

**FACULTAD DE CC.FF.MM
ESCUELA DE INFORMÁTICA**

**SISTEMA GRÁFICO 3D PARA CAPACITACIÓN DE
RECONOCIMIENTO DE ZONAS SEGURAS ANTE SISMOS Y
TERREMOTOS EN LA SALA DE CONFERENCIAS Y
REUNIONES NIZA TRUJILLO**



Investigación para proyecto del curso de:

Computación Gráfica Avanzada

AUTORES:

Aliaga Carbajal, Paulo Adrian

Mendez Cruz, Angely Yahayra

Mendez Cruz, Ciara Solange

Padilla Leyva, Leslie Valentina

Recalde Monzón, Angie Tatiana

Senmache Ly, Jesús Sebastián

ASESOR:

Ing. Bravo Escalante, Jorge David

Trujillo - Perú

2022

Índice

Índice	2
Índice de Figuras	4
CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO	6
1.1. Realidad Problemática	6
1.2. Formulación del Problema	8
1.3. Antecedentes	8
1.4. Justificación	13
1.4.1. Educativa/ Instructiva	13
1.4.2. Social	13
1.4.3. Tecnológica	13
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo General	14
1.5.2. Objetivos Específicos	14
1.6. Hipótesis	15
1.7. Variables	15
1.7.1. Variable Dependiente	15
1.7.2. Variable Independiente	15
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	16
2.1. Reconocimiento de Zonas Seguras ante Sismos y Terremotos	16
2.1.1. Sismo	16
2.1.1.1. Concepto de Sismo	16
2.1.2 Terremotos	16
2.1.2.1. Concepto de Terremoto	16
2.1.2.2. Causas de los Terremotos	17
2.1.2.2.1. Fallas	17
2.1.3. Zonas Seguras en caso de Sismos	17

2.1.3.1. En los Hogares	17
2.1.3.2. En las Instituciones Educativas	19
2.1.4. Rutas de Evacuación	19
2.1.4. Medidas de Reducción de Daños	20
2.1.4.1. Elementos apoyados sobre la Estructura	20
2.1.4.2. Elementos Obstáculos en las Rutas de Evacuación	21
2.1.5. Señalización de Seguridad ante Sismos y Terremotos	21
2.2. OpenGL	22
2.2.1. Variable, Primitivas y Atributos	22
2.2.2. Transformaciones en OpenGL	24
2.3. Sistema Gráfico 3D	25
2.3.1. Transformación de la Cámara	25
2.3.2. Transformación de Proyección	27
2.3.2.1. Proyección Perspectiva	27
2.3.2.2. Proyección Paralela	28
2.3.3. Transformación al Área de Dibujo	29
2.4. Metodología Desarrollo del Software	29
2.4.1. Métodos de Desarrollo Ágil	29
2.4.1.1. SCRUM	30
2.4.1.1.1 Características	30
2.4.1.1.2 Proceso Scrum	31
2.4.1.1.3 Eventos de Scrum	31
2.4.1.1.4 Artefactos de Scrum	32
2.4.1.1.5 Papeles o Roles de Scrum	33
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE DESARROLLO	35
3.1. Fase de Inicio o Análisis	35
3.2. Fase de Diseño	37
3.2.1. Modelo Arquitectónico	37

3.2.2. Diseño interfaz gráfica	38
3.2.3. Diseño y Creación del Ambiente Virtual 3D	39
3.3. Fase de Implementación	40
3.3.1. Sources	40
3.3.2. Headers	41
3.3.3. Funciones Principales	41
3.3.3.1. Texturas	41
3.3.3.3. Movimiento de Cámara	41
3.3.3.4. Gráficos	42
3.3.3.5. Sonido	42
3.3.4. Creación e Implementación en OpenGL	42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
4.1. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos	55
4.2. Validez del instrumento	58
4.2.1. Alfa de Cronbach (α)	58
4.2.1.1. Para la Encuesta Antes del Sistema Gráfico 3D	58
4.2.1.2. Para la Encuesta Despues del Sistema Gráfico 3D	59
4.3. Análisis e Interpretación de Resultados sobre Reconocimiento de Zonas Seguras y Señaléticas ante Sismos y Terremotos	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones	69
Referencias	70

Índice de Figuras

<p>Figura 1. <i>Vulnerabilidad y rutas de evacuación en una vivienda común.</i></p> <p>Figura 2. <i>Recomendaciones preventivas para Terremotos dentro de un hogar.</i></p> <p>Figura 3. <i>Plano de señalización para la Institución Educativa.</i></p> <p>Figura 4. <i>Lo correcto e incorrecto en recorridos de evacuación.</i></p> <p>Figura 5. <i>Fijación de estante y detalles para evitar su vuelco.</i></p> <p>Figura 6. <i>Lo correcto e incorrecto con obstáculos en recorridos de evacuación.</i></p> <p>Figura 7. <i>Carteles de Evacuación y Emergencia.</i></p> <p>Figura 8. <i>Función en OpenGL para crear un vértice.</i></p> <p>Figura 9. <i>Ejemplo de código para la creación de un polígono (triángulo).</i></p> <p>Figura 10. <i>Ejemplo de código para el color negro .</i></p> <p>Figura 11. <i>Ejemplo de código para el color blanco.</i></p> <p>Figura 12. <i>Ejemplo de código de un triángulo color blanco.</i></p> <p>Figura 13 . <i>Parámetros para ubicar y orientar una cámara: p, posición de la cámara; UP, vector de inclinación; i, punto de interés.</i></p> <p>Figura 14 . <i>Transformación de la cámara. La cámara situada en el punto 'p' en la imagen de la izquierda se transforma para quedar como se observa en la imagen de la derecha. Dicha transformación se aplica al objeto de tal manera que lo que se observa sea lo mismo en ambas situaciones.</i></p> <p>Figura 15. <i>Esquema del volumen de la vista de una proyección perspectiva.</i></p> <p>Figura 16. <i>Esquema del volumen de la vista de una proyección paralela.</i></p> <p>Figura 17. <i>Volumen canónico de la vista, cubo de lado 2 centrado en el origen de coordenadas.</i></p>	<p style="margin: 0;">19</p> <p style="margin: 0;">20</p> <p style="margin: 0;">20</p> <p style="margin: 0;">21</p> <p style="margin: 0;">22</p> <p style="margin: 0;">22</p> <p style="margin: 0;">23</p> <p style="margin: 0;">24</p> <p style="margin: 0;">25</p> <p style="margin: 0;">25</p> <p style="margin: 0;">25</p> <p style="margin: 0;">26</p> <p style="margin: 0;">27</p> <p style="margin: 0;">28</p> <p style="margin: 0;">29</p> <p style="margin: 0;">30</p> <p style="margin: 0;">30</p>
--	--

Figura 18. <i>Proceso de Scrum.</i>	33
Figura 19. <i>Modelo Arquitectónico del Sistema Gráfico 3D.</i>	39
Figura 20. <i>Modelo de Interfaz Gráfica del Sistema Gráfico 3D.</i>	40
Figura 21. <i>Ambientes en 3D con una correcta señalización y una vivienda.</i>	40
Figura 22. <i>Correcta señalización en un estacionamiento.</i>	41
Figura 23. <i>Correcta señalización en una columna.</i>	41
Figura 24. <i>Salida de Emergencia en una edificación.</i>	42
Figura 25. <i>Correcta señalización en componentes con riesgo eléctrico.</i>	42
Figura 26. <i>Correcta señalización de la ruta de evacuación.</i>	43
Figura 27. <i>Correcta señalización en componentes con punto de reunión.</i>	44
Figura 28. <i>Primer ambiente en 3D.</i>	46
Figura 29. <i>Segundo ambiente en 3D.</i>	46
Figura 30. <i>Señalización.</i>	47

CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO

1.1. Realidad Problemática

La Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo es un espacio de trabajo diseñado para diversos eventos como conferencias, capacitaciones, talleres, seminarios, simposios, reuniones de directorios, y del cual su fin es brindar confort y distinción a sus actividades de negocios mediante sus eventos empresariales.

Sin embargo, históricamente se evidencia que nuestro país está en constante riesgo debido a que el territorio se encuentra en un área de intensa actividad sísmica por la la placa de Nazca (placa oceánica), sumergida bajo la sudamericana (placa continental). Tal es un hecho suscitado el 31 de mayo de 1970, El Terremoto del Callejón de Huaylas considerado el peor desastre natural del siglo XX; el cual registró un terremoto de 7,9 en la escala de Richter con una duración de 45 segundos, donde el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) lo considera como "*uno de los terremotos más destructivos del mundo*", con al menos 70.000 muertes (Deutsche Welle, 2020).

A causa del movimiento telúrico de 1970 se produjo en el pico del nevado Huascarán un aluvión de 30 toneladas, que aplastó a las zonas de Yungay y Ranrahirca. También causó destrucción en el Callejón de Huaylas. Dicho desastre causó pérdidas humanas y materiales en los departamentos de Áncash, Lima, La Libertad y Lambayeque. Por lo que Germán Gallardo, profesor de la Universidad de Piura y especialista en Ingeniería Geotécnica, explica que es importante conocer, diseñar y construir adecuadamente, con ayuda de un equipo técnico calificado que sepa identificar zonas seguras, las amenazas y vulnerabilidad del área donde se edificará una casa para evitar pérdidas (Universidad de Piura, 2021).

Los peligros sísmicos por los que nuestra provincia y nuestro país viene atravesando durante los últimos años son alarmantes y constituyen una enorme preocupación. A la ciudad

de Trujillo se la puede considerar como una ciudad altamente vulnerable ante un sismo severo, porque tiene antecedentes de sismos destructivos, está asentada sobre suelo blando (arena mal graduada), tiene un alto porcentaje de edificaciones antiguas, de tierra y en la actualidad los asentamientos humanos se siguen construyendo con adobe sin ningún criterio antisísmico (Escobedo, 2019).

Asimismo, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) informó que la mayor cantidad de damnificados en nuestro país han sido ocasionados por las inundaciones, seguido de las lluvias intensas y los sismos. Y los sismos dejaron un total de 462 mil 962 personas damnificadas, recalando que el evento sísmico que mayores daños ha ocasionado es el que ocurrió en Pisco el 15 de agosto del año 2007. Además indicó que durante el periodo 2003 - 2019 en total fueron afectadas 340 511 personas debido a movimientos telúricos.

El jefe del INDECI, Jorge Chávez Cresta, aseveró que, “*el terremoto no mata por si solo, sino la falta de preparación de la población*”. “*Que no sea un ejercicio más, sino un entrenamiento real y serio porque está en riesgo no solo la parte patrimonial sino la vida de cada uno de nosotros. Esta idea debemos internalizarla*”, refirió en diálogo con la Agencia Andina.

Según el Instituto Geofísico del Perú, a nivel mundial, Perú es uno de los países con mayor potencial sísmico debido a que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde la Tierra libera más del 85% de la energía acumulada en su interior debido a los procesos de convección del manto.

Según una encuesta realizada de capacitaciones comparativas del año 2019 y 2020, se concluye que el número total de capacitaciones realizadas del año 2020 ha disminuido de manera significativa con respecto al año 2019 en establecimientos privados, dentro de los cuáles se encuentra la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

Por los antecedentes presentados, el presente proyecto tiene como finalidad la creación de Sistema Gráfico 3D para la capacitación de reconocimiento de zonas seguras ante desastres, específicamente sismos y la señalética correspondiente en la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

1.2. Formulación del Problema

¿Se capacitará en reconocimiento de zonas seguras ante hechos sísmicos mediante un Sistema Gráfico 3D en la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo?

1.3. Antecedentes

En el artículo titulado “*Uso de Tecnología Geoespacial para el Análisis e Interpretación de los Sismos*” elaborado por Pagan Flores, Abiezer en la Universidad Politécnica de Puerto Rico en Puerto Rico en 2015, se analizó la actividad tomando como ejemplo la zona que comprende los pueblos de Guayama, Arroyo, Patillas y Cayey. Este lugar para los años 2005 y 2007 tuvo un aumento significativo del (200%) en su sismicidad. Con esto se desarrolló un estudio que abarca 10 años (2004-2014). Estos sismos fueron analizados espacialmente mediante el uso de herramientas de análisis Geoespacial y visualización en 3D. Este análisis espacial involucró la creación de un algoritmo que automatizó las medidas de distancias entre cada sismo y el resultado fue adherido a un Shapefile y en ArcScene 3D donde se modeló la distribución de las formas lineales y geométricas y con ArcMap se crearon mapas que pudieron ayudar al desarrollo de análisis espacial para identificar zonas vulnerables que puedan ayudar a la creación de planes de mitigación de acuerdo a la zona. El artículo evidencia que los productos generados por las aplicaciones de visualización en 3D usando Shapefile y ArcScene 3D son simples y entendibles para informar al público o la rama científica sobre los eventos sísmicos, estos

resultados influyeron para la elección de la solución al problema planteado en este proyecto el cual es desarrollar un sistema 3D usando OpenGL.

En la tesis “*Aplicación de Sistemas de Información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana*” realizada por Ochoa Zamalloa, Angel Jair en la Universidad Nacional de San Marcos en Lima, 2012. En las últimas décadas el desarrollo urbano se incrementó considerablemente hacia la zona sur de Lima Metropolitana, dando lugar al crecimiento descontrolado de distritos como Pucusana, Santa María del Mar, San Bartolo y Punta Hermosa. En este estudio se pretende identificar áreas de riesgo en el Balneario de Pucusana y proponer posibles soluciones a los problemas de la vulnerabilidad que afectan al poblador de Pucusana, mediante el planteamiento de un modelo de gestión de riesgo. Este modelo propone programas y proyectos que permitirán al poblador de Pucusana disminuir los niveles de daños, elevando su nivel de resiliencia y evitando su exposición mediante la identificación de los lugares de mayor fragilidad. La tesis aporta en el problema, puesto que permite conocer los riesgos sísmicos tras la representación de la realidad en una ciudad afectada por un desastre natural por medio de un sistema de información y conocer los ambientes seguros en una construcción y establecimientos que opten las medidas necesarias tras un posible escenario de riesgo considerando estas medidas y factores de riesgo para el presente proyecto cumpliendo con las normas o recomendaciones ante un desastre natural en ciertos establecimientos como edificios, casas o centros comerciales.

La tesis titulada “*Análisis, diseño e implementación de un ambiente virtual 3D y objeto de información para la regional Austro del Ministerio de Turismo*”, realizada por Andrade Iñiguez, Lenin David y Narea Chumbi, Pablo Arturo en Cuenca, Ecuador (2011). Una de las causas de análisis y desarrollo de ambientes virtuales 3D es el poder sumergirse en estos entornos pudiendo tener la sensación de estar presente en ellos. Aunque dicho

desarrollo está restringido por las características de hardware a las que se debe someter, debido a que exige una mayor cantidad de recursos en la utilización de ambientes virtuales 3D. Es por esto que se considera necesario dar un enfoque hacia el tratamiento del modelado, ya que dependiendo del nivel de detalle de éste y los eventos proporcionados mediante programación la aplicación obtenida facilitará la percepción de realismo. Se propone un modelo que permita dar a conocer a cualquier miembro del Ministerio de Turismo un ambiente virtual en 3D en el que se encuentra plasmada la Regional Austro con sus respectivos departamentos y bienes; así como el de brindar un aporte con información detallada de los bienes. La tesis aporta en la solución, por la elaboración de un sistema en ambiente virtual 3D que fue desarrollado en Motor 3D y Api 3D, dicho sistema sirve como referencia al presente proyecto en el modelamiento y diseño para la implementación del sistema gráfico para una entidad del gobierno.

