



APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MOBILE-D, PARA EL ENTRENAMIENTO DE TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ZAMINE SERVICE PERU SAC

MOBILE APPLICATION OF AUGMENTED REALITY, USING THE MOBILE - D METHODOLOGY, FOR THE TRAINING OF MAINTENANCE TECHNICIANS OF HEAVY MACHINERY IN THE COMPANY ZAMINE SERVICE PERU SAC

Javier Gamboa-Cruzado¹, Guido-Raúl Larico-Uchamaco², Luis Soto-Soto¹
Naysha Chacón-Malasquez³, José Tuiro-Achulle³ y Sandro-Guzman Canahuire-Chambi³

Historia del Artículo:

Recibido: 15 de febrero de 2017

Aceptado: 03 de abril de 2017

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Carrera Profesional de Ingeniería de Sistemas, Lima – Perú.

jgamboa65@hotmail.com

lssotos@hotmail.com

² Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Carrera Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, Puerto Maldonado, Madre de Dios – Perú.

guidogalrico@gmail.com

sguzmancanahuire@gmail.com

³ Universidad Autónoma del Perú, Carrera profesional de Ingeniería de Sistemas, Lima – Perú.

nchacon@autonoma.edu.pe

jtuiro@autonoma.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada, específicamente para el Proceso de Entrenamiento de Técnicos de Maquinaria Pesada, en lo que corresponde a: El tiempo para el desarrollo de las evaluaciones, el nivel de satisfacción no es el esperado, el nivel de comprensión, el tiempo de ejecución por entrenamiento y el costo de entrenamiento, utilizando la metodología Mobile – D. Se plantea el desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada, utilizando la metodología Mobile – D, para el Entrenamiento de Técnicos de Mantenimiento de Maquinaria Pesada en la empresa Zamine Service Perú SAC, que tendrá la integración de los técnicos y la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada en sus actividades de interés. La finalidad al implementar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada en la empresa Zamine Service Perú SAC es contar con una herramienta que permita la interacción de los técnicos durante el entrenamiento, se incremente el nivel el aprendizaje, se resguarde la integridad del técnico y de la maquinaria, a su vez facilita un seguimiento del entrenado respecto a su entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: Realidad Aumentada, Aplicación Móvil, Entrenamiento, Maquinaria Pesada, Mobile – D, Aprendizaje, Sistema Operativo, Unity.

ABSTRACT

The present research is framed in the development of an Augmented Reality application, specifically for the Heavy Machinery Technicians Training Process, in which it corresponds to: the time for the development of evaluations, the level of satisfaction is not the expected, the level of comprehension, the execution time per training and the training cost, using the Mobile - D methodology. It is proposed the development of an Augmented Reality mobile application, using the Mobile – D methodology, for the Heavy Machinery Technicians Training Process in the company Zamine Service Peru SAC, that will have the integration of the technicians and the Augmented Reality mobile application in its activities of interest. The purpose of implementing the Augmented Reality Mobile Application in Zamine Service Peru SAC is to have a tool that allows the interaction of the technicians during training, to increase the level of learning and to safeguard the integrity of the technician and the machinery, in turn facilitates a follow-up of the trained with respect to his training.

KEYWORDS: Reality, Mobile Application, Training, Heavy Machinery, Mobile - D, Learning, Operating System, Unity.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal mejorar el Entrenamiento de Técnicos de Mantenimiento de Maquinaria Pesada en la Empresa Zamine Service Perú SAC, por medio del uso de una Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, aplicando para su desarrollado la Metodología Mobile-D.

En el estudio se observó que las personas que manipulan Maquinaria Pesada pasaban por diferentes tipos de entrenamientos. Fue necesario la implementación de un avanzado programa de mantenimiento a los equipos mineros para obtener un aumento en la producción con las menores paradas y costos, rentabilizar la gran inversión y alargar la vida útil de la maquinaria. Es importante mencionar que las empresas en el rubro de la minería tienen un alto grado de interés y exigencia en materia de seguridad y responsabilidad. Entrenar a los técnicos en el terreno se convierte en una posibilidad desafiante y muy costosa.

CONTENIDO

Se ha integrado teorías referentes aplicaciones móviles de realidad aumentada. Además, teoría sobre el Entrenamiento, aprendizaje, maquinaria pesada.

Fundamentación Teórica

Aplicación Móvil

Una aplicación móvil o APP es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles que permite al usuario efectuar una tarea concreta de cualquier tipo profesional, de ocio, educativas, de acceso a servicios, etc. Las primeras aplicaciones móviles aparecieron a principios del siglo 20, consistían en juegos de video, calculadores de tono de llamadas. Un software más sofisticado comenzó a aparecer en dispositivos móviles en el 2008, siendo creados a conveniencia general e incluían cosas como un calendario, información sobre el clima, o una lista de contactos

Realidad Aumentada

La realidad aumentada reduce las interacciones con la computadora utilizando la información del entorno como una entrada implícita que se puede realizar de dos formas: Aplicando realidad virtual en un mundo real; en donde se aumenta o mejora la visión que el usuario tiene del mundo real con información adicional de la aplicación de un modelo computarizado.

