

# Prototipo de aplicación móvil con realidad aumentada para el Museo del Cárcamo de Dolores de la CDMX.

*Trabajo Terminal No. 2019-B038*

*Alumnos: \*Paredes López Sebastián, Pérez Bautista David, Sánchez Torres Jafet Uriel.*

*Directores: Sánchez Garfias Flavio Arturo, Ocotitla Rojas Nancy.*

*\*e-mail: [s.lop16@gmail.com](mailto:s.lop16@gmail.com)*

**Resumen:** Se implementará un sistema de visión por computadora mediante métodos de procesamiento y reconocimiento de imágenes, técnicas de machine learning y geolocalización, esto para poder identificar el Museo del Cárcamo de Dolores de la Ciudad de México desde distintos ángulos dentro de un espacio limitado para así desplegar elementos de realidad aumentada a través de una aplicación móvil del sistema operativo Android. Esta aplicación móvil servirá como una guía que permita a los visitantes del Museo del Cárcamo de Dolores conocerlo interactuando con una de las innovaciones tecnológicas como lo es la realidad aumentada.

**Palabras clave:** Visión por computadora, Machine learning, Aplicación móvil, Realidad aumentada.

## 1. Introducción.

La Ciudad México cuenta con diferentes puntos históricos y turísticos, sin embargo, se escogió al Museo del Cárcamo de Dolores debido a que es un recinto admirable por su arquitectura y sus orígenes, que datan la sensibilidad de Diego Rivera, la arquitectura de Ricardo Rivas y la ingeniería de Eduardo Molina[1], pero aún más importante para nosotros en vista de que se encuentra ubicado en la segunda sección del Bosque de Chapultepec, permitiendo así una mejor visión de diferentes ángulos.

Este sistema dará a conocer este sitio de la Ciudad de México con ayuda de la realidad aumentada, es decir, los usuarios podrán tener una perspectiva diferente del Museo del Cárcamo de Dolores con ayuda de elementos virtuales como lo son información o una representación superpuesta de cómo lucía anteriormente el edificio. La aplicación puede ampliarse para identificar diferentes estructuras o monumentos importantes de la Ciudad, con el fin de fomentar en los visitantes la instancia a estos lugares, sin embargo, esto requiere un largo periodo de tiempo por lo cual se escogió solo un lugar turístico de la CDMX.

Por otro lado, el problema computacional que se busca resolver con este prototipo es el reconocimiento de imágenes, esto implica encontrar características específicas del sitio (en este caso el Museo del Cárcamo de Dolores) para posteriormente ocupar un algoritmo de machine learning que sea capaz de reconocer el sitio histórico que hemos seleccionado, esto con la finalidad de poder mostrar en tiempo real una animación en el Museo del Cárcamo de Dolores.

Además, es importante mencionar los conceptos que conllevan la elaboración de este prototipo es por ello por lo que mencionaremos los más importantes a continuación:

- **Reconocimiento de Imágenes:** Es un proceso que contiene una serie de pasos complejos, los cuales posteriormente se convertirán en datos que proporcionarán información a la computadora para que ella pueda reconocer dicha información. Un programa de reconocimiento de imágenes actúa como la parte del cerebro humano que procesa la información que reciben los ojos, no como los ojos en sí. [2]
- **Realidad Aumentada:** La realidad aumentada es una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales); las hace corresponder para construir nuevos mundos coherentes, complementados y enriquecidos, hace coexistir objetos del mundo real y objetos del mundo virtual en el ciberespacio [3]
- **Aplicación móvil:** Una aplicación móvil es simplemente un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea, esta puede ser descargada y directamente accedida desde su teléfono o desde algún otro aparato móvil. Las aplicaciones nacen de alguna necesidad concreta de los usuarios, y se usan para facilitar o permitir la ejecución de ciertas tareas en las que un analista o un programador han detectado una cierta necesidad. Pero las aplicaciones también pueden responder a necesidades lúdicas, además de laborales. [4]
- **Machine Learning (o Aprendizaje Automático):** Son un conjunto de métodos que automáticamente pueden detectar patrones en los datos, y luego ser usados para descubrir patrones para predecir datos futuros, o para realizar otros tipos de decisiones bajo incertidumbre[5]
- **Visión por computadora:** Es el estudio de reconocer y localizar objetos en el ambiente mediante el procesamiento de las imágenes, con el fin de poder entender estos procesos y así construir máquinas que cuenten con capacidades similares. [6]

