

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

La realidad virtual como herramienta de capacitación de alto impacto en seguridad industrial en el sector de la construcción

Sistematización de Experiencias y prácticas de investigación

**Inti José Burga Amaguaña
Willy Giovanni Lema Maigua**

Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 14 de mayo de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**La realidad virtual como herramienta de capacitación de alto impacto en
seguridad industrial en el sector de la construcción**

Inti José Burga Amaguaña

Willy Giovanni Lema Maigua

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Pablo F. Dávila, PH. D

Firma del profesor

Quito, 14 de mayo de 2019

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Inti José Burga Amaguaña

Código: 00112093

Cédula de Identidad: 1003794862

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Willy Giovanni Lema Maigua

Código: 00112262

Cédula de Identidad: 1002504163

Lugar y fecha: Quito, 14 de mayo de 2019

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado a este momento tan importante de mi vida. A mis padres que día a día trabajan sin descanso para darme una educación de calidad y gracias a su amor y confianza supieron guiarme en el camino de la vida. A mi mamita Rosario que ya no está conmigo, pero me dejó grandes enseñanzas y lecciones de vida para ser una mejor persona en la vida, siempre la llevaré en mi corazón. A mis hermanos menores que siguen mis pasos alcanzando nuevas metas, inspirándoles sentimientos de confianza y dedicación. A mi novia quien me acompañó en cada etapa del desarrollo de este documento, y supo darme fuerzas y ánimos con ternura y comprensión. A toda mi familia y amistades que me acompañaron desde los inicios de mi etapa universitaria.

Especialmente quiero agradecer a mi tutor Pablo Dávila por la paciencia y dedicación en la realización de este trabajo en su exigencia y su incansable búsqueda de perfección, que así ha permitido este documento sea de calidad. A todos mis profesores que día a día han ido cincelandando el saber en mi mente y mi corazón. A mi compañero tesista, uno de mis mejores amigos con quien emprendí este rumbo desde los primeros años del colegio. Por último, quiero agradecer al departamento de Ingeniería Industrial por permitirme el uso de los laboratorios para la realización de este estudio que se permanecerá no solo en beneficio de los estudiantes y profesores, sino de todos quienes deseen enriquecerse del saber y conocimiento.

Inti José Burga Amaguaña

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

El presente trabajo va dedicado a Dios en primer lugar por haberme bendecido con vida y salud para haber llegado a este momento, así como también por la fuerza, motivación y conocimiento para poder finalizar uno los proyectos y metas más importantes de mi vida como lo es mi graduación. Dedico también este trabajo a mi familia, mi más grande tesoro, por todo su cariño, apoyo, comprensión y consejos en los buenos y malos momentos. De manera especial y particular a mi papá José, mi mamá Lucila, mi hermano Marcelo, mi hermanita Nayeli, mi Tía Milita, mi abuelita Michimamita, mi abuelito José, mi abuelito Antonio que ahora nos cuida desde el cielo y otros familiares que, aunque no los nombro siguen siendo importantísimos para mí.

Agradezco a la Universidad San Francisco de Quito y al Programa de Diversidad Étnica por permitirme superar obstáculos y poder realizar mis estudios superiores en la Institución, así también como brindarme la oportunidad de conocer nuevos horizontes, lugares y personas que me ayudaron en mi crecimiento integral y convencerme de que “Si lo puedo hacer aquí, lo puedo hacer en cualquier lugar”.

Agradecer de manera especial también a Pablo Dávila, mi tutor de Tesis y amigo, quien desde un inicio nos acompañó, guió y nos motivó a realizar un trabajo de verdadera calidad. Agradecer también a mi compañero de Tesis, compañero de tantas batallas académicas. Con este grupo de colegas y excelentes personas realizamos un excelente trabajo.

Hay varias personas las cuales tal vez no se mencionan aquí, pero que compartieron conmigo varios momentos en este caminar. Por esos momentos de llantos, risas, camaradería, momentos de fracasos, triunfos o simplemente compañía. Gracias a todos ellos.

Willy Giovanni Lema Maigua

RESUMEN

La capacitación en seguridad industrial en las empresas suele estar limitada por una serie de factores como necesidades operativas, tiempo disponible, límites de espacio y personal, entre otros. A pesar de que muchas empresas hacen esfuerzos e inversiones considerables para mejorar la seguridad industrial a través de charlas, entrenamiento, simulacros y equipamiento, los accidentes laborales mantienen altos niveles. Una de las causas de estos accidentes, es la forma cómo las empresas aplican las capacitaciones necesarias para mejorar el ambiente laboral, mismas que no han demostrado resultados completamente satisfactorios o mejoras considerables. El presente estudio compara empíricamente dos formas de capacitación, una tradicional y clásica, versus una con Realidad Virtual (RV), la cual se proyecta como una alternativa a los métodos tradicionales de entrenamiento y capacitación presenciales en seguridad, que son comúnmente usados para este tipo de actividades. La RV como herramienta de capacitación, enfocada a la simulación y recreación de riesgos laborales, busca una reducción de los accidentes laborales involucrando un sistema que es posiblemente más fácil de implementar, y puede ofrecer una forma más apropiada y segura de exponer a los trabajadores a situaciones de riesgo dentro de un entorno controlado, lo cual ofrecería mejores resultados que una capacitación tradicional, logrando así entornos laborales más seguros. La capacitación en seguridad, usando tecnología de RV podría tener beneficios y ventajas sobre los métodos tradicionales.

Palabras clave: realidad virtual, factores de riesgo, seguridad industrial, riesgo, salud ocupacional.

ABSTRACT

Training in industrial safety in companies is usually limited by a series of factors such as operational needs, available time, space and personnel limits, among others. Although many companies make considerable efforts and investments to improve industrial safety through lectures, training, drills and equipment, workplace accidents maintain high levels. One of the causes of these accidents is the way companies apply the necessary training to improve the work environment, which have not shown completely satisfactory results or considerable improvements. This study empirically compares two forms of training, one traditional and classical, versus one with Virtual Reality (VR), which is projected as an alternative to traditional face-to-face training in safety, which is commonly used for this type of activities. VR as a training tool, focused on the simulation and recreation of occupational risks, seeks a reduction of work accidents involving a system that is possibly easier to implement, and can offer a more appropriate and safer way to expose workers to risk situations in a controlled environment, which would offer better results than traditional training, thus achieving safer work environments. Safety training using VR technology could have benefits and advantages over traditional methods.

Key words: virtual reality, risk factors, industrial safety, risk, occupational health

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	11
Contexto histórico legal	11
Antecedentes	12
Justificación	12
Objetivos	12
Marco teórico	12
Metodología	13
Desarrollo del estudio	15
Conclusiones	20
Recomendaciones	21
ANEXOS	
ANEXO 1: Estimación del nivel de riesgo de acuerdo con su probabilidad esperada y sus consecuencias.....	22
ANEXO 2: Valoración de los niveles de riesgo, acción y temporización	22
ANEXO 3: FODA Plan de capacitación en seguridad y salud ocupacional en la construcción.....	22
ANEXO 4: Diseño del plan de capacitación (Método tradicional)	22
ANEXO 5: Diseño del plan de capacitación (Método de realidad virtual).....	22
ANEXO 6: Tasa anual de incidencia de los accidentes de trabajo por grupo de edad (2009-2016)	23
ANEXO 7: Cuestionario de evaluación a las herramientas de realidad virtual	23
ANEXO 8: Exámenes de evaluación de conocimientos en riesgos laborales para el sector de la construcción	24
ANEXO 9: Matriz de Diseño Experimental (Aleatorización)	25
ANEXO 10: Criterios de evaluación para experiencia virtual (Módulo 1 - White Card)	26
ANEXO 11: Criterios de evaluación para experiencia virtual (Módulo 1 - Fire Safety).....	26
ANEXO 12: Proyección de costos capacitación Tradicional (5 años).....	26
ANEXO 13: Proyección de costos capacitación RV (5 años).....	26
ANEXO 14: Diferencias porcentuales entre los métodos de capacitación	27
ANEXO 15: Manual Instructor	27
Referencias bibliográficas	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1 – Resumen de riesgos a simular	14
Tabla2 – Descripción de softwares de simulación RV utilizados en el estudio	14
Tabla3 – Resultados globales de los métodos de capacitación	16
Tabla4 – Estadísticas descriptivas. Habilidades desarrolladas del módulo 1	19
Tabla 5 – Escala hedónica de 5 puntos.....	19
Tabla6 – Estadísticas descriptivas por reactivo del cuestionario de satisfacción	19
Tabla7 – Estadísticas descriptivas al nivel de conocimiento adquirido	19
Tabla8 – Costos con capacitación tradicional	20
Tabla9 – Costos con capacitación RV	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Riesgos más comunes en la construcción	13
Fig. 2 - Resultados de exposición previa a un medio informático	15
Fig. 3 - Resultados pregunta 3 y 4 cuestionario de ambientación	16
Fig. 4 - Resultados pregunta 5 y 6 cuestionario de ambientación	16
Fig. 5- Resultados pregunta 7 cuestionario de ambientación	16
Fig. 6 - Diferencias porcentuales entre las calificaciones obtenidas por cada estudiante en el método tradicional y el método RV (Módulo 1- White Card)	17
Fig. 7 - Diferencias porcentuales entre las calificaciones obtenidas por cada estudiante en el método tradicional y el método RV (Módulo 2 – Fire Safety).....	17
Fig. 8 - Estadísticas gráficas y prueba de normalidad para los dos métodos de capacitación (Módulo 1 - White Card)	17
Fig. 9- Resultados de la Prueba t-student pareada entre los dos métodos de capacitación (Módulo 1 - White Card)	18
Fig. 10 - Estadísticas gráficas y de prueba de normalidad para los dos métodos de capacitación (Módulo 2 - Fire Safety)	18
Fig. 11 - Resultados de la prueba t-student pareada entre los dos métodos de capacitación (Módulo 2 - Fire Safety)	18
Fig. 12 - Calificaciones grupales a las habilidades desarrolladas en prevención de riesgos en la construcción (Módulo 1 - White Card)	18
Fig. 13 - Resultados Pregunta 8 - Importancia en Formación en materia de seguridad industrial	19
Fig. 14 - Nivel de conocimiento antes y después de la capacitación (Tema prevención de riesgos en construcción)	19
Fig. 15 - Resultados Pregunta 16 - Interés en seguridad contra accidentes después del entrenamiento RV.....	20



Artículo Original

La realidad virtual como herramienta de capacitación de alto impacto en seguridad industrial en el sector de la construcción.

I.J. Burga¹, W.G. Lema², P.F. Dávila³

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

article info

Article history:

Received 14 May 2019

Received in revised form

14 May 2019

Available online 14 May 2020

Keywords:

Risk Factors

Virtual Reality

Security

Occupational Health

abstract

Background: La capacitación en seguridad industrial en las empresas suele estar limitada por una serie de factores como necesidades operativas, tiempo disponible, límites de espacio y personal, entre otros. A pesar de que muchas empresas hacen esfuerzos e inversiones considerables para mejorar la seguridad industrial a través de charlas, entrenamiento, simulacros y equipamiento, los accidentes laborales mantienen altos niveles. Una de las causas de estos accidentes, es la forma cómo las empresas aplican las capacitaciones necesarias para mejorar el ambiente laboral, mismas que no han demostrado resultados completamente satisfactorios o mejoras considerables. El presente estudio compara empíricamente dos formas de capacitación, una tradicional y clásica, versus una con Realidad Virtual (RV), la cual se proyecta como una alternativa a los métodos tradicionales de entrenamiento y capacitación presenciales en seguridad, que son comúnmente usados para este tipo de actividades. La RV como herramienta de capacitación, enfocada a la simulación y recreación de riesgos laborales, busca una reducción de los accidentes laborales involucrando un sistema que es posiblemente más fácil de implementar, y puede ofrecer una forma más apropiada y segura de exponer a los trabajadores a situaciones de riesgo dentro de un entorno controlado, lo cual ofrecería mejores resultados que una capacitación tradicional, logrando así entornos laborales más seguros. La capacitación en seguridad, usando tecnología de RV podría tener beneficios y ventajas sobre los métodos tradicionales.

1. Introducción

Cada quince segundos, aproximadamente 153 trabajadores tienen un accidente laboral, y cada día aproximadamente 6300 personas mueren a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo (OIT, s.f.). Para lograr que estos índices se mantengan o sigan en crecimiento, la capacitación en seguridad industrial es una importante estrategia dirigida a promover la seguridad de los trabajadores para motivar la prevención y el control de riesgos para disminuir los índices de accidentalidad laboral (OMS, 1995). En Ecuador, las leyes y regulaciones obligan a que las empresas cuenten con un sistema de prevención de accidentes y enfermedades profesionales que, a partir del control de riesgos permita laborar a las personas en un ambiente seguro (Hernández, 2016). En el inciso 9 del artículo 11 del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ecuador (Ministerio del Trabajo, 1986), se indica que es obligación de los empleadores instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo, la forma y métodos para prevenirlos.

El sistema actual de capacitaciones en seguridad industrial se basa en métodos tradicionales con cursos y charlas principalmente teóricos o simulacros en ambientes altamente controlados que el trabajador recibe o realiza, frecuentemente como parte de un trámite (ya sea legal o por cumplir una normativa) (Samaniego & Loaiza, 2014).

Frente a esta situación, surge la pregunta si es que metodologías modernas de capacitación en seguridad industrial, pudieran lograr de una manera más efectiva el propósito de crear ambientes laborales más seguros, incluso logrando un uso reducido de recursos, espacio y tiempo en comparación a métodos tradicionales. Tal es el caso de la Realidad Virtual (RV), tecnología que simula electrónicamente ambientes de todo tipo y que puede ser aplicada para capacitaciones en seguridad industrial.

