



Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

#### Tabla de Contenido

1	Obie	tivo	2
2		ategia	
	2.1	Criterios de la estrategia	
	2.2	Estrategia general	
	2.3	Diseño Conceptual	
	2.3.1		
	2.3.2	Puncionalidades asociadas	
	2.4	Estimación preliminar del proyecto	3
	2.5	Comparación de métodos de estimación de tamaño y esfuerzo	
	2.5.1	Estimación de tamaño basada en LOC con modelo empírico CoCoMo	۷
	2.5.2	2 Estimación de tamaño basada en LOC con datos históricos	۷
	2.5.3	Estimación de tamaño basada en puntos de función con modelo empírico	
	CoC	omo	2
	2.5.1	Estimación de tamaño basada en puntos de función con datos históricos	Z
	2.5.2	Estimación de tamaño y esfuerzo basada en puntos de caso de uso	4

# 1 Objetivo

Establecer la estrategia del proyecto SmartTraffic por medio de criterios de la estrategia, estrategia general, diseño conceptual y estimación preliminar del proyecto, para guiar su planificación y ejecución hacia una solución óptima, robusta, escalable y viable.

# 2 Estrategia

### 2.1 Criterios de la estrategia

- 1. Descomposición del producto: Debido a su tamaño y complejidad, definiendo límites claros de módulos y responsables
- 2. Priorización de funcionalidades requeridas: A partir del valor, riesgo y dependencia.
- 3. Plan por ciclos:
  - Ciclo 1(Fundaciones y núcleo funcional): Construir la mayor parte del producto a nivel funcional y de dominio, dejando lista la base para integrar.
  - Ciclo 2(Integración y despliegue): Terminar con la integración de casos de uso, integrar backend y frontend y ejecutar el despliegue de prueba con validación funcional y no funcional.
- 4. Separación de preocupaciones(UI, dominio, datos, integraciones y operación): Asegurando bajo acoplamiento y alta cohesión.

Versión 1.0 1/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

# 2.2 Estrategia general

Se adaptará la estrategia con respecto a tres pilares: modularización, asignación clara de responsabilidades y dividir y conquistar. SmartTraffic se descompone en tres módulos funcionales concretos, permitiendo que cada módulo evolucione con el pasar del tiempo y escale junto con los demás. La asignación de responsabilidad es definido por el líder de planeación en donde se reparten desarrollo frontend, desarrollo backend, QA, arquitectura de software y estándares de UX/UI. Se aplica "dividir y conquistar" para las entregas en cada ciclo: Ciclo 1 se construye el núcleo funcional, mientras que para el Ciclo 2 se integran backend con frontend y se hace el despliegue de pruebas.

### 2.3 Diseño Conceptual

Autenticación y Seguridad

Servicio Local

Servicio con Asociados

### 2.3.1 Funcionalidades asociadas

Módulo	Funcionalidad			
Autenticación y Seguridad	<ul> <li>Registro e Inicio de sesión</li> <li>Autenticación por roles: Middleware, sesiones, cierre de sesión, cookies, JWT</li> <li>Cifrado de datos: BCrypt</li> <li>Auditoría básica sobre uso de datos personales</li> </ul>			
	(Política de tratamiento de datos y Ley 1581)			
Servicio Local	<ul> <li>Catálogo y agendamiento de cursos: conducción y comparendos (cupos y horarios)</li> <li>Pagos locales: Cursos de conducción.</li> <li>Historial de pagos</li> </ul>			
Servicio con Asociados	<ul> <li>Conexión inteligente con asociados (Buscador, geolocalización, filtros)</li> </ul>			

Versión 1.0 2/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

<ul> <li>Notificaciones: sobre novedades con el SOAT y tecnomecánica por correo electrónico.</li> </ul>
<ul> <li>Agendamiento para renovación de tecnomecánica</li> <li>Pago con asociados: SOAT y tecnomecánica.</li> </ul>

### 2.4 Estimación preliminar del proyecto

Ciclo 2				
Funcionalidad	Tamaño (LOC)	Tiempo (Horas)		
Registro e Inicio de Sesión	500	5		
Autenticación por roles	600	7		
Cifrado de datos	200	2		
Auditoría sobre datos personales	50	1		
Catálogo y agendamiento de cursos	800	10		
Pagos locales	600	10		
Historial de Pagos	300	2		
Conexión inteligente con asociados	1100	9		
Notificaciones	500	6		
Agendamiento para renovación de tecnomecánica	700	6		
Pago con asociados	300	2		
TOTAL	5650	60		

# 2.5 Comparación de métodos de estimación de tamaño y esfuerzo

2.6.1 Estimación de tamaño basada en LOC con modelo empírico CoCoMo.

A continuación se presenta la estimación del tamaño del producto de software en líneas de código (LOC) y la correspondiente estimación en personas-mes, utilizando el modelo empírico CoCoMo.

