

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL ANÁLISIS DE LA
ISOPTICA PARA EL AUDITORIO DEL CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO
EN LA ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTROS MARISCAL
SUCRE”**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL “DIPLOMADO EN BIM MODELADO Y GESTIÓN
DE PROYECTOS CONSTRUCTIVOS”**

UNIV. BARRETO CHOQUE BRAYAN CARLOS

Sucre – Bolivia

INDICE

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	1
2. SITUACION DEL PROBLEMATICA	2
3. FORMULACION DEL PROBLEMA:	2
4. OBJETIVO GENERAL	3
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
6. METODOLOGIA	3

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO	6
1.1. ACUSTICA E ISOPTICA	6
1.2. TIPOS DE FORMAS DE LAS SALAS DE DIFUSIÓN	6
1.3. NORMATIVA DE REFERENCIA	7
2. MARCO CONCEPTUAL	11
3. MARCO CONTEXTUAL	13
3.1. Ubicación del proyecto:	13
3.2. Implementación en el contexto de la Metodologia Bim	14
3.3. Herramientas Utilizadas en Bolivia con Metodologia Bim	14

CAPITULO II

4. DIAGNOSTICO	16
4.1. Analisis del Diseño Arquitectónico del Auditorio	16
4.1.1 Distribución de los asientos:	17
4.2. Analisis de la Capacidad y Densidad de Asientos	18
4.3. Altura y diseño del escenario	19
4.4. Analisis de Ubicación y Obstrucción Visuales	20
4.5. Identificación de columnas, vigas u otros elementos arquitectónicos que puedan afectar la visibilidad.	21
4.6. Simulaciones y Modelado BIM	22
4.7. ANALISIS ESTRUCTURAL	24

CAPITULO III

5. PROPUESTA	25
5.1. Reubicación de Obstrucciones Visuales:	25
5.2. Reubicación y calculo del segundo nivel del Auditorio	26
5.2.1 Cálculo de Isoptica	26
5.3. Reorganización de los asientos para mejorar la visibilidad desde todas las ubicaciones considerando la densidad de asientos por fila y por área.	27
5.4. Ajustes en la altura, inclinación o configuración del escenario para garantizar una visión óptima desde todos los ángulos de visión.	29

GRAFICOS

GRAFICO 1	ISOPTICA PUNTO 1A	22
GRAFICO 2	ISOPTICA PUNTO 1B	22
GRAFICO 3	ISOPTICA PUNTO 1C	22
GRAFICO 4	ISOPTICA PUNTO 2A	23
GRAFICO 5	ISOPTICA PUNTO 2B	23
GRAFICO 6	ISOPTICA PUNTO 2C	23
GRAFICO 7	ISOPTICA PUNTO 3A	23
GRAFICO 8	ISOPTICA PUNTO 3B	24
GRAFICO 9	ISOPTICA PUNTO 3C	24

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enfoca en la aplicación de la metodología BIM para el análisis de la isóptica en el auditorio del Centro Cultural Universitario en la Escuela Superior de Formación de Maestros Mariscal Sucre. Utilizando herramientas BIM, se desarrollará un modelo tridimensional detallado del auditorio que permitirá evaluar y ajustar las líneas de visión, asegurando que se cumplan los estándares de visibilidad y confort visual para todos los usuarios. Esta aproximación no solo facilita la identificación de posibles problemas de diseño en etapas tempranas, sino que también proporciona una plataforma para la colaboración entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales involucrados en el proyecto, mejorando la precisión y eficiencia del proceso de diseño.





CAPITULO I

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El diseño y la construcción de auditorios y espacios culturales demandan una cuidadosa planificación para garantizar una experiencia satisfactoria para los espectadores. Tradicionalmente, la evaluación de la visibilidad en auditorios se ha basado en técnicas manuales y simplificadas que pueden no capturar todas las complejidades del espacio. Sin embargo, con los avances en tecnología digital y el surgimiento de la metodología de Modelado de Información de Construcción (BIM), ahora es posible realizar análisis más detallados y precisos de la isóptica, que es la ciencia que estudia la visión desde diferentes puntos de observación.

El auditorio del Centro Cultural Universitario es un espacio multifuncional destinado a albergar una amplia gama de eventos culturales, incluyendo conciertos, conferencias, obras de teatro y presentaciones. El confort y la experiencia del espectador en estos eventos deriva principalmente de la Isoptica y un mal manejo de ello conlleva a proyectos vacíos o elefantes blancos.

El Auditorio del Centro Cultural de la Escuela Superior de Formación de Maestros “Mariscal Sucre” tiene una capacidad para 770 personas, configurado su distribución en dos niveles atendiendo a actividades culturales como carteleras pedagógicas, presentaciones de artes escénicas y visuales, de este punto proviene la importancia de un buen manejo de la Isoptica.

JUSTIFICACIÓN

La metodología BIM permite crear modelos digitales detallados y precisos del auditorio, lo que facilita una evaluación exhaustiva de la visibilidad desde todas las ubicaciones. Esto garantiza que se identifiquen y aborden de manera efectiva cualquier problema potencial de obstrucción visual.

Al utilizar herramientas de simulación disponibles en el software BIM, es posible realizar análisis de la isóptica de manera más eficiente y rápida que los métodos tradicionales. Esto



permite a los diseñadores explorar una variedad de opciones de diseño y tomar decisiones informadas de manera oportuna.

Dando como resultado el ahorro de tiempo y dinero, previniendo cambios o modificaciones durante la construcción, dado que la eficiencia de un Auditorio se basa en tres elementos, la Isóptica, acústica, y la luminotecnia siendo estos dos últimos factibles a una modificación posterior a su construcción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2. SITUACION DEL PROBLEMATICA

El proyecto Centro Cultural para la Escuela Superior de Formación de Maestros “Mariscal Sucre” se encuentra terminada la parte del diseño y se plantea la construcción en los siguientes años, debido a que es una institución que recibe apoyo monetario del estado y del alquiler de las diferentes áreas del campus es necesario verificar y hacer énfasis en el Auditorio debido a que se convertirá parte del sustento de la Escuela Superior.

La decadencia de un Auditorio se manifiesta cuando los tres elementos principales que componen su funcionalidad luminotecnia, Acustica e Isoptica, no están aprovechadas al máximo, siendo la Isoptica el elemento más costoso y difícil de solucionar después o durante la construcción. La visibilidad en auditorios se ha basado en métodos tradicionales que pueden no capturar todas las complejidades del espacio. dando lugar a problemas como puntos ciegos, obstrucciones visuales y áreas con visibilidad limitada, sin embargo con el transcurrir del tiempo se obtuvo distintas formas de calcular, desde las alturas hasta las distancias entre butacas, pero, el poco o nulo compromiso con el proyecto puede llevar a la decadencia del Auditorio.

La no implementación de la metodología BIM pone de manifiesto la falta de un modelado 3d que tiene por características ser una construcción realista de forma virtual, para detectar y modificar la ubicación de los espectadores u obstrucciones visuales.

Esto permitirá identificar y resolver de manera efectiva cualquier problema de visibilidad, garantizando una experiencia satisfactoria para todos los espectadores y maximizando la funcionalidad y el valor del espacio como centro cultural y educativo.

3. FORMULACION DEL PROBLEMA:



La necesidad de aplicar la Metodología BIM para abordar los desafíos asociados con el análisis de la isóptica en el auditorio, demanda el uso de Softwares que permitan la interpretación anticipada del proyecto, mejorando la experiencia del espectador y la funcionalidad del espacio como centro cultural y educativo.

4. OBJETIVO GENERAL

Implementar la metodología BIM en el análisis de la isóptica para el auditorio del proyecto Centro Cultural para la Escuela Superior de Formación de Maestros “Mariscal Sucre”, a través de un modelado Arquitectónico en Revit y su posterior análisis en twinmotion, con el fin de garantizar una visibilidad óptima desde todas las ubicaciones, maximizando así la experiencia del espectador y la funcionalidad del espacio.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Realizar un modelo digital tridimensional detallado en las especialidades de arquitectura y estructura del auditorio del Centro Cultural Universitario utilizando la metodología BIM en la especialidad Arquitectura para utilizar como herramienta de análisis de Isoptica.

-Identificar características, necesidades y reglamentos sobre la isoptica mediante un estudio bibliografico y documental para analizar los puntos a optimizar y verificar cálculos y normativa vigente.

-Identificar posibles problemas de obstrucción visual, puntos ciegos y áreas con visibilidad a través de un análisis espacial en Twinmotión para resolver la visión limitada de las ubicaciones menos ventajosas en el auditorio.

-Documentar y comunicar los hallazgos y recomendaciones del análisis de la isóptica a todas las partes interesadas, a través de mecanismos de representación gráfica que permitan facilitar una implementación efectiva del diseño final.

6. METODOLOGIA

METODOS

1. Análisis: Se analizará los distintos aspectos que influyen de manera directa en la isoptica del auditorio.
2. Medición: Es determinante conocer las dimensiones para realizar cálculos posteriores de Isoptica.



TECNICAS

1. Análisis Documental: Se basara en documentación y normativa, formulas y distintos aspectos determinantes.

INSTRUMENTOS

1. Recopilación de Datos: Se recopilan datos detallados del diseño arquitectónico y funcional del auditorio, incluyendo planos, especificaciones técnicas y requisitos de diseño.
2. Modelado BIM: Se desarrolla un modelo digital tridimensional del auditorio utilizando software BIM. Este modelo incluye información detallada sobre la geometría del espacio, la ubicación de los asientos, el escenario y otros elementos arquitectónicos relevantes.
3. Simulación de Isóptica: Se utilizan herramientas de simulación disponibles en el software BIM para llevar a cabo un análisis de la isóptica del auditorio. Esto implica evaluar la visibilidad desde diferentes ubicaciones en el espacio y detectar posibles áreas de obstrucción visual.
4. Optimización del Diseño: Basándose en los resultados del análisis de la isóptica, se realizan ajustes en el diseño del auditorio para mejorar la visibilidad desde todas las ubicaciones. Esto puede incluir cambios en la disposición de los asientos, la altura del escenario o la ubicación de elementos estructurales.
5. Validación y Refinamiento: El modelo BIM se valida mediante mediciones y pruebas in situ, y se realizan ajustes adicionales según sea necesario para garantizar un rendimiento óptimo en términos de visibilidad.

