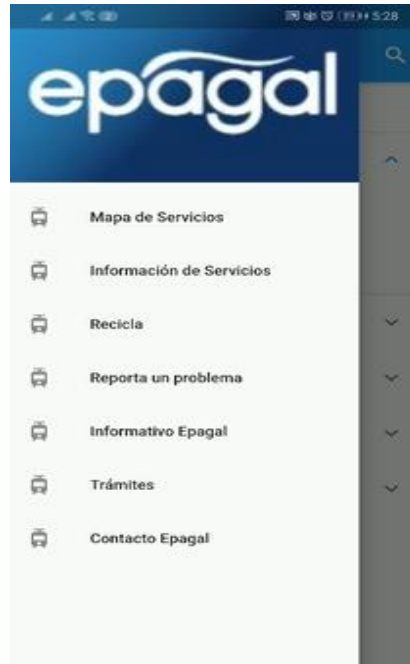
👉 ¡Cuidemos nuestra ciudad y la salud de todos!  
👍 A diario varios ciudadanos dejan tereques en las veredas o junto a los contenedores, dificultando así el paso peatonal y destruyendo la imagen del espacio público.  
👍 ¡Realiza una adecuada disposición final!  
📱 Escríbenos por nuestras redes sociales y te ayudaremos.

DIV » SPAN 47 WORDS POWERED BY TINY

Editar Cancelar



# Desarrollo del Sistema – Aplicación Web



## Funcionalidades

- Visualizar Información de Servicios
- Visualizar Información de EPAGAL
- Enviar notificaciones
- Reconocimiento Inteligente de basura
- Seguimiento de Vehículos
- Visualización información del proceso de reciclaje

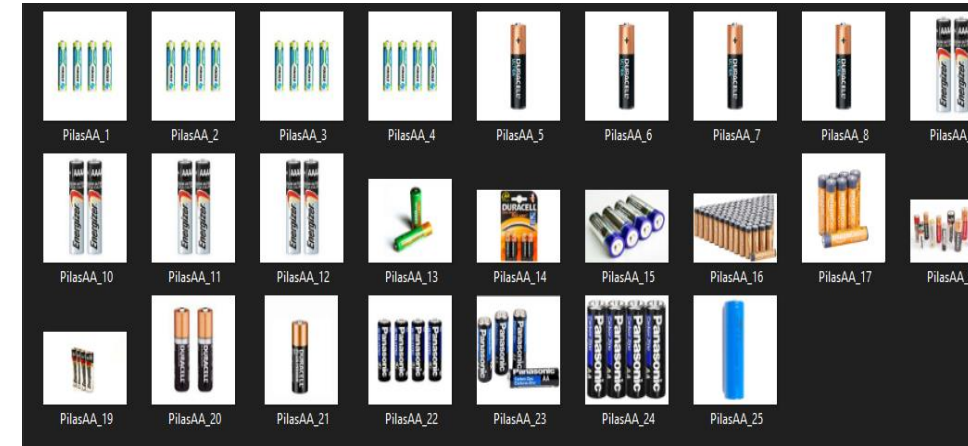
## Herramientas

- Flutter
- Dart Lenguaje
- Google Colab
- Jupíter Netbook

# Desarrollo del Sistema – Aplicación móvil – Red Neuronal

Crear Data Set de Imágenes

- Recolectar y etiquetar las imágenes de los tipos de basura que se pretende reconocer



Preparar el entorno

- Establecer el entorno de Ejecución para implementar la red neuronal pre entrenada



# Desarrollo del Sistema – Aplicación móvil – Red Neuronal

## Implementar red Neuronal

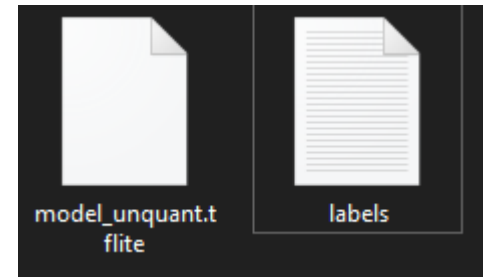
- Se implemento la red Neuronal de “tflite-model-maker”
- Entrenar la Red Neuronal
- Exportar la Red Neuronal

## Integración del modelo

- Implementar en el proyecto la librería de “tflite: ^1.0.0”
- Agregar en los archivos del proyecto, el modelo entrenado y las etiquetas para cada clase