Se aplicó el método de tres puntos (PERT), el cual permite considerar la incertidumbre asociada a cada función del sistema:

- Sopt: estimación optimista (mínimo esfuerzo posible).
- Sm: estimación más probable.
- -Spes: estimación pesimista (máximo esfuerzo posible).
- VE(LOC): valor esperado calculado con la fórmula:

VE=(Sopt+4×Sm+Spes)/6

Versión 1.0 3/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

Posteriormente, el tamaño total se transformó a KLOC, para poder usado en el modelo CoCoMo, según las ecuaciones:

Esfuerzo (PM)=a×(KLOC)^b Duración (meses)=c×(PM)^d

Donde los valores de a, b, c y d corresponden a cada uno de los modos:

	а	b	С	d
Orgánico	2,4	1,05	2,5	0,38
Semiaislado	3	1,12	2,5	0,35
Inmerso	3,6	1,2	2,5	0,32

De acuerdo con las características de proyecto, por ejemplo, equipo pequeño, requisitos bien entendidos y complejidad moderada corresponden al modo orgánico.

# Estimación de tamaño (LOC)

Se realizó la descomposición funcional del sistema, considerando los principales módulos y funcionalidades del proyecto.

Función	Sopt (Optimista)	Sm (Más probable)	Spes(Pesi mista)	VE (LOC)
Registro e inicio de sesión	1500	2000	2700	2033,3
Inscripción a cursos de conducción	2250	3000	4050	3050,0
Recomendación inteligente de oficina cercana	750	1000	1350	1016,7
Pasarela de pagos (Tecnomecánica, cursos)	2250	3000	4050	3050,0
Historial de pagos	1500	2000	2700	2033,3
Gestión de cursos y comparendos	2250	3000	4050	3050,0

Versión 1.0 4/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

Interfaces por rol (Admin, Empleado, Persona)	750	1000	1350	1016,7
Estadísticas rol Administrador	375	500	675	508,3
Notificar documentos vencidos	750	1000	1350	1016,7
Recuperar contraseña	1500	2000	2700	2033,3
Total LOC (Σ VE)				18808,3
KLOC	18,81			

#### Estimación de esfuerzo y duración

Se aplicaron las constantes del modo orgánico: a=2.4a = 2.4a=2.4, b=1.05b = 1.05b=1.05, c=2.5c = 2.5c=2.5, d=0.38d = 0.38d=0.38

Modo	Esfuerzo (PM)	Duración (Meses)	Equipo Medio
Orgánico	52,27	11,24	4,65

Se puede apreciar, que el proyecto se clasifica como modo orgánico, ya que está siendo desarrollado por un equipo pequeño de 5 personas con experiencia en el dominio y un nivel de complejidad moderado.

El esfuerzo total es de 52,27 personas-mes, lo que equivale a un trabajo promedio de 4 a 5 integrantes durante 11,2 meses.

Los resultados indican una planificación consistente con el tamaño del equipo actual y la complejidad del sistema.

2.6.2 Estimación de tamaño basada en LOC con datos históricos.

Para esta sección, se van a contemplar datos históricos recolectados del informe de la fase Postmortem del ciclo pasado del proyecto, correspondientes a métricas de líneas de código (LOC) tanto estimadas como reales. Estos datos van a permitir ajustar nuevas proyecciones de tamaño de software en base al desempeño real del equipo, para así aumentar la precisión de la planeación para el ciclo 2

Versión 1.0 5/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

ROL	LOC Estimadas	LOC Reales	Variación (%)	Real / Estimado
LE	800	404	-49,5%	0,505
LC	660	910	+37,9%	1,379
LD	3300	5733	+73,7	1,737
LP	900	1005	+11,7%	1,117
LS	700	3822	+446%	5,460
Total	6360	11874	+86,7%	1,867

Frente a esta tabla, evidenciamos que se produjeron 11874 líneas de código reales, un valor cercano a casi el doble de las estimadas, por ende, podemos inferir que se subestimó el tamaño en la planeación inicial. Para el ciclo se alcanzó un 96% de actividades sin defectos, registrando únicamente 10 defectos relevantes en el log de implementación del código, lo cual equivale a cerca de 0,84 defectos por KLOC (1 defecto cada 1187 líneas de código). Frente a esta estadística podemos evidenciar un nivel de calidad satisfactorio en el desarrollo del primer ciclo.