ESQUEMA DE DISEÑO METODOLOGICO

OBJETIVOS	PROCEDIMIENTO	MEDIOS	CRONOGRAMA
-Realizar un modelo digital tridimensional detallado del auditorio del Centro Cultural Universitario utilizando la metodología BIM en la	mediante un modelado en Revit	apoyados en el Software REVIT	



especialidad Arquitectura para utilizar como herramienta de análisis de Isoptica.			
-Identificar características, necesidades y reglamentos sobre la isoptica mediante un estudio bibliografico y documental para analizar los puntos a optimizar y verificar cálculos y normativa vigente.	Revisar normativa, cálculos y dimensiones del diseño	En base a normativa nacional e internacional sobre Auditorios	
-Identificar posibles problemas de obstrucción visual, puntos ciegos y áreas con visibilidad a través de un análisis espacial en Twinmoción para resolver la visión limitada de las ubicaciones menos ventajosas en el auditorio.	verificar la isoptica desde distintos puntos visuales	apoyados con el software de twinmotion	
-Documentar y comunicar los hallazgos y recomendaciones del análisis de la isóptica a todas las partes interesadas, a través de mecanismos de representación gráfica que permitan facilitar una implementación efectiva del diseño final.	realizar un documento con los puntos obstruidos y que deberían ser modificados en el diseño	documentar y organizar los cambios resultantes del análisis de isoptica	



CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

La isóptica en un auditorio es esencial para crear un entorno que maximice la experiencia de los espectadores. Desde la iluminación adecuada hasta la distribución del sonido, cada aspecto está meticulosamente diseñado y calculado para proporcionar una experiencia inmersiva y comfortable.

1.1.ACUSTICA E ISOPTICA

La isóptica se centra en el análisis y control de la iluminación en diferentes entornos, como teatros, estudios de televisión, museos, espacios comerciales, entre otros. El objetivo de la isóptica es lograr una iluminación adecuada y uniforme, garantizando una correcta visibilidad, resaltando los elementos deseados y creando una atmósfera apropiada para el entorno en cuestión. Para ello, se utilizan diferentes técnicas, herramientas y dispositivos de iluminación.(Mayorga, 2014)

Angulo de visión: El ángulo máximo recomendable para observar una pantalla de proyección, ya sea desde la primera fila o desde la última, es de 30° según corresponda

1.2.TIPOS DE FORMAS DE LAS SALAS DE DIFUSIÓN

Sala en Forma de Abanico

A mayor ángulo del abanico la acústica es más desfavorable

Sala de Planta Regular

Visuales deficientes en algunas localidades, gran número de primeras reflexiones debido a la proximidad del público a las paredes.

Sala en Forma de Hexágono Alargado

Es una combinación de las formas de abanico y abanico invertido.



Sala en Forma de Herradura

Posible existencia de focalización causada por la concavidad de la pared posterior.

Sala con Reflexiones Frontales

Sonoridad uniforme en todas las localidades, Ruido producido por el público percibido en el escenario.

Sala con Reflexiones Laterales

Intimidad acústica elevada, buenas visuales y posibilidad de gran aforo

Tipos de Graderías: *(Pedraza, 2014)*

Tribuna conformada por unidades completas escalonadas con sillas removibles o fijas, sobre ruedas o colchones de aire.

Estructura telescópica o retráctil con sillería tapizada abatible, donde cada hilera de sillería se retrae bajo la hilera posterior quedando guardada casi en su totalidad cada una bajo la otra.

Tribuna con sillería retráctil

Tribuna seccionada abatible conformada por un conjunto de partes desmontables

Elevadores hidráulicos que elevan secciones del piso plano mediante un método mecánico, conformando un piso escalonado para recibir sillería, este sistema permite variaciones de altura.

1.3.NORMATIVA DE REFERENCIA

MANUAL DE ESTANDARES PARA INTERVECION DE TEATROS

Recibidor o Vestíbulo: Proveer un mínimo de 0,60 m² por usuario si se considera que el público va permanecer de pie, si el aforo es de 100 a 500 esp. Se tomará el 50%; si tiene entre 501 y 1000 esp. Se tomará el 35%; si el aforo es de 1001 a 1500 espectadores se tomará el 25% del público. *(Pedraza, 2014)*

Circulaciones: Se tomará 1 metro en el ancho por cada 80 personas en los pasillos, en escaleras 1 m por cada 90 personas, huella 30cm mínimo, 17 cm máximo.



Silletería: El asiento debe tener una altura de 420 a 450 mm, una anchura de 420 mm y una profundidad de 420 a 490 mm, el ángulo de inclinación respecto a la horizontal es 7 a 9°

Artículo 109.- (SALAS DE ESPECTACULOS). En los edificios destinados a auditorios se instalarán butacas, considerando las siguientes disposiciones enunciativas, pero no limitativas:

- a) Las butacas tendrán un ancho mínimo de 50 centímetros;
- b) El pasillo entre el frente de una butaca y el respaldo debe ser, cuando menos de 45 centímetros;
- c) Las filas podrán tener un máximo de 24 butacas cuando desemboquen a dos pasillos laterales de por lo menos 75 centímetros de ancho y de 12 butacas cuando desemboquen a un pasillo;
- d) Las butacas serán fijadas al piso, con excepción de las que se encuentren en palcos y plateas;
- e) Los asientos de las butacas serán plegadizas;
- f) En el caso de cines, la distancia desde cualquier butaca al punto más cercano de la pantalla en ningún caso será menor de 7 metros; y
- g) En auditorios, teatros, cines, salas de concierto y teatros al aire libre deberá destinarse como mínimo el 5 % de la capacidad de espectadores, para uso exclusivo de personas con discapacidad, con espacios individuales de 1.25 metros de fondo y 0.80 metros de frente, libres de butacas y fuera del área de circulación.

Proyectos BIM Similares

Royal Opera House en Londres: Uso de BIM

El Royal Opera House, uno de los teatros más emblemáticos del mundo, ha sido objeto de varias renovaciones a lo largo de los años. Un proyecto notable es el de "Open Up", que se completó en 2018. Este proyecto no solo mejoró la accesibilidad y la funcionalidad del espacio, sino que también utilizó tecnologías avanzadas como BIM para optimizar diversos aspectos del diseño y la operación del teatro.



Aplicación de BIM:

La metodología BIM fue fundamental en la planificación y ejecución del proyecto de renovación. Los siguientes aspectos destacan en el uso de BIM en el Royal Opera House:

Análisis de la Isóptica:

Visibilidad desde Asientos: Se utilizó BIM para crear modelos tridimensionales detallados del auditorio. Esto permitió realizar simulaciones de visibilidad desde cada asiento, asegurando que todos los espectadores tuvieran una vista clara del escenario.

Detección de Obstrucciones: BIM facilitó la identificación de posibles obstrucciones visuales causadas por elementos estructurales o decorativos. Esto permitió realizar ajustes en el diseño para minimizar las obstrucciones.

Optimización del Diseño Arquitectónico:

Distribución de Asientos: Los modelos BIM ayudaron a optimizar la distribución de los asientos en términos de confort y visibilidad, asegurando una experiencia de visualización superior para todos los espectadores.

Diseño del Escenario: Se analizaron diferentes configuraciones del escenario para evaluar cómo cada una afectaba la visibilidad y la interacción con el público.

Coordinación y Gestión del Proyecto:

Colaboración Multidisciplinaria: BIM permitió una colaboración eficaz entre arquitectos, ingenieros, diseñadores y contratistas, facilitando la coordinación de diferentes disciplinas.

Detección de Conflictos: Utilizando BIM, el equipo de proyecto pudo identificar y resolver conflictos potenciales entre diferentes sistemas (estructural, MEP, etc.) antes de la construcción.

Documentación y Mantenimiento:

Documentación Precisa: El uso de BIM proporcionó documentación precisa y actualizada del estado del edificio, lo cual es crucial para futuras operaciones y mantenimiento.

Planificación de Mantenimiento: Los modelos BIM también se utilizan para planificar y gestionar el mantenimiento del edificio, mejorando la eficiencia operativa a largo plazo.



Beneficios del Uso de BIM en el Royal Opera House

Mejoro la Experiencia del Espectador: Al optimizar la visibilidad y la acústica, se garantiza una experiencia más agradable y envolvente para el público.

Reducción de Costos y Tiempos de Construcción: La identificación temprana de problemas y la optimización del diseño ayudan a reducir costos y tiempos de construcción.

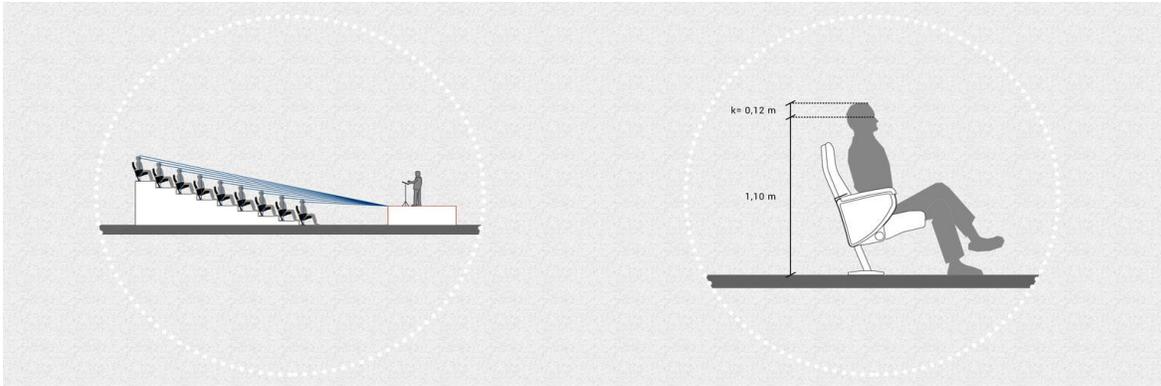
Flexibilidad y Adaptabilidad: El uso de BIM facilita futuros ajustes y renovaciones, adaptándose a las necesidades cambiantes del teatro.