En la tesis titulada “*Leap Quake videojuego para representar actividades de prevención, reacción y recuperación de un terremoto dentro de un edificio, controlado por los gestos de las manos*” de Marco Aurelio Granados Santana y Yesica Andrea Pulido Escobar pertenecientes a la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, 2018, se indica que Leap Quake es un videojuego que puede complementar la capacitación de las personas en el tema de prevención y respuesta en caso de terremoto, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos. Para la representación del terremoto se programó un algoritmo con variables que simulan la magnitud, tiempo y decrecimiento de un movimiento telúrico el cual ocurre en el escenario de reacción; el algoritmo de terremoto genera fuertes sacudidas al edificio desencadenando diferentes situaciones de riesgo, *durante y después* del terremoto. Leap Quake ofrece la experiencia de un entorno en 3D que posibilita que el usuario se sienta inmerso en un ambiente que le permite navegar y manipular objetos, además, el jugador tiene como objetivo mitigar la mortalidad en un terremoto. La contribución de la tesis al presente

proyecto es en cuanto al análisis de la problemática, objetivos y la interacción de navegación del usuario en la solución pues generó el interés de enseñar el tema de sismos y terremotos con tecnologías emergentes aplicadas a la educación o instrucción.

La tesis titulada “*Prevención de desastres de un sistema gráfico de cómputo*” de López Arce y Joseph Peter, pertenecientes a la Universidad Nacional de Ingeniería en 1991 se indica que se puede utilizar la tecnología de las computadoras para el manejo de información geográfica asociada a información atributiva para la prevención de desastres. Para lograr esto se ha efectuado un programa en lenguaje FORTRAN con ayudas de subrutinas GRAPHICS que permiten al usuario interactuar de una manera gráfica los diversos tipos de información a nivel de manzana o lote que se tengan de una determinada zona en estudio, y así poder lograr una toma de decisiones rápida y confiable. Consideramos que esta tesis, nos ayuda a entender mejor el tema, y el cómo nuestra solución ayudará a la prevención ante desastres sísmicos.

En el trabajo titulado “*Sistema Gráfico Interactivo (CAD) para el diseño de estructuras aporticadas Planas ortogonales de concreto armado*” de Mario Alfonso Vélez Canchanya perteneciente a la Universidad Nacional de Ingeniería en 1991 se indica que el presente es el desarrollo de un sistema gráfico interactivo de estructuras de concreto armado. Este sistema ha sido programado para ser usado en estaciones de trabajo. Para ello se ha hecho uso de un software gráfico tipo interface denominado graPHICS en la estructuración y definición de la parte gráfica, permitiendo ello el manejo de forma organizada de la misma. El sistema permite leer la información (geometría, propiedades e hipótesis de cargas) de una estructura aporticada de concreto armado, realiza el análisis estructural, muestra los resultados (diagramas de momentos, diagramas de fuerzas cortantes, deformada, diagrama de envolvente de momentos, diagrama de envolvente de cortantes); luego se lleva a cabo el diseño de los elementos (vigas y columnas). Estos diseños (de vigas de flexión y por corte, y

de columnas) son interactivos, generando reportes (planos) en la pantalla que pueden ser salvados como archivos gráficos. Por último, mediante un programa auxiliar se pueden dibujar dichos planos en el graficador (Plotter). El trabajo nos indica la técnica usada por el autor para la obtención de los elementos de los planos de una estructura (vigas y columnas) la cual nos será útil y poder emplearlos en nuestro proyecto para la simulación de espacios estándares con la intención de ayudar en el reconocimiento de las zonas seguras en caso de sismos y terremotos.

En la tesis titulada “*Aplicación móvil con realidad aumentada para el aprendizaje de acciones a realizar ante terremotos*” de Adriana Belén Calderón Lezama de la Universidad César Vallejo, 2018. El estudio tuvo como objetivo principal el desarrollo de una aplicación móvil que permita brindar en el proceso de aprendizaje las medidas a tomar en una situación de emergencia como un movimiento telúrico de mediana a gran magnitud usando la tecnología de la realidad aumentada y virtual para poder recrear escenarios en 3D. Las pruebas que se desarrollaron fueron aplicadas a los alumnos de quinto de primaria del IEP “El Americano” ubicado en Mariscal Cáceres. Por otra parte esta aplicación fue desarrollada para dispositivos con el sistema operativo Android, mediante el uso del IDE (Integrated Development Environment), la plataforma de desarrollo oficial de Android, el programa Android Studio y sus diversas librerías y Blender para la creación de objetos en 3D, los cuales en conjunto contribuyeron al desarrollo de esta aplicación como medio completo para el aprendizaje. La tesis influye en el presente proyecto en la solución planteada, ya que en los resultados presentados en la tesis se observó que los alumnos lograron interactuar de una forma novedosa y divertida, aprendiendo conceptos básicos sobre un hecho de riesgo y analizando situaciones que el aplicativo les ofreció y los mismos aprendizajes se espera en las personas a las que va dirigido el presente proyecto.

1.4. Justificación

1.4.1. Educativa/ Instructiva

La preocupación generada ante la realidad problemática investigada, nos proporciona la importancia en señalar que es necesario la preparación para reconocer las zonas seguras durante sismos y terremotos. Por lo que surge el propósito de resolver la problemática del presente proyecto, el cual es disminuir pérdidas humanas y daños materiales cuando ocurren estos desastres. El sistema 3D es beneficioso para el personal que labora y hasta los clientes que pertenecen a la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo porque permitirá el reconocimiento de zonas seguras, estructuras firmes en el entorno y señalización de seguridad y además conocer adecuadamente qué realizar y a dónde acudir durante los desastres mencionados.

1.4.2. Social

Uno de los motivos para la realización del proyecto es que brindará ayuda a la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo, puesto que el sistema gráfico no solo tiene como propósito la capacitación al personal de la empresa, sino también, a la población en general tales como instituciones privadas o públicas, centros educativos o centros comerciales donde los trabajadores, estudiantes o personas en general puedan identificar las zonas seguras de los ambientes que frecuentan, de manera que, sepan cómo reaccionar ante un hecho sísmico.

1.4.3. Tecnológica

Otra de las ventajas que brinda el Sistema Gráfico 3D es que, permite la digitalización del aprendizaje en las nuevas tecnologías porque es una excelente herramienta de enseñanza visual, atractiva, interactiva e innovadora donde el usuario final, el personal de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo, a través de una representación digital completa del diseño interno y externo de las edificaciones comprenderá claramente el entorno, las condiciones en las que se encuentra la edificación, reconocer zonas seguras y qué acciones

tomar frente a los desastres a través de una navegación virtual y además su uso puede realizarse desde cualquier lugar de la ciudad.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Capacitar en el reconocimiento de zonas seguras ante sismos y terremotos mediante un sistema gráfico 3D en la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

1.5.2. Objetivos Específicos

Incrementar el nivel de conocimiento sobre las medidas preventivas y la señalética de seguridad frente a sismos y terremotos del personal de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

Aumentar el grado de efectividad en la correcta evacuación frente a un simulacro de sismo o terremoto del personal de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

Elevar la cantidad de personal preparado correctamente para reconocer las zonas seguras ante sismos y terremotos después del uso del sistema gráfico 3D de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

1.6. Hipótesis

El Sistema Gráfico 3D capacitará de manera efectiva en reconocimiento de zonas seguras ante sismos y terremotos al personal de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo.

1.7. Variables

1.7.1. Variable Dependiente

Reconocimiento de zonas seguras ante sismos y terremotos.

1.7.2. Variable Independiente

Sistema Gráfico 3D.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

El presente proyecto involucra el estudio de dos variables: Reconocimiento de zonas seguras ante sismos y terremotos y Sistema Gráfico 3D.

2.1. Reconocimiento de Zonas Seguras ante Sismos y Terremotos

2.1.1. Sismo

2.1.1.1. Concepto de Sismo

Movimiento súbito de la corteza terrestre debido a desplazamientos de los bloques o placas tectónicas. Los sismos pueden ser de baja intensidad (temblores que no ocasionan daños), de mediana intensidad y alta intensidad (terremotos o movimientos que sí ocasionan daños). (Dávila, 2011)

También pueden ser ocasionados por procesos volcánicos o por grandes desplazamientos de masas rocosas. La intensidad de los sismos se mide por la escala de Mercalli y la escala de Richter.

2.1.2 Terremotos

2.1.2.1. Concepto de Terremoto

Un terremoto es un movimiento o vibración repentina causada por la relajación brusca y súbita de energía, acumulada por deformación de la Litosfera, que se propaga en forma de ondas sísmicas. (Sánchez, 1994) Es por tanto un fenómeno transitorio. La mayoría de los terremotos son de origen tectónico; en éstos debido a que la fricción en las fallas es a menudo inestable, ocurren desplazamientos muy rápidos como una ruptura que se propaga dinámicamente sobre la superficie de la falla, estos movimientos generan las ondas sísmicas y estas, al llegar a la superficie, provocan las sacudidas sísmicas del terreno.

2.1.2.2. Causas de los Terremotos

Los terremotos más importantes son los tectónicos. Para éstos el modelo más coherente es el de deslizamiento de una falla a base de desplazamientos bruscos de partes de la falla.

2.1.2.2.1. Fallas

Una falla es una zona de fracturas donde han ocurrido desplazamientos de un lado respecto al otro del plano o superficie de fractura. Los terremotos tectónicos se producen por fracturación de la roca o desplazamientos en zonas de debilidad preexistentes.(Sánchez, 1994) Una falla activa es aquella que sobre bases históricas, sismológicas o geológicas evidencia que tiene alta probabilidad de producir un movimiento relativo. Cuando este deslizamiento es mediante terremotos se la denomina falla sísmica.

2.1.3. Zonas Seguras en caso de Sismos

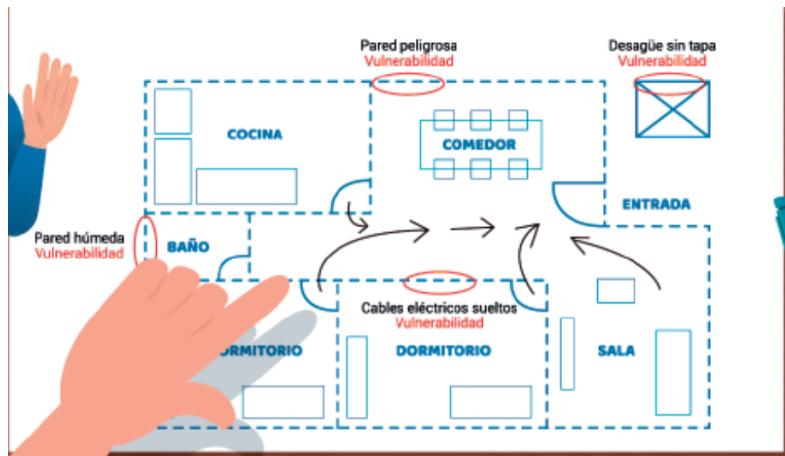
Son los lugares que se encuentran fuera del área de peligro y donde la población puede ubicarse de manera temporal hasta que las autoridades señalen que ha pasado el peligro o hasta la movilización hacia los albergues temporales (Guía de Resiliencia Comunitaria - INDECI, 2020).

2.1.3.1. En los Hogares

Identificar las *zonas seguras internas*, es decir, dentro de la casa es tarea de todos los integrantes que conforman un hogar, reconocer los materiales de la vivienda, ya que es una característica que incrementa o disminuye el riesgo al que está expuesto la familia. Elaborar un croquis de la vivienda y sus alrededores. Señalar y marcar los lugares de riesgos que involucran vulnerabilidad; como paredes inestables, roturas o desniveles en el piso, cables sueltos, desagües sin tapa, macetas, repisas y estantes sin sujetar a la pared, entre otros, de ese modo se descartan esas zonas como seguras y se adopta las medidas correctivas, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1.

Vulnerabilidad y rutas de evacuación en una vivienda común.

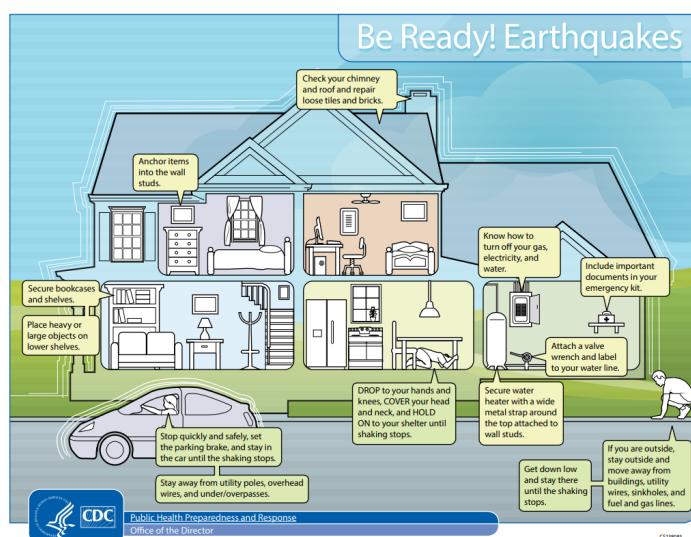


Nota. Plan Familiar de Emergencia. INDECI (2017)

Durante un terremoto, la mayoría de las muertes y lesiones son causadas por materiales de construcción que se derrumban y objetos pesados que caen, como estanterías, gabinetes y unidades de calefacción. Por lo que es imprescindible conocer los lugares seguros en cada habitación de nuestro hogar y negocios para reducir las lesiones y los daños. Un lugar seguro puede ser debajo de una mesa o escritorio, situarse al lado de columnas resistentes, bajo muros estructurales, bajo los marcos de las puertas, alejado de ventanas o vidrios. Y en el caso de los edificios, la zona externa del ascensor es también un ambiente seguro.

Figura 2.

Recomendaciones preventivas para Terremotos dentro de un hogar.



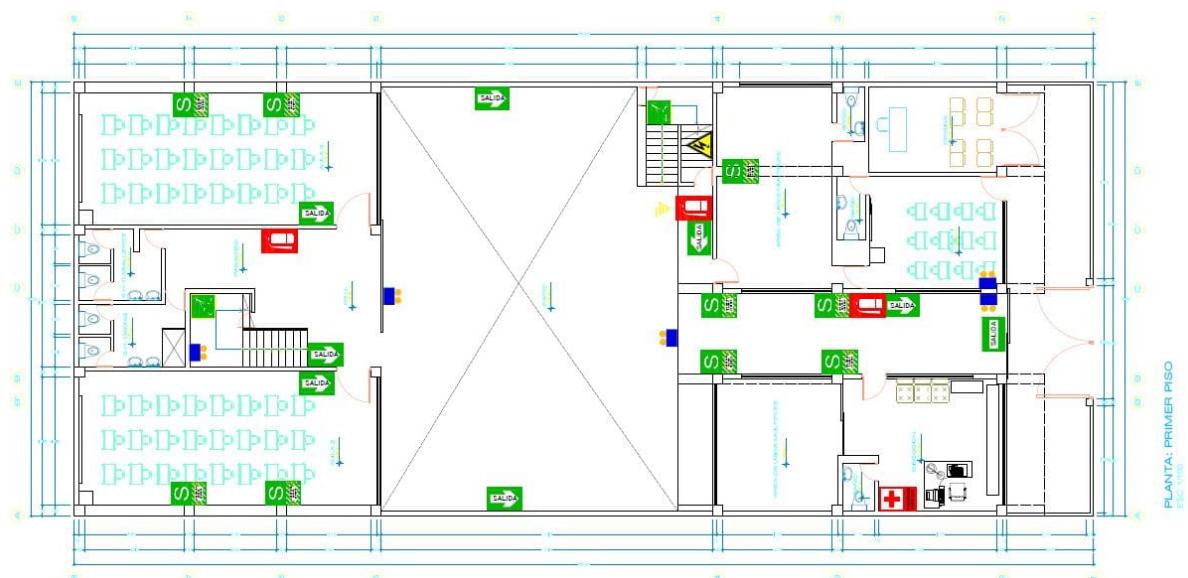
Nota. Center for Disease Control and Prevention (CDC U.S.A, 2020)

2.1.3.2. En las Instituciones Educativas

Su identificación involucra a todos los miembros de la comunidad educativa para que sea posible la prevención y la reducción del riesgo y debe estar liderado por la directora o el director, para responder a situaciones de emergencia o desastres. En la Figura 3, se muestra un plano de señalización para la Institución Educativa Privada "Nuestra Señora de las Mercedes" de Lima, que contiene señales tales como: las salidas, zonas seguras (vigas de contención entre paredes, columnas); asimismo luces de emergencia y extintores.