2. Contexto Histórico Legal

El sector de la construcción en el Ecuador representa a la industria con el segundo mayor índice de crecimiento (9%) solamente detrás del sector de Seguridad y Defensa con el (14%). Esto se puede deber en gran parte al aumento de la inversión pública presente recientemente. Además, según, la Cámara de la Industria de la Construcción, este sector crea de manera directa 500.000 empleos, es decir el 8% del empleo total nacional. (ESPOL, 2016)

* Autor correspondiente. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

* Emails: davidchocbi@hotmail.com (I.J. Burga), willy.lm@hotmail.com (W.G. Lema)

Este mismo sector, destaca por la numerosa cantidad de accidentes laborales que se producen, así como también las tasas de mortalidad reportadas cada año. Entre los años 2006-2008, el 16% de los accidentes mortales correspondían al sector de la construcción., y el 13% de los accidentes graves. (Torres, 2017)

En Ecuador se cuenta con un Reglamento de Seguridad y Salud de Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente aprobado en 1986 así como también el Reglamento de Seguridad y Salud para la construcción de Obras públicas aprobado en 2008 como normativas con el fin de exigir a las industrias planes de prevención y mejoramiento de ambientes laborales. (IESS, 2016)

A pesar de esta normativa, no se ha dado una mejoría marcada con los problemas de accidentabilidad (Ordoñez & Garcés, 2017). En 2014 se reportó 99.7 accidentes de trabajo por cada 10 000 trabajadores afiliados. Durante el 2015, 115.7 accidentes de trabajo por cada 10 000 trabajadores afiliados y en el año 2016 se reportaron 64.9 accidentes de trabajo por cada 10 000 trabajadores afiliados. (Gómez, 2017)

3. Antecedentes

Las capacitaciones con métodos tradicionales suelen ser las más comunes en el campo de la construcción. En un estudio realizado en el sector constructor de la ciudad de Bucaramanga, Colombia, se demostró la efectividad de las capacitaciones desarrolladas mediante un método de enseñanza tradicional basada en instrucciones teóricas (López, 2017) y el impacto que pueden tener los aspectos operativos de la ejecución de la capacitación tales como la intensidad horaria, periodicidad, metodologías, ambientes de aprendizaje, etc. (López, 2017).

Aun así, este tipo de enseñanza tradicional posee limitaciones en alcance, logística, tiempo de implementación, entre otros. Frente a esto y basados en la necesidad de mejorar la seguridad en la industria para los trabajadores, se ha buscado adoptar el uso de nuevas herramientas tecnológicas para el mejoramiento progresivo de los programas de capacitación. Una posible solución frente a esta problemática es el uso de la realidad virtual como una alternativa diferente a los programas de capacitación tradicionales en temas de entrenamiento en seguridad industrial.

La implantación de la tecnología de realidad virtual no solamente se enfoca en la capacitación de comportamiento en ambientes simulados de situaciones riesgosas sino también se centra en atacar a las causas de actos inseguros, es decir, buscar desarrollar habilidades cognitivas de respuesta de los operadores modeladas bajo el concepto de toma de decisiones que ayuden a mejorar los índices de seguridad ocupacional de los trabajadores de este campo y otros similares. (González et al., 2016)

El presente trabajo se enfoca en el uso de herramientas RV para capacitación y entrenamiento en materia de prevención de riesgos laborales dentro del sector de la construcción, esto se debe a que este es uno de los sectores más accidentados debido a la complejidad de sus trabajos (García, 2015), y a la escasa o nula capacitación en temas de seguridad por parte de los empleadores, que es una de las principales causas de accidentes laborales. (Gómez, 2017)

4. Justificación

En el campo de la construcción, realizar capacitaciones en seguridad de manera práctica puede representar costoso (por ej. Por materiales, espacio y tiempo). Además, el realizar estas actividades puede implicar riesgos de todo tipo para los trabajadores.

En términos de aprendizaje, el uso de métodos tradicionales no resulta ser tan efectivo ya que los trabajadores tienden a recibir las instrucciones teóricas, y el conocimiento adquirido no es duradero, sino hasta la práctica donde estos conocimientos van consolidándose.

El estudio buscar probar que mediante el uso de tecnologías de RV se puede aportar soluciones a estos problemas y ofrecer mejores formas de capacitación en seguridad industrial.

5. Objetivos

Objetivos Generales

- Demostrar que la realidad virtual es una herramienta de capacitación de alto impacto en la formación de seguridad industrial.
- Comparar la efectividad de las capacitaciones tradicionales frente a un método de capacitación con RV mediante pruebas y escenarios RV para el mejoramiento en conocimientos y habilidades en materia de prevención de riesgos laborales.

Objetivos Específicos

- Desarrollar un programa de capacitación tradicional y de RV para establecer parámetros de medición para ambos métodos.
- Evaluar el programa de capacitación mediante el uso de encuestas realizadas a los participantes del estudio.
- Proponer un manual de uso de cada uno de los simuladores de realidad virtual para su posterior uso en futuros estudios en RV y temas de seguridad en el campo de la construcción.

6. Marco Teórico.

Rodríguez, D. (2014) menciona que: “La Capacitación en seguridad y salud en el trabajo, es una actividad sistemática, planificada y permanente, cuyo propósito es promover mecanismos de prevención, es un proceso participativo que involucra a toda la comunidad trabajadora” Para lograrlo, existen diferentes métodos, entre los tradicionales están conferencias, presentaciones, videos, estudio de casos y pruebas teóricas, entre otros. Otros métodos pueden ser de capacitación diferencial, como es el caso de cursos en línea de entidades como la OSHA, que es interactiva y la más utilizada en la actualidad, además de otros métodos más dinámicos y diferenciales como la realidad virtual (RV). (Xie et al., 2006)

Capacitación Tradicional y Capacitación Virtual

Capacitación Tradicional, es el aprendizaje en el aula, visto como centro del profesor y estático. El aprendizaje se lleva a cabo con la participación de toda la clase, y se lleva a cabo en el aula y en la escuela. El instructor conduce la lección de acuerdo con el programa de estudios y el plan de estudios. Además, el instructor dicta la estructura de la lección y la división del tiempo. (Rashty, 2013)

Burdea y Coiffet señalan que la capacitación con realidad virtual proporciona beneficios para la capacitación que están limitados en la instrucción tradicional. Por ejemplo, la realidad virtual es ideal para entrenamientos peligrosos sin riesgo, permite la visualización desde diferentes perspectivas, muchas de ellas inaccesibles en entornos reales, permite la visualización virtual de equipos, el diseño interactivo permite el aprendizaje activo, proporciona a los alumnos la sensación de control ya que pueden repetir una lección. Cuantas veces lo necesiten y avancen a su propio ritmo. Además, los entornos de animación en 3D interactivos suelen ser más atractivos que la fotografía manual para los alumnos y esto desempeña un papel positivo en el aprendizaje.

Evaluación de las Capacitaciones

Para evaluar la efectividad de las capacitaciones, existen distintas formas. Para los programas de formación tradicional en seguridad industrial, Moreno (2014) propone un modelo para la evaluación de las acciones de capacitación. Este modelo se relaciona a los criterios de evaluación de programas de capacitación de Kirkpatrick (2006) y se conforma por:

Evaluación de reacción, para lograr el aprendizaje, los participantes deben reaccionar favorablemente hacia la capacitación con interés, atención y motivación. Se mide cuán satisfechos se encuentran los participantes con los aspectos de la metodología usada.

Evaluación de aprendizaje, mide el grado en que las técnicas, modelos, principios y habilidades han sido adquiridos por el participante. Generalmente administran pruebas escritas para determinar lo que han aprendido los participantes.

Evaluación de transferencia, mide el cambio conductual y el grado en que los conocimientos, habilidades y actitudes aprendidos en la acción de capacitación, han sido transferidos a un mejor desempeño en el puesto de trabajo en un mediano y largo plazos.

Evaluación de impacto, se enfoca en los resultados que se obtienen luego de la aplicación de la capacitación y permite determinar en qué medida se modificó el desempeño de los indicadores de gestión institucional involucrados a partir de ésta. Evalúa el antes y el después de la capacitación y busca identificar los beneficios tangibles producto de los recursos usados en capacitación.

Evaluar la capacitación y su efectividad, es un proceso que permite emitir juicios respecto de uno o más atributos de la capacitación (por ej. Satisfacción de uso, aprendizaje, efectividad, relevancia, transferencia, impacto, entre otras). Para esto, es necesario recopilar información mediante pruebas, entrevistas y observaciones.

Comparación de metodologías de capacitación

Según Ostrowsky, 2013, existen criterios son consideraciones que un capacitador puede tener en cuenta al elegir los métodos de capacitación. Basándose en estos criterios, los métodos de entrenamiento pueden compararse entre sí, lo que resulta en una guía para seleccionar métodos de entrenamiento, entre ellos:

Modalidad de aprendizaje. La modalidad de aprendizaje se refiere al método de comunicación mediante el cual el contenido de la capacitación se transmite a los alumnos. Las tres modalidades de aprendizaje son: aprender haciendo, aprender viendo y aprender escuchando

Entorno de formación. El entorno de formación se refiere al entorno en el que se lleva a cabo la formación. Un entorno natural se refiere al entorno de trabajo real. Un entorno concurrencido se refiere a un entorno de capacitación que se crea específicamente para la capacitación y no se asemeja al entorno de trabajo, mientras que se crea un entorno simulado pero el objetivo es simular el entorno de trabajo natural.

Presencia del entrenador. Klein, Noe y Wang (2006) mencionan que: "el instructor "puede ser una persona o instrucciones que se pueden entregar sin ningún tipo de interacción humana. . . otros medios de instrucción". La presencia de un capacitador es un criterio importante cuando se considera qué método de capacitación usar, ya que la tecnología permite que se entregue más y más contenido de capacitación sin un capacitador.

Proximidad. La proximidad se refiere a la localidad del capacitador y los aprendices. En este caso, la capacitación puede realizarse cara a cara o a distancia. Como sostienen Van Noord y Peterson (2010), "el aprendizaje en línea ya no es una novedad, ahora es un componente aceptado, incluso esperado, del desarrollo profesional".

Nivel de interacción. El nivel de interacción se refiere a la cantidad relativa de interacción entre el capacitador y el aprendiz y entre los aprendices. Se cree que el aprendizaje es una experiencia sociocultural que requiere la interacción social para lograr un aprendizaje [profesional] efectivo (Webster-Wright, 2009). Se usa una escala básica para describir el grado de interacción esperado en cada método de capacitación: interactivo, algo interactivo, y no interactivo. Una excepción a tener en cuenta es con el método de estudio de caso, que calificamos como variable.

Consideraciones de costo. El criterio de consideraciones de costo identifica cuáles son los gastos más importantes asociados con cada método de capacitación en particular, así como si los gastos son iniciales o continuos. Las consideraciones de costo se identifican como bajas, moderadas o altas.

Un descriptor bajo incluye aquellos métodos en los que los únicos costos de capacitación específicos son el costo del capacitador, un descriptor moderado involucra métodos en los que se requiere el costo de un espacio de capacitación además del costo del capacitador, y el alto involucra al capacitador y el equipo costos (incluyendo la compra / alquiler de equipos, mantenimiento y mejoras).

El tiempo. Las demandas de tiempo se refieren al compromiso de tiempo requerido de los alumnos. Esta es una consideración importante porque la

duración puede afectar la participación de los aprendices y de la organización. Este criterio aborda las consideraciones de si el método de capacitación requiere participación continua o no, y si el tiempo dedicado a participar en la capacitación es flexible o fijo.

7. Metodología.

El objetivo de esta tesis fue caracterizar la efectividad de la aplicación de un plan de capacitación basado en VR para personas que deseen formarse en seguridad industrial. Esto se fijó al abordar una revisión sistemática de la literatura con relación a la efectividad de la aplicación de capacitación VR para mejorar el aprendizaje. El presente estudio está conformado por seis fases:

Fase I: Análisis de la problemática.

En esta fase se realizará la selección y evaluación de los escenarios de riesgos a ser simulados. Después se obtuvo las matrices de riesgo que permiten saber de qué manera y cómo actuar frente a los posibles riesgos en los escenarios planteados (modelo de gestión de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSH). En los Anexos 1 y 2 se puede observar las fases del modelo INSH para la correcta identificación de los riesgos de este, su valoración y una propuesta adecuada las medidas de control para dichos casos.

1.1 Selección de escenario

El escenario trata de los accidentes más comunes dentro del sector de la construcción. García (2015), menciona que: "El sector de la construcción es uno de los más accidentados debido a la complejidad de sus trabajos y la diversificación de sus operarios, la mano de obra es vulnerable y a la vez necesaria". Según el IESS (2016), gran parte del porcentaje (entre el 50% y 60%) de los accidentes graves y mortales se producen en el sector de la construcción, seguido del sector industrial, servicios y agrario.

Según el Ministerio de Relaciones Laborales, 2012, los riesgos más comunes que existen en el sector de la construcción son los siguientes:

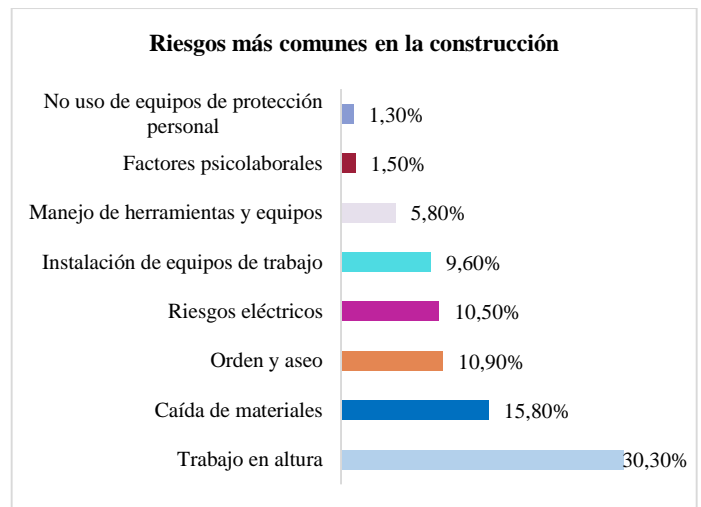


Figura 1. Riesgos más comunes en la construcción. Fuente: Ministerio de Relaciones Laborales.

1.2 Aplicación del Modelo de Gestión de Riesgos

Se toma como referencia a la Figura 1 para considerar los riesgos que aparecerán en el escenario a simularse, y mediante la aplicación del Modelo de Gestión de Riesgos INSH, se puede asignar una estimación, valoración y control adecuado a cada uno de ellos, tal como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de riesgos a simular. Metodología INSHT.