**TensorFlow Lite**  
TFLite - Image Classification

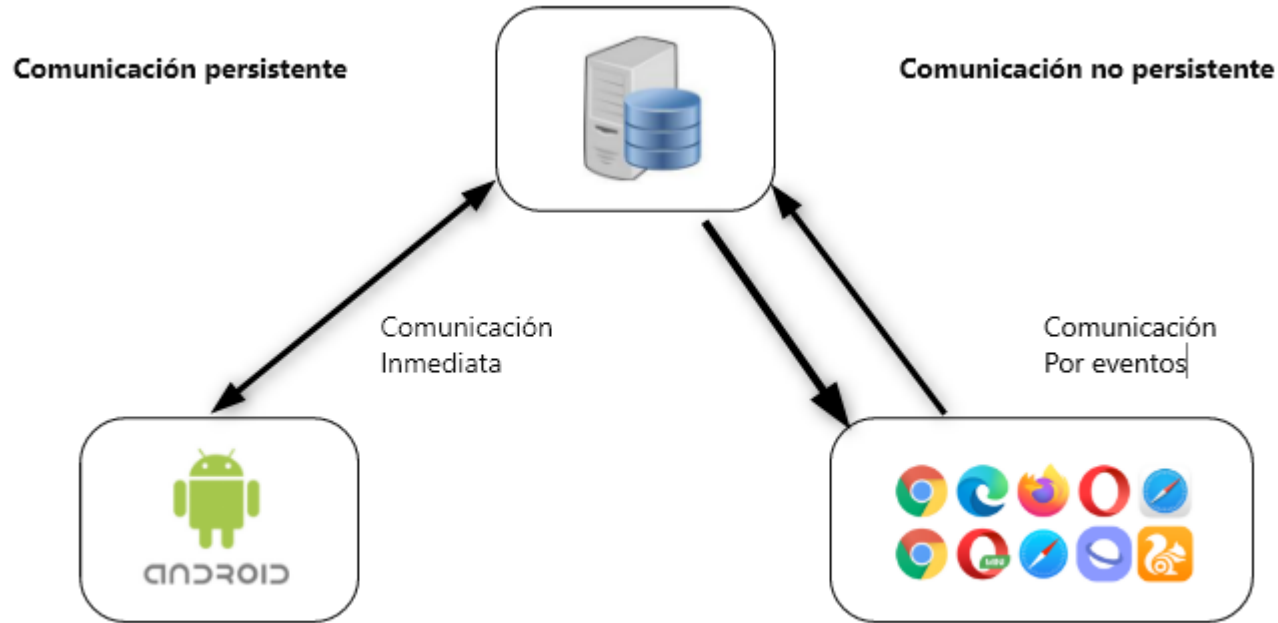


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Desarrollo del Sistema – Aplicación móvil – Tracking de vehículos

El seguimiento de la ubicación geográfica de los vehículos (Tracking) se los realizara mediante el uso de web socket que es una tecnología de software que permite la construcción de aplicaciones con conexión persistente entre cliente y servidor.



# Desarrollo del Sistema – Aplicación móvil – Componentes Externos



# Pruebas - Pruebas de Funcionalidad

**Pruebas de funcionalidad.** Este proceso consiste en definir el conjunto de pruebas que deberán ser ejecutadas por los usuarios del sistema para validar si el sistema cumple con los requisitos de funcionamiento esperado y proceder así a la aceptación del sistema.

Lista de chequeo 13

Referencia: HUCWEB-013

**Descripción:** Crear y editar empresas recicladoras, Se debe mostrar una interfaz con un formulario con los siguientes campos: nombre, teléfono, dirección, tipo de desperdicio, detalle y la referencia geográfica latitud y longitud en un mapa, donde debe existir un marcador para posicionar la dirección exacta, los campos requeridos son nombre teléfono y dirección.

**Criterios de aceptación**

La misma interfaz se debe reutilizar para las acciones de guardar o editar.

El botón guardar está bloqueado hasta rellenar los campos obligatorios.

