

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DESARROLLO DE SIMULACIONES VIRTUALES PARA
CAPACITAR A LOS EMPLEADOS EN SEGURIDAD PARA EL
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN EN TRABAJOS DE ALTURA**

POR:

GABRIEL OMAR CHOQUE TORREZ

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
de Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Diciembre de 2025

TARIJA – BOLIVIA

MSc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

MSc. Ing. Fernando E. Cortéz Michel

VICEDECANO

Ing. Emmy Adela Alfaro Murillo

DIRECTORA DE CARRERA ING.

INDUSTRIAL

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Wilmer Illescas Torrez

Ing. Andrea Céspedes Gira

Ing. Juan Bernardo Sotelo Romero

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

A Dios Todopoderoso, por ser la fuente inagotable de fortaleza, sabiduría y guía en cada etapa de mi vida y durante la realización de este proyecto, a mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y ejemplo de perseverancia me brindaron las bases para alcanzar esta meta profesional, a la memoria de todos los trabajadores que han perdido su vida en la industria de la construcción, haciendo de este proyecto no solo un requisito académico, sino un humilde aporte a la prevención y la seguridad laboral en Bolivia.

El autor expresa su sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS) y a la Carrera de Ingeniería Industrial por la formación académica y el marco institucional provisto para este proyecto. Un reconocimiento especial se dirige a la Ing. Virginia Heredia Valda, cuya invaluable guía y dirección profesional fueron cruciales para la rigurosidad técnica y la culminación exitosa del prototipo. Finalmente, se agradece profundamente a la familia y al círculo de apoyo más cercano por el constante estímulo y soporte emocional, esenciales para la consecución de este logro profesional.

"La tecnología debe salvar vidas y ser rentable, este simulador convierte la seguridad en una inversión que le da a cada constructor la oportunidad de fallar en lo virtual para jamás fallar en la altura. Ingeniería al servicio de la vida.

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema u oportunidad	5
1.2.1. Formulación del problema	8
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo General:.....	9
1.3.2. Objetivos Específicos:	9
1.4. Justificación.....	10
1.4.1. Justificación Académica	10
1.4.2. Justificación Técnica.....	10
1.4.3. Justificación Legal	10
1.4.4. Justificación Económica	11
1.4.5. Justificación Personal	11
1.5. Metodología.....	12
1.5.1. Enfoque y tipo de investigación.....	12
1.5.2. Métodos y Técnicas de Investigación	13
1.5.3. Población o Sujeto de Estudio	14
1.5.4. Recolección de Información	14
1.5.5. Instrumentos de Recolección de Información	15
Capítulo II: Marco Teórico.....	16
2.1. Marco Conceptual	16
2.1.1. Capacitación en seguridad laboral	16

2.1.2. Aprendizaje experiencial y simulación	16
2.1.3. Seguridad industrial y trabajos en altura.....	16
2.1.4. Tecnologías inmersivas aplicadas a la educación y entrenamiento	17
2.1.5. Relación entre los conceptos.....	17
2.2. Marco Técnico.....	17
2.3. Marco Legal y Normativo	20
2.4. Marco Económico	23
2.4.1. Dinámica del Sector de la Construcción.....	23
2.4.2. Financiación del Sector.....	23
2.4.3. Costos y Rentabilidad	24
2.4.4. Perspectivas del Sector	24
2.5. Marco Ambiental y Sostenible del Sector de la Construcción en Bolivia.....	24
2.5.1. Impacto Ambiental del Sector de la Construcción.....	24
2.5.2. Sostenibilidad en la Construcción: Normativas y Buenas Prácticas.....	25
2.5.3. Uso de Tecnología Sostenible en el Sector de la Construcción	25
2.5.4. Desafíos y Oportunidades para la Construcción Sostenible en Bolivia.....	26
2.5.5. Perspectivas Futuras de Sostenibilidad en la Construcción en Bolivia	26
Capítulo III: Diagnóstico.....	27
3.1. Descripción del proceso de trabajo en construcción en altura y sus actores	27
3.2. Impacto de los riesgos en el rendimiento, productividad y costos en la construcción en altura.....	29
3.2.1. Gestión de Riesgos en Trabajos en Andamios	29
3.2.2. Gestión de Riesgos en Trabajos en Cubiertas y Techos.....	34
3.2.3. Gestión de Riesgos en Trabajos en Escaleras Portátiles o Fijas	38