Identificación	Estimación	Valoración	Control
Trabajos en altura	Alta & E.D.	Riesgo Intolerable	Asegurarse el uso de EPP, línea de vida, barreras, señales y un adecuado seguimiento.
Caída de materiales	Alta & D	Riesgo Importante	Uso de EPP, orden y limpieza. Designar área para objetos.
Orden y aseo	Media & D	Riesgo Moderado	Mantener en lo más posibles sitios de trabajo.
Riesgos eléctricos	Alta & D	Riesgo Importante	Evitar escenarios de electrocución. Aislamiento
Incendios	Media & E.D.	Riesgo Importante	Uso de implementos y técnicas contra incendios.
Instalación de equipos	Alta & D	Riesgo Importante	Uso adecuado de EPP, uso de barreras, señales.
Manejo de herramientas	Alta & LD	Riesgo Moderado	Uso de EPP, orden y limpieza del lugar para herramientas. Evitar distracciones
Atrapamientos	Alta & ED	Riesgo Intolerable	Paro de emergencia, aplicación de primeros auxilios, mantener distancias entre hombre y máquina, evitar distracciones.
Uso de EPP	Alta & D	Riesgo Importante	Asegurar el uso obligatorio de EPP en los trabajadores- Beneficios de los EPP.

*** ED = Extremadamente Dañino, D = Dañino, LD = Ligeramente Dañino

Adicionalmente, se decidió incluir el escenario de prevención y control de incendios, ya que forma parte de los riesgos más comunes en el sector de la construcción. Actualmente, parte importante de todos los programas de prevención de riesgos incluyen material de prevención y control de incendios.

Fase II: Propuesta y desarrollo del plan de capacitación.

2.1 Detección y análisis de las necesidades.

Se realizó un análisis FODA (ver Anexo 3) para evaluar la propuesta del plan de capacitación en cuanto a las necesidades de conocimiento, desarrollo de competencias, habilidades y desempeño que desarrollaran los participantes (Barcello, 2018).

2.2 Diseño del plan de capacitación.

Con las necesidades de capacitación identificadas, se elaboró el contenido un plan de actividades para las personas a capacitarse, dicha actividad se realizó tanto para el método tradicional como para el de realidad virtual (Barcello, 2018). En los Anexos 4 y 5, se detalla la propuesta del plan de capacitación, mismo que comprende dos sesiones de formación de seguridad industrial en el sector de la construcción, relacionando a los conceptos de prevención de riesgos laborales que se encontraron en la fase uno del estudio, con un enfoque tanto para el método tradicional como para el de realidad virtual.

Fase III: Selección de herramientas

Identificación de herramientas a utilizarse para el estudio, basándose en un análisis detallado, con el propósito de conocer si las herramientas a utilizarse son las más adecuadas de acuerdo con los métodos de capacitación propuestos (Tovar et al., 2014).

3.1 Hardware

Se utilizaron dos dispositivos de realidad virtual: Oculus Rift y HTC Vive. Los cuales están diseñados para utilizar el espacio de una habitación y sumergir al usuario en ambientes virtuales controlados.

3.2 Software

A continuación, se indica una breve descripción e información de los simuladores a usarse dentro de las plataformas mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Descripción de softwares de simulación virtual utilizados en el estudio. Fuente: White Card Game, Fire Safety VR.

Software	Versión	Licencia	Descripción
White Card Game	3.0	Libre	Simulador en primera persona en el que el participante se enfrenta a los riesgos laborales de las obras civiles, ayudando a identificar, controlar e informar sobre éstos.
Fire Safety RV	1.5	Libre	Simulador de prácticas para reducir la destrucción causada por el fuego en base a medidas de seguridad contra incendios.

Fase IV: Ejecución del plan de capacitación y recopilación de datos.

En esta fase se creó el programa de formación, que a su vez se dividió en módulos concretos. El primer módulo, abarca todos los conceptos de prevención de riesgos en la construcción, entre ellos: caída de alturas, uso de equipos de protección personal, manejo de equipos y herramientas, riesgos eléctricos, caída de materiales. El segundo módulo, incluye los conceptos de prevención y control de incendios, riesgos que complementan el escenario de estudio. Con el propósito de adecuar el plan de capacitación al objetivo del estudio se realizó la estructura de los contenidos del curso de capacitación, buscando y valorando la calidad del material de este.

Barcello (2018), menciona que es importante fijar la cooperación y motivación de los participantes, por lo tanto, se incentivó a los participantes mediante anuncios y charlas acerca de los beneficios del uso de la realidad virtual, y de la importancia de su participación en este estudio; y, además se seleccionaron quienes recibirían la capacitación.

El levantamiento de datos se dio en 4 etapas: a. Cuestionario previo a la sesión, b. Cuestionario de conceptos, c. Experiencia Virtual y d. Evaluación de la experiencia.

Fase V: Resultados y evaluación del plan de capacitación.

Según Fink (2013), la presentación de los resultados en una investigación son parte medular del proceso de investigación. El autor recomienda hacer un análisis estadístico y descriptivo para facilitar su interpretación (Bourque, 2003).

En esta fase se analizaron los datos obtenidos de las pruebas teóricas del método tradicional, y las pruebas prácticas del método RV que se realizó en la fase 4, además de las encuestas del cuestionario antes y después de la sesión. Los datos se tabularon en tablas y softwares estadísticos para sus respectivos análisis. Los resultados están divididos en 5 partes:

Parte 1: Resultados de las preguntas de ambientación. Se utilizaron encuestas de ambientación al estudio para que el participante se relacione con los temas a tratar en el programa de capacitación.

Parte 2: Resultados sobre el aprendizaje alcanzado. Se tomaron pruebas teóricas para ambos métodos de capacitación, con el propósito de medir el aprendizaje adquirido mediante un sistema de calificaciones individuales.

Parte 3: Resultados sobre la satisfacción alcanzada. Se realizó encuestas de satisfacción a los participantes, en la cual se utilizó escalas de satisfacción para medir el grado de aceptabilidad de los programas de capacitación.

Parte 4: Resultados sobre nivel de conocimiento adquirido. Utilizando las encuestas post sesión, se realizó preguntas a los participantes acerca del nivel de conocimiento adquirido.

Parte 5: Resultados de sugerencias al programa de capacitación. Mediante una pregunta abierta los participantes realizaron recomendaciones al programa de capacitación, para incluir las posibles mejoras.

Herramientas estadísticas para el análisis de datos

Los datos obtenidos de las calificaciones de los distintos módulos del curso de capacitación se analizaron bajo criterios estadísticos mediante una experimentación controlada, método más formal para probar la eficiencia de un programa de capacitación (Dessier, 2001). Mediante el uso de pruebas de conocimientos y encuestas para evaluación de la satisfacción de los participantes, se pudo apreciar diferencias entre los dos métodos de capacitación (tradicional y virtual). Para esto, una prueba t-pareada resulta útil para analizar el mismo conjunto de elementos que se midieron bajo dos condiciones diferentes (Minitab, 2017). Para esto se debe plantear una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_a), donde:

H₀: Existe una diferencia significativa entre ambos métodos de capacitación.

H_a: No existe una diferencia significativa entre los métodos de capacitación.

El resultado de esta prueba depende del nivel de confianza que se toma para el experimento y de acuerdo con la prueba de valor P. La prueba de valor P, menciona que, si se toma un nivel de confianza del 95%, en caso de que el valor de P de una prueba t-pareada sea mayor que 0.05, no hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se concluirá que existe una diferencia significativa en el método de capacitación. Si el valor es menor, se toma en cuenta la hipótesis alternativa del experimento (Minitab, 2017).

Antes de realizar este tipo de pruebas hay que asegurarse que los datos son normales, ya que la prueba no funciona si hay valores atípicos dentro del estudio. Es útil visualizar las distribuciones de valores, detectar posibles errores y realizar pruebas de normalidad de los datos antes de realizar un análisis más complejo, mediante una prueba P o una prueba Anderson Darling, que menciona que si se obtiene un valor crítico entre 0.6 o 1, los datos siguen una distribución normal (Minitab, 2017). Para realizar todas estas pruebas se utilizó el software MINITAB 2017, ideal para análisis de pruebas estadísticas.

Fase 6: Manual de capacitación.

Como parte del estudio es importante tener un manual instructor acerca del contenido del curso de capacitación. Este registro es de suma importancia, porque aquí se describe las fortalezas y debilidades de las herramientas utilizadas en el transcurso del estudio, el objetivo, los procedimientos, la forma de utilización, los beneficios y desventajas de usar las mismas en un enfoque de seguridad en el campo de la construcción.

8. Desarrollo del estudio.

Ejecución del plan de capacitación.

El plan de ejecución se lo realizó para un determinado grupo de personas, en el Laboratorio del IISE de la Universidad San Francisco de Quito. Se asignaron horarios en el transcurso de la semana en la cual los participantes podían realizar la capacitación tradicional y la capacitación virtual, previa cita a los encargados del curso para la debida preparación de los equipos a utilizarse.

Caracterización y tamaño de la muestra.

De acuerdo con Orellana (2009), un tamaño de muestra de alrededor de 19 sujetos es percibido como óptimo para obtener el mejor aprovechamiento de aprendizaje en un curso virtual. Como forma de homogenización de la muestra, se tomaron en cuenta 30 sujetos entre 18 a 25 años, quienes según la INSHT (2017), representan el segundo grupo con mayor siniestralidad en lo que respecta a accidentes en el campo de la construcción (ver Anexo 6).

Preparación del estudio

1ra Etapa: Cuestionario antes de la sesión

La primera etapa consta de un cuestionario de inicio de 9 preguntas (Ver Anexo 7), con una duración aproximada de 5 minutos, el cual tenía como objetivos la ambientación del participante al estudio a realizarse y obtener una idea del nivel de conocimiento de los participantes en temas de seguridad industrial.

2da Etapa: Capacitación con método tradicional

La segunda etapa, de una duración aproximada de 10 minutos en total tiene dos partes dos partes. En la primera parte, el participante recibió una inducción teórica con relación a los accidentes más frecuentes en el sector de la

construcción, los cuales se definieron en la primera fase de nuestro estudio. Para la segunda parte se realizó una prueba sobre conceptos de seguridad en la construcción realizados en la inducción previa, el cual tenía 5 opciones de respuesta por cada pregunta. El cuestionario se puede ver en el Anexo 8.

Las etapas 2 y 3 del estudio no son consecutivas, es decir, el desarrollo de las etapas correspondientes a una metodología tradicional y una capacitación usando equipos de realidad virtual se realizó aleatoriamente (Anexo 9) para evitar el sesgo de realizar un método de capacitación antes que el otro. Adicional a esto, se buscó también reducir la incidencia del conocimiento adquirido por los participantes en la primera capacitación, independiente de la metodología, para el desempeño en la segunda por medio de la separación de al menos un día entre las sesiones tradicional y con RV, según sea el orden determinado por la aleatorización.

3ra Etapa: Capacitación con realidad virtual

La tercera etapa, de una duración aproximada de 15 minutos, consistió en que el participante experimentara la aplicación de realidad virtual. Se introdujo al participante en la actividad de manera verbal.

Una vez que uno de los participantes se encuentra sumergido en la experiencia de RV, se realizó una calibración de la distancia inter-pupilar de las gafas de realidad virtual. Posteriormente, se siguió el esquema preestablecido de subtareas.

El instructor guiaba a través de los distintos escenarios incitando al participante a prestar atención a los conceptos de seguridad. Posteriormente, se asignó una ponderación sobre 10 puntos a las actividades realizadas en el simulador para cada una de las sesiones (ver Anexos 10 y 11). Para posteriormente ser comparados con las puntuaciones obtenidas en la capacitación con el método tradicional, o viceversa, y así analizar la eficiencia de ambos métodos de capacitación, tomando en cuenta el aprendizaje del participante.

4ta Etapa: Cuestionario post-sesión (evaluación de la experiencia).

La cuarta etapa, de una duración de 5 minutos, consistió en realizar una valoración de la experiencia de la capacitación con RV. Los participantes valoraron la experiencia a través de un total de 8 preguntas (ver Anexo 7) valoradas en intervalos del 1 al 5, en escalas de 10 puntos y preguntas de opción múltiple. La finalidad de este cuestionario es determinar el grado de satisfacción de los participantes con respecto a las herramientas utilizadas en el método de capacitación con realidad virtual.

Resultados y evaluación del plan de capacitación.

Parte 1: Resultados de las preguntas de ambientación al estudio

Se presentan los resultados de las encuestas que permiten entender mejor a los sujetos de estudio, parte de la muestra. Con respecto a la exposición previa a un medio informático (Figura 2). Todos los sujetos tenían experiencia en computación, la mayoría del grupo tenía experiencia en internet, correo electrónico, procesamiento de texto, hojas de cálculo y juegos.

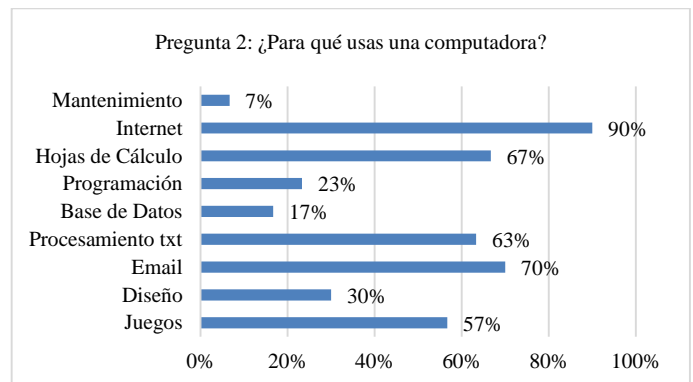


Figura 2. Resultados de exposición previa a un medio informático. Pregunta 2. Fuente: Elaboración propia.

En particular, se les preguntó si habían estado antes en un laboratorio de ingeniería industrial (Figura 3), el 73% de los estudiantes no han visitado antes un Laboratorio de Ingeniería Industrial, por lo que se tenía que preparar a los participantes con respecto a las normas y uso del laboratorio, y los equipos de

realidad virtual, a pesar de que los datos señalen que el 90% de los estudiantes ya estaban familiarizados con el término de realidad virtual.

Además, el 27% de los sujetos tenían experiencia con sistemas similares de entrenamiento en realidad virtual y se indica que el 53% de los participantes sí han recibido cursos en lo que respecta a la prevención de riesgos (Figura 4). En el transcurso del estudio varios de estos sujetos fueron quienes tuvieron entre las puntuaciones más altas con la capacitación RV.

Otro de los resultados indica que el 43% de los participantes estuvieron en situaciones de peligro en sus hogares o trabajos y no han sabido cómo actuar frente a ello (Figura 5). Después de la capacitación se realizaron preguntas a los participantes acerca de cómo se sentían con su nivel de conocimiento adquirido, los resultados fueron positivos y los participantes mencionaron que podrían responder de una manera eficiente a una situación de riesgo.

