

# Escuela de Operación y Mantenimiento de Maquinaria de Obra Pública, Elevación y Transporte

## RESUMEN EJECUTIVO PROYECTO:

### “Adaptación del Software de Realidad Virtual a la PRL” Sectores Minería, Construcción e Industria



**AYUNTAMIENTO DE ERMUA**  
**ÁREA DE DESARROLLO LOCAL**

[www.ermua.es](http://www.ermua.es)





## **DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO:**

### **1. Título:**

**“Adaptación del Software de Realidad Virtual a la PRL”  
Sectores Minería, Construcción e Industria**

### **2. Autores:**

Investigador principal: Héctor Izaguirre Suso

Colaboradores:

- Sergio Gómez Ruiz
- Patricia De Anta Otero

### **3. Entidad subvencionada:**

Ayuntamiento de Ermua – Escuela de Operación y Mantenimiento de Maquinaria de Obra Pública, Minería, Elevación y Transporte.

### **4. Fechas de realización:**

Inicio en enero del año 2.013 y finalización del proyecto en noviembre del 2.013.

### **5. Palabras clave:**

Prevención de Riesgos Laborales - PRL

Excavadora

Pala cargadora

Camión Dumper

Metodología Didáctica

Operación

Realidad Aumentada

Simulación

Riesgo

Probabilidad

Consecuencias

Accidente de trabajo

Medidas de prevención y control



## **SINOPSIS:**

El proyecto “*Adaptación de software de Realidad Virtual a la PRL*”, consiste en la inclusión de las nuevas tecnologías de formación con representación de entornos de trabajo, mediante reproducciones de software basadas en Realidad Virtual y Realidad Aumentada, que permita una mejora de aquellas competencias básicas de los operadores de maquinaria con los procedimientos y técnicas operativas más usuales de las operaciones con maquinaria en su entorno de trabajo.

Existe un conjunto de software dedicado a la simulación de operación con maquinaria móvil y esta “Escuela de Maquinaria” lo utiliza habitualmente. Este software, de muy buenas características formativas, está enfocado a la interacción entre operario/a y máquina, para conocer y ampliar la operatividad individual del trabajador en el desarrollo de sus tareas.

Mediante este conjunto de software de Realidad Virtual se representa la operatividad de una Planta de Trabajo o Explotación de Beneficio completa, integrando la interacción entre los distintos tipos de maquinaria fija y móvil.

Los programas formativos de seguridad y prevención de riesgos laborales actuales, aún no incorporan en su metodología didáctica estos nuevos productos, fruto del desarrollo del software de realidad virtual, principalmente desarrollados en Alemania.

Considerando el avance de las nuevas tecnologías y su inclusión dentro del ámbito docente, ha sido tarea de esta “Escuela de Maquinaria” perteneciente al Área de Desarrollo Local del Ayuntamiento de Ermua, las siguientes actuaciones:

- › Recopilación del software de realidad virtual disponible y aplicable al sector de operaciones de movimiento de tierras con maquinaria.
- › Análisis de las tareas básicas a realizar con la maquinaria y elección de ejercicios representativos que fomenten el aprendizaje de los alumnos.



Para ello se aplican las exigencias formativas del itinerario minero aprobado mediante la resolución del 17 de febrero de 2011, por la que se regulan los itinerarios formativos alternativos, contenidos del temario y exámenes para la formación y acreditación de carnés de cualificación individual de maquinista minero de maquinaria fija y móvil.

- › Creación de secuencias correctas de operación con maquinaria mediante la utilización de software que permite la grabación del ejercicio realizado con un sistema de realidad virtual.
- › Adaptación de los contenidos y software a la metodología didáctica de formación de maquinaria móvil con el que poder desarrollar un programa formativo completo que incluya realidad virtual y aumentada, enseñanza del manejo correcto de la maquinaria, sus riesgos laborales, medidas preventivas aplicables, y formación teórica.
- › Testeo del producto desarrollado, en la “Escuela de maquinaria” y otras entidades interesadas.

La LPRL exige una formación adecuada del trabajador, desde un punto de vista operacional y preventivo, siendo una obligación para el empresario la formación de dicho trabajador.

Es por lo que, mediante esta integración de PRL en la enseñanza del manejo de la maquinaria móvil, se pretende armonizar ambas exigencias, facilitando y mejorando la enseñanza de dichos operadores.



## **METODOLOGÍA:**

La metodología didáctica persigue el mejor camino para lograr el aprendizaje, siempre buscando el método óptimo a emplear en cada situación. Dentro de la metodología didáctica se englobarían los métodos, recursos y formas de enseñanza que facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje, para lograr el éxito en la adquisición de los conocimientos y destrezas necesarias.

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, las realizadas han sido:

En primer lugar se ha tratado de conocer exhaustivamente la situación de la enseñanza, tanto a nivel nacional como internacional, en el manejo de maquinaria móvil. De este modo se ha definido el problema a tratar, las carencias formativas y cómo se puede mejorar la formación de los operadores.

En segundo lugar, se ha tratado de comprender el funcionamiento y la operación con maquinaria de movimiento de tierras, al igual que el análisis de accidentes frecuentes. Para ello, la utilización real de las máquinas, ha permitido adquirir un conocimiento concienzudo de las operaciones que se realizan y los riesgos posibles. Además de la amplia experiencia de la propia Escuela de Maquinaria en diversa maquinaria, se han consultado diferentes manuales de maquinaria de movimiento de tierras y extracción y experiencias profesionales con accidentes en el manejo de esta maquinaria.

El resultado de analizar esta información ha sido obtener conocimiento de las características específicas de las máquinas, las limitaciones propias en la ejecución de las tareas, el entorno de trabajo, las operaciones a desarrollar e información de accidentes frecuentes.

Para la estimación del riesgo se ha utilizado el Método del INSHT que tiene en cuenta, conjuntamente, gravedad (consecuencias) y probabilidad.



Una vez conocidos los riesgos y realizada su valoración, se determinan las medidas de prevención y protección adecuadas para evitarlos, teniendo en cuenta, como parte de la rutina del operario, cumplir todas estas medidas y la utilización de EPI.

Si bien, en cualquier proceso de trabajo se produce constantemente aprendizaje, generalmente no se produce de manera explícita, por lo que su aprovechamiento es bastante menor que cuando se establecen métodos y procedimientos que permitan sistematizar todo el proceso formativo; desde la identificación de las necesidades de aprendizaje individual u organizacional hasta la evaluación del desarrollo y resultados de la actividad o programa de actividades formativas.

La metodología didáctica ofrece diferentes técnicas a la hora de la enseñanza. Una de las técnicas más valiosas para este estudio son las técnicas de aprendizaje demostrativo. El aprendizaje por observación de una demostración, es de gran utilidad para alcanzar objetivos relacionados con la aplicación automatizada de procedimientos. Debe ir acompañada, para aumentar su efectividad, de la práctica del alumnado, así como de la demostración del camino erróneo, facilitando con ello la discriminación entre lo correcto de lo incorrecto. Parte siempre de la presentación por parte del/la profesor/a de ejemplos repetidos o prototipos en el campo de aplicación del proceso; convirtiéndose en asesor cuando el alumnado inicia la práctica individual.

En este caso, la simulación proporciona un aprendizaje de conocimientos y habilidades sobre situaciones prácticamente reales, favoreciendo un feedback casi inmediato de los resultados (robot, vídeo, informática, etc).

Utilizar esta técnica de aprendizaje que se basa en simular situaciones casi reales, proporciona al alumno un método con el que aprender de los errores en un entorno seguro, donde no existirán los mismos riesgos laborales a los que se podría enfrentar en una situación real. El alumno se introduce en el juego de simulación, captando su atención y de este modo aprenderá conductas correctas y seguras que podrá poner en práctica en la vida real, reduciendo así el peligro de su inexperiencia.



En cuanto a las fases del proyecto, se presentan en la siguiente tabla. Como se puede ver, se muestran las fechas reales con su duración..

Nº	Tarea	Hito	Título	Fecha	Naturaleza	Tipo
1	WP1	Coordinación	Informe Estado Inicial Documento Planificación	7-1-2013	INF INF	UIP UIP
2	WP2	Definición y Selección	Informe Adaptación	31-7-2013	INF	DRP
3	WP3	Investigación Desarrollo	PROT	22-11-2013	PROT	UPR

## **RESULTADOS:**



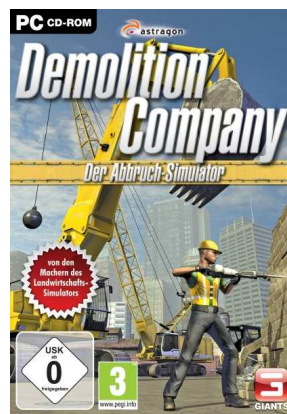
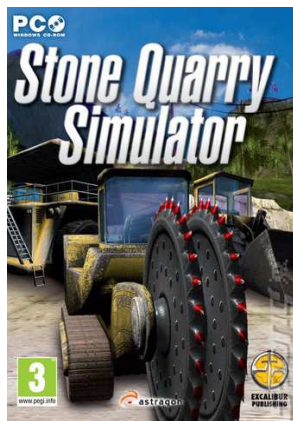
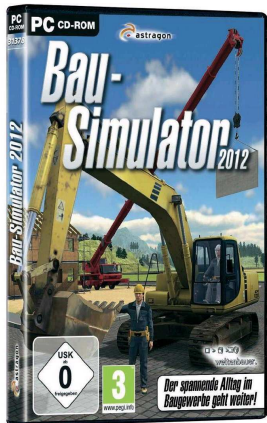
Selección del Programa formativo de Itinerario Minero de la dirección de energía y Minas del País Vasco, compuesto de los siguientes módulos:

- 1.1.1. Módulo MA2: Excavaciones y demoliciones, extraído del catálogo modular de cualificaciones profesionales del País vasco
- 1.1.2. RD 2014/1996, Módulo 3: Mantenimiento de las máquinas de excavación
- 1.1.3. ITC 02.1.02 «Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo»

Identificación de operaciones y sus riesgos asociados

**Adaptación del software de realidad virtual a la PRL.**  
**Sectores Minería construcción e industria**

Selección del Software de Realidad Virtual y Juegos asociados a la Programación Formativa y los riesgos inherentes al mismo



Realizar todas las Misiones de los Juegos y Seleccionar aquellas operaciones, que se desarrollarán en el tutorial.

Se ha desarrollado una plataforma de Hardware que incluye los mandos periféricos y el software correspondiente a los juegos de Realidad Virtual, para las presentaciones de las misiones, tutoriales de PRL y con todas las misiones superadas.

Durante el presente proyecto se han llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Existe una siniestralidad laboral alta en los sectores estudiados que es posible reducir en cierto modo mediante la aplicación directa y responsable de la PRL.
- ✓ Es conveniente mejorar la formación preventiva en estos sectores.
- ✓ La enseñanza conjunta del manejo de maquinaria para movimiento de tierras y extracción junto con PRL consigue concienciar a los trabajadores en la operación con maquinaria móvil de forma segura, ya que desde un primer momento, se equipara la importancia de realizar un trabajo de forma segura con la idea de realizar un trabajo de forma correcta.
- ✓ El operario identifica la ejecución de un buen trabajo con la realización de una tarea eficiente y considerando la PRL como parte de su labor diaria.





## **Comprende la interacción de una obra en su conjunto**

### **INTRODUCCIÓN**



### **PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

### **PROGRAMA FORMATIVO**

### **INSTRUCCIONES DEL SOFTWARE Y APLICACIÓN A LA ENSEÑANZA**

BAU Simulator  
Stone Quarry Simulator  
Demolition Simulator

### **TUTORIALES DE VIDEO CON EVALUACIÓN DE PRL (con y sin preguntas)**

BAU Simulator	- Misiones
Stone Quarry Simulator	- Trabajo en cantera
Demolition Simulator	- Accidentes
Farming Simulator	- Maniobras

### **SOFTWARE de juegos con misiones completadas**

BAU Simulator  
Stone Quarry Simulator  
Demolition Simulator  
Farming Simulator

### **HARDWARE**

CPU y pantalla  
Joystick SAITEK Cyborg  
raton



## **SIMULACION**

### *SOFTWARE*

Retroexcavadora de cadenas	HEX v.2	SIMLOG
Pala Cargadora		SIMLOG
DUMPER		SIMLOG
Retrocavadora Mixta de ruedas	Instituto Robótica de la Universidad de Valencia	
Retroexcavadora de ruedas	MARTAN	

### *HARWARE*

CPU y pantalla  
Joystik SAITEK Cyborg  
Raton Volante Logitech g27  
Pedales SIMLOG





## **PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:**

El proyecto surge de una necesidad de mejora de la seguridad y salud de los operadores de maquinaria móvil, de sectores con alta siniestralidad.

Tal y como exige la LPRL, el operador debe ser formado para desempeñar su puesto de trabajo. Con esta investigación se ha demostrado la posibilidad de integrar, simultáneamente en la enseñanza de operación de maquinaria móvil, la aplicación de buenas prácticas. En definitiva, se trata de formar profesionales aptos para realizar un trabajo de forma segura y eficiente.

Durante el desarrollo del proyecto se crearon tutoriales que recogen las operaciones a realizar creando una rutina de trabajo a seguir, para que la prevención esté siempre integrada en el desempeño de la actividad, y que los operarios puedan consultar en todo momento.

De igual modo, esta metodología será igualmente aplicable a otros sectores, y es por ello que la línea futura de investigación irá orientada al desarrollo de este método siendo la culminación de este proyecto, el desarrollo de un software para enseñanza, mediante simulación y realidad virtual y aumentada.

Con ello se pretende, además, la promoción del cumplimiento de la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales sobre esta materia, dando información sobre los problemas existentes y sus posibles soluciones.



## **CONCLUSIONES FINALES Y POSIBLES RECOMENDACIONES:**

- ✓ Debido a la actual necesidad de formación preventiva dentro de la enseñanza del manejo de la maquinaria móvil, se puede concluir que la utilización del sistema propuesto creará unas bases para facilitar la operación con maquinaria móvil de forma segura y eficiente.
- ✓ Es recomendable la introducción de este sistema en la metodología didáctica de operación y PRL de maquinaria en entornos de operación completos..
- ✓ De igual modo, es necesario para el desarrollo de un software, para el cual, esta Escuela cuenta con la colaboración del Laboratorio de Simulación Robótica de la Universidad de Valencia, para que la integración de este sistema sea total en la enseñanza del manejo de maquinaria maquinaria móvil.

## **DIFUSIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS:**

Para la difusión del proyecto se considerarán dos fases. Para una primera fase, en la que se desarrollará la investigación y la realización de fichas de trabajo, se difundirá la información mediante publicación interna restringida entre los colaboradores de la Escuela de Maquinaria como: OSALAN- Instituto de Seguridad y Salud Laborales, Fundación Laboral de la Construcción, Fundación Santa Bárbara o el Laboratorio de Simulación del Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia. Se realizará una difusión abierta mediante publicaciones en revistas entre otras. Además se mostrará a los institutos de formación reglada de Construcción, empezando por el Centro TEKNIKA de innovación para la formación profesional del País Vasco.

Posteriormente se presentará en la Comunidad de Cataluña a los centros formativos de movimiento de Tierras.

En una segunda fase, en la que se desarrollaría un software futuro para simular las condiciones reales de operación y posterior distribución en empresas privadas y/o entidades formadoras que pudieran hacer uso de esta herramienta, para mejorar la calidad de trabajo de los operadores desde un punto de vista de la seguridad laboral.