La introducción de la metodología BIM en el proyecto Royal Opera House permite modificaciones en cuanto a la Isoptica, luminotecnía, mismos puntos que son abordados desde la aplicación BIM para realizar las posteriores reestructuraciones y no tener inconvenientes en la construcción



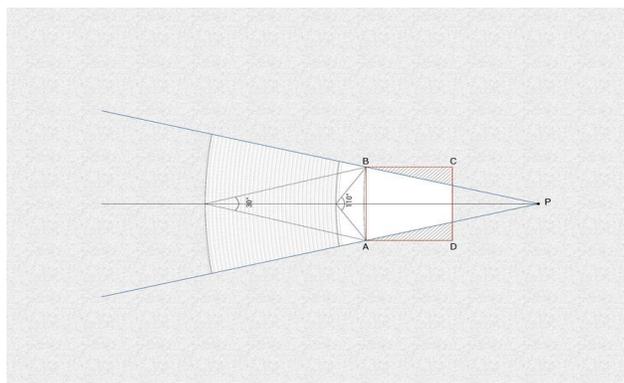
2. MARCO CONCEPTUAL

Isoptica Vertical: La isóptica vertical tiene como objetivo buscar las alturas/desniveles convenientes para el diseño de las gradas. Su cálculo define la curva ascendente generadora del escalonamiento del piso entre las filas de observadores que permitirá lograr una buena visibilidad. (*¿Cómo se calcula la isóptica?*, 2021)



Fuente: (*¿Cómo se calcula la isóptica?*, 2021)

Isoptica Horizontal: La isóptica horizontal determina la distribución radial de las butacas sobre el plano horizontal permitiendo una óptima visión lateral. Cuando se habla de campo de visión, se hace referencia a la proporción de espacio que se mide en grados y se percibe manteniendo la cabeza y los ojos fijos en un objeto. Al contemplar con los dos ojos, los campos de visión se solapan y el campo central es aún mayor, logrando una amplitud de 60° . Es importante considerar tanto el ancho de los asientos como la normativa acorde al uso del sitio y la clase de espectáculo a desarrollarse ya que esto afecta la tipología de distribución. (*¿Cómo se calcula la isóptica?*, 2021)



Fuente: (*¿Cómo se calcula la isóptica?*, 2021)



Estudio antropométrico

Otro punto importante en el cual es importante es en la proyección de las alturas o desniveles adecuados para las rampas y gradas. Para poder completar el proceso de diseño es necesario realizar un estudio antropométrico de la población a la que está dirigido el edificio, así como el tipo de mobiliario que se implementará. (□¿Qué es la ISÓPTICA en el Diseño Arquitectónico?, s. f.)

Análisis Visual

Se utilizan herramientas de software y técnicas de modelado 3D para analizar la visibilidad y la percepción en un espacio. Esto puede incluir la creación de representaciones visuales que muestren líneas de visión, puntos ciegos y áreas de interés. (□¿Qué es la ISÓPTICA en el Diseño Arquitectónico?, s. f.)



3. MARCO CONTEXTUAL

Sucre, Bolivia, es la capital constitucional y la quinta ciudad más grande del país con 284.536 habitantes. Está ubicada en el departamento de Chuquisaca, en el centro-sur de Bolivia. Sus coordenadas geográficas aproximadas son 19°02'00"S de latitud y 65°15'00"O de longitud. Se encuentra aproximadamente a una altitud de 2,800 metros sobre el nivel del mar. (INE, 2017)

El Auditorio se encuentra ubicado dentro del campus de la Escuela Superior de Formación de Maestros “Mariscal Sucre”, forma parte del proyecto Centro Cultural, teniendo una capacidad para 770 personas, la importancia de la difusión cultural de la Escuela se basa a que consecutivamente se realiza actividades donde tienen colegios, instituciones, escuelas como invitados.

El proyecto actualmente culminó con el diseño y se prevé que en los próximos años se realice la construcción, teniendo los datos técnicos del proyecto en formato digital.

Para la realización del diseño se tomó en cuenta distintos aspectos como cálculos, normativa, tratando de atender los requerimientos de Isoptica para el Auditorio.

3.1. Ubicación del proyecto:





El proyecto se encuentra localizada en la ciudad de Sucre – Bolivia en el distrito 2, dentro del área de transición del centro histórico, en la calle Daniel Campos, dentro del campus de la Escuela Superior de Formación de Maestros “Mariscal Sucre”

El auditorio es un proyecto de ampliación del área cultural de la Escuela, resolviendo problemas de la necesidad de espacios de recreación y difusión, siendo el auditorio parte del área de difusión.

3.2.Implementación en el contexto de la Metodología Bim

Dentro del contexto, Sucre – Bolivia la mayor parte de profesionales, empresas privadas se encuentran dentro de la transición del nivel 0 al nivel 1 de madurez.

Ejemplo de ello es que la mayoría se encuentran dentro del diseño asistido por computadora (CAD) como herramienta principal para el desarrollo de sus proyectos, en términos generales, todavía no se tienen conocimientos sólidos de todo el alcance y fundamento de esta metodología.

Actualmente BIM tiene mayor alcance en las fases iniciales, es decir, en la planificación y diseño de proyectos y una menor aplicación en la fase de construcción. Además, se usa más la dimensión 3D (Modelado), y, en menor proporción, la dimensión 4D (Tiempo). También hay menos casos donde se aplican las dimensiones BIM 5D (Coste) y 6D (Sustentabilidad).

3.3.Herramientas Utilizadas en Bolivia con Metodología Bim

Al momento puedo diferenciarlas principalmente en dos partes, la primera con referencia a proyectos de edificaciones, más que todo para la aplicación de la dimensión 3D, con un mayor uso de Revit y menor de Archicad, CYPE para el modelado arquitectónico, estructural y MEP. La coordinación de espacialidades con Navisworks Manage y el diseño estructural en este tipo de proyectos con CYPECAD, Robot Structural, SAP2000 y ETABS. Diseño de instalaciones CYPECAD MEP. (*BIM en Bolivia: estado de implementación de la metodología, s. f.*)

En Sucre, la implementación de BIM enfrenta desafíos específicos. La ciudad, conocida por su patrimonio arquitectónico y cultural, tiene una infraestructura que a menudo no se adapta fácilmente a las nuevas tecnologías. Además, la capacitación y la disponibilidad de recursos



humanos capacitados en BIM y Revit son limitadas. Esto puede dificultar la adopción generalizada de la metodología y el software.

Ventajas y Oportunidades

A pesar de los desafíos, Sucre presenta oportunidades únicas para la implementación de BIM con Revit. La capacidad de Revit para crear modelos precisos y detallados puede ser particularmente útil en la conservación y rehabilitación de edificios históricos, que son abundantes en Sucre. Además, la adopción de BIM puede mejorar la planificación y ejecución de nuevos proyectos de infraestructura, aumentando la eficiencia y reduciendo los costos y errores.

