

Diseño de estructura modular adaptativa

para escenarios de festivales

Estética, Tecnología, Arquitectura efímera y del Entretenimiento

Laura Camila Quiroga Cruz



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Pregrado arquitectura, Facultad arquitectura

Universidad la gran Colombia

Bogotá D.C

2025

Diseño de estructura modular adaptativa

para escenarios de festivales

Estética, Tecnología, Arquitectura efímera y del Entretenimiento

Laura Camila Quiroga Cruz

Arquitectura

Directores de tesis

Arq. Yuly Caterin Diaz Jimenez

Arq. Yuber Alberto Nope Bernal



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Pregrado Arquitectura, Facultad Arquitectura

Universidad la gran Colombia

Bogotá D.C

2024

Contenido

GLOSARIO	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO	9
INTRODUCCIÓN	9
CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN.....	9
PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
PREGUNTA PROBLEMA	11
METODOLOGÍA	11
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	11
CONCLUSIÓN	11
CAPÍTULO 2: ENFOQUE	12
OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
HIPÓTESIS.....	13
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES.....	15
MARCO TEÓRICO	15
MARCO CONCEPTUAL.....	18
MARCO HISTÓRICO	25
MARCO DE ANTECEDENTES: ESTADO DEL ARTE.....	29
MARCO NORMATIVO.....	32
CAPÍTULO 4: DESARROLLO PROPUESTA	33
PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA	33
CAPÍTULO 5: INTERPRETACIÓN DATOS Y DISCUSIÓN.....	49

Sistema plegable para montaje de festivales

ASPECTOS METODOLÓGICOS	49
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
CONCLUSIONES:.....	50
CAPITULO 6: IMPLEMENTACIÓN BIM	51
1. INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD	51
2. MODELADO.....	57
2.1. ESTRUCTURA.....	59
.....	59
2.2. ARQUITECTURA	60
2.3. INSTALACIONES MEP	61
3. CDE (COMMON DATA ENVIROMENT)	65
4.....	70
5. REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	71
REFERENCIAS.....	76
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA	77

Lista de Tablas

Tabla 1 Marco normativo y especificaciones.....	32
Tabla 2 Especificaciones sistemas propuestos	35
Tabla 3. Características de los sistemas propuestos.....	36
Tabla 4. Comparación de materiales	36
Tabla 5. Resistencia sistema tipo allround.....	39
Tabla 6. Peso sistema tipo allround	39
Tabla 7. Resistencia sistema tipo truss	42
Tabla 8. Peso sistema tipo truss.....	42

Sistema plegable para montaje de festivales

Tabla 9. Comparación de tiempos de montaje	49
Tabla 10 Niveles de información según clasificación del estándar BIM Plan	52
Tabla 12 Listado de Softwares para los desarrollos del proyecto Plan de Ejecución BIM.....	54

Lista de Figuras

Ilustración 1 Sistema plegable truss	34
Ilustración 2 Sistema plegable tipo allround	34
Ilustración 3 Usos.....	36
Ilustración 4 Modulo cubierto	37
Ilustración 5. Modulo abierto	37
Ilustración 6. Funcionamiento andamios.....	38
Ilustración 7 Funcionamiento andamios. horizontal	39
Ilustración 8. Funcionamiento módulos plegables tipo truss.....	40
Ilustración 9. Funcionamiento módulos plegables tipo truss-uniones.....	41
Ilustración 10. ensamble de módulos para habitar (creación propia).....	43
Ilustración 11. módulos habitados en espacios recreativos (creación propia)	44
Ilustración 12. Planta primer nivel propuesta configuración de módulos para camerinos.....	45
Ilustración 13. Perspectiva 1 propuesta configuración de módulos.....	46
Ilustración 14. Perspectiva 2 propuesta configuración de módulos.....	47
Ilustración 15.Perspectiva 3 propuesta configuración de módulos.	48
Ilustración 17. Módulo baño - inst. sanitaria	61
Ilustración 20. Iluminación en los módulos.	63

Sistema plegable para montaje de festivales

Ilustración 23. Conflictos detectados	66
Ilustración 24. Creación de informes	67
Ilustración 25. Plano módulos para camerinos.....	69
Ilustración 26. alzado Módulos para camerinos	69
Ilustración 27. Visualización 3d en Enscape.....	71
Ilustración 28. Bibliotecas insertadas para renderizar.	72
Ilustración 29. Ajuste de luces, clima y condiciones ambientales	72
Ilustración 34. recorridos VR Augin y QR	75

Sistema plegable para montaje de festivales

Glosario

- Sistema Truss: Estructura de aluminio utilizada para soportar equipos audiovisuales y de iluminación en eventos.
- Sistema Allround: Sistema de andamios de aluminio o acero, utilizado en construcción y eventos, que ofrece estabilidad y flexibilidad.
- Plegable: Capacidad de una estructura para colapsarse y expandirse, facilitando su transporte y almacenamiento.
- Modularidad: Diseño basado en la combinación de módulos independientes que pueden ensamblarse en diversas configuraciones.
- Normativa EN 1999-1-1: Regulación europea para el diseño de estructuras de aluminio.
- ISO 9001: Norma internacional para gestión de Calidad

Sistema plegable para montaje de festivales

Resumen

Este proyecto se basa en desarrollar una propuesta de una estructura modular y adaptativa para festivales de música, donde su enfoque es que sea la versatilidad y distintos usos como el montaje de escenarios y también módulos habitables para cualquier tipo de evento, además de la creación de un sistema arquitectónico efímero que ofrezca flexibilidad y adaptación a distintas configuraciones espaciales y eventos, ofreciendo confort y la experiencia del público. Esta estructura modular con el concepto de versatilidad y reconfiguración busca facilitar el ensamble y desmontaje, y su utilización en distintos escenarios, en el documento que evalúa la viabilidad técnica y económica, su impacto ambiental y potencial para nuevos estándares en arquitectura efímera y del entretenimiento en eventos masivos en Bogotá.

CAPÍTULO I: Planteamiento

Introducción

Hoy en día, los festivales de música se han convertido en espacios clave tanto desde el punto de vista cultural como económico, lo que exige propuestas arquitectónicas capaces de responder a su carácter efímero, a la necesidad de adaptarse a distintos entornos y al compromiso con la sostenibilidad. En este trabajo se presenta el desarrollo de una estructura modular y versátil, específicamente pensada para escenarios de festival, que incorpora tecnologías innovadoras con el fin de enriquecer la experiencia de los asistentes y optimizar los procesos de montaje y operación.

Contexto y Justificación

La arquitectura efímera, orientada a la materialización de estructuras de carácter provisional para eventos específicos, plantea hoy dos grandes retos: la capacidad de adaptación a contextos variables y la incorporación de criterios de sostenibilidad. Los festivales de música, por su dinamismo y multiplicidad de escenarios, necesitan soluciones constructivas que conjuguen exigencias estéticas y funcionales con la reducción de su huella ecológica (De la Torre & García, 2016, p. 97). Además, estas construcciones deben integrarse al entorno sin dejar de garantizar resistencia y seguridad durante su breve ciclo de vida (Cairns & Jacobs, 2014, p. 32). En el caso colombiano, donde la arquitectura efímera aún está en proceso de consolidación, es imprescindible impulsar diseños estructurales que respondan a dichas demandas y promuevan una evolución hacia modelos más verdes y flexibles (García, 2019, p. 45).

Sistema plegable para montaje de festivales

Propósito de la Investigación

Diseñar un sistema modular capaz de ajustarse ágilmente a distintos formatos de festivales y configuraciones espaciales. Al integrar modularidad con tecnologías avanzadas, se pretende generar una solución holística que cubra tanto los requisitos operativos específicos como los criterios de sostenibilidad ambiental.

Planteamiento del Problema

En el panorama actual de la arquitectura en Colombia, la organización de festivales musicales ha superado los 1.625 eventos al año, generando ingresos por 44 852 444 979 COP (Cámara de Comercio de Bogotá, 2023, p. 26). Esta creciente actividad evidencia una carencia importante de infraestructuras temporales modulares adaptables al dinamismo de estos encuentros (Mora, 2023, p. 45). Al contrastar con experiencias en Estados Unidos y varias naciones europeas, donde ya operan con éxito sistemas efímeros de alta complejidad y eficiencia, se profundiza aún más la necesidad de modernizar las propuestas estructurales en el país (Gómez & Ramírez, 2022, p. 58).

El desafío principal se centra en la limitada incorporación de alternativas arquitectónicas vanguardistas en Colombia, capaces de responder a las exigencias de funcionalidad, estética, rapidez en el montaje y normativas de seguridad propias de los festivales musicales. Esta carencia dificulta que los arquitectos locales generen espacios temporales que potencien la experiencia sensorial y el bienestar de los espectadores, además de obstaculizar el posicionamiento del país como referente en la organización de encuentros culturales de gran escala (González, 2021, p. 112).

Con el propósito de subsanar estas deficiencias, este estudio propone el diseño de un sistema modular y adaptable, enfocado en escenarios de festivales de música en Bogotá. La solución contempla no solo la optimización técnica y operativa del montaje y desmontaje (Martínez & Pérez, 2023, p. 74),

Sistema plegable para montaje de festivales

sino también la elevación de los parámetros de arquitectura efímera, integrando criterios de confort, seguridad y coherencia estética acordes al contexto local.

Pregunta Problema

¿Cómo puede el desarrollo de una estructura modular y adaptativa para escenarios de festivales de música contribuir a superar las limitaciones actuales en la arquitectura efímera, elevando así los estándares de confort, seguridad y estética en estos eventos y en la arquitectura efímera en Bogotá y su contexto más cercano?

Metodología

El estudio se desarrollará a través de una metodología estructurada en cuatro fases. Primero, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura y un análisis de proyectos de arquitectura efímera para extraer prácticas destacadas y lecciones aprendidas. En segundo lugar, se llevará a cabo un análisis comparativo de casos nacionales e internacionales, con el fin de reconocer fortalezas y retos recurrentes en sistemas modulares temporales. A continuación, se propondrá un diseño conceptual de la estructura modular, poniendo especial énfasis en la selección e integración de materiales ligeros y sostenibles. Finalmente, se evaluarán las dimensiones técnica, económica y ambiental de la propuesta, mediante criterios de desempeño estructural, análisis de costos y cálculo de la huella de carbono, para validar su factibilidad y su contribución al desarrollo de la arquitectura efímera en el contexto colombiano.

Estructura del Documento

El texto está estructurado en secciones fundamentales: primero, la introducción contextualiza el problema y establece los objetivos de la investigación; luego, la revisión bibliográfica examina el

Sistema plegable para montaje de festivales

panorama actual de la arquitectura efímera y los materiales empleados; en la siguiente parte, se detalla el diseño conceptual de la estructura modular, describiendo sus aspectos técnicos; y, por último, la sección de discusión y conclusiones interpreta los hallazgos y propone recomendaciones para investigaciones y aplicaciones futuras.

Conclusión

Esta tesis pretende impulsar la evolución de la arquitectura efímera a través de la propuesta de un sistema modular innovador, que emplea mecanismos plegables inspirados en plataformas hidráulicas y materiales de alta resistencia. Al articular flexibilidad operativa, criterios de sostenibilidad y niveles óptimos de confort, se busca definir nuevos referentes en el diseño de escenarios musicales temporales y fomentar enfoques más variados y creativos en la práctica de la arquitectura efímera.

CAPÍTULO 2: ENFOQUE

Objetivos

Plantear un sistema modular, plegable y versátil para escenarios de festivales musicales que incorpore tecnologías de última generación —como iluminación LED de alto rendimiento y pantallas de gran formato— con el fin de mejorar tanto la calidad arquitectónica como el confort de los espectadores. Este proyecto se fundamenta en los principios de la arquitectura efímera y del entretenimiento, tomando como referencia las estrategias de Mark Fisher, así como los montajes basados en andamios Allround y en estructuras Truss para soportar equipos audiovisuales y escenográficos (Fisher, 2013). De este modo, se busca desarrollar escenarios innovadores, eficientes y fácilmente reconfigurables, garantizando su montaje y desmontaje ágil en múltiples configuraciones espaciales.

Sistema plegable para montaje de festivales

Objetivo General

Diseñar un prototipo de escenario modular para festivales musicales en Bogotá que incorpore plataformas hidráulicas y elementos plegables fabricados con materiales de alta resistencia. Esta configuración deberá adaptarse de manera flexible a distintas dimensiones espaciales, variaciones de altura y condiciones climáticas, asegurando criterios de sostenibilidad y mejorando la experiencia de los asistentes.

Objetivos Específicos

1. Investigar a fondo las exigencias técnicas y funcionales de los escenarios en festivales de música, abarcando factores como el confort térmico y acústico, la dinámica del público, los requerimientos lumínicos, las normas de seguridad y la capacidad de adaptación a diversas temáticas y géneros musicales.
2. Concebir un sistema estructural modular y versátil que pueda reconfigurarse según distintas disposiciones espaciales y artísticas, optimizando los procesos de montaje y desmontaje para agilizar la logística en eventos de gran envergadura.

Hipótesis

La adopción de un sistema modular plegable que integre las ventajas de los sistemas Allround y Truss puede agilizar de forma notable las operaciones de montaje y desmontaje en eventos de gran escala, alcanzando una disminución de hasta un 40 % en los tiempos de instalación. Esta solución no solo ofrecerá una plataforma robusta y segura, sino que también cumplirá con las normativas internacionales EN 1999-1-1 e ISO 9001, garantizando la calidad de los materiales y la seguridad estructural.

Sistema plegable para montaje de festivales

Adicionalmente, el carácter plegable del diseño potenciará su portabilidad, reduciendo los costos logísticos vinculados al transporte y almacenamiento. La versatilidad del sistema permitirá adaptarlo a requerimientos específicos de cada evento —desde variaciones en altura hasta configuraciones espaciales singulares—, optimizando la flexibilidad operativa sin comprometer la integridad estructural.

Sistema plegable para montaje de festivales

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES

Marco Teórico

1. Arquitectura Efímera

De la Torre y García (2016) señalan que la arquitectura efímera consiste en el diseño de construcciones provisionales que responden puntualmente a las necesidades del entorno, privilegiando la capacidad de adaptación y la velocidad de montaje (p. 97). Esta disciplina permite la transformación momentánea de espacios manteniendo tanto su solidez estructural como su calidad estética.

Cairns y Jacobs (2014) sostienen que la temporalidad en el proyecto arquitectónico impulsa la creatividad y favorece la renovación de áreas subutilizadas, al permitir instalaciones transitorias que reactivan el tejido urbano (p. 32). De este modo, la arquitectura efímera se convierte en una estrategia clave para eventos de gran magnitud y para la revitalización de entornos ciudadanos.

1.1. Modularidad en la Arquitectura

Ratti y Claudel (2015) afirman que los sistemas modulares facilitan la configuración eficiente de espacios, al ofrecer una gran adaptabilidad a múltiples situaciones y permitir variaciones rápidas en el diseño (p. 64). Asimismo, enfatizan el uso de materiales de baja densidad, como el aluminio, que simplifican tanto el transporte como el montaje de las piezas.

Por otro lado, Abrahams y Daniels (2018) argumentan que las estructuras modulares optimizan el uso de recursos y permiten cambios espaciales con facilidad, características que las vuelven ideales para soluciones temporales y adaptativas (p. 49). Este planteamiento apoya la adopción de módulos plegables en construcciones efímeras, tales como escenarios y plataformas de eventos.

2. La Arquitectura del Entretenimiento

Sistema plegable para montaje de festivales

Bell (2005) define la arquitectura del entretenimiento como "un campo que combina diseño, tecnología y narrativas visuales para generar experiencias inmersivas que trascienden las funciones arquitectónicas convencionales" (p. 12). Este enfoque reconoce que los espacios de entretenimiento no solo deben cumplir con requisitos técnicos, sino también emocionales, generando un impacto significativo en la audiencia.

La arquitectura del entretenimiento se caracteriza por su capacidad para transformar el entorno, utilizando recursos como iluminación, estructuras dinámicas y tecnología interactiva. Según Bell (2005), "el diseño arquitectónico en este campo no solo responde a las necesidades funcionales, sino que se convierte en un componente esencial de la experiencia del usuario" (p. 45).

2.1. Espacios Temporales en la Arquitectura del Entretenimiento

Bell (2005) sostiene que la arquitectura efímera es un elemento esencial en la configuración de ambientes de entretenimiento, sobre todo en eventos itinerantes como festivales o exhibiciones temporales (p. 78). Estas instalaciones destacan por su rapidez de montaje y adaptación, ofreciendo múltiples disposiciones espaciales adecuadas a cada ocasión.

Asimismo, Bell subraya la importancia de emplear materiales y sistemas modulares en este contexto. Afirma que "el uso de tecnologías modulares y desmontables facilita el transporte y montaje de estructuras complejas en diversos escenarios" (p. 98), garantizando al mismo tiempo una estética cuidada y un desempeño funcional óptimo.

2.2. Tecnología y Narrativa en la Arquitectura del Entretenimiento

Un eje central en la propuesta de Bell (2005) es la incorporación de elementos tecnológicos de vanguardia en el diseño de espacios de entretenimiento. Según el autor, "la incorporación de elementos audiovisuales, iluminación controlada y materiales innovadores en las estructuras temporales crea entornos inmersivos que potencian la experiencia del usuario" (p. 122). Gracias a esta estrategia, los

Sistema plegable para montaje de festivales

escenarios no solo actúan como soportes físicos, sino que participan activamente en la construcción de la narrativa del evento, trascendiendo su rol meramente estructural.

3. La Imagen y el Ojo de Ernst Gombrich (1982)

En *La imagen y el ojo*, Gombrich (1982) explora cómo nuestra visión constituye un acto interpretativo, más allá de un simple registro de estímulos. El autor sostiene que la percepción visual se construye activamente, pues el espectador filtra y organiza la información gráfica apoyándose en su bagaje cultural y experiencias previas (Gombrich, 1982). Esta aproximación resulta crucial para la arquitectura efímera y del entretenimiento, pues revela cómo los elementos visuales de un espacio pueden diseñarse para evocar significados y emociones específicas en el público.

3.1. Percepción y Construcción Visual

Gombrich (1982) plantea que la percepción visual humana se ve condicionada por las vivencias previas y las expectativas, lo cual influye directamente en la forma en que interpretamos y otorgamos significado a las imágenes (p. 67). Este principio resulta esencial en la arquitectura efímera y del entretenimiento, ya que permite diseñar componentes visuales y espaciales que despierten emociones concretas y articulen una narrativa inmersiva para los espectadores.

3.2. El Papel del Contexto

Gombrich (1982) subraya que el valor simbólico de una imagen o un espacio no reside únicamente en su forma, sino en el contexto que lo rodea. Según el autor, “las imágenes no se perciben de manera aislada; su interpretación depende de un marco cultural y emocional que guía nuestra percepción” (p. 85). Esta perspectiva es especialmente pertinente en el diseño de escenarios temporales y en la arquitectura del entretenimiento, donde los elementos visuales deben estar alineados con las

Sistema plegable para montaje de festivales

expectativas del público y con la narrativa específica de cada evento para lograr una experiencia verdaderamente significativa.

3.3. Representación y Experiencia

Gombrich (1982) considera que tanto el arte como el diseño arquitectónico poseen la facultad de conectar la percepción visual con la experiencia emocional, actuando como un vínculo entre lo observable y lo sensible. En sus palabras, “la representación no solo es un acto técnico, sino también una herramienta para comunicar y provocar respuestas en el espectador” (p. 102). Esta visión resalta la relevancia de integrar intencionalmente elementos estéticos y emocionales en la arquitectura efímera, de modo que los espacios diseñados no solo respondan a funciones operativas, sino que también generen una experiencia significativa e inolvidable en quienes los habitan.