En la sección previa se calculó el estimado de líneas de código que equivale a 18.81, entonces tendríamos que el ajuste por miles de líneas de código quedaría de la siguiente manera

KLOC ajustada=18,81×1,867=35,11 KLOC

Cabe aclarar que este valor puede presentar oscilaciones no contempladas pero es una estimación más aterrizada, contemplando y teniendo en cuenta que faltan módulos por desarrollar e implementar.

Vemos entonces que el incremento es la razón entre LOC nuevas y LOC reales anteriores, lo cual quiere decir que corresponde a 35110/11874 = 2,957. Por ende, el sistema que se implementará podrá ser hasta 2.9 veces más grande que el desarrollado en el ciclo pasado Con respecto al factor de esfuerzo, al requerir 20 personas-mes (5 personas x 4 meses), que hace referencia a los miembros del grupo, obtendremos que el esfuerzo estimado sería 20 x 2,957 = 59,14, que equivaldría al esfuerzo estimado nuevo de este ciclo. De la misma manera podemos afirmar que la productividad promedio corresponde a la totalidad de líneas desarrolladas sobre las personas-mes adquiridas, entonces sería 11874/20 que correspondería a la productividad histórica con un valor de 594 LOC/PM.

Para este ciclo debemos de calcular un nuevo número de personas, obtenido por la estimación de líneas de código previstas sobre la productividad histórica, siendo así, 35110/594, lo que obtendría el valor para la estimación del ciclo nuevo de 11.8 meses

Versión 1.0 6/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa

Ciclo:

2.6.3 Estimación de tamaño basada en puntos de función con modelo empírico.

### Estimación de tamaño basada en puntos de función

#### Pesos

- Entradas externas = 4
- Salidas externas = 5
- Consultas externas = 3
- Archivos lógicos internos = 10
- Interfaces externas = 7

#### Conteo por categoría

- Entradas externas (EI) -> 15
  - Registro
  - Login
  - Recuperar contraseña
  - Inscribirse a curso
  - Cancelar curso
  - Crear curso
  - Eliminar curso
  - Registrar partner
  - Actualizar partner
  - Eliminar partner
  - Agregar vehículo
  - Eliminar vehículo
  - Actualizar vehículo
  - Realizar pago
  - Obtener oficinas cercanas (Entrada)

#### Salidas Externas (EO) -> 7

- Confirmación de inscripción
- Historial de pagos
- Estadísticas rol administrador
- Notificaciones de vencimiento
- Visualización de cursos
- Visualización de vehiculos
- Obtener oficinas cercanas (Salida)

### Consultas Externas (EQ) ->8

- **Buscar Cursos**
- Buscar vehículos de un usuario
- Consultar número de intentos en login
- Buscar Partner según categoría
- Consultar tarifas de SOAT
- Consultar tarifas de Tecnomecanica

7/15 Versión 1.0





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa

Ciclo:

- Consultar Token
- Consultar usuarios
- Archivos lógicos Internos -> 10
  - CoursesData
  - LoginAttempt
  - Partner
  - Payments
  - Services
  - SoatFare
  - TecnoFare
  - Token
  - User
  - Vehicle
- Interfaces Externas (EIF) -> 3
  - Pasarela de pagos
  - Maps
  - Email

#### Cálculo de PFNA

- **Entradas externas =** 4 X 15 = 60
- **Salidas externas =** 5 X 7 = 35
- Consultas externas = 3 X 8 = 24
- Archivos lógicos internos = 10 X 10 = 100
- Interfaces externas = 7 X 3 = 21
- **PFNA** = 240

### Cálculo de complejidad

#	Factor	DI ( 0 - 5)	Justificación
1	Comunicaciones de datos	4	Pasarela de pagos, maps, correo
2	Procesamiento Distribuido	3	Front, Back
3	Rendimiento	3	Pagos y consultas en tiempo aceptable
4	Carga operativa alta	2	Uso regular, no 24/7
5	Tasa de transacciones	3	inscripciones/ pagos