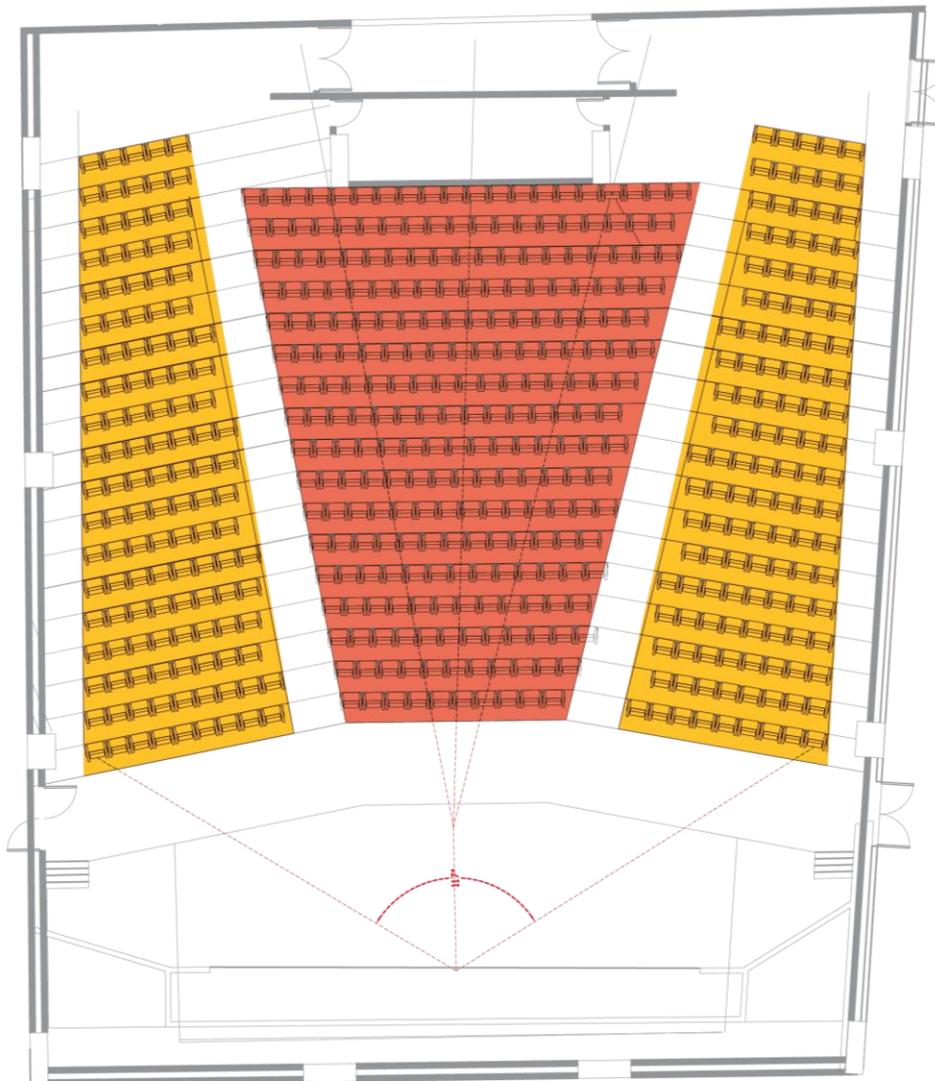


CAPITULO II

4. DIAGNOSTICO

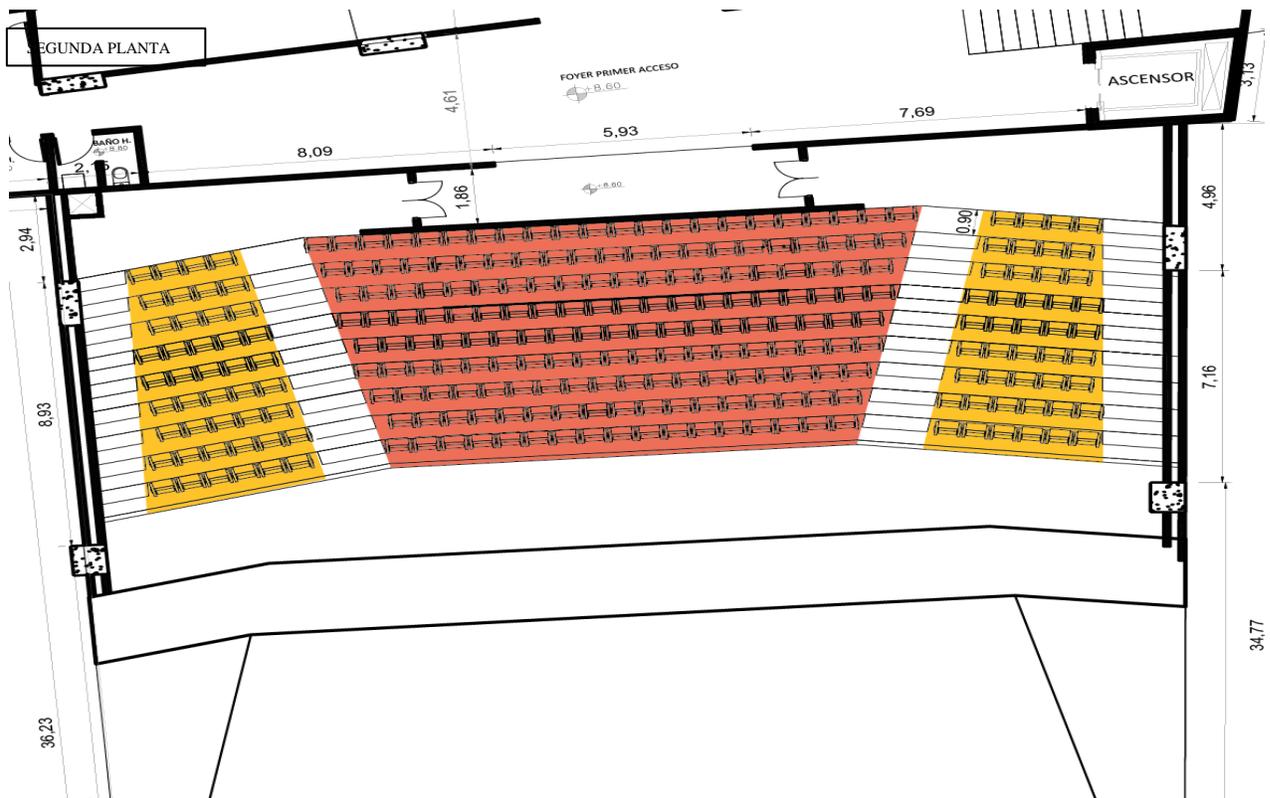
4.1. Analisis del Diseño Arquitectónico del Auditorio

PRIMERA PLANTA



Área Butaca Lateral

Área Butaca Central



4.1.1 Distribución de los asientos:

La distribución de las butacas se encuentra organizada en 3 bloques, el bloque central con 220 butacas y 280 butacas en los bloques laterales.

En la segunda planta se tiene una organización similar a la de la primera, con 3 bloques, la central con 180 butacas y 90 en los bloques laterales, 45 por lado.

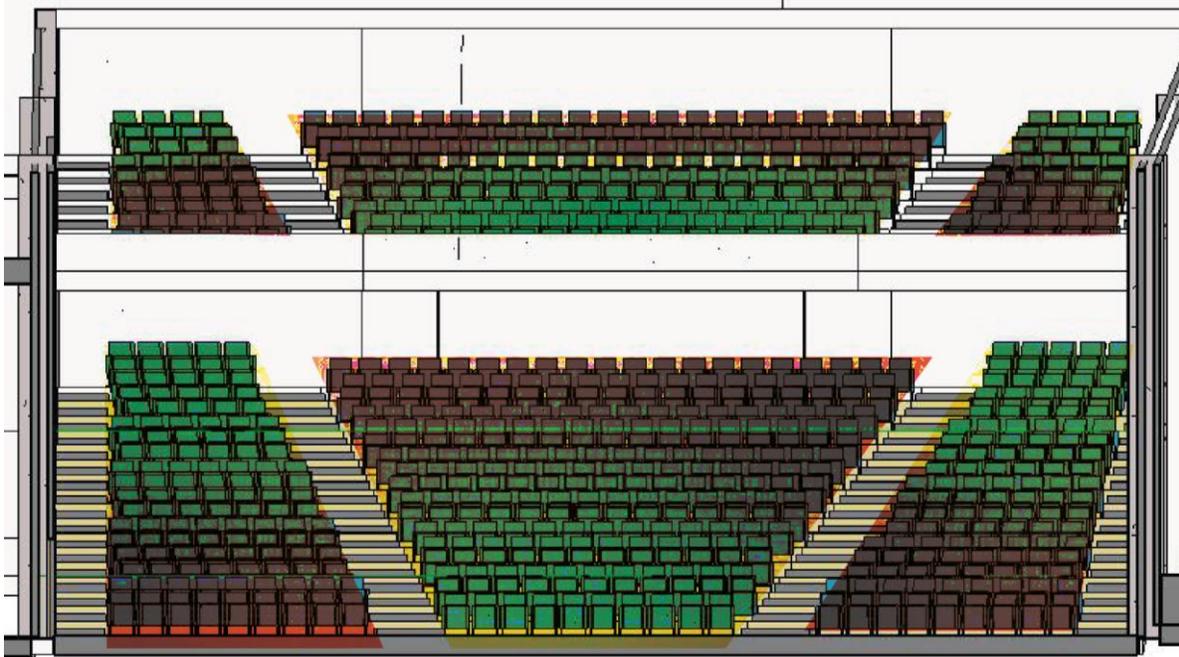
De esta forma se obtiene las 770 butacas requeridas para el diseño del auditorio, la distribución se encuentra organizada de forma coherente manteniendo los mínimos en normativa teniendo menos de 28 butacas en una fila con dos circulaciones laterales.

Configuración de balcones y palcos: En la forma del palco predomina una forma trapezoidal a este elemento lo continúan acoplándose las filas de las butacas en forma de llave abierta.

Esta forma de distribución apoya con la visibilidad del auditorio, además, de darle un diseño mas singular y de fácil acceso para los usuarios.



4.2. Analisis de la Capacidad y Densidad de Asientos



Capacidad total del auditorio: 770 butacas

Densidad de asientos por fila y por área para garantizar la visibilidad adecuada.

Densidad Alta ●

Densidad Baja ●

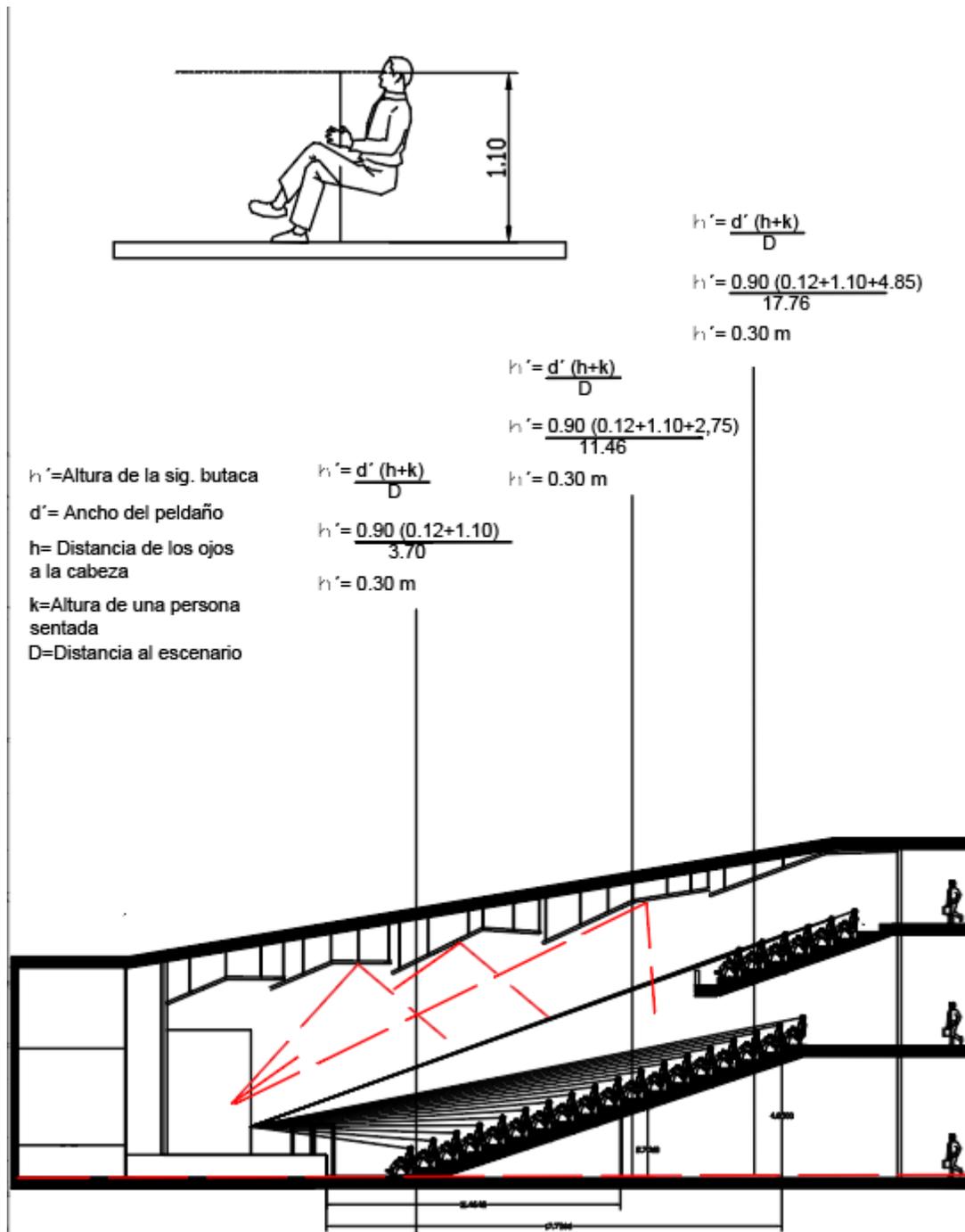
La densidad de butacas en la primera planta por fila se encuentra equilibrado en los diferentes bloques, teniendo la primera fila con 28 butacas y la fila decimo catorce con 30 butacas, el aumento de butacas por fila son 2, el punto intermedio teniendo 29 butacas.