Marco conceptual

1. Innovación en la Arquitectura del Entretenimiento

Fisher (2005) concibe la arquitectura del entretenimiento como el diseño de estructuras temporales que no solo responden a criterios técnicos, sino que generan un fuerte impacto visual y emocional en el espectador (p. 25). Esta perspectiva transforma al escenario en un componente activo de la narrativa escénica, y no simplemente en un soporte físico para la puesta en escena.

El estudio londinense Stufish, especializado en escenografía y arquitectura para espectáculos, ha aplicado estos principios mediante la creación de estructuras que fusionan tecnología avanzada —como sistemas de iluminación y audiovisuales de última generación— con componentes arquitectónicos dinámicos. En este sentido, Fisher (2005) afirma que “la clave de un diseño exitoso en el

Sistema plegable para montaje de festivales

entretenimiento es combinar flexibilidad estructural con un diseño visual que cautive al público” (p. 47), evidenciando así la importancia del equilibrio entre funcionalidad técnica y expresión estética.

1.1. Estructuras Modulares y Efímeras

Una de las aportaciones más relevantes de Fisher al campo de la arquitectura del entretenimiento fue la implementación de sistemas modulares en escenarios temporales. Estas estructuras destacan por su facilidad de ensamblaje y desmontaje, lo que permite reducir considerablemente los tiempos de operación y los costos logísticos. Fisher (2005) señala que “las estructuras modulares permiten adaptarse a diferentes configuraciones espaciales, lo que resulta esencial para giras y eventos itinerantes” (p. 62).

Junto a su estudio Stufish, Fisher también impulsó el uso de materiales livianos y sostenibles, como el aluminio, que no solo facilitan el transporte de los componentes, sino que además minimizan el impacto ambiental de las intervenciones efímeras. Esta visión integradora no solo optimizó los procesos técnicos, sino que instauró nuevos parámetros de sostenibilidad dentro de la industria del espectáculo.

1.2. Impacto Visual y Emocional

Fisher otorgó un papel central al componente estético dentro del diseño de escenarios, destacando su potencial para convertir una estructura funcional en una experiencia sensorial inolvidable. Según el autor, “un buen escenario no es solo funcional, es un espectáculo en sí mismo” (Fisher, 2005, p. 89). Esta premisa se materializa en sus colaboraciones con bandas de renombre internacional, donde los escenarios temporales trascendieron su rol estructural y se convirtieron en verdaderas piezas arquitectónicas diseñadas para intensificar la conexión emocional del público con el evento. Así, el diseño dejó de ser un simple soporte para la técnica, asumiendo un rol protagónico en la narrativa visual del espectáculo.

2. Estructuras Plegables, Estructuras en Tijera y Plataformas Hidráulicas

La arquitectura efímera contemporánea, especialmente en su vertiente modular, ha incorporado con éxito tecnologías como estructuras plegables, sistemas en tijera y plataformas hidráulicas, consolidándolas como soluciones eficaces para eventos temporales. Estas tipologías constructivas sobresalen por su rapidez de montaje y desmontaje, su capacidad de adaptación a múltiples configuraciones espaciales y su contribución a la optimización de recursos logísticos y materiales. Gracias a su diseño técnico inteligente, permiten responder de forma versátil y sostenible a los requerimientos cambiantes de los espacios escénicos efímeros.

2.1. Estructuras Plegables

Las estructuras plegables se distinguen por su habilidad para contraerse y desplegarse con facilidad, lo que representa una ventaja significativa en términos de transporte, almacenamiento y operatividad. Zhang y Zhou (2018) destacan que “las estructuras plegables son soluciones prácticas para espacios temporales, ya que permiten minimizar el volumen en estado plegado sin comprometer la estabilidad en estado desplegado” (p. 35). Este tipo de sistemas resulta especialmente útil en eventos de gran escala, donde la agilidad en los procesos de instalación y desmontaje es crucial para garantizar eficiencia y cumplimiento de cronogramas exigentes.

2.2. Estructuras en Tijera

Las estructuras en tijera son sistemas mecánicos articulados conformados por barras dispuestas en forma de “X”, que permiten un movimiento vertical controlado mediante mecanismos de expansión y retracción. Park y Choi (2020) señalan que “la versatilidad de las estructuras en tijera radica en su capacidad para soportar cargas significativas mientras se expanden y colapsan de manera eficiente” (p. 68). Gracias a su diseño compacto y regulable en altura, este tipo de estructura resulta ideal para su

Sistema plegable para montaje de festivales

aplicación en escenarios móviles, plataformas elevadas y gradas temporales, donde se requiere una instalación rápida sin sacrificar estabilidad ni resistencia.

2.3. Plataformas Hidráulicas

Las plataformas hidráulicas operan mediante la compresión de fluidos para generar movimiento mecánico, siendo comúnmente utilizadas para elevar o ajustar superficies de trabajo con alto grado de precisión. García y López (2019) afirman que “las plataformas hidráulicas ofrecen precisión y estabilidad en el ajuste de altura, lo que las hace ideales para escenarios y estructuras modulares en eventos temporales” (p. 45). Este tipo de sistemas permite incorporar componentes móviles en los escenarios, lo cual no solo mejora su funcionalidad, sino que también aporta dinamismo visual, enriqueciendo la experiencia sensorial del público durante los espectáculos.

3. Sistemas Truss y Andamios Allround

En el contexto de eventos masivos, la arquitectura efímera y modular ha incorporado con gran éxito sistemas como el Truss y los andamios Allround, debido a su eficiencia en términos de estabilidad estructural, flexibilidad de uso y rapidez en los procesos de montaje y desmontaje. Estas soluciones destacan por su diseño técnico adaptable, lo que permite ajustarse a una amplia variedad de entornos y requerimientos escénicos. Su versatilidad ha convertido a ambos sistemas en herramientas clave para la implementación de estructuras temporales seguras, funcionales y visualmente efectivas.

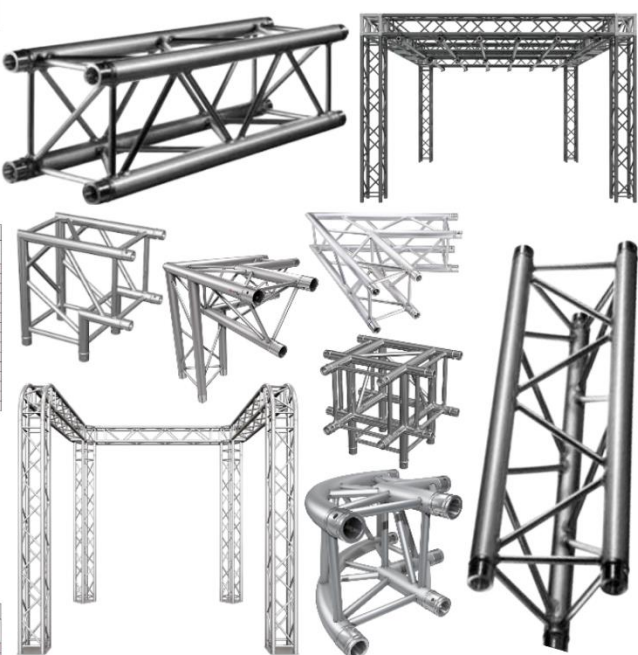
Sistema plegable para montaje de festivales

3.1. Sistema Truss

El sistema Truss está conformado por componentes modulares que se ensamblan mediante uniones de montaje rápido, fabricados comúnmente en aluminio o acero debido a su resistencia y bajo peso. Su uso es frecuente en el ámbito de los eventos temporales, especialmente para la construcción de escenarios, estructuras de iluminación y soportes de equipos audiovisuales. Zhang et al. (2019) afirman que “los sistemas Truss son ideales para eventos temporales debido a su ligereza, capacidad de carga y facilidad de transporte” (p. 55). Además, su diseño permite configuraciones tridimensionales que optimizan el uso del espacio y permiten soportar equipos de gran volumen y peso sin comprometer la estabilidad estructural.

FICHA TÉCNICA SISTEMA TRUSS

Características	Descripción
Nombre	Sistema Truss de Aluminio
Material	Aluminio 6082-T6 (tratado térmicamente)
Diseño	Estructura modular en forma triangular o cuadrangular
Diámetro del Tubo Principal	50 mm, con espesores de 3-4 mm
Diámetro de los Tubos de Refuerzo	16-25 mm, con espesores de 2-3 mm
Capacidad de Carga	Desde 300 kg hasta más de 2,000 kg, dependiendo de la sección
Conexión	Conectores cónicos o pernos de acero inoxidable
Sistema de Fijación	Clips de seguridad o tornillos
Dimensiones Disponibles	Longitudes desde 0.5 m hasta 10 m
Montaje	Rápido, manual y sin herramientas pesadas
Aplicaciones	Escenarios, eventos, iluminación, soportes para equipos audiovisuales
Ventajas	Ligero, resistente, modular, fácil de transportar y montar
Desventajas	Precio elevado, capacidad limitada para cargas extremadamente pesadas
Normativa	Cumple con DIN 4113, EN 1999-1-1 para estructuras temporales



TRUSS 290 mm

Alto	Ancho	Diámetro tubo	Estructura	Aluminio	Conexión
290	290	48 x 3 mm	18 x 2 mm	EN AW 6082-T6	Segu técnica

Aluminio	Longitud (m)	Peso (kg)	Peso (lb)
5422-095	0.5	2.2	177.84
5422-010	1.0	4.4	236.36
5422-015	1.5	6.6	295.52
5422-020	2.0	8.8	298.26
5422-025	2.5	11.0	302.57
5422-030	3.0	13.2	431.74
5422-040	4.0	17.6	547.20
5422-050	5.0	22.0	588.24

Capacidad de carga	Longitud (m)	Carga puntual (kg)	Carga uniformemente distribuida (kg/m)
2.0	1180	823	
2.0	1040	560	
4.0	1060	823	
5.0	780	293	
6.0	640	230	
7.0	616	192	
8.0	570	167	
9.0	530	146	
10.0	510	163	
11.0	447	71	
12.0	346	48	
13.0	295	24	
14.0	290	24	
15.0	140	16	
16.0	110	11	


TRUSS 390 mm


Alto	Ancho	Diámetro tubo	Estructura	Aluminio	Conexión
390	390	48 x 3 mm	20 x 2 mm	EN AW 6082-T6	Segu técnica

Aluminio	Longitud (m)	Peso (kg)	Peso (lb)
5423-095	0.5	3.0	238.92
5423-010	1.0	6.0	388.80
5423-015	1.5	9.0	389.90
5423-020	2.0	12.0	421.80
5423-025	2.5	15.0	483.82
5423-030	3.0	18.0	538.08
5423-040	4.0	24.0	648.00
5423-050	5.0	30.0	749.38


Capacidad de carga	Longitud (m)	Carga puntual (kg)	Carga uniformemente distribuida (kg/m)
2.0	1620	1210	
3.0	1460	770	
4.0	800	540	
5.0	760	440	
6.0	710	360	
7.0	652	300	
8.0	610	250	
9.0	600	225	
10.0	571	190	
11.0	545	160	
12.0	510	110	
13.0	490	91	
14.0	460	70	
15.0	425	54	
16.0	392	41	

ACCESORIOS







Base




Angulo a 90°



Conexión cónica



Paseador cónico



Clip de seguridad

Sistema plegable para montaje de festivales

3.2. Sistema Allround

El sistema Allround, concebido originalmente como un conjunto de andamios modulares, destaca por ofrecer una combinación eficaz de estabilidad estructural y adaptabilidad. Se compone de barras verticales y horizontales interconectadas mediante uniones mecánicas que permiten ajustes milimétricos en altura y configuración espacial. García y López (2018) afirman que “el sistema Allround es una solución ideal para estructuras temporales por su capacidad de soportar grandes cargas y adaptarse a terrenos irregulares” (p. 72). Gracias a estas cualidades, se emplea con frecuencia en la construcción de plataformas elevadas, graderías desmontables y estructuras de soporte para eventos multitudinarios, ofreciendo una solución segura y versátil en condiciones variables.

FICHA TÉCNICA SISTEMA ALLROUND	
Características	Descripción
Nombre	Sistema Allround de Andamios Layher
Material	Acero galvanizado o aluminio anodizado
Diámetro del Tubo Principal	48.3 mm (estándar para sistemas de andamios)
Espesor del Tubo	3.2 mm para acero, 4 mm para aluminio
Sistema de Conexión	Rosetas de 8 puntos de conexión y cuñas integradas
Capacidad de Carga	Alta capacidad de carga (hasta 72.5 kN por poste)
Normativa	Cumple con EN 12810-1/2 y EN 12811-1/2/3
Aplicaciones	Construcción, mantenimiento, trabajos en altura, escenarios, eventos temporales
Ventajas	- Montaje rápido y seguro - Modular y flexible - Adaptable a diferentes configuraciones
Dimensiones Disponibles	Módulos de hasta 3 m en longitud, alturas adaptables a la estructura
Peso	Aproximadamente 17 kg por metro de tubo de acero
Montaje	Montaje sin herramientas complejas, solo cuñas y martillo
Resistencia a la Corrosión	Alta resistencia gracias al tratamiento de galvanización
Durabilidad	Material duradero, ideal para condiciones exteriores
Aplicaciones Especiales	Torres de carga, estructuras temporales para eventos, pasarelas y más
Tiempo de Montaje	Rápido gracias al diseño modular y las conexiones de rosetas y cuñas
Compatibilidad	Compatible con otros sistemas Layher para aumentar versatilidad



The technical diagram illustrates the Allround scaffolding system through several views:

- Top Row:** Close-up of the 8-point connection rosettes and integrated wedges being assembled onto the main tubes.
- Middle Row:** Two 3D wireframe models of the scaffolding structure. The left model shows a perspective view, while the right model highlights a specific joint with a yellow circle and the label 'Detalle: ON'.
- Bottom Row:** A detailed 3D cutaway diagram of a scaffolding section. It labels various components: Baranda esquina (corner guardrail), Pasador (pin), Rodapié (base plate), Plataforma con trampilla (platform with trapdoor), Escalera (ladder), Marco (frame), Baranda (guardrail), Placa con hueco (plate with hole), Plataforma metálica (metal platform), and Soporte de iniciación (starting support).

Sistema plegable para montaje de festivales

3.3. Comparación y Sinergia

La integración de los sistemas Truss y Allround ofrece una solución estructural altamente eficiente para eventos de gran escala, gracias a la complementariedad de sus características. Mientras que el sistema Truss, por su ligereza y capacidad de carga, es ideal para sostener equipos audiovisuales, luminarias y componentes escenográficos, el sistema Allround aporta una base sólida y estable, especialmente útil para plataformas elevadas y estructuras que requieren mayor rigidez. Al combinar ambos, es posible desarrollar escenarios modulares que no solo responden a exigencias técnicas, sino que también permiten una rápida adaptación a distintas configuraciones espaciales, optimizando tanto la funcionalidad como la estética del montaje.

Sistema plegable para montaje de festivales

Marco histórico



Sistema plegable para montaje de festivales

1. Evolución de la Arquitectura Efímera en Colombia

1.1. Siglo XIX: Ferias y Consolidación de Espacios Públicos

Durante el siglo XIX, la arquitectura efímera en Colombia comenzó a adquirir un carácter funcional y una mayor visibilidad dentro de la dinámica urbana. En esta época, las ferias y los mercados itinerantes se establecieron como actividades clave para el comercio y la interacción social. Las construcciones temporales, fabricadas principalmente con madera, techos de zinc y lonas, tenían como propósito proteger y delimitar los espacios destinados al intercambio comercial.

Rincón y López (2013) señalan que “las plazas públicas fungían como puntos neurálgicos para la instalación de mercados y ferias, y estas estructuras efímeras favorecieron el desarrollo de un tejido urbano más activo” (p. 45). Además, las festividades patrias, procesiones religiosas y eventos locales comenzaron a incorporar escenarios y decoraciones temporales, lo que evidenció un cambio en el uso simbólico y cultural de estos espacios..

1.2. Siglo XX: Expansión Cultural y Modernización

En el siglo XX, la arquitectura efímera en Colombia se relacionó directamente con los procesos de modernización y el crecimiento de la oferta cultural. Los festivales y ferias comerciales adoptaron tecnologías más avanzadas, incluyendo sistemas modulares y materiales resistentes como el aluminio y el acero.

El Festival Iberoamericano de Teatro de Bogotá, creado en 1988, marcó un precedente importante en este campo. López y Ramírez (1990) explican que “este evento incorporó escenarios modulares y temporales en diferentes espacios públicos, destacando por su capacidad para convertir áreas urbanas en entornos escénicos funcionales en corto tiempo” (p. 78). Esta estrategia no solo optimizó la organización, sino que también fomentó una mayor participación de la comunidad.

Sistema plegable para montaje de festivales

1.3. Siglo XXI: Innovación, Tecnología y Sostenibilidad

En el siglo XXI, la arquitectura efímera en Colombia ha alcanzado niveles avanzados de sofisticación gracias a la incorporación de tecnologías modernas y la influencia de estándares internacionales. Festivales emblemáticos de música y cultura, como Rock al Parque y Festival Estéreo Picnic, comenzaron a utilizar sistemas modulares especializados como Truss y Allround para la construcción de grandes escenarios.

Con la llegada de la pandemia de COVID-19, esta disciplina experimentó un giro hacia usos funcionales y emergentes. Estructuras temporales como hospitales modulares y puntos de vacunación se desplegaron en distintas ciudades del país. Pérez (2021) sostiene que “la pandemia evidenció la relevancia de la arquitectura efímera para responder con rapidez a situaciones de emergencia, resaltando su versatilidad y funcionalidad” (p. 56).

2. Estructuras Efímeras

- **1943: Sistema MERO**

Diseñado por Max Mengerhausen, utiliza nodos esféricos y barras metálicas, destacándose por su ligereza y resistencia, ideal para estructuras temporales (Addis, 2007, p. 102).

- **Década de 1960: Estructuras desplegables**

Chuck Hoberman desarrolló sistemas expandibles compactos y funcionales para aplicaciones móviles.

- **1972: Estructuras tensadas**

Frei Otto innovó con membranas tensadas en el Estadio Olímpico de Múnich, combinando ligereza y cobertura eficiente.

- **Década de 1980: Estructuras plegables metálicas**

Se popularizaron los sistemas plegables en aluminio y acero ligero, utilizados en pabellones y exposiciones.

Sistema plegable para montaje de festivales

- **Década de 1990: Estructuras temporales de emergencia**

Soluciones como cúpulas geodésicas ofrecieron rapidez y eficiencia frente a desastres naturales (Otto & Rasch, 1996, p. 45).

3. Evolución de la Tecnología y el Diseño de Escenarios

- **Década de 1960: Escenarios móviles básicos**

La aparición de escenarios móviles marcó el inicio de diseños portátiles y funcionales para eventos musicales pequeños, enfocados principalmente en la simplicidad estructural (Peutz, 1965, p. 45).

- **Década de 1970: Incorporación de estructuras metálicas**

- **Década de 1980: Introducción de la tecnología audiovisual**

La integración de iluminación y pantallas LED transformó la experiencia visual, marcando un hito en la interacción del público con los espectáculos.

- **Década de 1990: Estructuras personalizadas y temáticas**

Empresas como Stufish, fundada por Mark Fisher, comenzaron a diseñar escenarios temáticos con estructuras personalizadas que se adaptaban a narrativas visuales y conceptuales.

- **2000 en adelante: Innovación modular y sostenibilidad**

Se desarrollaron sistemas modulares y estructuras plegables que optimizan el montaje y desmontaje, reduciendo costos y tiempos, mientras que se incorporaron materiales ligeros y reciclables para fomentar la sostenibilidad.

- **Década de 2010: Realidad aumentada y diseño inmersivo**

Escenarios como los de Tomorrowland incorporaron realidad aumentada y diseño inmersivo, convirtiendo los eventos en experiencias multisensoriales.