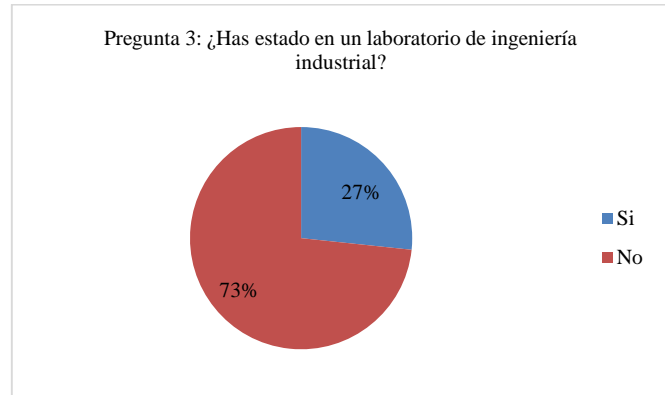


Figura 3. Resultados Preguntas 3 y Preguntas 4

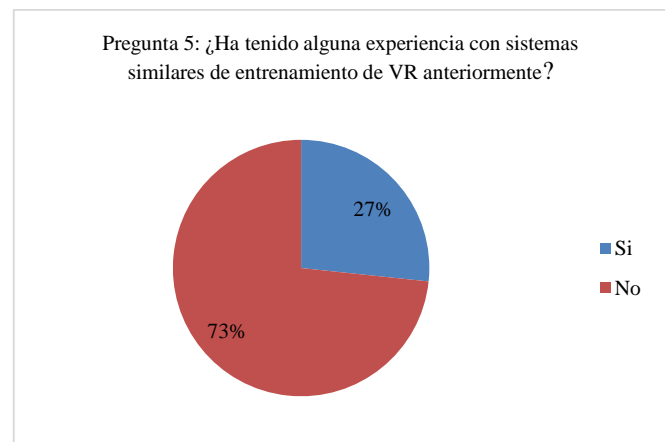


Figura 4. Resultados Preguntas 5 y Preguntas 6

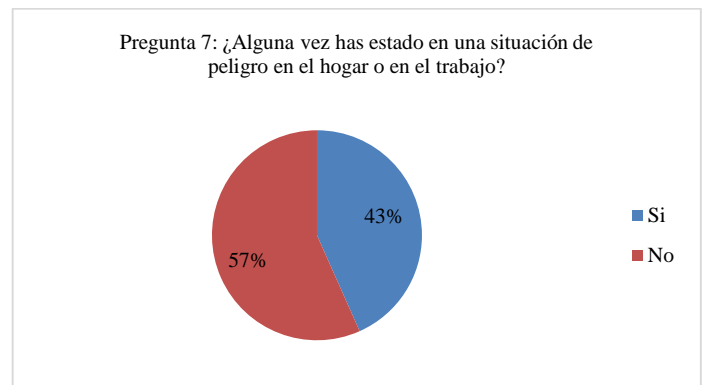


Figura 5. Resultados Preguntas 7 y Preguntas 8

Parte 2: Resultados sobre el Aprendizaje Alcanzado

Calificaciones a los métodos de capacitación.

Se aplicó evaluaciones post capacitación. Los resultados se observan en la Tabla 3. El promedio de las calificaciones fue de 6.90 en el módulo de riesgos de la construcción y de 7.23 en el módulo de prevención de incendios mientras que la moda fue de 7 y 7.50; la mediana fue de 7 y 7.50; la desviación estándar fue de 0.78 y 1.20 respectivamente a los módulos ya mencionados.

Por otro lado, con respecto a la capacitación con RV. Los resultados se observan en la Tabla 3, mientras que la calificación más alta fue de 10 en ambos módulos. El promedio de calificaciones alcanzado fue 9.35 y 9.18; mientras que la moda fue de 9.25 y 9; la mediana de 9.25 y 9; y la desviación estándar de 0.78 y 0.50.

En ambos módulos se nota que hay un incremento en el promedio de las calificaciones obtenidas mediante un método RV con respecto a un método tradicional. Esto se debe a que la asimilación de conceptos fue mejor mediante una capacitación RV, ya que se expone al usuario a un aprendizaje más dinámico que al realizarlo mediante un método tradicional.

Tabla 3 Resultados globales de los métodos de capacitación. Fuente: Elaboración propia.

	Módulo 1 Prevención de Riesgos en la Construcción		Módulo 2 Prevención de Incendios	
	PT (Tradicional)	PT (RV)	PT (Tradicional)	PT (RV)
Min	5,00	8,25	4,50	8,50
Max	8,50	10,00	9,50	10,00
Promedio	6,90	9,35	7,23	9,18
Moda	7,00	9,25	7,50	9,00
Mediana	7,00	9,25	7,50	9,00
Desv. Estd.	0,78	0,36	1,20	0,50

Se procuró que la valoración de las evaluaciones post capacitación para las metodologías tradicional y con RV sean comparables. Para esto, el diseño del

cuestionario de evaluación de capacitación tradicional se lo realizó con las mismas preguntas en similitud y concordancia a los parámetros que se tomarían en cuenta para la calificación del desempeño de los participantes en el ambiente RV simulado, luego de la capacitación virtual.

Diferencias Porcentuales

Empleando los datos obtenidos en ambas capacitaciones (Tradicional y de RV), se realizó una comparación de resultados (ver Anexo 14), donde se evidencia diferencias de cada uno de los participantes en ambos métodos de capacitación. Para todos los casos, las calificaciones en la metodología con RV fueron superiores que las calificaciones con un método de enseñanza tradicional, lo cual es un indicador de que la capacitación con RV puede ser más efectiva. Las diferencias porcentuales para cada uno de los participantes se pueden apreciar gráficamente en las Figuras 6 y 7. La curva del método por RV tiende generalmente a mantenerse por encima de la curva de la de la metodología tradicional.

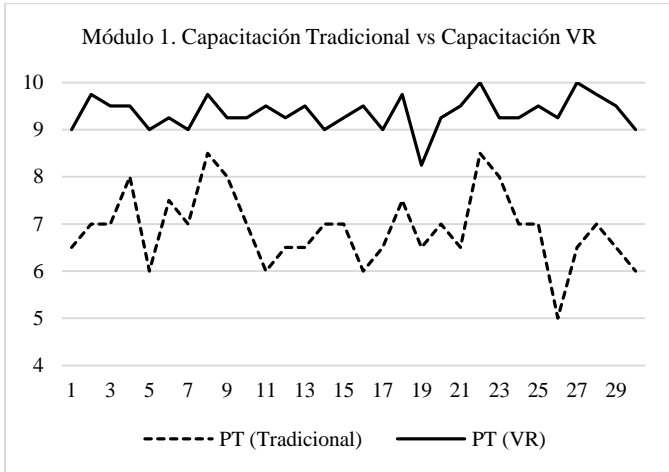


Figura 6. Diferencias porcentuales entre las calificaciones obtenidas por cada estudiante en el método tradicional y el método RV (Módulo 2)

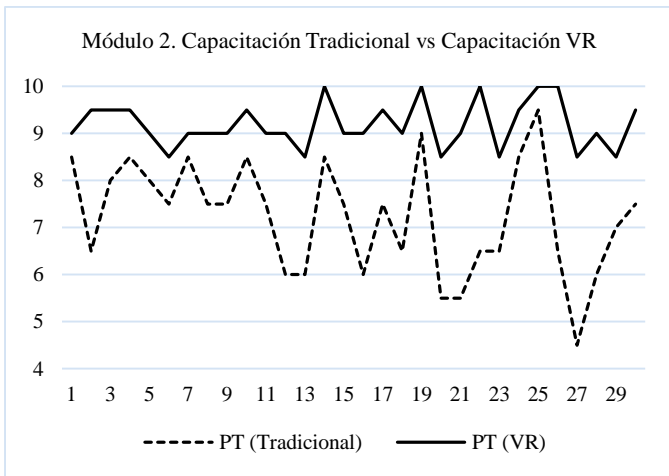


Figura 7. Diferencias porcentuales entre las calificaciones obtenidas por cada estudiante en el método tradicional y el método RV (Módulo 2)

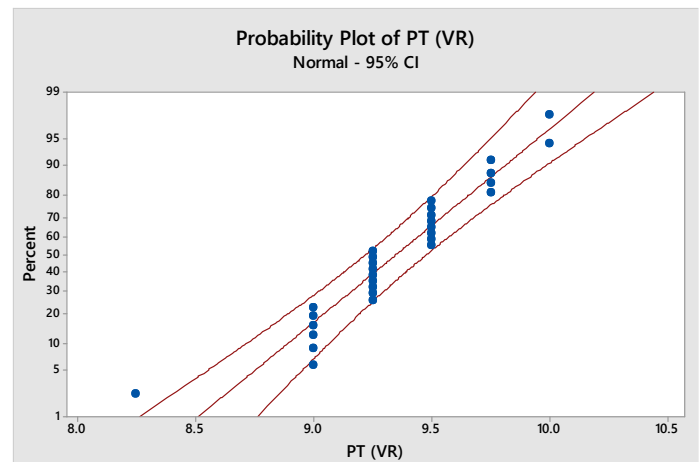
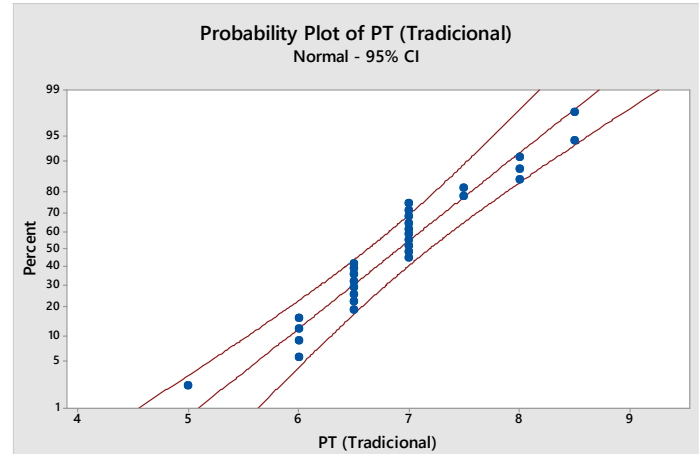
Las diferencias porcentuales para cada uno de los participantes se pueden apreciar gráficamente en la Figura 6 y Figura 7. En ambas Figuras se observa que el método tradicional y el método RV presentaron altos y bajos en sus curvas, manteniéndose en todos los puntos, la curva del método RV por arriba de la curva de la de la metodología tradicional.

En ciertos casos los participantes tuvieron dificultad en recordar y asimilar los conceptos expuestos mediante el método tradicional, a diferencia de la RV donde se observa que el tener un aprendizaje dinámico permite mejores resultados de los participantes.

Prueba t-Pareada. Módulo 1 Prevención de riesgos en la construcción

El uso de una prueba t Pareada resultó útil para analizar el mismo conjunto de elementos que se midieron bajo dos condiciones diferentes, en este caso los dos métodos de capacitación, administrados al mismo sujeto (Minitab, 2017). Un requisito para poder aplicar la prueba t-Pareada es asegurarse que los datos siguen una distribución normal.

Usando las estadísticas descriptivas de la Tabla 3, se realizó una prueba de normalidad bajo los criterios estadísticos del valor P (Figura 10). El cual indica que a un nivel de confianza del 95% se puede asegurar que los datos recolectados tanto para el método tradicional y el método de realidad virtual siguen una distribución normal, y no hay datos atípicos en el estudio (Figura 8). (Minitab, 2017)



Mean	6.9	Mean	9.35
StDev	0.78	StDev	0.36
N	30	N	30
AD	0.953	AD	0.884
P-Value	>0.250	P-Value	>0.250

*** Si P-Value > 0.05, los datos siguen una distribución normal
 *** Si P-Value ≤ 0.05, no se puede para asegurar la normalidad de los datos.

Figura 8. Estadísticas gráficas y prueba de normalidad para los dos métodos de capacitación. Módulo 1. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se verifica la normalidad de los datos, se procede a realizar la prueba t-Pareada (Figura 9), la cual resultó significativa con un nivel de confianza del 95% y de acuerdo con los criterios de rechazo de valor-P, nos permite concluir que las calificaciones de los estudiantes fueron mejores usando una metodología RV, que utilizando un método de capacitación tradicional. Demostrando estadísticamente que existe diferencias significativas en el aprendizaje respecto al módulo 1 de prevención de riesgos en la construcción. (Minitab, 2017)

Paired T-Test and CI: PT (Tradicional); PT (RV)

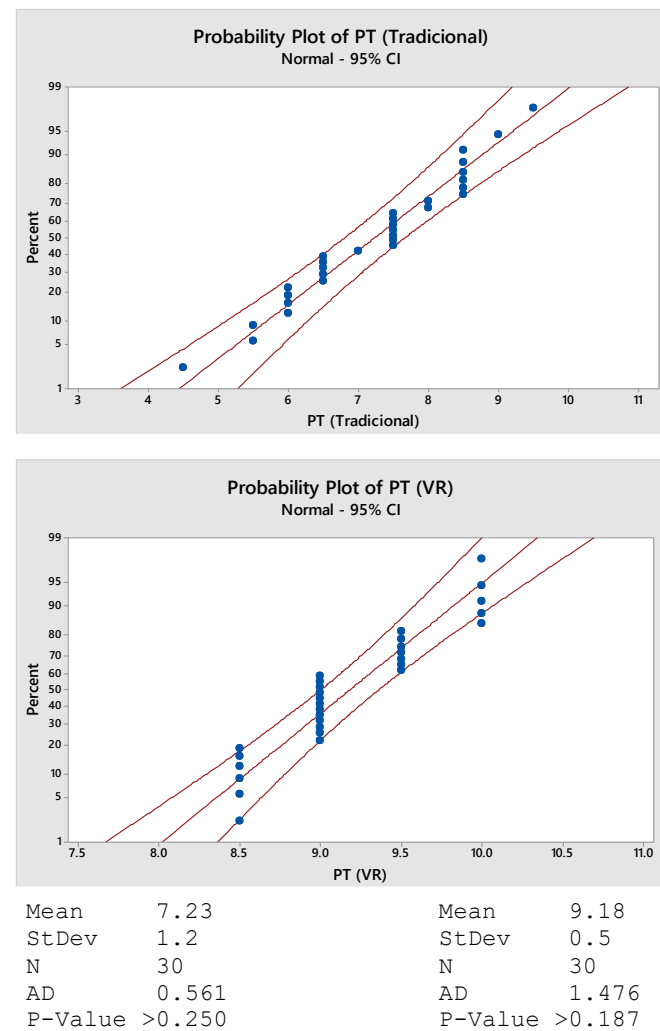
Paired T for PT (Tradicional) - PT (RV)				
	N	Mean	StDev	SE Mean
PT (Tradicional)	30	6.900	0.781	0.143
PT (RV)	30	9.350	0.357	0.065
Difference	30	-2.450	0.744	0.136
95% CI for mean difference: (-2.728; -2.172)				
T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0):				
T-Value = -18.04 P-Value = 0.000				

*** Si P-Value > 0.05, existieron diferencias significativas entre los métodos de capacitación.
 *** Si P-Value ≤ 0.05, no hay evidencia estadística para asegurar diferencias significativas en los datos.