Figura 3.

Plano de señalización para la Institución Educativa.



Nota. V&M Diseña y Construye, 2018.

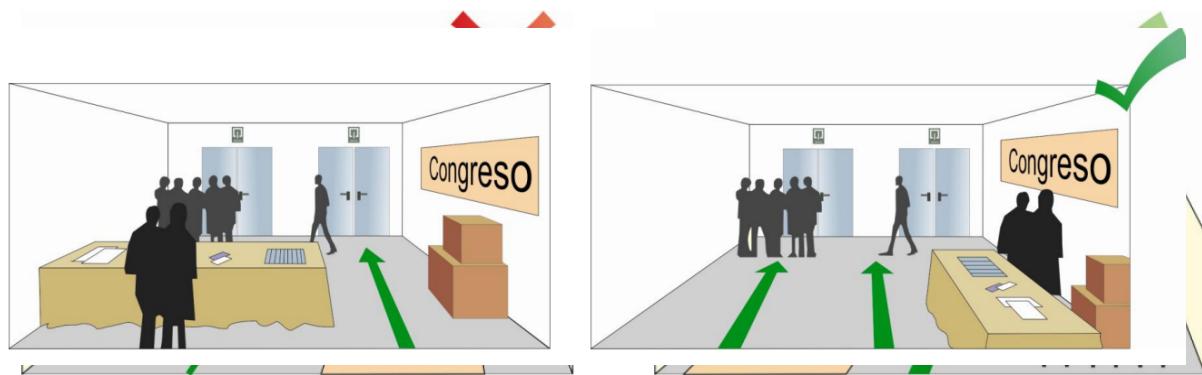
2.1.4. Rutas de Evacuación

Son los caminos debidamente señalizados que se definen para garantizar la rápida evacuación de la población desde las zonas de peligro hacia las zonas seguras o hacia zonas donde la población puede ser recogida para trasladarse a otro punto. Se pueden definir rutas de evacuación principales y rutas de evacuación secundarias o alternas. (Guía de Resiliencia Comunitaria - INDECI, 2020). Los recorridos o rutas de evacuación tienen que ser rectos y

con una anchura de paso que favorezca la evacuación fluida, que facilite la visión de la salida; y reduzcan los zigzags, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4.

Lo correcto e incorrecto en recorridos de evacuación.



Nota. Universidad Politecnica De Catalunya, Servei Prevencie Riesgo (2021).

2.1.4. Medidas de Reducción de Daños

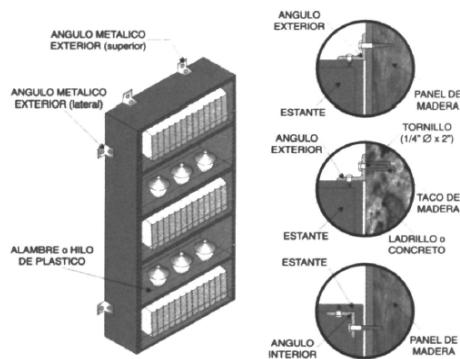
2.1.4.1. Elementos apoyados sobre la Estructura

En general son muebles o equipos que por la acción de la gravedad (peso) se apoyan directamente sobre la losa del piso, sobre un mueble o una repisa. Estas fallan generalmente por volcamiento o desplazamiento lateral, dependiendo del peso y de la aceleración lateral del piso donde se ubica, que es mayor cuanto más alto es el piso dentro del edificio. (Kuroiwa J., 2002).

Anclar el mueble o equipo al piso mediante ángulos metálicos, y contra la pared si ello es posible, y ponerle topes en la base. Uniendo los muebles entre sí también se incrementa su estabilidad al vuelco, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.

Fijación de estante y detalles para evitar su vuelco.



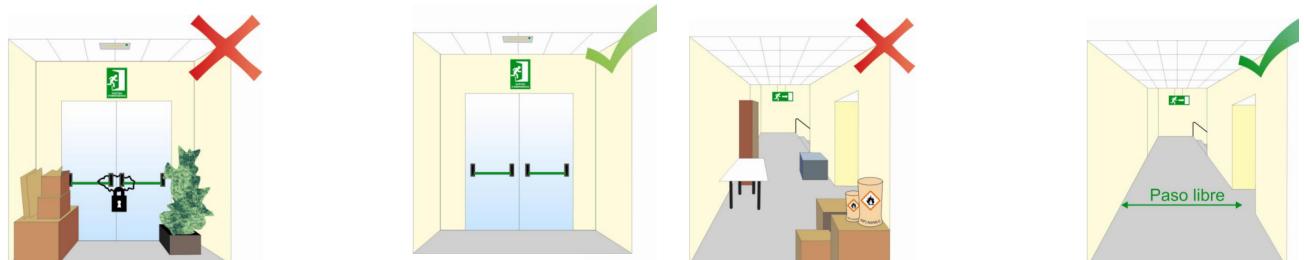
Nota. Kuroiwa J. Reducción de Desastres (2002)

2.1.4.2. Elementos Obstáculos en las Rutas de Evacuación

Son elementos que obstaculizan las salidas de emergencia y ponen en grave peligro la vida de los ocupantes de una edificación en caso de una emergencia, además ocupan los pasillos con mobiliario, equipos, armarios de inflamables, cajas y otros materiales, obsérvese en la Figura 6.

Figura 6.

Lo correcto e incorrecto con obstáculos en recorridos de evacuación.



Nota. Universidad Politecnica De Catalunya, Servei Prevencie Riesgo (2021).

2.1.5. Señalización de Seguridad ante Sismos y Terremotos

Es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc) que se pretende resaltar. (INDECI, 2004). Las señales de emergencia y evacuación, son aquellas señales de seguridad que indica la ubicación de materiales y equipos de emergencia y la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad respectivamente tal como se muestra en la Figura 7.

Figura 7.

Carteles de Evacuación y Emergencia.



Nota. Norma Técnica NTP 399.010-1 Peruana, 2004.

2.2. OpenGL

OpenGL es un estándar creado por Silicon Graphics en el año 1992 para el diseño de una librería 2D/3D. Se utilizará 2 librerías:

- La librería OpenGL, que proporciona todo lo necesario para acceder a las funciones de dibujo de OpenGL.
 - La librería GLU (OpenGL Utility Library), una librería de utilidades que proporciona acceso rápido a algunas de las funciones más comunes de OpenGL, a través de la ejecución de comandos de más bajo nivel, pertenecientes a la librería OpenGL propiamente dicha.

2.2.1. Variable, Primitivas y Atributos

OpenGL tiene sus propios tipos de variables. Aunque de igual manera se usan los típicos (int, float, double). En OpenGL se escribe de igual manera pero con el prefijo “GL” (GLint, GLfloat, GLdouble). Se declara exactamente igual que cualquier variable en C. Y las funciones en OpenGL empiezan con el prefijo “gl”, como se muestra a continuación en la Figura 8.

Figura 8.

Función en OpenGL para crear un vértice.

```
glVertex3f( 0.0 , 0.0 , 0.0 );
```

Para dibujar en OpenGL, se tiene que utilizar el comando glBegin (Parámetro), donde el parámetro vendrá dado por una constante:

- ***GL_POINTS***: Se dibujan vértices separados
- ***GL_LINES***: Cada par de vértices se interpreta como una línea
- ***GL_POLYGON***: Los vértices describen el contorno de un polígono.
- ***GL_TRIANGLES***: Cada triplete de vértices se interpreta como un triángulo.
- ***GL_QUADS***: Cada 4 vértices se interpreta como un cuadrilátero
- ***GL_LINE_STRIP***: Líneas Conectadas.
- ***GL_LINE_LOOP***: Líneas Conectadas, con unión entre el primer y último vértice.
- ***GL_TRIANGLE_STRIP***: Se dibuja un triángulo, y cada nuevo vértice se interpreta con un triángulo entre los dos anteriores vértices y el nuevo.
- ***GL_TRIANGLE_FAN***: Se dibujan triángulos con un vértice común.
- ***GL_QUAD_STRIP***: Igual que el ***TRIANGLE_STRIP***, pero con cuadriláteros.

Para determinar los vértices de las primitivas, se utiliza la función mostrada en la Figura 9, y para finalizar la escritura de por ejemplo un polígono, se utiliza el comando glEnd().

Figura 9.

Ejemplo de código para la creación de un polígono (triángulo).

```
glBegin(GL_TRIANGLES);
    glVertex3f( -1.0, 0.0, 0.0 );
    glVertex3f( 1.0, 0.0, 0.0 );
    glVertex3f( 0.0, 1.0, 0.0 );
glEnd( );
```

Para definir el color se utiliza la función glColor, que se tiene 3 parámetros: la cantidad de rojo (RED), la cantidad de verde (GREEN) y cantidad de azul (BLUE). Utiliza el sistema llamado RGB, los valores de cada color deben estar entre 0 y 1. Como se muestra en la Figura 10 y 11.

Figura 10.

Ejemplo de código para el color negro .

```
glColor3f( 0.0, 0.0, 0.0 ); //se corresponde con el color NEGRO
```

Figura 11.

Ejemplo de código para el color blanco.

```
glColor3f( 1.0, 1.0, 1.0 ); //se corresponde con el BLANCO
```

Para definir el color de una primitiva, se le coloca antes del comando glBegin, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12.

Ejemplo de código de un triángulo color blanco.

```
glColor3f( 1.0, 1.0, 1.0 );
glBegin( GL_TRIANGLES );
    glVertex3f( -1.0, 0.0, 0.0 );
    glVertex3f( 1.0, 0.0, 0.0 );
    glVertex3f( 0.0, 1.0, 0.0 );
glEnd( );
```

2.2.2. Transformaciones en OpenGL

Operaciones básicas que permiten situar los objetos en el espacio.

- **glTranslate:** Permite trasladar un objeto en el espacio.
- **glRotate:** Permite rotar un objeto.
- **glScale:** Permite escalar un objeto.

- ***glMultMatrix***: Multiplica la matriz de transformación actual por una matriz dada. Utilizado en motores 3D.

El orden es importante para realizar las transformaciones. Ya que el resultado sería diferente al deseado.

2.3. Sistema Gráfico 3D

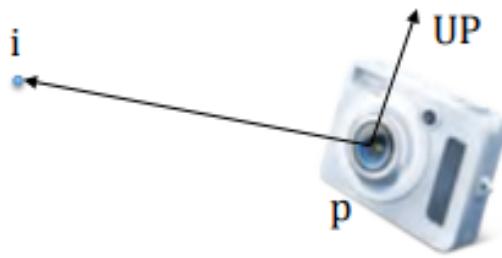
Al igual que en el mundo real se utiliza una cámara para conseguir fotografías, en nuestro mundo virtual también es necesario definir un modelo de cámara que permite obtener vistas 2D de nuestro mundo 3D. El proceso por el que la cámara sintética obtiene una fotografía se implementa como una secuencia de tres transformaciones:

2.3.1. Transformación de la Cámara

La posición de una cámara (el lugar desde el que se va a tomar la fotografía), se establece especificando un punto '*p*' del espacio 3D. Una vez posicionada, la cámara se orienta de manera que su objetivo quede apuntando a un punto específico de la escena. A este punto '*i*' se le conoce con el nombre de punto de interés. En general, los fotógrafos utilizan la cámara para hacer fotos apaisadas u orientadas en vertical, aunque tampoco resulta extraño ver fotografías tomadas con otras inclinaciones. Esta inclinación se establece mediante el vector UP denominado vector de inclinación. Con estos tres datos queda perfectamente posicionada y orientada la cámara, tal y como se muestra en la figura 13. (*Informática gráfica*, 2019, p. 69)

Figura 13 .

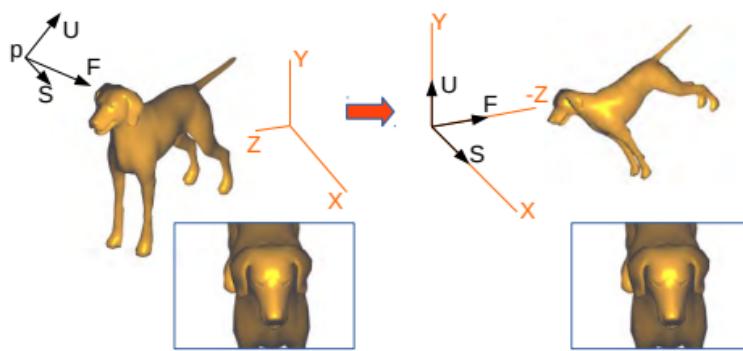
Parámetros para ubicar y orientar una cámara: p, posición de la cámara; UP, vector de inclinación; i, punto de interés.



Algunas de las operaciones que los sistemas gráficos realizan requieren que la cámara esté situada en el origen de coordenadas, apuntando en la dirección del eje Z negativo y coincidiendo el vector de inclinación con el eje Y positivo. Por esta razón, es necesario aplicar una transformación al mundo 3D de manera que, desde la posición y orientación requeridas por el sistema gráfico, se observa lo mismo que desde donde el usuario estableció su cámara (véase figura 14). A esta transformación se le denomina transformación de la cámara. (*Informática gráfica*, 2019, p. 70).

Figura 14 .

Transformación de la cámara. La cámara situada en el punto 'p' en la imagen de la izquierda se transforma para quedar como se observa en la imagen de la derecha. Dicha transformación se aplica al objeto de tal manera que lo que se observa sea lo mismo en ambas situaciones.



Si F es el vector normalizado que desde la posición de la cámara apunta al punto de interés, UP_0 es el vector de inclinación normalizado, $S = F \times UP_0$ y $U = S \times F$, entonces el resultado de la siguiente operación crea la matriz de transformación MC que sitúa la cámara en la posición y orientación requeridas por el sistema gráfico (*Informática gráfica*, 2019, p. 70-71):

$$M_C = \begin{pmatrix} S_x & S_y & S_z & 0 \\ U_x & U_y & U_z & 0 \\ -F_x & -F_y & -F_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -p_x \\ 0 & 1 & 0 & -p_y \\ 0 & 0 & 1 & -p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2.3.2. Transformación de Proyección

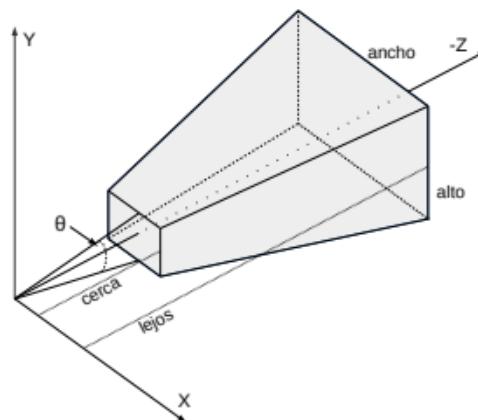
El volumen de la vista determina la parte del mundo 3D que puede ser vista por el observador. La forma y dimensión de este volumen depende del tipo de proyección:

2.3.2.1. Proyección Perspectiva

Este tipo de proyección se caracteriza por que los rayos de proyección parten todos ellos desde la posición del observador. El volumen de la vista tiene forma de pirámide truncada, que queda definida mediante cuatro parámetros: los planos cerca y lejos (los mismos que en la proyección paralela), el ángulo θ en la dirección Y y la relación de aspecto de la base de la pirámide ancho/alto. En la figura 15 se detallan estos parámetros. (*Informática gráfica*, 2019, p. 73).