Sistema plegable para montaje de festivales

Marco de antecedentes: estado del arte

Este proyecto se centra en el estudio y evolución de la arquitectura efímera y las estructuras modulares, con un énfasis particular en su aplicación en escenarios para eventos masivos de entretenimiento en Colombia. La arquitectura efímera ha ganado relevancia en los últimos años debido a su capacidad para generar espacios temporales que combinan funcionalidad y estética, especialmente en el ámbito de los festivales musicales. El objetivo principal es responder a la creciente demanda de soluciones arquitectónicas innovadoras y adaptables dentro del contexto colombiano.

1. Arquitectura Efímera

La arquitectura efímera se caracteriza por su respuesta eficiente a necesidades temporales, optimizando recursos y tiempos de montaje y desmontaje. Según Giudici (2017), este tipo de arquitectura trasciende la mera funcionalidad, aportando un valor estético que enriquece la experiencia de los usuarios durante los eventos. En Colombia, aunque la arquitectura efímera ha tenido presencia en festivales culturales y artísticos, aún no se ha explotado plenamente su potencial en términos de soluciones arquitectónicas avanzadas.

2. Estructuras Modulares

Las estructuras modulares, pieza clave en la arquitectura efímera, son sistemas diseñados para un montaje y desmontaje rápido, ofreciendo gran versatilidad y adaptabilidad. De acuerdo con Shigeru Ban (2014), estas estructuras representan una alternativa eficiente en términos económicos y temporales, ideales para eventos de corta duración. En Colombia, su implementación en eventos de gran escala es todavía incipiente, y su consolidación en el ámbito arquitectónico es necesaria para satisfacer las demandas actuales del sector.

3. Referentes Internacionales

Mark Fisher es uno de los referentes más influyentes a nivel internacional en arquitectura efímera y modular, reconocido por revolucionar el diseño de escenarios para eventos masivos a través de su empresa Stufish. Fisher destacó por crear estructuras modulares que fusionan funcionalidad con un alto impacto visual (Fisher, 2005). Sus diseños, aplicados en giras musicales de gran envergadura, evidencian la importancia de una arquitectura que no solo resuelva aspectos técnicos, sino que también ofrezca una experiencia sensorial única. Este enfoque es fundamental para el presente proyecto, que busca trasladar estas soluciones al contexto colombiano.

4. Tecnología y Diseño en la Arquitectura del Entretenimiento

La incorporación de nuevas tecnologías en el diseño de escenarios se ha convertido en una tendencia creciente. Los grandes festivales internacionales han adoptado innovaciones como pantallas LED de gran formato, escenarios mecánicos y estructuras interactivas. En Colombia, eventos como el Festival Estéreo Picnic han comenzado a integrar estas tecnologías; sin embargo, el desarrollo de soluciones arquitectónicas modulares que integren estos avances continúa siendo limitado. Según García (2019), la adopción de estas tecnologías en la arquitectura efímera no solo mejora la estética, sino que también permite crear experiencias inmersivas y personalizadas para los asistentes.

5. Conclusiones del Estado del Arte

El análisis realizado revela que, aunque la arquitectura efímera y las estructuras modulares han evolucionado considerablemente a nivel internacional, su implementación en Colombia todavía está en proceso de consolidación. Este proyecto busca aportar al desarrollo de este campo emergente mediante propuestas arquitectónicas modulares que se ajusten a las condiciones locales y optimicen el diseño de escenarios para eventos masivos. La integración de tecnologías modernas y el aprendizaje de referentes

Sistema plegable para montaje de festivales

internacionales serán elementos clave para lograr una arquitectura del entretenimiento más sofisticada y eficiente en Bogotá.

Sistema plegable para montaje de festivales

Marco normativo

Tabla 1 Marco normativo y especificaciones

Norma	Lineamientos	Sistemas Constructivos	Materiales
NSR-10 (Colombia)	<ul style="list-style-type: none"> - Título A: Requisitos generales. - Título B: Cargas vivas, muertas y sísmicas. - Título F: Diseño de estructuras metálicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras metálicas modulares desmontables (Truss, Allround). - Uso de contravientos y conexiones soldadas o atornilladas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acero estructural (ASTM A36, A572). - Aluminio en sistemas ligeros.
ISO 14963:2003	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad ante cargas dinámicas y estáticas. - Límites de inclinación y deformación. - Procedimientos seguros de montaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Carpas y escenarios modulares con soportes en aluminio o acero. - Sistemas plegables y desmontables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aluminio reforzado. - Toldos de PVC ignífugo o poliéster recubierto. - Tornillería de alta resistencia.
NFPA 101 y NFPA 5000	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de rutas de evacuación. - Uso de materiales resistentes al fuego. - Sistemas de protección activa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de ventilación y salidas de emergencia integradas. - Diseño modular con evacuación rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Toldos de PVC clase A (resistente al fuego). - Pinturas intumescentes para recubrimientos. - Cables eléctricos c.
IBC 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones de cargas vivas y muertas. - Resistencia al viento y sistemas de anclaje. - Uso de sistemas modulares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataformas elevadas con andamios modulares (Allround). - Escenarios desmontables con sistemas Truss. 	<ul style="list-style-type: none"> - Perfiles de acero estructural o aluminio. - Policarbonato resistente para cubiertas. - Pernos de alta resistencia.

Sistema plegable para montaje de festivales

CAPÍTULO 4: DESARROLLO PROPUESTA

Planteamiento y propuesta

El proyecto plantea el diseño de una estructura modular plegable basada en los sistemas Allround y Truss, dirigida a eventos de gran escala. Esta solución busca disminuir los tiempos de montaje, mejorar la facilidad de transporte y proporcionar una mayor flexibilidad, sin comprometer los estándares de seguridad y estabilidad requeridos. Los módulos plegables permiten ajustar tanto la altura como la configuración de la estructura según las necesidades específicas de cada evento, cumpliendo además con las normativas internacionales vigentes. Este sistema optimiza los costos operativos, el espacio destinado al almacenamiento y las tareas de montaje, constituyéndose como una alternativa eficiente frente a las estructuras convencionales.

Sistema plegable para montaje de festivales

SISTEMA PROPUESTO TRUSS - SISTEMA PROPUESTO ALLROUND



Ilustración 1 Sistema plegable truss



Ilustración 2 Sistema plegable tipo allround

Sistema plegable para montaje de festivales

Especificaciones

Tabla 2 Especificaciones sistemas propuestos

Características	Descripción
Nombre	Sistema Truss Modular con Plegado en X
Material	Aluminio de alta resistencia (6082-T6)
Diseño	Módulos plegables en forma de "X", conectables para mayor altura
Diámetro del Tubo	48,3 mm con espesores de 3-4 mm
Conexión	Pivotes y pernos de acero inoxidable para unir las "X"
Altura Ajustable	Se puede aumentar uniendo módulos verticalmente
Capacidad de Carga	300 kg por módulo conectado, dependiendo de la configuración
Montaje	Ensamblaje manual rápido con módulos plegables
Aplicaciones	Escenarios, eventos temporales, estructuras modulares
Ventajas	Ligero, transportable, ajustable en altura
Normativa	Cumple con EN 1999-1-1

Características	Descripción
Nombre	Sistema Allround de Andamios Plegables para Festivales
Material	Aluminio 6082-T6, con un diámetro de 48,3 mm y espesor de 4 mm. Este aluminio ofrece resistencia y ligereza, ideal para montajes temporales de rápido ensamblaje.
Dimensiones	Altura de 2,05 m, Ancho de 2,25 m, y Largo de 2,16 m, proporcionando estabilidad y versatilidad en espacios reducidos o amplios.
Conexiones	Utiliza pasadores de seguridad para asegurar los módulos plegables. Estos permiten un montaje rápido y seguro, facilitando la flexibilidad durante los eventos.
Tornillo Nivelador	Incluye base pivotante ajustable con tornillo nivelador que facilita la estabilidad en terrenos irregulares, asegurando que la estructura se mantenga firme.
Compatibilidad	Compatible con el sistema Allround de Layher y con estructuras truss modulares, lo que permite integrar diversas configuraciones en un solo montaje.
Capacidad de Carga	Alta capacidad de carga, dependiendo de la configuración, asegurada por el aluminio de alta resistencia, soportando equipos pesados en festivales.
Montaje	El montaje es sencillo, ya que no requiere herramientas complejas. Los módulos se pliegan y despliegan con facilidad para su rápido ensamblaje o desmontaje.
Normas	Cumple con la norma EN 1999-1-1 (diseño de estructuras de aluminio), ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 3834 (soldadura), y ISO 14713 (protección contra la corrosión), garantizando seguridad y durabilidad.

Sistema plegable para montaje de festivales

Usos - Condiciones y exigencias actuales en los escenarios de festivales de música

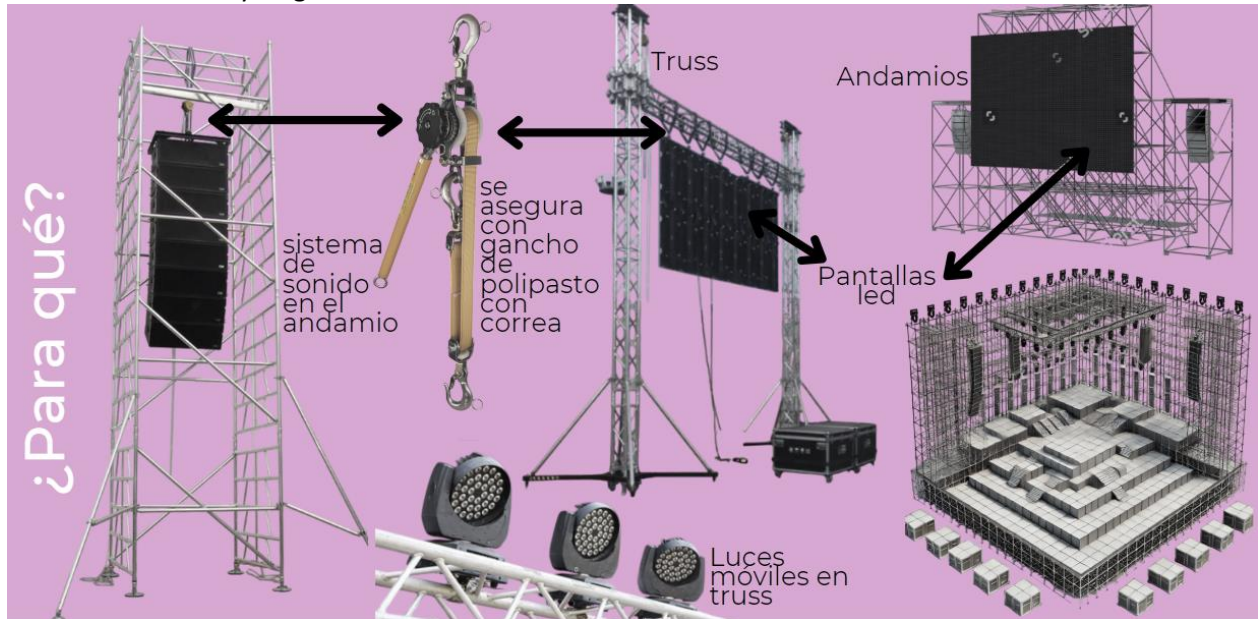


Ilustración 3 Usos

Características	Sistema Allround Propuesto Plegable	Sistema Truss Propuesto Plegable
Material	Aluminio (48.3 mm diámetro, 4 mm espesor)	Aluminio de alta resistencia (50 mm diámetro, 3-4 mm espesor)
Capacidad de Carga Vertical	Hasta 60 kN por poste, dependiendo de la configuración	5-15 kN por sección, según diseño y refuerzos
Resistencia a la Corrosión	Alta, gracias al tratamiento anodizado	Media-Alta, con tratamientos específicos
Flexibilidad de Configuración	Alta, plegable en módulos ajustables en altura	Moderada, plegable en módulos con uniones rápidas
Estabilidad en Vientos	Alta, con refuerzos de bases y anclajes ajustables	Media, según distribución y carga
Aplicaciones	Escenarios modulares, plataformas, estructuras de soporte	Estructuras para iluminación y audiovisuales en eventos

Tabla 3. Características de los sistemas propuestos

Material	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Densidad (kg/m ³)	Propiedades Clave
Aluminio 6082-T6	310 - 340	270 - 300	2,700	Ligero, resistente a la corrosión, fácil de moldear
Acero Galvanizado	400 - 550	250 - 400	7,850	Alta capacidad de carga, durabilidad
Acero Inoxidable	520 - 650	480 - 620	7,800	Alta resistencia a la corrosión, durabilidad extrema

Tabla 4. Comparación de materiales

Sistema plegable para montaje de festivales

1. Sistema modulos plegables tipo allround



Ilustración 4 Modulo cubierto



Ilustración 5. Modulo abierto

Sistema plegable para montaje de festivales

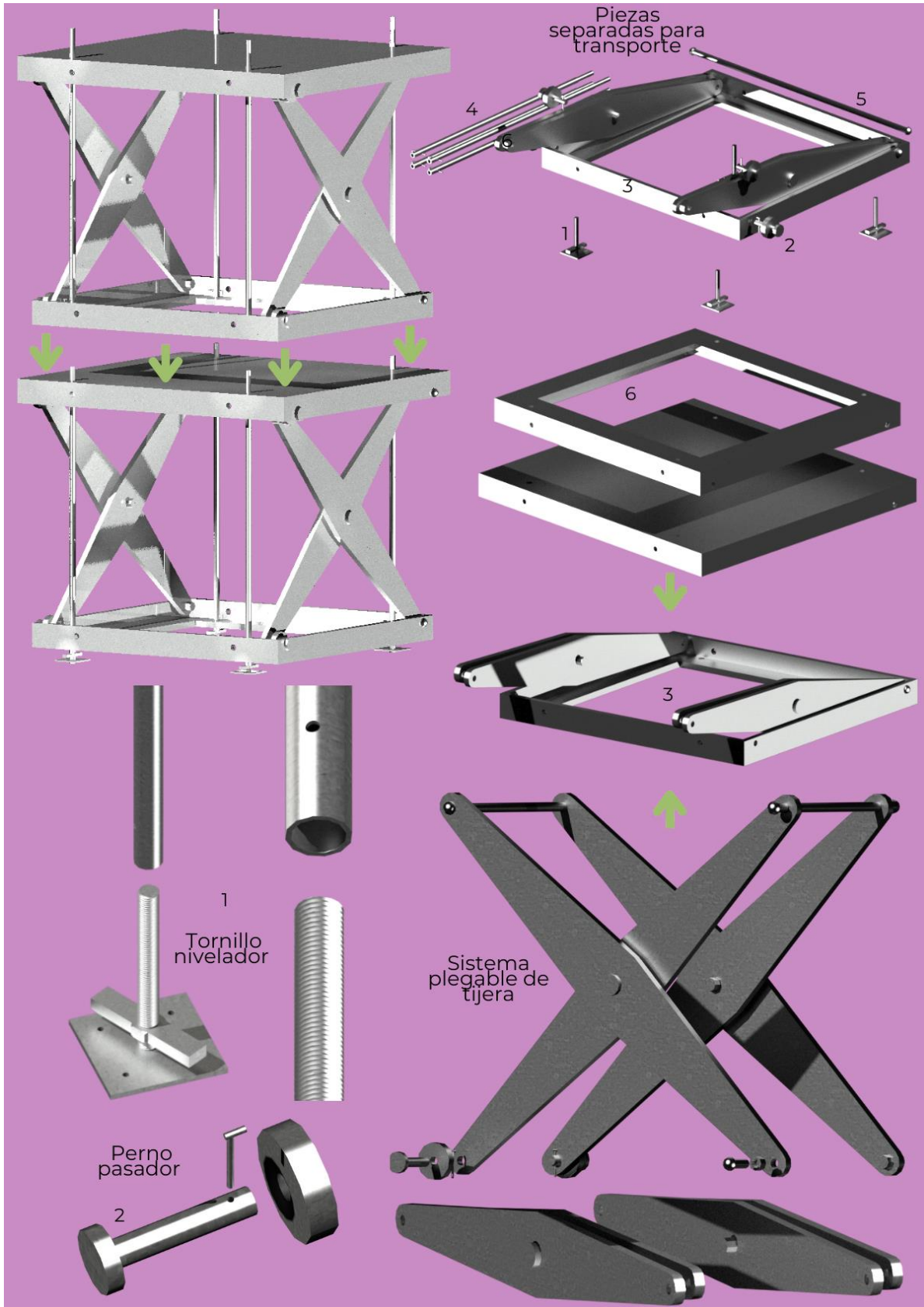


Ilustración 6. Funcionamiento andamios

Sistema plegable para montaje de festivales

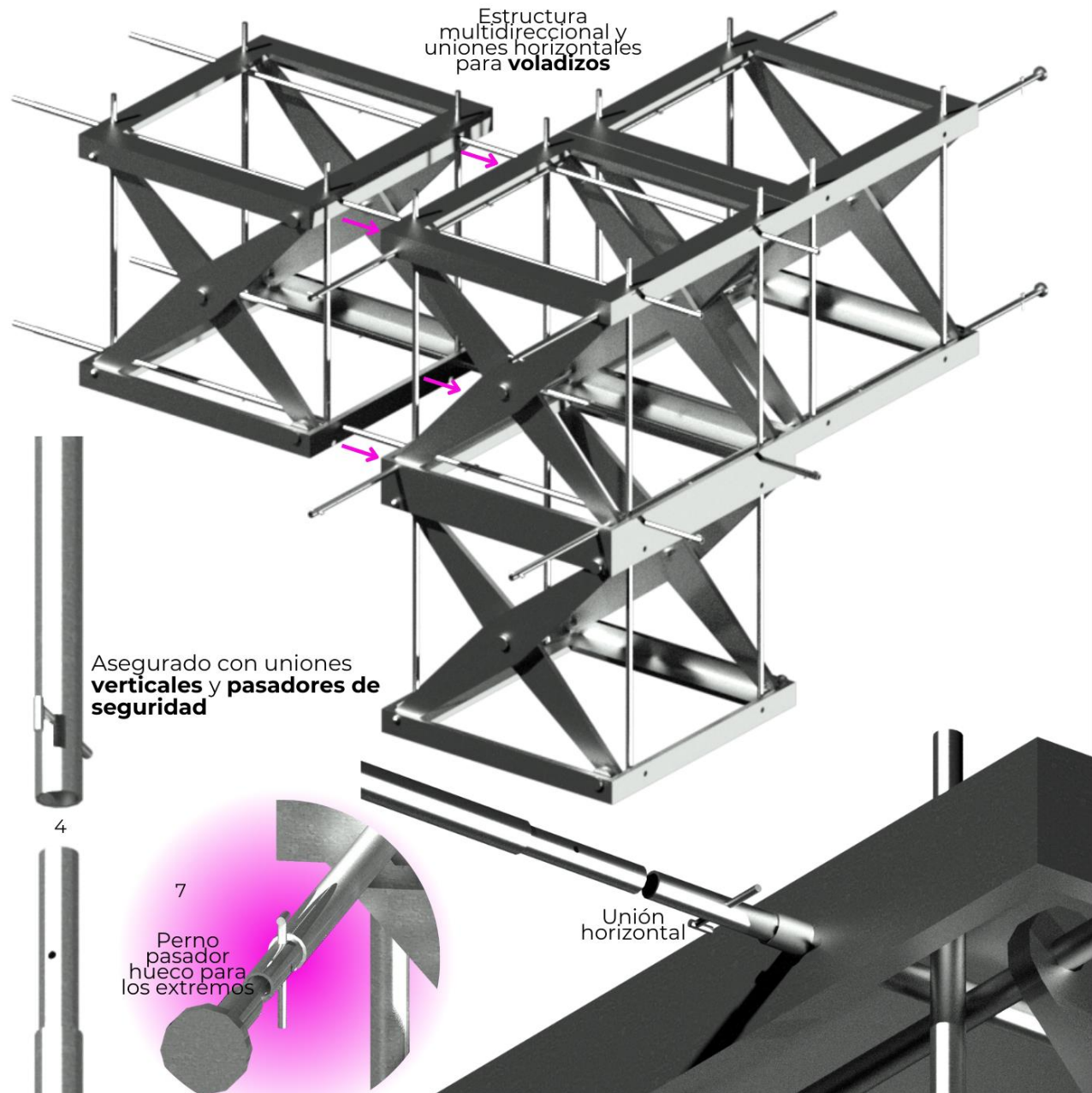


Ilustración 7 Funcionamiento andamios. horizontal

Sistema de Andamios	Material	Resistencia de Carga (kg/módulo)	Razones de la Capacidad Mejorada
Prototipo Propuesto	Acero	1500 - 2000 kg	Uso de soportes en tijera y verticales que mejoran la rigidez y estabilidad.
Prototipo Propuesto	Aluminio	1200 - 1500 kg	Diseño optimizado para menor peso sin comprometer la resistencia.
Andamio Allround convencional	Acero Galvanizado	1200 - 1500 kg	Sistema probado, pero con menor optimización en estabilidad en configuraciones altas.