Mobile – D

Se desarrolló como parte de un proyecto finlandés, ICAROS, allá por 2004. Fue creado mediante un proyecto de cooperación muy estrecha con la industria. El grueso del trabajo fue realizado por los investigadores del VTT (centro de investigación técnica de Finlandia). Aun así, la metodología de diseño se elaboró con una participación importante de las empresas de TI finlandesas. Esto consiguió que la investigación llevada a cabo no se alejara demasiado de las reglas de desarrollo de las aplicaciones Comerciales. Mobile-D es una mezcla de muchas técnicas.

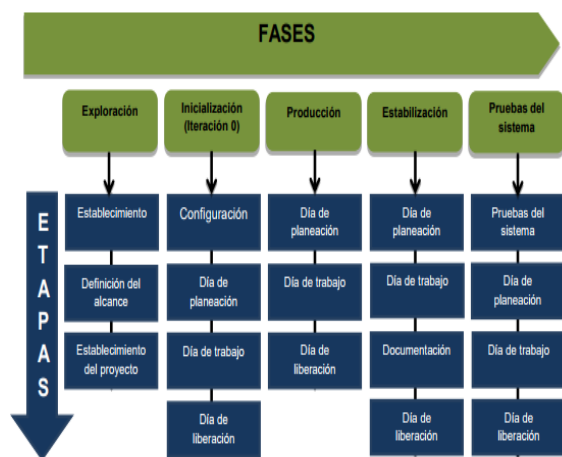


Figura 1

Fases de la metodología Mobile – D.

Fuente: Elaboración propia.

Entrenamiento

En el mundo laboral, el desarrollo de capacidades es una meta compleja y muchas veces dificultada por nuestra concepción bastante arraigada, de que solo es posible desarrollar capacidades laborales a través de

exclusivamente capacitaciones y entrenamiento formal, ya que el entrenamiento es prácticamente la panacea para el desarrollo de las competencias.

TIPOS DE ENTRENAMIENTO

Entrenamiento de tipo físico, es casi mecánico ya que consiste en llevar a cabo series de ejercicios previamente establecidas para desarrollar ciertas habilidades o aumentar la musculatura. El objetivo de esto es lograr el máximo potencial en un periodo específico.

Entrenamiento profesional, es el aprendizaje que se desarrolla en el lugar de trabajo para mejorar el rendimiento de los empleados. Este entrenamiento supone la práctica con las herramientas, equipos, documentos o materiales que se utilizarán en forma cotidiana.

Entrenamiento en el ámbito militar, el entrenamiento significa conseguir las condiciones físicas para intervenir y subsistir en combate, adquiriendo además las diferentes habilidades que se necesitan en el marco de un conflicto bélico. El uso de armas y la supervivencia al aire libre son algunas de las capacidades que se desarrollan.

Entrenamiento en la religión, alude a un entrenamiento de carácter espiritual, cuyo objetivo es purificar la mente y las acciones para cumplir con un conjunto de objetivos que acercan a la persona a Dios.

Entrenamiento en el coaching, es un tipo de entrenamiento que se da en el entorno empresarial, consistente en un proceso interactivo y transparente mediante el cual el coach o entrenador y la persona implicada buscan el camino más eficaz para alcanzar los objetivos fijados, utilizando sus propios recursos y habilidades

El aprendizaje y el entrenamiento.

El psiquiatra estadounidense William Glasser (1925-2013), aplicó su Teoría de la Elección a la educación. Según esta teoría, el profesor es un guía para el estudiante y no un jefe.

Glasser explica que no se debe optar por la memorización, ya que el alumno acaba olvidando los conceptos después del examen.



Figura 2

Pirámide del Aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL AMoRA

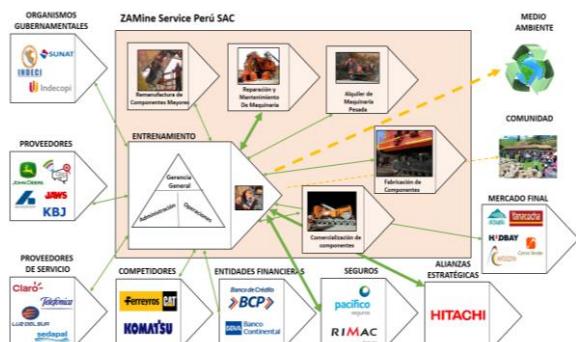


Figura 3

Stakeholders internos- externos Cadena de Valor

Fuente: Elaboración propia.

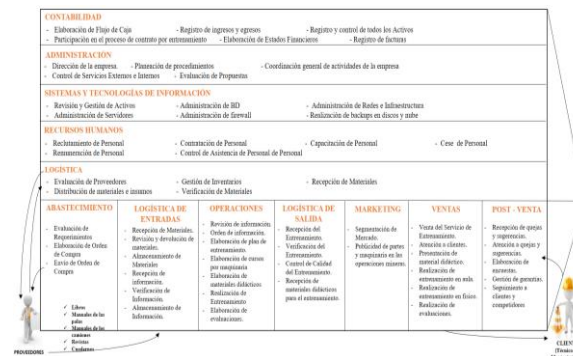


Figura 4

Cadena de Valor.