SI	NO	Observación
X		
X		



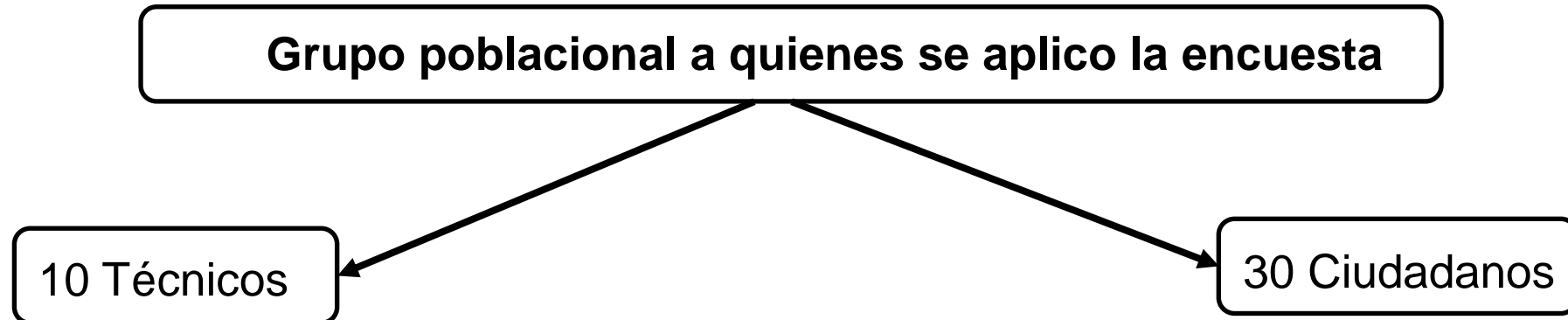
# Pruebas - Conclusión

De acuerdo a las listas de chequeo presentadas se puede concluir que las 27 historias de usuario para la aplicación web y las 15 de las historias de usuario para la aplicación móvil han sido realizadas y cumplen con los criterios de aceptación, por ende, se puede concluir que las fases de planificación, diseño, desarrollo, implementación y pruebas se efectuaron de acuerdo a la metodología.



# Validación y Análisis - Selección de Muestra

Se aplicó una encuesta de medición de acuerdo a los indicadores planteados en nuestro proyecto de titulación. Todo esto esta fueron realizadas en un ambiente controlado.



Técnicos  
EPAGAL



Ciudadanos de  
Latacunga



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Validación y Análisis – Encuesta SUS - Técnicos de EPAGAL

N.º	PREGUNTA	VALORACION					Frecuencia
		1	2	3	4	5	
1	¿Creo que usaría este sistema web frecuentemente?	0	0	0	2	8	5
2	¿Encuentro este sistema web innecesariamente complejo?	10	0	0	0	0	1
3	¿Creo que el sistema web fue fácil de usar?	0	0	0	0	10	5
4	¿Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema web?	0	0	6	4	0	3
5	¿Las funciones de este sistema web están bien integradas?	0	0	0	4	6	5
6	¿Creo que el sistema web es muy inconsistente?	10	0	0	0	0	1
7	¿Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema web en forma muy rápida?	0	0	0	1	9	5
8	¿Encuentro que el sistema web es muy difícil de usar?	8	2	0	0	0	1
9	¿Me siento confiado al usar este sistema web?	0	0	1	1	8	5
10	¿Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este sistema web?	0	9	1	0	0	2
<b>Suma</b>		<b>28</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>41</b>	



# Validación y Análisis – Encuesta SUS – Ciudadanos de Latacunga

N.º	PREGUNTA	VALORACION					Frecuencia
		1	2	3	4	5	
1	¿Creo que usaría esta aplicación móvil frecuentemente?	0	0	1	7	22	5
2	¿Encuentro esta aplicación móvil innecesariamente complejo?	20	5	5	0	0	1
3	¿Creo que la aplicación móvil fue fácil de usar?	0	0	3	4	23	5
4	¿Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación móvil?	12	13	4	1	0	2
5	¿Las funciones de esta aplicación móvil están bien integradas?	0	0	4	4	22	5
6	¿Creo que la aplicación móvil es muy inconsistente?	20	7	2	0	0	1
7	¿Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta aplicación móvil en forma muy rápida?	0	0	4	7	19	5
8	¿Encuentro que la aplicación móvil muy difícil de usar?	21	5	3	1	0	1
9	¿Me siento confiado al usar esta aplicación móvil?	0	0	7	4	19	5
10	¿Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta aplicación móvil?	11	13	4	2	0	2
<b>Suma</b>		<b>84</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>105</b>	



# Validación y Análisis – Encuesta SUS – Conclusión

## Calculo del Puntaje SUS para los Técnicos de EPAGAL

Preguntas impares

$$X = (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) = 20$$

Preguntas pares

$$Y = (5 - 1) + (5 - 3) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 2) = 16$$

Puntuación SUS

$$SUS = (X + Y) \times 2.5$$

$$SUS = (20 + 16) \times 2.5 = 90$$

**Conclusión:** El resultado final de SUS es de 90 puntos, lo cual quiere decir que el sistema es aceptable para la mayoría de técnicos, haciendo énfasis en que el sistema es fácil de usar y que no es nada complejo, por lo cual cumple con las necesidades y expectativas del grupo de técnicos de EPAGAL.