Versión 1.0 8/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

6	Entrada de datos en línea	4	varios formularios
7	Eficiencia usuario final  Actualizacion en linea		UX importante por roles
8			CRUDs
9	Procesamiento complejo	4	Lógica de pagos y recomendación de oficinas
10	Reusabilidad	3	Componentes reusables
11	Instalación	2	Despliegue local
12	Operación	3	revisiones, pruebas y monitoreo
13	Múltiples sitios	3	varias oficinas y usuarios distribuidos
14	Facilidad de cambio	4	Módulos independientes

Resultado = 45 -> VAF = 0.65 + 0.01 X 45 = 110 -> 240 X 1.10 = 264 PF

#### Conversión de tamaño a esfuerzo

Frontend ( React/Typescript ): 50% de PF -> 0.5 X 264 = 132 PF Conversión aprox = 47 LOC/PF = 132 X 47 = 6204 LOC Backend ( Java/Spring ): 50% de PF -> 0.5 X 240 = 132 PF Conversión aprox = 53 LOC/PF = 132 X 53 = 6996 LOC TOTAL LOC = 13200 LOC

### **COCOMO** (orgánico)

Esfuerzo (Persona - meses ) =  $2.4 \times (13,2) ^ 1.05 = 36$ Esfuerzo (Equipo) = 36 / 5 = 7,2 meses por persona

Versión 1.0 9/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

2.6.4 Estimación de tamaño basada en puntos de función con datos históricos

Con el fin de obtener una proyección más precisa del tamaño funcional del software para el ciclo 2, se ajusta la estimación obtenida en la sección 2.6.3 utilizando los datos históricos de desempeño del equipo obtenidos en el ciclo anterior.

#### **Datos históricos**

Métrica	LOC estimadas	LOC reales	Variación	Factor real/estimado
Totales	6,360	11,874	86,7%	1,867

:

Esto indica que el equipo produjo casi 1,87 veces mas lineas de codigo de las previstas originalmente, por lo que el factor 1,867 se usará para ajustar los puntos de función estimados

#### Cálculo de puntos de función ajustados

A partir del total de 264 PF obtenidos en la estimación previa, se aplica el factor histórico:

PF ajustadoshistoricos = 264 X 1,867 = 492,9 PF

El incremento de 264 a 493 puntos de función evidencia un crecimiento significativo en el tamaño funcional estimado del sistema, este aumento refleja la inclusión de nuevos módulos y servicios, la integración de componentes backend y frontend, la integración con servicios externos y un mayor nivel de control de calidad y validación en las pruebas.

Con base a los datos históricos, el tamaño funcional estimado del proyecto asciende a aproximadamente 493 PF, lo que representa un incremento del 86,7% frente al cálculo original. Este valor ajustado servirá como referencia más realista, asegurando que la proyección contemple la verdadera capacidad y rendimiento del equipo,

#### 2.6.5 Estimación de tamaño y esfuerzo basada en puntos de caso de uso.

### Complejidad técnica

				Factor
			Compleji	Calculado
			dad	(peso ×
Factor Técnico	Descripción	Peso	Percibida	complejidad)

Versión 1.0 10/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

T1	Sistema distribuido	2	5	10
T2	Rendimiento	1	2	2
T3	Eficiencia del usuario final	1	2	2
T4	Procesamiento interno complejo	1	4	4
T5	Reusabilidad	1	3	3
T6	Fácil de instalar	0,5	1	0,5
T7	Fácil de usar	0,5	2	1
T8	Portabilidad	2	3	6
T9	Facilidad de cambio	1	3	3
T10	Concurrencia	1	2	2
T11	Características especiales de seguridad	1	4	4
T12	Acceso directo para terceros	1	4	4
T13	Requiere capacitación especial de usuarios	1	2	2
	Factor total	_	_	43,5

Luego, 0.6 + (0.01 \* 43.5) = 1.035. Es decir, que el factor de la complejidad técnica es de un 1.035

# Complejidad Ambiental

Factor Ambiental	Descripción	Peso	Impacto Percibido	Factor Calculado (peso × impacto)
E1	Familiaridad con UML	1.5	2	3
E2	Experiencia en la aplicación	0.5	3	1.5