Por otra parte, sabemos que existen algunos sistemas parecidos que actualmente se encuentran funcionando, como son:

Sistema	Características	Dispositivos-Sistema Operativo	Algoritmos
Medición de distancia e inclinación de obstáculos para robots móviles[7]	Arreglo láser Medición de distancia Procesamiento de imágenes.	Es un sistema implementado por medio de diodos láser, cámaras de video CCD y tarjetas electrónicas DT3155 que transfieren información a una PC sin importar el sistema operativo de la PC:	*(Range-incline tracer) *Mathematical Morphology *Segmentation
Skyview Channel	Imagen de 360°.	iPad-IOS	*Segmentation
Google Maps	Geolocalización, Imagen en tiempo real.	-Android	Algoritmos de localización
Reconocimiento Facial[8]	Reconocimiento de imágenes.	Existen muchas aplicaciones que usan el reconocimiento facial y son implementadas en los siguientes S.O. -Android -IOS -Mac -Linux	*Clustering and PCA *Neural networks. *Support vector machines. *Gaussians model *Multi-layer perceptron
Adquisición de variables de tráfico vehicular usando visión por computador[9]	Ingeniería de tráfico Visión por computador.	Pc-Linux	GaussianBGModel FGDStatmodel Mathematical Morphology

## 2. Objetivo

### General.

Desarrollar un sistema prototipo de aplicación móvil para Android con realidad aumentada basado en visión por computadora y dirigido a los visitantes del Museo del Cárcamo de Dolores, que involucre el reconocimiento de imágenes y machine learning, con la finalidad de desplegar animaciones con realidad aumentada sobre la fachada de este edificio de la Ciudad de México.

### Específicos.

- Diseñar un modelo de Machine Learning que sea capaz de reconocer la fachada del Museo del Cárcamo de Dolores con una precisión arriba del 85%.
- Crear una aplicación móvil que incorpore el Modelo de Machine Learning.
- Diseñar la animación y/o texto para la aplicación móvil por medio de realidad aumentada, que será visualizada sobre la fachada del Museo del Cárcamo de Dolores pudiendo brindar información sobre datos de la construcción, fechas, entre otros.

### 3. Justificación

Los sistemas de visión por computadora tienen múltiples aplicaciones, sin embargo, la mayoría de estos sistemas requieren de un entorno controlado, el uso de un sistema para el reconocimiento de edificios por medio de una aplicación móvil presenta problemas sobre el control del ambiente, pero aún más importante la parte de reconocimiento y el aprendizaje automático requieren un análisis para poder clasificar a las estructuras.

Las aplicaciones turísticas actualmente dan uso de espacios controlados donde la gente debe pagar para tener acceso a esos lugares o por otro lado utilizan algoritmos de geolocalización para poder reflejar elementos de realidad aumentada que se ven limitados en la superposición a los elementos de la vida real captados por la cámara.

Para cubrir exitosamente estos problemas computacionales nos basaremos en obtener las mayores características posibles del Museo del Cárcamo de Dolores, para que cuando el algoritmo de machine learning comience a aprender a reconocer este sitio, el clasificador se torne más efectivo.

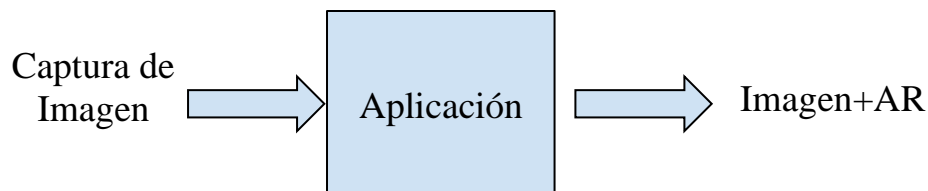
Existen varios tipos de clasificadores que pueden ser factibles para nuestro prototipo, los cuales pueden ser el clasificador basado en distancia, el clasificador basado en métricas, o bien clasificador Bayesiano, la decisión de qué clasificador se utilizará de acuerdo con su efectividad o margen de error una vez realizadas las pruebas correspondientes.