3.2.4. Gestión de Riesgos en Trabajos en Estructuras Metálicas y Encofrados ..	42
3.3. Necesidades no cubiertas en la capacitación en seguridad para trabajos en altura e identificación de brechas en la gestión de seguridad en trabajos en altura	48
Capítulo IV: Propuesta o Ingeniería del Proyecto	54
4.1. Introducción a la Simulación Virtual en Seguridad en Construcción.....	54
4.2. Características del simulador.....	58
4.3. Elementos necesarios y acciones correctivas para la ejecución de cada actividad	67
4.3.1. Empleadores.....	67
4.3.2. Supervisores.....	68
4.3.3. Obreros.....	69
4.4. Simulación de Procesos Constructivos Específicos con Enfoque en Seguridad	72
4.4.1. Escenario de los empleadores	74
4.4.2. Escenario de los supervisores	77
4.4.3. Escenario de los obreros en construcción	80
4.4.3.1. Gestión de trabajos en andamios.....	80
4.4.3.2. Gestión de trabajos en Cubiertas y Techos.....	84
4.4.3.3. Gestión de Trabajos en Escaleras	86
4.4.3.4. Gestión de Trabajos en Encofrados y Estructuras Metálicas.	89
4.5. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador.....	93
4.5.1. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Empleadores.....	93
4.5.2. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Supervisores.....	99

4.5.3. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Trabajo sobre Andamios.....	103
4.5.4. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Trabajo en Cubiertas y Techos	107
4.5.5. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Trabajo en Escaleras	110
4.5.6. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Estructuras Metálicas y Encofrados.....	113
4.5.7. Seguimiento de Indicadores Clave	117
4.6. Proyecto Final de Simulación Integral	119
4.6.1. Presentación de Resultados y Lecciones Aprendidas	119
4.6.2. Evaluación Individual y Grupal	120
4.6.3. Modalidad y Recursos	121
4.7. Plan de Negocios	122
4.7.1. Resumen Ejecutivo	122
4.7.1.1. Propuesta de Valor:	123
4.7.2. Análisis de Mercado.....	123
4.7.2.1. Descripción del Mercado Objetivo	123
4.7.2.2. Necesidad del Mercado	123
4.7.2.3. Competencia.....	124
4.7.2.4. Ventaja Competitiva	124
4.7.2.5. Oportunidad del Mercado	124
4.7.3. Productos y Servicios	125
4.7.3.1. Servicios ofrecidos	125
4.7.3.2. Capacitación en Seguridad para Trabajos en Altura	126

4.7.3.3. Evaluaciones y Certificación.....	126
4.7.3.4. Consultoría en Seguridad	126
4.7.4. Plan de Marketing.....	126
4.7.4.1. Público Objetivo	126
4.7.4.2. Estrategias de Promoción.....	127
4.7.4.3. Plan Comercial y Precios	127
4.7.4.4. Canal de Distribución.....	132
4.7.5. Plan Operativo	132
4.7.5.1. Proceso de Capacitación	132
4.7.5.2. Infraestructura	132
4.7.6. Plan Financiero	133
4.7.6.1. Costos Iniciales	133
4.7.6.2. Fuentes de Ingreso	133
4.7.7. Estructura Operativa	133
4.7.7.1. Personal Clave.....	133
4.7.7.2. Infraestructura	134
4.7.8. Conclusión	134
4.8. Planes de capacitación.....	134
4.8.1. Diagnóstico de la Empresa	134
4.8.1.1. Identificación de Riesgos y Problemáticas	135
4.8.1.2. Evaluación de Capacitación Actual.....	136
4.8.1.3. Revisión de Normativas y Estándares.....	138
4.8.1.4. Impacto en la Productividad y Costos.....	139
4.8.2. Plan de Capacitación.....	140

4.8.2.1. Objetivos del Plan de Capacitación.....	140
4.8.2.2. Contenidos de la Capacitación	141
4.8.2.3. Metodología de Capacitación.....	142
4.8.2.4 Adaptación a las Necesidades de la Empresa.....	143
4.8.2.5. Cronograma de Capacitación	143
4.8.3. Evaluación de las Condiciones de Trabajo	154
4.8.3.1. Condiciones Físicas del Lugar de Trabajo	154
4.8.3.2 Acceso a Herramientas y Equipos Adecuados	155
4.8.3.3. Procedimientos de Trabajo y Seguridad.....	156
4.8.3.4. Evaluación de la Cultura de Seguridad en la Empresa	157
4.8.4.1. Evaluación de la Efectividad de la Capacitación	158
4.8.4.2. Seguimiento de las Condiciones de Trabajo:	160
4.8.4.3. Identificación de Áreas de Mejora	160
4.8.4.4. Implementación de Ajustes y Mejoras Continuas.....	161
4.8.5. Recomendaciones:	162
Capítulo V: Presupuestos	163
5.1. Beneficios	163
5.2. Costos	164
5.3. Pérdidas / Multas	165
5.4. Presupuesto.....	166
5.5. Indicador de Costo Beneficio	167
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	171
6.1. Conclusiones	171
6.2. Recomendaciones	172