La densidad de butacas en la segunda planta se encuentra de la misma forma equilibrada teniendo en la décimo quinta fila 30 butacas y en la fila vigésimo primero 30 butacas

La densidad de butacas se encuentra dentro de lo normativo teniendo menos de 28 butacas por fila y dos circulaciones, esto nos permitirá realizar modificaciones en caso de necesitarlas



4.3. Altura y diseño del escenario

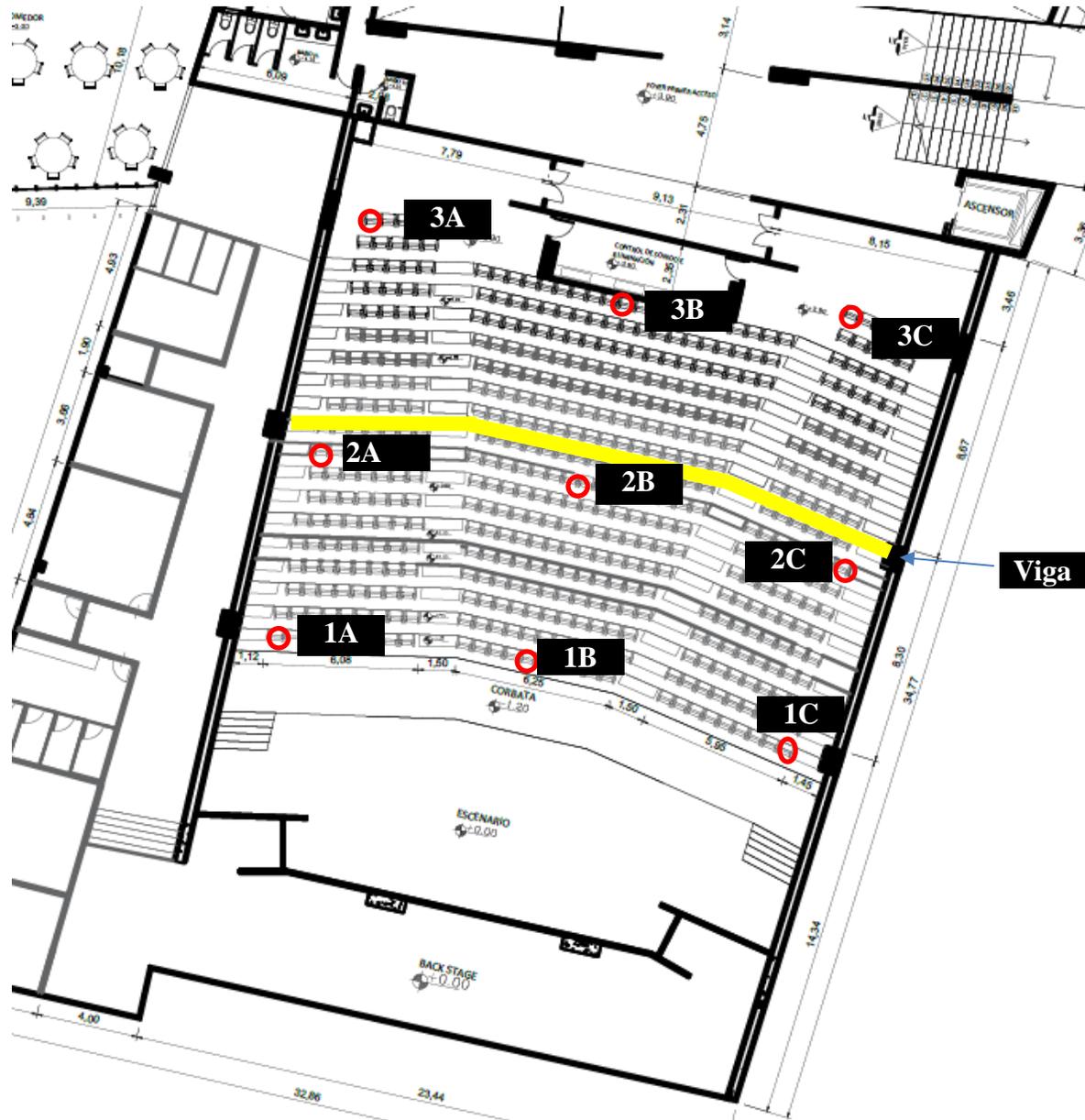


Dentro del diseño de las alturas de las butas se contempló el cálculo de la isoptica en el nivel 1, sin embargo el nivel 2 no cuenta con la curva de la isoptica, por lo cual se realizara cambios en sus respectivas alturas, tomando en cuenta la altura del observador de 1.10 m.



La altura del palco se encuentra a 1.20 m desde la primera fila de las butacas, el angulo de presentación es menor a 120° como lo indica lo normativo.

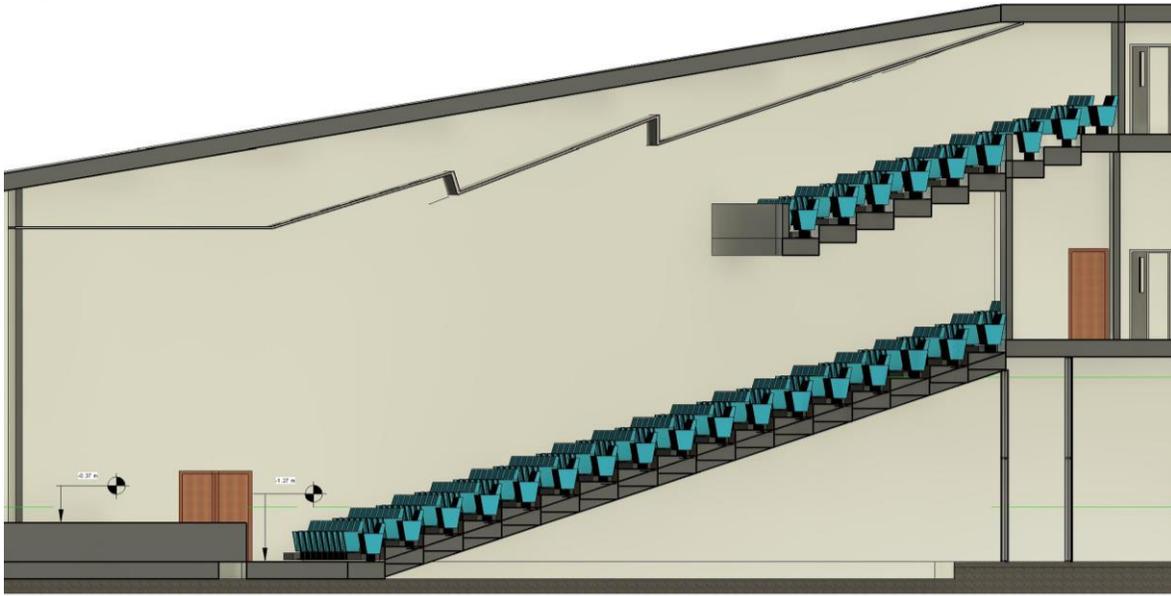
4.4. Analisis de Ubicación y Obstrucción Visuales



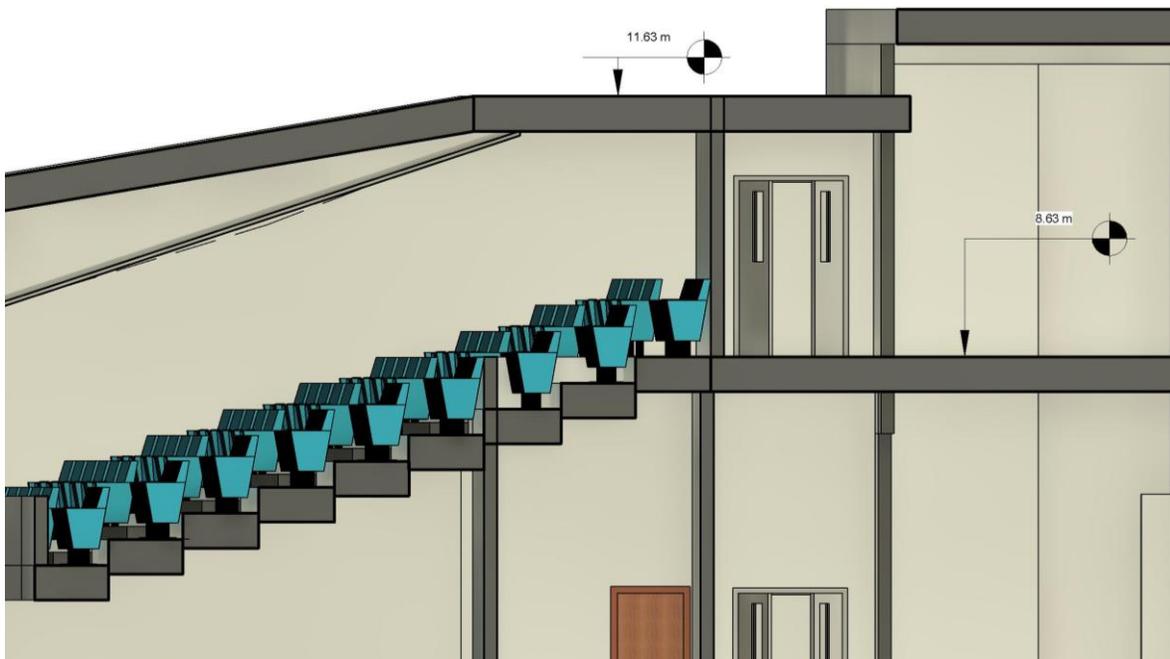
Se ubicó los puntos de análisis de acuerdo a la distribución de las butacas buscando los puntos más característicos que nos ayude a determinar la isoptica en general, se toma en total 12



puntos, 9 en la primera planta y 3 en la segunda planta, de esta forma ponemos en análisis la isoptica total del auditorio.