Tabla 5. Resistencia sistema tipo allround

Tipo de Andamio	Material	Peso aproximado por módulo (kg)
Andamio Modular Prototipo	Aluminio	35 - 45 kg
Andamio Modular Prototipo	Acero	60 - 80 kg
Andamio Allround	Acero Galvanizado	75 - 100 kg

Tabla 6. Peso sistema tipo allround

2. Sistema modulos plegables tipo truss

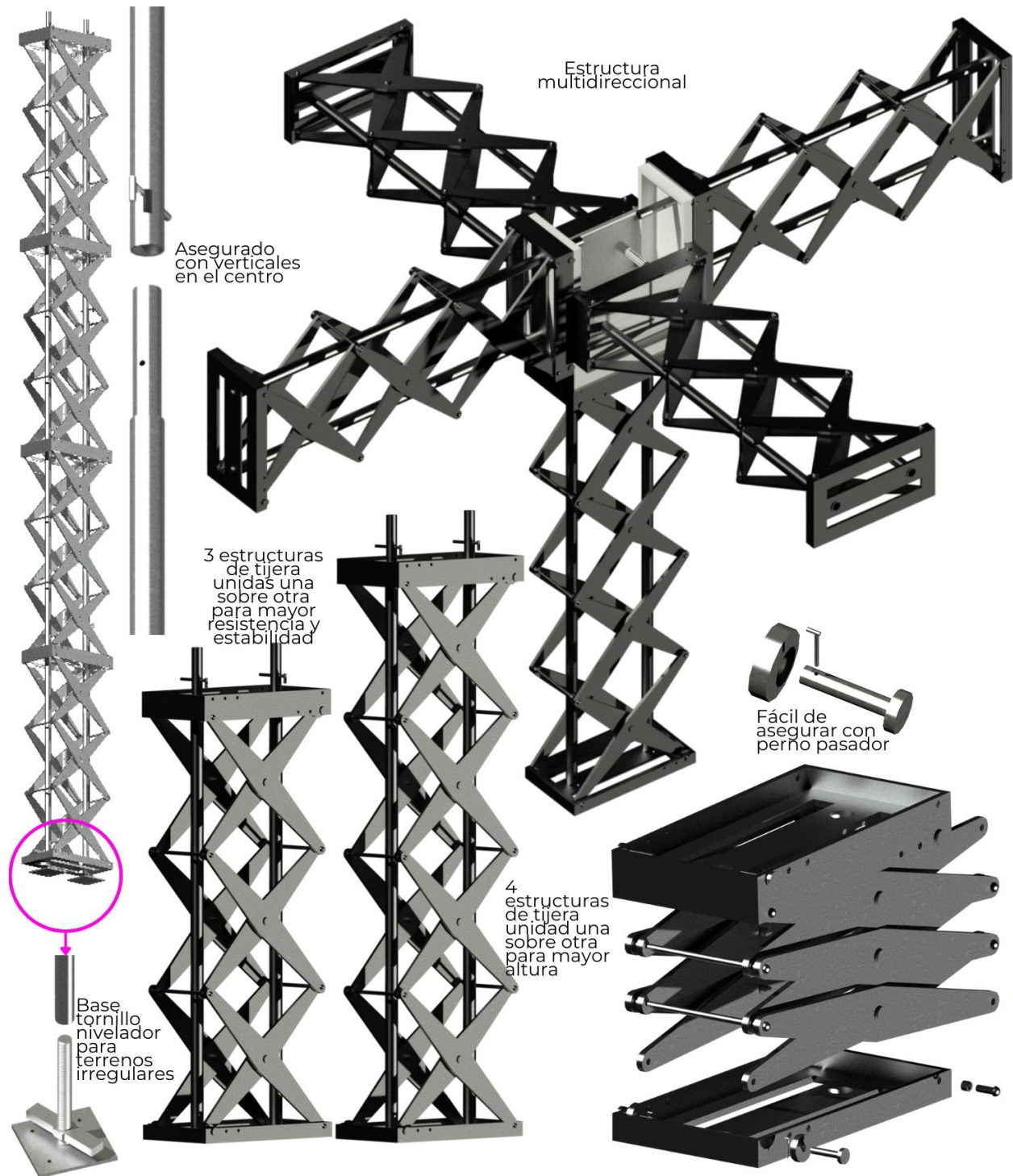


Ilustración 8. Funcionamiento módulos plegables tipo truss

Sistema plegable para montaje de festivales

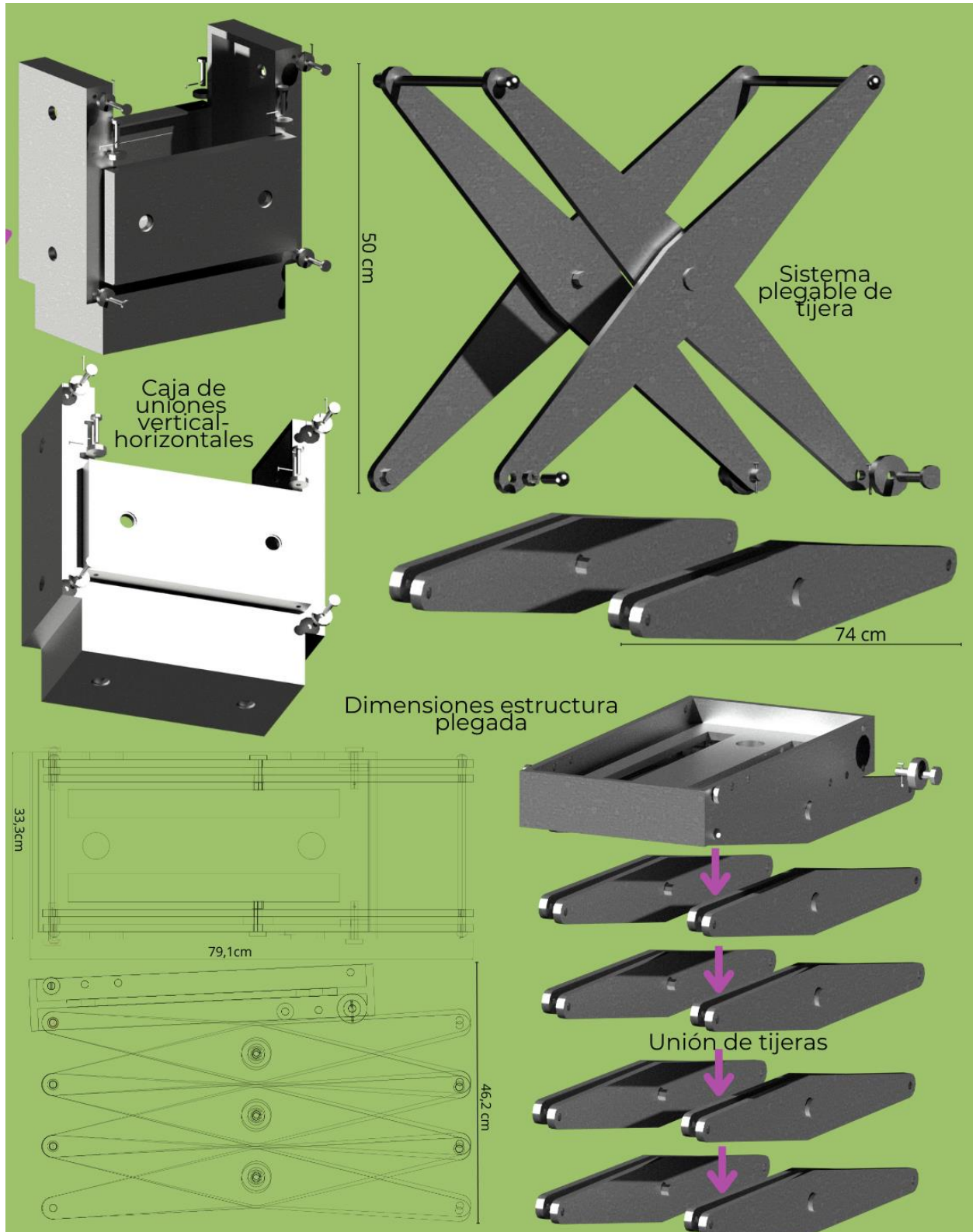


Ilustración 9. Funcionamiento módulos plegables tipo truss-uniones

Sistema plegable para montaje de festivales

Peso y resistencia del sistema tipo allround

Sistema	Altura del Módulo	Material	Peso Máximo Soportado (kg)	Comentarios
Truss Plegable Propuesto	1,60 m	Aluminio	800 - 1,000	Ligero y fácil de transportar. Adecuado para equipos audiovisuales medianos.
Truss Plegable Propuesto	2,11 m	Aluminio	600 - 800	La mayor altura reduce la capacidad de carga debido a la estabilidad.
Truss Plegable Propuesto	1,60 m	Acero	1,800 - 2,000	Más pesado, pero con alta resistencia. Ideal para cargas más pesadas.
Truss Plegable Propuesto	2,11 m	Acero	1,600 - 1,800	Menor capacidad a mayor altura, pero sigue siendo superior al de aluminio.
Truss Actual	2m	Aluminio	1,000 aprox	Estabilidad reducida a mayores alturas, pero con mayor capacidad que el plegable.
Truss Actual	2m	Acero	2,200 aprox	La estabilidad disminuye con la altura, pero soporta cargas pesadas.

Tabla 7. Resistencia sistema tipo truss

Material	Densidad (kg/m ³)	Volumen total (m ³)	Peso aproximado (kg)
Acero	7850	0.0019	14.92
Aluminio	2700	0.0019	5.13

Tabla 8. Peso sistema tipo truss

Sistema plegable para montaje de festivales

Modulos formados para habitar por asistentes al festival

4 Niveles con diferentes zonas

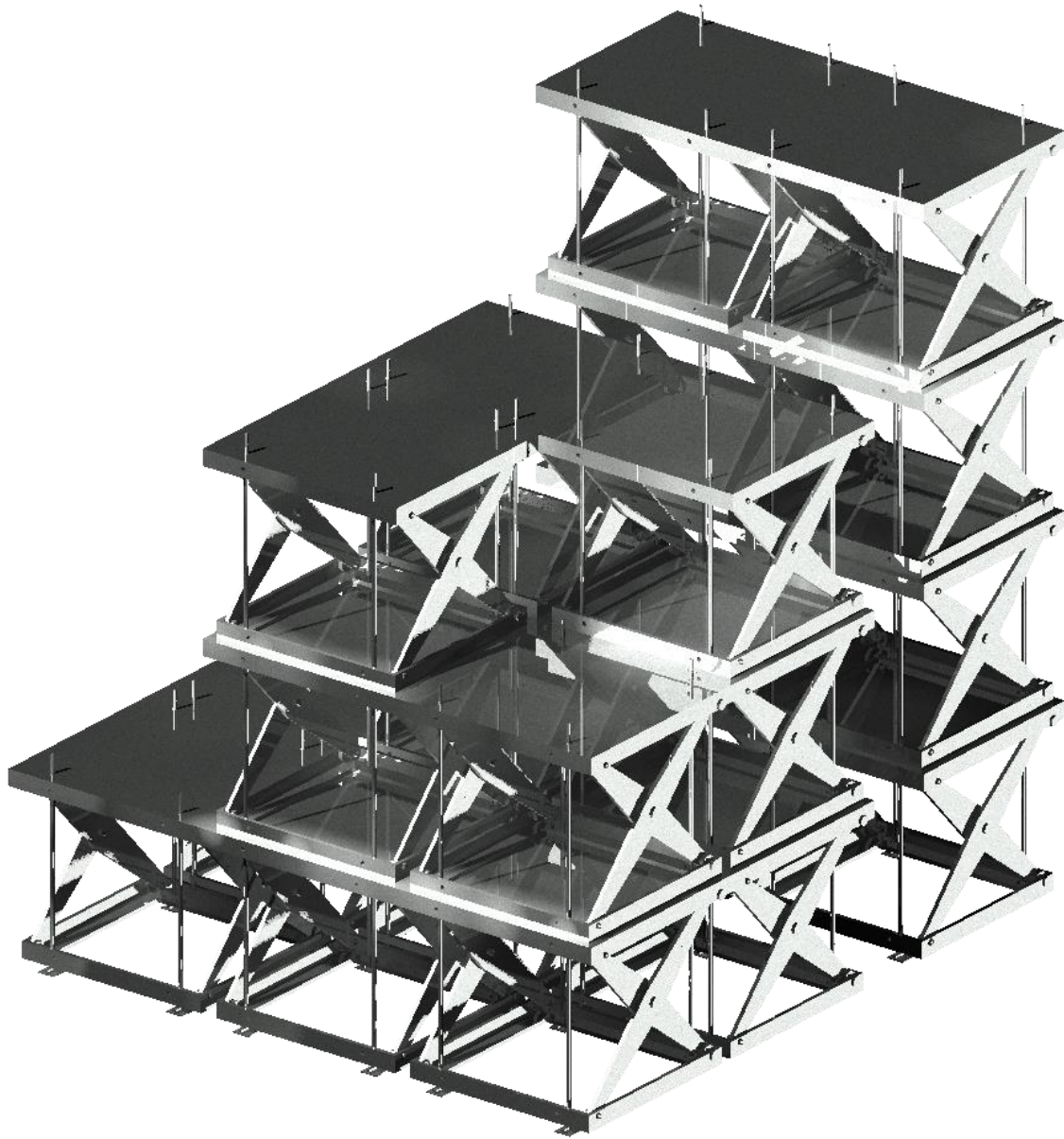


Ilustración 10. ensamble de módulos para habitar (creación propia)

Sistema plegable para montaje de festivales

Uso de paneles, luces y placas de piso



Ilustración 11. módulos habitados en espacios recreativos (creación propia)

Sistema plegable para montaje de festivales

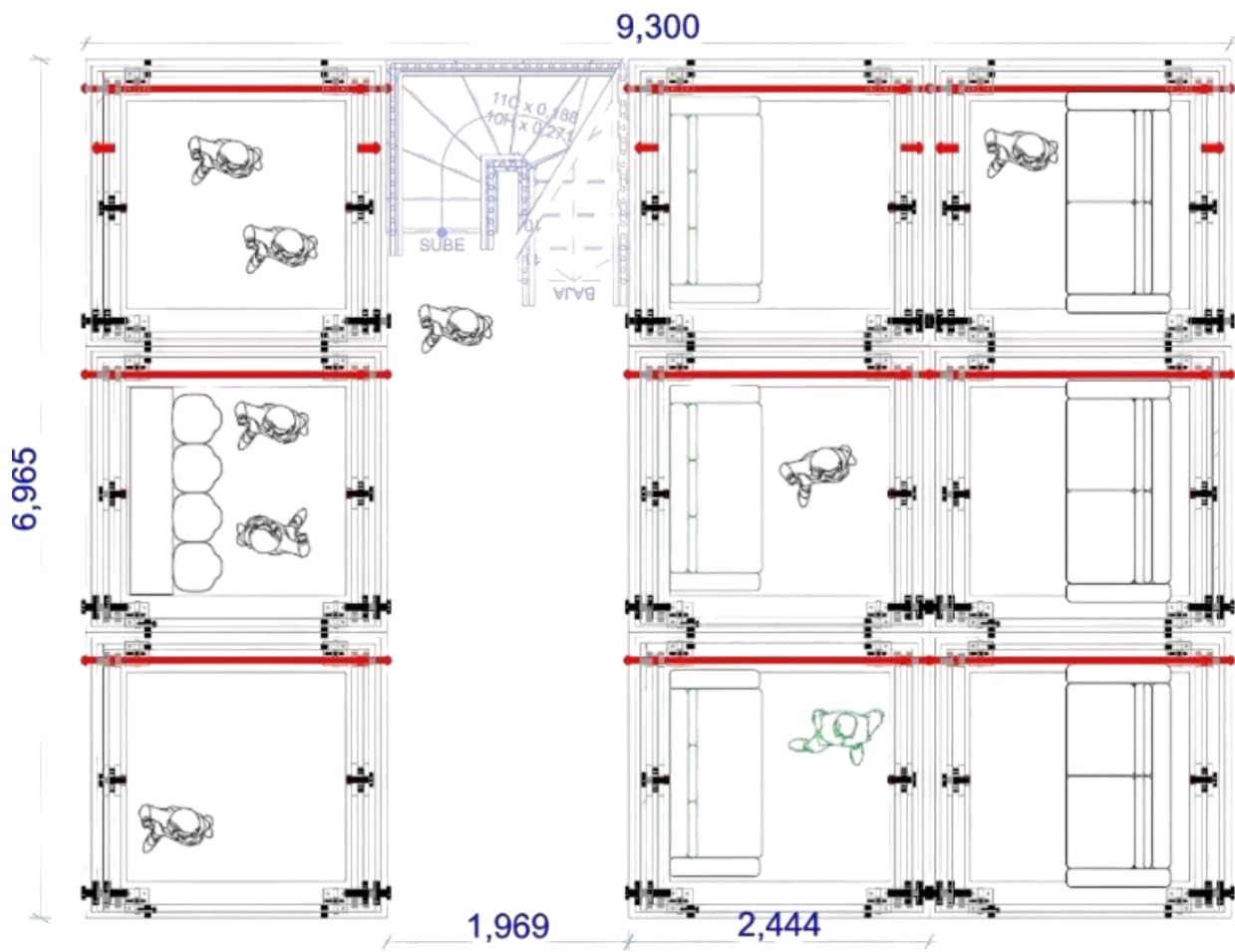


Ilustración 12. Planta primer nivel propuesta configuración de módulos para camerinos.

Sistema plegable para montaje de festivales



Ilustración 13. Perspectiva 1 propuesta configuración de módulos.

Sistema plegable para montaje de festivales



Ilustración 14. Perspectiva 2 propuesta configuración de módulos.