El clasificador que será utilizado debe contener todas las características recaudadas gracias a las fotografías (previamente obtenidas), estas pueden ser: distancia, bordes, colores, entre otras, esto con la finalidad de poder reconocer el Museo del Cárcamo de Dolores sin importar el clima, la distancia, el ángulo, o la ubicación exacta del usuario.

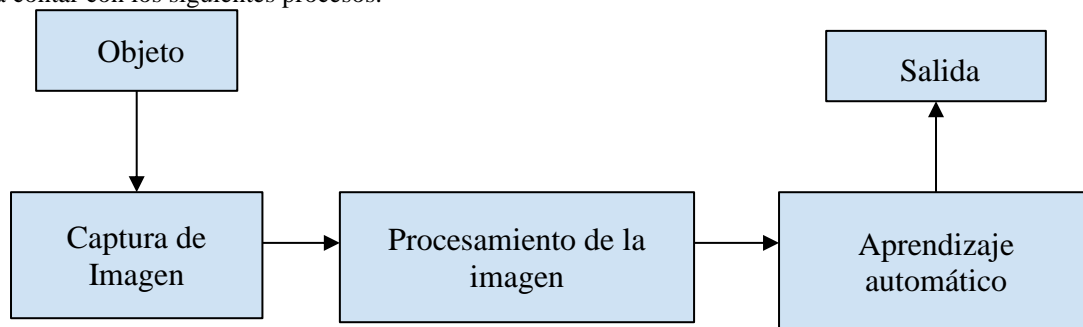
Las herramientas que son consideradas para ayudar a realizar este prototipo son: Vuforia-Unity, que nos permite crear experiencias de realidad aumentada dentro del entorno Unity; OpenCV Android, que nos brinda la oportunidad de generar un entorno de programación para poder generar una aplicación para el sistema operativo Android.

### 4. Productos o Resultados esperados

Entrada y salida del sistema:



La aplicación deberá contar con los siguientes procesos.



El producto final es una aplicación que se basa en un sistema de visión artificial para reconocer un entorno específico particularmente el Museo del Cárcamo de Dolores. La app podrá proyectar por medio de realidad aumentada información o una animación que correspondan al entorno de la imagen.

Productos esperados:

1. Prototipo funcional de la aplicación
2. Documentación técnica de la aplicación.
3. Código implementado.
4. Manual de usuario

## 5. Metodología

El software y los sistemas complejos evolucionan con el tiempo, las metodologías que siguen un camino lineal conllevan a entregar una sola instancia del producto al cliente, sin embargo, algunos requisitos pueden ir surgiendo conforme se analiza el problema y los métodos lineales no permiten acoplar cambios a los sistemas sin generar altos costos. Por otro lado, los procesos evolutivos e iterativos son capaces de adaptarse a los cambios que se presenten, generando un incremento en el software por cada iteración. Es por lo que se opta por el modelo de proceso incremental, el cual permite empezar con un camino lineal como el modelo en cascada, pero con la diferencia en que formará parte de una iteración que se irá retroalimentando conforme a las actividades estructurales del proyecto.

También se tomaron partes del modelo por prototipos, puesto que se generarán por lo menos dos instancias del software que son parte de cada incremento.

En un proceso de entrega incremental, los clientes identifican, en un bosquejo, los servicios que proporciona el sistema. Identifican cuáles servicios son más importantes y cuáles son menos significativos para ellos. Entonces, se define un número de incrementos de entrega, y cada incremento proporciona un subconjunto de la funcionalidad del sistema. La asignación de servicios por incrementos depende de la prioridad del servicio, donde los servicios de más alta prioridad se implementan y entregan primero. Una vez identificados los incrementos del sistema, se definen con detalle los requerimientos de los servicios que se van a entregar en el primer incremento, y se desarrolla ese incremento. Durante el desarrollo, puede haber un mayor análisis de requerimientos para incrementos posteriores, aun cuando se rechacen cambios de requerimientos para el incremento actual. Una vez completado y entregado el incremento, los clientes lo ponen en servicio. Esto significa que toman la entrega anticipada de la funcionalidad parcial del sistema. Pueden experimentar con el sistema que les ayuda a clarificar sus requerimientos, para posteriores incrementos del sistema. A medida que se completan nuevos incrementos, se integran con los incrementos existentes, de modo que con cada incremento entregado mejore la funcionalidad del sistema [10].