BIBLIOGRAFÍA	174
--------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Peligros y riesgos identificados en trabajos de andamios	30
Tabla 2 MATRIZ IPER de trabajos en andamios.....	32
Tabla 3 Peligros y riesgos identificados en trabajos en cubiertas y techos.....	34
Tabla 4 MATRIZ IPER de gestión de trabajos en techos y encofrados	36
Tabla 5 Peligros y riesgos identificados en trabajos en escaleras portátiles y fijas	38
Tabla 6 MATRIZ IPER en trabajos de escaleras portátiles o fijas	40
Tabla 7 Peligros y riesgos en trabajos en estructuras metálicas y encofrados	42
Tabla 8 MATRIZ IPER en trabajos de estructuras metálicas y encofrados	44
Tabla 9 Gastos médicos y tiempos de baja estimados.....	52
Tabla 10 Gastos médicos estimados dependiendo de la gravedad de los mismos	53
Tabla 11 Servicios ofrecidos a los distintos trabajos de la empresa.....	60
Tabla 12 Escala de Nivel de Conciencia en Seguridad Laboral (0–100).....	66
Tabla 13 Acciones a realizar de los empleadores en trabajos de construcción	67
Tabla 14 Acciones a realizar de los supervisores en trabajos de construcción	68
Tabla 15 Acciones a realizar de los obreros en los distintos trabajos en construcción	70
Tabla 16 Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo para empleadores.....	75
Tabla 17 Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo para supervisores	78
Tabla 18 Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo sobre andamios.....	81
Tabla 19 Temas que cubre el simulador en gestión de trabajos de cubiertas y techos	85
Tabla 20 Temas que cubre el simulador en la gestión de trabajos en escaleras portátiles y fijas.....	88
Tabla 21 Temas que cubre el simulador en la gestión de trabajos en encofrados y estructuras metálicas	90

Tabla 22 Precios del modelo de Licencia Anual	128
Tabla 23 Precios para el modelo de pago por Uso	129
Tabla 24 Descuentos en base al número de participantes (por persona).....	131
Tabla 25 Cronograma de capacitación para empleadores	145
Tabla 26 Cronograma de capacitación para los supervisores.....	148
Tabla 27 Cronograma de capacitación para obreros	151
Tabla 28 Condiciones físicas del lugar de trabajo.....	154
Tabla 29 Costos iniciales.....	164
Tabla 30 Costos operativos	165
Tabla 31 Presupuesto inicial previsto.....	166
Tabla 32 Presupuesto operativo	167

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problemas.....	6
Figura 2 Árbol de soluciones	8
Figura 3 Mapa de procesos en una empresa de construcción	27
Figura 4 Inicio y selección del perfil del usuario.....	62
Figura 5 Ejemplo de resultado en caso de una respuesta correcta	63
Figura 6 Ejemplo de resultado en caso de una respuesta incorrecta	64
Figura 7 Pantalla de inicio del simulador.....	72
Figura 8 Captura del simulador en el apartado de empleadores	74
Figura 9 Captura del simulador en gestión de trabajo para supervisores.....	77
Figura 10 Captura del simulador en gestión de trabajo sobre andamios.....	81
Figura 11 Captura de simulador en el apartado de trabajos en cubiertas y techos.....	84
Figura 12 Captura del simulador en el apartado de gestión de trabajos en escaleras portátiles y fijas	87
Figura 13 Captura del simulador en el apartado de gestión de trabajos en estructuras metálicas y encofrados	89
Figura 14 Ejemplo de pregunta en el apartado de empleadores.....	93
Figura 15 Puntaje real mostrado a medida que se avanza por las preguntas del simulador	95
Figura 16 Funciones de navegación para el simulador	95
Figura 17 Contenido multimedia mostrado en base a respuesta	96
Figura 18 Pantalla mostrada del simulador una vez terminada la simulación con preguntas	97
Figura 19 Opciones mostradas una vez finalizada la simulación	98

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Preguntas utilizadas para el simulador	179
ANEXO 2 Enlace para acceder al simulador	263
ANEXO 3 Ejemplo de resultado de simulación	263
ANEXO 4 Tecnologías usadas para el desarrollo del simulador.....	264
ANEXO 5 Normativas Legales y Técnicas Relacionadas con la Seguridad en el Trabajo en Altura	266
ANEXO 6 Página de inicio del simulador	270
ANEXO 7 Folletos de promoción del simulador	271
ANEXO 8 Tabla IPER.....	274
ANEXO 9 Preguntas de Diagnóstico	274