Sistema plegable para montaje de festivales

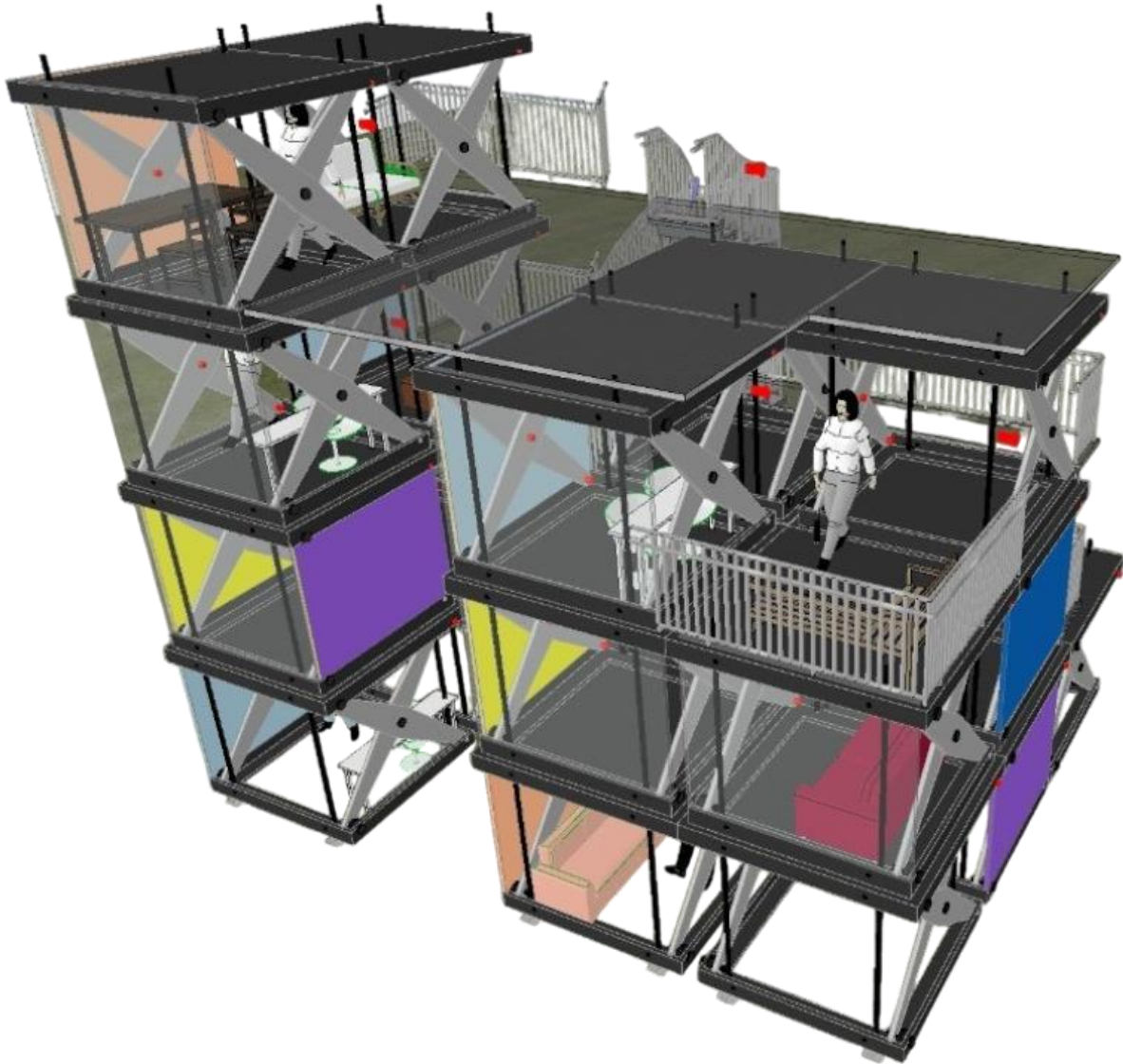


Ilustración 15. Perspectiva 3 propuesta configuración de módulos.

Sistema plegable para montaje de festivales

Tabla 9. Comparación de tiempos de montaje

Sistema	Dimensiones del módulo	Tiempo de montaje por módulo	Características principales
Plegable tipo Allround	2m x 2m x 2m	10-15 minutos	Diseño modular y plegable; conexiones rápidas sin necesidad de herramientas complejas.
Allround tradicional	2m x 2m x 2m	25-30 minutos	Módulos ensamblados con acoples individuales y ajustes manuales.
Plegable tipo Truss	1.5m x 0.33m x 0.61m	7-10 minutos	Sistema en tijera plegable; diseño liviano que permite rápido transporte y ajuste.
Truss tradicional	1.5m x 0.33m x 0.61m	20-25 minutos	Conexión a través de pernos y abrazaderas; requiere herramientas especializadas.

CAPÍTULO 5: INTERPRETACIÓN DATOS Y DISCUSIÓN

Aspectos Metodológicos

- Revisión de Normativa: Se analizaron las normas EN 1999-1-1 y normas ISO (9001, 3834) para asegurar el cumplimiento en las estructuras de aluminio de ambos sistemas (Truss y Allround).
- Diseño Modular y Plegable: Se diseñaron estructuras plegables para escenarios, aplicando sistemas Allround en la base para estabilidad y Truss en la parte superior para soportar equipos audiovisuales.
- Pruebas de Prototipos: Se desarrollaron prototipos plegables y se realizaron pruebas de resistencia, estabilidad y eficiencia de montaje.
- Evaluación de Impacto: Se analizó la efectividad de los sistemas en la reducción de tiempos de montaje, costos y transportabilidad para eventos.

Análisis y Discusión de Resultados

- **Tiempo de Montaje:** El uso de módulos plegables redujo significativamente los tiempos de ensamblaje, logrando un ahorro de hasta un 40% en comparación con estructuras tradicionales.
- **Estabilidad y Resistencia:** Las pruebas mostraron que ambos sistemas soportan cargas pesadas sin comprometer la seguridad, cumpliendo con las normativas estructurales aplicables (EN 1999-1-1 e ISO).
- **Portabilidad:** La estructura plegable es altamente transportable, ocupando menos espacio y facilitando el traslado a distintos eventos.
- **Costos:** Se observó una reducción de costos operativos debido a la menor mano de obra y tiempo requerido para el montaje, aunque los materiales iniciales representaron una inversión mayor.

Conclusiones:

1. La propuesta de utilizar los sistemas **Allround y Truss** plegables permite una mayor **eficiencia en montaje** y desmontaje, reduciendo significativamente tiempos y costos operativos.
2. El sistema plegable optimiza la **portabilidad** y el **almacenamiento**, ocupando menos espacio y facilitando su transporte a diferentes eventos.
3. La **seguridad y estabilidad** se mantienen a la par de sistemas tradicionales, cumpliendo con normativas internacionales (EN e ISO).

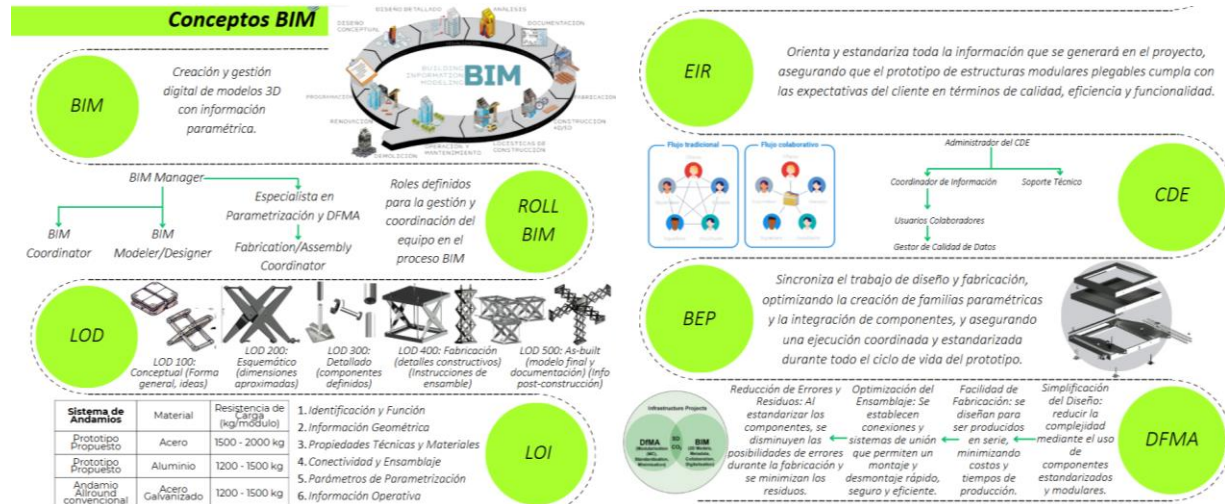
Recomendaciones:

1. Continuar desarrollando pruebas de carga en condiciones adversas para validar la resistencia del sistema.
2. Evaluar la integración de tecnologías avanzadas, como paneles solares, en futuras versiones.
3. Implementar capacitación técnica para el montaje rápido y seguro del sistema en eventos de gran escala.

CAPITULO 6: IMPLEMENTACIÓN BIM

1. Introducción, normas, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad

1.1. Introducción:



1.2. Normas y estándares:

Resolución 0441 (2020):

- **Digitalización y Medios Electrónicos:** Implementar procesos digitales que aseguren la autenticidad, integridad y disponibilidad de la información, siguiendo los lineamientos de gestión documental y seguridad.
- **Gestión Documental y Seguridad:** Establecer mecanismos para el control de versiones y acceso, garantizando la protección de la información del modelo BIM.
- **Interoperabilidad y Acceso:** Facilitar el intercambio de datos mediante estándares abiertos (por ejemplo, IFC), asegurando que la información sea accesible para entidades públicas y privadas.

ISO 19650:

- **Gestión Colaborativa:** Uso de un CDE para centralizar y compartir información, garantizando la interoperabilidad y coordinación entre disciplinas.
- **Niveles de Información:** Definir LOD y LOI precisos para las familias BIM, asegurando que cada componente modular tenga los datos necesarios para fabricación, montaje y reconfiguración.
- **BEP (Plan de Ejecución BIM):** Establecer roles, protocolos y flujos de trabajo claros que coordinen el desarrollo, validación y actualización del modelo digital.
- **Estandarización de Familias BIM:** Crear familias paramétricas y estandarizadas que faciliten la planificación y adaptación de las estructuras en múltiples configuraciones.

1.3. EIR Y BEP:

Entidad o elemento a modelar	Nivel de información ¹	Descripción
Elementos civiles	LOD (300), LOI (medio)	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos civiles que conforman el diseño.
Estructuras especiales	LOD (350), LOI (alto)	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos especiales que conforman el diseño.
Distribución y Tuberías MEP	LOD (200), LOI (básico)	Información sobre ubicación, diámetros, caudales y conexiones necesarias para integración con la estructura modular.

Tabla 10 Niveles de información según clasificación del estándar BIM Plan

Sistema plegable para montaje de festivales

Rol BIM	Definición del Rol BIM
BIM Manager	Supervisa cumplimiento del BEP, controla calidad del modelo
Coordinador BIM	Administra el CDE, integra disciplinas y resuelve interferencias.
Modelador BIM	Desarrolla las familias y componentes en Revit.
Especialista DFMA	Optimiza geometrías para reducir peso y facilitar ensamblaje.
Fabricante	Interpreta modelo BIM para llevar a producción

Tabla 1 Roles BIM

Sistema plegable para montaje de festivales

USOS BIM										
		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	SIC	HAVAC	BAS	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X	X	X		x	X	X		
2	Estimación de cantidades y costos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Planificación de fases (Modelado 4D)	X	X							
4	Análisis del cumplimiento del programa espacial con 3D (zonificación)									
5	Análisis de ubicación									
6	Diseño de especialidades	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Análisis estructural									
9	Análisis lumínico	X								
10	Análisis energético									
11	Análisis mecánico									
12	Otros análisis de ingeniería									
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)	X								
14	Validación normativa	X								
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Planificación de obra	X	X							
17	Diseño de sistemas constructivos	X	X							
18	Fabricación digital									
19	Control de obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Modelación As-Built (Record Modelling)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	Programación del Mantenimiento (BIM 7D)			X	X	X	X	X	X	X
22	Análisis del sistema de edificación									
23	Gestión de activos (BIM 7D)									
24	Gestión y seguimiento de espacios	X								
25	Planificación y gestión de emergencias									

1.4. CDE

USOS BIM	DISCIPLINA	PROGRAMA	VERSIÓN	FORMATO	EQUIPO
Modelado	Arquitectura	Revit	2025	RVT / IFC	Modelador BIM
Modelado	Estructura	Revit	2025	RVT / IFC	Modelador BIM
Coordinación	Multidisciplinar	Navisworks	2025	NWF / NWC	Coordinador BIM
Revisión	General	UsBIM	Web	PDF / IFC	BIM Manager / Equipo
Fabricación	Estructura	CAD		DWG / DXF	Especialista DFMA

Tabla 11 Listado de Softwares para los desarrollos del proyecto Plan de Ejecución BIM

Sistema plegable para montaje de festivales

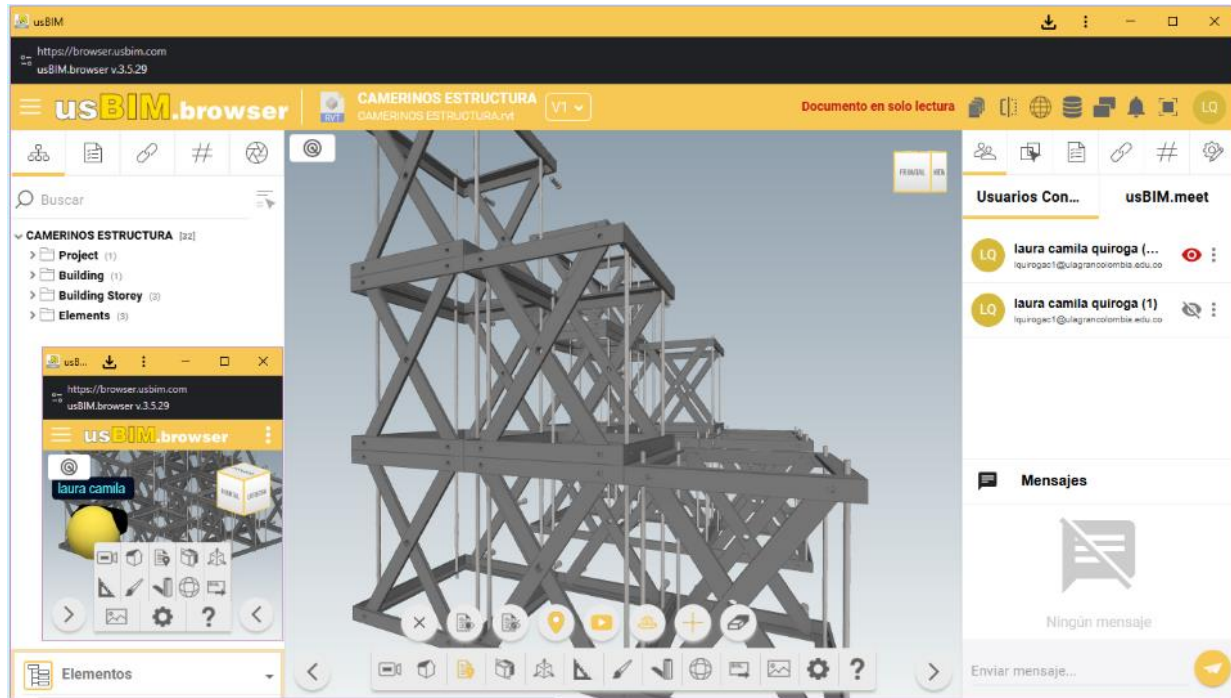


Ilustración 16. Proyecto cargado en el CDE usBIM

BEP

Objetivo:

- Guiar la producción y coordinación del modelo BIM, asegurando la integración y calidad sin repetir requisitos del EIR.
- Roles y Responsabilidades:
- BIM Manager: Supervisión global y auditoría periódica.
- Coordinador BIM: Gestión del CDE (ej. BIM 360) y coordinación inter-disciplinaria.
- Modelador BIM: Desarrollo de familias paramétricas en REVIT.
- Especialista DFMA: Optimización del diseño para fabricación, ensamblaje y desmontaje.
- Gestor de Calidad: Revisión y validación de entregables mediante checklist.

Cronograma y Fases:

- Fase Conceptual: Creación del modelo volumétrico (LOD 100–200).
- Fase Detallada: Desarrollo del modelo detallado y familias (LOD 300–400).
- Fase Final: Entrega del modelo as-built (LOD 500) y documentación final.

Herramientas y Protocolos:

- Software: REVIT o DYNAMO para modelado
- Revisión: Uso de BCF para incidencias y Code Checking para validación.
- Coordinación: Reuniones semanales y auditorías mensuales; control de versiones y firma digital.

Interoperabilidad:

- Uso de formatos abiertos (IFC) y estándares de nomenclatura para integrar modelos de diversas disciplinas.

METODOLOGÍA DFMA

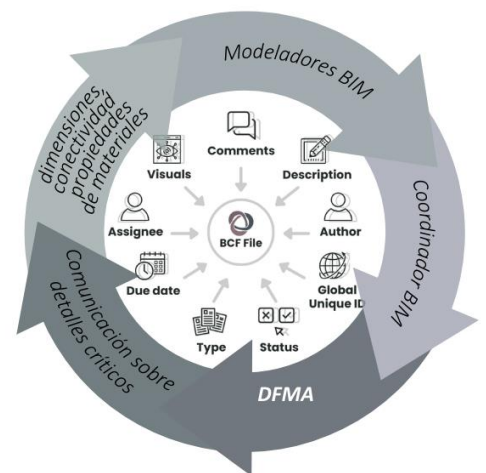
Sistema plegable para montaje de festivales

"Diseño para Fabricación y Ensamblaje". Es una metodología que optimiza el diseño para que los productos sean fáciles y económicos de fabricar y montar, reduciendo la complejidad y los costos en el proceso productivo.

1. Definición del Concepto: Módulos estandarizados y configurables para estructuras efímeras.
2. Diseño Paramétrico en DYNAMO o REVIT: Crear familias BIM con variables clave:
Dimensiones: 2,3 m de altura; base de 2x2 m.
Materiales: Acero (7,850 kg/m³), Aluminio (2,700 kg/m³).
Conectividad: Pernos pasadores y uniones verticales/horizontales.
3. Optimización para Fabricación: Simplificar el número de piezas y utilizar componentes estándar.
4. Diseño para Ensamblaje: Conexiones que faciliten el montaje y desmontaje rápido.
5. Validación y Simulación: Simular procesos de fabricación y montaje para detectar errores.
6. Prototipado: Construir prototipos virtuales y/o físicos para pruebas reales.
7. Documentación: Generar instrucciones detalladas para la fabricación, montaje y mantenimiento.
8. Revisión y Ajuste: Recoger feedback y realizar iteraciones para optimizar el diseño.

1.5. IFC y BCF

IFC - Estructuras Efímeras Plegables



2. Modelado

- ¿Qué es? El modelado en Revit es una metodología digital basada en BIM (Modelado de Información para la Construcción), que permite representar elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones en un entorno tridimensional enriquecido con datos integrados. A diferencia de un dibujo CAD tradicional, cada componente en Revit posee atributos paramétricos, lo que facilita la gestión de información técnica, visual y cuantitativa desde las etapas iniciales del diseño hasta la construcción (Eastman et al., 2011).
- ¿Para qué sirve? En el ámbito arquitectónico, Revit posibilita el diseño detallado de espacios habitables, integrando elementos como muros, puertas, ventanas, techos y acabados, y generando automáticamente planos, cortes y elevaciones. En el área estructural, se utiliza para modelar sistemas portantes —como columnas, vigas, losas y conexiones— asegurando coherencia dimensional y facilitando su análisis mediante otras plataformas especializadas. Respecto a las instalaciones MEP (mecánicas, eléctricas y sanitarias), el software permite el trazado y coordinación de estas redes dentro del modelo, ayudando a identificar interferencias antes de la fase constructiva.
- ¿Cómo funciona? Revit opera a través de un sistema basado en objetos paramétricos, denominados "familias", que representan los distintos componentes constructivos. Estas familias son configurables en cuanto a dimensiones, materiales y propiedades técnicas, y están interrelacionadas con todo el modelo. Cualquier modificación se actualiza automáticamente en todas las vistas y documentos vinculados. Además, Revit facilita la integración multidisciplinaria en un entorno colaborativo único, lo que incrementa la precisión y eficiencia durante la planificación y ejecución del proyecto.