En la Figura 2 se puede observar el diagrama del modelo de proceso incremental.

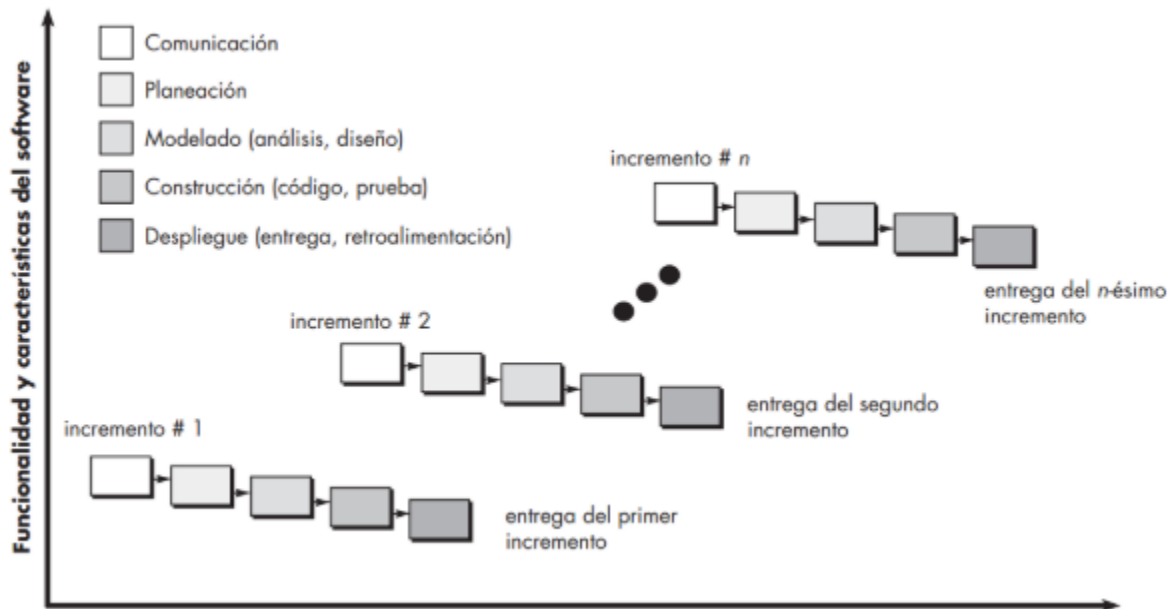


Figura 2. Modelo incremental.[11]

## 6. Cronograma

Nombre del alumno: Paredes López Sebastián.

TT No: 2019-B038

Título del TT: Prototipo de aplicación móvil con realidad aumentada para el Museo del Cárcamo de Dolores de la CDMX.

Actividad.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Recopilación de información histórica del Museo del Cárcamo de Dolores											
Recopilación de información sobre herramientas de desarrollo de Realidad Aumentada.											
Realización de bocetos de animaciones.											
Evaluación de TT I.											
Captura de imágenes de prueba del Museo (Vista frontal).											
Tratamiento de las imágenes obtenidas.											
Generación del entorno de realidad aumentada.											
Generación de la visualización del entorno de realidad aumentada.											
Pruebas.											
Reingeniería.											
Presentación de los resultados											
Evaluación de TT II											

TT No: 2019-B038

Actividad.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Recopilación de dimensiones del Museo del Cárcamo de Dolores.											
Recopilación de información de los algoritmos de machine Learning.											
Elaboración de mockups de la aplicación.											
Evaluación de TT1.											
Captura de imágenes de prueba del Museo (Vistas Lateral Derecha)											
Tratamiento de las imágenes obtenidas.											
Generación de las interfaces de la aplicación.											
Implementación de la aplicación.											
Pruebas.											
Reingeniería.											
Generación del Manual de Usuario.											
Presentación de los resultados.											
Evaluación de TT II											