Versión 1.0 11/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

E3	Experiencia en programación orientada a objetos	1	2	2
E4	Capacidad de analizar	0.5	2	1
E5	Motivación	1	2	2
E6	Requisitos estables	2	3	6
E7	Trabajadores de medio tiempo	-1	1	-1
E8	Lenguaje de programación difícil	2	1	2
	Factor total			16.5

Luego, 1.4 + (-0.03 \* 16.5) = 0.62. Es decir, que el factor de la complejidad ambiental es de un 0.62

Puntos de casos de uso sin ajustar

Cálculo de UUCW (Peso de casos de uso sin ajustar)

Tipo de Caso de Uso	Descripción	Peso	Número de Casos de Uso	
	Una interfaz de usuario simple que interactúa solo con una entidad de base de datos; su escenario de éxito tiene 3 pasos o menos; su implementación involucra menos de 5			
Simple	clases.	5	4	20

Versión 1.0 12/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa

Ciclo: 1

Promedio	Tiene más diseño de interfaz y toca 2 o más entidades de base de datos; entre 4 y 7 pasos; su implementación involucra entre 5 y 10 clases.	10	5	50
Complejo	Involucra una interfaz de usuario o procesamiento complejo y toca 3 o más entidades de base de datos; más de 7 pasos; su implementación involucra más de 10 clases.	15	1	15
	Factor Total UUCW			85

Cálculo de UAW(Peso de actores sin ajustar)

Tipo de Actor	Descripción	Peso	Número de Actores	Resultado
Simple	El actor representa otro sistema con una API definida.	1	1	1
Promedio	El actor representa otro sistema que interactúa a través de un protocolo, como TCP/IP.	2	0	0
Complejo	El actor es una persona que interactúa mediante una interfaz.	3	3	9
				10

Luego, 85 + 10 = 95. Es decir, que el factor de puntos de casos de uso sin ajustar es de un 95

Factor de productividad

Versión 1.0 13/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa Ciclo: 1

Para el facto de la productividad se tienen los datos históricos de que para el desarrollo total de 5 casos de uso, se tomó un tiempo de 2920, sin embargo, debido a que hay funcionalidades que también se desarrollaron solo en el back sin tener interfaz de usuario para ese tiempo, se podría decir que se tienen 2470 horas para los casos de uso que se realizaron en totalidad, dando una razón de 2470 / 5 = 494

Estimación Total

Versión 1.0 14/15





Universidad Piloto de Colombia

PROYECTO: SmartTraffic

Grupo: Exa
Ciclo: 1

Multiplicando todos los valores se tiene que 1.035 \* 0.62 \* 95 \* 494 = 30114.981 horas, dividido en 40 serían 752 semanas por persona.

#### Conclusión

Al comparar los distintos métodos de estimación aplicados en el proyecto SmartTraffic, se evidencia que cada enfoque aporta una perspectiva complementaria sobre el tamaño y el esfuerzo del desarrollo.

El método basado en LOC con el modelo empírico CoCoMo permitió obtener una estimación inicial objetiva y teórica, adecuada para proyectos en etapa temprana con requerimientos bien definidos. Sin embargo, su principal limitación radica en que no considera la productividad real del equipo ni los factores de desempeño observados en ciclos previos.

Por su parte, la estimación en LOC ajustada con datos históricos aportó una visión más realista y calibrada, al basarse en el comportamiento real del equipo durante el ciclo anterior. Esto permitió ajustar los valores de esfuerzo y duración, reflejando la capacidad efectiva de desarrollo y reduciendo la incertidumbre del modelo empírico.

El método de puntos de función con modelo empírico ofreció una estimación centrada en la funcionalidad del sistema más que en el código, permitiendo medir el valor entregado al usuario final. Este enfoque resultó más adecuado para sistemas con alto nivel de interacción, integraciones y modularidad, como es el caso de SmartTraffic.

Al ajustar los puntos de función con datos históricos, se alcanzó una proyección más precisa y contextualizada, evidenciando un crecimiento funcional del 86,7 %, coherente con la expansión del proyecto hacia nuevos módulos e integraciones.

Finalmente, la estimación basada en puntos de caso de uso permitió incorporar factores técnicos y ambientales, proporcionando una visión integral del esfuerzo en función de la complejidad de los casos de uso, la experiencia del equipo y las condiciones operativas del entorno de desarrollo.

CONTROL DE CAMBIOS				
Fecha	Autor(es)			
24/08/2025	Diligenciar documento de estrategia	Tomás David Vera Molano		

Versión 1.0 15/15