Sistema plegable para montaje de festivales

Creación de familia:

Tipo de familia usada:

Armazón estructural

Elementos modelados:

- Paneles
- Tijeras articuladas (x4) con pivotes.
- Tapas superior e inferior.
- Conectores: pernos pasadores y uniones mecánicas.

Parámetros definidos (parametrización):

- **Dimensiones:** Largo, ancho, altura, espesor.
- **Material:** Acero ASTM A36 7.85 g/cm³ y aluminio.
- **Estado de apertura:** Hueca / Cubierta.
- **Desmontable:** Sí/No (controla visibilidad de ensamblajes).
- **Peso estimado:** Vinculado por fórmula al volumen y densidad.

Conectividad representada:

- Ranuras y vaciados para inserción de pernos.
- Uniones entre módulos con verticales y horizontales allround.

Visibilidad y detalle:

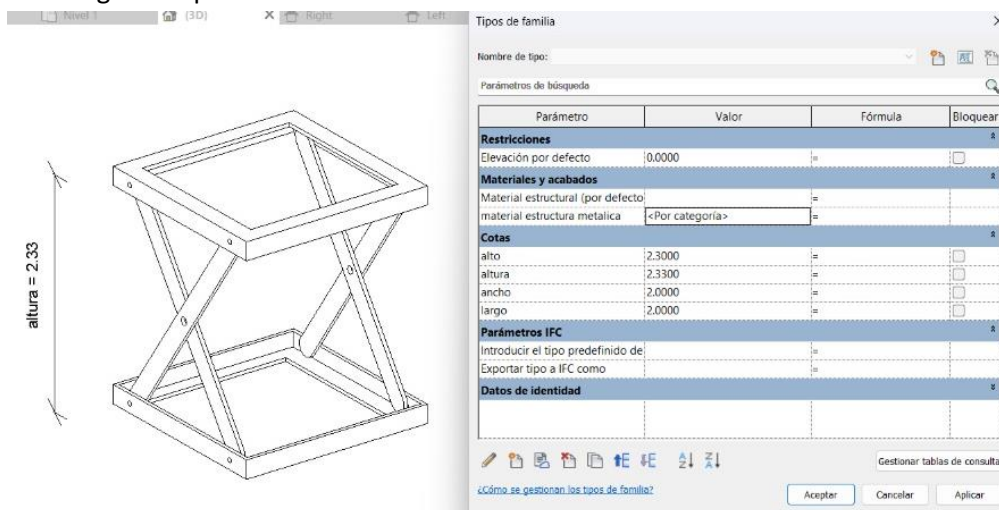
- Niveles de detalle LOD 100–350.
- Subcategorías para diferenciar partes en documentación.

Materiales aplicados:

- Material paramétrico editable desde el tipo de familia.
- Texturas para acero y aluminio con acabados realistas.

Flexibilidad de configuración:

- Compatible con diferentes alturas y tipos de ensamblaje.
- Reconfigurable para formar módulos de distintas dimensiones.

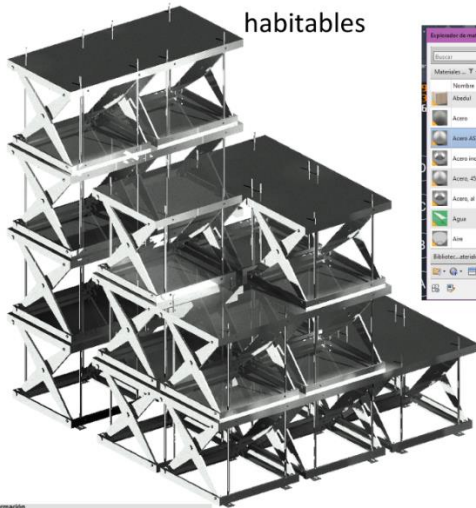


- LoD: 200
- LoI: Básico

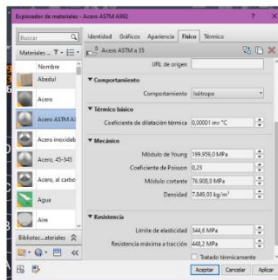
Sistema plegable para montaje de festivales

2.1. Estructura

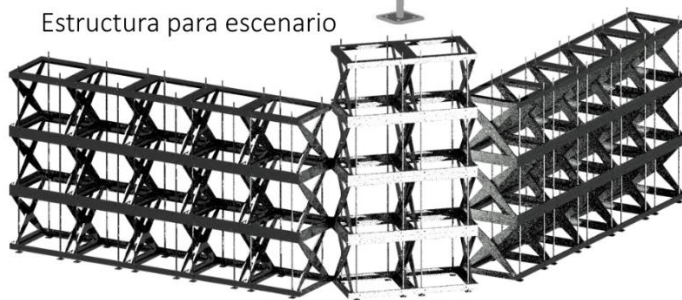
Estructura de camerinos o módulos habitables



Tornillo nivelador para base de la estructura



Estructura para escenario



Se crea una leyenda para mostrar el peso de módulos



Tabla de peso

Elemento	Dimensiones (L x A x E)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tapa abierta (total)	2,30 m x 2,30 m x 0,002 m	0,00972	72,2
Apertura de la tapa	1,30 m x 1,30 m x 0,002 m	0,00068	50,7
Tapa abierta (Total - Apertura)	Resultado: 0,00704 m³ (volumen neto)	0,00704	21,5
Tapa cerrada	2,30 m x 2,30 m x 0,002 m	0,00972	72,2
Tieros (4 piezas)	Cada: 2,4 m x 0,1 m x 0,002 m	0,00192	15,1
TOTAL		0,02952	231,7



Norma	Nombre completo	Aplicación específica en el proyecto
NSR-10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – Título F	Estabilidad estructural mínima. Requisitos de diseño, cargas, conexiones y uso de acero ASTM A36.
NTC 5832	Norma Técnica Colombiana para estructuras metálicas ligeras	Diseño y fabricación de estructuras modulares, plegables o temporales. Uso de uniones desmontables.
ASTM A36	Norma internacional del acero estructural	Garantiza resistencia mínima del acero ($f_y \geq 250$ MPa) y calidad en placas y perfiles estructurales.

Tabla 13. Normas aplicadas a la estructura.

Sistema plegable para montaje de festivales

2.3. Instalaciones MEP

FONTANERÍA

Sanitarias (módulo diferente para baño de camerinos)

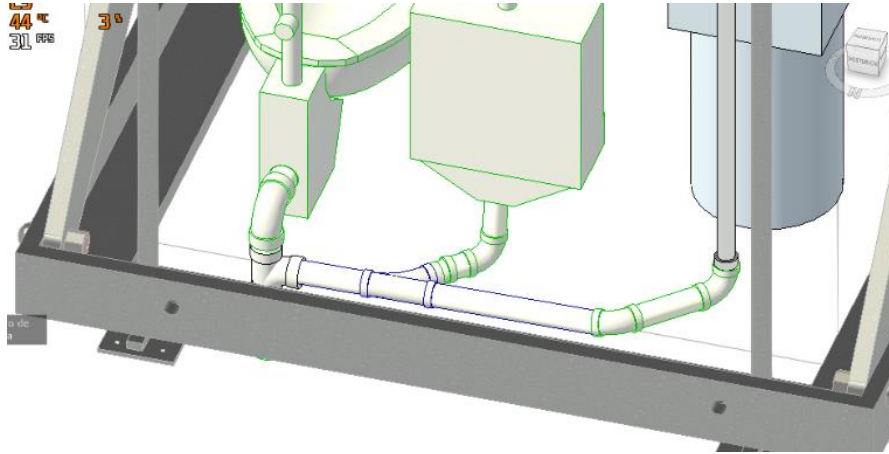


Ilustración 17. Módulo baño - inst. sanitaria

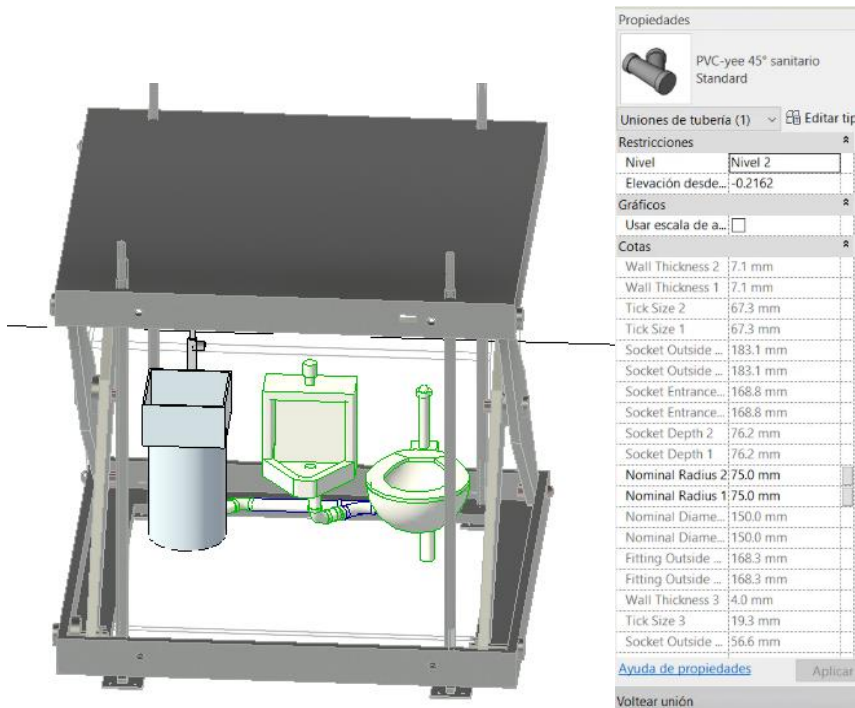


Ilustración 18. Tubería

Sistema plegable para montaje de festivales

SUMINISTRO

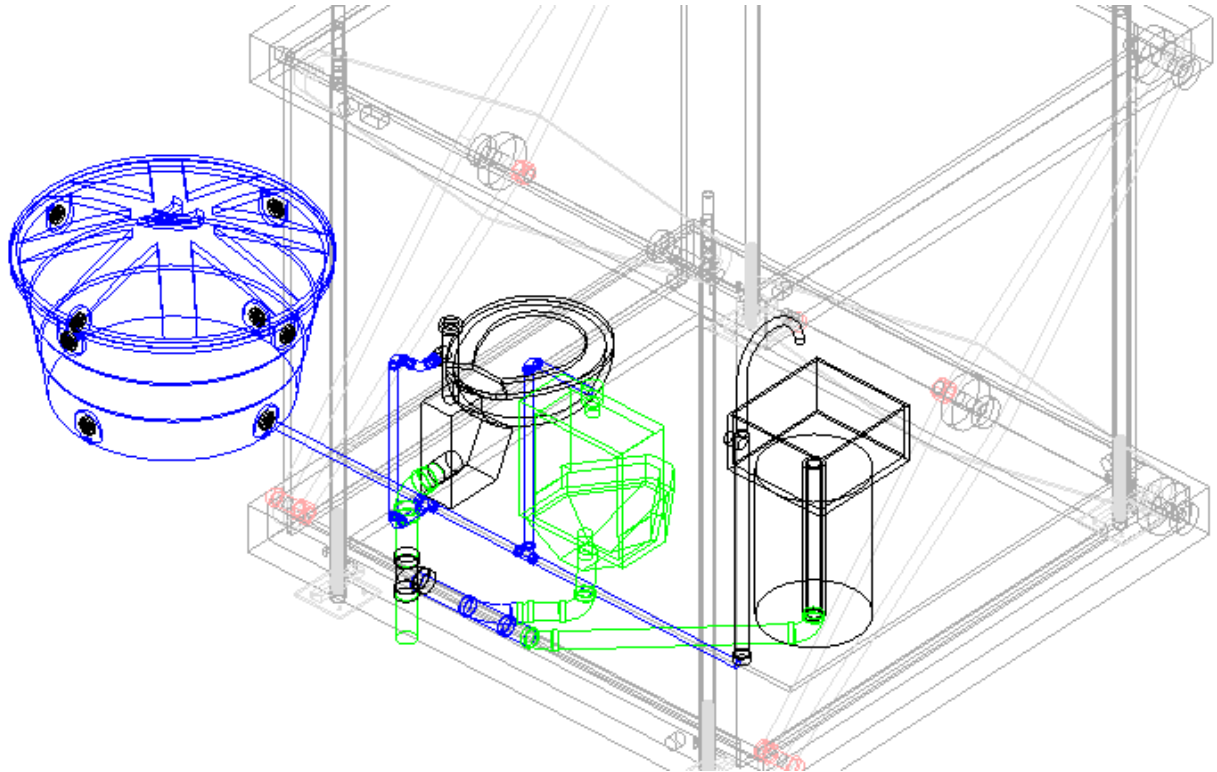


Ilustración 19. Módulo baño - inst. hidráulica

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Tipos de tubería Cargar...

Tipo: Por defecto Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetro	Valor
Segmentos e instalaciones	
Preferencias de enrutamiento	Editar...
Datos de Identidad	
Imagen de tipo	
Nota clave	
Modelo	
Fabricante	
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	
Descripción de montaje	
Código de montaje	
Marca de tipo	
Costo	

Preferencias de enrutamiento

Tipo de tubería: Por defecto

Segmentos/tamaños... Cargar familia...

Contenido	Tamaño mín.	Tamaño máx.
Segmento de tubería		
Plástico - Serie 40	15.000 mm	300.000 mm
Codo		
M_Elbow - Generic Standard	Todo	
Tipo de conexión preferido		
Te	Todo	
Conexión		
M_Tee - Generic Standard	Todo	
Cruz		
M_Cross - Generic Standard	Todo	
Transición		
M_Transition - Generic Standard	Todo	
Unión		
M_Coupling - Generic Standard	Todo	
Brida		

Sistema plegable para montaje de festivales

ELÉCTRICA

Iluminación y potencia

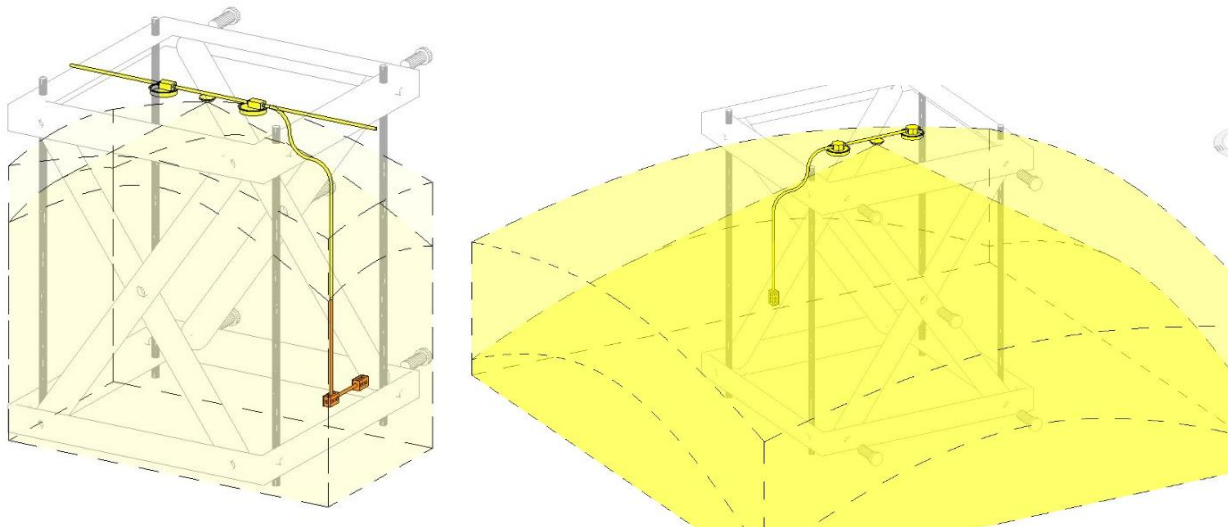
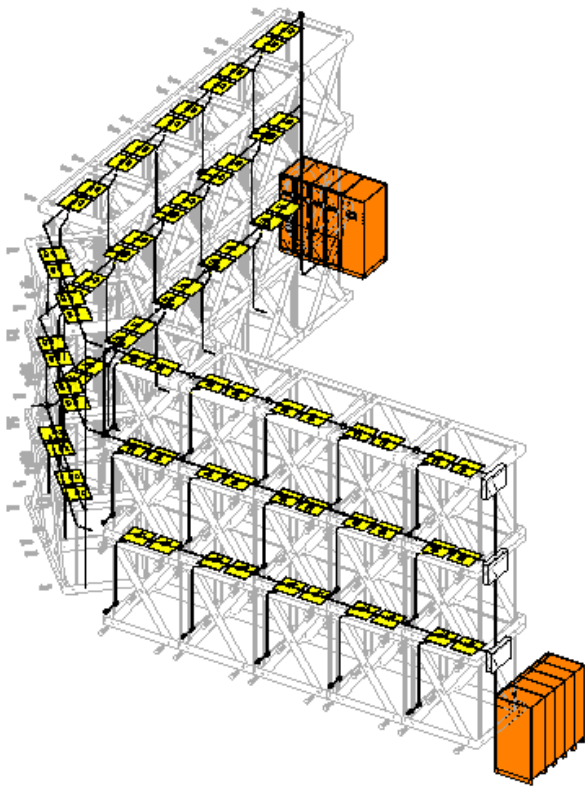


Ilustración 20. Iluminación en los módulos.