Figura 15.

Esquema del volumen de la vista de una proyección perspectiva.



En general, los sistemas gráficos convierten ese volumen con forma de pirámide en el volumen canónico de la vista. La matriz de transformación correspondiente para un cubo de lado 2 es la siguiente:

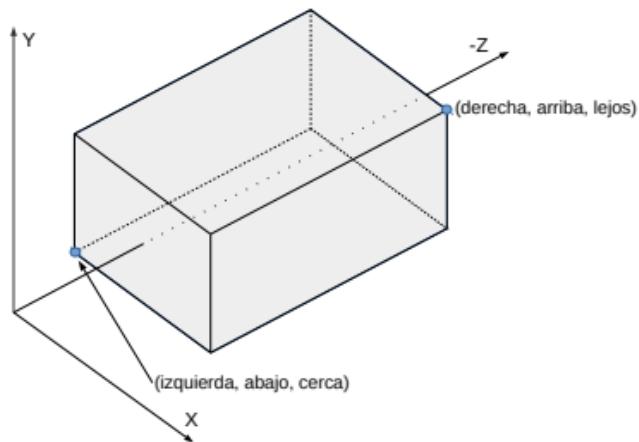
$$M_{per} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\text{aspect}\cdot\tan(\theta/2)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\tan(\theta/2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\text{lejos}+\text{cerca}}{\text{cerca}-\text{lejos}} & \frac{2\cdot\text{lejos}-\text{cerca}}{\text{cerca}-\text{lejos}} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

2.3.2.2. Proyección Paralela

Este tipo de proyección se caracteriza por que los rayos de proyección son paralelos entre sí e intersectan de forma perpendicular con el plano de proyección. El volumen de la vista tiene forma de caja, la cual, se alinea con los ejes de coordenadas tal y como se muestra en la figura 16, donde también se han indicado los nombres de los seis parámetros que definen dicho volumen. (*Informática gráfica*, 2019, p. 71-72) .

Figura 16.

Esquema del volumen de la vista de una proyección paralela.



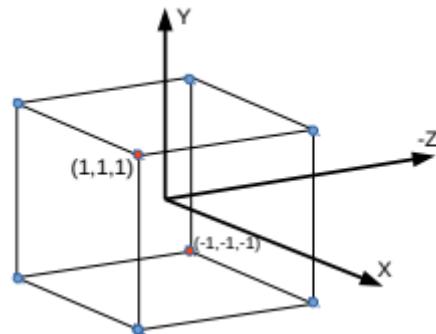
En general, los sistemas gráficos trasladan y escalan esa caja de manera que la convierten en un cubo centrado en el origen de coordenadas. A este cubo se le denomina volumen canónico de la vista (véase figura 7) y a las coordenadas en este volumen

coordenadas normalizadas del dispositivo. La matriz de transformación correspondiente para un cubo de lado 2 es la siguiente:

$$M_{par} = \begin{pmatrix} \frac{2}{derecha-izquierda} & 0 & 0 & -\frac{derecha+izquierda}{derecha-izquierda} \\ 0 & \frac{2}{arriba-abajo} & 0 & -\frac{arriba+abajo}{arriba-abajo} \\ 0 & 0 & \frac{2}{lejos-cerca} & -\frac{lejos+cerca}{lejos-cerca} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 17.

Volumen canónico de la vista, cubo de lado 2 centrado en el origen de coordenadas.



2.3.3. Transformación al Área de Dibujo

El contenido del volumen canónico de la vista se transforma para ubicarlo en el espacio de la ventana destinado a mostrar el resultado de la vista 2D. (*Informática gráfica*, 2019, p. 74).

2.4. Metodología Desarrollo del Software

Las metodologías para el desarrollo de software son representaciones abstractas de un proceso, los cuales pueden desarrollarse desde distintas perspectivas, además, en ellas refleja las actividades a desarrollarse en el proceso, así como sus restricciones. El primer modelo de

proceso de desarrollo de software que se publicó se derivó de procesos de ingeniería de sistemas más generales (Royce, 1970).

2.4.1. Métodos de Desarrollo Ágil

En 2001, Kent Beck y otros 16 notables desarrolladores de software, escritores y consultores (Manifesto for Agile Software Development, 2022) (grupo conocido como la “Alianza Ágil”) firmaron el “Manifiesto por el desarrollo ágil de software”. Un manifiesto normalmente se asocia con un movimiento político emergente: ataca a la vieja guardia y sugiere un cambio revolucionario (se espera que para mejorar). En cierta forma, de eso es de lo que trata el desarrollo ágil.

2.4.1.1. SCRUM

Es una metodología de desarrollo ágil empleada para el desarrollo de Software que se basa en un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo. Es un proceso en el cual se lleva a cabo un conjunto de actividades regularmente con la finalidad de fomentar el trabajo colaborativo, siguiendo esta metodología se busca obtener el mejor resultado para un proyecto determinado. Las prácticas que se aplican con la metodología Scrum se retroalimentan unas con otras y la integración de las mismas tiene su origen en un estudio de cómo hay que coordinar a los equipos para ser potencialmente competitivos. La metodología Scrum se enfoca en la comunicación y colaboración, funcionamiento del software, y la flexibilidad de la que dispone para adaptarse a las emergentes realidades de las empresas, todos estos son los atributos que carecía el modelo de cascada.

2.4.1.1 Características

Scrum introduce la idea del control empírico de los procesos, empleando el progreso real para planificar y concertar los lanzamientos, este presenta las siguientes características:

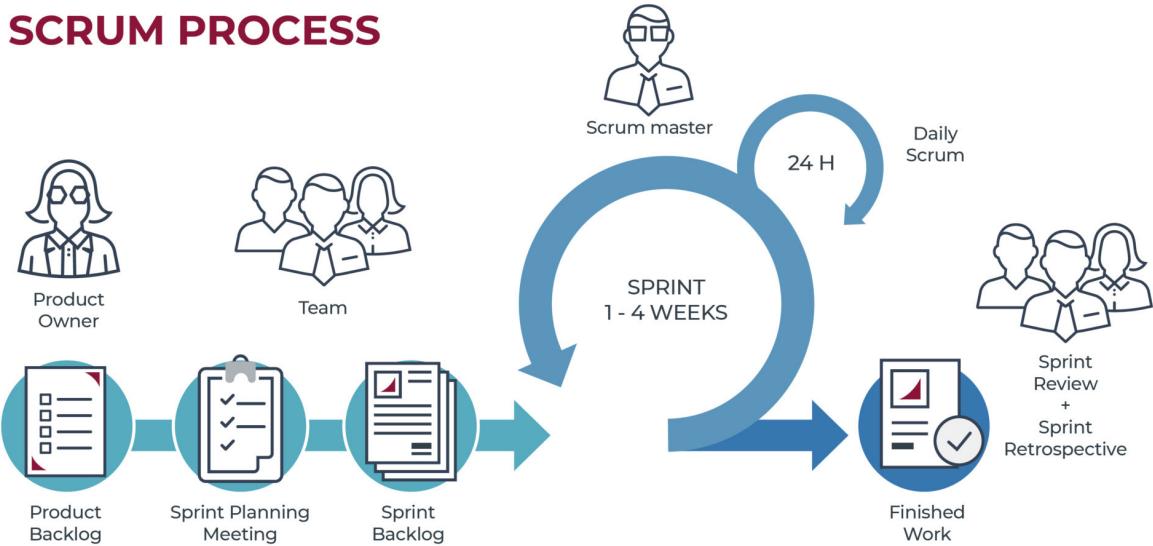
1. **Compromiso**: necesita del compromiso de todos los trabajadores involucrados.
2. **Coraje**: los trabajadores deben resolver los problemas difíciles con valentía.
3. **Foco**: centrar los esfuerzos en objetivos realistas y alcanzables.
4. **Respeto**: valorar el esfuerzo y las ideas del equipo de trabajo y así evitar un entorno conflictivo.
5. **Transparencia**: el equipo debe conocer todo lo que cada detalle, qué y cómo sucede.
6. **Inspección**: el equipo revisa con frecuencia el progreso del proyecto para detectar posibles problemas.

2.4.1.2 Proceso Scrum

Para que el proceso se aplique y ejecute correctamente se hace uso de un conjunto de herramientas y funciones, esto involucra un conjunto de eventos y artefactos que se llevan a cabo a lo largo del proceso por el equipo de trabajo en los que se imparten distintos roles. El proceso de Scrum se observa en la Figura 18.

Figura 18.

Proceso de Scrum.



2.4.1.1.3 Eventos de Scrum

- **Sprint**

Período de tiempo que el equipo trabaja donde realiza y culmina un conjunto de tareas establecidas, el adecuado desarrollo del sprint aumenta la eficacia del proyecto y reduce problemas al momento del lanzamiento del software. Cada sprints dura aproximadamente entre 2 a 3 semanas, en caso supere ese tiempo se corre el riesgo de perder la retroalimentación con el cliente.

- **Planificación de Sprint**

El equipo de trabajo tiene reuniones de planificación de sprint al inicio para la identificación y establecimiento de tareas y un Sprint Goal que se da en cada sprint, en estas reuniones se seleccionan tareas del Product Backlog, cómo se harán y qué otras tareas involucran.

- **Scrum Diario**

Reunión fija, mismo lugar misma hora que se realiza durante el sprint, aproximadamente dura 15 minutos, para conocer el estado del proyecto, es obligatorio la asistencia de desarrolladores y el Scrum Master, y opcional del Product Owner

- Revisión de Sprint

Al finalizar el sprint, el equipo realiza una revisión y así determinar el valor que se entregará al cliente, esto incluye trabajos terminados, en la cual el Product Owner da una presentación del desarrollo y los desarrollados muestran el funcionamiento, la retroalimentación del cliente son consideradas al Product Backlog por el Product Owner, tiene una duración de 4 horas aproximadamente.

- Retrospectiva del Sprint

Luego de la Revisión de Sprint, se realiza una retrospectiva, donde el equipo comunica sus opiniones sobre el sprint superado con la finalidad de mejorar la implementación del scrum, tiene una duración de 3 horas.

2.4.1.1.4 Artefactos de Scrum

- Product Backlog o Pila de Producto

Es el listado de tareas, funciones y mejoras que el equipo reúne, conformado de requisitos del proyecto, los cuales son examinados desde la perspectiva del cliente. La pila de producto es una lista dinámica, un documento abierto modificado únicamente por el Product Owner.

- Sprint Backlog o Pila de Sprint

Conjunto de tareas o requisitos que el equipo selecciona durante el Sprint Planning junto al plan para realizarlas en cada sprint.

- Product Increment o Incremento de Scrum

Producto final utilizable de cada sprint, el resultado de sumar todos los elementos del Product Backlog completados en el sprint actual considerando los anteriores.

2.4.1.1.5 Papeles o Roles de Scrum

- **Product Owner**

Este papel involucra actividades como comunicar la visión del producto al equipo de desarrollo, además de representar el interés del cliente por medio de los requisitos y la priorización, por lo que recibe mayor responsabilidad que los demás miembros que involucra afrontar las consecuencias de un mal avance.

- **Scrum Master**

Su función es enlazar a el Product Owner y el equipo, más no de dirigirlo, además se encarga de evitar obstáculos que no permitan al equipo lograr los objetivos de sprint a su vez que estos logros sean visibles ante el Product Owner, a quien también hace recomendaciones sobre la maximización del ROI (Return Of Investment) para el equipo.

- **Team Member**

Es responsable de culminar el trabajo, comúnmente está conformado por siete miembros multifuncionales, entre ellos un grupo de profesionales como ingenieros de software, arquitectos, programadores, analistas, y diseñadores.

Los proyectos se dividen en sprints o trabajos breves, tienen una duración entre 1 a 3 semanas. Al finalizar cada sprint, se realiza una reunión entre el cliente y los miembros del equipo para una evaluación del progreso y de esta manera planear los próximos pasos, estas evaluaciones permiten que el proyecto siga una dirección que se ajuste al finalizar el proyecto, sin especulaciones ni predicciones

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE DESARROLLO

3.1. Fase de Inicio o Análisis

La primera fase se encarga de estudiar y analizar el proyecto de software identificando las necesidades básicas del sprint. En el contexto de las metodologías ágiles, un *sprint* es un mini-proyecto con una duración no mayor a un mes que se interconecta con otros mini-proyectos para dirigirnos a los objetivos generales y específicos del proyecto general.

Las preguntas a hacer en la fase de inicio son:

- ¿Qué quiero?
- ¿Cómo lo quiero?
- ¿Cuándo lo quiero?

La metodología Scrum da preferencia a la formación de equipos pequeños de mínimo 3 y máximo 5 personas, pues se facilita la fluidez de las ideas y se aporta creatividad al grupo.

Entre los primeros pasos de Scrum, tenemos 6 procesos:

- Crear la visión del proyecto
- Identificar a los Master Scrum o Scrum Master y a los stakeholders.
- Formar equipos Scrum
- Desarrollar épicas
- Crear backlogs o listas de requerimientos priorizando el producto
- Planificar el lanzamiento

Los seis procesos mencionados anteriormente para el presente proyecto se detallan a continuación:

- **Creación de la Visión del Proyecto:**

La visión del proyecto es crear un Sistema Gráfico 3D apto en capacitación de Reconocimiento de Zonas Seguras ante Sismos y Terremotos que facilitará el aprendizaje a los trabajadores de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo. Además en este sentido se logrará aumentar las medidas de prevención no solamente en dicho establecimiento sino también a la ciudadanía que será beneficiada con este sistema gráfico.

- **Identificar a los Master Scrum**

Se encargará de gestionar el Scrum, de esta manera mejorarlo y aumentar el valor del producto. Al seleccionar a un Scrum Master se debe considerar que nunca haya hecho Scrum, puesto que sólo realizaría el trabajo en base a su experiencia con el trabajo anterior.

- **Formar equipos Scrum:**

Como primer paso debe ser la elección del Product Owner, quien representa las necesidades del proyecto, se evita que la persona sea autoritaria y que cuenta con poca disponibilidad de tiempo. Para la selección de miembros del equipo, el Product Owner es quien selecciona y busca al equipo, en el cual va a invertir el desarrollo del software.

- **Desarrollar épicas:**

Las épicas son la agrupación de lo que contribuye al usuario a satisfacer el entendimiento del Sistema Gráfico 3D, las épicas para el proyecto involucraría la interacción del usuario con el sistema, y este se da a través del uso de un panel de menú de navegación, de presionar teclas, el mouse y de ese modo cumplir con la iniciativa de desarrollar flexibilidad y agilidad en el funcionamiento del software.

- **Backlogs/ Lista de Requerimientos:**

El sistema gráfico 3D deberá poseer:

- Ambientes en 3D de habitaciones, pasadizos, columnas, ventanas, puertas, muebles, etc.
- Identificación de zonas seguras y de riesgo con la señalética adecuada.
- Señalización de rutas de evacuación y seguridad.
- Menú de Control de Navegación sencilla y de fácil comprensión para el usuario.
- Recorrido virtual en 3D.
- Acompañamiento del recorrido por un avatar.
- Sonidos de alerta que simulan la alarma de simulacros.