Fuente: Elaboración propia.

Procesos de Negocios: ZAMine Service Perú SAC



Figura 5

Procesos de Negocios

Fuente: Elaboración propia.

EXPLORACIÓN

Establecimiento de los Grupos de Interés o Stakeholder

- Grupos de Interés: Empresas del sector minero que cuenten con gran maquinaria pesada, empresas que vendan o alquilen este tipo de máquinas. El cual por el tipo de trabajo y el tiempo de uso requieren mantenimiento periódico para prolongar el tiempo de vida útil y generar ingresos.
- Clientes Potenciales: Empresas dedicadas al entrenamiento de técnicos de maquinarias pesadas, ya que por el giro de su negocio requieren herramientas para la capacitación y/o entrenamiento de sus técnicos.

- Usuarios de la aplicación: Técnicos de maquinarias pesadas que se capaciten en la empresa ZAMine Service Perú SAC.
- Sponsor: Empresa ZAMine Service Perú SAC.
- Desarrolladores: Autores de la presente tesis.

Establecimiento del proyecto

En esta etapa se determinan los recursos físicos y técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto. Las herramientas que utilizar son las siguientes:

- Tecnología: Unity 2017
- Librería: Vuforia 6.2
- Sistema operativo: Windows 10 - 64 bit
- Equipos: 2 Laptops con procesador 4 núcleos a más, 8 GB de RAM y con espacio mínimo disponible en Disco de 40GB
- Inicialización
- Configuración del Proyecto
- Arquitectura del proyecto

Tabla 1

Arquitectura del proyecto

Unidad	Descripción
Dispositivo móvil	Se encarga de mostrar la interfaz final al usuario, quien podrá navegar y ver información según los requerimientos establecidos
Servidor WEB "Apache"	Servidor principal del sistema, se encarga de suministrar la información necesaria de los diferentes usuarios a entrenar y visualizar las evaluaciones realizadas.
Servidor Base de datos MySQL	Sistema de administración y base de datos del sistema.
PC	Computadora o dispositivo móvil que permite acceder a la interfaz de administración.

Fuente: Elaboración propia.

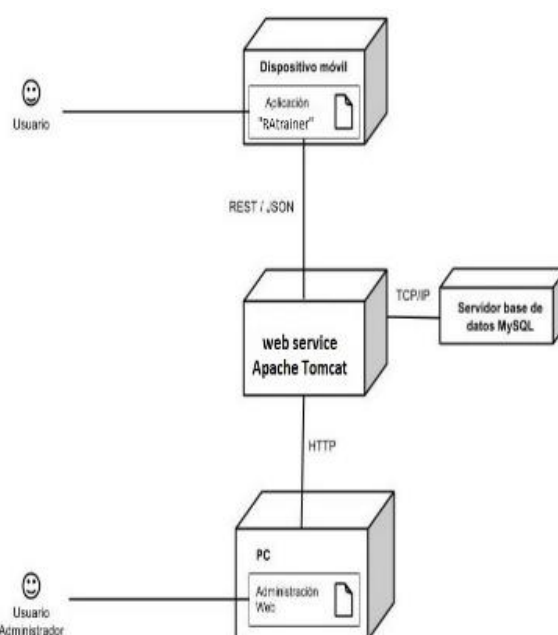


Figura 6

Diagrama de la Arquitectura del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Preparación de ambiente

Para la primera etapa de desarrollo debemos contar con lo siguiente:

- Laptop core i7 con 8gb ram con mouse inalámbrico.
- Licencia de unity 2017.1.1 64bits
- Descargar SDK de Unity y editor de código Monodevelop.
- Cargar el objeto 3D en formato fbx o .obj a Unity.
- Cargar los marcadores predefinidos en Unity.
- Ordenar el entorno de desarrollo de Unity (herramientas, carpetas, scripts, etc)
- Tener disponible material de apoyo de unity (páginas, libros, antecedentes, etc.).

Capacitación

Se organiza para que 2 veces a la semana el trabajo de desarrollo sea monitoreado por un asesor especializado en Unity, el cual nos capacita y nos guía en la elaboración del aplicativo AMoRA.

Plan de comunicación

Se utiliza diferentes canales de comunicación (correo, celular, video llamadas, etc.), y software especializados para un orden en la elaboración del presente proyecto de los cuales destaca.

- Google drive.
- Google Hangouts.
- GitHub Inc.
- Trello.