<Tabla de planificación de equipos eléctricos>			
	A	B	C
	Familia y tipo	Voltaje	Sub Sistema
tipo	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_1000KW_INT-EN: UPS MF DPA 1000kW FRAME DSB SIF LSF		
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_1000KW_INT-EN: UPS MF DPA 1000kW FRAME DSB SIF LSF	220v	Potencia
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_1000KW_INT-EN: UPS MF DPA 1000kW FRAME DSB SIF LSF: 1		
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB		
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB	220v	Potencia
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB	220v	Potencia
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB	220v	Potencia
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB	220v	Potencia
	E_Distribution Panel_MEPcontent_ABB_MegaFlex DPA UPS_Core_Shared_INT-EN: UPS MF DPA M250 DSB: 4		

Tabla 14. Planificación de equipos eléctricos
.LOI

Sistema plegable para montaje de festivales



Lod: 300

Ilustración 21. Distribución iluminación y potencia escenario

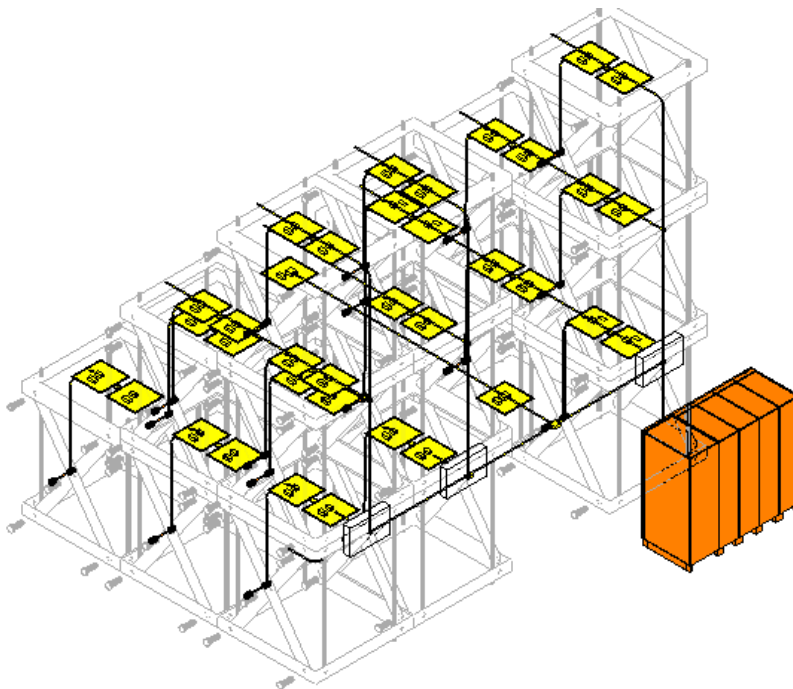
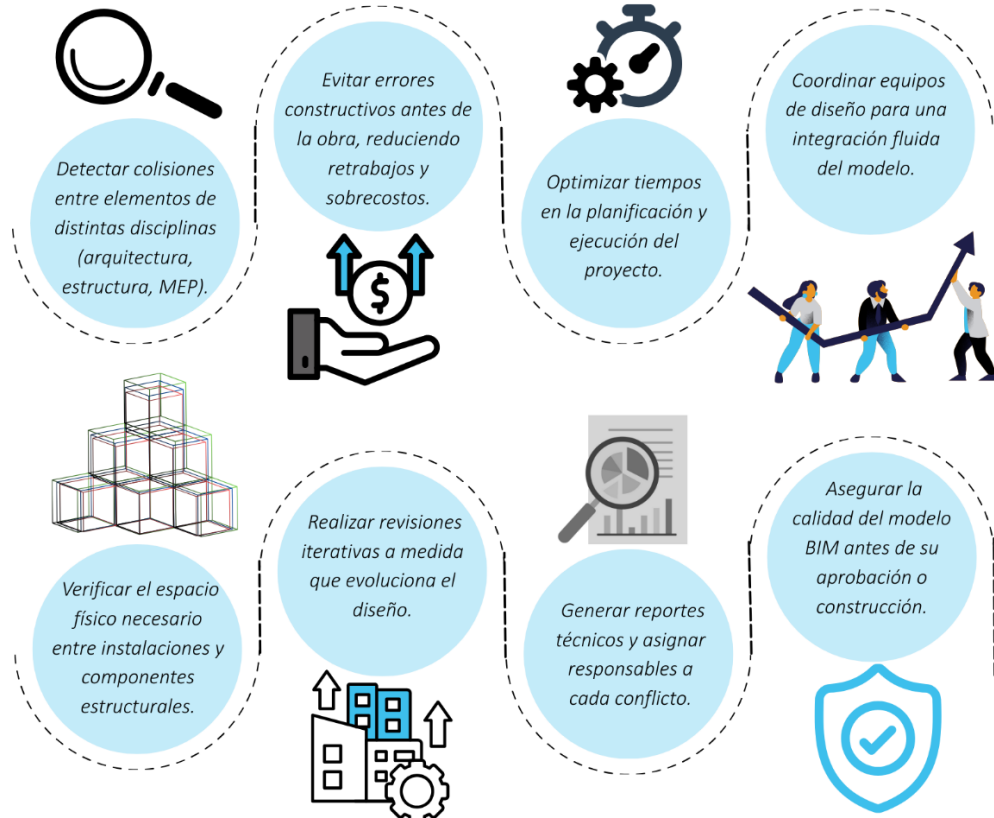


Ilustración 22. Distribución Iluminación y potencia módulos habitables

3. CDE (COMMON DATA ENVIROMENT)

3.1. Análisis de interferencias e inconsistencias



- Navisworks Manage - Importar > NWC o .NWF (ARQ, ESTRUCT, MEP)
- Clash Detective - Nuevo "Test".
- Configurar el Clash Test
- Selecciona dos grupos a comparar:
- Ejecutar "Run Test".



Sistema plegable para montaje de festivales

- Listado con cada interferencia detectada
- Revisión e inspección - conflicto con vista 3D interactiva.
- Filtrar y clasificar.

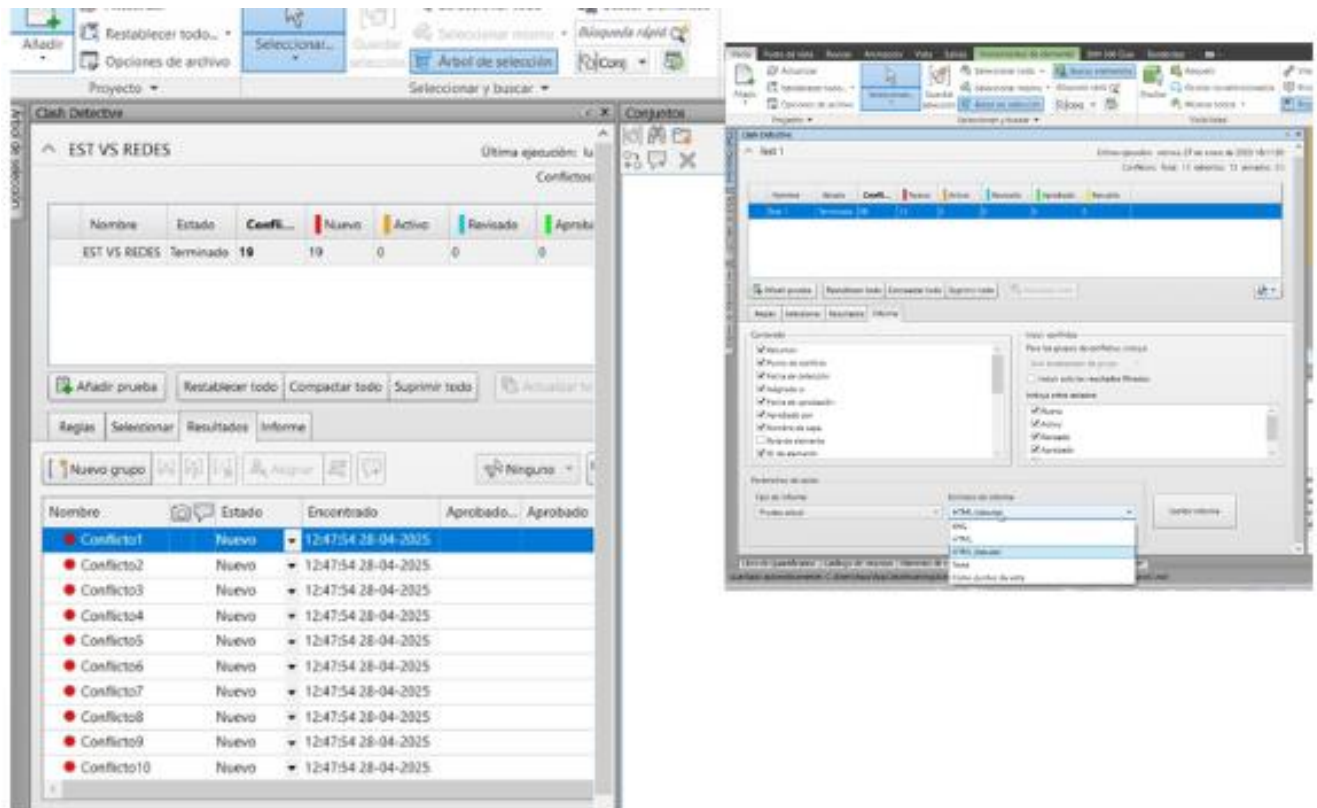


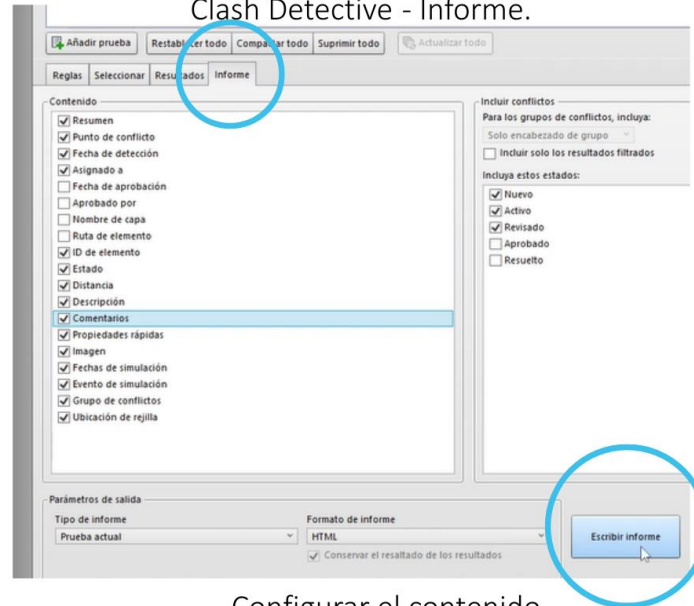
Ilustración 23. Conflictos detectados

Sistema plegable para montaje de festivales

3.2. Creación de informes de coordinación

Generar el informe

Clash Detective - Informe.



Configurar el contenido

Formato de salida (PDF, HTML, BCF)

AUTODESK
NAVISWORKS

Informe de conflictos

Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.010m	18	18	0	0	0	0	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Fecha de detección	Elemento 1			Elemento 2				
				ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	2025/4/21 19:29	ID de elemento: 336381	Nivel 1	Celsa panel tuscana slim-L4	Luminarias	Element ID: 846363	N.P SEGUNDO PISO	ds-4	Solid
	Conflicto2	Nuevo	2025/4/21 19:29	ID de elemento: 336381	Nivel 1	Celsa panel tuscana slim-L4	Luminarias	Element ID: 846363	N.P SEGUNDO PISO	ds-4	Solid
	Conflicto3	Nuevo	2025/4/21 19:29	ID de elemento: 336381	Nivel 1	Celsa panel tuscana slim-L4	Luminarias	Element ID: 846363	N.P SEGUNDO PISO	ds-4	Solid

Correcciones

Tras la revisión, se ajustan los modelos y se repite el análisis de interferencias.

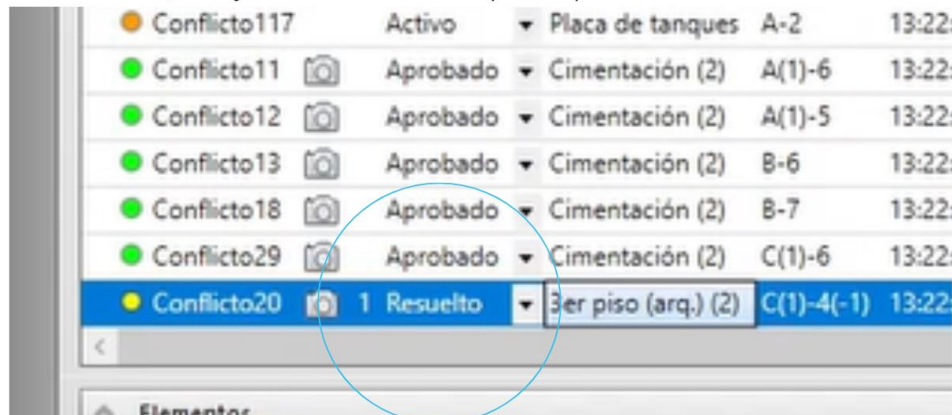


Ilustración 24. Creación de informes

Sistema plegable para montaje de festivales

3.3. Abstracción y gestión de cantidades

MODULO

A	B	C	D	E	F
Familia	Tipo	Costo	Volumen	Peso KG	Valor KG
L-Ángulo	L102X89X6.4	235.00	0.0024 m³	37.92989	4456.762517
L-Ángulo	L102X89X6.4	235.00	0.0025 m³	39.709596	4665.877474

EDICIÓN DE TABLAS DE PLANIFICACIÓN DE TOMA CORRIENTE

<Tabla de planificación de armazones estructurales>

A	B	C	D	E	F
Familia	Tipo	Costo	Volumen	Peso	Valor KG
L-Ángulo	L102X89X6.4		0.0025 m³		19.854798
L-Ángulo	L102X89X6.4		0.0024 m³		18.964947
L-Ángulo	L102X89X6.4		0.0025 m³		19.854798
L-Ángulo	L102X89X6.4		0.0024 m³		18.964947

TABLA LAMPARA ILUMINACIÓN

TABLA DE TUBERÍAS

REGULADOR DE ENERGIA

Sistema plegable para montaje de festivales

3.4. Configuración de planimetrías y documentación

- Definir LOD y LOI
- Asignar nivel BIM (100–500)
- Nombrar vistas gráficas
- Crear estructura de carpetas - archivos por especialidad y tipo de documento.
- Separar por estados BIM
Clasificar por fase: Trabajo / Compartido / Publicado / Archivado.
- Configurar láminas en Revit
- Insertar y escalar vistas.
- Codificar info no gráfica - parámetros como materiales, códigos, clasificaciones.
- Añadir cotas y etiquetas
- Exportar planimetría final - PDF, DWG o formatos definidos por el BEP.

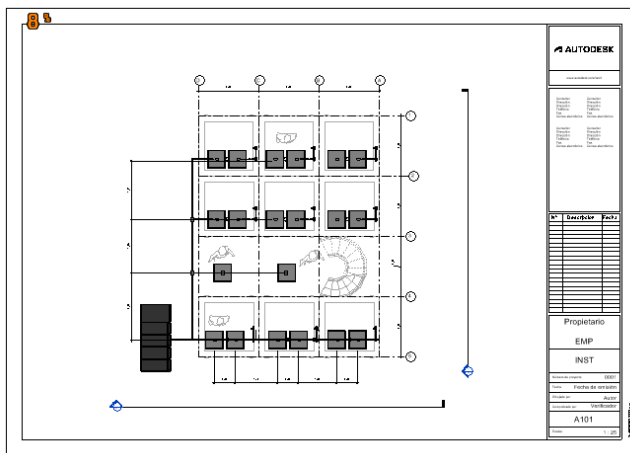
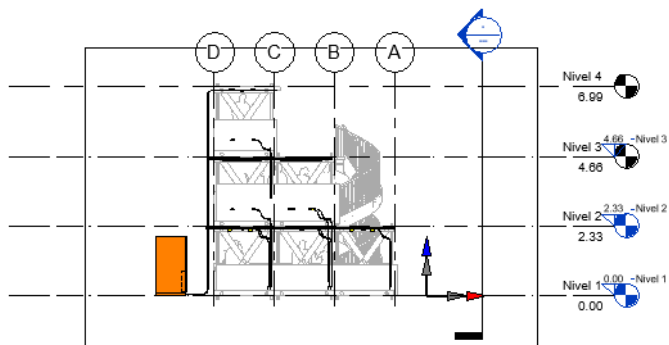


Figure 25. Plano módulos para camerinos



1 Sección 1
1 : 100

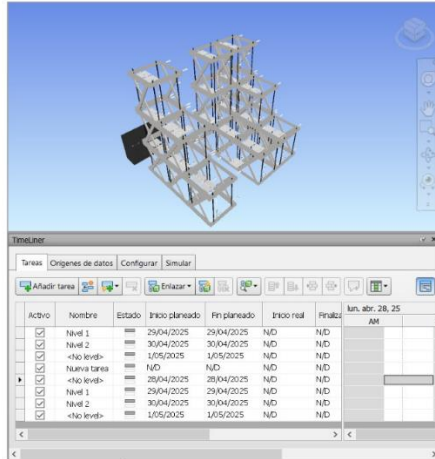
Ilustración 26. alzado Módulos para camerinos

Sistema plegable para montaje de festivales

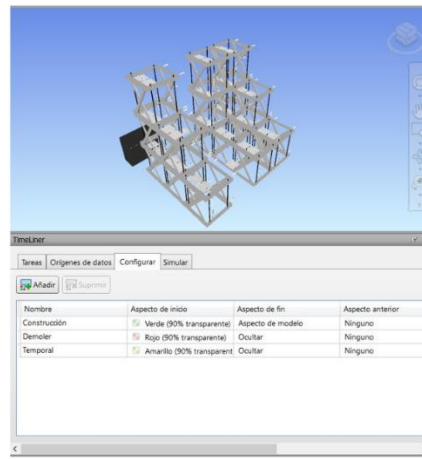
3.5. Simulación de actividades constructivas

- Se usa Timeliner para organizar tareas y tiempos.
- Cada módulo se despliega en 10 minutos.
- Las tareas incluyen: ubicación, despliegue y conexiones.
- Los objetos del modelo se vinculan a cada actividad.
- La simulación permite ver el montaje completo en orden cronológico.
- Útil para validar secuencia, logística y coordinación.

TAREAS

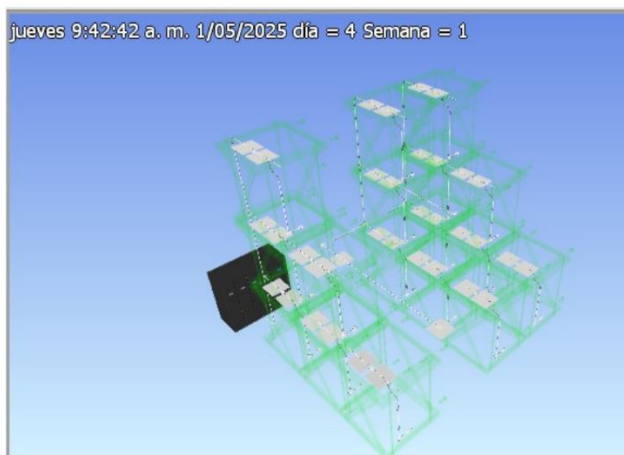


Activo	Nombre	Estado	Inicio planeado	Fin planeado	Inicio real	Finaliza	lun. abr. 28, 25
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel 1		29/04/2025	29/04/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel 2		30/04/2025	30/04/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	<No level>		1/05/2025	1/05/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nueva tarea		N/D	N/D	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	<No level>		28/04/2025	28/04/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel 1		29/04/2025	29/04/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel 2		30/04/2025	30/04/2025	N/D	N/D	
<input checked="" type="checkbox"/>	<No level>		1/05/2025	1/05/2025	N/D	N/D	



Nombre	Aspecto de inicio	Aspecto de fin	Aspecto anterior
Construcción	<input type="checkbox"/> Verde (90% transparente)	Aspecto de modelo	Ninguno
Demorar	<input type="checkbox"/> Rojo (90% transparente)	Ocultar	Ninguno
Temporal	<input type="checkbox"/> Amarillo (90% transparente)	Ocultar	Ninguno

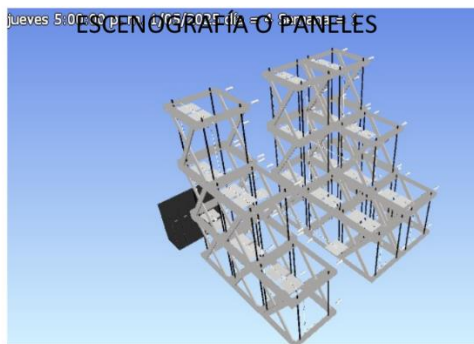
MONTAJE MÓDULOS



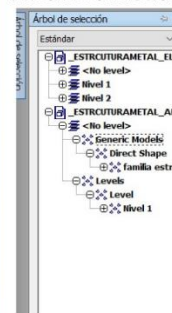
CONFIGURACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO



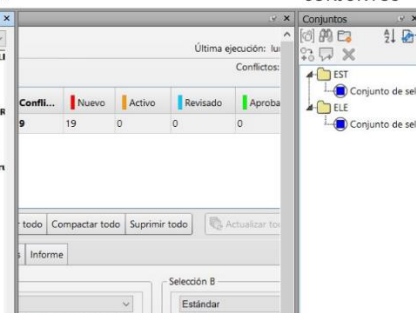
MONTAJES ADICIONALES DE



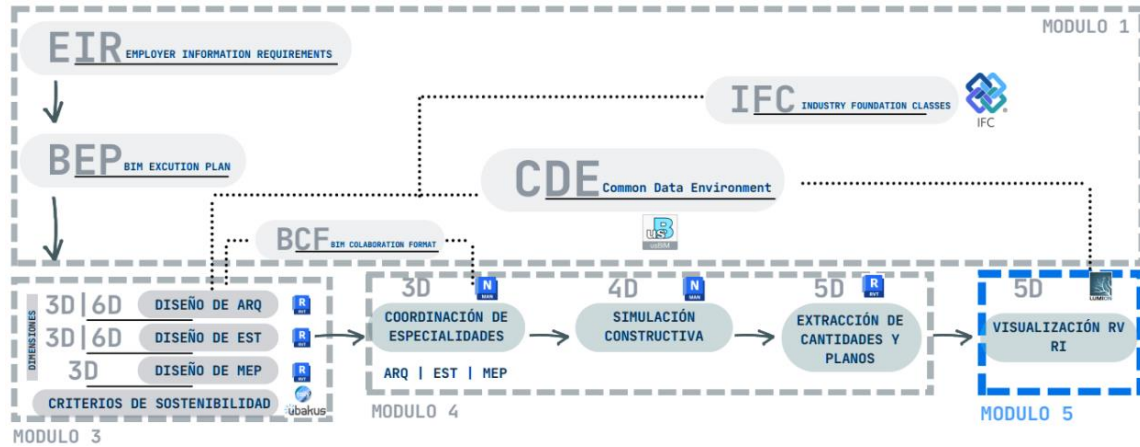
ARBOL DE SELECCIÓN



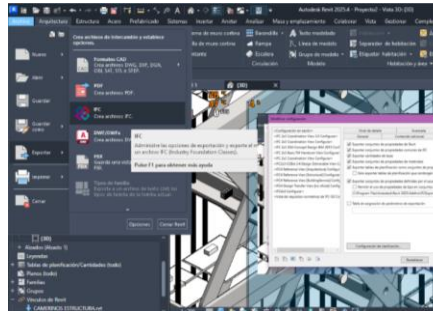
CONJUNTOS



4. Realidad virtual inmersiva



4.1. Exportación a IFC entre otros.



¿Qué es?