- **Planificar el lanzamiento:**

Al término de la experiencia curricular.

3.2. Fase de Diseño

El objetivo de este capítulo será mostrar de forma detallada el diseño del sistema gráfico 3D.

Utilizaremos la API multiplataforma de gráficos que especifica una interfaz de software estándar para hardware de procesamiento de gráficos 3D, OpenGL. Se mostrará el modelo arquitectónico que se usará para la construcción del sistema, también se presentará el diseño de la interfaz gráfica y sus principales funcionalidades y la creación del Sistema Gráfico 3D.

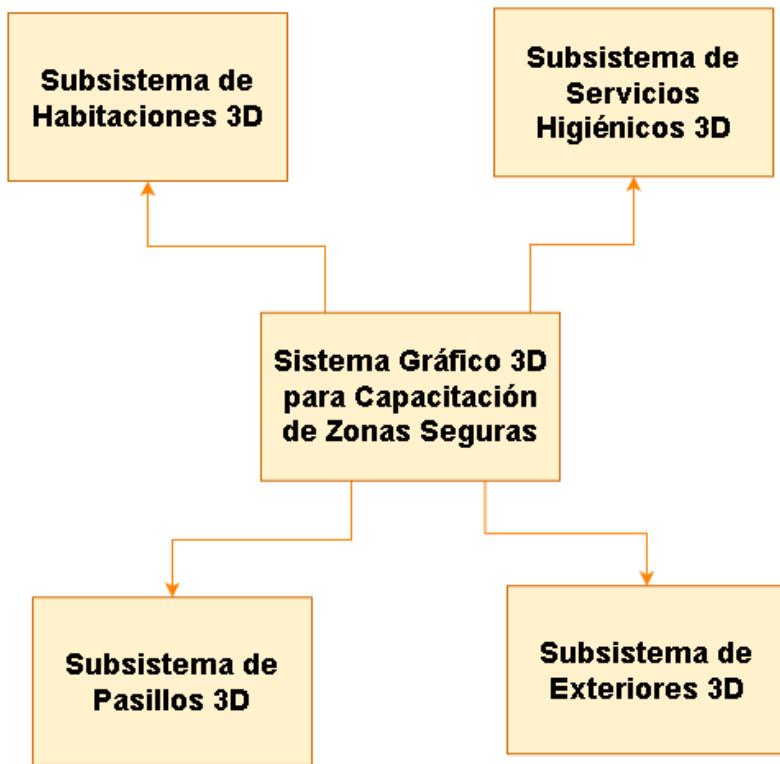
3.2.1. Modelo Arquitectónico

Este modelo indica el proceso de diseño que identifica los subsistemas que integran al Sistema Gráfico 3D y los ambientes de la vivienda tomada como ejemplo para la

capacitación (subsistemas) y la comunicación que existe entre ellos, se observa el modelo en la Figura 19.

Figura 19.

Modelo Arquitectónico del Sistema Gráfico 3D.



Nota: Elaboración propia.

3.2.2. Diseño interfaz gráfica

Se creará una interfaz amigable e intuitiva de inicio para que el usuario pueda manipular el sistema gráfico 3D de manera sencilla y rápida, con un panel de control (menú) distintos instrucciones en donde se indicarán con números y texto lo que el usuario desea realizar como son las operaciones de navegación: ir a la derecha, izquierda, arriba, abajo, girar. El panel de control es permanente durante

todo el recorrido, éste servirá de ayuda para que el usuario no se pierda al momento de utilizar el sistema, así como se observa en la Figura 20.

Figura 20.

Modelo de Interfaz Gráfica del Sistema Gráfico 3D.



Nota: Elaboración propia.

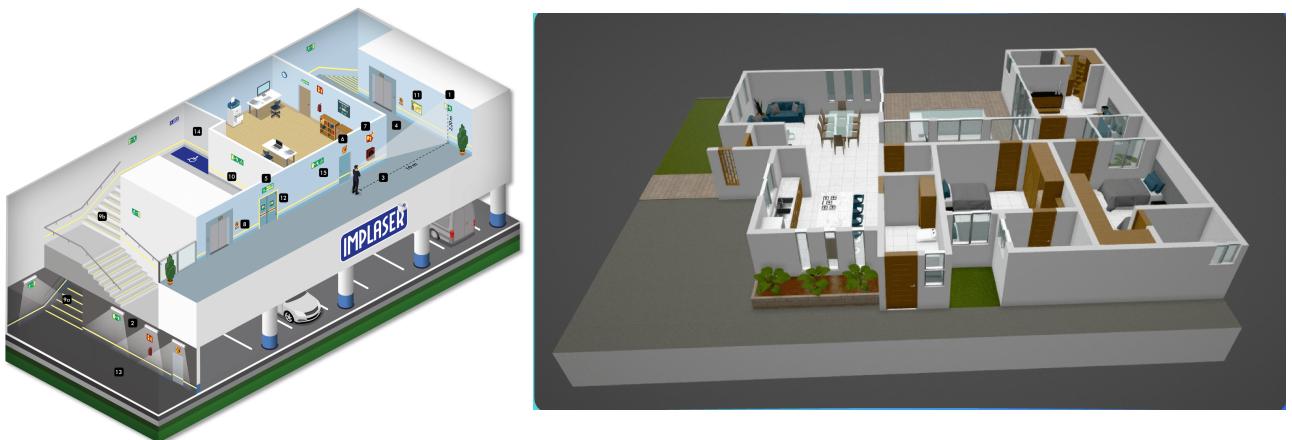
3.2.3. Diseño y Creación del Ambiente Virtual 3D

En relación al diseño del ambiente virtual nos basamos en fotografías e imágenes de planos picados de varias edificaciones, es decir con vista superior que nos permite visualizar la dimensión de la estructura completa y las divisiones con las que cuenta. Por ejemplo, en la Figura 21 se muestra a la izquierda una edificación correctamente señalizada (la meta que tiene cada uno de los ambientes) y a la derecha una vivienda común con diferentes habitaciones, aún sin identificación de zonas seguras ni rutas de evacuación. Por lo que será recreado cada uno de los objetos que se encuentran de

la vivienda; así como las diversas vistas para mejor su observación y futuro recorrido por los ambientes.

Figura 21.

Ejemplos de Ambientes en 3D con una correcta señalización y una vivienda.



Nota. Extraído de Instalación de señales. Implaser: <https://www.implaser.com>

3.3. Fase de Implementación

Para el desarrollo del Sistema Gráfico 3D, se utilizó el lenguaje de programación C++ en Code Blocks donde el archivo PROYECTO, contiene sources y headers, los cuales están descritos a continuación:

3.3.1. Sources

Dentro del programa **main**, se realizó los siguientes pasos iniciales:

- La declaración de las librerías, tales como: *stdafx*, *stdlib*, *windows*, *GL/glut*, *math*, *glm*, *Texture*, y los define *FPS*, *TO_RADIANS*.
- La declaración de las funciones, punteros, variables globales y constantes de iluminación, sombra y material, como: *light_ambient*, *light_diffuse*, *light_specular*, *light_position*, *yaw*, *dev_x*, *camX*, *camY*, *camZ*, *mat_ambient*, *mat_diffuse*, *mat_specular*, *high_shininess*, etc.

- Para el movimiento de la cámara se usan la *estruct: Motion* y de tipo *Motion* una variable *motion* en la cual contenía el valor booleano de cada variable que pertenece a función cámara.

3.3.2. Headers

Los headers instalados para este proyecto son *glm.h*, *stdafx.h*, *Texture.h* los cuales sirven para poder usar dentro del **main** los comandos, variables y funciones: *uTGAcompare*, *Texture*, *tga*, *bytesPerPixel*, *imageData*, etc; gracias a ellos se logró dar mayor realismo a la escena creada, así como los objetos en los que eran necesarios usar texturas para representar a cada cultura.

3.3.3. Funciones Principales

3.3.3.1. Texturas

La función empleada en la carga de texturas es *LoadTreeTextures*, para lo cual empleamos un arreglo *treeTextureAr[150]* de tipo *Texture*, del cual se accede a cada textura correspondiente a cada objeto mediante la ubicación en la que se encuentre y de acuerdo a la carpeta en que se encuentre almacenada, su formato es Targa (.tga). Inicialmente se implementó los ambientes 3D con sus respectivas texturas.

3.3.3.2. Posicionar en cada Ambiente

En la subventana principal se indica que al presionar algunos dígitos se ubicará en los diferentes ambientes de la casa: habitaciones, servicios higiénicos, etc.

3.3.3.3. Movimiento de Cámara

Para realizar el desplazamiento se requiere de las funciones *keyboard*, *keyboard_up*, que de acuerdo con las teclas “A”, ”S”, ”D”, ”W”, ”I” y ”O” maneja el movimiento en los ejes *x*, *y*, *z* además las teclas ”G” y ”B” que son responsables del giro de 360°.

3.3.3.4. Gráficos

En la función graficar, se hace el llamado a la función camera, la cual indicará el movimiento de cámara, además el avatar que realizará su desplazamiento de acuerdo al movimiento de la cámara, empleando el *glPushMatrix* y *glPopMatrix* se realiza el traslado, escalado y rotación de los objetos, y el *glBindTexture* para imprimir la textura en cada objeto con el *glDraw*.

3.3.3.5. Sonido

Para activar el sonido se pulsa la tecla “E” para que empiece a reproducirse, o “N” para dejar de sonar.

3.3.4. Creación e Implementación en OpenGL

Para la elaboración del Sistema Gráfico 3D, se tomaron en cuenta los ambientes que nos rodean y sus señaléticas básicas en caso de sismos y terremotos.

A continuación presentamos imágenes de los objetos que recreamos en el Sistema Gráfico 3D:

1. Zona Segura en Casos de Sismos

Para la señalética de Zonas Seguras en Caso de Sismos, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Zona segura en Casos de Sismos (Ver Figura 22). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 1.

Medidas y Transformadas del cartel Zona Segura en Caso de Sismos

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-23	10	4	360°	0	1	0	2	5.8	2
		2	-74.6	18	60.3	-180°	0	1	0	3	5.8	2
						-180°	0	1	0			
		3	-73	18	-2	-90	0	1	0	2	5.8	2
		4	-24.1	12	-91	-	-	-	-	3	5.8	2
		5	-23.3	12	-31.3	-180	0	1	0	2.7	5.8	2
		6	-75	12	-34.5	-180	0	1	0	2.7	5.8	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 22.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior de Zona Segura en Caso de Sismos.



Nota. Elaboración propia.

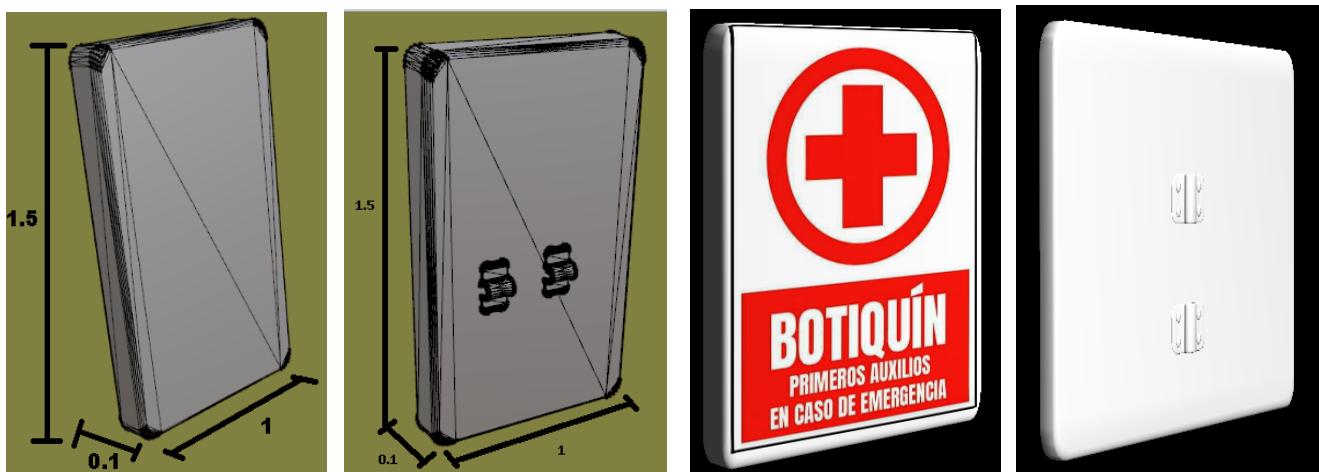
2. Botiquín

Para la señalética de Botiquín, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Botiquín (Ver Figura 23).

Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 2.*Medidas y Transformadas del cartel Botiquín*

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN				ESCALACIÓN		
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-21.8	10.8	-45	-90°	0	1	0	2.7	5.8	2
		2	40.5	10.8	-5	-90°	0	1	0	2.7	5.8	2
		3	40.5	10.8	-65	-90°	0	1	0	2.7	5.8	2

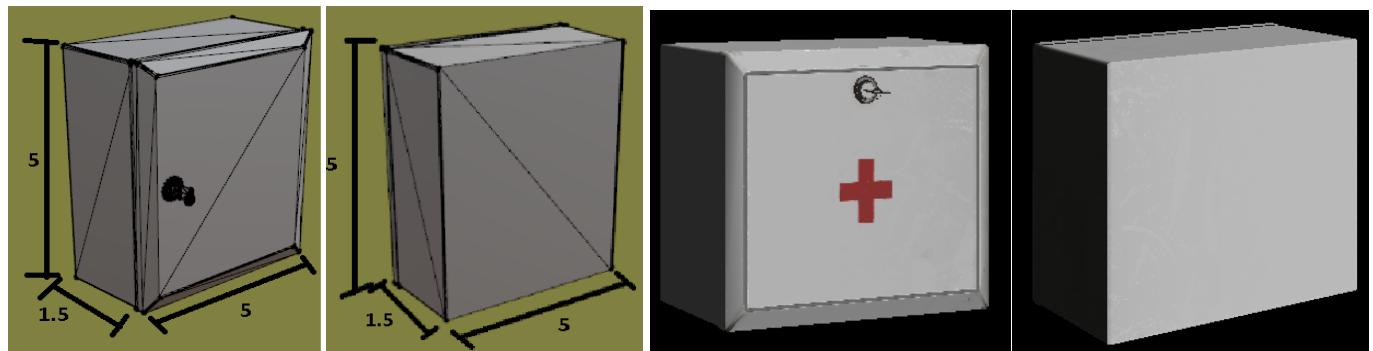
*Nota. Elaboración propia.***Figura 23.***Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Botiquín.**Nota. Elaboración propia.***Tabla 3***Medidas y Transformadas del objeto Botiquín.*

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN				ESCALACIÓN		
ANCHO	5		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	1.5	1	-21.8	13	-46	-90°	0	0	1	350	360	360
		2	40	13	-6.3	-90°	0	0	1	350	360	360
		3	40	13	-66.3	-90°	0	0	1	350	360	360

Nota. Elaboración propia.

Figura 24.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del objeto Botiquín.



Nota. Elaboración propia.

3. Extintor

Para la señalética de Extintor, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Extintor(Ver Figura 25).

Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 4.

Medidas y Transformadas del cartel Extintor

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-21.8	11.8	-40	-90°	0	1	0	2.7	5.8	2
		2	-22	10	-28.7	0	0	1	0	2.7	5.8	2
		3	41.7	10	-11.2	-180	0	1	0	2	5	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 25.*Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Extintor.**Nota. Elaboración propia.***Tabla 5.***Medidas y Transformadas del Objeto Extintor*

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	10		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	8		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	4	1	-22.3	10	-40	-90	1	0	0	9	7	7
		2	-22	8	-28	270	0	0	1	9	7	7
		3	41.7	10	-11.85	-90	1	0	0	180	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 26.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del Objeto Extintor.