4.5. Identificación de columnas, vigas u otros elementos arquitectónicos que puedan afectar la visibilidad.



Dentro de las obstrucciones visuales no se encuentran elementos que puedan impedir la correcta isoptica de los espectadores, teniendo 0.90 la altura del escenario (altura recomendable para auditorios amplios).



Sin embargo existe un elemento que se debe ajustar, los cielos falsos, la altura de la cubierta impide la correcta visualización de las ultimas butacas del auditorio, siendo afectada la vidad de la visibilidad del usuario.

4.6.Simulaciones y Modelado BIM



GRAFICO 1 ISOPTICA PUNTO 1A

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

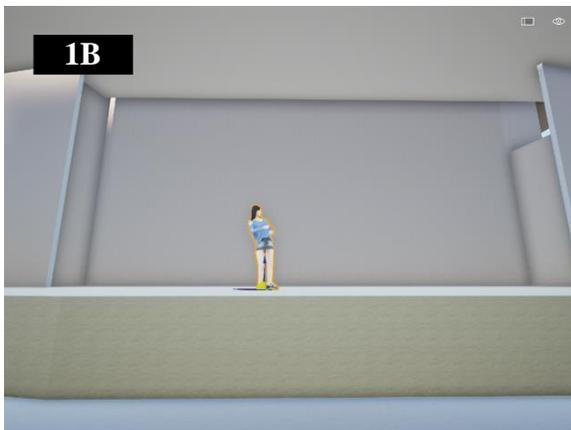


GRAFICO 2 ISOPTICA PUNTO 1B

- EXCELENTE UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD



GRAFICO 3 ISOPTICA PUNTO 1C

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD



2A

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 4 ISOPTICA PUNTO 2A



2B

- EXCELENTE UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 5 ISOPTICA PUNTO 2B



2C

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 6 ISOPTICA PUNTO 2C



3A

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 7 ISOPTICA PUNTO 3A



3B

- EXCELENTE UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 8 ISOPTICA PUNTO 3B

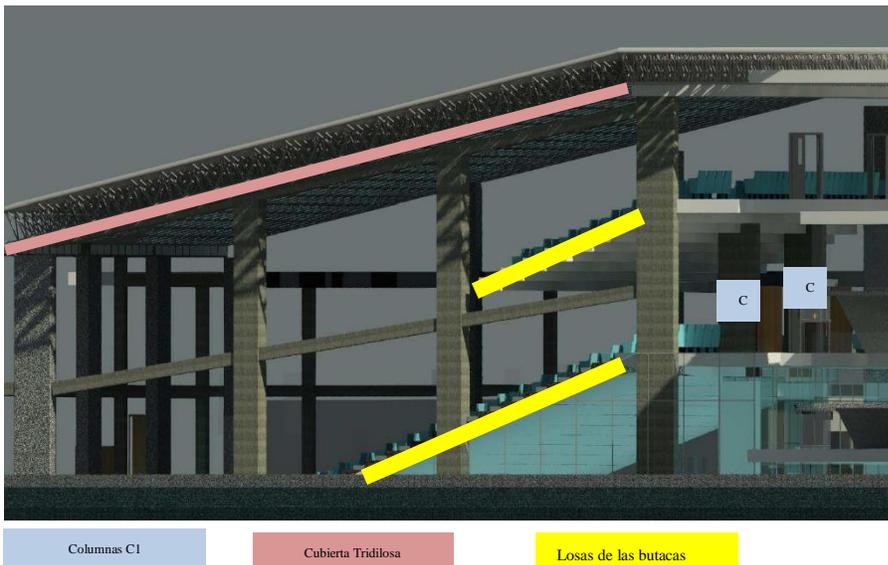


3C

- BUENA UBICACIÓN
- ISOPTICA CORRECTA
- SIN OBSTACULOS EN LA VISIBILIDAD

GRAFICO 9 ISOPTICA PUNTO 3C

4.7. ANALISIS ESTRUCTURAL



La parte estructural utiliza dos sistemas constructivos, para las áreas de las losas de las butacas se usa un sistema bidireccional de losa nervada, además dos columnas se cortan al llegar a la segunda losa de butacas, por lo cual la cubierta que tiene un sistema de malla espacial tiene soportes laterales y o en partes centrales, lo cual ayuda a no tener obstrucciones visuales.



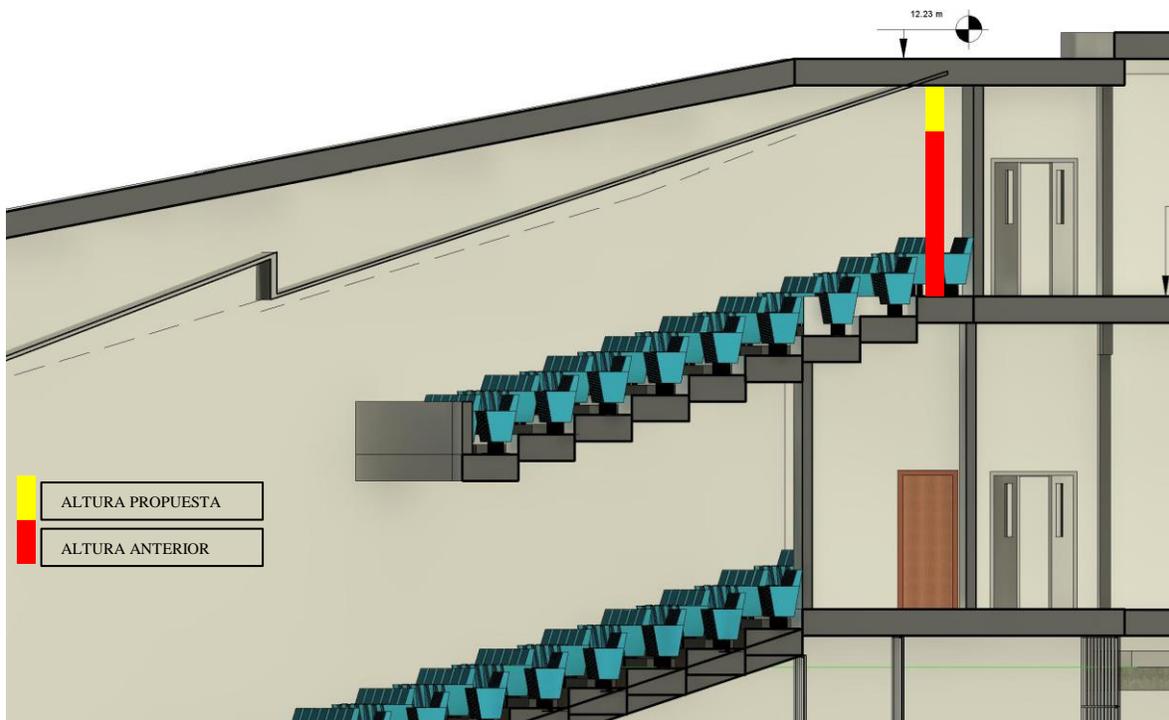
CAPITULO III

5. PROPUESTA

Una vez completado el diagnóstico de las obstrucciones visuales, se procede a la segunda fase del trabajo de investigación propuesto. Esta etapa se centra en el rediseño de puntos visuales y la eliminación de obstrucciones, con el objetivo de mejorar la visibilidad desde distintos ángulos, considerando la perspectiva isóptica.

5.1.Reubicación de Obstrucciones Visuales:

Una vez completado el diagnóstico de las obstrucciones visuales, se procede a la segunda fase del trabajo de investigación propuesto. Esta etapa se centra en el rediseño de puntos visuales y la eliminación de obstrucciones. El objetivo principal es mejorar la visibilidad desde distintos ángulos, considerando la perspectiva isóptica. Para lograr esto, se analizan y ajustan las estructuras y elementos que interfieren con las líneas de visión, asegurando que todos los puntos de vista relevantes ofrezcan una experiencia visual óptima. Este proceso implica tanto la reubicación de ciertos elementos como la modificación de alturas y distancias para garantizar una visualización clara y desobstruida.