Historia de usuarios

A partir de los requerimientos funcionales se han desarrollado las historias de usuarios, utilizando como base las plantillas proporcionadas en la documentación de la metodología. A continuación, se detalla el formato utilizado, cuyos campos se definen a continuación:

1. En el campo ID: Se asigna un número identificador a la historia de usuario.
2. En el campo USUARIO: Se indica el nombre del usuario quien va a interactuar con el aplicativo ya terminado (técnico, capacitador y administrador).
3. En el campo NOMBRE DE HISTORIA: Se asigna un nombre a la historia, para poder reconocerlo en las tareas de las siguientes fases y al momento de implementar las funcionalidades en el aplicativo.
4. En el campo DIFICULTAD se describe el nivel de dificultad que representará para el equipo de desarrollo el implementar ese requerimiento. Se debe ingresar un estimado antes y después de la implementación del requerimiento. Los valores referenciales recomendados son Fácil, Moderado, Difícil.
5. El campo PRIORIDAD debe contener un valor que denote la importancia de este requerimiento para el proyecto. Este campo acepta valores referenciales recomendados de Baja, Normal y Alta.
6. En el campo TIPO se define qué tipo de actividad se va a describir en esta historia de usuario (Nuevo, Arreglo O Mejora).

Puede ser la implementación de un nuevo requerimiento, el arreglo o la mejora de un requerimiento ya implementado. Este valor varía dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto. En la fase inicial el tipo siempre se define como Nuevo.

7. En el campo INTERACCION ASIGNADA: Se indica el número de iteración correspondiente en la planificación de fases.
8. En el campo PROGRAMADOR RESPONSABLE: Se indica el nombre del desarrollador encargado de implementar las funcionalidades en el sistema.
9. El campo DESCRIPCIÓN: se describe la funcionalidad que se va a implementar en esta historia de usuario, así como los posibles escenarios de éxito y falla que puedan generarse. Esta descripción, según indican las buenas prácticas de las metodologías ágiles, debe ser lo más natural posible, sin ahondar en demasiados detalles técnicos.

Tabla 2

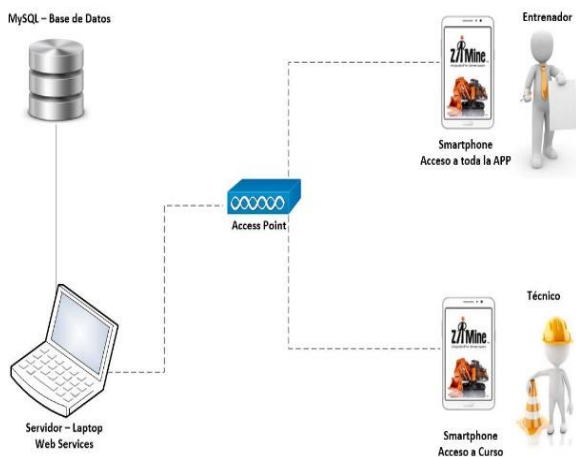
Historia de Usuario.

Historia de Usuario	
ID:	Usuario:
Nombre historia:	
Dificultad:	Prioridad:
Tipo:	Iteración asignada:
Programador responsable:	
Descripción:	
Observaciones:	
Fuente: Elaboración propia.	

Diseño General del Sistema

El diseño del sistema está orientada al entrenamiento, el artefacto tecnológico consta de 3 partes:

- a. Aplicación Móvil
- b. Servidor Web
- c. Servidor de Base de datos

**Figura 7**

Diseño general de la Aplicación Móvil

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se presenta el diseño general de la aplicación “AMoRA”, la cual se instalará en un smartphone con sistema operativo Android versión 4.1 o superior, el teléfono debe contar con acceso a internet pues la aplicación realizará consultas a través de un servicio web en la nube, de disponibilidad 24x7, hacia la base de datos intermedia de AMoRA.

ESQUEMA DE NAVEGABILIDAD

**Figura 8**

Flujo de Pantalla de la Aplicación

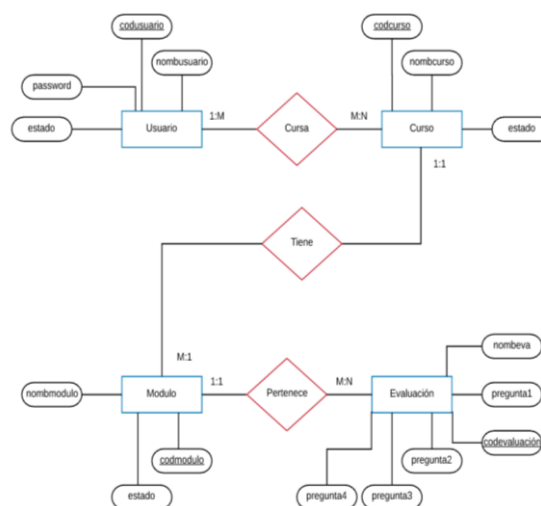
Fuente: Elaboración propia

PRODUCCIÓN

Modelo Relacional

A continuación, la figura 9 muestra el modelo entidad relación de base de datos necesario para realizar el almacenamiento de la

información de la aplicación móvil AMoRA, para su creación se tomó en cuenta los requerimientos, siendo muy estrictos con los nombres de los campos y tablas utilizadas; para asegure la integridad de los datos.