Nota. Elaboración propia.

4. Teléfono de Emergencia

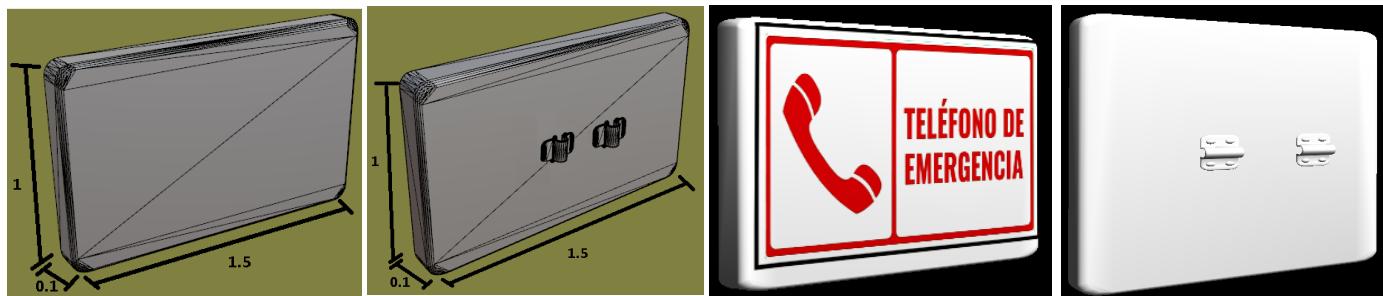
Para la señalética del cartel de Teléfono de Emergencia, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Teléfono de Emergencia (Ver Figura 27). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 6

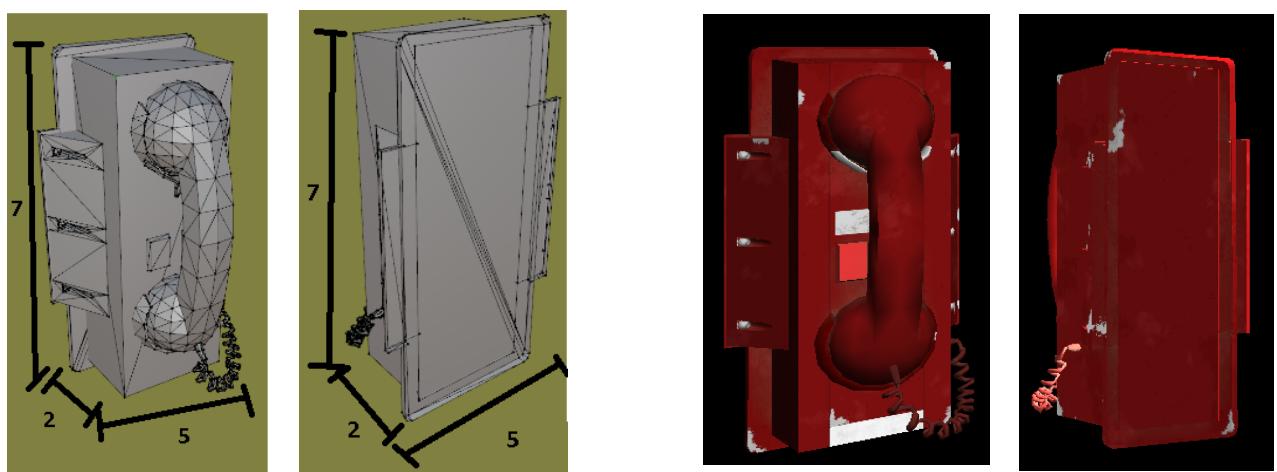
Medidas y Transformadas del cartel Teléfono de Emergencia

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	1.5		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-21.8	17.5	-40	-180	0	0	1	1.5	4.2	2
						270	0	0	1			
						-90	1	0	0			
		2	40.5	17.5	-55	-180	0	1	0	1.5	4.2	2
						270	0	0	1			
						-90	1	0	0			

Nota. Elaboración propia.

Figura 27.*Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Teléfono de Emergencia**Nota. Elaboración propia.***Tabla 7.***Medidas y Transformadas del Objeto Teléfono de Emergencia*

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS										
ALTO	7		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN				
ANCHO	5	1	X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z	
PROFUNDIDAD	2		-22	13	-35	-90	0	I	0	0.07	0.07	0.07	
						-90	I	0	0				
			40	13	-50.3	-90	0	I	0	0.07	0.07	0.07	
							I	0	0				

*Nota. Elaboración propia.***Figura 28.***Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del Objeto Teléfono de Emergencia**Nota. Elaboración propia.*

5. Peligro Riesgo Eléctrico

Para la señalética del cartel de Peligro Riesgo Eléctrico, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Peligro Riesgo Eléctrico (Ver Figura 29). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 8.

Medidas y Transformadas del cartel Peligro Riesgo Eléctrico

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
			TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ALTO	1.5		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
ANCHO	1					-180	0	1	0			
PROFUNDIDAD	0.1	1	-40.8	11	-18	-90	0	1	0	2.7	5.8	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 29.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Peligro Riesgo Eléctrico



Nota. Elaboración propia.

Tabla 9.

Medidas y Transformadas del Objeto Peligro Riesgo Eléctrico

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	12		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	16		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	4		-180	0	1	0						
		1	-40.5	9	-18	-90	0	0	1	1.5	1.5	1.5
						-90	0	1	0			

Nota. Elaboración propia.

Figura 30.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del Objeto Peligro Riesgo Eléctrico



Nota. Elaboración propia.

6. Salida Derecha

Para la señalética del cartel de Salida Derecha, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Salida Derecha, (Ver Figura 31). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 10.

Medidas y Transformadas del cartel Salida Derecha

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS								
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN		
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y
PROFUNDIDAD	0.1		-43.5	10	-18	-180	0	1	0	2	5.8
		1				90	0	1	0		2

Nota. Elaboración propia.

Figura 31.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Salida Derecha.



Nota. Elaboración propia.

7. Salida Izquierda

Para la señalética del cartel de Salida Izquierda, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Salida Izquierda, (Ver Figura 32). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Izquierda (Ver Figura 32). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 11.

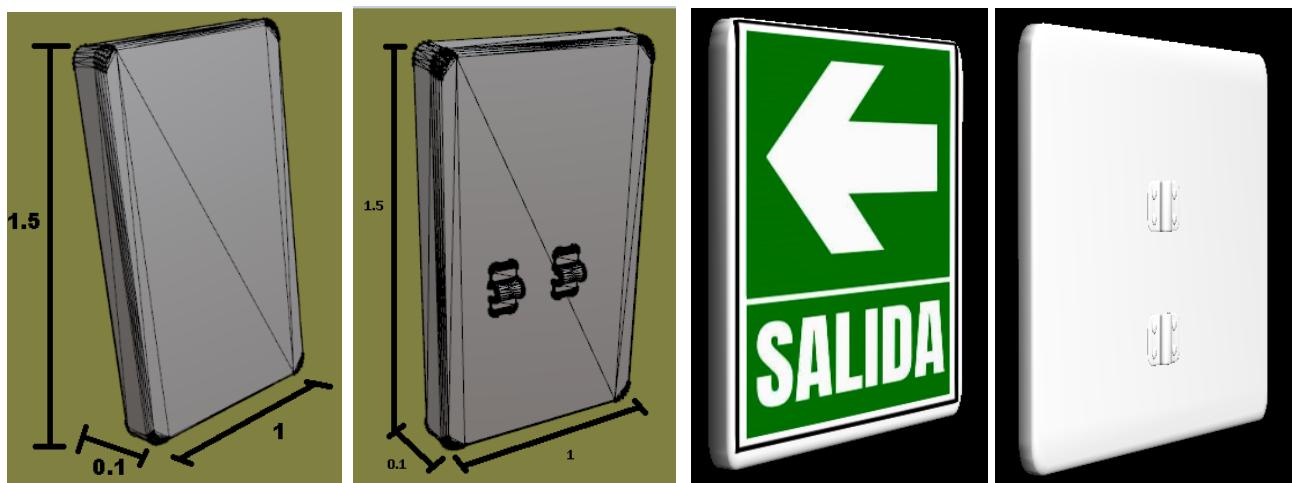
Medidas y Transformadas del cartel Salida Izquierda

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN			ESCALACIÓN			
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-40.5	10	-4	360°	0	1	0	2	5.8	2
		2	-43	12	-32	-180	0	1	0	3	5.8	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 32.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Salida Izquierda



Nota. Elaboración propia.

8. Camilla de emergencia

Para la señalética del cartel de Camilla de Emergencia, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Camilla de Emergencia (Ver Figura 33). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 12.

Medidas y Transformadas del cartel Camilla de Emergencia.

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN				ESCALACIÓN		
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-18.75	10	24	90	0	1	0	2.7	5.8	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 33.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Camilla de Socorro



Nota. Elaboración propia.

9. Salida de Socorro

Para la señalética del cartel de Salida de Socorro, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Salida de Socorro (Ver Figura 34). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

Tabla 13.

Medidas y Transformadas del cartel Camilla de Emergencia.

MEDIDAS		OBJETO Nº	TRANSFORMADAS									
ALTO	1.5		TRASLACIÓN			ROTACIÓN				ESCALACIÓN		
ANCHO	1		X	Y	Z	Ángulo	X	Y	Z	X	Y	Z
PROFUNDIDAD	0.1	1	-15	10	-76	-	-	-	-	2.7	5.8	2

Nota. Elaboración propia.

Figura 34.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Salida de Socorro



Nota. Elaboración propia.

10. Punto de Reunión

Para la señalética del cartel de Punto de Reunión, se utilizó el siguiente objeto 3D de un letrero vacío, al cual se le agregó textura en formato .tga de las señaléticas: Punto de Reunión (Ver Figura 35). Las dimensiones y medidas de este objeto, donde está ubicado dentro del sistema y plano 3D, también la cantidad de objetos que se creó para esta señalética y las transformadas empleadas se muestran a continuación.

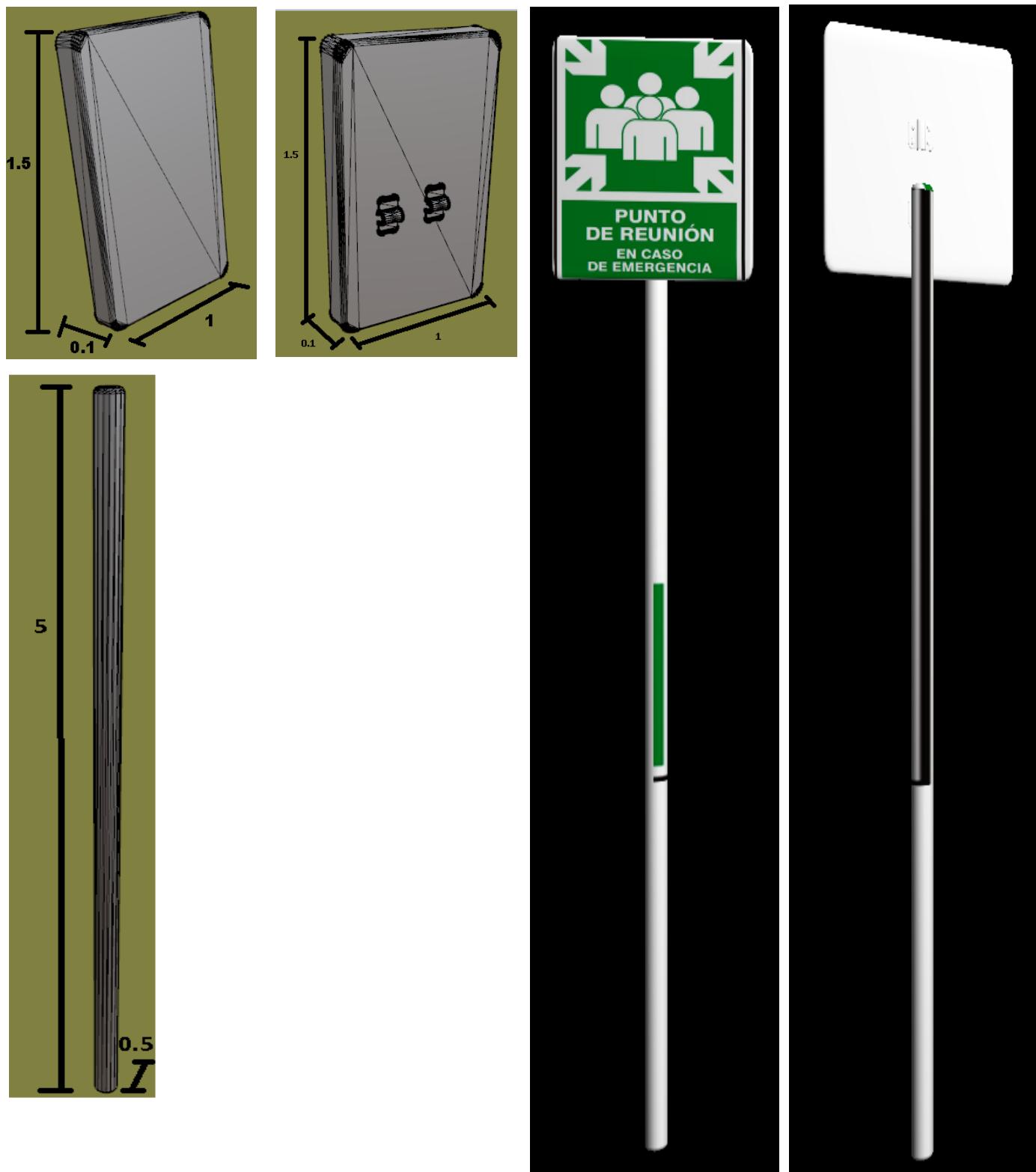
Tabla 14.

Medidas y Transformadas del cartel Punto de Reunión.

Nota. Elaboración propia.

Figura 35.

Objeto 3D, Vista Frontal y Posterior del cartel Punto de Reunión.



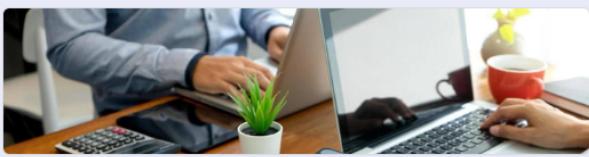
Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

Se realizó dos encuestas: la primera a la cual titulamos “Antes del Sistema Gráfico 3D” orientada a evaluar el conocimiento sobre zonas seguras y señaléticas en caso de sismos y terremotos antes de ser instruido o capacitado por el sistema gráfico 3D y la segunda a la cual titulamos “Después del Sistema Gráfico 3D”, la cual permitirá evaluar y conocer el impacto del sistema gráfico 3D en los empleados.

ENCUESTA N°1 : Antes del Sistema Gráfico 3D



ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE ZONAS SEGURAS ANTE SISMOS Y TERREMOTOS

Hola, somos estudiantes de la Universidad Nacional de Trujillo y la siguiente encuesta es parte de un estudio sobre 'SISTEMA GRÁFICO 3D PARA CAPACITACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE ZONAS SEGURAS ANTE SISMOS Y TERREMOTOS EN LA SALA DE CONFERENCIAS Y REUNIONES NIZA TRUJILLO', que pretende instruir sobre zonas seguras y señaléticas ante sismos y terremotos.
Agradecemos mucho su colaboración al contestar este cuestionario.

t052701020@unitru.edu.pe (no compartidos)
[Cambiar de cuenta](#)
*Obligatorio

DATOS PERSONALES DE CARÁCTER OBLIGATORIO

Nombres *
 Tu respuesta _____

Apellidos *
 Tu respuesta _____

Edad *

De 18 a 25 años
 De 25 a 35 años
 Mayor de 35 años

Lea las siguientes preguntas y marque la respuesta con la cual usted se identifica, recuerde que los resultados son confidenciales.