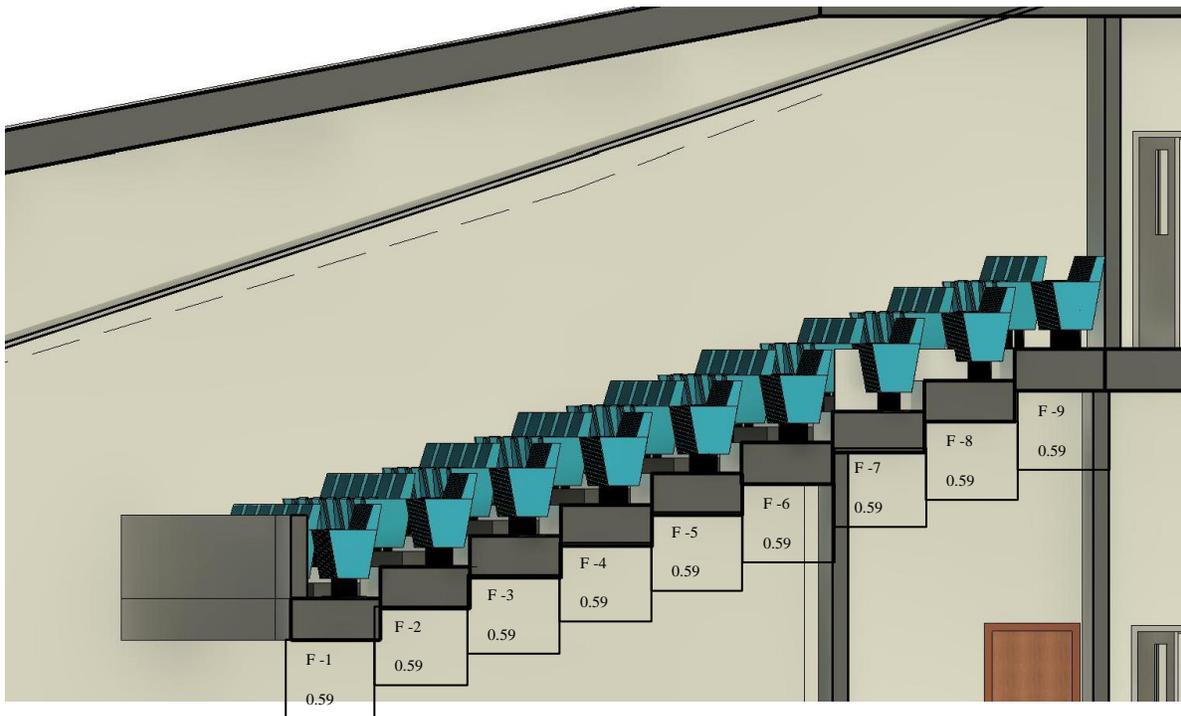


De acuerdo al análisis previo no se tenía obstrucciones, sin embargo, el cielo falso afectaba y generaba un ruido visual a los usuarios, por lo cual se ajustó de 2,60 a 3.20m este ajuste responde además, a la forma del equipamiento, evitando perjudicar a la claridad de los volúmenes del diseño.

5.2.Reubicación y calculo del segundo nivel del Auditorio

5.2.1 Cálculo de Isoptica

De acuerdo con el cálculo de la isoptica nos indica que en el segundo nivel del auditorio se debe tomar 59 centímetros de altura para cada fila de butaca, este elemento ayudara a generar la curva isoptica que se requiere para este tipo de proyectos, sin embargo esto afectara en el diseño y modelado del proyecto desde los foyeres de acceso hasta las circulaciones a este mismo.





$$\begin{aligned} & \text{F - 1} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+7.50)}{13.22} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 2} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+8.09)}{14.12} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 3} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+8.68)}{15.02} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 4} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+9.27)}{15.92} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 5} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+9.86)}{16.82} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 6} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+10.45)}{17.72} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 7} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+11.04)}{18.62} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 8} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+11.63)}{19.52} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{F - 9} \\ h' &= \frac{d(h+k)}{D} \\ h' &= \frac{0.90(0.12+1.10+12.22)}{20.42} \\ h' &= 0.59 \end{aligned}$$

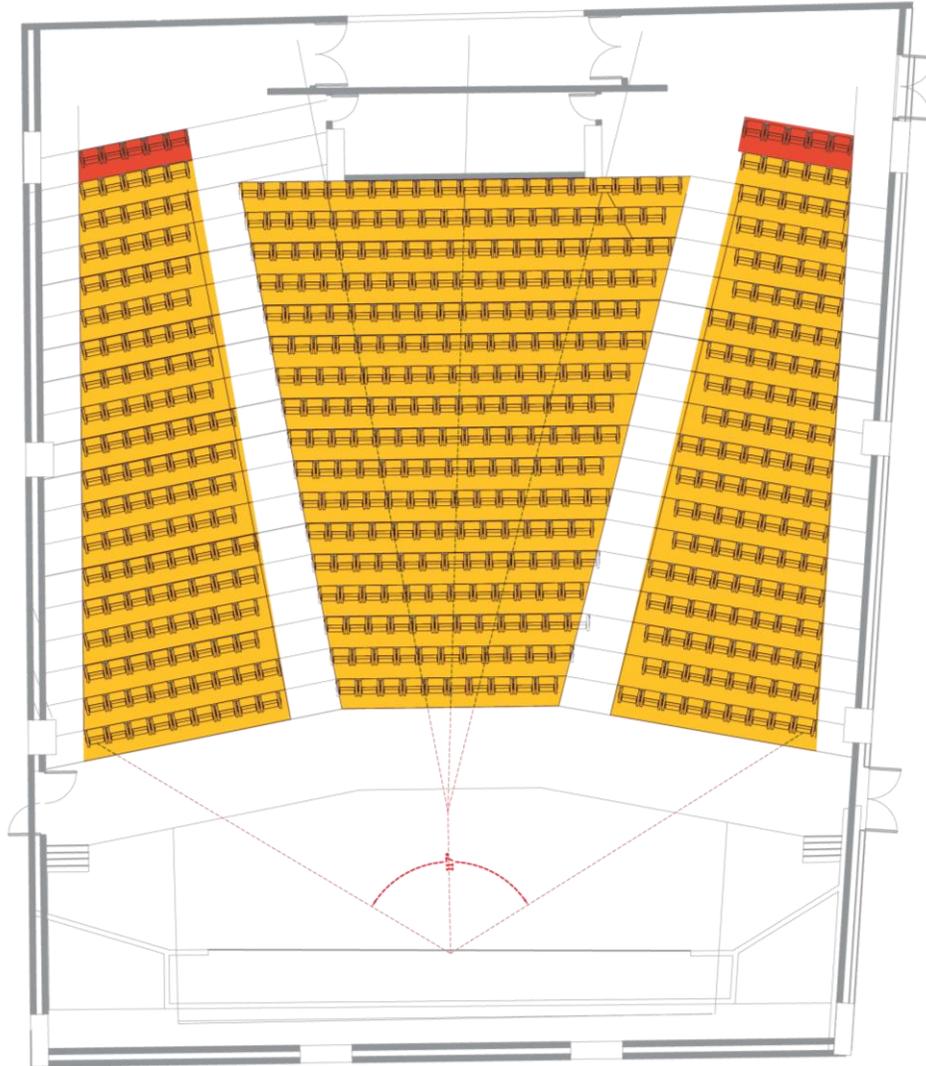
Realizado el calculo de isoptica para cada fila del proyecto se pudo constatar el incremento de altura de 30 cm a 59 cm, este aumento de altura afectara notablemente la forma y función del proyecto, teniendo que reorganizar las circulacionies, foyeres, y sus conecciones con los conectores verticales que se tienen en el diseño.

5.3.Reorganización de los asientos para mejorar la visibilidad desde todas las ubicaciones considerando la densidad de asientos por fila y por área.

De acuerdo con el análisis realizado, se ha identificado que en la primera planta, la visibilidad en la última fila de las butacas está obstaculizada por el usuario de la butaca anterior. Esta situación se debe a que las dos últimas filas están al mismo nivel, lo que impide una visión clara y sin interrupciones. Para corregir este problema, se propone elevar la última fila de butacas en 30 centímetros en comparación con la fila anterior. Esta modificación permitirá que los usuarios en la última fila tengan una mejor visibilidad, mejorando así la experiencia



general en el recinto y asegurando que todos los espectadores puedan disfrutar de una vista desobstruida del escenario o área de interés.

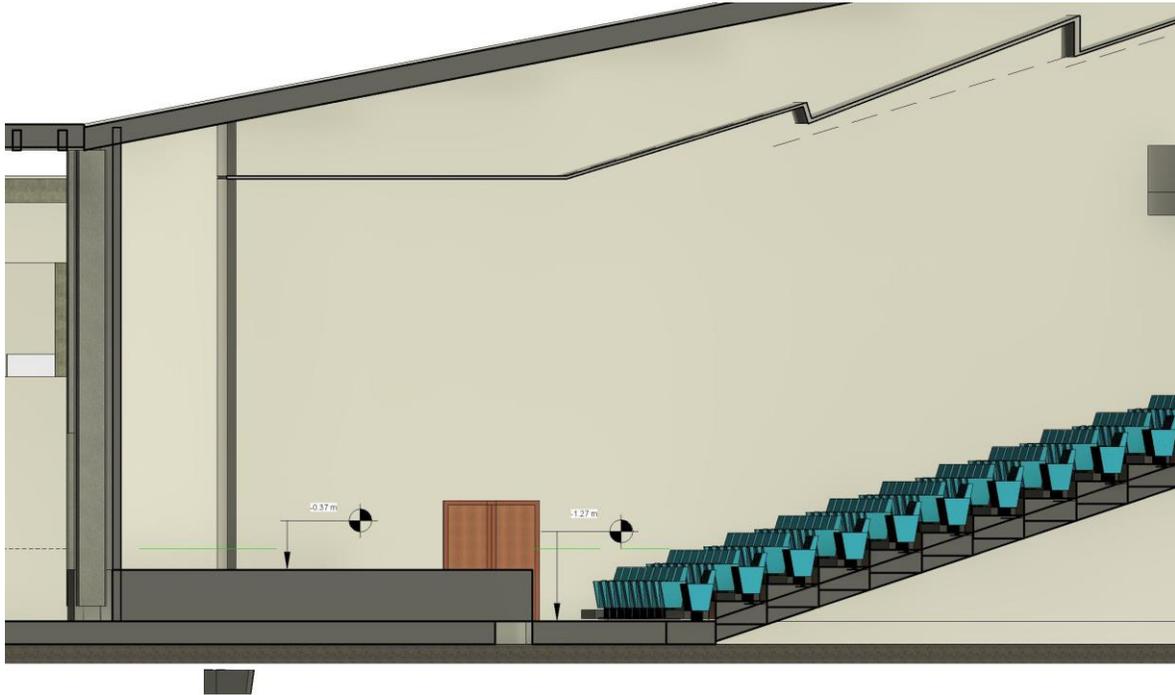


Dentro de la distribución de las butacas del primer nivel del auditorio se determinó en el capítulo anterior la falta de visibilidad de las últimas filas laterales, del mismo que solucionando y teniendo el cálculo se determina un aumento de 30 cm para que tenga una buena isoptica.