**Figura 9**

Modelo Relacional – Los autores

Fuente: Elaboración propia

Diccionario de datos

- Tabla Usuario; La tabla que almacena la información relacionada a los usuarios de la aplicación móvil AMoRA.
- Tabla Curso; La tabla almacena la información sobre los cursos de entrenamiento que contiene la aplicación móvil.
- Tabla Módulo; La tabla almacena la información sobre los módulos de cada curso de entrenamiento.
- Tabla Evaluación; La tabla almacena la información relacionada a las evaluaciones por cada curso.

Tarjetas de Historias de Usuario (Story Card)

El propósito de esta labor es generar el calendario y el contenido de la iteración para ejecutar. Los contenidos se definen en términos de tareas que son órdenes de trabajo a ser desarrolladas.

Tabla 3

Historia de Usuarios

ID	Historia	Prioridad (1-5)
H001	Start APP	4
H002	Selección de Entrenamiento	5
H003	Datos básicos de Equipo (RA)	5
H004	Ubicación de Componentes (RA)	5
H005	Reconocimiento de Partes (RA)	5
H006	Activación de Cámara	5
H007	Reconocimiento de Marcadores	4
H008	Realidad Aumentada	5
H009	Evaluación APP	4
H010	Servicio Web y Administración de Usuarios	4
H011	Navegación	3
H012	Inicio	3

Fuente: Elaboración propia.

Estabilización

La tarea principal fue comprobar la sincronización de la aplicación móvil y la base datos buscando solucionar errores de carga y deferencia de datos, además se realizó la integración los subsistemas más pequeños desarrollados del producto.

PRUEBAS**Criterios de Aprobación / Rechazo**

Errores Graves: Información crítica presentada erróneamente (marcadores mal definidos, no visualización de objeto 3D), información mal registrada en la base de datos, caídas de programas, incumplimiento de objetivos en funciones principales, etc.

Errores Medios (comunes): Errores en documentación de la app, errores en visualización de datos, incumplimiento de objetivos en funciones secundarias, caídas de programas auxiliares (Interfaces secundarias), etc.

Errores Leves: Retardo en interfaces, que el objeto 3D presente movimiento, la no

visualización de colores o logo de la app, errores de ortografía en pantallas, estética de campos, alineaciones etc.

Tabla 4

Criterios

ITEM	DESCRIPCION
001	Se aprobará el proyecto con un 100% de las pruebas ejecutadas, pero con un 90% de aceptación. Esto quiere decir el 90% de las pruebas deben ser exitosas y sin errores. El restante 10% pueden existir errores medios o bajos, pero no grave.
002	En caso de ocurrir que el proyecto no cumpla con el nivel exigido, el proyecto se rechaza completo en su etapa de aprobación.

Fuente: Elaboración propia

MÉTODOS Y MATERIALES

Métodos: Se utilizó: la Observación Directa, la revisión de documentos (en papel y digitalizados), y se conversó con los clientes del proceso.

Materiales: Se tomó como muestra para la investigación a 30 entrenamientos. Es una muestra homogénea, ya que pertenecen.

Se utiliza un tipo especial de investigación, diseñado por el investigador, que considera aspectos de los diseños experimentales y no experimentales. Se trata del Diseño Experimental Verdadero tipo Panel sin Grupo de Control, el cual se aplica y explica en detalle en la contratación de la hipótesis.

Ge O1 X O2

donde:

Ge: Grupo experimental conformado por el número representativo del proceso de Entrenamiento de Técnicos de Mantenimiento de Maquinaria Pesada.

O1: Son los valores de los indicadores de la variable dependiente en la Pre – Prueba.

X: Aplicación de Sistema Móvil de Realidad Aumentada.

O2: Son los Valores de los indicadores de la variable dependiente en la Post – Prueba (después de implementar la solución).

Descripción

Se trata de la conformación de un grupo experimental (Ge) conformado por un número representativo de proceso de Entrenamiento de Técnico de Mantenimiento de Maquinaria Pesada, a la cual a sus

indicadores de Pre-Prueba (O1), se le administrará un estímulo o tratamiento experimental, La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada como estímulo (X) para mejorar el problema de dicho proceso, luego se expresará que se obtenga (O2).

RESULTADOS

A continuación, se presentan las medias de los KPIs para la PrePrueba y PostPrueba: Resultados numéricos.

Tabla 5

Promedio de los indicadores de la Pre-Prueba y Post-Prueba.

Indicador	Pre-Prueba (media:x1)	Post-prueba (media:x2)	Comentario
I1: Tiempo para desarrollar una evaluación.	33min	12 min	
I2: Nivel de compensación de los técnicos de mantenimiento	Malo		
I3: Nivel de satisfacción de los técnicos de mantenimiento	Nada satisfecho		No contrastado indicado cualitativo
I4: Tiempo para revisar una evaluación	10 min	4min	
I5: Costo de entrenamiento de los técnicos de mantenimiento	\$ 15 291,57 a mas	\$ 14 087,60 a mas	

Fuente: Elaboración propia.