Figura 9. Resultados de la Prueba t-Pareada entre los dos métodos de capacitación. Módulo 1. Fuente: Elaboración propia.

Prueba t-Pareada. Módulo 2 Prevención y control de incendios.

Usando las estadísticas descriptivas de la Tabla 3, se realizó una prueba de normalidad bajo los criterios estadísticos del valor P (Figura 10). El cual indica que a un nivel de confianza del 95% se puede asegurar que los datos recolectados tanto para el método tradicional y el método de realidad virtual siguen una distribución normal, y no hay datos atípicos en el estudio (Figura 10). (Minitab, 2017)



*** Si P-Value > 0.05, los datos siguen una distribución normal
 *** Si P-Value ≤ 0.05, no se puede para asegurar la normalidad de los datos.

Figura 10. Estadísticas gráficas y prueba de normalidad para los dos métodos de capacitación. Módulo 2. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se verifica la normalidad de los datos, se procede a realizar la prueba t-Pareada (Figura 11), la cual resultó significativa con un nivel de confianza del 95% y de acuerdo con los criterios de rechazo de valor-P, nos permite concluir que las calificaciones de los estudiantes fueron mejores usando una metodología RV, que utilizando un método de capacitación tradicional. Demostrando estadísticamente que existe diferencias significativas en el aprendizaje respecto al módulo 2 de prevención y control de incendios (Minitab, 2017)

Paired T-Test and CI: PT (Tradicional); PT (RV)

Paired T for PT (Tradicional) - PT (RV)				
	N	Mean	StDev	SE Mean
PT (Tradicional)	30	7.233	1.202	0.219
PT (RV)	30	9.183	0.500	0.091
Difference	30	-1.950	1.028	0.188
95% CI for mean difference: (-2.334; -1.566)				
T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0):				
T-Value = -10.38 P-Value = 0.000				

*** Si P-Value > 0.05, existieron diferencias significativas entre los métodos de capacitación.
 *** Si P-Value ≤ 0.05, no hay evidencia estadística para asegurar diferencias significativas en los datos.

Figura 11. Resultados de la Prueba t-Pareada entre los dos métodos de capacitación. Módulo 2. Fuente: Elaboración propia.

Habilidades adquiridas mediante capacitación RV

Módulo 1. Capacitación RV. Simulador White Card. Prevención de riesgos en la construcción.

Para que los participantes desarrollen habilidades en lo que respecta a evaluación, reporte y control de riesgos al usar el software White Card. Se expone al participante a diferentes situaciones, para que luego éste informe acerca de una situación de riesgo, ya sea al trabajador involucrado, al supervisor o al servicio de emergencias, el participante debe escoger una medida de control adecuada para corregir el riesgo identificado en el simulador (Ver Anexo 5 y 10).

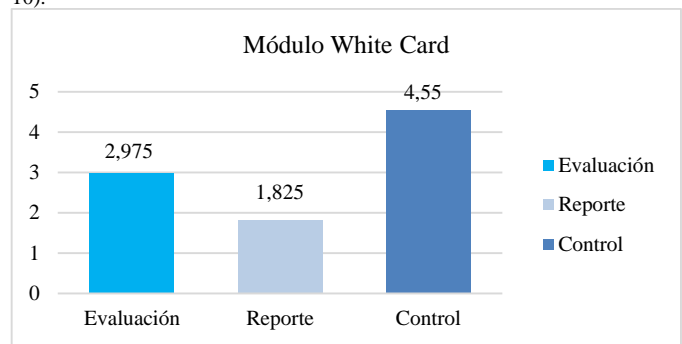


Figura 12. Calificaciones grupales a las habilidades desarrolladas en prevención de riesgos en la construcción. Módulo 1. Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación del riesgo se puede apreciar que la media alcanzada de todo el grupo de participantes es de 2.975/3. En la etapa de reporte el promedio obtenido por todos los participantes fue de 1.825/2, y en la etapa de control se tiene un promedio de 4.55/5, calificación relativamente menor con respecto a las anteriores, debido a que hay más errores por parte de los participantes en lo que respecta la toma decisiones para las medidas de control de riesgo del escenario propuesto.

Módulo2. Capacitación RV. Simulador Fire Safety. Prevención y control de incendios.

El módulo Fire Safety se desarrolló de tal forma que los participantes puedan desarrollar habilidades de respuesta ante un incendio. Aquí los participantes aprendieron a usar el extintor de incendios en dos diferentes casos, pero con una misma metodología denominada PASS, mencionada anteriormente en la fase 4 de esta metodología (Ver Anexo 5 y 10).

Tabla 4. Estadísticas descriptivas. Habilidades desarrolladas del Módulo 1.
Fuente: Elaboración propia.

S1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PT
Med	0.8	0.733	1.7	1.966	2	1.6	8.8
Desv.	0.408	0.449	0.466	0.182	0	0.674	0.806
Min	0	0	1	1	2	0	7
Max	1	1	2	2	2	2	10
Var	0.165	0.209	0.211	0.033	0	0.452	0.646
Moda	1	1	2	2	2	2	9

S2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PT
Media	0.9	0.8	1.9	2	2	1.966	9.566
Desv.	0.309	0.408	0.305	0	0	0.184	0.507
Min	0	0	1	2	2	1	9
Max	1	1	2	2	2	2	10
Var	0.093	0.165	0.093	0	0	0.033	0.253
Moda	1	1	2	2	2	2	10

En la Tabla 4 se puede observar las puntuaciones parciales y puntuaciones totales del grupo. En S1 se obtuvo un promedio grupal de 8.80 y de 9.56 para S2, lo que resulta en un aumento en el nivel de conocimiento de los participantes en el transcurso de las dos sesiones de prevención de incendios. Según las puntuaciones muchos estudiantes tuvieron problemas en identificar el incendio y seleccionar el tipo de extintor, además de aplicar correctamente el último paso de la metodología PASS, por lo cual es importante fortalecer estos conceptos dentro del programa de capacitación.

Parte 3: Resultados sobre la Satisfacción Alcanzada

Se realizaron las preguntas 11, 12, 13 y 14 del cuestionario “después de la sesión” (Ver Anexo 7) para medir el nivel de satisfacción de los participantes con respecto al método de realidad virtual. En el Tabla 5, se encuentra los puntajes en escalas de 5 puntos que se asignó para cada una de las preguntas.

Tabla 5. Escala Hedónica de 5 puntos.

Puntaje	Calificación
1	No en absoluto
2	No realmente
3	Neutral
4	Me gustó
5	Me gustó Mucho

De acuerdo con la Tabla 6, la máxima calificación para los reactivos fue de 5, lo que implica que algunos estudiantes estuvieron muy satisfechos, en todos los rubros. Los valores medios para todos los reactivos oscilan desde un valor de 3,767 hasta 4,733, todos ellos muy similares, lo que se traduce que en promedio se tuvieron estudiantes muy satisfechos (un valor cercano al 5).

Tabla 6. Estadísticas descriptivas por reactivo del cuestionario de satisfacción.

Satisfecho con	N	Min	Máx.	\bar{X}	S	σX	Var
Interacción con método de capacitación. (Pregunta 11)	30	2	5	4.167	0.874	0.861	0.764
Aprendizaje (Pregunta 12)	30	3	5	4.733	0.521	0.526	0.271
Relación entre el contenido del curso y el experimento (Pregunta 13)	30	3	5	4.700	0.535	0.528	0.286
Tiempo para entrenar (Pregunta 14)	30	2	5	3.767	1.040	1.058	1.081

Nota. N = Número de reactivos evaluados; Min = Valor mínimo; Max = Valor máximo; \bar{x} = Valor medio calculado; S = Desviación Estándar; Var = Varianza; σX = Error Típico.

En lo que respecta al aprendizaje y la relación de los conceptos del contenido del curso y el experimento de realidad virtual, el promedio grupal en lo que es satisfacción es de 4.733 y 4.700, lo que es un indicador positivo en escala de satisfacción. Sin embargo, en las preguntas 11 y 14 se puede observar valores de 4.167 y 3.767, debido a que para algunos participantes no estaban muy conformes en lo que respecta a la interacción con el método de capacitación y el tiempo para entrenar. Lo que, en escala de satisfacción, se ubica entre las calificaciones “Neutral” y “Me gustó”. Esto indica que hay que mejorar estos aspectos dentro del programa de capacitación RV.

Parte 4: Resultados sobre Calificación Nivel del Conocimiento Adquirido

En esta parte se analizó los resultados de la importancia al nivel de conocimiento adquirido (Figura 13) y las calificaciones al nivel de conocimiento adquirido por parte de los participantes (Figura 14). Para determinar esto se utilizó una comparación entre las preguntas 8, 9, 14, 15, con una escala hedónica de 10 puntos.

Según la Figura 13, el 73% de los participantes asignaron una calificación de 10 por lo que para la mayor parte de los participantes es muy importante formarse en conceptos de seguridad industrial, y esto refleja el grado de importancia que se da a este estudio por parte de los individuos.

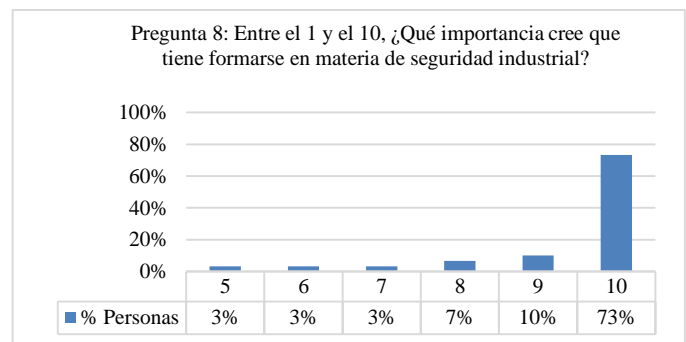


Figura 13. Resultados Pregunta 8. Importancia de formación en seguridad.

Se preguntó a los participantes que marquen un valor del 1 al 10 con respecto su grado de conocimiento antes (pregunta 9) y después (pregunta 15) de la capacitación (Figura 14). Se puede notar que la gráfica de la pregunta 15 se sobrepone a la gráfica de la pregunta 9, lo que indica que para los participantes sí hubo un aumento en su nivel de conocimientos.

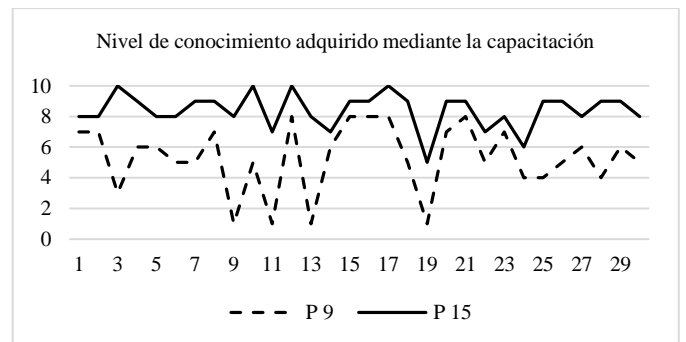


Figura 14. Nivel de conocimiento antes y después de la capacitación.

En la Tabla 7, se comparó las estadísticas descriptivas de las preguntas 9 y 15. La calificación promedio para la pregunta 9 es de 5.3, esto significa que el grupo en general se encuentra en un nivel medio de conocimientos. Mientras que en la pregunta 15 hay una calificación promedio de 8, evidenciando un incremento en el nivel de conocimiento grupal.

Tabla 7. Estadísticas descriptivas al nivel de conocimiento adquirido.

Estadísticas	Pregunta 9	Pregunta 15
Promedio	5.3	8
Moda	5	9
Desv Std	2.183	1.145
Varianza	4.768	1.351

También se realizó una pregunta para conocer el interés de los participantes en las capacitaciones mediante realidad virtual después de esta propuesta (Figura 15). La mayor parte del grupo estaría interesado en utilizar tecnología de realidad virtual para su formación en seguridad industrial.

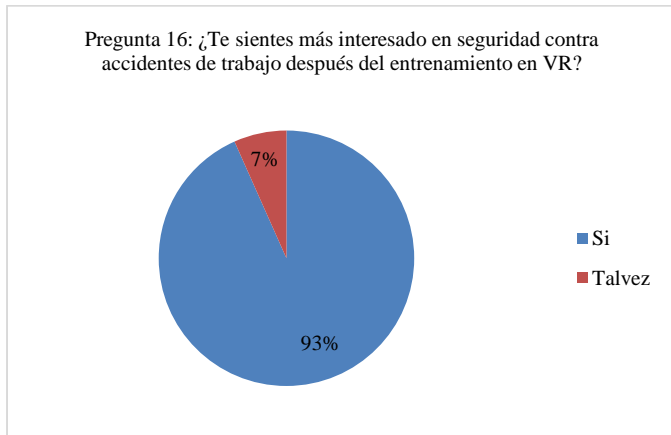


Figura 15. Resultados Pregunta 16 – Interés en temas de seguridad contra accidentes

Parte 5: Resultados de sugerencias al programa de capacitación

Además de los resultados indicados anteriormente se hizo una última pregunta en la cual consistía sugerencias al programa de capacitación con RV. Entre estos comentarios, se menciona que se debe mejorar el tiempo para aprender a utilizar el equipo de realidad virtual, ya que en muchos casos se complicaba la utilización de los equipos en primera instancia.

También, se sugirió el mejorar el tiempo de asimilación de los conceptos teóricos ya que en ciertos estudiantes sintieron factores de estrés, al realizar la prueba inmediatamente después de la inducción teórica.