1-NO	2-NO ESTOY SEGURO(A)	3-SÍ
------	----------------------	------

1. ¿Conoce las zonas seguras y señaléticas dentro del establecimiento donde trabaja? *

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NO		SÍ

2. ¿Reconoces la siguiente señalética? *



1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NO		SÍ

3. ¿Reconoces las siguientes señaléticas? *



1 2 3
NO Sí

4. ¿La siguiente señalética esta ubicada correctamente en la habitación? *



1 2 3
NO Sí

5. ¿Reconoces la siguiente señalética? *



1 2 3
NO Sí

6. ¿Acercarse a las ventanas durante sismos y terremotos es seguro? *



1 2 3
NO Sí

Gracias por su participación

Nota. Google Form.

ENCUESTA N°2 : Después del Sistema Gráfico 3D



ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE ZONAS SEGURAS ANTE SISMOS Y TERREMOTOS Y SISTEMA GRÁFICO 3D

Hola, somos estudiantes de la Universidad Nacional de Trujillo y la siguiente encuesta es parte de un estudio sobre 'SISTEMA GRÁFICO 3D PARA CAPACITACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE ZONAS SEGURAS ANTE SISMOS Y TERREMOTOS EN LA SALA DE CONFERENCIAS Y REUNIONES NIZA TRUJILLO', que pretende instruir sobre zonas seguras y señaléticas ante sismos y terremotos.
Agradecemos mucho su colaboración al contestar este cuestionario.

t512700720@unitru.edu.pe (no compartidos)

***Obligatorio**

DATOS PERSONALES DE CARÁCTER OBLIGATORIO

Nombres *

Tu respuesta _____

Apellidos *

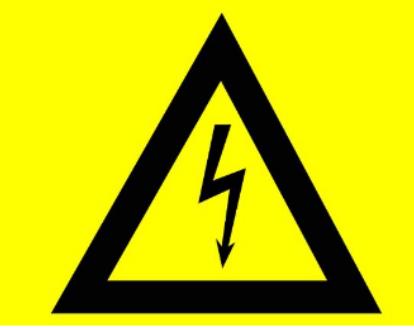
Tu respuesta _____

Edad *

De 18 a 25 años
 De 25 a 35 años
 Mayor de 35 años

Género *

Femenino
 Masculino

Sección 2 de 2			
<p>Lea las siguientes preguntas y marque la respuesta con la cual usted se identifica, recuerde que los resultados son confidenciales.</p> <p>1-NO 2-NO ESTOY SEGURO(A) 3-SÍ</p>			
<p>1. ¿Conoce las zonas seguras y señaléticas dentro del establecimiento donde trabaja? *</p> <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>4. ¿La siguiente señalética está ubicada correctamente en la habitación? *</p>  <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>5. ¿Reconoces la siguiente señalética? *</p>  <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>8. ¿Recomendaría el sistema gráfico 3D con los demás? *</p> <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>2. ¿Reconoces la siguiente señalética? *</p>  <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>3. ¿ Reconoces las siguientes señaléticas? *</p>  <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>6. ¿Acercarse a las ventanas durante sismos y terremotos es seguro? *</p>  <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			
<p>7. ¿Es la interfaz del sistema gráfico 3D fácil usar? *</p> <p>1 2 3</p> <p>NO <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> SÍ</p>			

Nota. Google Form.

4.2. Validez del instrumento

4.2.1. Alfa de Cronbach (α)

El Alfa de Cronbach (α) pertenece a la psicometría, es un coeficiente utilizado para medir la fiabilidad de una escala de medida o test. La fiabilidad es un concepto que tiene varias definiciones, aunque a grandes rasgos se puede definir como la ausencia de errores de medida en un test, o como la precisión de su medición.

Figura 35.

Rangos del Alfa de Cronbach

Rangos del Alfa de Cronbach	
Alfa de Cronbach	Consistencia Interna
$\alpha \geq 0,9$	Excelente
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Buena
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Aceptable
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cuestionable
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Pobre
$\alpha < 0,5$	Inaceptable

Nota. Extraído de gplresearch.com

4.2.1.1. Para la Encuesta Antes del Sistema Gráfico 3D

El análisis de la fiabilidad se efectuó mediante el Alfa de Cronbach utilizando SPSS versión 26 para 10 encuestados y 5 ítems, con un resultado de fiabilidad total de 0.809, es decir, 80.9% que es mayor al 80% recomendable. Si tomamos la fiabilidad individual de cada pregunta, los valores resultantes son superiores al 70%, como se observa en la Figura #. Dado que el análisis de fiabilidad de la muestra fue mayor al 80%, se concluye que el instrumento N° 1 es válido y bueno.

Figura 36.

Resultados de fiabilidad en SPSS: Escala Antes Sistema Gráfico 3D

Escala: Antes Sistema Gráfico 3D

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,809	6

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
ITEM1	9,10	10,322	,367	,818
ITEM2	8,70	8,011	,749	,735
ITEM3	9,10	9,878	,475	,799
ITEM4	8,70	8,011	,749	,735
ITEM5	8,70	9,789	,353	,829
ITEM6	8,70	8,011	,749	,735

Nota. SPSS versión 26.

4.2.1.2. Para la Encuesta Despues del Sistema Gráfico 3D

El análisis de la fiabilidad se efectúo mediante el Alfa de Cronbach utilizando SPSS versión 26 para 10 encuestados y 8 ítems, con un resultado de fiabilidad total de 0.756, es decir, 75.6% que es mayor al 70% recomendable. Si tomamos la fiabilidad individual de cada pregunta, los valores resultantes son superiores al 60%, como se observa en la Figura

#. Dado que el análisis de fiabilidad de la muestra fue mayor al 70%, se concluye que el instrumento N° 2 es válido y aceptable.

Figura 37.

Resultados de fiabilidad en SPSS: Escala Después Sistema Gráfico 3D

Escala: Después Sistema Gráfico 3D

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido^a	0	,0
	Total	10	100,0

- a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,756	8

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
ITEM1	16,00	4,000	,922	,603
ITEM2	16,00	4,000	,922	,603
ITEM3	15,60	6,933	,320	,752
ITEM4	17,10	6,989	,235	,764
ITEM5	16,00	4,000	,922	,603
ITEM6	17,30	8,011	-,161	,796
ITEM7	15,40	7,822	,000	,772
ITEM8	15,40	7,822	,000	,772

Nota. SPSS versión 26.

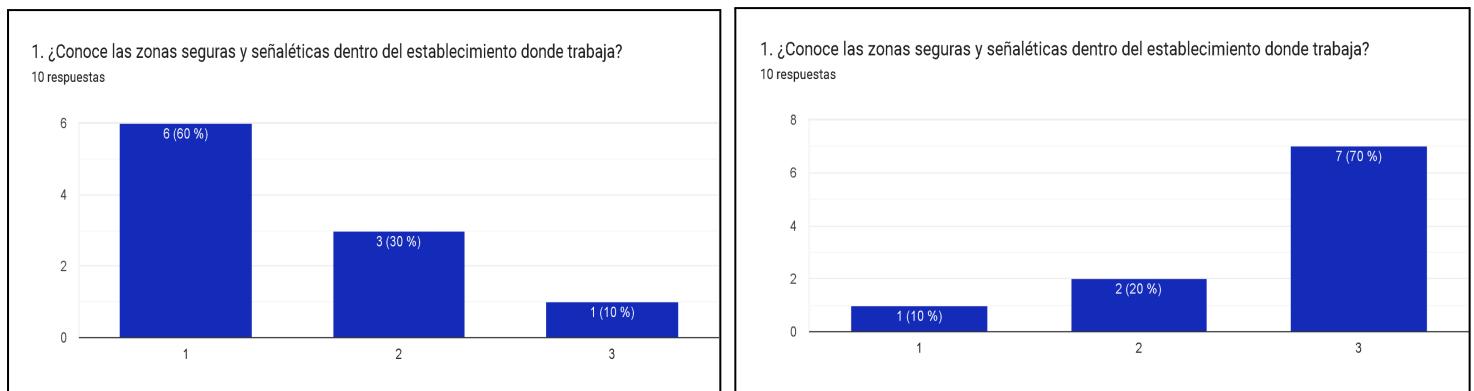
4.3. Análisis e Interpretación de Resultados sobre Reconocimiento de Zonas Seguras y Señaléticas ante Sismos y Terremotos

Gráfico Estadístico N°1

¿Conoce las zonas seguras y señaléticas dentro del establecimiento donde trabaja?

ANTES

DESPUÉS



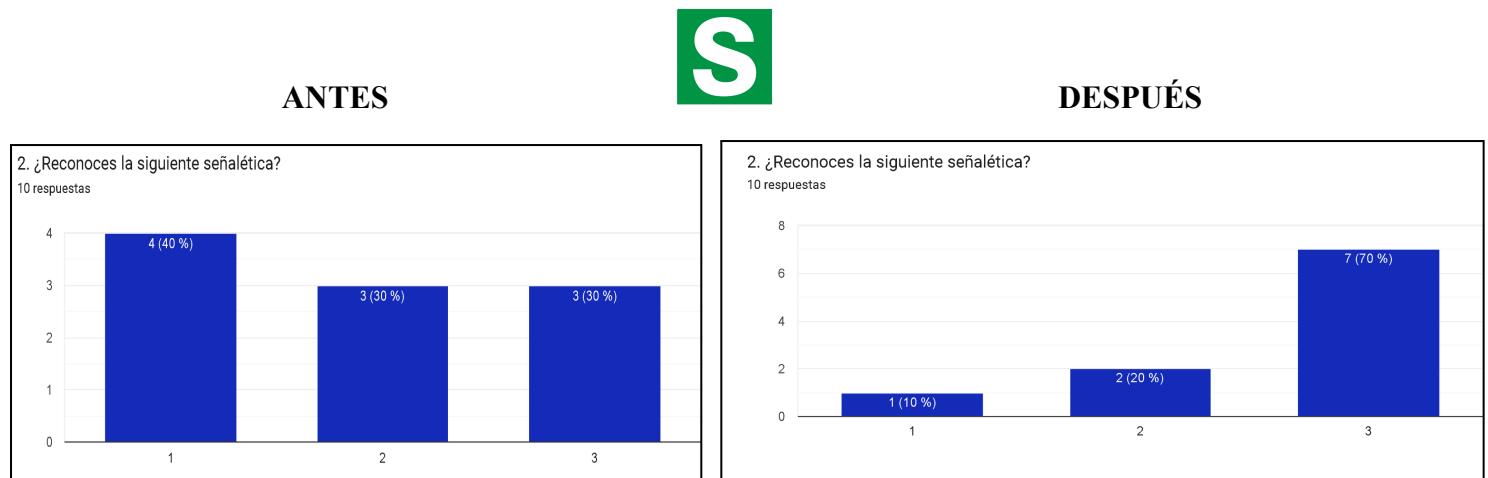
Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza - Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, solo 1 conoce las zonas seguras y señaléticas, sin embargo 6 las desconocen y 3 no están seguros de sus conocimientos respecto a ello, es decir, el 60% tiene desconocimiento sobre zonas seguras o señales, que representa más de la mitad de los empleados. Luego de usar el sistema gráfico 3D, 7 conocen zonas seguras y señaléticas. La comparación entre ambas evidencia un **incremento en el conocimiento** de las zonas seguras dentro del establecimiento y la señalética correspondiente, debido a que inicialmente fue 60% y después de usar el sistema 70%.

Gráfico Estadístico N°2

¿Reconoces la siguiente señalética?



Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza - Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

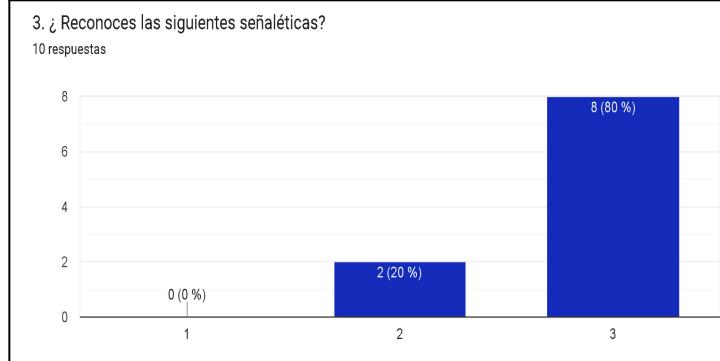
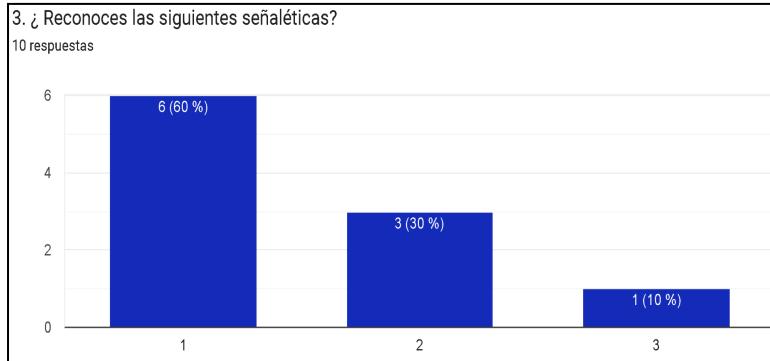
De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, sólo 3 reconocen la señalética S ‘Zona Segura en Casos de Sismo’, sin embargo 4 la desconocen y 2 no están seguros de sus conocimientos respecto a ello, es decir, el 30% de los encuestados conocen la señal, lo que representa menos de la mitad del personal, la cuál es muy usada en establecimientos públicos y privados. Luego de usar el sistema gráfico 3D y haber observado dicha señal durante el recorrido virtual, los resultados son que 7 ahora la reconocen, 2 aún no están seguros y 1 la desconoce; es decir, 70% de los encuestados están seguros sobre dicha señal. La comparación entre ambos resultados evidencia un **incremento de personal** en la identificación y conocimiento sobre la señal S ‘Zona Segura en Casos de Sismo’, debido a que inicialmente fue 30% y después de usar el sistema 70%.

Gráfico Estadístico N°3

¿Reconoces las siguientes señaléticas?



ANTES



DESPUÉS

Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza - Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

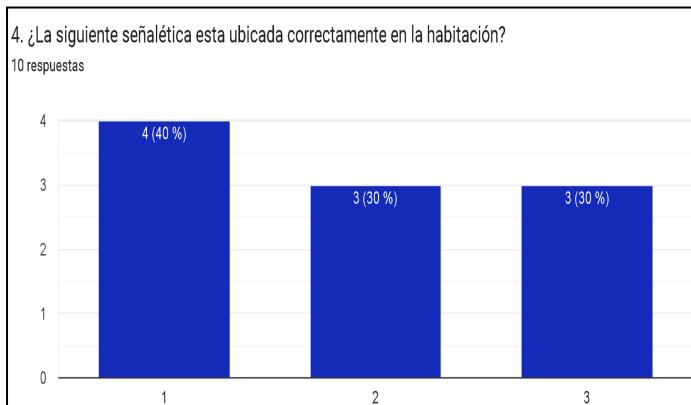
De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, solo 1 conoce las señaléticas en la imagen, la cual corresponde a la de SALIDA (Sentido derecha e izquierda), sin embargo 6 las desconocen y 3 no están seguros de sus conocimientos respecto a ello, es decir, el 60% tiene desconocimiento sobre la señalética dada, que representa más de la mitad de los empleados. Luego de usar el sistema gráfico 3D, 8 empleados lograron identificar la señalética de SALIDA. La comparación entre ambas evidencia un **incremento en el conocimiento** de las señaléticas de SALIDA dentro del establecimiento, debido a que inicialmente fue 60% y después de usar el sistema 80%.