Indicador Tiempo para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento: KPI1

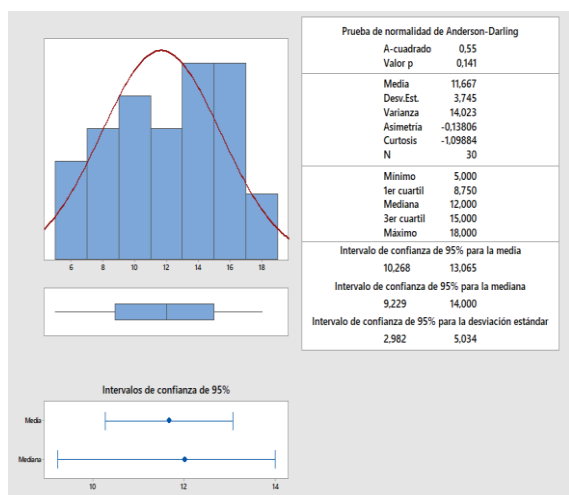
Pre - Prueba	Post-Prueba		
47	6	6	6
32	7	7	7
43	11	11	11
15	14	14	14
37	5	5	5
24	8	8	8
44	15	15	15
21	14	14	14
55	12	12	12
31	18	18	18
44	9	9	9
33	14	14	14
23	14	14	14
15	10	10	10
36	9	9	9
23	12	12	12
20	7	7	7
16	18	18	18
39	15	15	15
29	6	6	6
46	15	15	15
40	11	11	11
37	16	16	16
52	9	9	9
20	13	13	13
28	15	15	15
42	16	16	16
16	10	10	10
46	14	14	14
29	7	7	7
Promedio	32,7	11,67	
Meta Planteada		12,00	
N° menor al Promedio	14	16	30
N° menor al Promedio	46,67	53,33	100,00

El 46,67% de los para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento en la Post-Prueba fueron menores a su Tiempo Promedio.

El 53,33% de los para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento en la Post-Prueba fueron menores a la Meta Planteada.

El 100% de los Tiempos para desarrollar una evaluación en el Entrenamiento en la Post-Prueba fueron menores a su tiempo promedio en la Pre-Prueba.

Estadística Descriptiva

**Gráfica 1**

Informe de resumen de post-Prueba II:
Tiempo para desarrollar una evaluación.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos tienen un comportamiento normal debido a que el Valor p ($0,141 > \alpha$ ($0,05$)), son valores cercados, lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la Media y la Mediana se traslapan.

La distancia “promedio” de las observaciones individuales de los Tiempos para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento con respecto a la media de 3,745 días.

Alrededor del 95% de los minutos Tiempos para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 10,268 y 13,065 minutos exactos.

La Curtosis = -1,098 indica que hay valores de tiempos con picos muy bajos.

La Asimetría = -0,138 indica que la mayoría de los Tiempos para el desarrollo de Material para Entrenamiento son altos.

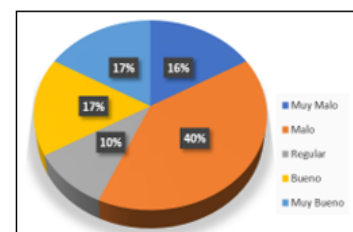
El 1er Cuartil ($Q1$) = 8,750 minutos indica que el 25% de los Tiempos para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento es menor que o igual a este valor.

El 3er Cuartil ($Q3$) = 15 minutos indica que el 75% de los Tiempos para el desarrollar una evaluación en el Entrenamiento es menor que o igual a este valor.

PRE- PRUEBA

Nro. Medición	1	2	3	4	5
Valor	Malo	Muy Malo	Muy Malo	Malo	Regular
6	7	8	9	10	
Muy bueno	Muy bueno	Malo	Bueno	Malo	
11	12	13	14	15	
Muy bueno	Muy Malo	Malo	Malo	Regular	
16	17	18	19	20	
Muy bueno	Muy Malo	Muy Malo	Regular	Bueno	
21	22	23	24	25	
Bueno	Malo	Muy bueno	Malo	Malo	
26	27	28	29	30	
Malo	Bueno	Bueno	Malo	Malo	

Estado	Frecuencia
Muy Malo	5
Malo	12
Regular	3
Bueno	5
Muy Bueno	5
Total	30

**Gráfica 2**

Nivel de Comprensión de los Técnicos de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

El 16% de las veces el Nivel de Comprensión fue catalogada como Muy Malo por los Técnicos.

El 40% de las veces el Nivel de Comprensión fue catalogada como Malo por los Técnicos. El 10% de las veces el Nivel de Comprensión fue catalogada como Regular por los Técnicos.

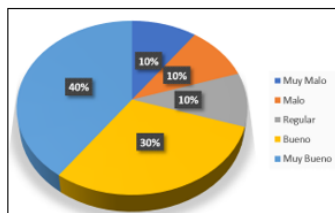
Se determina que el 17% de las veces el Nivel de Comprensión es Bueno.