Conversión del modelo BIM a formato abierto (.ifc).

4.2. Renderización en tiempo real.

Enscape desde Revit

- Visualización en tiempo real del modelo BIM.
- Para generar renders rápidos, recorridos virtuales y presentaciones inmersivas.
- Instalar Enscape → Abrir Revit → Clic en “Iniciar Enscape”.



Ilustración 27. Visualización 3d en Enscape

¿Para qué sirve?

- Compatibilidad con softwares de render y VR.
- Visualización inmersiva del proyecto.
- Conserva geometría y datos clave.

¿Cómo se hace?

- Archivo > Exportar > IFC → Configurar → Guardar.

Sistema plegable para montaje de festivales

4.3. Fotomontaje y retoque fotográficos 3D.

Para integrar el modelo en contextos reales con ajustes de cámara, color, entorno, materiales, texturas...

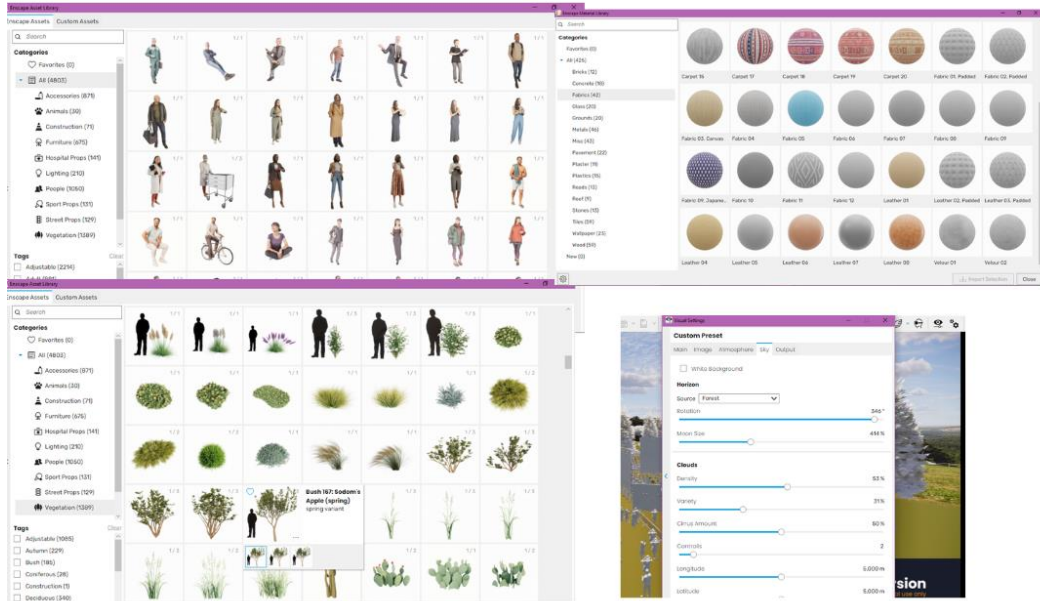


Ilustración 28. Bibliotecas insertadas para renderizar.

4.4. Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos.

Para simular condiciones ambientales y mejorar el realismo visual.



Ilustración 29. Ajuste de luces, clima y condiciones ambientales

Sistema plegable para montaje de festivales

4.5. Visualización de modelos 3D.

Para explorar el modelo en tiempo real desde cualquier ángulo, con calidad de presentación.

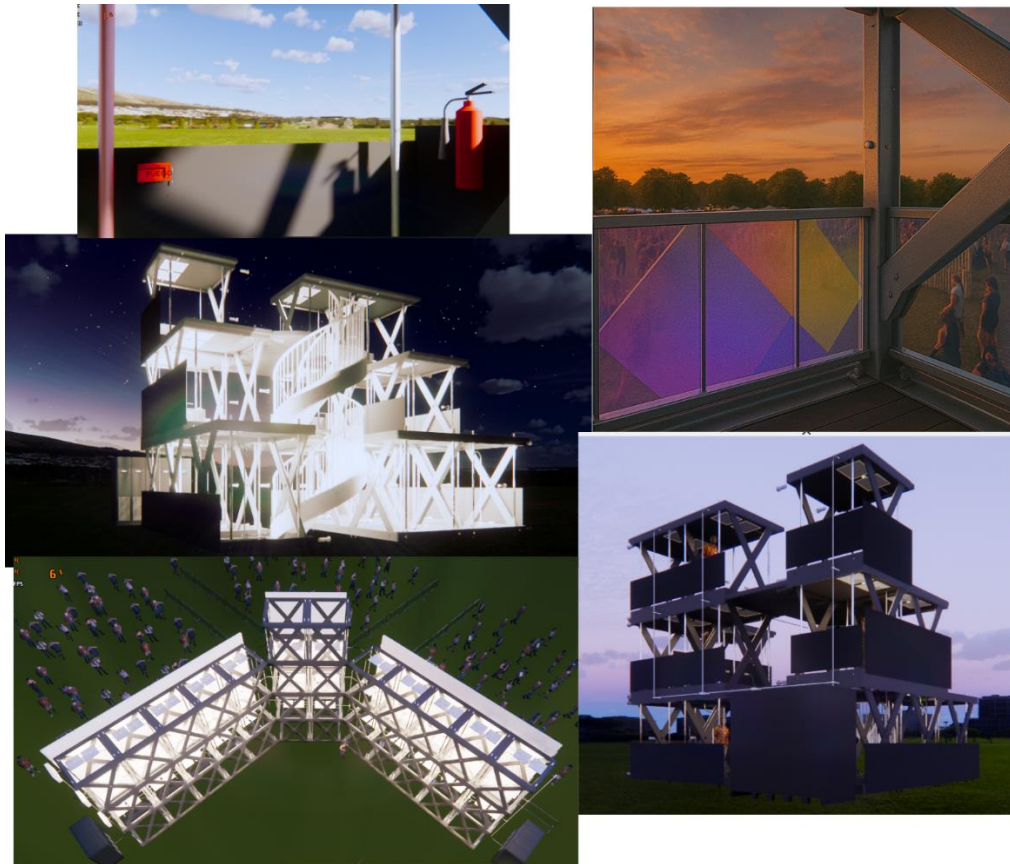


Ilustración 30. Vistas 3D.

RENDERS FINAL

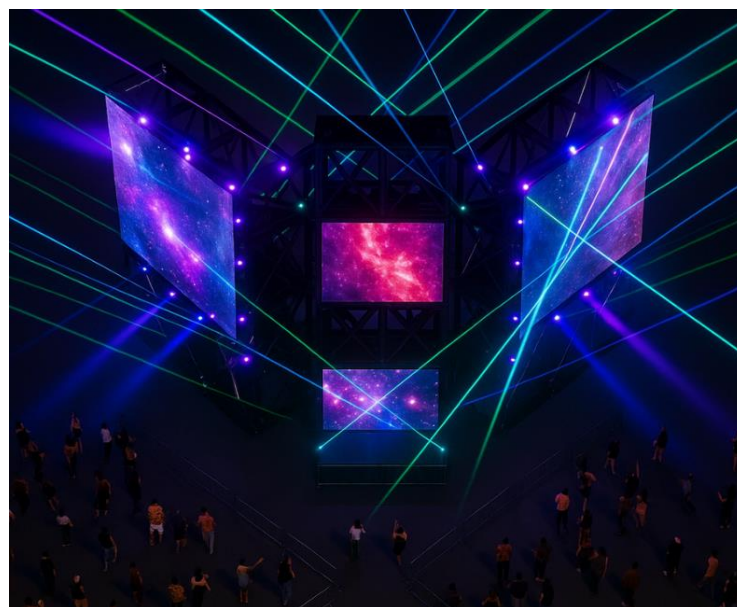


Ilustración 31. Render final escenario - Noche

Sistema plegable para montaje de festivales



Ilustración 32. Render Final camerinos - Módulos habitables



Ilustración 33. Render Final escenario

Sistema plegable para montaje de festivales

4.6. Realidad virtual inmersiva.

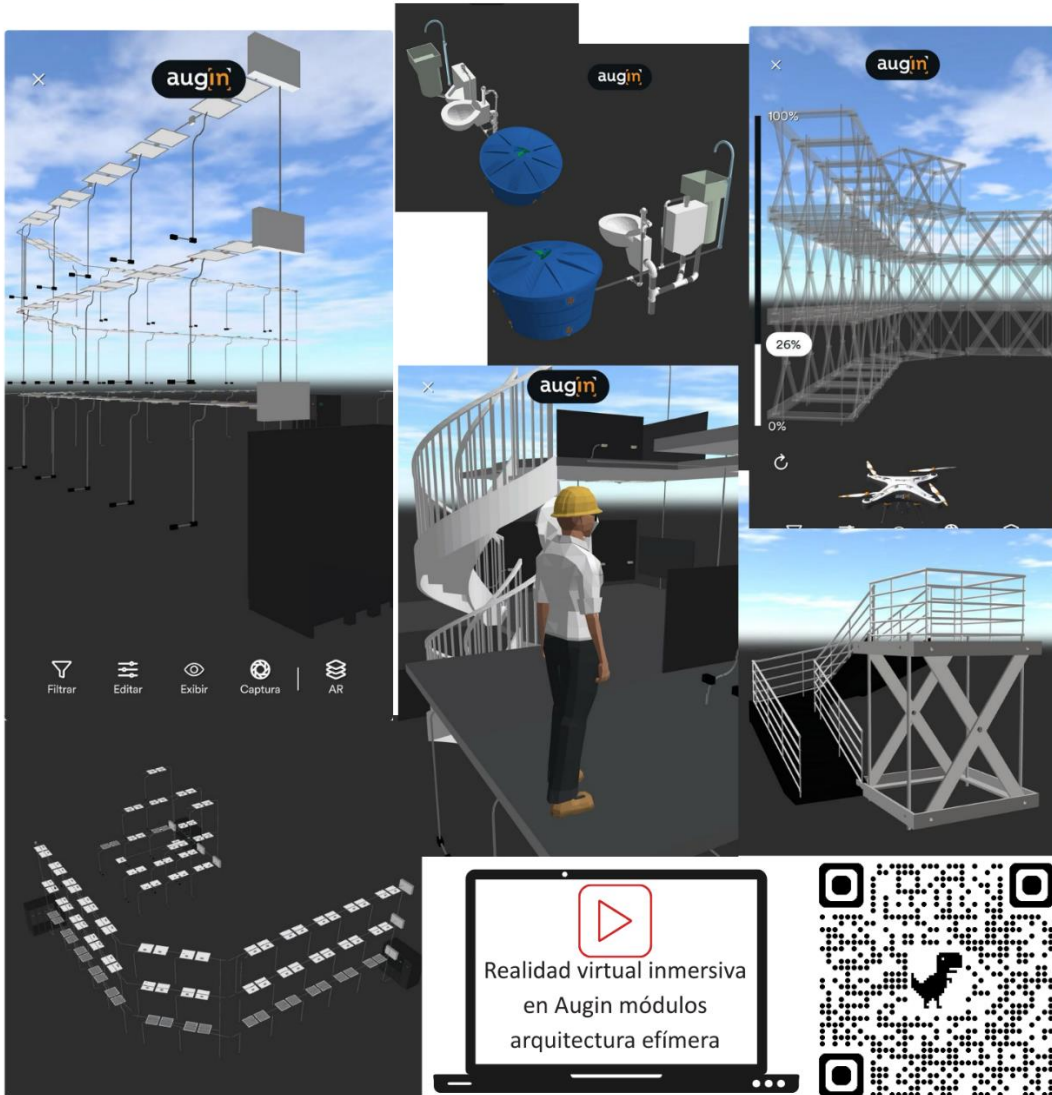
- ¿Qué es? Plataforma de realidad aumentada (AR) para visualizar modelos BIM en escala real.
- ¿Para qué sirve? Para superponer modelos 3D sobre el entorno físico usando dispositivos móviles. Facilita revisiones en obra, presentaciones y validación en sitio.
- ¿Cómo funciona? Se carga en Augin desde revit y se visualiza en la app



Augin es una plataforma de realidad aumentada (AR) para visualizar modelos BIM y 3D en escala real

- Se suben archivos IFC, RVT, FBX o glTF.
- Se escanea un marcador QR o el plano real.
- El modelo se proyecta en el entorno físico, en tiempo real.

- Visualizar proyectos directamente sobre el terreno.
- Comparar diseño vs construcción en sitio.
- Presentar modelos a clientes de forma inmersiva.
- Detectar errores antes de construir.



Realidad virtual inmersiva en Augin módulos arquitectura efímera

Ilustración 3410. recorridos VR Augin y QR

Referencias

- Ban, S. (2011). *Shigeru Ban: Paper in Architecture*. Tokyo: TOTO Publishing.
- Fisher, M. (2008). *Architectural Dynamics: Design for Changing Spaces*. London: Architectural Press.
- Foster, N. (2008). *Foster 2008: Complete Works*. London: Phaidon Press.
- Hadid, Z. (2007). *Zaha Hadid: Complete Works*. London: Thames & Hudson.
- Ingels, B. (2014). *BIG: Bjarke Ingels Group*. Cologne: Taschen.
- Rogers, R. (2006). *Architectural Design: The Architecture of Richard Rogers*. London: Architectural Press.
- Fisher, M. (2005). *Staging the Future: Architectural Innovation in Live Music Events*. London: Stufish Publications.
- García, P. (2019). *La arquitectura efímera en Colombia: Oportunidades y retos en eventos masivos*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Giudici, P. (2017). *Temporary Architecture and Flexibility in Urban Contexts*. *Journal of Architectural Design*, 12(3), 45-58.
- Ban, S. (2014). *Modular Structures and Disaster Relief: Innovations in Architecture*. Tokyo: Metabolist Foundation.
- Peutz, J. (1965). *Mobile Structures in Performance Design*. Architectural Press.
- Fisher, M. (1996). *Scenic Design for the Modern Stage*. Routledge.
- Addis, B. (2007). *Building: 3000 years of design engineering and construction*. Phaidon Press.
- Otto, F., & Rasch, B. (1996). *Finding Form: Towards an Architecture of the Minimal*. Axel Menges.
- CEN. (1999). *Eurocódigo 9: Diseño de Estructuras de Aluminio*. Comité Europeo de Normalización.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993.
- Consejo Internacional de la Construcción (CIB). (2009). *Manual de Construcción Modular y Prefabricación*.
- HSE. (2014). *Event Safety Guide*. Health and Safety Executive.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). Resolución 1957 de 2017.
- NSR-10. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*.
- ISO. (2012). *ISO 20121:2012: Sustainable events management systems*.

Sistema plegable para montaje de festivales

Lista de Referencia o Bibliografía

Angulo, A. M. (2011). La Pensión de Invalidez en Colombia. *La Pensión de Invalidez en Colombia*. Bogotá

D.C., Cundinamarca., Colombia.: Universidad Libre de Colombia.

Asamblea Nacional Constituyente de Francia. (26 de agosto de 1789). Declaración Universal de los

Derechos del Hombre y del Ciudadano. <https://www.conseil->

[constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank_mm/espagnol/es_ddhc.pdf](https://www.conseil-constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank_mm/espagnol/es_ddhc.pdf)

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Corte Constitucional [C.C.], enero 22, 2004, M.P: M. Cepeda. Sentencia T-025/04. Colombia.

10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>

Corte Constitucional [C.C.], enero 23, 2008, M.P: R. Escobar. Sentencia C-030/08. Colombia. 10/02/2020.

<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2008/c-030-08.htm>

Dec. 2374 / 93, noviembre 30, 1993. Ministerio de Educación Nacional. (Colombia). 10/02/2020.

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-104283_archivo_pdf.pdf

Dec. 2613 / 13, noviembre 20, 2013. Ministerio del Interior. (Colombia). 10/02/2020.

https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/11_decreto_2613_de_2013.pdf

Ley 70 / 93, agosto 27, 1993. Diario Oficial. [D.O.]: 41.013. (Colombia).10/02/2020.

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404>

Ley 89 / 90, noviembre 25, 1890. Ministerio de Interior. [OIP]. (Colombia).10/02/2020.

<https://www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-89-de-1890>

Sistema plegable para montaje de festivales

Naciones Unidas Derechos humanos. (diciembre, 1965). Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial. Trabajo presentado en la Asamblea General en su resolución 2106 A (XX). Colombia.

https://www.ohchr.org/Documents/ProfessionalInterest/cerd_SP.pdf

Organización de los Estados Americanos. (1994). Convención Interamericana para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer. Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos Departamento de Derecho Internacional, Belém.

<https://www.oas.org/es/mesecvi/convencion.asp>

Organización de los Estados Americanos. (noviembre, 1969). Convención americana sobre derechos humanos suscrita en la conferencia especializada interamericana sobre derechos humanos (B-32). Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos Departamento de Derecho Internacional, Costa Rica.

https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm

Presidente de la Republica. (2010). Garantía del derecho fundamental a la consulta previa de los grupos étnicos nacionales. Directiva Presidencial no. 1 (p.1–7). Colombia. Recuperado de

https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/13_directiva_presidencial_01_de_2010.pdf

Presidente de la Republica. (2013). *Guía para la realización de consulta previa*. Directiva Presidencial no. 10 (p.1–26). Colombia.

https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/12_directiva_presidencial_ndeg_10_del_07_de_noviembre_2013_4.pdf

Rodríguez Mesa, R. (2019). *Tratado Sobre Seguridad Social*. Universidad Del Norte.

<https://Ugc.Elogim.Com:3107/Es/Ereader/Ugc/122380?Page=64>

Velásquez, M, (2007). *El Sistema Pensional Colombiano*. Señal Editora. Medellín Colombia.

Sistema plegable para montaje de festivales

Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2023). Sistema de Información de la Música. Recuperado de:

<https://www.ccb.org.co/informacionespecializada/observatorio/entorno-para-los-negocios/sistema-de-informacion-dela-musica>

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/server/api/core/bitstreams/6ed09740-eafd-4ee6-a613-08f30d34e6f1/content>

Sistema plegable para montaje de festivales