Gráfico Estadístico N°4

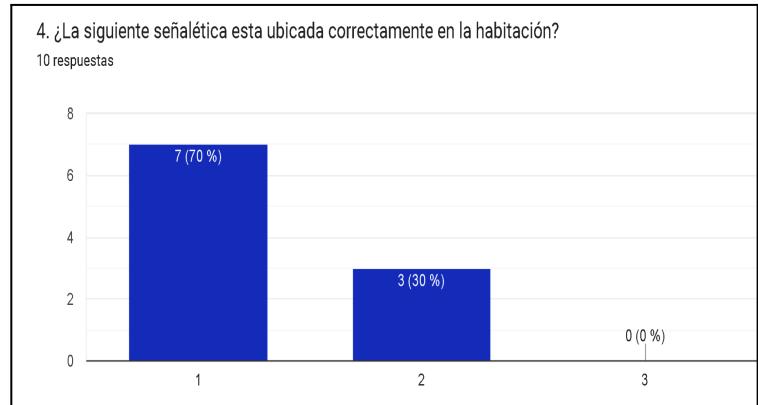
¿La siguiente señalética está ubicada correctamente en la habitación?



ANTES



DESPUÉS



Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza - Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, sólo 3 conocen que la señalética de zona segura está ubicada incorrectamente dentro del ambiente, sin embargo 4 la desconocen y 3 no están seguros de sus conocimientos respecto a ello, es decir, el 60% tiene desconocimiento sobre zonas seguras o señales, que representa gran parte de los empleados. Luego de usar el sistema gráfico 3D, 7 empleados lograron identificar que el ambiente está incorrectamente señalizado. La comparación entre ambas evidencia un incremento en el conocimiento de las zonas seguras dentro del establecimiento y la señalética correspondiente, debido a que inicialmente fue 60% y después de usar el sistema 70%.

Gráfico Estadístico N°5

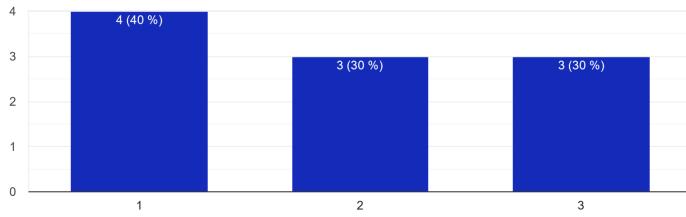
¿Reconoces la siguiente señalética?



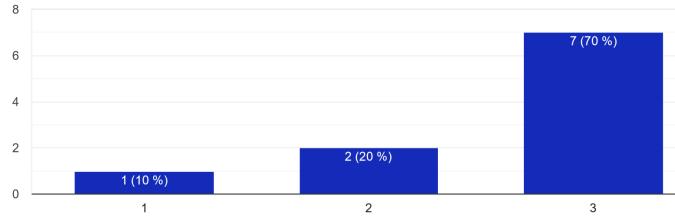
ANTES

DESPUÉS

5. ¿Reconoces la siguiente señalética?
10 respuestas



5. ¿Reconoces la siguiente señalética?
10 respuestas



Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza -

Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

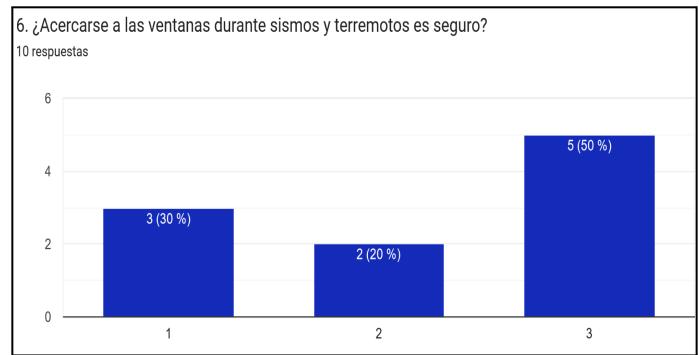
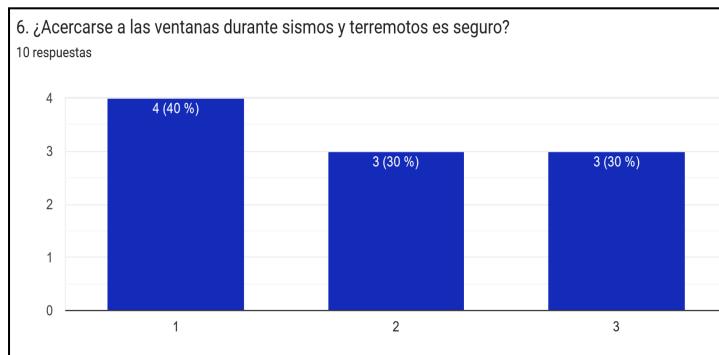
De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, sólo 3 reconocen la señalética mostrada, la cual corresponde a Riesgo Eléctrico, sin embargo 4 la desconocen y 3 no están seguros de sus conocimientos respecto a ello, es decir, el 70% tiene desconocimiento sobre la señalética de Riesgo Eléctrico, que representa más de la mitad de los empleados. Luego de usar el sistema gráfico 3D, 7 logran reconocer a que señalética se refiere. La comparación entre ambas gráficas evidencia un **incremento en el conocimiento del personal** sobre la señalética correspondiente, debido a que inicialmente fue 30% y después de usar el sistema 70%.

Gráfico Estadístico N°6

¿Acercarse a las ventanas durante sismos y terremotos es seguro?



ANTES



DESPUÉS

Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza - Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

De las 10 encuestas realizadas, inicialmente sin usar el Sistema Gráfico 3D, 4 conocen que acercarse a las ventanas durante sismos y terremotos no es lo correcto, sin embargo, 3 no están seguros de ello y otros 3 establecieron que si es correcto, estos 6 últimos representan el 60%, más de la mitad de los encuestados tienen duda y están en error ante el conocimiento de las zonas seguras. Luego de usar el software y al observar la señalética, su ubicación dentro de los ambientes, 5, es decir el 50% están seguros que la ubicación de la señalética es incorrecta, lo que representa que el sistema fue útil para ello. La comparación entre ambas evidencia el aumento del personal preparado correctamente y seguro sobre los conocimientos de las zonas seguras dentro del establecimiento y la señalética correspondiente.

Gráfico Estadístico N°7

¿Es la interfaz del sistema gráfico 3D fácil de usar?

DESPUÉS

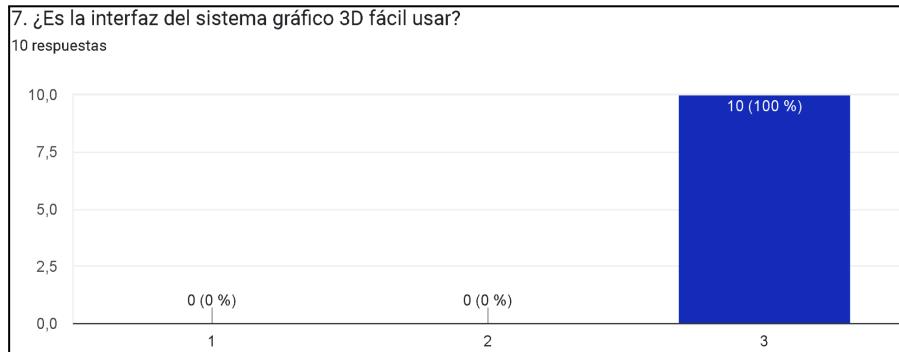
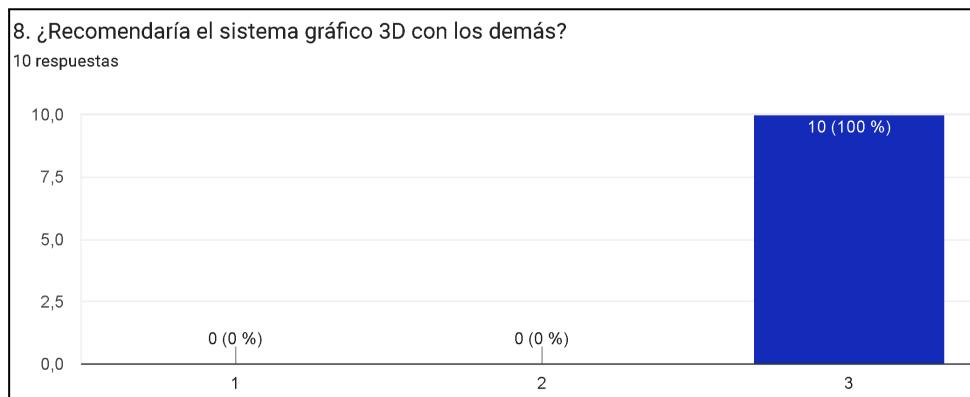


Gráfico Estadístico N°8

¿Recomendaría el sistema gráfico 3D con los demás?

DESPUÉS



Fuente: Encuestas realizadas a 10 empleados de Sala de Conferencias y reuniones Niza -

Trujillo

Análisis e Interpretación de los resultados:

De las 10 encuestas realizadas, después de usar el Sistema Gráfico 3D, el 100%, es decir para todos los encuestados **el sistema gráfico** es fácil de usar, debido a la subventana que se visualiza con los comandos de navegación. Además, recomendarían el uso del sistema a los demás, es decir a sus amigos, familiares o expertos en el tema, con la intención que al igual que ellos conozcan y estén seguros sobre las zonas seguras y señaléticas ante sismos y

terremotos. Dichos resultados indican que lo logrado con el sistema gráfico es útil, bueno y entendible para el usuario.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se logró capacitar en el reconocimiento de zonas seguras ante sismos y terremotos al personal de la Sala de Conferencias y Reuniones Niza Trujillo, a través del uso de un sistema gráfico 3D, esto involucra el incremento en el nivel de conocimiento sobre las medidas preventivas y la señalética de seguridad frente a sismos y terremotos para el personal de la Sala de Conferencias y Reuniones NIZA de la ciudad de Trujillo como se pudo verificar mediante las encuestas, es decir, los resultados tienen gran diferencia acerca de los conocimientos antes y después del uso del sistema gráfico 3D.

Se logró capacitar al personal correctamente para reconocer las zonas seguras ante sismos y terremotos después del uso del sistema gráfico 3D de la Sala de Conferencias y Reuniones NIZA Trujillo, comprobándose con los resultados de las encuestas.

Teniendo como referencia las respuestas recibidas a través de las encuestas se concluye de manera positiva que gracias al sistema gráfico 3D se incrementó el conocimiento del personal de la Sala de Conferencias y Reuniones NIZA de la ciudad de Trujillo con respecto a la identificación de señaléticas de emergencia.

5.2. Recomendaciones

Dado a que nuestro proyecto se encuentra desarrollado en herramientas relativamente nuevas, se debe considerar como un trabajo en fase inicial e investigativa por lo que debe servir como punto de referencia para futuros proyectos similares.

Se sugiere tomar en cuenta que el ambiente desarrollado en 3D tenga cierto grado de animación, es decir, abrir puertas, cajones, poder agregar o eliminar objetos del modelo, o a su vez cambiar de ubicación en el ambiente y tiempo(día, noche), para aumentar más la interacción con el usuario.

Para perfeccionar la aplicación del sistema gráfico 3D y en lo referente a nuevos proyectos relacionados se propone contar con eventos en el modelo, y generen una determinada salida al incidente dado, por ejemplo, al dar clic sobre un objeto del ambiente este visualice sus características en cuanto a dimensiones y posiciones.

Referencias

- Andrade L. & Narea P. (2011) Análisis, diseño e implementación de un ambiente virtual 3D y objeto de información para la regional Austro del Ministerio de Turismo. [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Quito]. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1635>.
- Agencia Peruana de Noticias Andina (2022) *Indeci: "El terremoto no mata, sino la falta de preparación"* Extraido de: <https://andina.pe/agencia/noticia-indeci-terremoto-no-mata-sino-falta-preparacion-711267.aspx>
- Calderón Lezama, A. B. (2018). Aplicación móvil con realidad aumentada para el aprendizaje de acciones a realizar ante terremotos.
- Cortés Morales, R. (2005). *Introducción al análisis de sistemas y la ingeniería de Software*. MONTES DE OCA, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia
- Dávila, J. (2011). Diccionario geológico. Extraído de: <https://infolibros.org/pdfview/9772-diccionario-geologico-jorge-davila-burga/>
- Deutsche Welle (2020). *50 años tras el terremoto de Áncash: ¿qué aprendió Perú? | DW | 28.05.2020. DW.COM*. <https://n9.cl/yjdmr>
- Escobedo Diaz, E. (2019). Estudio de la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Trujillo. Extraído de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2899>
- Gerencia Regional de Defensa Nacional – Subgerencia de Defensa Civil(2020). *Gráficos estadísticos Capacitaciones 2019-2020*. Extraído de: <http://www.regionlaliberdad.gob.pe/defensacivil/images/download/anuario2020/07-Gráficos-estadisticos-Capacitaciones-2019-2020.pdf>
- Granados, M. A. Pulido, Y. A. (2018). Leap Quake videojuego para representar actividades de prevención, reacción y recuperación de un terremoto dentro de un edificio,

controlado por los gestos de las manos.. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/11886>.

Heran, D., & Baker, M. P. (2006). *Gráficos por computadora con OpenGL*. Pearson, Préntice Hall.

Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI (2020) *Información Estadística de Emergencias y Daños, Periodo 2003 al 2019*. Compendio Estadístico de INDECI 2020

Kuroiwa, J. (2002). Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza. OPS.
 Extraído de: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc709/doc709-8.pdf>

López, J. (1991). Prevención de desastres de un sistema gráfico de cómputo [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Recuperado de
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3265735>.

MarcoSendai.(s.f.). DGPCyE.
<https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/internacional/naciones-unidas/marco-sen-dai>

Ochoa, A. J. (2012). Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geógrafo). [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.] Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1316>.

Pagán Flores, A. (2015). Uso de Tecnología Geoespacial para el Análisis e Interpretación de los Sismos. Geospatial Science and Technology. Recuperado de
<http://prcrepository.org/xmlui/handle/20.500.12475/642>

Ribelles, J., & López, A. (2019). Informática gráfica.

Sánchez, F. V. (1994). Los terremotos y sus causas. (pp. 17-38). Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Extraído de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2767747.pdf>

Sommerville, I. (2011). Ingeniería de software novena edición. *I. Sommerville, Ingeniería de software Novena Edición.*

Subgerencia de Defensa Civil de la MPT. (s. f.). Gobierno Regional La Libertad.
<http://regionlalibertad.gob.pe/defensacivil/es/nosotros>

Universidad de Piura (2021) *Juan Atoche y German Gallardo, ingenieros de la Universidad de Piura, explican la situación sísmica del país y todo lo que hace falta para que los peruanos puedan hacer frente a un terremoto de gran magnitud.* Extraído de:
<https://www.udep.edu.pe/hoy/2021/07/estamos-preparados-para-afrontar-un-sismo-en-el-peru/>

Garcia,J.(2004).Curso de introducción a OpenGL,(V1.1).

<http://e-ghost.deusto.es/docs/2006/cursillos/opengl/Manual.pdf>

Vélez Canchanya, M. A. (s. f.). Sistema gráfico interactivo (CAD) para el diseño de estructuras aporticadas planas ortogonales de concreto armado. Registro Nacional de Trabajos de Investigación: Home. Recuperado de:
[https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3265768.](https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3265768)