Y otra sugerencia más por parte de los participantes fue el idioma de los simuladores, al estar en inglés algunos de los participantes tuvieron dificultades en entender las instrucciones del simulador. Sin embargo, esto se corrigió al explicar el contenido en español.

Manual de capacitación

En el ANEXO 15, se encuentra el catálogo de escenarios de realidad virtual vinculado a los riesgos más frecuentes en el sector de la construcción.

9. Análisis Económico

En vista de que el uso de RV se percibe como costoso, y en orden de proveer información complementaria que pudiera facilitar la toma de decisiones para implementar esta técnica de capacitaciones, se realizó un análisis de costos comparativo y con proyección de amortización. Para la comparativa se utilizó el caso de una capacitación en temas de seguridad para un total de 40 personas en un período de 5 años

La tabla 8 presenta los costos estimados en base a honorarios actuales de técnicos en seguridad, así como también de valores correspondientes a requerimientos obligatorios para las empresas como son planes de emergencia y planos de evacuación y su respectiva elaboración (IESS, 2016).

La tabla 9 representa los costos estimados para una capacitación en el mismo tema utilizando tecnología de RV, esto en base a costos actuales de equipos de simulación, así como también del rubro más importante en este caso, el cual es la creación de los ambientes RV en sí.

Tabla 8. Costos de capacitación tradicional

Costo de una capacitación Tradicional (40 personas) (5 años)			
Q	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Plan básico de evacuación/emergencia hasta 3 plantas	\$2,400	\$2,400
1	Confección de Plano de Evacuación	\$800	\$800
5	Actualización de Documentos y Planes de Emergencia	\$300	\$1,500
5	Capacitación de líderes de personal	\$1,200	\$6,000
5	Realización Simulacro (hasta 40 personas)	\$850	\$4,250
5	Aulas, Refrigerios	\$400	\$2,000
5	Papelería Material Didáctico	\$500	\$2,500
5	Costo de Pérdida de Productividad	\$88.40	\$442
	Total	\$6,538	\$19,892

Tabla 9. Costos de capacitación con RV

Costo de una capacitación RV (40 personas) (5 años)			
Q	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Plan básico de evacuación/emergencia hasta 3 plantas	\$2,400	\$2,400
1	Creación de (1) Ambientes RV de Riesgos personalizados	\$8,000	\$8,000
5	Equipos de Realidad Virtual	\$1,000	\$1,000
5	Accesorios Realidad Virtual	\$500	\$500
5	Actualizaciones de Documentos y Planes de Emergencia	\$300	\$1,500
5	Instructor de capacitación RV	\$800	\$4,000
5	Aulas, Refrigerios	\$400	\$2,000
5	Costo de Pérdida de Productividad	\$88.40	\$442
	Total	\$13,488	\$19,842

El análisis de costos, si bien demuestra que inicialmente la RV resulta más costosa (ANEXOS 12 y 13), ésta, a lo largo del tiempo resulta más conveniente debido a que presenta costos subsiguientes muchos más bajos que la metodología tradicional. La RV según el análisis requiere que se incurra en el costo de ciertos elementos solamente una vez a diferencia del tradicional en el cual hay costos que se presentan cada año. Se prevé que el costo incurrido con ambas metodologías serán los mismos luego de 5 años, luego de este tiempo, la capacitación con RV se proyecta a tener un costo menor que se traduce en ahorros proyectados a largo plazo.

10. Conclusiones

Los resultados en el presente estudio demuestran que la capacidad de los sistemas de entrenamiento de RV para simular riesgos en tiempo real permite a los usuarios tener experiencia en un entorno seguro que cambia con el tiempo y que expone al usuario a situaciones que asemejan mejor la realidad y donde pueden cometer errores o tomar decisiones, sin sufrir consecuencias negativas.

Mediante el uso de encuestas y escalas de satisfacción se demostró que el grado de conocimiento y satisfacción de los participantes resultan ser altos al usar RV con respecto a los métodos tradicionales. Aspectos como un aprendizaje dinámico, la interacción con el método de capacitación, el contenido del curso

y el tiempo, son aspectos que atribuyen a la capacitación RV como una mejor alternativa.

Se comparó mediante herramientas estadísticas la efectividad de dos métodos de capacitación bajo un criterio de evaluación basado en resultados de aprendizaje por parte de los participantes. Los cuales indicaron que en la mayoría de los casos la capacitación por medio de RV tuvo resultados positivos con respecto a un método tradicional, éste debido a que, para algunas personas, un aprendizaje dinámico cómo el usado a través de la RV, basado en prácticas, suele ser más fácil de entender que un aprendizaje convencional.

Otro de los factores que pueden influir en la elección del mejor método de capacitación es el factor económico. Se hizo un análisis de costos para ambos métodos de capacitación, y resulta que invertir en una capacitación virtual en los primeros años resulta una gran inversión para las empresas, a largo plazo esto puede ser beneficioso para la empresa en relación con pagar por un programa de capacitación tradicional.

11. Recomendaciones

Se recomienda complementar ambas metodologías de capacitación para aprovechar las ventajas que ofrece cada una de ellas y lograr así un mayor aprendizaje para quienes deseen formarse en materia de seguridad industrial.

Para el estudio se consideró modelos de cuestionarios y valoración de actividades en simulaciones RV, bajo criterios preestablecidos en estudios similares para ambas formas de capacitación. Se sugiere siempre realizar una validación de la comparación entre un cuestionario y una evaluación al desempeño de habilidades y conceptos desarrollados en un ambiente virtual mediante expertos en el campo de la psicología y aprendizaje, para así analizar la influencia de utilizar dos formas diferentes de evaluación en un programa de capacitación.

El tiempo de duración de los módulos de capacitación tanto para el método de realidad virtual como para el método tradicional en ambos casos fue corto. Al extender el tiempo del curso de capacitación se podría obtener un mejor aprendizaje por parte de los participantes. Sin embargo, extender demasiado el tiempo de capacitación puede repercutir en resultados negativos para el estudio, ya que se podría volver exhaustivo para los participantes quienes pudiesen perder el interés en el curso.

Se sugiere realizar el estudio haciendo una segregación por grupos, es decir, asignar un número de personas a una capacitación mediante realidad virtual y otro grupo, mediante un método tradicional, de esa forma se puede minimizar el error por influencia de una misma evaluación a dos métodos de capacitación diferentes. Además, se debe hacer una evaluación previa al sistema de medición con herramientas estadísticas como una prueba estadística R&R para ver cuánta efectividad el sistema de medición en cuanto a errores de medición, y comparar los resultados con el presente estudio.

El manual instructor (Adjunto) es una guía acerca del funcionamiento de las herramientas que se usaron en los distintos módulos del plan de capacitación. El uso de este ayudará al aprovechamiento de los equipos de realidad virtual y es un sustento del programa de capacitación, que ayuda a fortalecer el conocimiento técnico y práctico de los conceptos de seguridad industrial en el área de la construcción, disponible para aquellas personas que deseen formarse en este campo.

13. ANEXOS

ANEXO 1. Estimación del nivel de riesgo de acuerdo con su probabilidad esperada y a sus consecuencias esperados. Fuente: INSHT.

Riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Valoración
Aplastamiento	Media	Extremadamente Dañino	Riesgo Importante
Caída de altura	Alta	Dañino	Riesgo Importante
Electrocución	Media	Dañino	Riesgo Moderado
Golpes	Alta	Ligeramente Dañino	Riesgo Tolerable
Atropello	Alta	Extremadamente Dañino	Riesgo Intolerable

ANEXO 2. Valoración de los niveles de riesgo, acción y temporización. Fuente: INSHT

Riesgo	Acción
Riesgo Importante (I)	No comenzar hasta reducir el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.
Riesgo Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas.
Riesgo Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables.
Riesgo Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

ANEXO 3. FODA para plan de capacitación en materia de Seguridad y Salud Ocupacional en el sector constructor. Fuente: Elaboración propia.



ANEXO 4. Diseño del plan de capacitación. Método Tradicional.

Sesión 1. Accidentes más comunes en una construcción				
Objetivos Específicos	Contenidos	Actividades	Recursos	Evaluación
Discutir acerca de los conceptos de prevención y riesgos laborales en este sector.	Introducción accidentes en el sector constructor en el Ecuador.	Presentación del contenido de la sesión.	Presentación digital. Computador	Evaluación en base al aprendizaje de los contenidos del curso. Se considera la prueba de conocimientos bajo una ponderación de 10 puntos.
Formar a las personas en conceptos básicos de seguridad laboral.	¿Qué hacer antes de ingresar a una construcción?	Video (Accidentes en obras)	Hojas examen	
	Tipos de riesgos	Examen de los contenidos de la sesión.	Lápiz	
	Formas de mitigar los riesgos	*** Examen de opción múltiple	Esfero	
	Toma de decisiones		Tiempo Total: 5 a 7 Minutos	

Sesión 2. Incendios y el uso del extintor				
Objetivos Específicos	Contenidos	Actividades	Recursos	Evaluación
Discutir acerca de los conceptos sobre incendios	Incendios	Presentación del contenido de la sesión.	Presentación digital. Computador	Evaluación en base al aprendizaje de los contenidos del curso. Se considera la prueba de conocimientos bajo una ponderación de 10 puntos.
Formar a las personas en conceptos básicos de seguridad ante incendios.	Tipos de incendios	Video (Causas de los incendios)	Hojas examen	
	Extintor de incendios	Examen de los contenidos de la sesión.	Lápiz	
	Tipos de extintores de incendios	*** Examen de opción múltiple (10 preguntas)	Esfero	
	Uso de los extintores de incendios (Método PASS)		Tiempo Total: 5 a 7 Minutos	

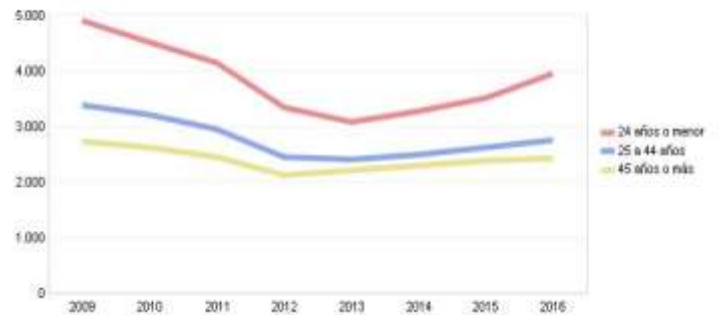
ANEXO 5. Diseño del plan de capacitación. Método de realidad virtual.

SESIÓN 1		
RECURSOS	R. Materiales	Ordenador, Casco de RV
	Temporales	8 minutos
	Espaciales	Aula grande
	R. Humanos	Instructores y alumnos
ACTIVIDAD: Aprendiendo los riesgos más comunes en una construcción		
Desarrollo	Una vez realizada la respectiva inducción teórica sobre accidentes en construcciones. Cada alumno realizará su respectiva sesión en la plataforma de realidad virtual diseñada. Para ello tendrá que seguir cada una de las indicaciones de los instructores de laboratorio con respecto a la forma de manejar los equipos, además se le explicará los objetivos y el procedimiento en el cual se debe realizar cada una de las tareas a realizarse.	
Simulador		

White Card Game	White Card Game es un simulador en primera persona en el que el jugador se enfrenta a los riesgos laborales potenciales de las obras, ayudando a identificar, controlar e informar de los riesgos laborales en una empresa de construcción sin sufrir lesiones o causar la muerte de compañeros de trabajo. El serious games comienza con un sistema de tutorías impartido por un supervisor, a partir del cual ya el jugador debe desenvolverse con libre albedrío por una obra.	
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJES EVALUABLES
- La sesión tiene como objetivo la formación en prevención, control e identificación de los riesgos laborales más comunes en el sector de la construcción.	-Elegir la ropa y los elementos de protección adecuados - Localizar en la obra a trabajadores desempeñando funciones de forma irregular o llamar al supervisor ante negligencias que pongan a los trabajadores. - Aprender las consecuencias de los fallos en la prevención de riesgos laborales. - Uso de maquinaria por parte del jugador, manejo y conocimiento de sustancias químicas. - La realización de una evacuación.	- Evaluar el desempeño de cada uno de los estudiantes en la práctica de realidad virtual bajo una ponderación establecida de 10 puntos. - Relacionar el nivel de fallas realizadas en la capacitación con el resultado final del serious game.

métodos y procedimientos básicos sobre el uso adecuado del extintor de incendios.	HAPA para el uso y manejo de extintores de incendios. - Diferencia entre los extintores tipo: A, AB, C, D, K. - Identificación de riesgos laborales. - Análisis de los riesgos laborales.	práctica de realidad virtual bajo una ponderación establecida de 10 puntos.
---	--	---

ANEXO 6. Tasa anual de incidencia de los accidentes de trabajo por grupo de edad. Periodo 2009-2016



ANEXO 7. Cuestionario de Evaluación a las herramientas de realidad virtual.

Cuestionario para la sesión de realidad virtual.

Nombre:		Edad:	
Código:		Carrera:	

Responder antes de la sesión:

1. ¿Con qué frecuencia usas una computadora?

- Todos los días Al menos dos veces al mes Una vez por semana
 Al menos una vez al mes Muy raramente De ningún modo

2. ¿Para qué usas una computadora?

- Juegos Diseño Email
 Procesamiento de texto Base de datos Programación
 Hojas de cálculo Internet Mantenimiento

3. ¿Has estado alguna vez en un laboratorio de ingeniería industrial?

- Si
 No

4. ¿Conoces el término de Realidad Virtual?

- Si
 No

5. ¿Ha tenido alguna experiencia con sistemas similares de entrenamiento de realidad virtual anteriormente?

- Si
 No

SESIÓN 2		
RECURSOS	R. Materiales	Ordenador, Casco de RV
	Temporales	10 minutos
	Espaciales	Aula grande
	R. Humanos	Instructores y alumnos
ACTIVIDAD: Aprendiendo el uso de los extintores de incendios.		
Desarrollo	Una vez realizada la respectiva inducción teórica sobre incendios. Cada alumno realizará su respectiva sesión en la plataforma (Oculus Rift) de realidad virtual diseñada. Para ello tendrá que seguir cada una de las indicaciones de los instructores de laboratorio con respecto a la forma de manejar los equipos, además se le explicará los objetivos y el procedimiento en el cual se debe realizar cada una de las tareas a realizarse.	
Simulador <i>Fire Safety RV</i>	Fire Safety (La seguridad contra incendios) es el conjunto de prácticas destinadas a reducir la destrucción causada por el fuego. Las medidas de seguridad contra incendios incluyen aquellas que están destinadas a prevenir la ignición de un incendio incontrolado, y aquellas que se utilizan para limitar el desarrollo y los efectos de un incendio una vez iniciado.	
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJES EVALUABLES
- Formación en prevención de incendios mediante	- Realizar adecuadamente los pasos del método	- Evaluar el desempeño de cada uno de los estudiantes en la

6. ¿Has recibido clases / cursos / capacitaciones / inducciones en lo que respecta la seguridad y prevención de riesgos laborales en el trabajo? (Si/no)
7. ¿Alguna vez has estado en una situación de peligro en el hogar o en el trabajo? (Si/no) En caso de marcar Sí, ¿Has sabido cómo actuar frente la situación?
8. Entre el 1 y el 10, ¿qué importancia cree que tiene formarse en materia de seguridad y salud en el trabajo? (10 es el más importante)
9. Entre el 1 y el 10, ¿qué tan seguro se siente acerca sus conocimientos en seguridad y salud en el trabajo? (10 es el más seguro)

Responder después de la sesión

10. ¿Disfrutaste usando el programa de realidad virtual?
- No en absoluto No realmente Neutral Me gustó Me gustó mucho
11. ¿Le pareció fácil de entender y usar?
- No en absoluto No realmente Neutral Estuvo bien Sí, muy fácil.
12. ¿Te ayudó a aprender?
- No en absoluto No realmente Neutral Estuvo bien Sí, ha ayudado mucho
13. ¿Crees que ayudaría a los estudiantes a comprender el experimento real?
- No en absoluto No realmente Neutral Estuvo bien Sí, mucho
14. ¿El contenido del curso de capacitación correspondió al experimento real?
- No en absoluto No realmente Neutral Estuvo bien Sí, mucho
15. ¿Se le dio suficiente tiempo para entrenar?
- No en absoluto No realmente Neutral Estuvo bien Sí, tiempo amplio
16. ¿Dio el sistema un sentido de la realidad "estar allí" en el medio ambiente?
- No en absoluto No realmente Neutral Sí, un poco Sí, me sentí como si estuviera realmente ahí.
17. ¿Cuál dirías que es tu grado de conocimiento el Prevención de Riesgos Laborales en el sector de la construcción? (siendo 1 poco y 5 mucho)
18. ¿Qué aspectos del programa de capacitación crees que requieren mejoras?
19. Entre el 1 y el 10, ¿qué tan seguro se siente ahora con respecto a sus conocimientos en conceptos básicos de seguridad y salud ocupacional? (10 es el más seguro)
20. ¿Te sientes más interesado en la seguridad contra accidentes de trabajo después del entrenamiento en RV? (Si no tal vez)

¿Comentarios adicionales?

ANEXO 8. Exámenes de evaluación de conocimientos en riesgos laborales para el sector de la construcción.

Cuestionario de conceptos (White Card Simulator)		
Marca con un círculo. Puede haber más de una respuesta válida		
Pregunta		Respuestas válidas
1	Antes de que usted ingrese a cualquier sitio peligroso, debe:	a. Reportarse con el supervisor b. Utilizar los equipos EPP c. Elaborar un plan de evacuación d. a y b e. Ninguna de las anteriores
2	La manera correcta de evitar una caída de distinto nivel es reportando al supervisor la negligencia del trabajador y asegurarse que el trabajador baje de esa altura, o sino opere con un arnés de seguridad.	a. Verdadero b. Falso
3	El uso de casco en el sector de la construcción es absolutamente necesario para cualquier tarea.	a. Verdadero b. Falso
4	El dejar las herramientas de trabajo en cualquier lugar de las estaciones de trabajo, se considera un riesgo	a. Riesgo Químico b. Riesgo Físico c. Riesgo Biológico d. Riesgo Psicosocial e. Ninguna de las anteriores
5	Para tareas de corte en el sector de la construcción es indispensable el uso de guantes de protección, botas, arnés de seguridad, y el casco de seguridad.	a. Verdadero b. Falso
6	Para evitar que los trabajadores sufran algún accidente por caídas de altura es importante que el trabajador se fije estos puntos clave:	a. Uso de Arnés de Seguridad b. Uso de señalética c. Uso de barreras protectoras d. Todas las anteriores e. Sólo a y b.
7	Levantamiento de objetos pesados puede causar lesiones en la columna del trabajador, este tipo de riesgo se puede disminuir mediante	a. El uso de fajas de seguridad (EPP) b. El uso de cuerdas para jalar la carga c. El uso técnicas adecuadas para levantamiento de cargas. d. Ninguna de las anteriores. e. Solo a y c
8	Los químicos fuera de su lugar de confinamiento puede ser un ejemplo de riesgo.	a. Riesgo Químico b. Riesgo Físico c. Riesgo Biológico d. Riesgo Psicosocial. e. Sólo a y b.
9	El asbesto es un material usado comúnmente en las construcciones, una de sus aplicaciones es como aislante en losas o en las losas de piso. Sin embargo, debe ser aislado muy cuidadosamente ya que es peligroso para la salud, pudiendo causar enfermedades a largo plazo como el cáncer. Siendo así este tipo de riesgo es:	a. Riesgo Químico b. Riesgo Físico c. Riesgo Biológico d. Riesgo Ergonómico e. Ninguna de las anteriores
10	Se tiene un generador de energía eléctrica. Una falla en el cableado eléctrico causa un incendio el cuál se está volviendo incontrolable. Afortunadamente, en una bodega se encuentra diferentes tipos de	a) Extintor de agua b) Extintor de agua pulverizada c) Extintor de espuma d) Extintor de CO2 e) Extintor de polvo

	extintores para el caso propuesto. El trabajador debería usar un extintor del tipo:	
--	---	--

ANEXO 9. Matriz de Diseño Experimental

Número	Etiqueta	Primera Parte Simulación	Segunda Parte Simulación
Participante 1	XSI30	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 2	XSI22	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 3	XSI26	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 4	XSI20	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 5	XSI16	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 6	XSI3	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 7	XSI11	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 8	XSI27	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 9	XSI8	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 10	XSI18	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 11	XSI6	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 12	XSI12	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 13	XSI14	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 14	XSI5	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 15	XSI13	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 16	XSI17	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 17	XSI9	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 18	XSI25	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 19	XSI10	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 20	XSI7	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 21	XSI23	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 22	XSI28	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 23	XSI15	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 24	XSI4	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 25	XSI1	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 26	XSI19	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 27	XSI29	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 28	XSI24	Capacitación RV	Capacitación Tradicional
Participante 29	XSI2	Capacitación Tradicional	Capacitación RV
Participante 30	XSI21	Capacitación Tradicional	Capacitación RV

*** Las etiquetas representan códigos asignados a cada una de las capacitaciones para realizar la aleatorización.

Cuestionario de conceptos (Fire Safety Simulator)	
Marca con un círculo donde corresponda. (Puede haber más de una opción válida)	
Pregunta	Respuestas válidas
1	¿Qué clase de extinguidor debería usar en un fuego eléctrico? a. Agua (Clase A) b. Dióxido de Carbono (Clase B) c. Químico seco (Clase ABC) d. b y c e. Ninguna de las anteriores
2	Los extinguidores deben solo usarse en incendios pequeños a. Verdadero b. Falso
3	¿A qué distancia del fuego debe colocarse al empezar a extinguir un incendio? a. 2-3 pies b. 6-10 pies c. 12-15 pies
4	El humo de cualquier tipo de incendio mata más personas que el fuego en sí. a. Verdadero b. Falso
5	Cuando usa un extinguidor de incendios, recuerde PASS- Jale, Apunte, Presione, barra a. Verdadero b. Falso
6	El Extinguidor Clase A se usa en: a. Incendio provocado por gases y líquidos inflamables b. Incendio provocado por papel, madera, basura, u otro combustible ordinario c. Incendio provocado por electricidad d. Ninguna de las anteriores
7	Los extinguidores Clase B se usan en: a. Incendio que provocado gases y líquidos inflamables b. Incendio provocado por papel, madera, basura, u otro combustible ordinario c. Incendio e provocado por electricidad d. Ninguna de las anteriores
8	Un Extinguidor Clase BC – CO2 se usa en incendios que envuelven: a. Electricidad b. Metales Combustibles c. Líquidos y gases flaméales d. Ninguna de las anteriores
9	Cuando usa un extinguidor de Incendios Clase ABC, primero jala el gatillo, apunta, presiona y barre a: a. 1 pie del incendio b. 8 pies del incendio c. 20 pies del incendio d. Ninguna de las anteriores
10	En cuanto al manejo de los extintores: a) Comprobar la viabilidad b) Comprobar si tiene anilla de seguridad. c) Comprobar el tipo de extintor antes de usar d) Todas son correctos

ANEXO 10. Criterios de evaluación para experiencia virtual (White Card).

Sesión 1: White Card

Criterios de evaluación	Evaluación	Reporte	Control	Nota	
P1	Trabajador sin EPP en moladora	0,25	0,25	0,5	1
P2	Herramientas en lugares inadecuados	0,5		0,5	1
P3	Trabajador sin EPP tareas de corte	0,25	0,25	0,5	1
P4	Caída a distinto nivel	0,25	0,25	0,5	1
P5	Levantamiento de objetos pesados	0,25	0,25	0,5	1
P6	Químicos fuera de almacenamiento	0,5		0,5	1
P7	Estructura inestable	0,25	0,25	0,5	1
P8	Caída a pozo abierto	0,25	0,25	0,5	1
P9	Caída a zanja de agua	0,25	0,25	0,5	1
P10	Trabajador en área de asbestos	0,25	0,25	0,5	1
PT		3	2	5	10

ANEXO 11. Criterios de evaluación para experiencia virtual (Fire Safety).

Sesión 2: Fire Safety

Criterios de evaluación 1° Escenario	PT	
P1	Logró identificar el tipo de incendio	1
P2	Logró identificar el tipo de extintor	1
P3	Método PASS: Aplica P "Pull"	2
P4	Método PASS: Aplica A "Aim"	2
P5	Método PASS: Aplica S "Squeeze"	2
P6	Método PASS: Aplica S "Sweep"	2
Total		10

Criterios de evaluación 1° Escenario	PT	
P1	Logró identificar el tipo de incendio	1
P2	Logró identificar el tipo de extintor	1
P3	Método PASS: Aplica P "Pull"	2
P4	Método PASS: Aplica A "Aim"	2
P5	Método PASS: Aplica S "Squeeze"	2
P6	Método PASS: Aplica S "Sweep"	2
Total		10

ANEXO 12. Proyección de Costos Capacitación Tradicional (5 años)



ANEXO 13. Proyección de Costos Capacitación RV (5 años)



ANEXO 14. Diferencias porcentuales entre los métodos de capacitación.

#E	Módulo 1. Prevención de riesgos en la construcción					Módulo 2. Prevención de incendios						
	PT (Tradicional)	PT (RV)	% PT tradicional	% PT (RV)	Diferencia Porcentual	PT (Tradicional)	PT S1 (RV)	PT S2 (RV)	PT (RV)	% PT (Tradicional)	% PT (RV)	Diferencia Porcentual
1	6.5	9	65%	90%	25%	8.5	9	9	9	85%	90%	5%
2	7	9.75	70%	98%	28%	6.5	9	10	9.5	65%	95%	30%
3	7	9.5	70%	95%	25%	8	9	10	9.5	80%	95%	15%
4	8	9.5	80%	95%	15%	8.5	9	10	9.5	85%	95%	10%
5	6	9	60%	90%	30%	8	8	10	9	80%	90%	10%
6	7.5	9.25	75%	93%	18%	7.5	7	10	8.5	75%	85%	10%
7	7	9	70%	90%	20%	8.5	8	10	9	85%	90%	5%
8	8.5	9.75	85%	98%	13%	7.5	8	10	9	75%	90%	15%
9	8	9.25	80%	93%	13%	7.5	9	9	9	75%	90%	15%
10	7	9.25	70%	93%	23%	8.5	9	10	9.5	85%	95%	10%
11	6	9.5	60%	95%	35%	7.5	8	10	9	75%	90%	15%
12	6.5	9.25	65%	93%	28%	6	9	9	9	60%	90%	30%
13	6.5	9.5	65%	95%	30%	6	8	9	8.5	60%	85%	25%
14	7	9	70%	90%	20%	8.5	10	10	10	85%	100%	15%
15	7	9.25	70%	93%	23%	7.5	9	9	9	75%	90%	15%
16	6	9.5	60%	95%	35%	6	8	10	9	60%	90%	30%
17	6.5	9	65%	90%	25%	7.5	10	9	9.5	75%	95%	20%
18	7.5	9.75	75%	98%	23%	6.5	9	9	9	65%	90%	25%
19	6.5	8.25	65%	83%	18%	9	10	10	10	90%	100%	10%
20	7	9.25	70%	93%	23%	5.5	8	9	8.5	55%	85%	30%
21	6.5	9.5	65%	95%	30%	5.5	9	9	9	55%	90%	35%
22	8.5	10	85%	100%	15%	6.5	10	10	10	65%	100%	35%
23	8	9.25	80%	93%	13%	6.5	8	9	8.5	65%	85%	20%
24	7	9.25	70%	93%	23%	8.5	9	10	9.5	85%	95%	10%
25	7	9.5	70%	95%	25%	9.5	10	10	10	95%	100%	5%
26	5	9.25	50%	93%	43%	6.5	10	10	10	65%	100%	35%
27	6.5	10	65%	100%	35%	4.5	8	9	8.5	45%	85%	40%
28	7	9.75	70%	98%	28%	6	9	9	9	60%	90%	30%
29	6.5	9.5	65%	95%	30%	7	8	9	8.5	70%	85%	15%
30	6	9	60%	90%	30%	7.5	9	10	9.5	75%	95%	20%

ANEXO 15 Manuales Instructores

Revisar el archivo: 2019.09.04_Manuales Instructores.docx

11 Referencias

- [1] Argüello López, G; Uribe Bermúdez, J. & Valdivieso Guerrero, M. (2016). Relación entre capacitación y actitud hacia los riesgos laborales en el sector construcción del área metropolitana de Bucaramanga: Un estudio de caso. I+D Revista de Investigaciones, Vol. 9 (1), 14 – 26
- [2] Barcello, J. (2018). Elaboración de un plan de capacitación. IMF Business School. Recuperado el 18 de marzo de 2019 vía web desde: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/recursos-humanos/formacion/como-elaborar-plan-de-capacitacion/>
- [3] Barnett, B, Helbing, K, Hancock, G, Heining, R. & Perrin, B. (2000) An evaluation of the training effectiveness of virtual environments. Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation and education conference (I/ITSEC 2000). Orlando FL
- [4] Beltrán, C. & Murcia, J. (2016). Métodos para identificación de peligros, análisis, evaluación tratamiento de los riesgos en Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n6.a12>
- [5] Bourque, L. B. (2003). How to conduct self-administered and mail surveys (2a. ed.). London, England: Sage
- [6] Cano, Y. (2004). La formación en prevención de riesgos laborales: su configuración como deber de los trabajadores. Revista del ministerio de trabajo y asuntos sociales, 53 (08), pp.53 - 55.
- [7] Cabaleiro, Víctor (2010). Prevención de riesgos laborales: normativa de seguridad e higiene en el puesto de trabajo. Tercera edición Editorial S.L. España.
- [8] Carter, S. D. (2002). Matching training methods and factors of cognitive ability: A means to improve training outcomes. Human Resource Development Quarterly, 13, 71-87.
- [9] Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. (2015). Honorarios Profesionales Mínimos Plan de Evacuación. Recuperado el 24 de abril del 2019 desde www.copime.org.ar%2Fmagazines%2Fdownload%2F435&usg=AOvVaw0M9L9oLzZbcaDKLkREt6
- [10] Construcciones UCE. (2018). Índice de accidentabilidad en la construcción en el Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2019 vía web desde: <https://construccionesuce.wordpress.com/2018/09/12/indice-de-accidentabilidad-en-la-construccion-en-el-ecuador/>
- [11] Cruz, F. (2015). La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería. Universidad de Guadalajara. Revista de Innovación Educativa. Vol. 6, N° 2, 2014 (Ejemplar dedicado a: Pedagogía en la virtualidad / octubre 2014 - marzo 2015), págs. 86-99
- [12] Dayan, R. & Maldonado, C. (2014). Programa de Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo, basados en los factores de Riesgo Laborales, de las actividades de Belleza en el sector informal del Barrio San Cristóbal Norte. Recuperado el 24 de abril desde https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10875/SalinasRodriguezKeyllyDayan2014_Programa%20de%20capacitacion.pdf;jsessionid=61BA214E6A4C833A30DB17F5CC2829C9?sequence=1
- [13] Digital Human Modeling, HCII 2007, LNCS 4561, pp. 1018–1026, 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [14] Dorn L & Barker D. (2005) The effects of driver training on simulated driving performance. Accident and Analysis and Prevention, 37, 63-69.
- [15] D.R. Rashty, (2013). Traditional Learning vs. Elearning. Recuperado el 8 de mayo de 2019 vía web desde: https://www.academia.edu/11079155/A_Comparison_of_E-Learning_and_Traditional_Learning_Experimental_Approach
- [16] Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2016). Estudios Industriales de Construcción. Orientación Estratégica para la toma de decisiones. Recuperado vía web el 9 de abril del 2019 desde <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/03/industriaconstruccion.pdf>
- [17] Estadística de Seguro de Riesgos de trabajo. IEES. Obtenido el 09 de marzo de 2019 de: http://sart.iees.gob.ec/SRGP/indicadores_ecuador.php
- [18] Fällman, D., Backman, A. & Holmlund, K. (1999). RV in Education: An Introduction to Multisensory Constructivist Learning Environments. Universitets pedagogisk konferens, Umeåuniversitet
- [19] Fink, A. (2003). The survey handbook (2a. ed.). London, England: Sage.
- [20] Flores, J., Ávalos, E. & Gallardo, P. (2015). Usos y Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación. Instituto Politécnico Nacional. ESIME Zacatenco, México D.F. Recuperado vía web el 12 de marzo del 2018 desde https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Flores_Cruz/publication/279449116_USOS_Y_APLICACIONES_DE_LA_REALIDAD_VIRTUAL_EN_LA_EDUCACION/links/5592f35808aed7453d464ca9/USOS-Y-APLICACIONES-DE-LA-REALIDAD-VIRTUAL-EN-LA-EDUCACION.pdf
- [21] García, J. (2015). Accidentes más comunes en la construcción. Recuperado el de febrero de 2019 vía web desde: <http://www.preverlab.com/los-accidentes-mas-comunes-en-la-construccion/>
- [22] Gómez García, Antonio & Merino-Salazar, Pamela & Samaniego, Eduardo-Espinoza & Alejandra Echeverría López, María & Tapia Claudio, Oscar. (2017). Epidemiología de accidentes de trabajo en Ecuador basado en la base de datos de la Seguridad Social en los años 2014 - 2016. Rev. Científica. 15.
- [23] Gómez, C. (2017). Propuesta de indicadores de prevención de peligros y riesgos en los empleados del sector de la construcción. Universidad de Antioquia. Recuperado el 07 de marzo de 2019 desde: http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/8811/1/GomezCarlos_2017_PropuestaIndicadoresPrevenc%C3%B3n.pdf
- [24] González, A., Bonilla, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. Revista ingeniería de construcción, 31(1), 05-16. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100001>
- [25] Górski, F. (2017). Building virtual reality applications for engineering with knowledge-based approach. Management and Production Engineering Review, 8 (4), 64-73. 10.1515/mper-2017-0037
- [26] Greenberg, J., Tijerina, L., Curry, R., Artz, B., Cathey, L., Grant, P. Kochhar, D., Kozak, K & Blommer, M. (2003). Evaluation of driver distraction using an event detection paradigm. Journal of Transportation Research Board, 1843, 1-9.
- [27] Grigore C. Buerdea y Philippe Coiffet. Virtual Reality Technology. Second Edition, Wiley-Interscience. 2003
- [28] Hays, RT., Jacobs JW., Prince, C & Salas, E. (1992). Flight simulator effectiveness: A meta-analysis. Military Psychology, 4(2), 63-74.
- [29] Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual Reality in stroke rehabilitation: A systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. Top Stroke Rehabil 2007; 14 (2): 52-61.
- [30] Hernández, J. B. (2007). Investigación de accidentes y análisis de fallas de barreras preventivas. Revista De Ingeniería Energética, 28(1), 27-37
- [31] HTC RV. (2017). Description HTC RV. Recuperado el 15 de marzo de 2018 vía web desde: <https://www.vive.com/us/>
- [32] IEES. (2016). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Recuperado el 22 de abril del 2019 desde <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IE-7-REGLAMENTO-DEL-SEGURO-GENERAL-DE-RIESGOS-DEL-TRABAJO.pdf>
- [33] INSHT. (2012). Evaluación de Riesgos Laborales. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado el 04 de abril de 2018 desde: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf
- [34] INSHT. (2017). Tasa de incidencia anual de los accidentes de trabajo por sexo, edad, ocupación y nacionalidad. Recuperado el 5 de abril de 2019 vía web desde: <http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/menuitem.02f24b227be1a22f7ac3d63062c08a0c/?vgnextoid=e148df855b01e510VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=6ff05c9847273110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- [35] J. M. Cortés. (2015). Técnicas de prevención de riesgos laborales». Ed. Tébar Flores, Madrid.
- [36] Klein, H. J., Noe, R. A., & Wang, C. (2006). Motivation to learn and course outcomes: The impact of delivery mode, learning goal orientation, and perceived barriers and enablers. Personnel Psychology, 59, 665-702.
- [37] Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. Academy of Management Learning & Education, 4, 193-212.
- [38] López, V. (2016). La realidad virtual como recurso educativo en las ciencias experimentales. Universidad de Valladolid. Valladolid: España.

- [39] Lujan, H. L., & DiCarlo, S. E. (2006). First-year medical students prefer multiple learning styles. *Advancements in Physiology Education*, 30, 13-16.
- [40] Ministerio del Trabajo. (1985). Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo. Recuperado el 08 de marzo de 2018 desde: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- [41] Minitab. 2017. Revisión General de T-Pareada. Recuperado el 21 de marzo de 2019 vía web desde: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/paired-t/before-you-start/overview/>
- [42] Minitab. 2017. Prueba de normalidad. Recuperado el 21 de marzo de 2019 vía web desde: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/paired-t/before-you-start/overview/>
- [43] Nadkarni, 2003Nadkarni, S. (2003). Instructional methods and mental models of students: An empirical investigation. *Academy of Management Learning & Education*, 2, 335-351.
- [44] Nadan, T., Alexandrov, V., Jamieson, R. & Watson, K. A. (2011, marzo). Is Virtual Reality a Memorable Experience in an Educational Context? *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET) [S.I.]*, vol. 6, núm. 1, pp. 53-57.
- [45] Nasios, Konstantinos (2002) Improving Chemical Plant Safety Training Using Virtual Reality. PhD thesis, University of Nottingham. Recuperado el 4 de febrero de 2019 vía web desde: <http://eprints.nottingham.ac.uk/10039/1/CostasThesis.pdf>
- [46] National Safety Council. (2013). Journey to Safety Excellence. The Business Case for Investment in Safety. A guide for executives. Recuperado el 24 de abril del 2019 desde <https://www.nsc.org/Portals/0/Documents/JSEWorkplaceDocuments/Journey-to-Safety-Excellence-Safety-Business-Case-Executives.pdf>
- [47] Occupational Safety and Health Administration. (1998). Training Requirements in OSHA Standards. United States Department of Labor. Recuperado el 9 de abril del 2019 desde <https://www.osha.gov/law-regs.html>
- [48] Oculus Rift RV. (2017). Description Oculus Rift. Recuperado el 15 de marzo de 2018 vía web desde: https://www.oculus.com/?locale=es_ES
- [49] Orellana, A. (2009). Class size and interaction in online courses. En A. Orellana, T. L. Hudgins & M. Simonson (Eds.), *The perfect online course: Best practices for designing and teaching* (pp. 117-135). Charlotte, NC, E.E.U.U.: Information Age Publishing
- [50] Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado el 08 de marzo de 2018 vía web desde: <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>
- [51] Organización Mundial de la Salud. (1995). Estrategia mundial de la salud ocupacional para todos: El camino hacia la salud en el trabajo. Ginebra. p.11
- [52] Ostrowski Martin, Barbara & Kolomitro, Klodiana & Lam, Tony. (2013). Training Methods: A Review and Analysis. *Human Resource Development Review*. 13, 11-35. 10.1177/1534484313497947.
- [53] Pale, B. (2018). How RV Compared to Traditional Simulators is a Big Return on Investment (ROI) in Training. *Altus Intervention*. Recuperado el 24 de abril del 2019 desde <https://pale.blue/2018/06/04/how-RV-compared-to-traditional-simulators-is-a-big-roi/>
- [54] Pfeiffer MG, Horey JD, Butrimas SK, (1991). Transfer of simulated instrument training to instrument and contact flight. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1, 219-229.
- [55] Readinger, WO, Chatziastros, OA, Cunningham, W, Bulthoff H, Cutting JE. (2002) Gaze-eccentricity effects on road position and steering. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 247-258
- [56] Samaniego, J & Loaiza, L. (2014). Propuesta de un Modelo de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional Modelo Ecuador para la Empresa Caucho Industrias L.R.P. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado el 8 de abril del 2019 desde <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6963/1/UPS-CT003626.pdf>
- [57] Salas, E., Wildman, J. L., & Piccolo, R. F. (2009). Using simulation-based training to enhance management education. *Academy of Management Learning & Education*, 8, 559-573.
- [58] Scherman, W. & Craig A.B. (2003). Understanding virtual reality: interface, application, and design, Morgan Kaufmann.
- [59] Schneider Electric. (2011). Simuladores de Aprendizaje. Telvent. Revista White Paper. Recuperado el 08 de marzo de 2018 vía web desde: http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/servicios/learning_simulators_dual_2013.pdf
- [60] Scott, S. G. (2010). Factors impacting the selection of training-delivery systems and training methodology of Virginia training professionals (Unpublished dissertation). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- [61] Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). Guía metodológica para el desarrollo de Simulaciones y Simulacros. Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Recuperado el 12 de marzo del 2018 vía Web desde: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18505/VOL-6-GUIA-METODOLOGICA-SIMULACROS-Y-SIMULACIONES.pdf>
- [62] Super Intendencia de Seguridad Social. (2018). Informe Anual Estadísticas de Seguridad Social. Recuperado el 4 de enero de 2019 vía web desde: http://www.suseso.gov.cl/607/articles-496701_archivo_01.pdf
- [63] Tarín, J., & Galera, A. (2016). Sistema de gestión de la SST y accidentes de trabajo en la construcción: evidencia empírica de 23 millones de horas de trabajo en Argentina, Chile, Perú, Méjico y Florida (EEUU). *ORP journal*. Fundación Internacional ORP, 7.
- [64] Tichon, J. & Robin Burgess-Limerick. (2009). A review of Virtual Reality as a Medium for Safety Related Training in the minerals Industry. Coal Services Health and Safety Trust. Bruggess-Limerick & Associates
- [65] Tiger, J. H., Hanley, G. P., & Bruzek, J. L. (2008). Functional communication training: A review and practical guide. *Behavior Analysis in Practice*, 1(1), 16-23.
- [66] Tovar, L., Bohórquez, J., y Puello, P. (2014). Propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada, *Formación Universitaria*, 7(2), 11-20
- [67] Torres, M et. Al. (2017). Modelo cuantitativo de riesgos laborales para el sector de la construcción en el Ecuador. *Polo Conocimiento*. Recuperado el 8 de mayo de 2019 vía web desde: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/viewFile/161/p>
- [68] Van Noord, R., & Peterson, J. (2010). Practical approaches for incorporating online training into staff development initiatives. *World library and information congress: 76th IFLA : 76th IFLA general conference and assembly, Gothenburg, Sweden*. Retrieved from <http://conference.ifla.org/past/ifla76/107-noord-en.pdf>
- [69] Webster-Wright, A. (2009). Reframing professional development through understanding authentic professional learning. *Review of Educational Research*, 79, 702-739.
- [70] Tsuda, S., Barrios, L., Derevianko, A., Irias, N., Schneider, B., Schwaitzberg, S., & Jones, D. B. (2008, April). Does telementoring shorten the pathway to proficiency in the simulation environment? Poster session presented at the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons, Philadelphia, PA, USA. Retrieved from <http://www.sages.org/wp-content/uploads/posters/2008/18638.jpg?6e049a>