5.4. Ajustes en la altura, inclinación o configuración del escenario para garantizar una visión óptima desde todos los ángulos de visión.

Se mantendrá la forma del auditorio sin embargo se debe modificar la altura del escenario a 90 centímetros para no obstaculizar la visibilidad a la primera fila de las butacas.

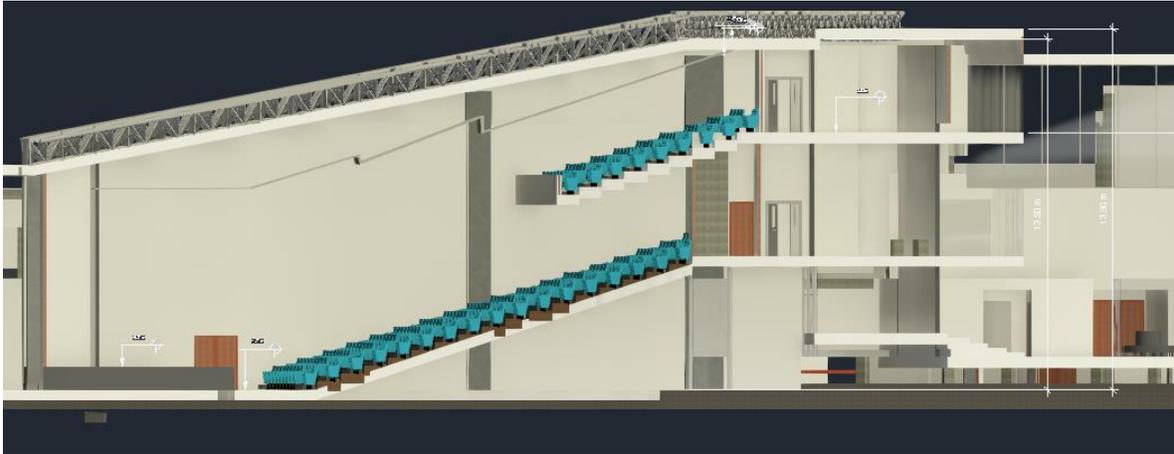


Después de realizar el análisis se llegó a la propuesta de mantener la altura de 0.90, estando dentro de lo normativo, además, no afecta a la visibilidad de los usuarios de la primera fila de las butacas, también mencionar que los distintos cálculos realizados en esta monografía, se tomó la altura de 90 cm como dato principal.

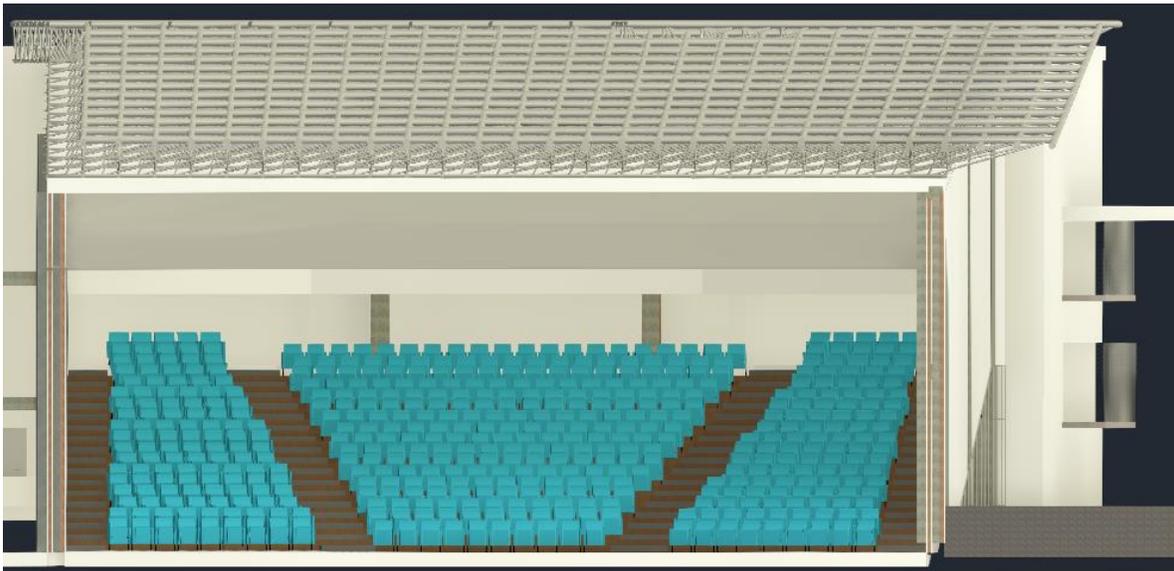


PLANOS Y CORTES.

CORTE LONGITUDINAL:

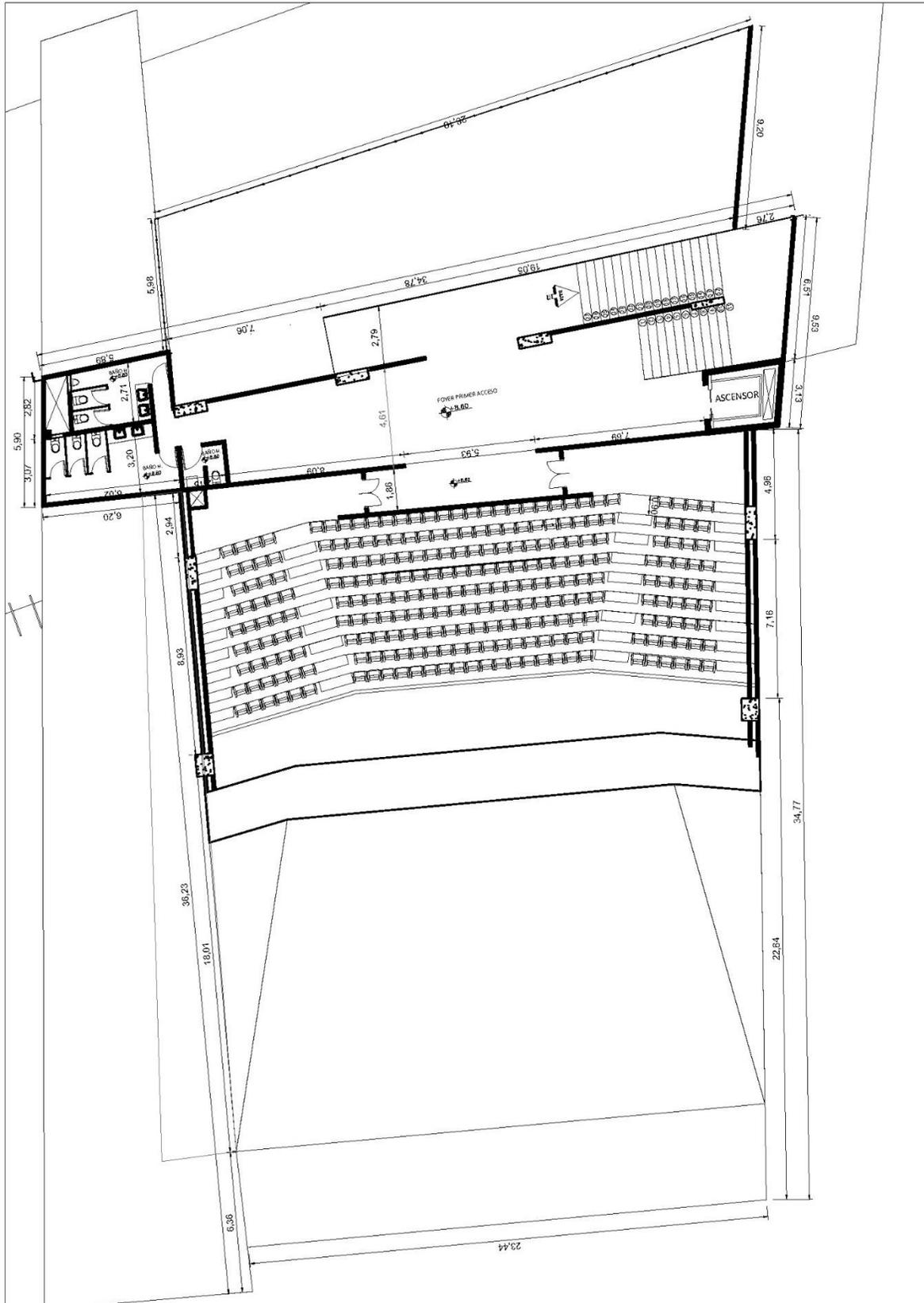


CORTE TRANSVERSAL:





PLANTA 2



BIBLIOGRAFIA

UNESCO. (s. f.). Historic City of Sucre. UNESCO World Heritage Centre.

<https://whc.unesco.org/en/list/566/>

Urzagaste, N. (2023). Funcionamiento Cultural de la ESFM

□ *¿Qué es la ISÓPTICA en el Diseño Arquitectónico?* (s. f.). Recuperado 18 de junio de

2024, de <https://arquinetpolis.com/arquitectura/que-es-la-isoptica/>

BIM en Bolivia: Estado de implementación de la metodología. (s. f.). Recuperado 17 de

junio de 2024, de <https://www.e-zigurat.com/es/blog/metodologia-bim-en-bolivia/>

¿Cómo se calcula la isóptica? (2021, octubre 28). ArchDaily México.

<https://www.archdaily.mx/mx/970851/como-se-calcula-la-isoptica>

Mayorga, E. (2014). *CRITERIOS GENERALES DE ISOPTICA Y ACUSTICA PARA*

AUDITORIOS Y SALAS DE MUSICA.

Pedraza, L. G. (2014). *Manual de Estandares para la Intervención de Teatros.*