Sólo el 17% de las veces el Nivel de Comprensión fue catalogada como Muy Bueno por los Técnicos.

POST- PRUEBA

Nro. Medición	1	2	3	4	5
Valor	Muy bueno	Bueno	Malo	Muy bueno	Regular
6	7	8	9	10	
Muy bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	
11	12	13	14	15	
Muy bueno	Malo	Bueno	Muy bueno	Bueno	
16	17	18	19	20	
Muy bueno	Bueno	Muy Malo	Bueno	Muy bueno	
21	22	23	24	25	
Muy Malo	Muy Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Malo	
26	27	28	29	30	
Bueno	Muy bueno	Regular	Muy Malo	Muy bueno	

Estado	Frecuencia
Muy Malo	3
Malo	3
Regular	3
Bueno	9
Muy Bueno	12
Total	30



Grafica 3

Nivel de Comprensión de los Técnicos de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

El 10% de las veces el Nivel de Compresión fue catalogada como Muy Malo por los Técnicos, el 10% de las veces el Nivel de Compresión fue catalogada como Malo por los Técnicos, el 10% de las veces el Nivel de Compresión fue catalogada como Regular por los Técnicos.

Se determina que el 30% de las veces el Nivel de Compresión es Bueno, sólo el 40% de las veces el Nivel de Compresión fue catalogada como Muy Bueno por los Técnicos.

DISCUSIÓN

Se ha logrado mejorar los valores de cada uno de los KPIs del proceso, la Realidad Aumentada en las aplicaciones móviles han probado que puede mejorar procesos de negocios en empresas de servicios, enfocarse en las causas (Xs) del problema, más que en las consecuencias, es el mejor estratégico para mejorar al mismo.

La herramienta Minitab es una excelente ayuda para procesar datos y mostrar información y gráficos que ayudan en gran medida a interpretar para proseguir con éxito la implementación de Six Sigma.

CONCLUSION

Se comprueba que, el uso de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada disminuyó el tiempo para el desarrollo de las evaluaciones de Técnicos de Mantenimiento de Maquinaria Pesada.

Se observa, que el uso de una Aplicación Móvil de Realidad Aumentada disminuyó el tiempo revisar las evaluaciones para el Entrenamiento de Técnicos de Maquinaria Pesada.

Es notorio, que el uso de una Aplicación Móvil de Realidad Aumentada incrementa el nivel de satisfacción de los Técnicos de Maquinaria Pesada, se aprecia, que el uso de una Aplicación Móvil de Realidad Aumentada incrementó el nivel de compresión de los Técnicos de Maquinaria Pesada.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa ZAMine Service Perú SAC. Por brindarnos la información necesaria para el desarrollo de esta tesis, a nuestras familias por el apoyo e incentivo al trabajo perseverante y no al fracaso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albaladejo, X. (22 de marzo de 2009). Proyectos Ágiles. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/2009/03/22/tecnica-agil-planificar-proyectos-dependientes-scrum/>
- Alvarez. (29 de junio de 2013). Realidad Aumentada. Obtenido de <https://es.slideshare.net/neonigma/android-radevfestsur>
- Andres, C. (2017). Extreme Programming Explained - Embrace Change. Extreme Programming, 1-5.
- Aurelio, M. (121). Roma. España.
- Barriga Arceo, F. D., & Hernández Rojas, G. (1999). Estrategias docentes para un

- aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva. México.
- Bayona, J. V. (2017). Capacitación minera y tipos de competencias laborales. Seguridad Minera, 1.
- Billinghamst. (2002). La tecnología de la Realidad Aumentada. HiLap NZ.
- Buenaventura Baron, M. O. (2014). Realidad aumentada como estrategia didáctica en curso de ciencias naturales de estudiantes de quinto grado de primaria de la institución educativa Campo Valdés. Colombia: Universidad de Medellín.
- Caballero Cabrera, V. G. (2014). Aplicación móvil basada en realidad aumentada para promocionar los principales atractivos turísticos y restaurantes calificados del centro histórico de Lima. Perú: Universidad San Martín de Porras.
- Cadeñanes, J. (2014). Realidad aumentada en libros digitales educativos y juegos interactivos. España: Universidad de Salamanca.
- Campaña Guzmán, A. I., & Escobar Bonilla, G. S. (2014). Diseño e implementación de una aplicación móvil que cumpla la función de Estación en Tierra para el monitoreo de UAV'S en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Repositorio Dspace, 01.
- Cancino, N. (29 de mayo de 2017). Presentación de Mobile – D. Obtenido de <https://nicolasacancino.wordpress.com/2014/04/25/presentacion-de-mobile-d/>
- Carlo, H. (7 de octubre de 2014). Hjcarlo. Obtenido de <https://hjcarlo.wordpress.com/2014/10/07/adiestrar-o-entrenar/>
- Catalan, A. (2011). Desarrollo de aplicaciones móviles – Curso Android (1ra Ed.). Guatemala: Maestros de la Web.
- Chacón, T. S. (2017). Rumbo Minero. Rumbo Minero, 51, 59, 62, 64, 66.
- Collao, D. (2011). Empezando en Unity 3D. España: Commons.
- Comunicación, R. (21 de abril de 2017). Royal Comunicación - Aplicaciones Móviles. Obtenido de <https://royalcomunicacion.com/aplicaciones-moviles/>
- Cuevas, J. C. (26 de marzo de 2011). Psicología y Empresa - Renovando empresas. Obtenido de <http://psicologiayempresa.com/conceptos-de-capacitacion-entrenamiento-y-educacion.html#nav-mobile>
- Da Vinci, L. (1519). Amboise.
- David Hernández, J. G. (2016). Metodología Para El Desarrollo De Aplicaciones Móviles “Mobile-D”. Mobile - D, 4-10.
- Díaz, C. H. (2016). Diseño y desarrollo de un sistema de interacción para su implementación en un aula de clase inteligente. EIA ISSN, 13, 95 – 109.
- Envato. (12 de Setiembre de 2016). EnvatoTuts. Obtenido de <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/introducing-augmented-reality-with-vuforia--cms-27160>
- Escala, J. (. (09 de mayo de 2017). Artículo Técnico. El éxito de Compañía Minera Antamina basado en un modelo de gestión de planeamiento integrado. Obtenido de <http://www.mineriaonline.com.pe/pag edeta.asp?idtipo=1&idpage=2907#>
- Gardey, J. P. (2012). Defenición.DE. Obtenido de <https://definicion.de/aprendizaje/>
- Glasser, W. (5 de noviembre de 2015). William Glasser y su teoría del aprendizaje. Obtenido de <http://blog.derrama.org.pe/william-glasser-y-su-teoria-para-mejorar-el-aprendizaje/>
- Grimaldo Botero, G. J. (2013). Desarrollo de aplicación móvil de apoyo a la plataforma web del observatorio "Monitoreo de variables físicas y fisiológicas en niños y adolescentes en edad escolar de Risalda". Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Guerrero, M. (29 de mayo de 2017). Metodología Mobile-D: Para desarrollos de aplicaciones móviles. Obtenido de

- <http://manuelguerrero.blogspot.es/1446543763/metodologia-mobile-d-para-desarrollos-de-aplicaciones-moviles/>
- Herrera, J. (mayo de 2009). Introducción al Mantenimiento Minero. Obtenido de http://oa.upm.es/10485/1/INTRODUCION_AL_MANTENIMIENTO_MINERO-090320.pdf
- IIMP. (09 de mayo de 2017). Minería 2017. Análisis del rol crítico de la exploración minera para la industria en Perú, dentro de un nutrido programa. Obtenido de <http://www.mineriaonline.com.pe/pag edeta.asp?idtipo=3&idpage=2940>
- Jesus Meneses, E. L. (2016). Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Laundon. (2012). Sistema de Información Gerencial. New York: Pearson, 6 – 9.
- López Ignacio., A. G. (2016). Realidad Aumentada. Herramienta de apoyo para ambientes educativos. Revista Iberoamericana de producción y gestión educativa, 04.
- Mapcity, P. y. (24 de junio de 2016). Convenio que permitirá localizar destinos y servicios turísticos. Obtenido de <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-promperu-y-mapcity-firman-convenio-permitira-localizar-destinos-y-servicios-turisticos-439615.aspx>.
- Mario Baudino, V. G.-C. (2012). Modelos de simulación: selección y reemplazo de equipos para proyectos mineros. XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 713.
- Megali, T. (2016). Realidad Aumentada del Estilo de Pokémon GO con Vuforia. Obtenido de <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/introducing-augmented-reality-with-vuforia--cms-27160>
- Mullen, T. (2012). Realidad Aumentada. Crea tus propias aplicaciones. España: Anaya Multimedia.
- Osler, W. (1847-1931). Canada.
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2008). Definición de entrenamiento. Obtenido de <https://definicion.de/entrenamiento/>
- Perú, Z. S. (13 de abril de 2017). Página Oficial de la Empresa. Obtenido de <http://www.zamineperu.com>
- Ramón Cózar, M. d. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. Digital Educación Review, 27.
- Saint-Eupery, A. d. (2014). El Principito.
- Salazar, I. (2013). Diseño e implementación de un sistema para información turística basado en realidad aumentada. Colombia: Universidad de Medellín.
- Szent-Gyorgyi, A. (1893). Massachusetts.
- Tamayo, G. S. (2017). Boletín estadístico del Sector Minero. Producción Minera Nacional, 13-18.
- Telefónica, F. (21 de abril de 2011). Una nueva Lente para ver el mundo. Obtenido de <http://www.fundaciontelefonica.com.pe/>
- Unity. (2016). Unity Technologies. Obtenido de <https://docs.unity3d.com/es/current/M anual/UnityManual.html>
- VIT. (2008). Obtenido de Agile Software Technologies Programme: <http://agile.vtt.fi/mobiled.html>