# Validación y Análisis – Encuesta SUS – Conclusión

## Calculo del Puntaje SUS para los ciudadanos de Latacunga

Preguntas impares

$$X = (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 1) = 20$$

Preguntas pares

$$Y = (5 - 1) + (5 - 2) + (5 - 1) + (5 - 1) + (5 - 2) = 18$$

Puntuación SUS

$$SUS = (X + Y) \times 2.5$$

$$SUS = (20 + 15) \times 2.5 = 95$$

**Conclusión:** El resultado final de SUS es de 95 puntos, lo cual quiere decir que el sistema es aceptable para la mayoría de personas encuestadas, haciendo énfasis en que el sistema es fácil de usar y que no es nada complejo, por lo cual cumple con las necesidades y expectativas del grupo de ciudadanos muestra de la ciudad Latacunga.



# Validación y Análisis: Hipótesis

Para la validación de las hipótesis se aplicó el la prueba de Chi cuadrado, que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas

Hipótesis nula ( $H_0$ ): El sistema software desarrollado y la reducción de agentes contaminantes son variables independientes.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): El sistema software desarrollado y la reducción de agentes contaminantes son variables dependientes.





# Validación y Análisis - Cálculo de el valor de Chi cuadrado

Tabla con el cálculo del valor de Chi cuadrado

	V. Independiente	Desarrollo del sistema Software					
V. Dependiente	Valoración	1	2	3	4	5	Total
Reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga	1	2,069	2,037	3,737	4,844	7,375	20,06100798
	2	1,732	1,705	3,128	4,054	6,173	16,79213837
	3	0,826	0,814	1,493	1,935	2,946	8,014429679
	4	0,209	0,206	0,377	0,489	0,745	2,02663739
	5	2,758	2,716	4,982	6,459	9,834	26,75013355
	Total	7,594	7,478	13,72	17,78	27,07	<b>73,64434698</b>



# Validación y Análisis - Valor Critico

El valor critico de chi cuadrado se obtiene de acuerdo a los grados de libertad, tomando en cuenta el número de filas y columnas del resultado de variables, y un nivel de significancia en este caso el 5%.

DF	P										
	0.995	0.975	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	.0004	.00016	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	9.55	10.828
2	0.01	0.0506	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	12.429	13.816
3	0.0717	0.216	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	14.796	16.266
4	0.207	0.484	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	16.924	18.467
5	0.412	0.831	7.289	9.236	11.07	12.833	13.388	15.086	16.75	18.907	20.515
6	0.676	1.237	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	20.791	22.458
7	0.989	1.69	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	22.601	24.322
8	1.344	2.18	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	24.352	26.124
9	1.735	2.7	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	26.056	27.877
10	2.156	3.247	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	27.722	29.588
11	2.603	3.816	14.631	17.275	19.675	21.92	22.618	24.725	26.757	29.354	31.264
12	3.074	4.404	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.3	30.957	32.909
13	3.565	5.009	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	32.535	34.528
14	4.075	5.629	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	34.091	36.123
15	4.601	6.262	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	35.628	37.697
16	5.142	6.908	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32	34.267	37.146	39.252
17	5.697	7.564	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	38.648	40.79
18	6.265	8.231	22.76	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	40.136	42.312
19	6.844	8.907	23.9	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	41.61	43.82
20	7.434	9.591	25.038	28.412	31.41	34.17	35.02	37.566	39.997	43.072	45.315



# Pruebas - Regla de Decisión

- **Regla de decisión:**

Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), si  $X^2 < x_{critico}^2$

Se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), si  $X^2 > x_{critico}^2$

- **En el presenta caso se tiene:**

$$X^2 = 73,644 \wedge x_{critico}^2 = 26,296 \Rightarrow X^2 > x_{critico}^2$$

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que menciona que el sistema software desarrollado y la reducción de agentes contaminantes son variables dependientes.

# Pruebas - Conclusión de la prueba estadística

Después de realizar todo el procedimiento del método estadístico denominado chi cuadrado se corroboró que, la reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga puede depender del sistema software desarrollado, además se puede observar la acogida de los técnicos y la ciudadanía en general, lo cual va a permitir impulsar y contribuir de manera positiva en la Gestión Ambiental llevada por la empresa EPAGAL.