TT No: 2019-B038

Actividad.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Obtención de información adicional del Museo del Cárcamo de Dolores.											
Recopilación de información sobre el lenguaje de programación a utilizar.											
Diseño de la arquitectura del sistema.											
Evaluación de TT1.											
Captura de imágenes de prueba del Museo (Vista Lateral derecha).											
Tratamiento de las imágenes obtenidas.											
Generación del entorno de realidad aumentada.											
Generación de la visualización del entorno de realidad aumentada.											
Pruebas.											
Reingeniería.											
Generación del Reporte Técnico.											
Presentación de los resultados.											
Evaluación de TT II.											

## 7. Referencias

- [1] Agua, C., n.d. Cárcamo De Dolores, Fusión De Arte Y Urbanismo. [online] gob.mx. Available: <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/carcamo-de-dolores-fusion-de-arte-y-urbanismo?idiom=es>
- [2] "Reconocimiento de imágenes: software y ejemplos | VIU", Universidadviu.com, 2019. [Online]. Available: <https://www.universidadviu.com/reconocimiento-de-imagenes-software-y-ejemplos/>
- [3] L. Heras Lara and J. Villareal Benítez, "La realidad aumentada: Una tecnología en espera de usuarios", *Revista Digital Universitaria*, no. 5, p. 4, 2004.
- [4] R. Articia, "Desarrollo De Aplicaciones Móviles", Ingeniería, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana Facultad De Ingeniería De Sistemas E Informática, 2014.
- [5] K. Murphy, *Machine learning: a probabilistic perspective*, 1st ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2012, p. 1.
- [6] E. Sucar and G. Gómez, *Vision Computacional*. Puebla.
- [7] G. Vargas & N. Andrés, "Sistema de visión por computadora para la medición de distancia e inclinación de obstáculos para robots móviles", tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2005.
- [8] R. Szeliski, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, New York: Cambridge University, Springer, 2010, pp. 655-680.
- [9] E. U. Germán, F.C. Calderón, A. Forero and A. Julián, "adquisición de variables de tráfico vehicular usando visión por computador", *Revista de Ingeniería*, vol. 9, no.30, pp. 7-15, noviembre 2005
- [10] J. Palacio, *Scrum Manager I: Las reglas de scrum*. Scrum Manager, 2015, p. 17.
- [11] Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico (7.a ed.)*. D.F., México: Mc Graw Hill Interamericana.



## 2. Alumnos y directores

Sebastián Paredes López.- Alumno de la carrera de  
Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM,  
Especialidad Sistemas, Boleta: 2013090242,  
Tel. 5517477656, email: [s.lopar16@gmail.com](mailto:s.lopar16@gmail.com)

CARÁCTER: Confidencial  
FUNDAMENTO LEGAL: Art. 3, fracc. II, Art. 18, fracc. II y  
Art. 21, lineamiento 32, fracc. XVII de la L.F.T.A.I.P.G.  
PARTES CONFIDENCIALES: No. de boleta y Teléfono.

Firma: \_\_\_\_\_

Pérez Bautista David.- Alumno de la carrera de  
Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM,  
Especialidad Sistemas, Boleta: 2016351090,  
Tel. 7721513175, email: [www.davis.mx@hotmail.com](mailto:www.davis.mx@hotmail.com)

Firma: \_\_\_\_\_

Sánchez Torres Jafet Uriel.- Alumno de la carrera de  
Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM,  
Especialidad Sistemas, Boleta: 2014101589,  
Tel. 5545865860, email: [jafeturielsancheztorres@gmail.com](mailto:jafeturielsancheztorres@gmail.com)

Firma: \_\_\_\_\_

*Flavio Arturo Sánchez Garfias.-* Doctorado en ciencias de la  
computación por el CIC del IPN. Áreas de interés: machine  
learning, image analysis, data science. Tel. 57296000 ext. 52032  
E-mail: [fsanchezga@ipn.mx](mailto:fsanchezga@ipn.mx)

Firma: \_\_\_\_\_