# Conclusiones

- La construcción del marco teórico consolidó la información con respecto al método y técnicas en el proceso de Gestión Ambiental y su incidencia en la reducción de agentes contaminantes, también permitió conocer las diferentes herramientas tecnológicas que existen en el campo del desarrollo de sistemas software, con la finalidad de establecer las tecnologías que se usaron para el desarrollo de la propuesta.
- La comparativa realizada entre las diferentes metodologías de desarrollo ágiles existentes, definió que la Metodología XP fue la más idónea para el desarrollo del proyecto, debido los tiempos, costos y enfoque de calidad que posee el sistema software.



# Conclusiones

- El análisis de diferentes de las características que rigen el sistema software propuesto como son la comunicación, la interacción y factibilidad de integración de los diferentes componentes del sistema tanto propietarios (aplicación móvil y web), como privados (Firebase, Mapbox, Tensorflow), establecieron el modelo propuesto para el desarrollo del sistema software, el cual mejora la comunicación entre la capa de presentación, lógica de negocios y enlace a datos, así también permite un mayor nivel de integración al ser basado en servicios web.
- Con base a la información obtenida durante el desarrollo de sistema software se estable que un sistema software basado en la Arquitectura SOA permite la integración fácil de diferentes herramientas, enriqueciendo las funcionalidades del sistema software.

# Conclusiones

- La implementación de las diferentes herramientas usadas en el proyecto se complementa entre sí; así, el geo-posicionamiento, permiten el monitoreo constante de los servicios de EPAGAL, el análisis de datos muestra la información recabada acerca del estado de los servicios de manera legible y concisa, la inteligencia artificial permite a la ciudadanía adquirir información de manera ágil y didáctica. Todos estos aspectos, permite involucrar a la ciudadanía y EPAGAL en el proceso de reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga.
- El uso de web service como método de comunicación entre la aplicación móvil y la aplicación web establece una comunicación inmediata, además reduce drásticamente, la limitante del lenguaje de desarrollo por lo cual se puede implementar módulos fron-end basados en cualquier lenguaje.

# Conclusiones

- Las pruebas aplicadas en el sistema software establecieron que los requisitos planteados al inicio de la fase de desarrollo, fueron implementados correctamente en el sistema software, así mismo la integración de los componentes del sistema software fueron verificados.
- La implementación del sistema software dentro del entorno de desarrollo de EPAGAL permite recopilar datos que ayudan al proceso de mejora continua del sistema software, así también ayuda a detectar posibles fallas del sistema software en su entorno.



# Conclusiones

- La validación de los indicadores del sistema software se realizó mediante la aplicación de una encuesta; los resultados encontrados establecen una relación de dependencia entre el desarrollo de sistema software y reducción de agentes contaminantes en la ciudad de Latacunga.
- El uso de Chi cuadrado como método estadístico, permitió analizar e interpretar los datos obtenidos de las encuestas aplicadas a técnicos de EPAGAL y ciudadanos de Latacunga, para corroborar la relación de dependencia entre las variables planteadas en el proyecto.



# Recomendaciones

- Para el desarrollo de sistemas software similares se recomienda el uso de la metodología XP, por la flexibilidad al cambio, el enfoque de calidad que posee la metodología, y por los periodos cortos de entrega de prototipos de la aplicación.
- Se recomienda el uso de la arquitectura SOA en sistemas web cliente servidor, esta arquitectura facilita la comunicación entre los diferentes componentes del sistema, si como también mejora el rendimiento de las aplicaciones cliente.
- Se recomienda el uso de modelos neuronales de código abierto desarrolladas en la plataforma de Tensor Flow Lite para la detección y clasificación de imágenes en dispositivos móviles.





# Recomendaciones

- Por el tamaño del software y las limitantes del hardware de la empresa auspiciadora, se hace necesario enfocar el desarrollo de la aplicación hacia la eficiencia de recursos, por ello se recomienda la investigación e implementación de nuevas arquitecturas de software en futuras actualizaciones del sistema software.
- En futuras actualizaciones del sistema se recomienda aumentar el número de imágenes que componen el data set para el entrenamiento del modelo neuronal de reconocimiento de imágenes, así también se debe aumentar el número de objetos reconocible por la aplicación móvil, esto con el fin de mejorar la precisión al reconocer imágenes.



# Recomendaciones

- En futuras actualizaciones o mantenimiento del sistema software se recomienda ampliar el alcance geográfico que posee el sistema actualmente, con el fin de integrar más sectores y servicios que ofrecen datos.
- Para futuras investigaciones, enfocadas en esta temática se recomienda el uso de sensores en los diferentes servicios que posee la empresa auspiciante, los cuales permitirán tener información precisa acerca del estado de estos servicios.

# Gracias por su atención



Latacunga  
**epagal**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede  
Latacunga



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA