



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**INFORME FINAL
DEL TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

Título:

**ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS DEL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE SIUNA, REGIÓN
AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NORTE (RACCN, NICARAGUA)**

Autores:

**Br. Adriana Isabel Picado Taleno
Br. Tadeo Ricardo Argeñal Olivas**

Tutor:

Arq. Benjamín Rosales Rivera

Managua, Nicaragua
Agosto del 2020

CARTA DE VALORACIÓN DEL TUTOR

Managua, 30 de julio del 2020

Arq. Luis Chávez Quintero

DECANO

Facultad de Arquitectura (FARQ)

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Su despacho

Estimado Arq. Chávez:

Reciba cordiales saludos, en espera que sus labores se desarrollen con éxito.

En mi calidad de tutor, le remito mi valoración final sobre el trabajo monográfico para optar al título de Arquitecto desarrollado por los Bres. **Adriana Isabel Picado Taleno** y **Tadeo Ricardo Argeñal Olivas**, titulado: **“Anteproyecto Arquitectónico de las Instalaciones Físicas del Aeródromo de la ciudad de Siuna, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN, Nicaragua)”**.

Considero que los autores, en medio de un contexto mundial sumamente complejo caracterizado por una pandemia que ha afectado el desarrollo normal de todas las actividades en Nicaragua lograron realizar una propuesta a nivel de anteproyecto arquitectónico que responde a la necesidad planteada por la Alcaldía municipal de Siuna, de contar con una propuesta de diseño de un nuevo aeródromo para esta región, en sustitución de la actual instalación aeroportuaria que ya no cumple con las exigencias técnicas para este tipo de equipamientos.

En mi opinión, los sustentantes tienen el mérito de haber enfrentado adecuadamente las limitaciones metodológicas existentes en Nicaragua respecto a los criterios específicos relacionados al diseño de equipamientos especializados de este tipo, asumiendo un nivel de compromiso profesional respecto de esta carencia, lo que se reflejó en el desarrollo de su trabajo monográfico.

Con base en lo mencionado, destaco los siguientes resultados alcanzados:

- Verificación en el sitio de las condiciones actuales del aeródromo de Siuna, lo que les permitió identificar una serie de deficiencias en el funcionamiento de esta instalación, ya que el crecimiento físico de esta ciudad lo ha alcanzado y generado incompatibilidades de usos de suelo, problemas de seguridad para los habitantes del sector y para los usuarios del servicio aeroportuario, entre otras problemáticas, que lo incapacitan para seguir prestando sus servicios a la población local.
- Validación técnica del sitio de emplazamiento del nuevo aeródromo, propuesto por la Alcaldía de Siuna, determinando las potencialidades y limitaciones físico-naturales que posee, a fin de identificarlas como condicionantes de diseño arquitectónico para la nueva instalación.

- Inferencia de criterios de diseño para la conformación del aeródromo, en función del estudio de modelos análogos nacionales e internacionales, revisión de la literatura especializada y la revisión de normas y reglamentaciones, entre otras fuentes.
- Desarrollo de la propuesta arquitectónica del nuevo aeródromo, a nivel de anteproyecto, la cual se basó en la definición de un concepto interesante que retoma referentes de la naturaleza, la práctica milenaria del origami y las formas geométricas poco convencionales de las superficies de doble curvatura, correspondientes a los paraboloides hiperbólicos.
- Aporte de una memoria descriptiva-explicativa del proceso de diseño y una memoria gráfica conformada por un set de planos a nivel de anteproyecto. Esta información escrita y gráfica le facilitará a las autoridades municipales gestionar los recursos para proceder con el desarrollo de los planos constructivos y definitivos, y posteriormente con la materialización de esta propuesta.

Como planteamiento final, considero que los Bres. Adriana Isabel Picado Taleno y Tadeo Ricardo Argeñal Olivas, se esforzaron por aplicar los conocimientos obtenidos en el Plan de Estudios desarrollado en la Carrera de Arquitectura de la Universidad Nacional de Ingeniería, ajustándose a la definición de un tema que les permitió emplear sus conocimientos, habilidades y actitudes en aquellos aspectos que son propios de su profesión. El producto obtenido, que como todo trabajo profesional es perfectible, reúne los méritos suficientes para ser expuesto y defendido por sus autores.

Sin más que agregar, doy por concluida la monografía y recomiendo que se someta en el menor tiempo posible a su presentación y defensa.

Agradeciendo desde ya la atención a la presente, y deseándole éxito en sus gestiones a cargo de la FARQ, me suscribo de Ud. con las muestras más altas de mi estima y consideración

Atte.

Arq. Benjamín Rosales Rivera

TUTOR

CARTAS DE EGRESADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

SECRETARÍA ACADÉMICA

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE ARQUITECTURA** hace constar que:

ARGEÑAL OLIVAS TADEO RICARDO

Carne: **2011-37252** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de agosto del año dos mil diecinueve.

Atentamente,

Arq. Ingrid María Castiella
Secretario de Facultad



Edificio Facultad de Arquitectura, 3^{er} piso
Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB, sede central UNI
Avenida Universitaria, Managua, Nicaragua. Tel +505 22781467 | Apdo. 5595 | www.farq.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 09-ago.-2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
SECRETARÍA DE FACULTAD



F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE ARQUITECTURA** hace constar que:

PICADO TALENO ADRIANA ISABEL

Carne: **2013-61483** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y uno días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Arq. Erick Alejandro Morales Sanchez
Secretario de Facultad

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 21-dic-2018

CARTA APROBACIÓN DE PROTOCOLO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANATURA

Managua, miércoles 24 de abril del 2019.

Br. Adriana Isabel Picado Taleno
Br. Tadeo Ricardo Argeñal Olivas

Sus manos. -

Estimados Bachilleres:

Por los deberes y obligaciones que me confiere la Ley N° 89 de Autonomía Universitaria, les notifico que su tema monográfico titulado "**Anteproyecto Arquitectónico de las Instalaciones Físicas del Aeropuerto de la Ciudad de Siuna, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN, Nicaragua)**" ha sido aprobado.

También se aprueba como tutor al **Arq. Benjamín Rosales**.

Se hace recordatorio de lo siguiente:

Arto. 53: El estudiante que opte por el inciso a) o b) del Arto. 52 dispondrá para hacer la defensa, de un tiempo máximo de un año, a partir de la fecha de aprobación del Decano **(25/04/19-25/04/2020)**.

Reglamento de régimen Académico, Título V.

Deseándoles éxitos en esta tarea, me despido de ustedes.

Atentamente,

Arq. Luis Alberto Chávez Quintero
Decano
Facultad de Arquitectura
FARQ-UNI

Arq. Benjamín Rosales. - Tutor
Archivo.-

Edificio Facultad de Arquitectura, 3° piso
Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB, sede central UNI
Avenida Universitaria, Managua, Nicaragua. Tel.: 505 22681467. Fax: 505 22681467. E-mail: farq@uni.edu.ni

DEDICATORIA

A mis padres principalmente, quienes con su amor y esfuerzo me han permitido culminar mis estudios. A mi hermana Massiel, por su apoyo y cariño.

A mi familia, por estar siempre presente en sus oraciones y el apoyo brindado.

A mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito. Especialmente a Vanessa, por extender su mano en momentos difíciles y por el cariño brindado en todos nuestros años de amistad.

Adriana Picado.

A mi madre que me apoyó en todo momento, Grethel Nuñez mi mejor amiga, Danny Ortiz, Fabián Lopez, grandes personas.

Tadeo Argeñal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme, ser el apoyo y la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: **Armando y Adriana**, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

De igual manera mi agradecimiento a mis docentes de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Nacional de Ingeniería, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al Arquitecto Benjamín Rosales, tutor de tesis quien ha guiado con su paciencia y rectitud como docente.

Adriana Picado.

Quiero dedicarle este trabajo a mi madre Amalia Olivas y amigos, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

Tadeo Argeñal.

ÍNDICE GENERAL

CARTA DE VALORACIÓN DEL TUTOR	3	3.1.4. Agua potable.....	25
CARTAS DE EGRESADOS	4	3.1.5. Aguas Residuales	25
DEDICATORIA	6	3.1.6. Electricidad.....	26
AGRADECIMIENTOS.....	6	3.1.7. Recolección de desechos sólidos	26
ÍNDICE GENERAL	7	3.1.8. Telecomunicaciones	26
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8	3.1.9. Descripción del aeródromo	26
ÍNDICE DE TABLAS	8	3.1.10. Inferencias del estudio del entorno del aeródromo actual	27
ÍNDICE DE FOTOS.....	8	3.2. Estudio del entorno del sitio para el nuevo aeródromo	27
CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES.....	9	3.2.1. Ubicación	27
1.1. Introducción.....	9	3.2.2. Tamaño, Forma y Topografía	27
1.2. Antecedentes del Problema	10	3.2.3. Accesibilidad al sitio.....	27
1.2.1. Antecedentes históricos	10	3.2.4. Predominio de Vientos en el sector.....	27
1.2.2. Antecedentes Académicos	11	3.2.5. Aspectos climáticos.....	30
1.3. Justificación.....	11	3.2.6. Agua potable.....	30
1.4. Planteamiento del problema	11	3.2.7. Electricidad.....	30
1.5. Objetivos	11	3.2.8. Drenaje sanitario	30
1.5.1. Objetivo General	11	3.2.9. Telecomunicaciones	30
1.5.2. Objetivos Específicos	11	3.2.10. Análisis del Paisaje	30
1.6. Marco Teórico.....	12	3.2.11. Inferencias del estudio de entorno del sitio para el nuevo aeródromo	30
1.6.1. Definiciones generales relacionadas con las instalaciones de transporte aéreo.....	12	3.2.12. Matriz normativa para el nuevo aeródromo	31
1.6.2. Tipos de instalaciones aeroportuarias	12	3.2. Resumen del Capítulo	33
1.6.3. Uso de los aeródromos.....	12	CAPITULO 4: CRITERIOS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA EL AERÓDROMO	34
1.6.4. Organización y Características del aeródromo.....	13	4.1. Estudio de Modelos Análogos	34
1.6.5. Aspectos a tomar en cuenta para el diseño de un aeródromo.....	13	4.1.1. Consideración para la selección de los modelos análogos.....	34
1.6.6. Descripción y áreas del edificio terminal de pasajeros del aeródromo.....	14	4.1.2. Estudio del Modelo Análogo No.1: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma (Costa Rica).....	34
1.6.7. Clasificación de edificios de terminal aérea	14	4.1.3. Estudio del Modelo Análogo No.2: Aeropuerto Seymour (ecológico) de Galápagos	35
1.6.8. Aviación en Nicaragua	14	4.1.4. Estudio del Modelo Análogo No.3: Anteproyecto Aeropuerto de Corn Island (Nicaragua).....	38
1.7. Diseño Metodológico	15	4.1.5. Estudio del Modelo Análogo No.4: Aeropuerto Internacional de Carrasco (Uruguay)	39
1.7.1. Etapas del proceso para realizar el anteproyecto	16	4.1.6. Inferencia de Criterios en función del Estudio de los modelos análogos.....	40
1.7.2. Cuadro de Certitud Metódica.....	16	4.2. Revisión de documentación especializada con énfasis en aspectos normativos de aeródromos	43
CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA TERRITORIAL DE SIUNA.....	17	4.3. Resumen del Capítulo	45
2.1. Marco de Referencia Municipal.....	17	CAPITULO 5: PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL AERÓDROMO	46
2.1.1. Ubicación Geográfica de Siuna	17	5.1. Memoria Descriptiva-Explicativa.....	46
2.1.2. Reseña Histórica de Siuna.....	18	5.1.1. Concepto de Diseño.....	46
2.1.3. Aspectos Físico-Naturales ⁴	19	5.1.2. Programa Arquitectónico	47
2.1.4. División Política	20	5.1.3. Propuesta Formal-Compositiva	52
2.1.5. Infraestructura, equipamiento y servicios.....	20	5.1.4. Propuesta Funcional.....	54
2.1.6. Aspectos Socio-Económicos	21	5.1.5. Propuesta Estructural-Constructiva	56
2.2. Marco de Referencia Urbano.....	22	5.2. Memoria Gráfica (Set de planos del anteproyecto).....	58
2.2.1. Estructura Urbana	22	5.2.1. Planos del Conjunto arquitectónico	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2. Uso de Suelo.....	22	5.2.2. Planos del Edificio de la Terminal de Pasajeros	58
2.2.3. Vialidad y Transporte	22	5.2.3. Planos del Hangar	58
2.2.4. Imagen Urbana.....	23	5.2.4. Planos de la Estación de Bomberos.....	58
2.2.5. Arquitectura	23	5.2.5. Plano de la Torre de Control	58
2.3. Resumen del Capítulo.....	24	5.2.6. Planos de Alojamiento.....	58
CAPITULO 3: ESTUDIOS DEL ENTORNO DEL AERÓDROMO Y DEL SITIO PARA EL NUEVO EMPLAZAMIENTO	25	5.2.7. Plano de detalles constructivos.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Estudio del entorno del aeródromo actual	25	5.2.8. Planos de instalaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1. Ubicación.....	25	5.3. Resumen del Capítulo	85
3.1.2. Tamaño, Forma y Topografía.....	25	CAPITULO 6: ASPECTOS FINALES	86
3.1.3. Accesibilidad al sitio	25	6.1. Conclusiones	86
		6.2. Recomendaciones	86
		6.3. Bibliografía	87
		6.4. Anexos	¡Error! Marcador no definido.
		6.4.1. Anexo No.1: Concepto y evolución de la forma	¡Error! Marcador no definido.

6.4.2.	Anexo No.2: Elementos de la composición de la forma	¡Error! Marcador no definido.
6.4.3.	Anexo No.3: Plano de detalles constructivos	¡Error! Marcador no definido.

Tabla No.6: Cantidad de pasajeros que viajan a Siuna	47
Tabla No.7: Cálculo de áreas en las zonas del aeródromo	47
Tabla No.8: Programa Arquitectónico del nuevo Aeródromo de Siuna	50
Tabla No.9: Distribución de áreas y % por Zonas del nuevo aeródromo	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.1: Ruta Managua - Siuna	9
Gráfico No.2: Frecuencia de vuelos Managua-Siuna realizada por la empresa La Costeña	10
Gráfico No.3: Esquema gráfico del método de diseño de la Caja de cristal	16
Gráfico No.4: Macro y microlocalización de Siuna en Nicaragua	18
Gráfico No.5: Ubicación del actual Aeródromo de Siuna	25
Gráfico No.6: Acceso al Aeródromo de Siuna/usos colindantes	25
Gráfico No.8: Vista aérea del sitio nuevo de emplazamiento de del nuevo aeródromo de Siuna	28
Gráfico No.8: Localización del nuevo sitio de emplazamiento del nuevo aeródromo propuesto para Siuna	28
Gráfico No.11: Sección Transversal del terreno para el nuevo aeródromo	28
Gráfico No.11: Topografía del terreno para el nuevo aeródromo (ArcGIS y Curvas de nivel)	28
Gráfico No.11: Sección Longitudinal del terreno para el nuevo aeródromo	28
Gráfico No.12: Carta bioclimática de Olgyay aplicada al sitio	29
Gráfico No.13: Carta bioclimática de Givoni aplicada al sitio	29
Gráfico No.14: Resumen de estrategias bioclimáticas en el sitio	30
Gráfico No.15: Conjunto del Aeropuerto Seymour de Galápagos	36
Gráfico No.16: Aeropuerto Seymour (ecológico) de Galápagos	37
Gráfico No.17: Localización del aeródromo de Corn Island	38
Gráfico 18: Vista principal del aeródromo de Corn Island	38
Gráfico No.20: Perspectiva nocturna del aeródromo de Corn Island	38
Gráfico No.20: Vista posterior del aeródromo de Corn Island	38
Gráfico 22: La orquídea como elemento generador del concepto del aeródromo	46
Gráfico 22: Aplicación de la técnica de origami	46
Gráfico 23: Paraboloides hiperbólico	46
Gráfico No. 24: Forma resultante de la intersección de dos paraboloides hiperbólicos	47
Gráfico No.25: Distribución de áreas y % por Zonas del nuevo aeródromo	52
Gráfico No.29: Contraste de texturas entre los diferentes edificios del conjunto	53
Gráfico No.27: Ritmo simple	53
Gráfico No.27: Equilibrio simétrico	53
Gráfico No.29: Unidad de las partes con el todo	53
Gráfico No.28: Contraste de texturas	53
Gráfico No.30: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	53
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto	54
Gráfico No.38: Elementos exteriores del conjunto arquitectónico propuesto	56
Gráfico No.39: perfiles metálicos de sección circular	57
Gráfico No.39: Paraboloides hiperbólico	57
Gráfico No.39: Paraboloides hiperbólico	57
Gráfico No.42: Planta libre de obstáculos generada por los paraboloides hiperbólicos	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico No.44: Ejemplo de cimentación de grandes dimensiones en Aeropuerto A.C. Sandino	57
Gráfico No.44: Cimentación de grandes dimensiones para las estructuras tubulares Fuente: Elaboración propia	57
Gráfico No.45: Hangar de estructura metálica	57

ÍNDICE DE FOTOS

Foto No.1: Situación actual de la pista de aterrizaje del aeródromo de Siuna donde se aprecia las condiciones de la pista y las edificaciones colindantes	9
Foto No.2: Campo de Golf en Siuna (1955)	18
Foto No.3: Vista del campo de golf	18
Foto No.4: Presa del Mistruz o Salto YeYe, donde operó la Planta hidroeléctrica	18
Foto No.5: Un avión c4, en el Aeropuerto de Siuna en el año 1959	18
Foto No.6: Vista aérea del casco urbano de Siuna, donde se aprecia la concentración urbana	22
Foto No.7: Situación actual de las carreteras de las comunidades	22
Foto No.8: Calle principal del casco urbano de Siuna	23
Fotos No.10, 11, 12 y 13: Hitos relevantes: iglesias Morava y Virgen de Fátima, Parque municipal, Estadio de béisbol	23
Fotos No.13: Hito natural relevante existente en el entorno urbano local: la laguna de Siuna	23
Fotos No.14, 15, 16 y 17: Nodos relevantes como puntos de concentración masiva de personas en Siuna	24
Foto No.18: Vista noreste de la pista aérea	26
Foto No.19: Vía secundaria contigua a la pista de aterrizaje	26
Fotos No.20, 21, 22 y 23: Imágenes variadas del sector del aeródromo	26
Foto No.24: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma	34
Foto No.25: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma	35
Foto No.26: Conjunto del Aeropuerto Seymour de Galápagos	36
Foto No.28: Vista de la cubierta del Aeropuerto Seymour de Galápagos	36
Foto No.28: Vista Aeropuerto Seymour de Galápagos	36
Foto No.30: Sistema Constructivo Avanzado Emmedue del Aeropuerto Seymour	37
Foto No.30: Sistema constructivo de perfilera de acero del Aeropuerto Seymour	37
Foto No.31: Perfil aerodinámico de la elevación lateral. del aeródromo de Corn Island	38
Foto No.32: Plano de conjunto del aeródromo de Corn Island	39
Foto No.34: Vista exterior del aeropuerto de Carrasco	39
Foto No.34: Estructura metálica principal del aeropuerto de Carrasco	40
Foto No.33: Estructura metálica principal del aeropuerto de Carrasco	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1: Cuadro de Certitud Metódica	17
Tabla No.2: Ficha Técnica del Aeródromo de Siuna	26
Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo	31
Tabla No.4: Síntesis del Estudio de Modelos Análogos de Aeródromos	41
Tabla No.5: Síntesis de documentación especializada con énfasis en aspectos normativos	44

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

La ruta de Managua al Triángulo Minero –integrado por los municipios de Siuna, Rosita y Bonanza, ubicados en las áreas protegidas de la Reserva Biosfera de Bosawás (INTUR, 2017)–, emplazado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), fue conocida debido a la popularidad que surgió con la fiebre del oro experimentada en este territorio en los años cincuenta y sesenta. En el municipio de Siuna para estas fechas se desarrollaba en todo su esplendor la actividad minera, la cual necesariamente debía estar en constante comunicación con la ciudad capital. Actualmente sólo quedan vestigios de este tránsito, sin embargo, aún la comunicación con Managua sigue vigente.

Siuna colinda con las municipalidades de Rosita y Bonanza, y representa un acceso directo a una de las mayores riquezas naturales del país, correspondiente a la Reserva de Biósfera Bosawás. Las relaciones entre Managua y Siuna han variado con el tiempo, pero en la actualidad las personas transitan la ruta (ver gráfico No.1) principalmente por razones de comercio y, en menor grado, con intenciones de explorar los atributos naturales y los vestigios culturales. En relación con esto último, el turismo en el sitio y su entorno tienen potencial, pero aún no ha sido aprovechado al máximo.

Cabe destacar que desde Managua se puede acceder a Siuna a través de las vías terrestre y aérea. Pese a las mejoras, la primera vía presenta problemas en cuanto al tiempo que tarda un bus en recorrer la ruta (ocho horas aproximadamente). En el caso de la vía aérea, si bien es un indicio de que la comunidad de la zona cuenta con recursos económicos para procurarse mejores soluciones a sus necesidades, el servicio de aerotransporte es bastante improvisado y las instalaciones en donde se presta no cumplen con los requerimientos técnicos, tecnológicos, formales y funcionales necesarios para este tipo de equipamientos.

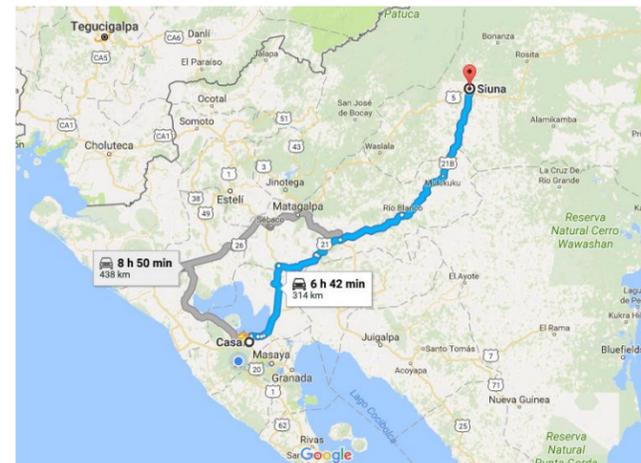


Gráfico No.1: Ruta Managua - Siuna
Fuente: Google maps.

La pista del aeródromo existente en Siuna donde despegan y aterrizan las aeronaves provenientes de la capital se encuentra en mal estado y carente de la infraestructura necesaria para prestar un servicio eficiente y de calidad, lo que implica inconvenientes para realizar las

gestiones que se desarrollan en este aeródromo y, más importante aún, no se garantiza la seguridad para las personas que visitan estas instalaciones o que utilizan el servicio de transporte aéreo (ver foto No.1).

La Alcaldía municipal de Siuna es la administradora de este aeródromo y facilita la prestación del servicio de transporte aéreo por la empresa privada La Costeña, pero está consciente de la imposibilidad de mantener en funcionamiento al aeródromo en las condiciones actuales, por lo que se requiere de una nueva instalación aeroportuaria, emplazada en otro lugar del territorio, que asegure el funcionamiento sostenible de este equipamiento.



Foto No.1: Situación actual de la pista de aterrizaje del aeródromo de Siuna donde se aprecia las condiciones de la pista y las edificaciones colindantes.

Fuente: <https://nicaragua-travel-guide.com/.../region-autonoma-atlantico-norte-siuna-nicaragua>

De acuerdo a lo anterior, se ha realizado la presente propuesta con la que se procura aportar a la búsqueda de soluciones a esta problemática, consistente en el desarrollo del anteproyecto arquitectónico de las instalaciones físicas del nuevo aeródromo de Siuna, partiendo de la validación técnica de un nuevo sitio propuesto por la Alcaldía municipal que cuenta con las características adecuadas para el emplazamiento aeroportuario. Esta acción contó con la asistencia de la Alcaldía municipal de Siuna que concuerda con la necesidad urgente de la reubicación estratégica del servicio aeroportuario, lo que se enmarca en los esfuerzos para asegurar los equipamientos necesarios para desarrollar el turismo local.

La propuesta se estructuró en los siguientes capítulos:

- Aspectos generales, donde se resumen los planteamientos iniciales e introductorios del trabajo monográfico (introducción, antecedentes, justificación, objetivos, marco teórico y diseño metodológico, entre otros aspectos)
- Características generales del contexto municipal y urbano donde se emplaza el proyecto.
- Revisión general del estado actual del aeródromo de Siuna y estudio del nuevo sitio seleccionado para el emplazamiento de la nueva instalación aeroportuaria.

- Criterios y concepto para el diseño arquitectónico del edificio de la terminal, la pista de aterrizaje, torre de control, hangar, hospedaje y las obras complementarias del nuevo aeródromo.
- Propuesta de diseño arquitectónico a nivel de anteproyecto de las instalaciones físicas del nuevo aeródromo de la ciudad de Siuna, expresado a través de la memoria descriptiva-explicativa y la memoria gráfica del mismo.
- Aspectos finales, donde se infieren las conclusiones metodológicas del proceso y producto desarrollado, se proponen recomendaciones a los actores relevantes identificados y se establecen las referencias bibliográficas y los anexos del presente trabajo.

1.2. Antecedentes del Problema

1.2.1. Antecedentes históricos

En el siglo XIX el oro fue tan abundante en Siuna que se encontraban pedazos tan grandes como piezas del tamaño de un huevo. De esos tiempos de abundancia sólo quedan los recuerdos de los lugareños que llegaron hasta el Caribe Norte atraídos por las historias de triunfo que trascendían en todos los rincones de Nicaragua (Jastrzembski, 2016, p. 36). La abundancia atrajo a canadienses, estadounidenses, húngaros, chinos y a nacionales a este pequeño enclave de campamentos mineros. En estos primeros años, La *Luz Mines Limited*¹, compañía de origen Canadiense, construyó una infraestructura impresionante para mitigar las dificultades de operar una mina tan grande en un lugar tan remoto.

En 1941, la compañía también extendió la pista de aterrizaje en Siuna a 2,700 pies (823m) para acomodar el servicio aéreo regular. En ese momento no había ninguna carretera para llegar de Managua a Siuna, así que el servicio aéreo llegó a ser la conexión de transporte más importante. Por otro lado, en las primeras dos décadas de sus operaciones, La *Luz Mines Limited* transportó una cantidad impresionante de cargamento para esta región por avión. Del 1936 al 1956, 79,360 toneladas de cargamento llegaron a Siuna por avión con un coste medio de \$31.40 dólares por tonelada a través de una pista de aterrizaje pequeña que había sido ubicado previamente en el barrio Campo Viejo de Siuna: Este aeródromo, siendo limitado a aviones como trimotores de Ford y DC-3, fue reemplazado con una pista mucho más grande, capaz de caber aviones como el C-46. La nueva pista todavía está en uso hoy.

A raíz de complejidades socioeconómicas generadas por eventos políticos a nivel nacional y por el coste elevado del cobre en el mercado mundial, así como también por las fuertes lluvias que se experimentan en la zona y que hacen difícil el tránsito en este territorio, en 1968 *la Luz Mines*

Limited se retira de la extracción de oro del triángulo minero desligándose también del servicio de transporte aéreo (Jastrzembski, 2016, p. 37). Desde entonces el transporte aéreo en la zona se ha ido adaptando a las necesidades de la población, ya que actualmente ya no se hacen exportaciones de materia prima, sino que ahora los Siuneños hacen uso de este servicio para viajar con mayor rapidez hacia la capital y viceversa. Sin embargo, el sistema sigue funcionando de forma improvisada y esto se percibe como una limitante que impide satisfacer estándares internacionales de seguridad y confort para este tipo de servicio.

A pesar del Estatuto de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe de Nicaragua con sus reformas incorporadas (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2016), este territorio ha estado sometido a un aislamiento respecto al resto del país, debido a un rezago histórico que hoy se manifiesta en la carencia de inversiones sociales y productivas, en la ausencia de infraestructura de transporte y desarticulación de la actividad productiva regional, entre otras situaciones.

La Costa Caribe con su diversidad étnica y profunda riqueza cultural ocupa aproximadamente el 46% del territorio nacional, y representa un alto potencial de explotación de hidrocarburos, y de desarrollo turístico que hasta el momento no ha sido aprovechado. A pesar de su indudable riqueza natural, humana e histórica la población local en general no goza de condiciones de vida dignas, debido que debe a que el territorio aún no ha podido desarrollarse económicamente.

De forma particular, el municipio de Siuna posee atractivos turísticos que no han sido explotados correctamente, por lo que es necesaria la implementación de líneas estratégicas para un desarrollo turístico sostenible, que incluya acciones, proyectos y programas que fortalezcan este rubro. En este marco se inscribe el aporte pertinente que representa la propuesta del aeropuerto de Siuna.

El servicio de transporte aéreo lo brinda actualmente la compañía “La Costeña”, perteneciente a la aerolínea regional Avianca Nicaragua, la cual realiza en la actualidad un vuelo por día (ver gráfico No.2). Los encargados del servicio mencionan que antes de los incidentes sociopolíticos experimentados en el territorio nacional a partir del mes de abril del año 2018, se hacían hasta tres vuelos por día. Afirman, además, que la prestación de este servicio está respaldado por el ejército desde el 2015 quien colabora para mantener la seguridad en cada aterrizaje.

De Aeródromo de Siuna (SIU)				
Vuelo	Destino	Salida	Llegada	Días de Vuelo
111	Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua (MGA)	10:00AM	11:30AM	Vi ✈

Gráfico No.2: Frecuencia de vuelos Managua-Siuna realizada por la empresa La Costeña.
Fuente: <https://lacostena.online.com.ni/Booking/FlightSchedule>

¹ Compañía minera de origen canadiense, especialista en extracción y procesamiento de minerales.

1.2.2. Antecedentes Académicos

Dentro de la revisión de la literatura, se identificaron pocos trabajos académicos realizados sobre el diseño de aeródromos en Nicaragua, dentro de los que destacan:

- En 2010 Ana Christian Basset, estudiante de la Facultad de Arquitectura (FARQ) de la Universidad Nacional de Ingeniería, desarrolló como trabajo monográfico el “Anteproyecto Arquitectónico del Edificio Terminal del Aeropuerto Local de Corn Island, Nicaragua”. Este documento se constituye en trabajo de referencia para la presente tesis por la similitud que poseen.
- En 2016 la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) UNAN-Managua Específicamente estudiantes del departamento de turismo realizaron un “Plan estratégico de desarrollo de turismo sostenible para la ciudad de Siuna”. Al realizar una búsqueda documental no se han encontrado otros estudios previos en la zona.

1.3. Justificación

La presente propuesta de un anteproyecto arquitectónico del aeródromo de Siuna que sustituiría a la actual instalación aeroportuaria, se justificó por los siguientes beneficios:

- A la Alcaldía de Siuna, este trabajo le sirve como un aporte al desarrollo turístico local, al suministrarle una propuesta arquitectónica adaptada a las necesidades y los problemas actuales del sitio.
- Al Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC), le sirve para gestionar recursos para el mejoramiento de las instalaciones de este equipamiento,
- A la empresa “La Costeña” le permite localizar las inversiones a fin de mejorar la prestación de servicios, lo que se traduciría, eventualmente, en más clientes.
- Por otro lado también le es útil a la población local para empoderarse o apropiarse del concepto del aeropuerto y demandar ante las autoridades su materialización.
- A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), el desarrollo de esta tesis le da prestigio porque dos egresados de esta casa de estudios superiores se implican en la búsqueda de soluciones a una problemática real.
- A la Facultad de Arquitectura (FARQ) se le suministró una propuesta de diseño de aeropuerto, que servirá como referencia académica en las clases de proyecto arquitectónico.
- A los autores, les permitirá aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en su formación profesional como Arquitectos.

1.4. Planteamiento del problema

Las instalaciones físicas actuales del aeródromo de Siuna no cuentan con los requerimientos técnicos, tecnológicos, formales y funcionales restablecidos en el Manual de diseño de aeródromos de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional, 2006), para disponer del desarrollo ordenado de una instalación funcional, adecuada a las necesidades presentes y futuras del transporte aéreo. La pista del aeródromo tiene serios problemas con la presencia de personas, animales, basura y una vía de acceso a un barrio nuevo colindante con el sector de la pista, que debe ser cerrada por las autoridades para evitar accidentes. Lo mencionado refleja la inseguridad reinante en el sitio del aeródromo por lo que el ejército de Nicaragua colabora para resguardar la seguridad en cada aterrizaje, pero esta medida es insuficiente.

El peligro es evidente en cada aterrizaje o despegue de las avionetas, con las que opera la única aerolínea de vuelos nacionales, debido a que el aeródromo está ubicado en el centro de la ciudad, rodeado de viviendas y de instituciones estatales, lo que provoca el cruce obligado de personas y de automotores, tanto por el centro como por los extremos del campo de aterrizaje.

La pista del aeródromo donde despegan y aterrizan las avionetas provenientes de la capital se encuentra en mal estado y carente de la infraestructura necesaria para prestar un servicio eficiente y de calidad, lo que implica incomodidades para realizar las gestiones que se desarrollan en este aeródromo y, más importante aún, no se garantiza la seguridad permanente para las personas que visitan estas instalaciones o que utilizan el servicio de transporte aéreo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Elaborar el anteproyecto arquitectónico de las Instalaciones físicas del Aeródromo de la ciudad de Siuna (RACCN, Nicaragua) que integre los requerimientos técnicos establecidos por las instancias de regulación, nacionales e internacionales, y atienda las necesidades y demandas de sus actuales y futuros usuarios.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características generales del territorio de Siuna y sus potencialidades.
- Realizar un diagnóstico del estado actual del aeródromo de Siuna y de las condiciones físico-naturales del sitio seleccionado para el emplazamiento de la nueva instalación aeroportuaria.
- Establecer los criterios técnicos y el concepto de diseño arquitectónico para las instalaciones del nuevo aeródromo, en función del análisis de las potencialidades que

ofrece el entorno, el estudio de modelos análogos y la revisión de la literatura especializada relacionada con el diseño de instalaciones aeroportuarias.

- Desarrollar las memorias descriptiva-explicativa y gráfica de la propuesta de diseño arquitectónico, a nivel de anteproyecto, del nuevo aeródromo de la ciudad de Siuna.

1.6. Marco Teórico

Para el desarrollo de esta tesis fue necesario el manejo y la comprensión de una serie de conceptos claves relacionados con el proyecto de diseño de las instalaciones físicas del nuevo aeródromo de Siuna, los cuales fueron extraídos de la literatura especializada en la materia.

1.6.1. Definiciones generales relacionadas con las instalaciones de transporte aéreo

El instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC) define los siguientes términos relacionados con las instalaciones de transporte aéreo:



Aeródromo: Área definida de tierra o agua, que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos, destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.



Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Alcance visual en la pista (RVR): Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que delimitan o que señalan un eje.

Área de aterrizaje: Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Área de maniobras: Parte del aeródromo utilizada para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y la(s) plataforma(s).

Área de señales: Área de un aeródromo utilizada para exhibir señales terrestres.

Aeropuerto: Es el aeródromo de uso público que cuenta con edificaciones, instalaciones, equipos y servicios destinados de forma habitual a la llegada, salida y movimiento de aeronaves,

pasajeros y carga en su superficie. Las áreas que lo conforman son intangibles, inalienables e imprescriptibles y las áreas circundantes son zonas de dominio restringido.

Edificio terminal: El edificio de la terminal es el centro de los servicios; en general, del traslado de pasajeros y de equipaje desde los vehículos automotores hasta los aviones y puede contener medio y concesiones (locales que se alquilan) para las comodidades de los pasajeros, taquillas de boletos, oficinas de líneas aéreas y otros servicios.

1.6.2. Tipos de instalaciones aeroportuarias

Según la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), las instalaciones aeroportuarias se clasifican de la siguiente manera:

- Aeropuertos transoceánicos: aptos para admitir aviones de hasta 135 toneladas.
- Aeropuertos transcontinentales: que deben admitir aeronaves de 90 toneladas.
- Aeropuertos internacionales: que admiten aeronaves de 60 toneladas.
- Aeropuertos nacionales: admiten aeronaves de 40 toneladas.
- Aeropuertos locales: admiten aeronaves de 27 toneladas.
- Pequeños Aeropuertos: construidos para aviones de peso menor de 7000 kilogramos.
- Helipuertos.

El aeródromo de la presente propuesta se ubica en la categoría de pequeño aeropuerto y es de escala nacional, dado que sólo se desarrollan vuelos dentro del país.

1.6.3. Uso de los aeródromos

En general, un aeródromo puede ser usado para los siguientes fines (Dos Mil Palabras S.L., 2018):

- Como bases militares para guardar los aviones utilizados con ese fin.
- Para proteger y guardar aviones que se utilizan en diferentes exposiciones deportivas.
- Como carga comercial pequeña en la aviación privada.
- En los vuelos que funcionan como taxi aéreo.

Se aprecia que en el caso de estudio, el aeródromo funciona para fines comerciales, donde una empresa privada presta su servicio de transporte de personas y carga.

En otra fuente se afirma que los aeródromos de uso público son aeródromos civiles en que se considera la realización de las siguientes actividades, las que son más apropiadas a la realidad en Nicaragua:

- Operaciones de transporte comercial de pasajeros, mercancías y correo
- Mantenimiento de aeronaves para transporte comercial
- Base de escuelas para el vuelo para pilotos comerciales y de aerotaxi
- Vuelos turísticos

1.6.4. Organización y Características del aeródromo

a) Organización general del aeródromo

Un aeródromo se organiza o divide en dos grandes secciones (Gil, 2013):

- **El lado aire (air-side).** Incluye la pista (para despegue y aterrizaje), las pistas de carreteo, los hangares y las zonas de aparcamiento de los aviones (zonas Apron).
- **El lado tierra (land-side).** Está dedicado al pasajero, e incluye la terminal de pasajeros, las zonas de comercio (cuando aplique), aduanas, servicios, estacionamientos de automóviles y demás.

b) Características generales del aeródromo

Las principales características que distinguen un aeródromo son las siguientes (Dos Mil Palabras S.L., 2018):

- En cada aeródromo cuentan con un punto de referencia que se sitúa en el centro del punto geométrico inicial.
- La pista tiene que estar orientada en dirección al viento que predomine.
- La totalidad de las pistas deben estar libres de obstáculos y fuera de las zonas pobladas.
- No debe colindar con ningún tipo de construcción.
- La longitud de la pista depende de la elevación, temperatura, humedad y superficie.
- La longitud de la pista, va a depender de la zona de parada y de la zona libre de obstáculos, determinándose según la función de la performance de despegue de las aeronaves.
- Para la navegación aérea de aviones de reducidas dimensiones y poco tonelaje –en comparación con los aviones grandes– se hace necesario determinar las condiciones meteorológicas. Adquiere gran importancia realizar estudios de visibilidad, viento, nubes y la frecuencia en que los fenómenos meteorológicos se presentan en el área.

1.6.5. Aspectos a tomar en cuenta para el diseño de un aeródromo

A continuación, se describen algunos de los índices más utilizados en la práctica para el cálculo de áreas y dimensionamiento de un edificio terminal de una instalación aeroportuaria.²

a) Pasajeros de hora punta típicos (TPHP)

La Administración Federal de Aviación (FAA) de los EE.UU. utiliza un método ("typical peak hour passengers") que parte por definir una razón aceptable entre el flujo de punta y el flujo total anual. Para calcular la TPHP a partir de los flujos anuales.

b) Hora punta perfil (PPH)

Esta medida ("peak profile hour"), también se conoce como punta diaria promedio ("average daily peak"), y es bastante simple de calcular. En primer lugar, se elige el mes de punta, y luego para cada hora se calcula el volumen horario promedio en el mes. La PPH es el mayor de estos valores. La experiencia ha demostrado que para muchos aeropuertos la PPH es muy cercana a la SBR. Se recomienda utilizar esta medida en la etapa de perfil.

Después de lo anterior, cabe destacar que todos estos valores se deben determinar con base en los flujos observados a la fecha de realización del estudio.

c) Necesidades de espacio

La determinación de las necesidades de espacio en un terminal de pasajeros está en estrecha relación con el nivel de servicio deseado. Para determinar las necesidades de espacio del edificio terminal, deben considerarse dos criterios:

Identificación de la superficie mediante el volumen de pasajeros. El volumen se puede considerar, ya sea como el tráfico anual de pasajeros, o bien el volumen horario definido por el término "pasajeros en hora-punta típica". Los tipos de pasajeros se identifican de acuerdo a las siguientes características: internacionales o nacionales; llegados o salidos; con o sin equipaje facturado; modo de acceso al aeropuerto; vuelos regulares o charter, y de acuerdo a algunas características que pueden ser de importancia en cada aeropuerto en particular.

Identificación de las necesidades de espacio, mediante la distribución de la superficie de acuerdo con las funciones a desarrollarse en ellas: áreas de uso público, de uso restringido a pasajeros, etc.

- **Análisis de la demanda-capacidad**

Los edificios terminales se adecuan a la demanda de pasajeros o carga prevista, en función de parámetros normalmente definidos como número de metros cuadrados por número de pasajeros o toneladas de carga

Para la determinación de la superficie total se debe aplicar el estándar definido de m² / pasajero en hora punta típica. Luego, se debe distribuir la superficie en zonas principales, verificando la situación actual.

Entonces a partir de la superficie bruta de terminal, obtenida del estándar de metros cuadrados por pasajero en hora punta típica, se puede deducir la superficie de la zona particular que se desea analizar (dimensionar) globalmente, aplicando los porcentajes respectivos.

² Fuente: FAA (Federal Aviation Administration)

Para efectos de establecer el PHPT (pasajero en hora punta típica) debe obtenerse la estadística anual de movimiento horario de pasajeros del aeródromo / aeropuerto en cuestión y ordenar éste de mayor a menor. Los requerimientos se determinarán en base a las normas basadas en recomendaciones de FAA.

En la publicación FAA (1975), se encuentran todos los elementos necesarios para proyectar detalladamente una terminal de pasajeros según el nivel de servicio definido para ese país. El criterio general a considerar, es que la superficie global resultante debe ser de 15 m² por pasajero en hora punta típica en el caso de un edificio terminal de pasajeros con movimiento nacional e internacional; en el caso de uno con sólo movimiento nacional, el estándar a considerar es de 10 m² por pasajero en hora punta típica.

- **Proyección**

El planificador deberá realizar previsiones acerca del número de pasajeros, de operaciones, y de volúmenes de carga, tanto anuales como en épocas punta. Las predicciones de tráfico se realizarán con plazos de cinco, diez, y veinte años.

El conocimiento del número de movimientos anuales es necesario para estimar la magnitud de los ingresos que podrán proporcionarse, y los niveles de movimientos punta determinan el tamaño de la instalación requerida para asegurar el equilibrio entre capacidad y demanda.

Existen numerosos métodos de predicción de demanda de tránsito, pero cuando se trata de la ampliación de un aeropuerto, lo usual es estudiar la tendencia de las estadísticas de los últimos años para elaborar las previsiones de los siguientes.

1.6.6. Descripción y áreas del edificio terminal de pasajeros del aeródromo

a) El edificio terminal de pasajeros del aeródromo

El edificio de la terminal es la instalación donde se gestionan los servicios del aeródromo: traslado de pasajeros, equipajes y correspondencia desde esta edificación hasta los aviones, actividades por concesión, en locales que se alquilan, para las comodidades de los pasajeros (e.g., cafetería, venta de suvenires, artesanías, productos de viajero, etc.), taquillas de boletos, oficinas de líneas aéreas y otros servicios.

La superficie global del edificio terminal de pasajeros depende del número de pasajeros en hora punta.

b) Áreas a considerar en el diseño del edificio terminal de pasajeros del aeródromo

Se enumera a continuación un listado de las áreas básicas para ser consideradas en el diseño del edificio de terminal de pasajeros. No obstante, en la elaboración del programa arquitectónico se podrán ampliar o considerar nuevas áreas y ambientes, de acuerdo a las necesidades del

cliente –que en el caso de Siuna corresponde a la Alcaldía municipal–. Las áreas básicas de la terminal son:

- Accesos
- Puertas de embarque y pasillos
- Salas de espera
- Vestíbulos
- Áreas de equipaje
- Área de oficinas
- Área de servicios
- Área de operaciones
- Área de gobierno
- Torre de control
- Área de mantenimiento de aviones
- Estación de bomberos

1.6.7. Clasificación de edificios de terminal aérea

En el marco del diseño de un aeródromo, destaca el edificio de la terminal de pasajeros, que siendo la principal edificación del conjunto arquitectónico, requiere del mayor cuidado en el proceso de definición de su forma, función y estructura de manera que estén acordes con la intención de establecer un proyecto emblemático para Siuna.

Bajo este marco, según la enciclopedia PLAZOLA Vol.1 (1999), la clasificación para edificios terminal es la siguiente:

- Nacionales: en el caso de edificios para vuelos nacionales, no presenta complicaciones en su diseño por ser simple el flujo de pasajeros. Este tipo posee una sola terminal.
- Internacionales: los edificios para vuelos internacionales requieren una revisión de documentación migratoria y equipaje en las salidas y llegadas. Los pasajeros nacionales requieren pasar a migración y aduana. Este tipo posee más de una terminal.

1.6.8. Aviación en Nicaragua

a) Tipos de vuelos

Según la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI), la aviación en Nicaragua se realiza a través de:

- **Vuelos Nacionales:** Movimiento que se realiza para comunicarse a zonas internas del país en donde no se exige pasaporte y no se requieren controles de migración y ni de aduana, únicamente de seguridad de salida y revisión por seguridad en zonas concurridas

- **Vuelos Internacionales:** los vuelos internacionales requieren, espacios de circulación, estancia, seguridad y revisión exhaustivas de pasajeros
- **Vuelos Chárter:** renta de avión por una compañía de turismo o grupo de personas, cuyas tarifas son menos elevadas que en las líneas regulares.

b) Transporte Aéreo en Nicaragua:

El transporte aéreo en Nicaragua, tanto el de pasajeros como el de carga, se realiza a nivel nacional e internacional. En los últimos años se ha incrementado sustancialmente el número de viajeros que utilizan este medio de transporte a nivel internacional. El de tipo local cubre las ciudades de Corn Island, Siuna, Puerto Cabezas, Bluefields, Bonanza, Rosita, Waspam y San Carlos. Y el internacional, desde el aeropuerto Augusto C. Sandino de Managua, enlaza con los principales aeropuertos de América del Norte, Centroamérica, América del Sur y de Europa. Los destinos más frecuentes son los de Miami, Houston, y recientemente Atlanta, y a través de ellos se enlaza a Europa vía Madrid.

c) Aeropuertos y Aeródromos en Nicaragua:

Aeropuerto Augusto C. Sandino, categoría internacional, Administrado por la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (AEEI), es apto para aviones a reacción, con sus 2,500 metros de pista. Recientemente se llevó a término la modernización y ampliación del mismo. Ahora dispone de un área para 52 counters de chequeo de equipaje, oficinas para líneas aéreas, oficinas de la EAAI, descarga de equipaje, ampliación total del salón público, tiendas, farmacias, cafeterías, suvenires, área de comida rápida, tiendas duty free y oficinas de seguridad y reforzamiento estructural del edificio existente. Queda pendiente la fase de mejora de la superficie de rodamiento y prolongación de la misma hasta en 800m al este de la pista de aterrizaje, 2,100m de calle de rodaje aproximadamente y ampliación de estacionamiento de aeronaves. Con ello se contará con un total de 3,300 m de pista.

El mismo aeropuerto da servicio a los vuelos nacionales, con líneas nacionales (La Costeña y Atlantic Airlines) que disponen de oficinas, salas de espera y bodegas independientes.

Aeropuerto de Bluefields, administrado por la AEEI, en la Costa Atlántica, Región Autónoma del Atlántico Sur. Posee una pista asfaltada de 2,000m de longitud por 30 m de ancho. Dispone de un centro de control y radar actualmente en proceso de certificación para su operación. Dispone de infraestructura de servicios complementarios.

Aeropuerto de Puerto Cabezas, administrado por la AEEI, en la Región Autónoma de La Costa Caribe Norte. Cuenta con una pista asfaltada de 2,500 m de largo por 45 m de ancho. Actualmente está en fase de mejoramiento de la nueva terminal de servicios.

Aeropuerto de Corn Island, administrado por AEEI, a unos 20 minutos de vuelo de la ciudad de Bluefields. Cuenta con una pista asfaltada y en regular estado, con 1,450 m de longitud por 30 m de ancho, con capacidad para recibir aeronaves de regular tamaño. El aeródromo cuenta con una torre de control para seguridad de las operaciones aeroportuarias. Aeropuerto en fase de mejora y ampliación.

Además de los aeropuertos citados el país cuenta con los siguientes aeródromos: León-Chinandega, Chinandega, Nueva Guinea, Siuna, Bonanza, Mina Rosita, San Carlos.

El aeródromo de Siuna cuenta con una pista de 1,100m de longitud y 30m de ancho, cuyo que la pista se encuentra en mal estado, y en los primeros 400 metros de pista limita con construcciones habitacionales de los pobladores.

En este momento solamente contiene las oficinas de la empresa “La Costeña”,

d) Aeronaves que Aterrizan/despegan actualmente en aeródromo de Siuna.



La pista actualmente se utiliza para aeronaves de la empresa de aerotaxis “La Costeña”, perteneciente a la aerolínea regional Avianca Nicaragua, que realiza un vuelo diario de ida y vuelta a este destino.

El modelo de la aeronave es **Cessna 208B Grand Caravan**, que es un avión regional/utilitario turbohélice de corto alcance, fabricado en los Estados Unidos por la compañía Cessna, el cual tiene capacidad para albergar como máximo 14 pasajeros. Este avión tiene rango de alcance de unos 1698 km, a una velocidad crucero de 340 km/h, y una altura máxima de 25000 ft (7620m) de techo operacional, con una capacidad máxima de 8785 lb (3984 kg) de peso. Para despegar requiere 738 metros de pista y para aterrizar solamente 570 metros.

1.7. Diseño Metodológico

Para el desarrollo de esta propuesta se desarrolló un proceso metodológico que se puede caracterizar como usual en la forma de culminación de estudio conocida como “Trabajo monográfico”, consistente en concretar lo planificado en el protocolo aprobado por el Decano de la Facultad de Arquitectura, como requisito para iniciar el proceso académico que le permitirá a los autores elaborar su monografía y obtener –una vez presentada y defendida– su título de Arquitecto.

El proceso metodológico general definido en el protocolo, incluye asimismo una metodología particular propia relacionada con el diseño arquitectónico, a nivel de anteproyecto, del nuevo aeródromo para la ciudad de Siuna. la carrera de Arquitectura.

En el contexto de lo mencionado, se puede afirmar que las actividades para realizar este trabajo se organizaron en realiza en cuatro (4) etapas generales:

1. Análisis Documental
2. Investigación de campo
3. Análisis y procesamiento de información
4. Desarrollo de la propuesta

A continuación, se definen las etapas mencionadas:

1.7.1. Etapas del proceso para realizar el anteproyecto

a) Etapa 1: Análisis Documental

Se realizó un proceso de investigación documental y recolección de información afín al diseño de instalaciones aeroportuarias. Se accedió a recursos bibliográficos y de bases de datos existentes en Internet. Se consideró de especial énfasis la revisión de las normativas de diseño y construcción de aeropuertos, los trabajos monográficos previos realizados en la Facultad de Arquitectura (FARQ) y los reglamentos nacionales e internacionales que pudieran tener incidencia sobre las decisiones a tomar en este diseño.

De acuerdo a la pertinencia de esta información, ésta se clasifica de la siguiente manera:

- Normativas y reglamentos aplicables al diseño de aeródromos
- Modelos análogos a la de la instalación aeroportuaria, a fin de inferir criterios para el diseño arquitectónico del aeródromo.
- Información del territorio de emplazamiento del proyecto, tanto a nivel municipal, como a nivel urbano.
- Información de instituciones estatales
- Diagnósticos o caracterizaciones locales

b) Etapa 2: Trabajo/Investigación de campo

Esta etapa se realizó para conocer en primera instancia el estado actual del municipio y la ciudad de Siuna, lo que permitió contar con un marco de referencia general del territorio de emplazamiento de esta instalación aeroportuaria. En segundo lugar, permitió corroborar el estado actual del entorno de las instalaciones del aeródromo existente, lo que dio como resultado la comprensión de la insostenibilidad del funcionamiento de ese equipamiento dado los problemas que se presentaban de incompatibilidad de usos del suelo, inseguridad y deficiente estado de la pista de aterrizaje y las limitantes del sector; y tomar la decisión, en conjunto con la Alcaldía municipal, de trasladar el aeródromo a un sitio nuevo donde el crecimiento urbano no amenaza su adecuado funcionamiento.

Lo anterior fue obtenido mediante la visita al sitio para corroborar la siguiente información:

- Características urbanas del área de influencia del aeródromo
- Aspectos sociales y culturales de los pobladores
- Uso y estado actual del territorio y del área del proyecto (pista)

- Uso de suelo urbano (habitacional, educativo, institucional, salud, etc.)
- Condiciones climáticas
- Importancia de este equipamiento
- Acceso y equipamiento (estados e importancia en el sitio)

c) Etapa 3: Procesamiento y análisis de la información

Esta etapa permitió procesar los datos recopilados de las etapas anteriores, relacionados, entre otros con:

- Modelos análogos de aeródromos y aeropuertos de menor escala
- Diagnóstico del estado actual del entorno urbano
- Diagnóstico del estado actual del aeródromo que está en funcionamiento
- Estudio del nuevo sitio propuesto por la Alcaldía municipal para el nuevo aeródromo, ubicado en las afueras de la ciudad
- Literatura especializada sobre instalaciones aeroportuarias
- Selección de criterios normativos y de diseños

Una vez procesada la información, se procedió a analizarla, obteniéndose las potencialidades y limitaciones del nuevo sitio y se infirieron criterios para el diseño del nuevo aeródromo.

d) Etapa 4: Desarrollo de la propuesta

Se sintetizó la información y requerimientos para este tipo de equipamiento, para precisar el programa arquitectónico e iniciar el proceso de creación del aeródromo, aplicando una metodología de diseño conocida como “caja de cristal o caja transparente”, en donde el diseñador opera exclusivamente con la información que recibe, llevando a cabo su trabajo casi como una computadora; mediante una secuencia planificada de etapas y ciclos de análisis (ver gráfico No.3).

La propuesta arquitectónica parte de un concepto generador y, mediante el desarrollo del proceso iterativo de aproximaciones sucesivas, se logró desarrollar la propuesta formal, funcional y estructural-constructivo que da respuesta a las demandas del transporte aéreo, tomando en cuenta los criterios de diseño y elaborando planos arquitectónicos y el modelo 3D de la edificación.



Gráfico No.3: Esquema gráfico del método de diseño de la Caja de cristal
Fuente:

<http://metodosdeldisenio2011.blogspot.com/2011/08/31-caja-negra-y-caja-de-cristal.html>

metodológicos más relevantes descritos anteriormente:

Tabla No.1: Cuadro de Certitud Metódica							
Objetivo General	Objetivos Específicos	Información		Herramientas / métodos	Interpretación	Resultados	
		Unidades de análisis	VARIABLES			Parciales	Final
Elaborar el anteproyecto arquitectónico de las Instalaciones físicas del Aeródromo de la ciudad de Siuna (RACCN, Nicaragua) que integre los requerimientos técnicos establecidos por las instancias de regulación, nacionales e internacionales, y atienda las necesidades y demandas de sus actuales y futuros usuarios.	Identificar las características generales del territorio de Siuna y sus potencialidades.	Clima	Tipo de clima Temperatura Humedad Precipitación Vientos	Visita al sitio Información INETER Información Alcaldía de Siuna Internet	Imágenes Gráficos Mapas Reporte	Características del territorio donde está emplazado el aeródromo (ciudad de Siuna).	Diseño arquitectónico de las Instalaciones Físicas del Aeropuerto de la ciudad de Siuna que cumpla las necesidades de sus actuales y futuros usuarios (memoria descriptiva y la memoria gráfico)
		Características urbanas	Hitos Vialidad Avenidas principales Equipamiento				
	Realizar un diagnóstico del estado actual del aeródromo de Siuna y de las condiciones físico-naturales del sitio seleccionado para el emplazamiento de la nueva instalación aeroportuaria.	Estado de la Pista	Material Señalizaciones Barreras Oficinas	Visita al sitio Información Alcaldía de Siuna Internet	Imágenes Reporte Gráficos	Diagnóstico del estado actual del Aeródromo.	
		Geografía del terreno	Localización Posición Geográfica Límites del terreno Topografía Vegetación				
	Establecer los criterios técnicos y el concepto de diseño arquitectónico para las instalaciones del nuevo aeródromo, en función del análisis de las potencialidades que ofrece el entorno, el estudio de modelos análogos y la revisión de la literatura especializada relacionada con el diseño de instalaciones aeroportuarias.	Información referente a esta tipología de edificación.	Normativas Nacionales Normativas internacionales Reglamentos	Decretos nacionales Normativas obligatorias Material Bibliográfico Internet	Gráficos Tablas Reporte	Criterios de diseño para la propuesta.	
		Modelos análogos	Nacional	Visita de campo	Gráficos Tablas Reportes Imágenes		
	Internacional		Referencia bibliográfica				
	Desarrollar las memorias descriptiva-explicativa y gráfica de la propuesta de diseño arquitectónico, a nivel de anteproyecto, del nuevo aeródromo de la ciudad de Siuna.	Organización	Programa de Necesidades Diagrama de Relaciones	Análisis y síntesis de información Material bibliográfico Modelo análogo	Gráficos Tablas	Propuesta del anteproyecto	
		Zonificación	Accesibilidad Orientación	Análisis del proyecto en el sitio	Boceto esquemático		
		Elaboración del proyecto	Plantas Elevaciones Secciones Modelo 3D	Softwares de diseño	Planos Perspectivas Modelado 3d		

Fuente: Elaboración propia (2020)

CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA TERRITORIAL DE SIUNA

2.1. Marco de Referencia Municipal

2.1.1. Ubicación Geográfica de Siuna

El municipio de Siuna se encuentra ubicado en la parte sur- oeste de la RACCN (Región Autónoma de la Costa Caribe Norte), con los siguientes límites geográficos: al Norte con el

Municipio de Bonanza, al Sur con los Municipios de Paiwas y Río Blanco, al Este con los Municipios de Rosita,Prinzapolka y La Cruz de Río Grande y al Oeste con los Municipios de Waslala y el Cua Bocay. Entre las coordenadas 13° 44' de latitud norte y 84° 46' de longitud oeste. (EcuRed, 2019) (ver gráfico No.4)

Posee una extensión territorial de 5,039 km², lo que corresponde al 18.7% del territorio atlántico y al 4.7% del territorio nacional.

2.1.2. Reseña Histórica de Siuna

Desde finales del siglo pasado se despertó el interés por la explotación de los metales preciosos en Siuna (sobre todo la relacionada con la incipiente “fiebre del oro”) por mineros particulares, artesanales, además de la actividad de comerciantes que en aquella época visitaban las comunidades indígenas de los Sumus. El municipio nace con el descubrimiento de los depósitos

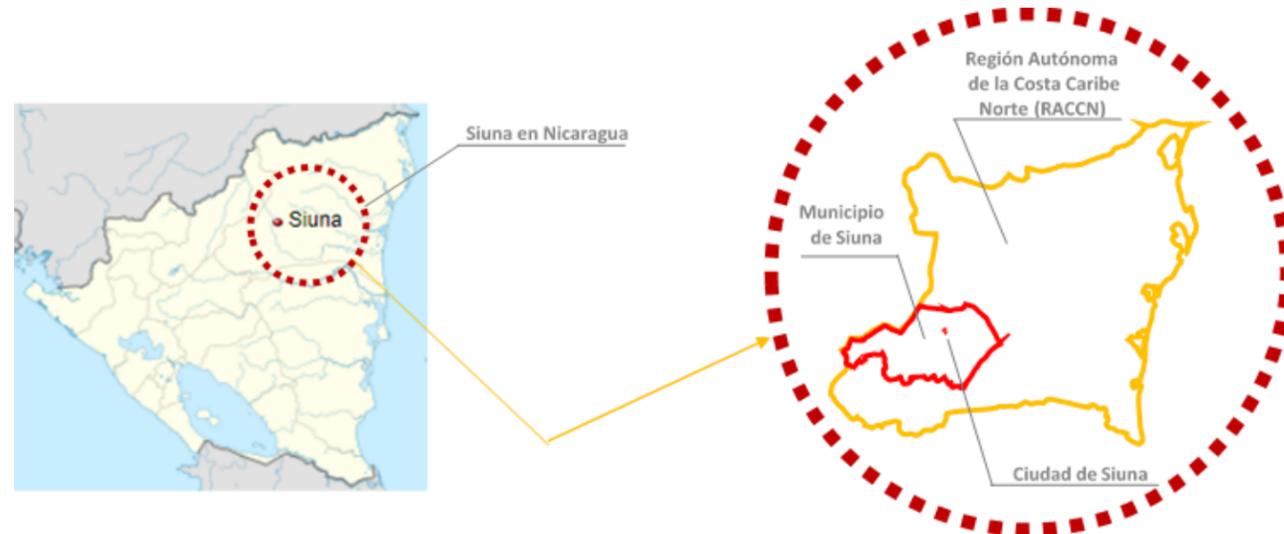


Gráfico No.4: Macro y microlocalización de Siuna en Nicaragua
Fuente: Elaboración propia

minerales, cuando fue puesta en marcha la explotación a pequeña escala de la minería por el señor José Aramburó en 1896. (Regional, s.f.)

En el año 1908 empieza el auge de la búsqueda del oro, comenzando los trabajos en forma artesanal en las riberas del río Siuna. En 1909 fue incorporada la explotación minera a la empresa La Luz SIUNA y Los Angeles Mining Company que hizo su presencia en la misma zona. El auge industrial del oro y la plata comenzó en gran escala a partir de la década de los 30 y los 40, mediante el establecimiento de empresas extranjeras (canadienses y estadounidenses) que se dedicaron a la explotación de metales preciosos. Es así como surge y empieza a estructurarse y desarrollarse el municipio de Siuna.

Siuna en su época más floreciente (“momento de oro”) tuvo hasta un campo de golf (ver fotos No.2 y No.3) en el que se puede apreciar que el clima era totalmente diferente del que posee ahora, ya que se observa el verdor en la grama y la presencia de grandes árboles. Actualmente Siuna, a causa de la explotación de las minas y el maltrato hacia el ambiente, es un lugar caluroso.

Este equipamiento deportivo por otro lado, también expresa las condiciones económicas de los grupos que detentaban el poder en aquella época, ya que los campos de golf debido a sus altos costos de mantenimiento hacen de ese deporte una actividad reservada para personas pertenecientes a la clase media alta y a la clase alta, porque tienen un gran poder adquisitivo.



Foto No.5: Campo de Golf en Siuna (1955)
Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/siuna-r-a-a-n.1128123/page-2>



Foto No.5: Vista del campo de golf
Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/siuna-r-a-a-n.1128123/page-2>



Foto No.5: Presa del Mistruz o Salto YeYe, donde operó la Planta hidroeléctrica
Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/siuna-r-a-a-n.1128123/page-2>



Foto No.5: Un avión c4, en el Aeropuerto de Siuna en el año 1959
Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/siuna-r-a-a-n.1128123/page-2>

En la década de los 80, con el gobierno de esa época la empresa minera fue nacionalizada. Sin embargo, el gobierno central

no pudo sostener la actividad industrial que era la principal fuente económica del municipio, por lo que la empresa cerró operaciones en el año 1987 por falta de inversiones y capital.

Siuna fue elevada a municipio el 22 de agosto de 1969, por el poder legislativo, teniendo como cabecera a la Villa de Siuna, elevada a rango de ciudad en el mismo decreto ley donde se registra el cambio de categoría administrativa.

Siuna, conocida como ciudad dorada, actualmente es un municipio lleno de naturaleza y cultura, donde prevalece su histórica minería artesanal, comunidades indígenas que guardan sus tradiciones ancestrales y una población amigable, orgullosa de su pueblo. Siuna es también turismo, educación y deseo de progreso.

2.1.3. Aspectos Físico-Naturales⁴

1.1.3.1 Relieve

La fisiografía del municipio de Siuna forma parte de la configuración geomorfológica de la (Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), que le confiere una topografía variada en la que se observan tres tipos de relieves bien definidos: las zonas bajas paralelas a la costa con altura de 0-30 metros sobre el nivel del mar; terreno plano con pendientes de 0-1% sometido a inundaciones frecuentes; la zona intermedia con altura de 30-100 msnm, terreno ondulado con pendientes de 0-15%; y la zona montañosa con alturas que van de 100-600 metros sobre el nivel de mar, relieve accidentado y con pendientes que varían de 15-75%. En esta última, la Cordillera Isabelia penetra entre los ríos Wasúk y Prinzapolka, formando las montañas de Pispís, zona donde se localiza el distrito minero (municipio) de Siuna.

1.1.3.2 Hidrografía

Siuna está ubicado en la vertiente del Atlántico, entre dos grandes cuencas: la Cuenca del Río Prinzapolka que drena el 60% del territorio y que está integrada principalmente por los afluentes: Uly, Danly, Wany, Labú, Silvy Yaoya; y la cuenca del Río Grande de Matagalpa, que drena el resto del territorio y cuyos afluentes más importantes son Matis, Arenaloso, Iyas, Kum, Waspado, Lisawe, Waspuk Iyas, Umbla y Tuma. En la mayoría de los casos, el régimen natural de escurrimiento de los ríos es bastante regular, manteniendo un caudal estable. Las características de la red hidrográfica del municipio es su potencial hídrico superficial, que podría ser utilizado para consumo doméstico, industrial, riego, producción hidroeléctrica y como medio de comunicación.

Una buena parte del curso de los ríos es navegable con botes de bajo calado, lo que significa una condición ventajosa para el desarrollo del transporte acuático, de forma que algunas comunidades podrían establecer mejores relaciones de intercambio.

1.1.3.3 Clima

Siuna es una zona con clima tropical monzónico, con temperaturas promedio de 26°C y precipitaciones superiores a los 2,000 mm anuales. Su clima húmedo y lluvioso favorece el cultivo de plantas bulbosas y raíces, no así la siembra de granos básicos, para los que se requiere la implementación de técnicas y tecnologías apropiadas especiales. El municipio presenta un período seco aproximado de 2 a 3 meses con lluvias esporádicas. Los meses de máxima precipitación son junio y julio.

1.1.3.4 Flora

La vegetación natural está formada por bosques de coníferas y latifoliadas, con amplio potencial forestal; las especies que se encuentran con mayor frecuencia son: leche María, cedro macho, palo de agua, nancitón, palo negro y caoba. Existe una composición botánica diversificada y con varios estratos. Las copas de los árboles forman un dosel cerrado. El piso es húmedo y con poca penetración de los rayos solares, encontrándose en el suelo musgos, líquenes, hongos y helechos.

Predomina la vegetación propia del sub-trópico húmedo, con grandes extensiones de bosques latifoliados, siendo uno de los municipios de mayor riqueza forestal de Nicaragua.

Las especies forestales utilizadas como leña son: madroño, carao, kerosene, coyote, areno, ojoche, bimbañan, cuscano, guaba, quitacalzón, fosforito, huesito, chinche, guacimo, guayabo, cuacamayo, guayaba, camibar, chaperno, guanacaste, zabaleta, cafecito, cola de pava. Las utilizadas con fines comerciales son: maría, cedro macho, palo de agua, laurel, cortés, comenegro, níspero, guapinol, cedro real, caoba, granadillo, nancitón, mora, manga larga, genízaro, gavilán.

1.1.3.5 Fauna

La vida silvestre es rica en variedad y especies debido a que el medio natural ha sido poco alterado. Dentro de las especies más notables se encuentran:

- **Aves:** Gavilán, chachalaca, picón, carpintero, oropéndola, chocoyo, lora, piaca/uraca, zopilote, pijul, zenzontle, popone, lapa, gallina de monte, pavón, pava, tucán, garca, paloma, pájaros, zanate, aguila, perico, pago aguja, tismaya.
- **Mamíferos:** venado, zahino, danto, cusuco, gato de monte, tigrillo, león, tigre, pizote, mapachín, zorro, congo, cúcala, oso hormiguero, chancho de monte, guilla, mico, mono, comadreja, guatuza, cuyu, armadillo, oso caballo, perro de agua, ardilla, leoncillo, perezoso, pericoligero.
- **Reptiles:** serpientes, iguana, garrobo, escorpión, lagarto, cherepos.

2.1.4. División Política³

La cabecera municipal de Siuna, se organiza administrativamente en 222 comunidades rurales agrupadas en 15 zonas territoriales y 22 barrios urbanos. (Turismo, s.f.)

2.1.5. Infraestructura, equipamiento y servicios⁴

1.1.5.1 Educación

Educación Primaria y secundaria: se cuenta con 596 aulas de clase divididos en las siguientes modalidades: 85 aulas modalidad preescolares, 410 aulas modalidad Primaria, 86 aulas modalidad de Secundaria, 16 aulas modalidad Educación de Adultos. Además, se cuenta con 868 maestros, incluyendo los contratados por el gobierno regional y los contratados por el vicariato Apostólico de Bluefields que hacen un gran aporte a la educación rural. (Económica, s.f.)

Educación Técnica: El INATEC promueve carreras técnicas como técnico agropecuario, contabilidad, operadores de microcomputadoras, manejo de caja, administración del bono productivo, sastrería, huertos familiares, cocina e inglés en las modalidades regular y encuentros semanales.

Educación nivel Universitario: cuenta dos universidades que son; La Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua (URACCAN) y la universidad Martín Lutero (UML). Las carreras que ofrece la URACCAN son Licenciatura en Administración de Empresas con mención en Administración Pública, Licenciatura en Pedagogía con mención en Ciencias de la Educación, Desarrollo Local con mención en Ciencias Sociales y Licenciatura en Educación Intercultural Bilingüe.

1.1.5.2 Salud

Cuenta con el Hospital Primario Centro Carlos Centeno con 38 camas y las subsedes en las siguientes comunidades el Hormiguero, Coperna, Las Quebradas y El Guineo. Se cuenta con un Personal de 7 Médico generales, 7 Especialistas, 15 Médicos en Servicios Social y 8 Médicos Internos más personal de apoyo. Además, un equipo de ultrasonido, equipo de rayos X, equipos de parto, equipo de crioterapia, equipo de electro cauterización, un quirófano, 1 esterilizador, equipo de reanimación neonatal, micro centrífuga, nebulizadores solamente en emergencia y pediatría no así en los puestos de salud, equipos de cirugía menor, un tensiómetro por cada Puesto de Salud Familiar y Comunitaria y una fototerapia en mal estado.

1.1.5.3 Distribuidor de Combustible

El casco urbano del municipio cuenta con dos gasolineras. PETRONIC se plantea ampliar la cobertura a SIUNA

1.1.5.4 Energía eléctrica

La Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL), brinda atención a 1,300 usuarios. Posee dos plantas aisladas de diesel: una marca MAN de 105 KVA y la otra marca Katerpillar de 155 KVA. Generalmente el servicio se presta por 24 horas, pero en el año 2000, se encontraba fuera de servicio la planta MAN, por lo cual el servicio se limitaba a 16 horas. En las comunidades de Wani y El Guineo funcionan también plantas eléctricas que prestan el servicio por aproximadamente 5 horas diarias.

1.1.5.5 Telecomunicaciones

- **Correos**

La oficina regional de Correos de Nicaragua se dedica a la expedición de servicios postales, venta de sellos, courrier (MS-Internacional), telefonía y fax nacional e internacional. Cubre con servicios postales y venta de sellos, una estimación mensual aproximada del servicio postal en SIUNA es de 1,000 piezas expedidas y 3,000 distribuidas, de un total regional de 6,600 expedidas y 21,000 distribuidas.

- **Televisión por cable**

Una pequeña empresa privada presta servicios de televisión por cable con 13 canales extranjeros, en el casco urbano del municipio. Los canales nacionales no se captan en el municipio.

- **Radioemisoras**

La única radioemisora que opera en el municipio es Radio URACCAN, la cual transmite en la frecuencia de 94.1 FM Stereo con una potencia de 1,250 Wats. El horario de transmisión normal es de 5 am a 8 am y de 11 am a 6 pm, pero por motivos de racionamiento del servicio eléctrico, transmite solamente en el horario de 9 am a 6 pm. Es una radio de corte comunitario que se nutre del trabajo de corresponsales en las diferentes comunidades.

- **Radios**

En el municipio funcionan 21 radios de comunicación, de los cuales 19 son de organismos de cooperación. También existen equipos de radio transmisores privados (OPHDESCA, La Costeña, Iglesia Católica, Consejo Municipal Electoral).

³ Mapa Nacional de Turismo. Extraído de Internet: <https://www.mapanicaragua.com/departamentos/municipio?id=127>

⁴ Banco Centroamericano de Integración Económica. Extraído de Internet: https://www.bcie.org/fileadmin/bcie/projects/VAS%20SIUNA%20ROSITA_2.pdf

1.1.5.6 Agua potable y alcantarillados

El servicio público de agua potable es administrado por la Alcaldía Municipal. La cantidad de usuarios es de aproximadamente 8000. La red de distribución es obsoleta y se encuentra deteriorada; tiene casi cinco décadas que no se cambia, ya que era la empresa minera la que se encargaba de hacer las reparaciones y el mantenimiento básico para garantizar el agua potable a la población. En la década de los 80's, la empresa no tuvo la capacidad para continuar con esta responsabilidad y el servicio fue entonces asumido por la Alcaldía. La red de la cabecera municipal, además del desgaste de la capacidad instalada para la conducción del agua, se encuentra con un alto grado de contaminación y plomo. El agua viene de la presa Madriguera, recorre 10km y cae en la presa El Mango, luego recorre 4km hasta la Presa Nro. 1 y de allí 8.3km hasta el casco urbano.

1.1.5.7 Saneamiento

En cuanto a higiene sanitaria, el municipio no cuenta con ningún tipo de sistema de alcantarillado para los desechos sólidos y/o aguas negras. Para la eliminación de excretas, las letrinas constituyen el principal medio de saneamiento. En el municipio no existe sistema de aguas negras, aunque en el sector urbano algunas casas están dotadas de servicios higiénicos con tanques sépticos, la mayoría de la población usa letrinas que en su mayoría están en mal estado y durante el invierno se llenan de agua escurriéndose superficialmente, formando focos de contaminación.

1.1.5.8 Mercados Municipales

Cuenta con un mercado municipal en buenas condiciones con una cantidad de 30 tramos donde se extiende en ese sector la actividad comercial y se encuentra localizado entre los barrios Sol de Libertad y Sandino, con una estructura minifalda, piso de cemento, techo de zinc, pero hay más de 60 tramos fuera de la construcción; en estos módulos se desarrollan distintas actividades comerciales como comidería, farmacias, veterinarias, venta de ropa y zapatos, etc.

2.1.6. Aspectos Socio-Económicos

1.1.6.1 Agropecuario.

- **Agricultura**

El municipio de Siuna tiene como rubro más importante de su economía la agricultura ya que las tierras son fértiles y productivas. En Siuna se han identificado micro zonas aptas para producir arroz, otros micros zonas para producir frijoles, Tubérculos como yuca, quequisque y malanga, frutales y hortalizas, lo que hace que la agricultura sea la principal fuente de trabajo de la población del campo.

- **Ganadería Mayor y Menor**

La actividad pecuaria de ganado mayor y menor está en proceso de desarrollo, actualmente es de doble propósito, la ganadería se destina al aprovechamiento de carne, leche y venta en pie,

así como la venta de sub - productos de la leche son significativos, principalmente el queso, la cuajada y la crema. En la actualidad las unidades de producción se han ampliada de manera rápida debido a la inmigración de productores de la zona norte de Matagalpa y Jinotega ampliando el sistema productivo de manera extensiva beneficiándose los pobladores de las diferentes comunidades ya que se ha aumentado la producción de leche y carne, facilitando la creación de pequeñas microempresas artesanales dedicadas a la producción de quesos para la exportación.

- **Forestal**

La actividad forestal se coloca entre una de las actividades económicas de la población. En Siuna aún se encuentran áreas de bosque los que son aprovechados mediante el permiso del INAFOR quien en coordinación con la DIGAM emite permisos de aprovechamiento. La madera en la región es transportada por camiones pesados sobre la única vía terrestre que interconecta los municipios de la RAAN con el Pacífico de Nicaragua, desde Waspam hasta Managua pasando por los municipios de Puerto Cabezas, Rosita, Prinzapolka y Siuna. Las maderas transportadas cuentan con mercados muy variados en la Región del Pacífico del país especialmente en Managua y Masaya sirviendo de materia prima para las artesanías que elaboran las diferentes Pymes y por último el Mercado Internacional de México, República Dominicana, Estados Unidos, Honduras, entre otros.

1.1.6.2 Comercio y servicios.

En Siuna se contabilizan 561 establecimientos comerciales formales e informales en todo el municipio, de los cuales 334 estaban en el área rural y 160 en el sector urbano. Hay que destacar que muchos de los productos que son comercializados fuera, abasteciendo mercados de otros municipios de la región, de la capital Managua y a ciertos países, ejemplo de los productos comercializables más fuertes son: la carne bovina y cerdo, el queso, la madera, los granos básicos.

1.1.6.3 Agroindustria

En el municipio existen 15 queseras artesanales con establecimientos de tipo familiar, sin embargo, estas acopian leche de las diferentes fincas, luego la procesan para la producción de queso que abastece el mercado local y cierta cantidad al exterior.

1.1.6.4 Industria Minera

En Siuna desde 1994, el 75% del territorio ha sido concedido a siete compañías extranjeras una para explotación y seis para exploración. La minería a nivel industrial no se ha explotado en los últimos 22 años las concesiones mineras existentes se han dedicado solamente a explorar y poner en la bolsa de valores de los estados unidos de Norteamérica para ser vendida y obtener ganancias, en la actualidad la empresa Calibre S. A es la concesionaria de más de 1200 hectáreas lo que abarca el cerro potosí y el cerro aeropuerto, cerro el Guerguero, entre otras son

las zonas que según los sondeos representan las vetas más productivas en oro, zinc, cobre, hierro, Plata. La mayoría de los gúiriseros no están organizados, tampoco cuentan con apoyo. Comercializan el metal que extraen en las joyerías del casco urbano de Siuna y con compradores que vienen de otros municipios. Logran producir aproximadamente 3,360 gramos al mes, lo que equivale a 108 onzas de 21 quilates.

1.1.6.5 Sector formal e informal

Este servicio es uno de los más representativos de la economía local, se caracteriza por el comercio de productos provenientes principalmente del pacífico tales como ropa, calzado, electrodomésticos y abarrotería en general. Los cuales llegan al municipio a través de la vía terrestre, los precios son relativos a los gastos que se incurren para disponerlos a nivel local. Localmente se comercializan productos que se producen en el municipio como queso, cuajada, huevos, yuca, quequisque, malanga, cítricos, granos básicos, carne, entre otros; generando en el sector buen porcentaje de las actividades económicas del municipio.

1.1.6.6 . Sector Turismo

El turismo no es un rubro que se aprovecha, sin embargo, existe un gran potencial para desarrollar estas actividades ya que se cuenta con ríos, bosques, cerros montañosos y está la reserva de biosfera BOSAWAS, donde se puede desarrollar el ecoturismo en toda su dimensión, pero aún falta la infraestructura para el ecoturismo.

2.2. Marco de Referencia Urbano

2.2.1. Estructura Urbana



Foto No.6: Vista aérea del casco urbano de Siuna, donde se aprecia la concentración urbana
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8338657>

La organización espacial de la trama urbana de Siuna es agrupada y de carácter espontáneo, lo que genera un problema ya que las calles al ser construidas sin planificación, en una forma sinuosa, son muy angostas y no dan lugar a construir andenes y dificultando el acceso al agua potable (ver fotos No.6).

Por otro lado, las edificaciones en la ciudad también están agrupadas orgánicamente, sin ningún orden; lo que ha derivado en problemas de accesibilidad y una distribución desordenada.

2.2.2. Uso de Suelo

El uso de suelo urbano que predomina es el habitacional, principalmente concentrado en la parte central de la ciudad. Desde este sector se deriva una serie de calles que conducen a otras comunidades rurales del municipio donde predomina el uso agrícola y ganadero. Una de estas calles lleva al sector de la pista de aterrizaje que colinda directamente con un uso de suelo comercial.

En el resto de la ciudad se identifican otros usos de suelo en menor proporción, relacionados con la educación, salud y la administración del gobierno nacional y local..

2.2.3. Vialidad y Transporte

• Vialidad

El acceso para llegar al municipio de Siuna parte de la vía que conecta al municipio a la carretera principal que está adoquinada, la cual es muy fácil de transitar durante todo el año ya sea en vehículo particular o en los autobuses que llegan hasta el sitio. Solamente hay una vía de acceso que es muy segura lo que permite a los visitantes viajar con mucha tranquilidad. Además, actualmente se está realizando un proyecto de pavimentación y agrandamiento de la carretera Rio Blanco-Siuna lo que permitirá un mejor desplazamiento vehicular.



Foto No.7: Situación actual de las carreteras de las comunidades
Fuente: Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/siuna-r-a-a-n.1128123/page-2>

La infraestructura vial interna del municipio está compuesta por caminos rurales que son el acceso a todas las comunidades, la mayoría de estos revestidos y otros de trocha que permiten el paso a la producción agrícola del municipio (ver foto No.7).

Las carreteras que conducen a la mayoría de los recursos son de estación seca y se encuentran en regular estado, lo que representa una dificultad para el desarrollo de la actividad turística del municipio. Cabe mencionar que el municipio no cuenta con señalización turística.

• Transporte

Su finalidad es permitir el desplazamiento del turista desde su lugar de origen hasta el destino, son los medios que hacen posible el acceso al lugar en el cual se localizan los atractivos turísticos.

El transporte que existe en el municipio de Siuna es muy importante ya que permite a las personas locales y a los visitantes movilizarse de un lugar a otro. En el casco urbano del municipio los medios de transporte existente son: i) los taxis que se encargan de trasladar a las personas del casco urbano de un lugar a otro y ii) los buses públicos inter locales que se dirigen a cada una de las comunidades. Es importante mencionar que para trasladarse desde Managua (el centro principal receptor de turistas) hasta Siuna, la terminal de buses se encuentra en el costado oeste del mercado Mayoreo cuyo destino final es la COTRAN (Cooperativa de Transporte del Norte) del mercado de Siuna. Además, el municipio cuenta con un medio de transporte aéreo que permite llegar al municipio con más rapidez y comodidad a través de la empresa aérea La Costeña.

Los horarios y frecuencias del transporte público son constantes, realizando la ruta Managua-Siuna, con un precio estándar de 210-260C\$; de igual forma hay buses que parten hacia las diferentes comunidades cuyo precio de pasaje varía entre 60-80 C\$ según la comunidad a la que se dirija, estos establecidos y regulados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

El transporte aéreo de Managua a Siuna tiene un precio estándar de \$83.43 y el precio del viaje de retorno es el mismo (\$83.43), la empresa aérea La Costeña hace un viaje redondo de Domingo a jueves, el día viernes solo ofrece un viaje de ida y el sábado no brinda servicios.

2.2.4. Imagen Urbana

Con base en el planteamiento de Kevin Lynch que definía a la imagen de la ciudad en un mapa mental que emplea elementos contantes (Lynch, 1959), a continuación se describe la imagen urbana de Siuna según los siguientes componentes:

a) Sendas: Como se mencionó anteriormente, dado que la trama urbana de Siuna es irregular, no existen calles o sendas de tanta importancia, a excepción de la calle real o principal que permite el acceso a la ciudad desde el Este, facilita la comunicación con los principales sitios (e.g., mercado, escuela, gasolinera, viviendas, etc.) y se proyecta al Oeste pasando por el sector del aeropuerto, facilitando la comunicación con el resto del territorio.

b) Bordes o límites: La cordillera Isabelia penetra entre los ríos Wasúk y Prinzapolka, formando la montaña del Pispís, zona donde se localiza el distrito minero de Siuna y sirve a la vez como barrera natural para el crecimiento urbano.

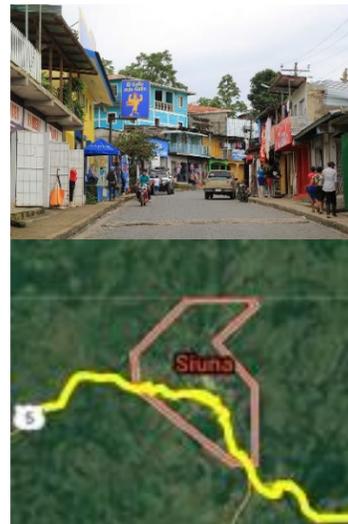


Foto No.8: Calle principal del casco urbano de Siuna.

c) Hitos: En la ciudad hay una variedad de edificaciones que presentan diversas propuestas constructivas, que van desde sistemas estructurales de concreto hasta estructuras de madera ligera, que son referencias entre la población y para los visitantes. En este sentido, destacan: la iglesia católica Virgen de Fátima, la iglesia Morava con su arquitectura de influencia inglesa, el parque municipal recientemente renovado, y el estadio de béisbol Onselo Marín, entre otros. (ver fotos No.9 a 12). Además, se identifican algunas recursos naturales en el sitio que representan puntos de interés visual, como en el caso de la pequeña laguna de Siuna situada en la cercanía del mercado municipal (ver foto No.13)

d) Barrios o distritos: Los barrios de la ciudad no aportan significativamente a la imagen urbana de Siuna, dado que el crecimiento físico espacial ha sido irregular y en gran parte los asentamientos se han generado espontáneamente, por lo que no hay vista homogénea de la calidad edilicia.

e) Nodos: Existen algunas edificaciones ubicadas estratégicamente en la ciudad, que corresponden a puntos de convergencia poblacional, como en el caso del mercado municipal, el edificio de la Alcaldía municipal, el Hospital Carlos Centeno, por mencionar algunos ejemplos (ver fotos No.14-16).

2.2.5. Arquitectura

Se reconoce en el municipio de Siuna una arquitectura denominada tradicional o vernácula relacionada con los mayangnas, que se expresa en viviendas multifamiliares, sin paredes, situadas en terrenos altos cerca de los ríos, elevadas sobre pilotes o palafitos, palma, con piso



Fotos No.10, 11, 12 y 13: Hitos relevantes: iglesias Morava y Virgen de Fátima, Parque municipal, Estadio de béisbol
https://www.mapanicaragua.com/departamentos/municipio?geographicalidad_id=2&id=127



Fotos No.13: Hito natural relevante existente en el entorno urbano local: la laguna de Siuna
https://www.mapanicaragua.com/departamentos/municipio?geographicalidad_id=2&id=127



Fotos No.14, 15, 16 y 17: Nodos relevantes como puntos de concentración masiva de personas en Siuna
Fuente: Elaboración propia

de tierra o madera, cerradas con paredes y concentradas alrededor de la iglesia o casa comunal; predominando el aspecto espiritual y el liderazgo tradicional.

Asimismo, en las edificaciones existentes de la etnia creole predomina el estilo colonial británico, con elementos de la arquitectura tradicional victoriana. Hasta finales del siglo XX, la arquitectura predominante en los pueblos de Siuna ha sido la tradicional casa de tambo, erigida sobre pilares que aíslan el piso del suelo, generalmente encharcado por el clima de alta pluviosidad (Turismo, s.f.).

La Arquitectura de Siuna forma parte de la llamada “arquitectura costeña” (Regional, s.f.), término reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura (UNESCO) (Arquitectura, s.f.), con la cual se alude a una amalgama de expresiones y tendencias arquitectónicas que prevalecen en la Costa Caribe. A lo largo de los siglos, la vivienda y el espacio originario se han visto influenciados por soluciones y estilos arquitectónicos europeos, norteamericano, chino y, más recientemente, del interior del país. Con el tiempo, los pueblos de la Costa han venido adaptándolos e incorporándolos a su tradición constructiva. Este proceso produjo tipologías dominantes que caracterizan el paisaje cultural costeño. Tanto así que es posible afirmar que estas formas particulares de expresión arquitectónica han pasado a ser parte de las mismas identidades culturales de los pueblos costeños y evidencia de su diversidad.

Dentro de estas expresiones arquitectónicas sobresalen:

- la vivienda y el espacio comunal indígena, palafitos de madera y palma circundando un área comunal en el que predominan lo espiritual y el liderazgo tradicional;
- la vivienda creole, estilo colonial británico en el Caribe con matices de tradición victoriana;
- el enclave norteamericano, con sus planteles y viviendas de madera y hojalata, estas últimas estratificadas de acuerdo al puesto laboral e identidad cultural de sus obreros;
- las iglesias, con expresiones particulares acordes a sus orígenes y denominaciones;
- las tiendas de abarrotes, influenciadas por el comerciante chino, edificaciones de dos plantas, que integran: expendio, bodega, taller y vivienda.⁵ (centroamérica, s.f.)

⁵ Cultura y desarrollo de Centroamérica. Extraído de Internet: <https://pruebacydca.wordpress.com/2013/02/27/foro-de-arquitectura-tradicional-costena/>

Ahora bien, a diferencia de lo mencionado, en relación con la arquitectura en el área urbana se aprecia un eclecticismo marcado, lo que en realidad implica que no existe un estilo totalmente definido para la ciudad de Siuna. Esto se puede apreciar en la influencia inglesa de la iglesia Morava, el fachadismo del edificio de la Alcaldía municipal y el estilo contemporáneo del parque municipal, entre otros ejemplos.

2.3. Resumen del Capítulo

En este capítulo se abordaron las características generales del municipio de Siuna y de la ciudad homónima, a fin de establecer un marco de referencia del territorio, que permite entender el contexto en el que se insertará el nuevo aeródromo para esta localidad.

Se infirió el vínculo histórico de Siuna con la producción de oro en Nicaragua, lo que impulsó tanto su crecimiento físico-espacial y económico, pero trajo consigo algunos problemas ambientales aún no superados.

Se estudiaron los aspectos físico-naturales, socioeconómicos y el estado de la infraestructura y equipamientos a nivel del territorio municipal. En la escala urbana se analizó la estructura físico-espacial, los usos del suelo, la vialidad y el transporte, la imagen urbana y una descripción de los estilos arquitectónicos existentes.

3.1.6. Electricidad

El sector está totalmente cubierto por el servicio de electricidad, lo que favorece el funcionamiento de los equipamientos y viviendas a nivel local.

3.1.7. Recolección de desechos sólidos

El servicio de recolección de desechos sólidos que presta la Alcaldía en el casco urbano dos veces por semana, abarca igualmente el sector del aeródromo.

3.1.8. Telecomunicaciones

La ciudad de Siuna cuenta con el servicio de telefonía convencional y un amplio servicio de telefonía celular. Asimismo, cuenta con servicios de Internet, televisión por cable y radioemisoras (e.g., Radio Estéreo Siuna, Radio Católica de Siuna, Radio URACCAN, Radio Maná, Radio La Voz del Pueblo y Radio la Voz de Saslaya).

3.1.9. Descripción del aeródromo

En la siguiente ficha técnica se muestran los principales datos técnicos del actual aeródromo de Siuna:

Tabla No.2: Ficha Técnica del Aeródromo de Siuna	
Código aeropuerto AITA o IATA	SIU
Código OACI o ICAO	MNSI
Municipio	Siuna
Longitud total de pista	1 128 m
Latitud	13.7167 / 13° 43' 0" Norte
Longitud	-84.7769 / 84° 46' 37" Oeste
Altitud	146 m

Fuente: <https://www.municipio.co.ni/aeropuerto-de-siuna.html>

Corresponde a un aeródromo de escala regional, aunque tiene el potencial a futuro de funcionar a escala nacional, que actualmente tiene limitado su ámbito de acción por razones administrativas de parte de las autoridades nacionales de aviación, lo que está ligado a problemas de compatibilidad de usos de suelo e inseguridad de la población, entre otros aspectos (ver foto no.17)

Dicho aeródromo se ubica en el sector sur del territorio, que anteriormente estaba alejado del resto de la ciudad, tal como se indica en las recomendaciones técnicas para el emplazamiento de este tipo de equipamientos, para no



Foto No.18: Vista noreste de la pista aérea
Fuente:

https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipMpkc4TOmycb_3IYdWghTjVgeG1kmOMPIfiTBdD=w660-h715-p-k-no

afectar el funcionamiento de la instalación, ni poner en peligro a la población; pero actualmente corresponde a la parte sur de la parte urbana de Siuna.

Este equipamiento es muy básico, conformado por la pista de despegue y aterrizaje y unas instalaciones donde funcionan las oficinas de la empresa aérea La Costeña y donde se realizan las gestiones aeroportuarias. Posee asimismo, una valla conformada por elementos tubulares y una acera paralela a la pista, que sirven de separación del aeródromo con las edificaciones colindantes.

Al lado de la pista de aterrizaje se encuentra la vía que vincula este sector con el resto de la ciudad y que se prolonga para conectar con el resto de las poblaciones del sector sur del territorio (ver foto no.18). Esta situación le da una posición ventajosa a la instalación aeroportuaria, pero al estar ubicada justo al lado de la pista de aterrizaje, tal como se aprecia en la imagen, le genera problemas a la instalación.



Foto No.19: Vía secundaria contigua a la pista de aterrizaje

Fuente:

https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipMpkc4TOmycb_3IYdWghTjVgeG1kmOMPIfiTBdD=w660-h715-p-k-no

Aunado a lo anterior, en los últimos años el sector se ha venido poblando por edificaciones de todo tipo (e.g. gasolinera, restaurante, hotel, estadio, farmacia, oficina de turismo y viviendas, entre otras) que han sometido al aeródromo a altos niveles de vulnerabilidad y disminuyendo su efectividad funcional. Esto ha sido evaluado por las autoridades nacionales de aviación y junto con otros factores técnicos deficitarios han tomado anteriormente la decisión de impedir las operaciones del aeródromo o de condicionar su funcionamiento al cumplimiento supervisado de las medidas impuestas. Además de las construcciones mencionadas, se puede apreciar en el borde la existencia de vegetación abundante sobre una topografía más escarpada.

En las siguientes fotos se resumen algunas de las situaciones mencionadas anteriormente:



Fotos No.20, 21, 22 y 23: Imágenes variadas del sector del aeródromo

Fuente:

https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipMpkc4TOmycb_3IYdWghTjVgeG1kmOMPIfiTBdD=w660-h715-p-k-no

3.1.10. *Inferencias del estudio del entorno del aeródromo actual*

Con base en el estudio realizado sobre el entorno inmediato del aeródromo actual, se establecen las siguientes inferencias:

- El sector donde está emplazado el actual aeródromo se ha venido poblando, constituyéndose en la zona sur en consolidación de la ciudad de Siuna.
- La expansión urbana por el sector sur se ve posibilitada, entre otras razones, por la existencia de carretera municipal que permite el acceso a la ciudad, vincula con los principales equipamientos del casco urbano y facilita la conexión con otras comunidades del municipio y con municipios vecinos.
- El sector es accesible y tiene acceso a los importantes servicios urbanos, aunque tienen algunos pendientes de resolver (i.e., drenaje sanitario, tratamiento de residuales y el aseguramiento del agua potable de forma permanente).
- Si bien en el sector aún queda una pequeña franja de área verde, el aeródromo ha quedado encerrado en la zona urbana, rodeado de construcciones de diversos usos y con la presencia de una población local que interfiere en el desarrollo de las actividades de esta instalación.
- Las autoridades nacionales de aviación han intervenido en el aeródromo, impidiendo en primera instancia la continuidad de su funcionamiento, y posteriormente, permitiéndolo pero condicionando el desarrollo de sus actividades, mediante la aplicación de medidas administrativas cuyo cumplimiento está sujeto a supervisión (ver anexos).
- El balance de lo mencionado indica que si bien aún hay un compás de tiempo para mantener funcionando el aeródromo, éste es insostenible bajo las condiciones actuales, y existe coincidencia entre las autoridades nacionales de aviación, las autoridades del gobierno local y los autores del presente trabajo, sobre la urgencia de crear un nuevo aeródromo.
- De acuerdo a lo anterior, se decidió buscar un nuevo sitio para el desarrollo de un nuevo aeródromo, que estuviera alejado de la ciudad, cumpliera con los requisitos para el emplazamiento de este tipo de instalaciones y, además, permitiera el desarrollo de un proyecto altamente estético, funcional, duradero y que se corresponde con los esfuerzos del gobierno local de impulsar el desarrollo turístico en esta zona.

3.2. Estudio del entorno del sitio para el nuevo aeródromo

El sitio propuesto para emplazar el nuevo aeródromo debe tener una posición estratégica, ser accesible territorialmente, garantizar el distanciamiento requerido del área urbana, las condiciones naturales propicias (e.g., superficie, topografía, vientos, soleamiento, etc.) y las posibilidades de acceder a los servicios e infraestructura urbanos –o de crearlos si fuera necesario–, entre otros requerimientos.

El sitio seleccionado fue propuesto por la Alcaldía municipal, dentro de las posibilidades existentes en los terrenos municipales, y valorado técnicamente por los autores del presente trabajo. A continuación se presentan los componentes de estudio del sitio para el nuevo aeródromo:

3.2.1. *Ubicación*

La posición geográfica del sitio en el cual se emplazará el nuevo aeródromo se encuentra entre las coordenadas 13° 44' de latitud norte y 84° 46', aproximadamente a quince minutos del casco urbano y de la pista aérea actual, al suroeste del territorio de Siuna. El terreno colinda con las comunidades San Pablo y Wayla was (ver imagen no.X).

3.2.2. *Tamaño, Forma y Topografía.*

El sitio posee un área de 66,500m² y cuenta con una forma regular de un rectángulo alargado con dirección suroeste. Posee un terreno relativamente plano con una pendiente aproximada de menos del 2%, que no está sometido a inundaciones frecuentes. Esto concuerda con los requerimientos establecidos por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) que establecen que la pendiente idónea para el emplazamiento de Aeropuertos no debe excederse del diez por ciento. También el sitio al ser en su mayor parte llano, no posee accidentes geográficos que representen obstáculos para el proyecto (ver gráficos no.9 al no.11).

3.2.3. *Accesibilidad al sitio*

El sitio es bastante accesible a través de la vía que lo conecta con el centro de la ciudad, que aunque hasta el momento es secundaria, por lo que no cuenta con las dimensiones requeridas, y tampoco con el tratamiento pertinente, tiene un alto potencial de desarrollo. Al territorio se puede acceder en todo el año (ver gráficos no.7 y no.8).

3.2.4. *Predominio de Vientos en el sector*

El elemento viento tiene un impacto grande en la definición del aeródromo, ya que es crucial para el despeje y aterrizaje de las aeronaves. Asimismo, define las entradas de corrientes de aire y eso influye en la toma de decisiones en cuanto a la manera correcta de ventilar el edificio y la ubicación de los espacios dentro del conjunto arquitectónico, y en especial del edificio de la terminal de pasajeros. A 10 metros sobre el suelo las características del viento de cualquier ubicación dependen en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. En este sentido, la velocidad promedio del viento por hora en Siuna tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 6,4 meses, del 10 de noviembre al 21 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 4,2 k/h. El día más ventoso del año es el 24 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 5,1 k/h.

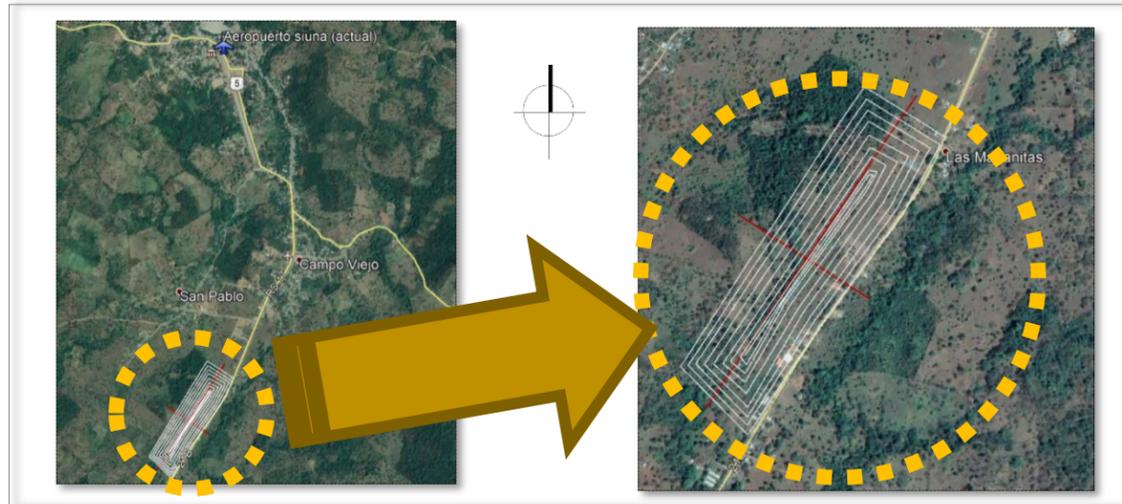


Gráfico No.8: Vista aérea del sitio nuevo de emplazamiento de del nuevo aeródromo de Siuna
Fuente: Elaboración propia utilizando imágenes aéreas de Google Earth

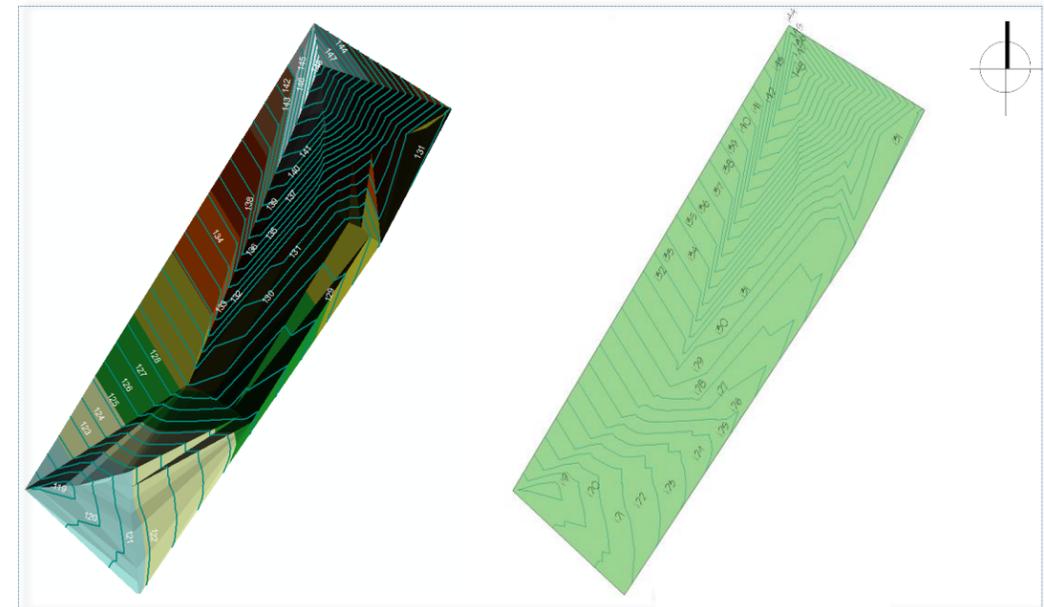


Gráfico No.11: Topografía del terreno para el nuevo aeródromo (ArcGIS y Curvas de nivel)
Fuente: Elaboración propia

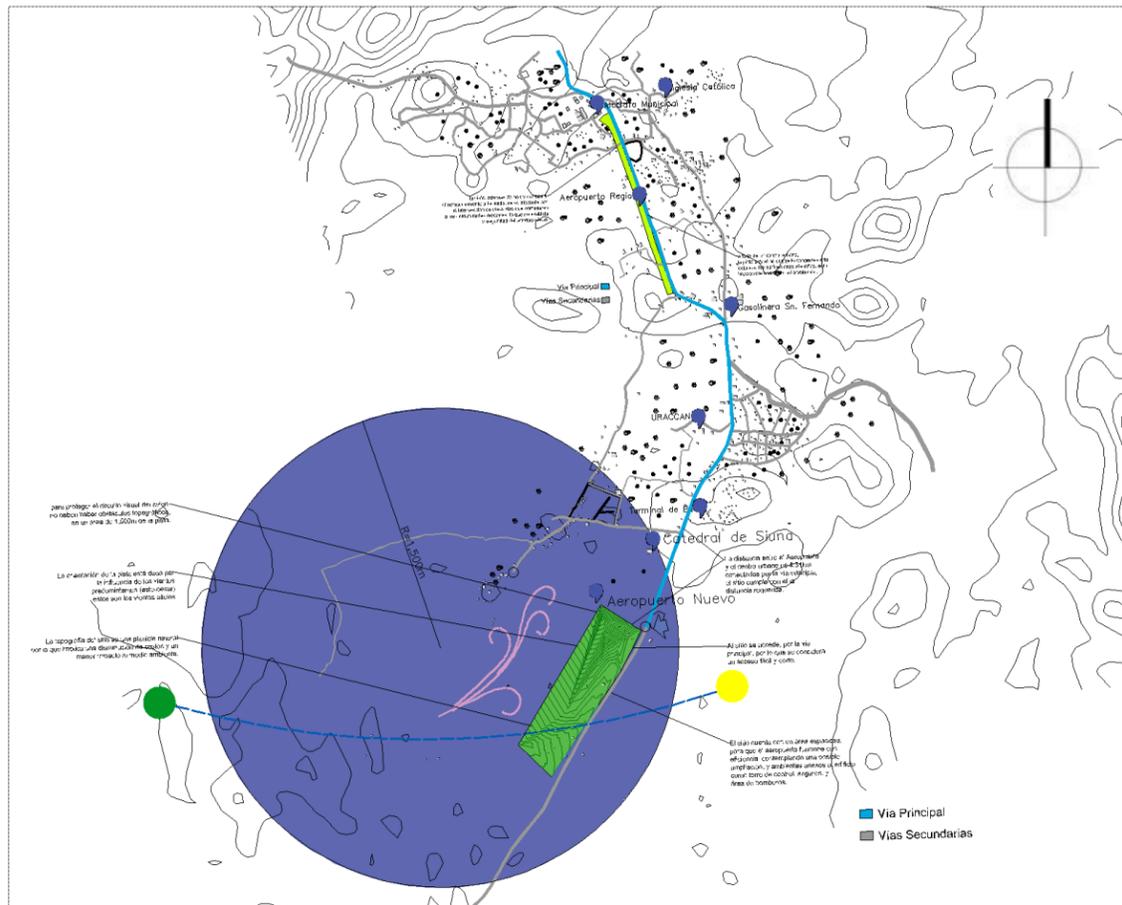


Gráfico No.8: Localización del nuevo sitio de emplazamiento del nuevo aeródromo propuesto para Siuna
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.11: Sección Transversal del terreno para el nuevo aeródromo
Fuente: Elaboración propia

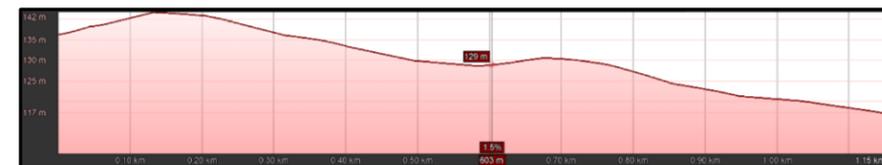


Gráfico No.11: Sección Longitudinal del terreno para el nuevo aeródromo
Fuente: Elaboración propia

El tiempo más calmado del año dura 5,6 meses, del 21 de mayo al 10 de noviembre. El día más calmado del año es el 30 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 3,3 kilómetros por hora. (Weatherspark, s.f.)

La carta Bioclimática de Olgay proporciona la información necesaria para generar condiciones de confort térmico para espacios externos de una edificación, a través de la extracción de las temperaturas máximas y mínimas intersectadas con la humedad relativa a lo largo de todo el año en el sitio de estudio, Sobre dicha carta se pueden estudiar las desviaciones respecto a la zona de confort y cómo actuar para volver a la misma.

Para las horas de la mañana se perciben condiciones de confort en todos los meses, exceptuando Agosto y Septiembre; después del medio día aproximadamente la radiación solar aumenta y por tanto se necesita la captación de vientos de entre 1 a 4 m/s y crear áreas de

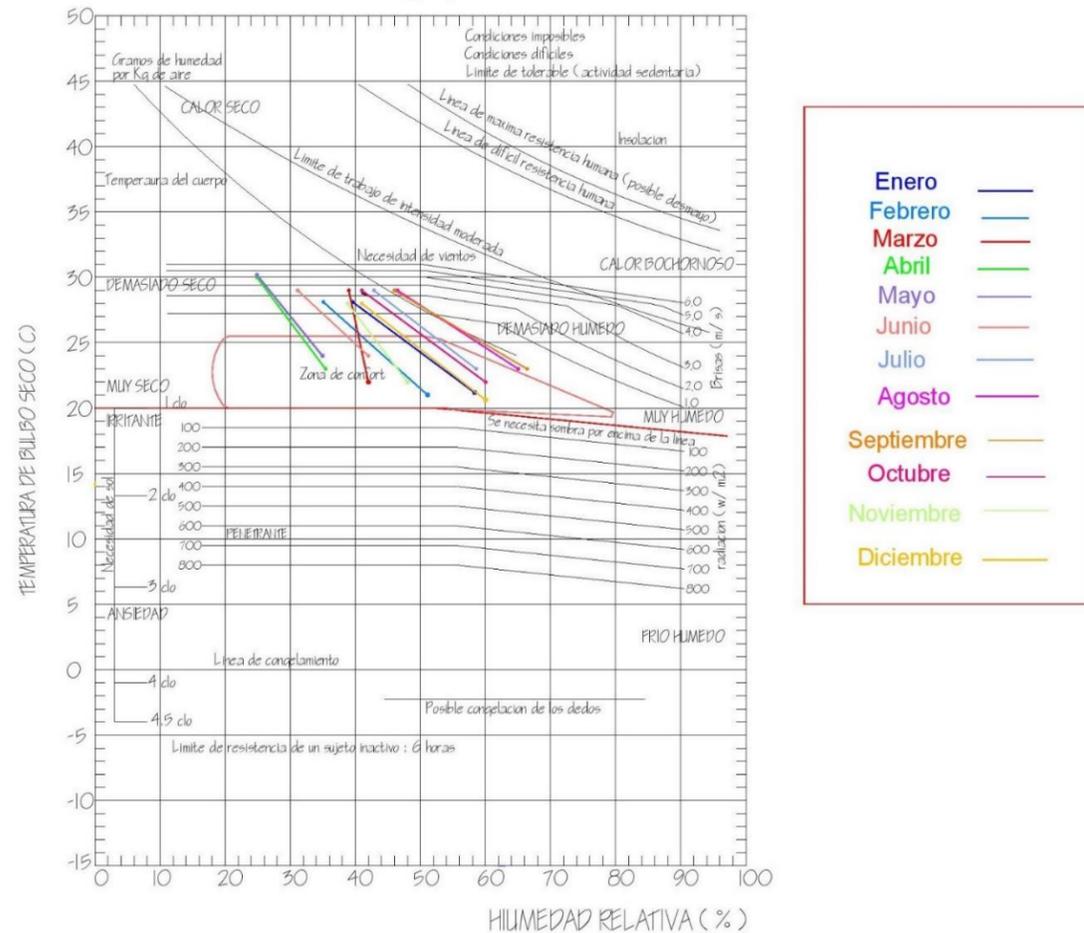


Gráfico No.12: Carta bioclimática de Olgay aplicada al sitio
Fuente: Elaboración propia

sombras, cabe señalar que es posible realizar trabajos de intensidad moderada en los espacios externos, porque los meses pasan por debajo de la zona crítica durante todo el año (ver gráfico no.11)

La carta bioclimática de Givoni proporciona información necesaria para generar condiciones de confort térmico en espacios internos de un edificio, a través de la extracción de las temperaturas máximas y mínimas intersectadas con la humedad relativa a lo largo de todo el año, de la misma forma que la carta de Ogyay.

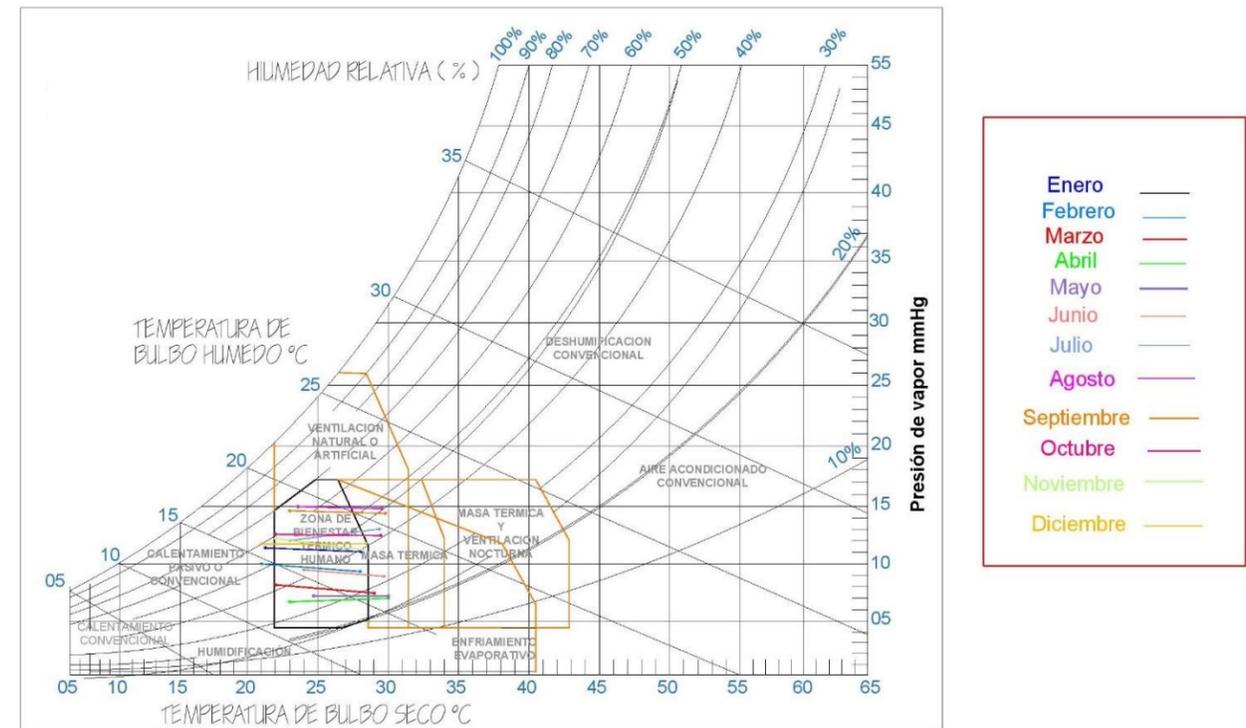


Gráfico No.13: Carta bioclimática de Givoni aplicada al sitio
Fuente: Elaboración propia

Para los meses de enero, febrero y diciembre, por la mañanas se requieren desarrollar estrategias de calentamiento pasivo, sin embargo por ser periodos muy cortos bastará con aplicar un nivel de arropamiento necesario para minimizar la influencia de las bajas temperaturas, por lo que no es necesario desarrollar estrategias de calefacción, puesto que con ropas cálidas será suficiente.

El resto del día en todos los meses de año se perciben condiciones de confort térmico, Por horas de la tarde la situación cambia un poco ya que en los meses de enero, febrero, diciembre y noviembre no sobrepasan la zona de confort, no obstante el resto de los meses en horas de la tarde necesitan la aplicación de estrategias de ventilación natural y masa térmica debido a las altas temperaturas que se alcanzan, es decir que se deben captar las corrientes de aire para disipar el efecto negativo de las altas temperaturas y altas humedades relativas(ver gráfico no.12)

	CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGYAY		CARTA BICOLIMÁTICA DE GIVONI	
	temperatura mínima ≈ 6:00	temperatura máxima ≈ 15:00	temperatura mínima ≈ 6:00	temperatura máxima ≈ 15:00
ENERO	C	Gs, Cv	Cp	C
FEBRERO	C	Gs, Cv	Cp	C
MARZO	C	Gs, Cv	C	Vn, Mt
ABRIL	C	Gs, Cv	C	Vn, Mt
MAYO	Gs, Cv	Gs, Cv,	C	Vn, Mt
JUNIO	Gs, Cv	Gs, Cv,	C	Vn, Mt
JULIO	C	Gs, Cv	C	Vn, Mt
AGOSTO	C	Rs, Cv	C	Vn, Mt
SEPTIEMBRE	C	Rs, Cv	C	Vn, Mt
OCTUBRE	C	Gs, Cv	C	Vn, Mt
NOVIEMBRE	C	Gs, Cv	C	C
DICIEMBRE	C	Gs, Cv	Cp	C

ESTRATEGIAS DE CALENTAMIENTO

Captar radiación solar	Rs	C. solar pasivo C. solar activo	Cp Ca
------------------------	-----------	------------------------------------	------------------------

ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO

Captar vientos	Cv	Ventilación natural	Vn
Generar sombras	Gs	Masa Térmica	Mt
humidificación	H	Masa-ventilación noct.	Mvn
Confort	C	Humidificación	Hd
		Deshumidificación	D
		Confort	C

Según la Carta Bioclimática de Olgay, Para las horas de la mañana se perciben condiciones de confort en todos los meses, exceptuando Agosto y Septiembre; después del medio día aproximadamente la radiación solar aumenta y por tanto se necesita la captación de vientos de entre 1 a 4 m/s y crear áreas de sombras. Por otra parte, la Carta de Bicolimática de Givoni Para los meses de Enero, Febrero y Diciembre, por la mañana se requiere desarrollar estrategias de calentamiento pasivo, por la tarde Enero, Febrero, Diciembre y Noviembre no sobrepasan la zona de confort, no obstante el resto de los meses en horas de la tarde necesitan la aplicación de estrategias de ventilación natural y masa térmica, se deben captar las corrientes de aire para disipar el efecto negativo de las altas temperaturas y altas humedades relativas. masa térmica implica contraterrestar el flujo de calor a través del uso de materiales reguladores térmicos, para tal efecto se necesita en este caso materiales con baja inercia térmica, tales como la malla tridimensional electro soldada con alma de poliestireno expandido, este es un aislante térmico, sistemas de madera con doble forro y cámara de aire, en tercera instancia puede ser el ladrillo de barro que tiene una insidencia térmica baja.

Gráfico No.14: Resumen de estrategias bioclimáticas en el sitio
Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Aspectos climáticos

Para desarrollar el análisis bioclimático se utilizó la implementación de la hoja de cálculos desarrollada por el arquitecto Víctor Armando Fuentes, la cual permite la interpolación de datos climáticos de dos ciudades próximas al sitio de estudio cuando no se cuentan con los datos de este, estos datos luego fueron procesados a través de las Tablas Bioclimáticas de Baruch Givoni y Víctor Olgay las cuales permiten desarrollar estrategias de confort tanto en los ambientes exteriores como en los interiores, esto con el fin de proponer una arquitectura sustentable.

Esta arquitectura se basa en la sustentabilidad a través del diseño y este empieza en las primeras etapas de un proyecto y requiere el compromiso de todos los interesados: cliente, diseñadores, ingenieros, autoridades, contratistas, propietarios, usuarios y la comunidad. Cabe señalar que la sustentabilidad a través del diseño optimiza la eficiencia por medio del este, ya que las energías renovables, las tecnologías ambientales y de alta eficiencia están integradas a la más grande esfera de acción práctica en la concepción del proyecto.

3.2.6. Agua potable

Por su importancia estratégica, el sitio contará con el servicio de abastecimiento de agua potable.

3.2.7. Electricidad

El servicio de energía eléctrica para el sector estará garantizado por la Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL).

3.2.8. Drenaje sanitario

Como en el resto del municipio, no existe aún sistema de alcantarillado por lo que en el proyecto se deberá proponer un sistema para tratamiento de los residuales líquidos.

3.2.9. Telecomunicaciones

El aseguramiento de los servicios de telefonía convencional, telefonía celular, Internet y televisión por es factible por la disposición de los mismos en la ciudad de Siuna.

3.2.10. Análisis del Paisaje

El principal atractivo paisajístico del nuevo sitio se presenta a través de la cobertura boscosa de los alrededores, la cual está formada por bosques de coníferas y latifoliadas, con amplio potencial forestal. Las especies que se encuentran con mayor frecuencia son: leche María, palo de agua, y nancitón. Existe una composición botánica diversificada y con varios estratos. La copa de los árboles forma un dosel cerrado.

3.2.11. Inferencias del estudio de entorno del sitio para el nuevo aeródromo

Con base en el estudio realizado sobre el entorno de entorno del sitio para el nuevo aeródromo, se establecen las siguientes inferencias:

- El sitio presenta ventajas en cuanto a su topografía, ya que al ser poco accidentada y llana es propicia para el emplazamiento del aeródromo, tal como recomiendan las instancias nacionales e internacionales de aviación civil.
- Las condiciones climáticas son favorables, pues los vientos predominantes permiten las actividades de despegue y aterrizaje de las aeronaves y, por otro lado, favorecen la ventilación cruzada en la instalación, principalmente en el edificio de la terminal.

- Existe un importante potencial paisajístico en el entorno inmediato del sitio, al estar rodeado de una masa boscosa considerable que puede ser aprovechada en el diseño arquitectónico del aeródromo.
- La distancia del sitio a la ciudad es relativamente corta para facilitar el acceso a los servicios e infraestructura existentes a nivel urbano; pero a la vez mantiene una distancia considerable para que las edificaciones, ni la población afecten el funcionamiento del nuevo aeródromo.
- El sitio es bastante accesible, pero la única vía de acceso requiere ser mejorada para facilitar la accesibilidad total.

3.2.12. Matriz normativa para el nuevo aeródromo

Para complementar el estudio del nuevo sitio, se ha considerado pertinente preparar una matriz donde se plantea el nivel de cumplimiento de los requerimientos para el emplazamiento de aeródromos, planteados a nivel normativo. Dichos requerimientos o requisitos se han organizado en función de 8 parámetros que a su vez se generan en función de la pista (elemento a construir) o del terreno (elemento natural).

Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo			
Sitio	Parámetros	Requerimientos	Cumplimiento
Pista	Longitud	Según la OACI, Cuanto mayor sea el viento de frente que sopla en una pista, la longitud requerida será menor y a la inversa un viento de cola aumenta a la longitud de la pista. A mayor temperatura le corresponde una mayor longitud de pista, por que las temperaturas elevadas disminuyen la densidad del aire reduciendo la sustentación y el empuje del avión. Un avión que despegue en una pendiente ascendente requiere una mayor longitud de pista, que si lo hiciera sin pendiente o con una pendiente descendente. Cuanto mayor sea la elevación del aeropuerto (menor presión barométrica), mayor longitud habrá de tener a la pista.	Considerando lo anterior, se llega a la resolución técnica de dimensionar la pista con una longitud de 1,200m por 40m de ancho.
		En cuanto a la avioneta que se utilizará para el proyecto	

Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo			
Sitio	Parámetros	Requerimientos	Cumplimiento
Terreno		Cessna 208B Grand Caravan necesita una longitud de 738 m para despegar y solamente 570m para aterrizar. Y evaluando la posibilidad de que en el futuro se puedan usar avionetas con mayor capacidad, esto indica un aumento de las dimensiones de la pista en comparación con la pista existente.	
	Orientación	La pista principal debe estar orientada en la dirección del viento predominante, en este caso los vientos alisios, provenientes de los anticiclones subtropicales de las Azores y Bermudas estos vienen del Este hacia el Oeste, esto para evitar siempre el viento cruzado. Por otro lado un avión necesita, según sus características de peso, aerodinámica y el empuje de sus motores, una velocidad determinada del aire a través de las superficies de sustentación para remontar el vuelo. Esto implica que la velocidad del avión con respecto al terreno es distinta en función de si el viento sopla en una u otra dirección.	También se toman en cuenta los dos puntos geográficos en los que la aeronave se desplazará, en nuestro caso desde el Aeropuerto Augusto C. Sandino en Managua, hasta el Nuevo aeropuerto en la ciudad de Siuna. Al trazar una línea entre estos dos puntos se determina una orientación que casualmente coincide con el predominio de los vientos, en sentido Este-Oeste (ver gráfico x)
	Superficie limitadora de Obstáculos	Según la OACI no deben haber ningún obstáculo a 1500 metros de la pista, de forma radial, está medida está definida para proteger el circuito visual del avión.	Se estudió este radio, encontrándose que no hay obstáculos topográficos, cables de alta tensión, o vectores de contaminación que puedan perjudicar el circuito visual del avión.
	Topografía	En el caso de nuevos aeropuertos la configuración	El Sitio actual cuenta con un área espaciosa, para contemplar una

Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo			
Sitio	Parámetros	Requerimientos	Cumplimiento
		<p>geométrica de los emplazamientos debe proyectarse en base a las exigencias del tráfico, reservando los espacios de terreno necesarios para futuras ampliaciones, de acuerdo a los pronósticos de crecimiento.</p> <p>Los movimientos de tierra están asociados a las obras, alteran tanto la topografía como la hidrología superficial, flora, fauna y paisaje en su conjunto, por lo que debe tomarse en cuenta que la topografía sea lo más plana posible para evitar los movimientos de tierra en exceso.</p> <p>La OACI recomienda un radio de 1,500m desde la pista en la que no existan accidentes topográficos o de otra índole que pueda dificultar las maniobras aéreas.</p>	<p>eventual ampliación, Por otro lado la topografía del sitio es una planicie natural, lo que permite que en un eventual emplazamiento del aeropuerto, no represente grandes gastos y tampoco un gran impacto al medio ambiente; también el análisis en campo indicó que no hay accidentes topográficos en un radio de 1,500m de la pista. (ver gráfico x)</p>
	Accesos y Distanciamiento del Centro Urbano	<p>Los edificios terminales se ubicarán de tal manera que el acceso a las pistas sea fácil y corto.</p> <p>Es habitual que los aeropuertos se construyan alejados de los centros urbanos, por motivos de seguridad ya que un aeropuerto genera niveles de ruido que imposibilitan prácticamente cualquier actividad humana en sus aéreas inmediatas y somete el territorio a una serie de impactos a modo de círculos concéntricos y esto afecta no sólo al ser humanos también a las especies animales, además ocupa un terreno relativamente</p>	<p>Existen dos accesos al Sitio de emplazamiento, actualmente no cuentan con las condiciones para abastecer las necesidades de un aeropuerto, por lo que se recomienda contemplar una ampliación de sus dimensiones y adoquinar. Con respecto a la distancia requerida del terreno al centro de la ciudad, se tiene que es de 4.31 km, traducido en tiempo serían entre 13 y 15 minutos. Por tanto se considera que el terreno cumple perfectamente con el distanciamiento requerido.</p>

Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo			
Sitio	Parámetros	Requerimientos	Cumplimiento
		<p>extenso por lo que se recomienda que esté alejado del centro urbano.</p> <p>Para ubicar la mejor distancia del aeropuerto al centro urbano, debe contemplarse una zona la cual parte de la ciudad al punto de construcción del aeropuerto, está queda comprometida entre un rango de 0 a 40 minutos de recorrido por la vía principal, a una velocidad de 75kph para carreteras de dos carriles, este dato se extrae de que un pasajero no está dispuesto a viajar más de una hora para abordar un avión.</p>	
	Incidencia Solar	<p>Una ola de calor extrema, con temperaturas mayores a los 45°C unido a la incidencia de la radiación solar con el cielo despejado puede dificultar los despegues de aviones, debido a que los aviones vuelan gracias a lo que se conoce como sustentación, que es la fuerza que se ejerce sobre un cuerpo que se desplaza. En condiciones normales el aire es denso y sus moléculas están juntas favoreciendo que la velocidad del avión provoque un empuje del aire contra las alas y se produce una fuerza de sustentación vertical.</p>	<p>En el capítulo tres se hace un análisis de la temperatura del sitio, según las tablas bioclimáticas de Algia y Givoni, las cuales confirman que el sitio cuenta con un flujo de temperatura adecuada en algunos meses y en los que no, se toman estrategias para generar confort. (ver gráfico x)</p>
	Cables de alta tensión y vectores de contaminación	<p>Según el reglamento se recomienda que las torres de alta tensión estén alejadas de la periferia urbana a más de 50m de distancia, es decir que, si un medidor de campo electromagnético mide a esta distancia un campo eléctrico de</p>	<p>El análisis en campo indica que no hay cables de alta tensión en la periferia del sitio, y tampoco vectores de contaminación.</p>

Tabla No.3: Matriz Normativa para el sitio del nuevo aeródromo			
Sitio	Parámetros	Requerimientos	Cumplimiento
		más de 20 nanoteslas, significa que la población se verá bastante afectada por la influencia de la torre. En este caso se recomienda plantar árboles para disminuir el campo eléctrico.	
	Áreas	El Aeropuerto actual tiene un área aproximada de 60,273m ² contemplando la pista, esta área ha demostrado que no es la apropiada para el proyecto, pues la construcción está limitada al crecimiento, y hoy en día carece de instalaciones adecuadas.	Por tal motivo se contempla un área de 80,900m ² requeridos para que un aeropuerto con las necesidades del municipio pueda funcionar con holgura, contemplando áreas como una pista más amplia y otras instalaciones anexas al aeropuerto, como hangares y torre de control, también contemplando una posible ampliación en el futuro, el terreno actual cumple con estas áreas.

Fuente: Elaboración propia, con base en diferentes instrumentos (ver bibliografía)

nuevo equipamiento en un sitio nuevo. Este sitio nuevo ubicado en las afueras de la ciudad de Siuna fue estudiado y se confirmó su idoneidad para la creación del nuevo aeródromo, que se presenta en este documento.

3.2. Resumen del Capítulo

En esta sección se realizó un doble estudio: en primer lugar se diagnosticó el estado actual del aeródromo de Siuna y de las condiciones físico-naturales del entorno inmediato donde está emplazado, lo que permitió identificar los serios problemas que enfrenta este equipamiento para funcionar adecuadamente, lo que ha significado cierre temporal y aprobación condicionada del aeródromo por las autoridades del Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC).

En este sentido, la visita de campo al sitio permitió comprobar que las instalaciones físicas del actual aeródromo no cuentan con los requerimientos técnicos, tecnológicos, formales y funcionales requeridos para este tipo de equipamientos (e.g., superficie de la pista de aterrizaje en mal estado y es atravesada por personas y animales, hay presencia notoria de basura en el entorno, existe incompatibilidad de usos del suelo por el crecimiento urbano que se ha dado en dirección del aeródromo y que lo ha dejado dentro de la ciudad, etc.).

Como resultado de la verificación in situ del estado actual del aeródromo y de acuerdo a conversaciones con funcionarios de la Alcaldía municipal de Siuna quienes plantearon la necesidad de contar con un aeropuerto que cumpliera los requerimientos técnicos nacionales e internacionales para este tipo de equipamiento, y ante la imposibilidad de mantener el aeródromo en el sitio actual, se tomó la decisión técnica en conjunto con el gobierno local para proponer un

CAPITULO 4: CRITERIOS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA EL AERÓDROMO

En este capítulo se establecen los criterios de diseño arquitectónico para el diseño del aeropuerto nuevo de Siuna, los cuales fueron obtenidos/extraídos de:

- (i) estudio de modelos análogos y
- (ii) revisión y análisis de documentación especializada en la materia, con especial énfasis en los aspectos normativos aplicables al diseño de instalaciones aeroportuarias.

4.1. Estudio de Modelos Análogos

4.1.1. Consideración para la selección de los modelos análogos

Para la realización del estudio de modelos análogos se optó primeramente por recopilar información de un alto número de proyectos de diseño arquitectónico de aeródromos/aeropuertos (aproximadamente veinte), tanto nacionales como internacionales. De la cantidad inicial se procedió a seleccionar un grupo de pequeño de proyectos (cuatro) en función de los siguientes aspectos:

- (i) Que su escala fuera similar a la del aeródromo que se pretende desarrollar; es decir, pequeños o relativamente pequeños.
- (ii) Que territorialmente fueran diversos; es decir, que incluyeran a Nicaragua y a experiencias extranjeras
- (iii) Que destacaran en su concepción general, lo que alude a la totalidad del equipamiento
- (iv) Que sus atributos estético-compositivos fueran interesantes para ser estudiados en el diseño del principal edificio del aeródromo: la Termina de Pasajeros
- (v) Que su aspecto funcional-espacial fuera consistente con lo que se ha revisado en la literatura sobre el tema, respecto a las zonas que incluye una instalación aeroportuaria de este tipo.

Como resultado, los proyectos que a juicio de los autores cumplían estos aspectos fueron:

Proyectos de aeródromos seleccionados para ser estudiados como Modelos Análogos		
No. del MA	Nombre del aeródromo/aeropuerto	Ciudad/País
1	Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma	San José, Costa Rica
2	Aeropuerto Seymour (ecológico) de Galápagos	Islas Galápagos, Ecuador
3	Aeropuerto de Corn Island	Corn Island, Nicaragua
4	Aeropuerto Internacional de Carrasco	Montevideo, Uruguay

Los 4 modelos seleccionados fueron estudiados bajo una estructura de análisis típica, que incluyó:

1. Datos generales

2. Análisis Conceptual
3. Análisis ambiental/ecológico
4. Análisis Formal
5. Análisis Funcional
6. Estructural Constructivo

A continuación se describe el estudio de modelos análogos:

4.1.2. Estudio del Modelo Análogo No.1: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma (Costa Rica)

4.1.2.1. Datos generales

• Ubicación

El Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños Palma, es uno de los cuatro aeropuertos internacionales de Costa Rica. Se ubica en la capital San José, en el distrito de Pavas. Funciona como el aeropuerto principal para vuelos de cabotaje y tiene vuelos internacionales comerciales para Bocas del Toro, Panamá y Managua, Nicaragua, entre otros.

Se encuentra a 8km al noroeste de San José y a 11km al sureste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría en un terreno de aproximadamente 41 hectáreas. Lleva el nombre del piloto costarricense Tobías Bolaños Palma (1892-1953), primer piloto graduado y quien sentó las bases de la aviación en Costa Rica. Este aeropuerto es la principal base para la aviación general del país y en él se realizan la mayoría de las operaciones de vuelos privados, fletados, turísticos, operadores de helicópteros y de escuelas de aviación.

4.1.2.2. Análisis Conceptual

La idea generadora del aeropuerto está inspirada en el vuelo de las aves, específicamente en la "lapa", debido a sus características físicas adaptables a un diseño tropical, además de poseer colores llamativos y frescos en sus plumajes. A su vez el arquitecto quiso rendir tributo a la belleza de dicha ave, ya que se encuentra en peligro de extinción.

4.1.2.3. Análisis Formal

El aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma visto desde la elevación principal, se pueden observar elementos verticales, como columnas que a su vez crean la ilusión de transparencia lo que permite la entrada de luz y ventilación natural, la inclinación del techo de la edificación asemeja a un ave despegando, posee un volumen central que jerarquiza la entrada y a su vez crea un punto focal. El edificio parte de un eje central lo que le da simetría a toda la edificación.



Foto No.24: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma
Fuente: Administración del aeropuerto

4.1.2.4. Análisis Funcional

Funcionalmente se divide en dos edificios: uno para vuelos de entrada y otro para vuelos de salida, unidos por un lobby y caja de escaleras, que es el volumen central. Posee un estacionamiento subterráneo aprovechando el espacio del terreno.

4.1.2.5. Análisis Estructural Constructivo



Foto No.25: Aeropuerto internacional Tobías Bolaños Palma
Fuente: Administración del aeropuerto

La estructura del proyecto consiste en un sistema de columnas y vigas en acero. Las columnas son circulares de 70 centímetros de diámetro. En el área de estacionamiento el alma de las vigas corresponde a 80 centímetros, mientras que en los edificios terminales son de 60 centímetros.

El entrepiso es del sistema Metadeck, que está compuesto por una lámina metálica y una losa de concreto que actúa en forma monolítica. Este sistema permite aumentar rendimientos de obra, reduce tiempos de construcción y se disminuye el desperdicio de materiales.

Los materiales predominantes en el edificio son: madera laminada, elegido para los pisos de todo el interior de la terminal; acero, presente en la estructura y detalles en ventanería; policarbonato, material utilizado en cubiertas y divisiones entre salas de abordaje y madera, utilizada para elementos de protección solar.

4.1.2.6. Análisis Ambiental

El proyecto está dispuesto para tomar en cuenta el factor solar, ya que su ubicación toma en cuenta el asoleamiento, aprovechando con paneles solares, el tiempo de sol del día.

También existen 2 sistemas de aprovechamiento y reutilización de aguas proyectados para dicha edificación como lo son:

- el aprovechamiento de aguas pluviales, que consta de una superficie captadora, canalizaciones exteriores de conducción de agua de lluvia, un sistema de decantación o filtrado de impurezas y un aljibe o depósito de almacenamiento.
- Reutilización de aguas grises: las aguas que provienen de duchas o lavamanos (aguas grises) pueden reutilizarse para cisternas de WC. Para este sistema se toma en cuenta una segunda red de tuberías independientes para las aguas de ducha o lavamanos hacia una instalación de tratamiento y depósito de almacenamiento, desde donde bombea el agua tratada hacia los inodoros mediante una red propia.

También se hace uso de la vegetación en el diseño del edificio, para proteger los espacios de las corrientes de aire frío provenientes del este y de la radiación del sur, aislar el ruido de las aeronaves, controlar la erosión y proporcionar belleza paisajística en fachada y espacios ajardinados.

4.1.3. Estudio del Modelo Análogo No.2: Aeropuerto Seymour (ecológico) de Galápagos

4.1.3.1. Datos generales

• Ubicación:

El Aeropuerto Seymour de Baltra, también conocido como Aeropuerto ecológico Galápagos, se encuentra ubicado en la Isla de Baltra, que forma parte del archipiélago de las Islas Galápagos, albergando el principal aeropuerto de ese territorio.

Las Islas Galápagos se caracterizan por su gran valor ecológico y son consideradas parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador. La UNESCO declaró a las Islas Galápagos como Patrimonio Natural de la Humanidad en 1978, y como Reserva de la Biosfera en 1985. En 1986 la UNESCO declaró como Reserva Marina el mar que rodea las islas y en 2001 esta área recibió el título de Santuario de Ballenas, de Reserva de Biosfera y Sitio Ramsar para la protección de humedales.

• Capacidad:

El complejo tiene 6000 m² de construcción y actualmente el aeropuerto dispone de 12 vuelos diarios, con aproximadamente 530 pasajeros. Esto supone unos 4,450 vuelos y 193,500 pasajeros anuales.

• Año:

Fue construido en el 2014 a partir de un concepto de diseño ecológico que, según sus administradores, se implementó por primera vez en la historia y en el mundo entero.

4.1.3.2. Análisis Conceptual

Entre las características de arquitectura sustentable que se implementaron durante el proyecto, se destacan la mayor eficiencia en el uso de la energía, la iluminación y el consumo de agua. Ello es posible gracias a que su funcionamiento responde en un 100% al funcionamiento de energías renovables: el 65% es producido por molinos eólicos ubicados estratégicamente en la zona, y el 35% restante proviene de paneles solares fotovoltaicos localizados en las caminerías de la terminal. Respecto del consumo de agua, el aeropuerto dispone de una planta desalinizadora que permite recolectar el agua utilizada, tratarla y darle un nuevo uso.

Análisis Formal

El volumen del aeropuerto se desarrolla de manera horizontal con un techo tipo “sombrija”. Este edificio tiene las paredes claras y cuenta con una envolvente abierta hacia el exterior que permite el ingreso de luz natural, de forma indirecta (ver foto).

La estructura metálica es vista dándole un carácter al volumen, los materiales empleados para el revestimiento como la piedra volcánica de la isla, lograron mimetizar el edificio con el entorno natural y disminuir su impacto visual (ver foto).

El proyecto ubica la terminal a una distancia segura de la pista de aterrizaje, orientando la planta a cuarenta y cinco grados que le permiten capturar la brisa y evitar la incidencia directa del sol, además cumple con los requisitos internacionales de seguridad, la distancia entre la terminal y la calle de rodaje más la dirección predominante del viento asegura que los humos de los motores de las aeronaves en marcha no entren al edificio, también reduce el nivel de ruido percibido por los pasajeros que se encuentran dentro del aeropuerto.



Foto No.28: Vista de la cubierta del Aeropuerto Seymour de Galápagos
Fuente: Administración del aeropuerto



Foto No.28: Vista Aeropuerto Seymour de Galápagos
Fuente: Administración del aeropuerto

Además, el edificio es utilizado mayoritariamente por la mañana entre las ocho de la mañana y las dos de la tarde cuando la temperatura del aire es más baja (ver imagen).

Se han utilizado conductos de aire enterrados con ventilación forzada para enfriar los pocos espacios donde el movimiento del aire natural no es posible, lo que requiere un mínimo consumo de energía evitando el uso del aire acondicionado. El diseño de la terminal se proyectó para aprovechar la luz del día, utilizando un modelo de estudio con un cielo artificial y simulaciones numéricas que abarcan espacios internos mediante el programa radianes además de dos sistemas de claraboyas orientados hacia el sur a la altura de la sala de chequeo y en el centro del edificio trabajan como una entrada de luz y circulación de aire viciado-caliente.



Foto No.26: Conjunto del Aeropuerto Seymour de Galápagos
Fuente: Administración del aeropuerto

4.1.3.3. Análisis Funcional

El aeropuerto tiene la capacidad de recibir 10 vuelos por día, con un promedio de 100 pasajeros cada uno. Además de las áreas de entrada y pre embarque, el aeropuerto cuenta con una zona de locales de comida, una plaza de mesas y sillas y una zona de tiendas para realizar compras.

4.1.3.4. Análisis Ecológico-Ambiental

Diseñado con el objetivo de realizar una estructura ecológica, el aeropuerto ha sido construido con el Sistema Constructivo Avanzado Emmedue, que permite realizar edificios de elevada eficiencia energética que cumplen con los estándares más elevados y permiten reducir las emisiones de CO2.

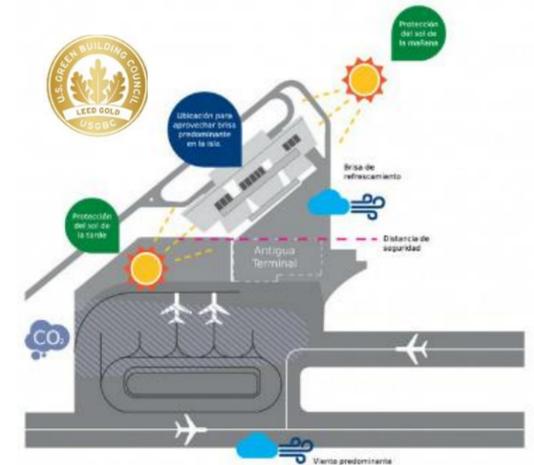


Gráfico No.15: Conjunto del Aeropuerto Seymour de Galápagos
Fuente: Administración del aeropuerto

En virtud del proyecto bioclimático realizado con el fin de mantener un confort térmico constante durante todo el año, en buena parte del edificio no ha sido predispuesto el aire acondicionado. El panel Emmedue desempeña un rol importante bajo este aspecto. De hecho, éste garantiza los niveles de aislamiento térmico más eficientes, lo que representa una de las características principales de este elemento constructivo.

Dicho aspecto del Sistema Emmedue se debe a que el alma de EPS del panel se desarrolla ininterrumpidamente, eliminando todos los puentes térmicos. De esta manera el Sistema permite una disminución considerable de consumo energético, lo que favorece estrategias encaminadas al desarrollo sostenible. Según análisis certificados, gracias al Sistema Constructivo Avanzado

Emmedue, para la construcción del Aeropuerto de Seymour las emisiones de CO2 han sido reducidas a un 60%.

Cerca del 75% del material de la vieja terminal del Aeropuerto Ecológico de Galápagos ha sido reutilizada para la construcción del nuevo edificio. Esto ha sido posible gracias a la elevada versatilidad del Sistema Constructivo Avanzado Emmedue, que es compatible con otros sistemas constructivos existentes. El edificio está implantado considerando la dirección de los vientos predominantes para aprovechar la brisa del lugar, logrando bajar la temperatura sin la necesidad del aire acondicionado y permite regular la cantidad de luz solar que incide al edificio.

En el aeropuerto se emplean innovaciones ambientales apoyadas en la tecnología como el uso de energía solar y la reutilización del agua. El aeropuerto es sólo de uso diurno y está recubierto de colores claros en determinadas paredes buscando la luminosidad. También posee grandes ventanales para permitir el ingreso de luz natural y cuando están abiertos también ayudan a la ventilación. En los pocos espacios donde la ventilación natural no es posible, se emplean conductos de aire enterrado y ventilación forzada.

El edificio cuenta con una serie de recursos de diseño bioclimático, con el objetivo de reducir los impactos climáticos externos desfavorables y promover la comodidad de los ocupantes. Las largas fachadas del edificio están orientadas al Norte y al Sur, lo que reduce la superficie expuesta al Este y al Oeste, que recibiría una mayor cantidad de sol por la mañana y por la tarde.

En cuanto a la iluminación, profunda planta de la terminal del aeropuerto, con 6 metros de aleros en las fachadas Norte y Sur, y 42 metros entre las hileras de columnas externas, requiere aberturas adicionales para la luz del día, proporcionada por una gran lucerna que atraviesa el centro del edificio. La misma distribuye la luz difusa en el espacio lineal, a fin de enfatizar el eje central de circulación. Un segundo sistema de claraboyas con orientación Sur se encuentra en el vestíbulo de facturación, las salas de embarque y la terminal de llegadas, en donde se requiere luz adicional.

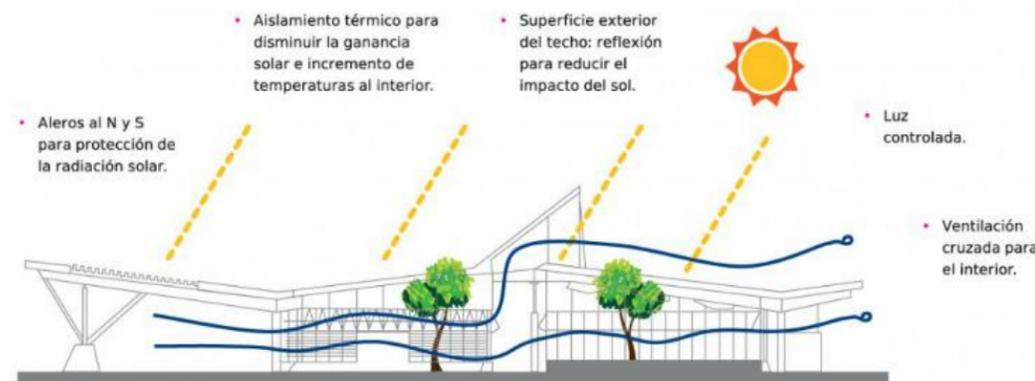


Gráfico No.16: Aeropuerto Seymour (ecológico) de Galápagos
Fuente: Administración del aeropuerto

La terminal del aeropuerto incorpora dos sistemas de energía renovable:

- Paneles fotovoltaicos.
- Instalaciones solares de agua caliente para los bares, restaurante y duchas.

La instalación fotovoltaica reduce la dependencia de los combustibles fósiles utilizados en la planta de generadores diésel existentes, ya que no hay acceso a la electricidad convencional. El sistema fotovoltaico proporciona alrededor del 25% de la demanda del edificio, y el 12% de la demanda total del aeropuerto.

Al estar ubicado dentro de una zona rural de parque nacional, se procuró no tener iluminación exterior ni de sitio, y se evitó la iluminación arquitectónica de fachadas. La iluminación interior cuenta con sensores de luz natural y de ocupación para apagado inmediato de las luminarias y dimerización cuando se está en presencia de suficiente luz natural. El proyecto solo cuenta con iluminación de emergencia en pocos puntos de la proyección de cubierta, las mismas que solo se encenderán en caso de existir una emergencia en caso de evacuación.

El agua es suministrada por una planta de desalinización y se bombea a tanques de almacenamiento en el aeropuerto.

El agua gris es tratada y reciclada, para reducir la demanda de desalinización. Además, se utiliza una variedad de Instalaciones especiales pensadas para reducir el uso del agua, tales como uriniales que no utilizan agua, cabezales de ducha de bajo flujo y grifos de prensa.

4.1.3.5. Análisis Estructural Constructivo

La estructura está sostenida por tuberías de acero, que fueron antiguamente utilizadas en los campos de extracción petrolera de la Amazonía Ecuatoriana.



Foto No.30: Sistema Constructivo Avanzado Emmedue del Aeropuerto Seymour
Fuente: Administración del aeropuerto



Foto No.30: Sistema constructivo de perfiles de acero del Aeropuerto Seymour
Fuente: Administración del aeropuerto

La madera y las estructuras metálicas han sido reutilizadas y recicladas de la terminal que existía anteriormente.

El piso utilizado en las caminerías y accesos vehiculares es de hormigón, que gracias a su color gris claro absorbe menos calor que el asfalto, disminuyendo el efecto isla de color.

4.1.4. Estudio del Modelo Análogo No.3: Anteproyecto Aeropuerto de Corn Island (Nicaragua)

4.1.4.1. Datos Generales

- **Ubicación:**

El aeropuerto de Corn Island se encuentra localizado en el departamento de la Región Autónoma del Atlántico Sur, en el municipio de Corn Island al centro de la isla del mismo nombre a unos 70 kilómetros, al este de la Costa Atlántica de Nicaragua. (Ver gráfico)

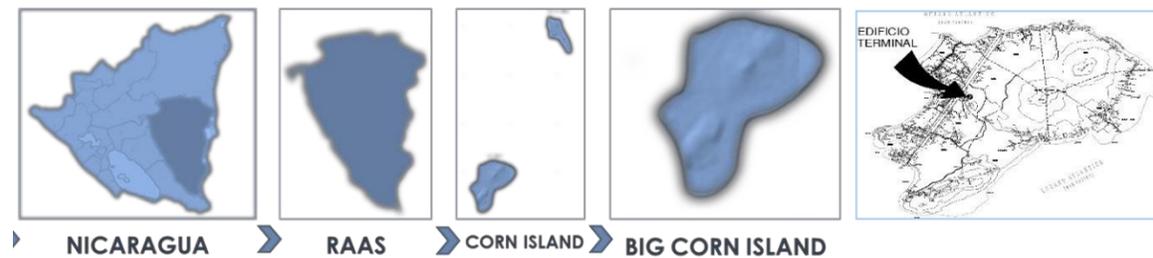


Gráfico No.17: Localización del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

El sitio se encuentra ubicado en el casco urbano de la ciudad, rodeado por todos sus lados de una zona de vivienda de densidad media. También se encuentran cercanos a zonas de recreación, salud, deporte, comercio y servicios.

4.1.4.2. Análisis Conceptual



Gráfico 18: Vista principal del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

El concepto de diseño del edificio terminal del aeródromo de Corn Island es arquitectónicamente innovador y llamativo visualmente, ya que se inspira en la forma y estructura de una silla de descanso, que posee un perfil aerodinámico. Que tiene la ventaja de resistir mejor al esfuerzo de tensión y compresión.

La estructura del edificio parte de la estructura de la silla, ya que la silla se organiza en módulos

manteniendo la misma forma, curvatura y estructura.

4.1.4.3. Análisis Formal

En general la terminal posee una organización en trama ortogonal, en donde predominan los espacios cuadrados y rectangulares, dispuestos por un recorrido paralelo. El edificio es simétrico tanto en planta como en elevación. Lo que más destaca en la edificación es el techo a cuatro aguas.

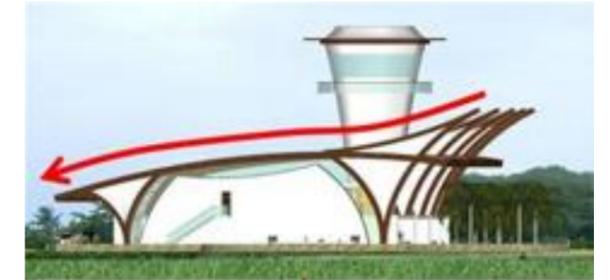


Foto No.31: Perfil aerodinámico de la elevación lateral del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

La edificación posee una modulación de 3x3m de columnas de acero. El sistema constructivo de las paredes es de está compuesta por una estructura perfiles galvanizados espaciados a 40 cm cada uno. El cerramiento de la estructura es de láminas de Durock.



Gráfico No.20: Perspectiva nocturna del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

El edificio se configuró a partir del radio de una circunferencia como una sucesión de 10 módulos, cada una con una luz, curvatura y altura iguales. Esta forma tiene la ventaja de resistir mejor a los esfuerzos de presión-tensión. Esta forma va a minimizar los impactos generados por los fuertes vientos formados por huracanes y tonados durante la época lluviosa.



Gráfico No.20: Vista posterior del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

La forma del edificio ha sido diseñada para aprovechar las fantásticas vistas que ofrece el sitio y contar con luz natural en todas las áreas de uso. La fachada curva del norte oeste, ha sido proyectada para brindar la máxima vista a la pista, y plataforma de aviones.

Se observa el uso de aspectos compositivos como son:

- **Ritmo** por repetición en la fachada frontal y posterior; en ventanas, accesos, columnas, elementos de la cubierta de techo, entre otros, lo que hace que la repetición de cada elemento se comporte como un todo.
- **El movimiento o dinamismo** se logra a través de la cubierta de techo y columnas con las diferencias de altura en la fachada frontal y posterior.
- **El equilibrio** se logra por la similitud en fachadas laterales, lo que permite que la fachada principal y posterior destaquen del resto edificio teniendo el mismo peso visual.
- **Simetría** que se puede observar en la fachada principal y posterior, debido a que el edificio está dividido en 10 tramos con la misma altura, curvatura y elementos.

- **Asimetría** en las fachadas laterales, ya el perfil es más dinámico y viene en forma descendente.
- **La textura** está dada por los diferentes materiales utilizados, en paredes el acabado es liso, en muros pequeños se observa el enchape de piedra laja amarilla, en estructura y columnas se utiliza madera, el acabado de andenes es de conchas trituradas y arena blanca.



Foto No.32: Plano de conjunto del aeródromo de Corn Island
Fuente: Ana Cristhian Barrantes Bassett

4.1.4.4. Análisis Funcional

El edificio terminal está orientado para concebir todos los espacios en un mismo edificio, donde cada unidad se integra al conjunto mediante una gran cubierta que le da la imagen a la propuesta.

Las unidades funcionales están agrupadas por sector y nivel. Dejando en un primer nivel la zona de chequeo, apoyo de oficinas de aerolíneas, así como las entradas y salidas de pasajeros (con sus

respectivos controles) y un área de servicios y concesiones.

En un segundo nivel se organizan los recintos abiertos al público (restaurante y souvenir), así como los espacios privados del aeropuerto que mantienen el control del funcionamiento general del aeropuerto.

4.1.4.5. Análisis Estructural Constructivo

El sistema constructivo es combinado, utilizándose para las paredes del primer nivel y segundo nivel concreto reforzado, ya que este sistema se considera resistente a las fuerzas de terremotos. El cemento para este sistema es corrido.

Para sostener la cubierta de techo, estructuralmente se resolvió mediante arcos de madera laminada. Estos arcos están compuestos por piezas de madera dimensionadas y seleccionadas individualmente. Estas piezas son unidas y pegadas en sus extremos y caras con adhesivos resistentes a la humedad, de manera tal que las fibras queden paralelas al eje del elemento.

El cimiento para las columnas de madera que sostienen la estructura de la cubierta están de forma aislada, determinado por el modulo estructural establecido. Con vigas empotradas en forma "Y", la forma de las columnas fue diseñada para contrarrestar los grandes empujes generados por los arcos de cubierta. Además, esta forma permite dar rigidez al conjunto frente al empuje generado por los fuertes vientos en costa caribe.

La estructura de la cubierta se completa con un entramado que rellena cada módulo con elementos horizontales de sección circular que se apoyan de arco a arco, para mantener la

estabilidad de la estructura. A su vez, este entramado de madera es visible desde el interior, otorgándole una buena terminación al cielo. La estructura se encuentra subordinada y es tan sólo soporte a la cubierta de lona pretensada traslucida, la cual posee superficie total de 2,331.07m². Está lona pretensada traslucida, está elaborada con fibras sintéticas de PVC y protegidas por recubrimientos de doble capa de ese material con una malla resistente en su interior.

Para los acabados en paredes se utiliza pintura blanca, beige y enchape de piedra laja. En piso se utilizó porcelanato esmaltado Mate de 60cm x 60cm. En Puertas y marco de ventanas se utilizó madera, se utilizaron molduras de concreto en color blanco y como elementos decorativos y muebles fijos se utilizó madera preciosa.

4.1.4.6. Análisis Ambiental

Se emplean el uso jardines exteriores para refrescar el edificio gracias a sus espejos de agua orientados estratégicamente para mantener un balance de temperatura en áreas interiores y exteriores del edificio. La fachada principal está orientada al sureste, aprovechando la iluminación natural en la mañana. La edificación posee una ventilación oblicua, por lo que la ventilación natural es regular. Posee elementos de protección solar como aleros y elementos verticales principalmente en la fachada posterior.

4.1.5. Estudio del Modelo Análogo No.4: Aeropuerto Internacional de Carrasco (Uruguay)

4.1.5.1. Datos Generales

El Aeropuerto Internacional de Carrasco Gral. Cesáreo L. Berisso (Código IATA: MVD - Código OACI: SUMU) es el aeropuerto de Montevideo y el principal aeropuerto internacional del Uruguay. Está ubicado en el departamento de Canelones. Atiende vuelos internacionales en América del Sur, Centroamérica, América del Norte y Europa. En el año 2003, con una inversión de 165 millones de dólares se inicia el proyecto de una nueva terminal de 45,000 m², diseñado por el arquitecto uruguayo Rafael Viñoly, no sólo simboliza un hito para el país en términos de inversión, arquitectura, alta calidad de servicio, vanguardia e innovación tecnológica, también constituye una apuesta emblemática que enaltece la puerta de entrada a Uruguay.



Foto No.33: Vista exterior del aeropuerto de Carrasco
Fuente: Administradores del aeródromo

4.1.5.2. Análisis Conceptual

El concepto de diseño del edificio está inspirado en las dunas ondulantes que se encuentran a lo largo de las costas de Uruguay. Es un diseño amplio que modernizó las antiguas instalaciones que se utilizaban para este servicio.

4.1.5.3. Análisis Formal

La curva suave y el bajo perfil del techo monolítico del aeropuerto se han inspirado, como se mencionó, en las dunas ondulantes emplazadas en la línea costera uruguaya. Mientras la solución arquitectónica para el Aeropuerto Internacional de Carrasco es moderna en su concepción del espacio, la función y la estructura, el techo está inspirado en lo regional y saca su fuerza de su relación con la topografía circundante.

En el diseño arquitectónico se buscó generar grandes transparencias y una sensación de amplitud en los espacios públicos. Para lograr este concepto, la parte superior del edificio cuenta con una extensa y envolvente vidriada inclinada, de aproximadamente 8000 m², la cual permite optimizar el uso de iluminación natural y brinda visuales abiertas hacia la plataforma y el predio aeroportuario.

4.1.5.4. Análisis Funcional

El Edificio terminal presta especial atención a las zonas públicas y atiende a la costumbre local de despedir a familiares y amigos antes de tomar un vuelo. Estas zonas públicas incluyen las salas de espera y zonas de paso que dan hacia la pista de aterrizaje, además de la sala de salidas adyacente a la calle y una terraza completamente accesible. El diseño proporciona espacios abiertos, luz natural, restaurantes, tiendas y zonas verdes, todo ello bajo una cubierta ligeramente curvada de 365 metros de longitud. Una terraza pública ajardinada ocupa el segundo piso, sobre el nivel de salidas, ofreciendo vistas de la pista de aterrizaje y del vestíbulo público principal.

El diseño también incluye un restaurante y espacios de tipo comercial y cultural. Las zonas de llegadas y de salidas están separadas en niveles diferentes: las llegadas se encuentran en planta baja y las salidas en el primer piso; hay accesos vehiculares independientes para cada piso. La gran cubierta blanca forma una sola curva que comienza desde el suelo y se ve influenciada por el contexto y la arquitectura regional.

Se desarrolla en dos niveles principales, con vialidades diferenciadas y dedicadas para los flujos de llegadas y partidas respectivamente. Veredas generosas proveen espacio para el descenso y ascenso de pasajeros, desde automóviles particulares, taxis y autobuses. Esta disposición con niveles independientes permite crear espacios exclusivos para partidas y arribos, evitando cruces de pasajeros y público.

4.1.5.5. Análisis Estructural Constructivo

La estructura del edificio está dada por vigas rectangulares y columnas circulares de concreto armado. La cubierta es un manto de estructura de celosía de acero, sujeta por cuatro pilares, con cuatro ramas en forma de V cada uno, que soportan el peso de las grandes vigas que cruzan de un lado al otro del edificio, de donde parten y llegan al suelo atravesando todo el aeropuerto.

Está realizado con materiales blancos: membrana termoplástica en el extradós de la bóveda, paneles de metal a lo largo de la línea de alero y en los remates a vista y una membrana de vinilo a base de titanio en el cielo raso interior.

4.1.6. Inferencia de Criterios en función del Estudio de los modelos análogos

Los modelos seleccionados que han sido estudiados arrojaron importante información para comprender conceptualmente, en general qué es una instalación aeroportuaria y, en particular, qué es un aeródromo. A diferencia de las grandes instalaciones, las dimensiones relativamente pequeñas de estos modelos dan la posibilidad de identificar elementos que, salvando las distancias, pudieran ser extrapolables a la realidad nicaragüense que no permite inversiones demasiado grandes para este tipo de infraestructura, pero que tampoco elude la búsqueda de una propuesta estéticamente agradable, si bien, los aspectos funcionales son predominantes. Además de lo anterior, la revisión de experiencias en Nicaragua, así como a nivel internacional aporta al necesario balance entre lo global y lo local, de manera que la propuesta de diseño arquitectónico del aeródromo no padezca de timidez por hacerse en una zona relativamente aislada del país como lo es Siuna, ubicada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), en un país en vías de desarrollo.

Se puede afirmar que los modelos análogos presentan un repertorio estético-compositivo diverso e interesante, que se refleja en el diseño de los edificios de las Terminales de los aeródromos. Igualmente, el estudio del aspecto funcional-espacial indica que hasta cierto punto este tipo de instalación aeroportuaria es muy básica, ya que no presupone muchas zonas, ni ambientes complejos y prioriza los aspectos de seguridad de este equipamiento y el cumplimiento de las funciones que se han definido para estas instalaciones.

En función de los cuatro modelos estudiados se ha conformado la siguiente tabla que resume los componentes analizados en cada aeródromo y que sirvió de base para la inferencia de criterios aplicables al diseño del aeródromo:



Foto No.35: Estructura metálica principal del aeropuerto de Carrasco
Fuente: Administradores del aeródromo

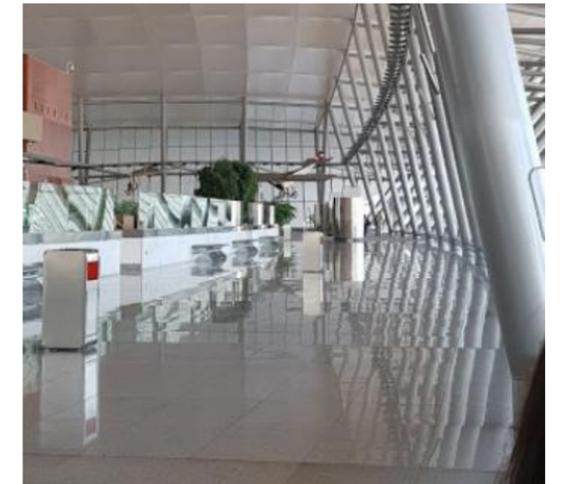


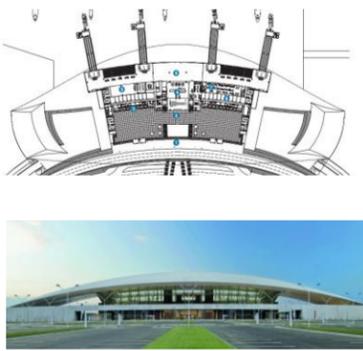
Foto No.35: Estructura metálica principal del aeropuerto de Carrasco
Fuente: Administradores del aeródromo

4.1.6.1. Cuadro síntesis de los modelos análogos estudiados para como base para la inferencia de criterios de diseño

Tabla No.4: Síntesis del Estudio de Modelos Análogos de Aeródromos

Modelos Análogos	Imágenes de referencia	Análisis Constructivo/Estructural		Análisis Formal/Elementos Compositivos						Análisis Funcional
		Sistema Constructivo	Estructura y Cubierta de Techo	Acabados	Simetría	Volumetría	Elementos Compositivos	Cromática y Texturas	Configuración	Función
(1) Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños Palma (San José, Costa Rica)		Sistema estructural de columnas y vigas metálicas. Sistema constructivo de cerramiento: Durock	Vigas de acero, con cubiertas panel sándwich y losas de concreto.	Enchapado de piedra jaspe, cortasol de madera, vidrio termo acústico en ventanales, pintura blanca.	La fachada principal es simétrica, la que se logra directamente con el juego de volúmenes.	Está compuesto por varios volúmenes regulares, de distintos tamaños y formas, que aportan dinamismo a las fachadas	Simetría Dinamismo Juego de altura de volúmenes Ritmo simple en vanos	Uso de madera para estructura de la cubierta. Estructura principal de acero. Policarbonato para los vanos.	La planta presenta una configuración agrupada. Con diferentes configuraciones geométricas que permiten mayor dinamismo.	La circulación es dinámica, definida por la combinación de ambientes ortogonales y angulares, lo aporta una sensación de libertad al conjunto arquitectónico
(2) Aeropuerto Seymour de Galápagos		Sistema de columnas y vigas metálicas, Sistema constructivo para cerramiento: Sistema Constructivo Avanzado Emmedue	Estéreo estructura metálica y estructura metálica plana. Cubierta de lámina metálica	Se trabajó con piedra de la zona a modo de enchape, madera y vidrio.	La elevación es asimétrica, debido al juego de techos.	Se compone de un solo volumen, la cubierta es lo que da el realce al diseño.	Asimetría Dinamismo, Unidad en altura Ritmo Simple en ventanas	Uso de madera para la estructura de la cubierta. Uso de piedras del sitio a modo de enchape en zonas públicas. Colores opacos.	El edificio de la terminal es un conjunto lineal de 3 cuerpos	La circulación del edificio terminal posee un eje lineal al estilo de espina de pescado.
(3) Anteproyecto Aeropuerto de Corn Island		Paredes del primer y segundo piso de concreto reforzado	Arcos de madera laminada, entramado de madera y cubierta de lona pretensada.	Pintura blanca, enchape de piedra laja, piso de porcelanato, ventanas y puertas de madera.	El edificio parte de un eje central lo que le da Simetría a toda la edificación	Se compone de un solo volumen, con elementos verticales en similares al estabilizador vertical de un avión del mismo material que la cubierta.	Simetría Movimiento Equilibrio Textura	En paredes el acabado es liso, en muros pequeños se observa el enchape de piedra laja amarilla, en estructura y columnas se utiliza madera, el acabado de andenes es de conchas trituradas.	La planta presenta una configuración lineal. Con una única configuración geométrica definida (Rectángulo)	La circulación es lineal, el edificio está concebido para atender todas las necesidades dentro de sí mismo.

Tabla No.4: Síntesis del Estudio de Modelos Análogos de Aeródromos

Modelos Análogos	Imágenes de referencia	Análisis Constructivo/Estructural		Análisis Formal/Elementos Compositivos					Análisis Funcional	
		Sistema Constructivo	Estructura y Cubierta de Techo	Acabados	Simetría	Volumetría	Elementos Compositivos	Cromática y Texturas	Configuración	Función
(4) Aeropuerto Internacional de Carrasco		Sistemas de columnas y vigas metálicas para la estructura principal, y concreto para divisiones.	Estructura de celosía de acero, sujeta por cuatro pilares ramificados con cuatro ramas en forma de V cada uno. El manto está realizado con: una membrana termoplástica, paneles de metal y una membrana de vinilo a base de titanio.	Cielo raso de membrana de vinilo, enchape de madera, mármol, ventanales de vidrio	La fachada principal es simétrica.	Es un volumen rectangular, con una cubierta curvada hacia abajo.	Simetría Transparencia Movimiento	Uso de concreto en la estructura, membrana de vinilo de cielo raso, enchape de madera en el interior y	Planta presenta una configuración lineal, consta de un solo volumen en forma de abanico.	La circulación es lineal, lo que delimita bien cada área del edificio.

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de modelos análogos

4.1.6.2. Inferencia de criterios en función del estudio de modelos análogos

Con base en el estudio de modelos análogos y la matriz síntesis, a continuación se listan una serie de criterios a retomar en el diseño del aeródromo, organizados por los elementos conformadores de la Arquitectura:

a) Criterios conceptuales:

- Es usual retomar como referencia para la idea generadora del diseño de instalaciones aeroportuarias elementos de la naturaleza que por sus características físicas, forma, endemismo o estructura natural de soporte, entre otros argumentos, sean útiles para explicar el concepto del aeródromo.
- Partiendo de que las instalaciones aeroportuarias son portales de acceso a la región, al país o a los territorios locales, se procura lograr una propuesta de alto nivel simbólico-expresivo, que aporten a la consolidación de la identidad local, a la promoción de los atributos turísticos del territorio o se constituyan en elementos económicos desencadenantes.
- Los aeródromos representan una excelente oportunidad para aplicar los nuevos conceptos o tendencias en el diseño, como es el caso de la Arquitectura sustentable, que postula por una mayor eficiencia en el uso de la energía, la iluminación y el consumo de agua; así como en el cumplimiento de estándares internacionales relacionados con esta materia.

- Es notoria la búsqueda de la vinculación del diseño de aeródromos con los aspectos del entorno territorial, regional o local (e.g., la topografía circundante, las expresiones estilísticas de la Arquitectura local, las áreas verdes, etc.)

b) Criterios formales:

- El estilo arquitectónico que se asuma implica la búsqueda de una propuesta volumétrica interesante, que depende mucho de la existencia o no de referentes arquitectónicos potentes que pudieran existir en el área de influencia del aeródromo.
- La volumetría destacada da pie a elevaciones interesantes desde todos los ángulos. Facilita asimismo, la jerarquización de las edificaciones y los accesos al aeródromo. El espacio debe ser monumental porque implica
- La propuesta formal está ligada al concepto generador. Los criterios de composición de la forma se aplican en función del concepto que se ha establecido.
- Es usual que la propuesta de cubierta sea parte componente de la forma y además facilite la creación de espacios con la menor cantidad de obstáculos para la circulación.

- Se aprecia la tendencia de dejar expuesta la estructura de soporte del aeródromo, así como materiales de construcción (e.g., estructuras metálicas expuestas, uso estético del concreto, introducción de materiales texturizados, etc.)
- Al estar ubicados en las afueras de las ciudades, la propuesta formal debe favorecer la transparencia, comunicación interior-externo, aprovechamiento del paisaje, definición de visuales de interés e integración de la luz, entre otros elementos.)

c) Criterios funcionales:

- La zonificación diferencia claramente la parte pública y la parte privada, que en un aeródromo tiene que ver mucho con la seguridad local y nacional.
- Además de los ambientes fundamentales que permiten realizar las principales tareas del aeródromo, relacionadas con el transporte de pasajeros (áreas de entrada y pre embarque), lo que se apoya en acciones técnicas (i.e., control aéreo) y de seguridad (bomberos, migración cuando aplique); los aeródromos modernos han agregado otras actividades para brindarle mayores comodidades a los usuarios que son cada vez más exigentes, lo que implica una zona de locales de comida (restaurante o cafetería), una plaza de mesas y sillas y zona de tiendas para realizar compras, entre otra opciones.
- La disposición de los componentes del conjunto arquitectónico debe ser racional, procurando integrar los espacios principales en la menor cantidad de edificaciones o volúmenes, potenciando el uso de cubiertas conformadoras de espacios, que aportan al carácter de la instalación aeroportuaria.
- La circulación en los aeródromos prioriza la fluidez, por lo que la definición de ejes lineales, rectos o curvos, son preferibles por la facilidad para comunicar con rapidez hacia los distintos ambientes del conjunto.

d) Criterios constructivos-estructurales

- Las estructuras metálicas han resultado ser versátiles para conformar los espacios amplios que requieren los aeródromos, al cubrir grandes claros y evitando columnas que obstaculicen la circulación fluida.
- La necesidad de espacios amplios permite la utilización de nuevos sistemas constructivos y estructurales, que permiten aumentar rendimientos de obra, reducir tiempos de construcción y disminuir el desperdicio de materiales.
- Igualmente, el diseño de instalaciones aeroportuarias facilita el empleo de materiales de alta calidad y elevado nivel estético (e.g., madera laminada para pisos interiores de la terminal,

policarbonato para cubiertas y divisiones entre salas de abordaje, lona pretensada translúcida elaborada con fibras sintéticas de PVC y protegidas por recubrimientos de doble capa también de PVC con una malla resistente en su interior, membranas de vinilo a base de titanio en cielos rasos interiores, etc.)

e) Criterios ambientales:

- Las instalaciones aeroportuarias contemporáneas, además de cumplir con los requerimientos técnicos para su diseño y para su funcionamiento en condiciones seguras, están incorporando desde su etapa conceptual los principios de arquitectura sustentable (e.g., aprovechamiento de la energía solar, reutilización de las aguas pluviales, reutilización de aguas grises, etc.)
- En la misma línea, además del empleo usual de la vegetación en las áreas exteriores de la edificación –para proteger los espacios de las corrientes de aire y de la radiación solar, aislar el ruido de las aeronaves, controlar la erosión y proporcionar belleza paisajística en fachada– y para jardines interiores, se está incorporando la vegetación en el diseño del edificio, en forma de muros verdes y techos verdes.
- El diseño de aeródromos está integrándose a la tendencia mundial en materia de sustentabilidad ambiental, lo que se expresa en certificaciones ambientales o sellos verdes, que se obtienen mediante el cumplimiento de una serie de indicadores ambientales (e.g., indicadores sobre agua, energía, materiales, suelo, biodiversidad en las fases de extracción y fabricación de materiales, transporte, construcción, uso, mantenimiento y derribo) que permiten edificios de elevada eficiencia energética, reduciendo las emisiones de CO2.
- Se destaca el empleo de colores claros en determinadas paredes buscando la luminosidad y el uso de grandes ventanales para el ingreso de luz natural y para favorecer la circulación cruzada del aire para ayudar a la ventilación de los espacios en donde sea posible.

4.2. Revisión de documentación especializada con énfasis en aspectos normativos de aeródromos

En el proceso de recopilación y revisión de la documentación especializada relacionada con el diseño y funcionamiento de instalaciones aeroportuarias, se identificaron una serie de documentos técnicos y normativos que regulan las propuestas de diseño y funcionamiento de los diversos componentes de los aeródromos. Dentro de los documentos identificados se destacan ocho que se resumen en la tabla que se muestra a continuación. Dicha tabla hace una corta descripción del documento e infiere una serie de aspectos de interés a considerar en el diseño del aeródromo.

Tabla No.5: Síntesis de documentación especializada con énfasis en aspectos normativos

No.	Documento o Normativa	Descripción	Aspectos a destacar
1	Ley 5360 – 13 FAA Planificación y desarrollo de guías para terminales aeroportuarias (aprobada el 22 de Abril de 1988)	Norma que proporciona las directrices para la planificación y el diseño de terminales aeroportuarias.	Conceptos, Relaciones funcionales, diseño, espacios, instalaciones de edificios terminales.
2	Reforma a la Ley de la empresa administradora de aeropuertos Internacionales (aprobada en enero, 1992)	Ley creadora para administrar los aeropuertos internacionales existentes o futuros nuevos aeropuertos en Nicaragua.	Adoptar medidas necesarias para organizar el funcionamiento y modernizar los servicios aeroportuarios y funciones auxiliares al mismo.
3	Anexo 14 al convenio sobre Aviación Civil Internacional Volumen I (aprobado en 1999)	Figuran los requisitos a que deben atenerse los aeropuertos internacionales de todo el mundo.	El índice del Volumen I refleja, en mayor o menor medida, la planificación y diseño, así como la explotación y el mantenimiento de los aeródromos.
4	Manual de diseño de aeródromos. Parte 1. Pistas. Doc 9157 AN/901. Montreal: Organización de Aviación Civil Internacional, OACI. (2006)	Esta parte del Manual de diseño de aeródromos satisface la necesidad de textos de orientación sobre el diseño geométrico de las pistas y otros elementos conexos de los aeródromos, a saber, márgenes de pista, franjas de pista, áreas de seguridad de extremo de pista, zonas libres de obstáculos y zonas de parada.	Establece los Criterios relativos a la longitud de pista, Parámetros de performance de los aviones que inciden en la longitud de pista, Características físicas, Planificación teniendo en cuenta la futura evolución de las aeronaves (i)
5	Manual de diseño de aeródromos. Parte 2. Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera. Doc 9157 AN/901 Montreal: OACI. (2006)	El objeto de la presente parte del manual es ayudar a los Estados en la aplicación de estas especificaciones sobre Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera, a fin de lograr que se pongan en práctica de manera uniforme.	Especificaciones y Criterios de diseño de las características físicas de calles de rodaje, apartaderos de espera y otras calles de desviación y plataformas.
6	El Reglamento Aeronáutico Latinoamericano LAR 154 – Diseño de Aeródromos.	El Reglamento Aeronáutico Latinoamericano, LAR 154-Diseño de Aeródromos, establece los requisitos para el diseño de aeródromos, de los Estados participantes del Sistema que decidan adoptar este reglamento.	Conceptos y parámetros requeridos para el Diseño de Aeródromos que deben cumplir los responsables del diseño, de acuerdo a la clave de referencia del aeródromo y ser aceptados por el Centro de Control de Área (AAC). Se calcula la temperatura de referencia de aeródromo, en grados Celsius. Este valor es la media mensual de las temperaturas máximas diarias del mes más caluroso del año. En cuanto a las dimensiones del aeródromo y sus características físicas, éstas se establecen de acuerdo a la clave de referencia determinada con base en la aeronave de diseño y en correspondencia con lo establecido en el presente LAR
7	Decreto No. 20-2017 Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales.	Establece el Sistema de Evaluación Ambiental que aplica a todas las actividades que se realizan en el territorio de Nicaragua, determinando las listas taxativas o categorías	(ii) Clasifica a los aeródromos en la Categoría III, que corresponde a los proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados y por eso están sujetos a una Valoración Ambiental, a través de la elaboración de un programa de gestión ambiental, como condición para el otorgamiento de la Autorización Ambiental correspondiente.

Tabla No.5: Síntesis de documentación especializada con énfasis en aspectos normativos			
No.	Documento o Normativa	Descripción	Aspectos a destacar
		(clasificación) para determinar las formas de evaluar los impactos que pueden generar dichos proyectos.	Como requisito adicional para obtener el aval ambiental, los aeródromos requieren de Carta de No Objeción emitida por el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC)
8	Enciclopedia de Arquitectura. México: Plazola editores. (1997).	Documento enciclopédico correspondiente a la primera parte de una obra mayor producida por Plazaola editores. Aborda con profusión los aspectos técnicos de diseño arquitectónico de diferentes tipologías (hospitales, escuelas, etc.).	Contiene una sección de normativas y requerimientos técnicos de alto nivel para el diseño de infraestructuras aeroportuarias.

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de modelos análogos

De la tabla anterior se pueden establecer las siguientes inferencias:

- Existe reglamentación internacional para el diseño de aeródromos, que debe ser considerada en el diseño de instalaciones a nivel nacional debido a los compromisos adquiridos por Nicaragua en esta materia.
- Nicaragua posee una ley creadora para administrar los aeropuertos internacionales existentes o futuros aeropuertos.
- A nivel nacional se identificó una ley de carácter ambiental que si bien no se enmarca en el diseño de instalaciones aeroportuarias, sí indica la necesidad de realizar los estudios ambientales que aplican en dependencia de la categoría en la que una infraestructura se ubica según el nivel de impactos esperados sobre el ambiente, En este sentido, los aeródromos se ubican en la Categoría III, lo que indica que los posibilidades impactos ambientales que pueden generar son moderados, por lo que requieren de un estudio técnico denominado Valoración Ambiental, en función del cual se proponen un Plan de Gestión Ambiental que incluye la propuesta de medidas necesarias para atender dichos impactos.
- La reglamentación para el diseño de aeródromos se enmarca en los esfuerzos por uniformar a nivel regional o internacional los conceptos y requerimientos técnicos, a fin de garantizar la seguridad de las actividades en las instalaciones aeroportuarias.
- Además de la recopilación de reglamentos, se incluyó en la tabla a la Enciclopedia de Arquitectura Plazaola, donde se compendian normativas específicas para el diseño de aeródromos. Esta enciclopedia de arquitectura es un esfuerzo titánico por presentar, de las principales tipologías arquitectónicas, su reglamentación, historia, clasificación, contexto urbano, programas arquitectónicos, diagramas funcionales, estudio de áreas y memoria

descriptivas. Los estudiantes de Arquitectura de cualquier país de Latinoamérica tienen a la Enciclopedia de Arquitectura como libro obligado dentro de su biblioteca personal, por lo que en esta propuesta se procedió de la misma manera.

4.3. Resumen del Capítulo

En este capítulo se realizó el estudio de 4 modelos análogos de aeródromos con características similares al que se propone en este trabajo, los cuales fueron seleccionados de un grupo mayor de proyectos del que se había recopilado información al inicio del este proceso. Los modelos seleccionados incluyen un aeródromo nacional y tres a nivel internacional (Costa Rica, Ecuador y Uruguay)

El estudio de estos modelos siguió la típica estructura de análisis de una propuesta arquitectónica: (i) análisis del concepto, (ii) análisis formal, (iii) análisis funcional, (iv) análisis constructivo-estructural y (v) análisis ambiental. Como resultado se precisaron criterios formales, funcionales, estructurales-constructivos y ambientales a ser retomados en el diseño arquitectónico del nuevo aeródromo de Siuna. Los criterios tienen carácter instrumental porque les aportan a los autores pautas específicas a considerar en los diversos ámbitos que se deben tomar en cuenta al momento de la proyección de los diferentes componentes arquitectónicos.

Además de lo anterior, se hizo una revisión de documentos regulatorios sobre el diseño de aeródromos, lo que permitió conocer que existe reglamentación técnica disponible a ser considerada en el proceso de diseño de este tipo de instalación aeroportuaria, la cual fue considerada al momento de elaborar el programa arquitectónico de esta propuesta.

CAPITULO 5: PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL AERÓDROMO

Con base en los aspectos abordados previamente –principalmente la conformación del marco teórico, el estudio del sitio de emplazamiento del nuevo aeródromo y el estudio de modelos análogos que dio como resultado la inferencia de criterios para el diseño–, se presenta en este capítulo la propuesta de diseño arquitectónico del aeródromo de Siuna, a nivel de anteproyecto, la cual se desglosa en dos secciones: (i) memoria descriptiva-explicativa, que incluye el concepto de diseño, el programa arquitectónico y la propuesta arquitectónica que aborda los aspectos formal-compositivo, funcional, constructivo-estructural y tecnológica; y (ii) memoria gráfica (set de planos del anteproyecto).

5.1. Memoria Descriptiva-Explicativa

5.1.1. Concepto de Diseño

5.1.1.1. Idea generatriz del concepto

Como una tarea inicial para diseñar el nuevo aeropuerto en Siuna se realizó un ejercicio de aproximación conceptual donde los autores reflexionaron acerca de lo que en su opinión profesional debería ser una instalación aeroportuaria de este tipo. La reflexión condujo a establecer una serie de consideraciones que se describen a continuación.

Se generó un concepto para el aeródromo que, inicialmente, surgió de una asociación análoga y metafórica encontrada en la naturaleza, correspondiente a la flor de la orquídea por su forma vistosa y el espacio amplio que se conforma debajo de sus pétalos –que pueden ser interpretados como cubiertas– (ver gráfico 21), propicio para asegurar la circulación sin obstáculos. Las Orchidaceae, como se



Gráfico 22: La orquídea como elemento generador del concepto del aeródromo
Fuente: https://es.123rf.com/photo_36573050_orqu%C3%ADdea-p%C3%BArpura-draing-vector-acuarela-fondo-floral.html?term=orchid&vti=nwee4mct18yga2eqoz-2-47

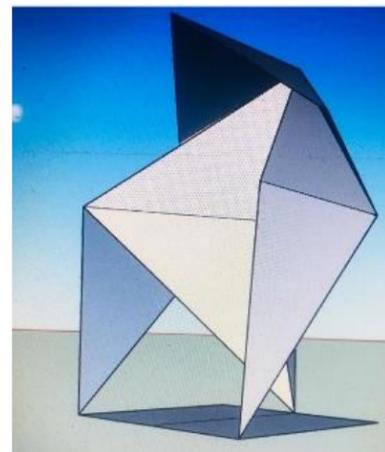


Gráfico 22: Aplicación de la técnica de origami
Fuente: Elaboración propia

conoce científicamente a las orquídeas, son una familia de plantas monocotiledóneas, es decir, que tienen un solo cotiledón (u hojas primordiales en el germen de la semilla) en su embrión en lugar de dos (Haná flowers, s.f.).

Posteriormente, la forma natural de la orquídea fue sometida a un proceso de geometrización bajo los principios del antiguo arte japonés del origami (papiroflexia) que mediante el plegado de hojas de papel se obtienen formas variadas autoportantes, tal como se aprecia en el gráfico 2.

Finalmente, el proceso creativo condujo a transformar intencionalmente la forma geometrizada en una estructura de doble curvatura conocida como paraboloides hiperbólicos (ver gráfico 23), que tiene una referencia de uso exitoso en la Arquitectura mundial.

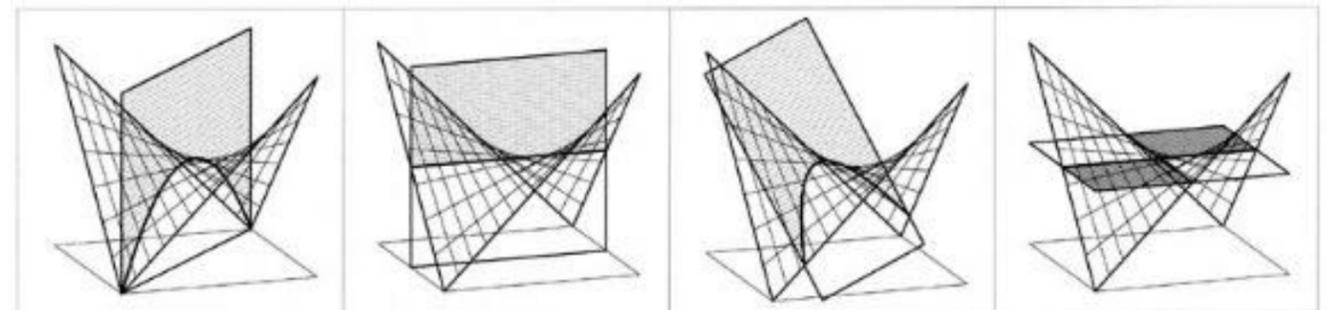
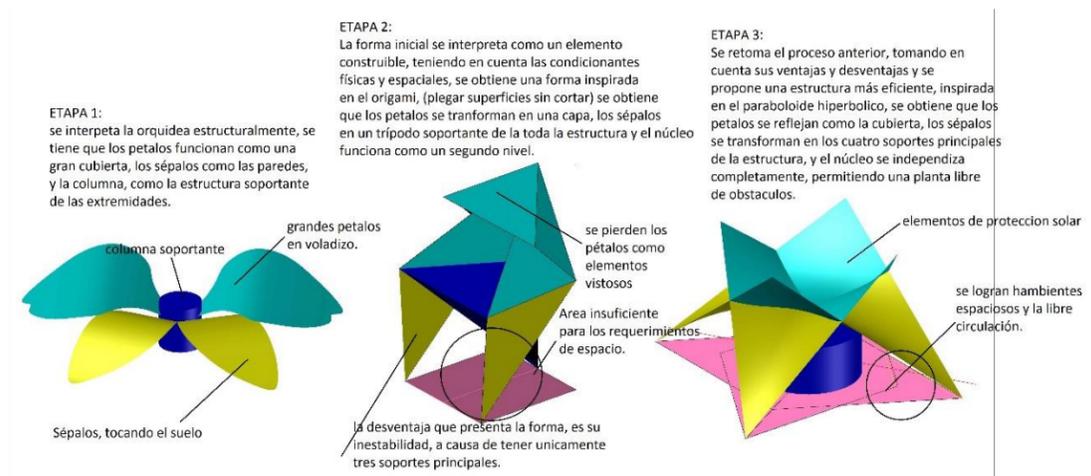


Gráfico 23: Paraboloides hiperbólicos
Fuente: Elaboración propia

El proceso de evolución de la forma descrito anteriormente, se ilustra en el siguiente gráfico donde se pueden apreciar los 3 momentos o etapas que se desarrollaron (orquídea-origami-paraboloides hiperbólicos)



Este concepto de diseño para el aeródromo responde a la necesidad de generar un espacio amplio con una planta libre de obstáculos que asegure una circulación óptima y a la vez cuente

con confort térmico. Para lograr este nivel de bienestar término dentro del aeródromo, el edificio tendrá que generar sombras en el exterior que contrarresten las altas temperaturas que afectan tanto al interior como al exterior; y a su vez procurar la eliminación del aire caliente interno mediante la circulación cruzada del aire natural a través de vanos y el empleo de materiales reguladores térmicos.

Por otro lado, se busca un balance entre la estructura y la estética del aeródromo. La estructura no sólo debe ser estable, sino también vistosa, ya que representará un hito para los usuarios y la comunidad de Siuna, lo que se enmarca en los esfuerzos locales por impulsar el turismo en el territorio.

Diseñar un aeródromo no es tarea fácil en términos funcionales porque debe resolver la complejidad de la circulación, puesto que hay un constante flujo de personas entrando y saliendo del complejo. Si bien existen diversas formas de solucionar la complejidad de la circulación dentro de la instalación, la alternativa más eficiente es proponer que la estructura ocupe la menor cantidad posible de área para dejar sitio a la libre circulación. Esta acción favorece también el desarrollo de una cubierta de grandes dimensiones que cubra la mayor cantidad de espacio posible.

La geometría inspirada en el paraboloides hiperbólico, al ser una superficie de doble curvatura. Tiene la ventaja de ser totalmente estable y se puede construir con elementos rectos, generando poco desperdicio de material.

5.1.1.2. Interpretación

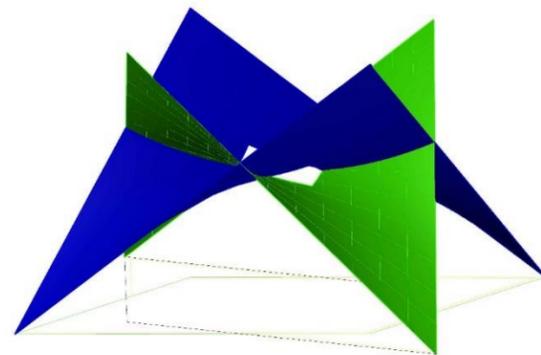


Gráfico No. 24: Forma resultante de la intersección de dos paraboloides hiperbólicos
Fuente: Elaboración propia

La forma definitiva resulta de la intersección de un paraboloides hiperbólico con otro de iguales dimensiones, generándose una estructura con cuatro soportes o puntos de apoyo y logrando que exista una planta libre de obstáculos (ver gráfico 22). Al centro de la unión se hace una abertura cenital para permitir la entrada del aire y facilitar iluminación natural. Los extremos de los paraboloides que sobresalen como puntas, además de ser vistosas también funcionan como elementos de protección solar.

El resultado de la intersección de los paraboloides hiperbólicos es una estructura es autoportante altamente eficiente que no presenta sobrantes, elementos decorativos, ni desperdicios de material.

5.1.2. Programa Arquitectónico

5.1.2.1. Cálculos de base para el programa arquitectónico

Para el cálculo de las áreas se realizaron una serie de cálculos, tomando en cuenta las recomendaciones técnicas de la literatura consultada, tal como se indicó en el capítulo anterior.

a) Cálculo de Hora Punta Típica/HPT:

Hasta antes de la situación extraordinaria generada por la pandemia del COVID-19, según la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI), los vuelos de Managua a Siuna se realizaban los 7 días a la semana. Con base en este dato se muestra la siguiente tabla de la cantidad de pasajeros a/de Siuna. Se debe prestar especial atención a la Hora Punta Típica (HPT), ya que los aeropuertos son diseñados con base en la hora punta.

Tabla No.6: Cantidad de pasajeros que viajan a Siuna	
Proyección 2019	Pasajeros
Anual	111,000
Mes pico	13320
Hora pico (Hora Punta Típica/HPT)	85

Fuente: Plan Nacional de Transporte de Nicaragua (2014)

De los 85 pasajeros proyectados, el 60% corresponde a pasajeros de salida y el 40% a pasajeros de llegadas.

b) Cálculo de la superficie total del edificio terminal:

Para el cálculo de la superficie total del edificio terminal se aplica el estándar general de 10m²/pasajeros en hora punta típica.

$$10\text{m}^2 \times 85 \text{ pasajeros} = 850\text{m}^2$$

c) Cálculo de las áreas en las zonas del aeródromo:

A partir de la superficie bruta del edificio terminal en metros cuadrados anteriormente obtenida, se aplican los porcentajes respectivos para la zonificación del edificio terminal.

Tabla No.7: Cálculo de áreas en las zonas del aeródromo		
Zonas	%	Área
Zona Pública	30%	255 m ²
Área de Llegada	40%	102 m ²
Área de Salida	60%	153 m ²
Zona Pasajeros	50%	425 m ²
Área de Llegada	40%	170 m ²
Área de Salida	60%	255 m ²

Tabla No.7: Cálculo de áreas en las zonas del aeródromo		
Zonas	%	Área
Zona Privada	20%	170 m ²
Administración/compañía A.	75%	127.5 m ²
Otros	25%	42.5 m ²
Fuente: Elaboración propia		

d) Cálculo de ambientes del aeródromo:

Se trabaja con las fórmulas para cálculos de ambientes extraídas de la Enciclopedia de Arquitectura PLAZOLA, volumen 1, capítulo de Aeropuertos.

Se obtiene el número de pasajeros correspondiente de salida nacional

85 pasajeros x 0.60= 51 pasajeros

• **Zona Pública**

Teléfonos Públicos

Superficie por Teléfono público instalado es de 2 m².

Distribuidos en:

Área pública de salida: 50%

Sala de espera general: 25%

Sala de última espera: 25%

• **Número de teléfonos públicos:**

0.008 PPSN = 0.008 (51 pax) = 0.48 = 1 teléfono público ubicado en la sala de espera general.

Salón oficial o salón VIP

Se estima que el 10% de pasajeros de salida utilizaran este servicio.

Área= 0.10 PPSN = 0.10 (51 pax) = 5.1 m²

• **Cafetería**

Se estima que el 70% de los pasajeros de salida nacional utilizan este servicio.

Se toman en cuenta los siguientes puntos:

Superficie unitaria= 1.5 m² por persona.

% que utiliza el servicio= 25% aprox.

Factor visitante: 1 por pasajero = 2

Tiempo de permanecía (30 min) = 0.5 por hora

• **Área de restaurante**

Comensales = (0.25 PPSN) (1.50 m²) (0.5) =

= 0.375 PPSN = 0.375 (51 pax) = 19.125 m²

Cocina = 30% del área de comensales

= 19.125 x 0.30 = 5.73 m²

• **Comercios**

Tomando en cuenta lo siguiente:

Área Pública:

Superficie unitaria: 2 m² por persona

% que utiliza el servicio: 50%

Factor visitante: 2

Tiempo de permanencia (10 min) = 0.17 horas

Área

= (0.50 PPSN) (2 m²) (2) (0.17) = 0.34 PPSN

= 0.34 (51 pax) = 17.34 m²

Área sin acompañantes

= (0.50 PPSN) (2 m²) (0.17) = 0.17 PPSN

= 0.17 (51 pax) = 8.67 m²

Área total de comercio

17.34 m² + 8.67 m² = 26.01 m²

• **Sanitarios**

Área aproximada de 12.50 m² por cada 150 pasajeros en el área.

• **Sala general de espera**

Es el área central para la reunión y espera de los pasajeros y visitantes. Es necesario considerar la cantidad de pasajeros de pie y sentados.

Se asume que un 80% de pasajeros está sentado y el 20% de pie.

SE= (0.8 x PPSN x 0.8 x 1.7) (0.8 x PPSN x 0.2 x 1.2)

= (0.8 x 51 x 0.8 x 1.7) (0.8 x 51 x 0.2 x 1.2) = 65.28 m²

• **Zona de Pasajeros**

Vestíbulo

Para el cálculo de la superficie del vestíbulo de salidas, se considera una cola de facturación única, con pocos carritos y 1 o 2 bultos por pasajero, con una superficie de 1.3 m²/ pax y una media de 0.7 acompañantes por pasajero.

Superficie = 2 m² x 51 pax= 102 m²

- **Mostradores de documentación**

Están diseñados para el servicio de las aerolíneas al público. Se utilizan para reservaciones, ventas de boletos, pesaje y comprobación de equipaje. Deberá ser accesibles desde el área de espera y estar situado de manera que la circulación de los pasajeros que desembarcan se desvíe de él.

Se considera 1 m² del mostrador y 2.10 m² del área del agente y circulación posterior, 0.90 m² de la banda transportadora, siendo el total de 4.10 m²

Área de documentadores:

= (0.026 PPSN) (4.10 m²) = 0.106 PPSN

= 0.106 (51 pax) = 5.40 m²

- **Área de manejo de equipaje**

Esta área se alimenta por bandas transportadoras de equipaje desde la zona de documentación que le depositaran en una o varias bandas mecánicas en carrusel para su selección.

= (0.026 PPSN) (13.80) = 0.39 PPSN

= 0.39 (51 pax) = 19.89 m²

Adicionalmente se considera un área de servicios sanitarios para empleados, bodega de equipaje y oficinas de control.

=0.06 PPSN = 0.06 (51 pax) = 3.06 m²

- **Revisión de seguridad**

Este punto marca la separación de acompañantes y pasajeros. Esta zona está formada por el vestíbulo de acceso al área de revisión.

La finalidad de esta área es ver si el pasajero no aborde la aeronave con algún objeto o sustancias prohibidas por el reglamento de operación.

- **Vestíbulo de sala de despedida**

Considerando un acompañante por pasajero, un tiempo de estancia promedio de seis minutos y una superficie unitaria de 1 m² por ocupante obtendremos:

Área de vestíbulo

(2 PPSN) (0.10) (1 m²) = 0.2 PPSN = 0.2 (51 pax) = 10.2 m²

- **Embarque**

Área de espera

Sentados = 0.33 PPSN = 0.33 (51 pax) = 16.83 m²

- **Llegadas**

Área de recogida de equipajes: se toma en cuenta la superficie a ocupar por el pasajero de la entrada nacional según valores de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA)

Espacio estándar (m² / ocupante)

Superficie requerida = 2.6 m² x 34 pax = 88.4 m²

Área de vestíbulo de llegadas

Fórmula

$$A = SPP \times \left(\frac{AOP \times PHP}{60} \right) + \left[SPP \times \left(\frac{AOV \times PHP \times VPP}{60} \right) \right]$$

SPP= Espacio requerido por una persona: 1.7 m²

PHP= número de pasajeros hora punta

AOP= tiempo medio de ocupación de vestíbulo de llegadas: 5 min

AOV= tiempo medio de ocupación de acompañante: 30 min

VPP= número de acompañante por pasajero: 0.7

- **Torre de Control**

Al ser un aeropuerto de pequeña escala el cual solo recibe un vuelo redondo por día, no es necesaria una torre de control, ya que altura de dicha Torre cumple la función de permitir a los controladores del tráfico aéreo una mejor visibilidad de las aeronaves, y el área que ocupan para su despegue y aterrizaje. Por lo cual para este aeropuerto se propone un área (centro de control) próxima a la pista, pero al nivel del suelo o en una segunda planta (para tener una mejor visibilidad).

Según la enciclopedia Plazola Vol. 1, las siguientes áreas son contenidas en la torre de control:

- Fuste
- Escalera
- Ducto de instalaciones
- Subcabinas
- Cuarto de máquinas
- Equipo de tráfico aéreo/aire acondicionado
- Sala de reposo
- Servicio sanitario
- Cabina
- Pasillo exterior y zona de consolas
- Acceso de despegue
- Acceso de arribos
- Vialidad
- Estacionamiento

- **Hangar**

Para dimensionar un hangar se debe tomar en cuenta la cantidad de aeronaves que estarán contenidas en él, así como las dimensiones de cada una de ellas.

Actualmente la Aeronave que se utiliza en el aeródromo es un aeroplano Cessna Grand Caravan, que tiene las siguientes dimensiones:

- Altura externa: 4.70 metros.
- Longitud: 13 metros
- Ancho: 16 metros

Se propone un hangar que contendrá: (i) el espacio de aviones y (ii) un área de herramientas en caso de algún desperfecto de las aeronaves. Se considerará un espacio para 2 aeronaves, previendo una adquisición futura.

• **Puesto o estación de Bomberos**

La estación de bomberos se ubicará cerca de la pista, en caso de que el desperfecto de una aeronave ocasione un incendio o se produzca algún otro incidente. Contendrá, una oficina con

Con base en los cálculos desarrollados, se procedió a conformar el programa arquitectónico para el nuevo aeródromo, que se resume en la siguiente tabla. En primer lugar se muestran las zonas y subzonas que conforman a esta instalación aeroportuaria. Posteriormente, en función de cada subzona se despliegan los ambientes y subambientes y sus correspondientes áreas en m² y cantidades. Se finaliza con una columna de observaciones donde se precisan algunos detalles considerados en el cálculo. Además de lo mencionado, la tabla muestra el área de cada zona

capacidad para 3 personas, con espacio suficiente para el equipamiento y área de vestuario y el servicio sanitario. Se dispondrá de un hidrante que se colocará próximo a la pista.

• **Estacionamiento**

Considerando el número de usuarios en hora pico, se colocará 1 cajón de estacionamiento por cada 3 usuarios. Como resultado se tendrá:

- 28 cajones de estacionamiento público de dimensiones: 2.50m x 5.50m
- 10 cajones de estacionamiento privado, de dimensiones: 2.50m x 5.50m
- 2 cajones de estacionamiento para vehículos de emergencia, de 4.00m x 10.00m

El espacio de maniobra de los vehículos dependerá del diseño del estacionamiento.

Tabla No.8: Programa Arquitectónico del nuevo Aeródromo de Siuna

Zona	Sub-Zona	Ambiente	Sub-Ambiente	Área por Ambiente (m ²)	Capacidad	Observaciones
Pública	Concesiones y servicios	Banco, Cajeros Automáticos	Control de Acceso/ Sala de espera	15,00	2	Ubicado cerca de la sala de espera y vestíbulo principal
			Área de Fila			
		Teléfono Público	-	2,00	1	Ubicado en Sala de Espera General
		Salón Oficial	-	5,10	5	Incluirá áreas de servicio y descanso
		Alquiler de Autos	Kiosko	6,00	2	
		Seguros	Kiosko	6,00	2	Situado cerca del mostrador de boletos
		Souvenirs/ Venta de periódicos	2 Kiosko	12,00	2	Ubicado en la sala de espera
		Aseo	-	4,00	1	
		Restaurante	Cocina	6,00	2	Ubicado al mismo nivel de la sala de espera.
			Área de Servicio	10,00	14	
			Área de Mesas	20,00		
		Comercios	-	26,00	1	
		S.S Mujeres	-	4,00	1	
		S.S Hombres	-	4,00	1	
		Sala de Espera General	-	65,28	40 sentados 10 de pie	Próxima al Vestíbulo de boleto
						Área= 185.38 m ²
						15% de Circulación= 27.80 m ²
						Área Total de Zona= 213.18 m²
Pasajeros	Salidas	Vestíbulo de Documentación	-	102,00	51	Situado de manera que los pasajeros que desembarcan, a partir de aquí se dirijan a sus destinos
		Revisión de Seguridad	Barra transportadora y marco de detección de metales de equipaje	45,00	2	

Tabla No.8: Programa Arquitectónico del nuevo Aeródromo de Siuna							
Zona	Sub-Zona	Ambiente	Sub-Ambiente	Área por Ambiente (m²)	Capacidad	Observaciones	
Privada			Marco de detección de metales de pasajeros	-	2		
		Embarque	Sala de última espera	16,83	40 sentados 10 de pie	El pasajero espera sin acompañantes al abordar	
		Servicios	Kiosko de información turística	6,00	2		
			Teléfonos Públicos	2,00	1		
			S.S Mujeres	4,00	1		
			S.S Hombres	4,00	1		
		Llegadas	Vestíbulo de llegadas	-	30,0	1	
			Área de Retiro de Equipaje	-	88,04	34	
			Sala de Bienvenida	-	25,04	34	Sala próxima al vestíbulo principal
			Servicios	Información	3,00	1	
				Renta de Autos	3,00	1	
							Área= 328.91 m²
							15% de Circulación= 49.20 m²
							Área Total De Zona= 377.11 m²
Privada	Administración	Recepción	-	6	1	Se realiza la organización interna de la terminal	
		Sala de Espera	-	15	3		
		Gerente General	-	15	1		
		Sala de Reuniones	-	15	5		
		Oficinas	Comunicaciones	7,5	2		
			RRHH	7,5	2		
			Comandancia	7,5	2		
		S.S Hombres	-	4	1		
		S.S Mujeres	-	4	1		
		Área de papelería y fotocopias	-	6	1		
	Cocineta	-	8	2			
	Compañía Aérea	Mostradores de documentación	-	25	2	Directamente relacionado con el área de espera	
		Área de equipaje	-				
		Oficina de apoyo de aerolíneas	1 oficina	20	4		
	Operaciones Aéreas	Jefe de operaciones	-	15	3	Control de salidas y entradas de aviones	
		Supervisor de rampa	-	9	1		
		Supervisor de equipaje	-	9	1		
		2 cubículos de despacho aéreo	-	15	2		
						Área= 188.5 m²	
						15% de Circulación= 28.27 m²	
						Área Total De Zona= 216.77 m²	
Complementaria	Centro de Control	Cabina	Consolas/Área de Observación	3	1		
		Oficina de Radar	-	9	2		
		S.S	-	4	1		
	Hangar	Espacio de alojamiento para aviones	-	800	6		

Tabla No.8: Programa Arquitectónico del nuevo Aeródromo de Siuna							
Zona	Sub-Zona	Ambiente	Sub-Ambiente	Área por Ambiente (m²)	Capacidad	Observaciones	
	Puesto de Bomberos	Taller	-	12	2		
		Oficina	-	12	3		
		Vestuario/ Implementos	-	9	3		
		S.S	-	4	1		
		Hidrante	-	2	1		
	Estacionamiento	Publico	Cajones		385	28	
		Privado	Cajones		137,5	10	
		Emergencia	Cajones		80	2	
							Área = 1457.5 m²
							15% de Circulación = 218.625 m²
						Área Total de Zona = 1676.125 m²	
						Área Total Aeródromo = 2483,19 m²	

Fuente: Elaboración propia, aplicando las recomendaciones técnicas de los reglamentos, normativa y documentos específicos considerados en la revisión documental

Con base en la tabla anterior se muestra el consolidado de áreas y porcentajes por cada zona (ver tabla y gráfico):

Tabla No.9: Distribución de áreas y % por Zonas del nuevo aeródromo			
No.	Zonas del Aeródromo	Área (m²)	Porcentaje
1	Zona Pública	213,18	9%
2	Zona de Pasajeros	377,11	15%
3	Zona Privada	216,77	9%
4	Zona Complementaria	1.676	67%
Totales		2483,19m²	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en el Programa Arquitectónico

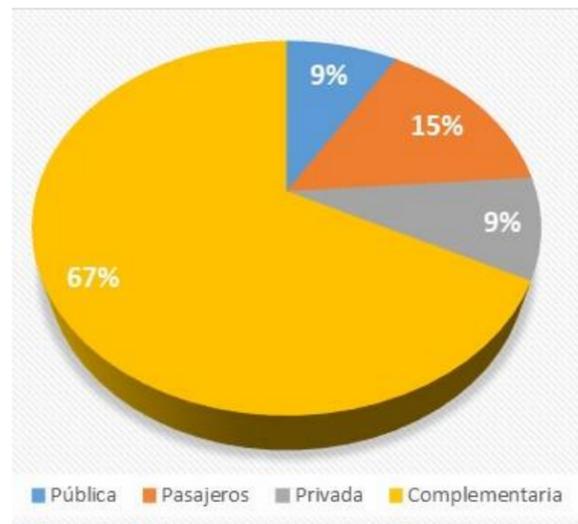


Gráfico No.25: Distribución de áreas y % por Zonas del nuevo aeródromo
Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Propuesta Formal-Compositiva

5.1.3.1. Estilo arquitectónico/influencia estilística

El diseño del aeródromo posee un estilo ecléctico se desarrolla principalmente bajo la influencia de cuatro corrientes arquitectónicas de donde se retoman, a conveniencia, variantes formales que buscan responder a las necesidades de los usuarios.

Bajo la influencia del **funcionalismo** se pretende que el tamaño del edificio y la distribución de espacios se decidan por la función y, en el caso de un aeródromo se requiere que sobre todo sea funcional debido a su complejo sistema de circulación. Esto implica que si se satisfacen los aspectos funcionales, la belleza arquitectónica surgirá de forma natural.

En la fachada del aeródromo se hace una alusión al **brutalismo**, debido a la visión potente producida por la cubierta expuesta, de placas de fibrocemento sin tratamiento, y por la presencia de los materiales que se aprecian a simple vista por dentro y por fuera de la edificación.

La tendencia **High Tech** simboliza resistencia y durabilidad por la relevancia puesta en la estructura, las instalaciones, los cerramientos, sistemas constructivos y en los materiales que utiliza (e.g., el acero). Retomando este protagonismo, para el proyecto se buscó que los conductos de ventilación y la estructura en sí misma pasaran a formar parte de la obra y que constituyeran parte de su estética, de tal modo que se deja expuesta la estructura metálica tubular principal que conforma los paraboloides hiperbólicos.

La cuarta influencia se enmarca en la Arquitectura moderna y corresponde a la **Arquitectura laminar** y de ella se ha generado la forma particular de la propuesta arquitectónica del aeródromo: paraboloides hiperbólicos, de la cual se hablará en el análisis estructural en el presente documento.

5.1.3.2. Elementos de la composición de la forma del nuevo Aeródromo

- **Ritmo simple:**



Gráfico No.28: Ritmo simple
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la repetición o sucesión de elementos de forma constante como en el caso de los ventanales de las fachadas del edificio, dispuestos en forma de tablero, alternando piezas translúcidas y piezas oscuras, dando una impresión de textura y logrando una composición agradable, armoniosa y acompasada en la sucesión de elementos, lo que rompe la monotonía

- **Equilibrio simétrico:**

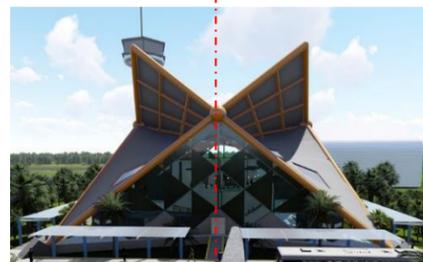


Gráfico No.28: Equilibrio simétrico
Fuente: Elaboración propia

Existe un equilibrio simétrico que se aprecia a partir del eje imaginario que se traza al centro de la fachada principal que divide el volumen en dos porciones similares pero opuestas, como si una fuera el reflejo de la otra. En términos contemporáneos, la simetría significa actualmente más que un equilibrio o relación armoniosa de las partes con el todo, una similitud de partes opuestas, la reproducción exacta a la izquierda de un eje, de lo que hay a la derecha del mismo.

- **Unidad:**

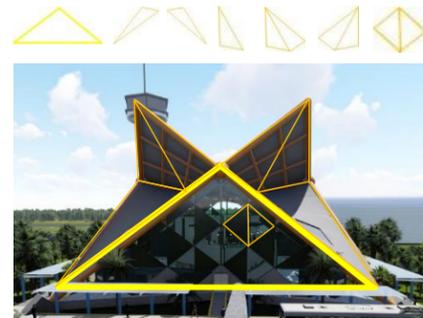


Gráfico No.29: Unidad de las partes con el todo
Fuente: Elaboración propia

En el edificio principal se aprecia claramente la relación de las formas geométricas, proporciones, escala y paleta cromática de las *partes componentes* (e.g., ventanales, puertas) con el todo (fachadas y volumetría), por lo que se logra una unidad de conjunto. Las formas triangulares se repiten a nivel micro y al nivel macro, a nivel de todas las fachadas, aportándole interés visual a cada una de ellas.

Contraste de color y texturas para jerarquizar al Edificio Terminal del Aeródromo

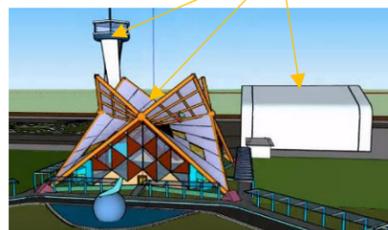


Gráfico No.30: Contraste de texturas
Fuente: Elaboración propia

- **Contraste acentuado por el color y la textura:**

El Aeródromo pretende ser un referente de sobriedad y simpleza en el territorio, en donde se destaque la estética de la Arquitectura del edificio principal, la Terminal de Pasajeros, en contraste con el resto de edificaciones del conjunto, de menor escala (ver gráfico).

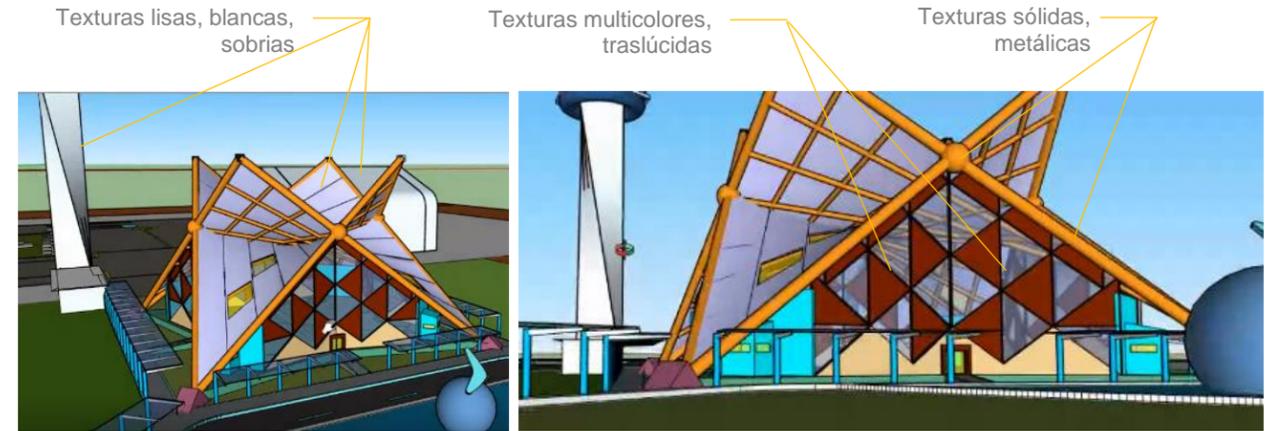


Gráfico No.26: Contraste de texturas entre los diferentes edificios del conjunto
Fuente: Elaboración propia

Para acentuar el contraste se propone establecer al gris como tonalidad predominante, en oposición al color amarillo de la estructura principal. De igual manera, se destaca el tratamiento de las diversas texturas del edificio principal, que se aprecia en la cubierta de fibrocemento expuesto, los ventanales a modo de vitrales y el metal de la estructura tubular, entre otros elementos. Dentro del repertorio de texturas se pueden mencionar: texturas lisas blancas, sobrias; texturas multicolores, translúcidas y texturas sólidas, metálicas (ver gráfico).

Dentro de los colores que destacan se pueden mencionar el amarillo y el verde. El primero se aplica en los muros verdes y el amarillo en la estructura principal del edificio. De forma complementaria, se aplica el color el azul en ventanas y en algunos otros elementos decorativos del conjunto.

- **Jerarquía:**

El edificio principal, destaca jerárquicamente, por mucho, en la totalidad del conjunto, por su geometría destacada, cubierta, texturas, acabados, contraste cromático y tratamiento del entorno inmediato, entre otros elementos.



Gráfico No.31: Jerarquía del edificio principal en el conjunto
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se enfatiza en la fachada Oeste como un punto focal para remarcar o jerarquizar el acceso principal al Edificio Terminal. Las aceras para la circulación peatonal, la disposición de los estacionamientos que facilitan el recorrido expedito hasta la Terminal y la conexión con la vía que proviene de Siuna, hacen fácilmente reconocible el acceso al aeródromo.



Gráfico No.37: Acceso al edificio de la Terminal de Pasajeros
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.37: Vista de la Terminal de Pasajeros
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.37: Acceso desde el estacionamiento
Fuente: Elaboración propia

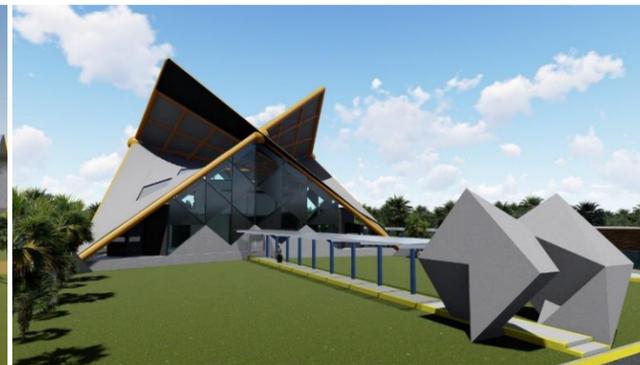


Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.37: Vista desde la Pista de aterrizaje
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.37: Jerarquía del edificio principal en el conjunto
Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Propuesta Funcional

5.1.4.1. Accesibilidad

Al aeródromo se accede por la vía secundaria que proviene de la ciudad de Siuna y que deberá ser mejorada por la Alcaldía municipal como parte del proyecto de creación de la nueva

instalación aeroportuaria y en el marco de los esfuerzos del gobierno local para impulsar el desarrollo del turismo en este territorio.

Las personas se pueden trasladar al nuevo aeródromo a través de la ruta que recorre el casco urbano de Siuna y que amplía su recorrido a las zonas periféricas de la misma y que llega a la zona de la nueva instalación aeroportuaria; a través de las moto-taxis que son comunes en la ciudad y a través de vehículos particulares. Para este fin, se han dispuesto en el aeródromo dos espacios de estacionamiento o parqueos generales, en cuyo diseño se han integrado con áreas verdes para suavizar las posibles olas de calor que se producirían por la incidencia solar sobre la superficie de recubrimiento en esta área.

5.1.4.2. Circulación

La adecuada circulación interna aporta al buen funcionamiento del aeródromo. La efectiva función dentro de los sitios donde se realizan las principales actividades de este equipamiento; es decir, dentro del edificio de la Terminal de pasajeros, se vincula principalmente con los flujos desde y hacia las diferentes áreas o ambientes; determinando cómo se conectan o interrelacionan entre sí.

Bajo este contexto, en primer lugar, el edificio se conecta a la vía principal a través de un acceso jerarquizado que está pensado no sólo para permitir la entrada de vehículos, sino también para facilitar el ingreso de peatones. Por esta razón se propone una acera techada para proteger a los transeúntes de las altas temperaturas de Siuna, provocadas por la mayor incidencia solar, principalmente en la temporada seca.

El edificio principal funciona como un puente entre la vía principal y la pista de aterrizaje. Se conecta y se accede desde la pista a través del edificio, pero también a través de circulaciones que se encuentran en pasillos laterales de la instalación. Dichas circulaciones están restringidas para el público en general, siendo accesos de emergencia o para el personal de servicio.

5.1.4.3. Zonificación general del conjunto.

El conjunto del nuevo aeródromo de Siuna, se compone de las siguientes zonas:

1. Zona Pública

Esta zona del Edificio de la Terminal de Pasajeros contiene las áreas de:

- **Concesiones:** Corresponde al área que se ha concedido a iniciativas privadas, como restaurante, cafetería, comercios, souvenir/venta de periódicos
- **Servicios:** Corresponde al área donde se ofertan servicios como: teléfono público, salón oficial, alquiler de autos, venta de seguros, sala de espera

2. Zona de Pasajeros

Corresponde a la zona dentro del Edificio de la Terminal que contiene las áreas de:

- **Salida de pasajeros:** incluye el lugar o espacio donde los pasajeros esperan el momento de abordar su aeronave y el área de atención de pasajeros (buró).
- **Llegada de pasajeros:** incluye el lugar donde los pasajeros se reúnen al arribar al aeródromo y donde reciben su equipaje.

3. Zona Privada:

Corresponde a la zona dentro del Edificio de la Terminal a donde no tienen acceso los pasajeros, ni visitantes, sino que sólo es permitido el ingreso de personal autorizado de Administración, de la Compañía Aérea y de Operaciones Aéreas.

- **Administración:** incluye oficinas del personal que administra el aeródromo.
- **Compañía Aérea:** Incluye las oficinas de la compañía que presta el servicio de transporte aéreo, que actualmente es La Costeña.
- **Operaciones Aéreas:** Corresponde al área donde se realizan las acciones técnicas relacionadas con los despegues y aterrizajes de las aeronaves
- **Zona de maniobra de aeronaves:** Está conformada por:
 - Pista de aterrizaje y despeje: que corresponde a un tramo lineal liso de pavimento asfáltico por donde aterrizan y despejan las aeronaves.
 - Calle de rodaje: que permite que la aeronave se prepare para llegar a esta otra área donde las personas desalojan la aeronave para ingresar al aeropuerto.
 - Áreas verdes de protección: que se intercalan con la pista de aterrizaje y con la calle de rodaje y establecen además un colchón de seguridad para maniobra de los aviones, en caso de cualquier eventualidad.

4. Zona Complementaria

- **Zona de Hangar.** El hangar es un cobertizo o nave industrial de gran altura y ancho variable que en el conjunto del aeródromo está destinado a proteger a las aeronaves de la intemperie y para brindarles mantenimiento en un ambiente seguro para las avionetas, equipos y personal técnico que labora en este local. El hangar propuesto tiene capacidad para contener hasta 8 avionetas, por lo que resulta importante el tipo de puerta que se propuso –corredera o plegable– que permite el ingreso de las aeronaves.

Por su tamaño, el hangar propuesto se clasifica como medio (M) en el marco de la clasificación de hangares por la distancia que se deja para la entrada de aviones, esto es, la anchura de la zona aire que queda sin pilares (zona de apertura de puertas):

Tamaño	Entrada Libre
S	Menos de 30 m
M	30 - 60 m
L	60 - 90 m
XL	90 - 120 m
XL	Más de 120m

- **Zona de Torre de control aéreo:** Corresponde a un edificio vertical en forma de torre o faro, rematado en su parte superior por una sala de control, desde la que se dirige y controla el tráfico aéreo del aeródromo. Posee una altura de 40 metros⁶ y se ha ubicado de manera que desde dicho centro de control se aprecie visualmente toda la zona que se debe controlar, que incluye: el aeródromo y sus inmediaciones, es decir, el control del rodaje, el despegue, la aproximación y el aterrizaje de los aviones.
- **Zona de Protección contra incendios:** Para garantizar la seguridad de los pasajeros, tripulación, personal del aeródromo y personal de servicio, es crucial establecer en el diseño un área para la Estación de Bomberos.
- **Zona de Alojamiento:** Se consideró importante destinar espacios para hospedar temporalmente a personal relacionado con el funcionamiento del aeródromo (e.g. controladores aéreos/terrestres, técnicos de INETER) o eventualmente a personal de la empresa La Costeña.
- **Zona de Exteriores.** Corresponde a las áreas externas al perímetro del edificio de la Terminal del aeródromo –excluyendo: alojamiento, torre de control, pista de aterrizaje y hangar–, e incluye:
 - Calles, aceras/andenes y estacionamientos.
 - Área libre para ampliaciones futuras, que atiendan las nuevas demandas del incremento del uso que exijan la ampliación del programa arquitectónico del aeródromo.
 - Áreas verdes (i.e., árboles, arbustos, césped, cortinas rompe vientos y cercas vivas exteriores)
 - Elementos estéticos exteriores (e.g., esculturas, espejo de agua, portales de estructura metálica, techos traslúcidos), que aportan a la jerarquización del aeródromo, la dinamización de la circulación peatonal y a una eventual integración al mobiliario urbano de la zona, y además tienen un carácter simbólico, al tratar de transmitir una sensación de simpleza y confort en este espacio nuevo.

⁶ La idea de que la torre de control esté ubicada tan alta se debe exclusivamente a que les resultará más fácil a los controladores ver movimientos de aeronaves en el aire o en tierra. Es decir, la torre de control es una oficina de observación en primer lugar (por su altura), y de dirección en segundo lugar (por estar equipada con aparatos de radio).



Gráfico No.42: Elementos exteriores del conjunto arquitectónico propuesto
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la disposición interna del edificio de la Terminal de Pasajeros, se destaca un núcleo o volumen central de forma cilíndrica al centro del espacio, que tiene doble altura.

Alrededor de este volumen cilíndrico se localizan los ambientes que están más vinculados con el transporte aéreo de los pasajeros, ya que incluye las áreas de compra y venta de boletos, salas de estar, áreas de abordaje y de llegada; así como ambientes de servicios complementarios como cafetería y teléfonos.

El volumen cilíndrico incluye restaurante y oficinas (e.g., meteorología, empresa prestadora del servicio aéreo, administración, etc.).

A continuación se muestran algunas perspectivas interiores del espacio diseñado del edificio de la Terminal de Pasajeros.



Gráfico No.41: Vista de pasillos alrededor del volumen cilíndrico central
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.41: Cafetería-bar dentro del edificio principal
Fuente: Elaboración propia

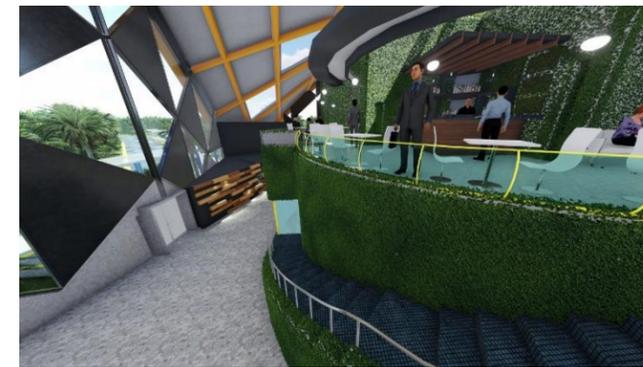


Gráfico No.41: Restaurante en el segundo piso del volumen central
Fuente: Elaboración propia



Gráfico No.41: Pasillos de circulación del edificio principal
Fuente: Elaboración propia

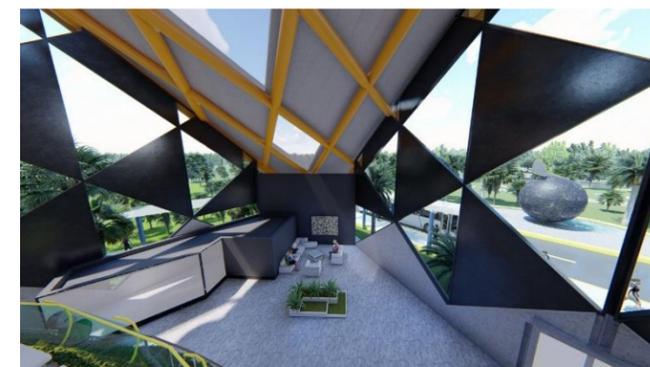


Gráfico No.44: Sala de estar cercana al acceso principal
Fuente: Elaboración propia

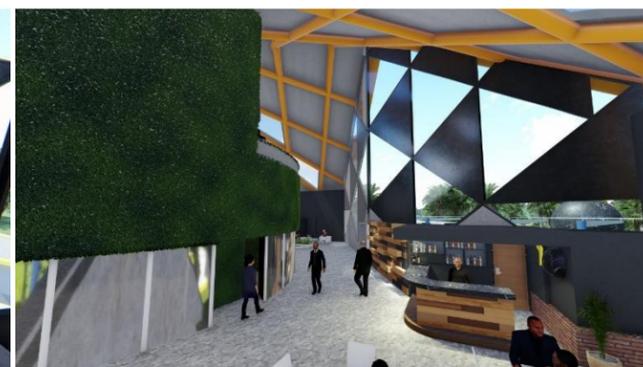


Gráfico No.44: Cafetería y muro verde alrededor del volumen cilíndrico
Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Propuesta Estructural-Constructiva

5.1.5.1. Propuesta estructural

Para el edificio principal del Aeródromo, la Terminal de Pasajeros, se propone una estructura de perfiles metálicos tubulares de sección circular (“tubos redondos”/ver gráfico) que permiten conformar los paraboloides hiperbólicos intersectados. Los perfiles tubulares circulares son piezas huecas de metal que se caracterizan por tener un contorno redondo y dos extremos abiertos, hechos de acero aleado de calidad (no puro), para presentar un buen comportamiento ante una gran tracción, compresión y cortante, además de permitir la transmisión de calor y de corriente, y de ser relativamente ligeros (Equipo Ferros Planes, 2017).

La estructura metálica permite conformar la geometría basada en el **paraboloide hiperbólico** y soportar una cubierta suficientemente amplia para contener un espacio amplio, libre de columnas que permita facilitar la circulación fluida y el desarrollo de las actividades del aeródromo.



Gráfico No.46: perfiles metálicos de sección circular
Fuente: Ferros Planes

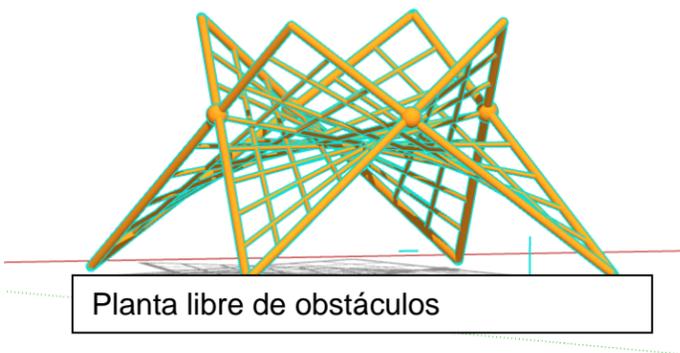
Los perfiles metálicos tubulares convergen y se unen a través de esferas metálicas. Esta integración da como resultado una estructura rígida, estable y de buen comportamiento ante eventos sísmicos. Este sistema entonces se puede resumir como un sistema de nudo y barras, El nudo es una pieza esférica dotada de una serie de orificios roscados según las direcciones de las barras que han de concurrir en el mismo. La disponibilidad en cuanto a las posibles direcciones de acceso de las barras es prácticamente total, quedando solamente limitada por el ángulo mínimo que deben mantener dos barras contiguas para evitar la interferencia entre ellas (Tectónica, 2020).



Gráfico No.46: Paraboloide hiperbólico
Fuente: Tectónica

En relación con la geometría de la forma del edificio principal, definidas por los paraboloides hiperbólicos, son superficies desarrolladas por arquitectos desde el siglo 19 y principalmente en el siglo XX, con el Arquitecto español Félix Candela. Los paraboloides hiperbólicos son parte de un grupo particular dentro de las estructuras anticlásticas, debido a que presentan, además de una forma eficiente para soportar la carga, una relativa facilidad de construcción: el encofrado para estas superficies se puede fabricar principalmente con tablas rectas de madera ya que constituyen superficies regladas (Bechthold, 2008), o construirse con elementos metálicos lineales bajo el mismo principio.

Una superficie reglada, en geometría, es la generada por una recta, denominada generatriz, al desplazarse sobre una curva o varias, denominadas directrices. Los paraboloides hiperbólicos son superficies doblemente regladas (Fundación Wikimedia, 2020).



las más eficientes desde el punto de vista estructural, permitiendo grandes luces sin soportes internos, creando así un interior espacioso y sin obstrucciones (Fundación Wikimedia, 2020).

La propiedad más importante de esta superficie es que, aun siendo una superficie curvada, puede construirse con líneas rectas. Lo que se va haciendo es, variar el ángulo de inclinación de una recta que se mueve encima de otra curva (Construmática. Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción, s.f.). Su eficiencia se debe a su curvatura, por lo que pueden presentar una gran resistencia con economía de sección, material y peso. Son

El paraboloides hiperbólico tiene dos soportes que van anclados al suelo y dos aristas que van en voladizo. Al intersectarse con otro de iguales dimensiones se obtiene como resultado una estructura consolidada, autoportante y estable, y que permite una planta libre de obstáculos porque la presencia de cuatro soportes en los extremos hace innecesaria la existencia de soportes en el espacio interior (ver gráfico).

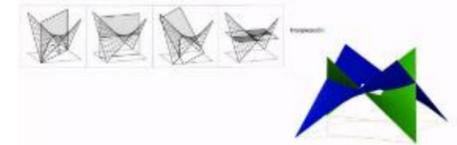


Gráfico No.49: Paraboloide hiperbólico
Fuente: Elaboración propia

La estructura de grandes dimensiones que se pretende desarrollar requiere en correspondencia cimientos idóneos que soporten los empujes de los soportes o barras diagonales de perfilaría metálica tubular que llegan hasta el suelo. Como un ejemplo de esta correspondencia, se muestran los cimientos de grandes dimensiones que soportan la estructura de la cubierta del Aeropuerto Internacional A. C. Sandino ubicado en Managua (ver gráfico).

Los cimientos de grandes dimensiones que se proponen recibirán de forma perpendicular los



Gráfico No.48: Ejemplo de cimentación de grandes dimensiones en Aeropuerto A.C. Sandino
Fuente: Elaboración propia, incluyendo foto de la Administración del Aeropuerto A.C. Sandino



Cimentación de la estructura metálica tubular

Gráfico No.48: Cimentación de grandes dimensiones para las estructuras tubulares Fuente: Elaboración propia

empujes de las barras diagonales, y, por tanto, la carga de toda la estructura. Estarán hechos de concreto con refuerzo de acero (ver lámina de detalles constructivos).

En el caso del hangar se propone la construcción de una nave industrial de estructura metálica en acero, cuyas dimensiones permitan un espacio suficientemente amplio para el ingreso y resguardo de las aeronaves consideradas en el programa arquitectónico, por lo que además deberá estar libre de obstáculos, como en el caso de columnas, muros o tabiques interiores (ver imagen).

La nave metálica industrial está conformada por una serie de marcos estructurales de columnas y vigas de perfilaría metálica que son más eficientes que las naves de concreto, porque las



Gráfico No.50: Hangar de estructura metálica
Fuente: www.gpstecnicasmetalicas.com

estructuras metálicas permiten las mismas prestaciones que aquellas, pero con una mayor versatilidad y flexibilidad (GPS Técnicas Metálicas, S.L., 2020). El hangar se completará con cerramiento metálico.

En relación con las construcciones menores del conjunto arquitectónico –estación de bomberos, alojamiento y torre de control–, se propone el marco estructural de hormigón armado.

5.1.5.2. Propuesta constructiva

Complementando los aspectos estructurales descritos, dentro de la propuesta constructiva se destacan los principales materiales aplicados al proyecto:

- La superficie de la pista de aterrizaje estará hecha de hormigón asfáltico, porque es un material duradero y permite optimizar las funciones para las que está orientada.
- La torre de control, estación de bomberos y el alojamiento se construirán en concreto, combinando con ventanales de metal y vidrio, con cubierta metálica.
- El hangar estará construido en metal, tanto en cerramiento como en cubierta.
- El edificio de la Terminal de Pasajeros estará construido en metal, vidrio, cubierta de fibrocemento. Contará también con paredes o muros verdes al interior.

Memoria Gráfica (Set de planos del anteproyecto)

5.1.6. Planos del Edificio de la Terminal de Pasajeros

- 5.1.6.1. Lámina No.1: Concepto de diseño
- 5.1.6.2. Lámina No.2: Estilo y composición
- 5.1.6.3. Lámina No.3: Planta arquitectónica de conjunto
- 5.1.6.4. Lámina No.4: Elevaciones arquitectónicas
- 5.1.6.5. Lámina No.5: Elevaciones arquitectónicas
- 5.1.6.6. Lámina No.6: Secciones arquitectónicas
- 5.1.6.7. Lámina No.7: Detalles estructurales
- 5.1.6.8. Lámina No.8: Planta arquitectónica nivel 1
- 5.1.6.9. Lámina No.9: Planta arquitectónica nivel 2
- 5.1.6.10. Lámina No.10: Planta arquitectónica de techos

5.1.7. Planos de la Estación de Bomberos

- 5.1.7.1. Lámina No.11: Elevaciones arquitectónicas
- 5.1.7.2. Lámina No.12: Planta arquitectónica

5.1.8. Planos de Alojamiento

- 5.1.8.1. Lámina No.13: Planta arquitectónica del Alojamiento
- 5.1.8.2. Lámina No.14: Elevaciones

5.1.9. Planos del Hangar

- 5.1.9.1. Lámina No.15: Planta arquitectónica del Hangar
- 5.1.9.2. Lámina No.16: Elevaciones
- 5.1.9.3. Lámina No.17: Secciones

5.1.10. Plano de la Torre de Control

- 5.1.10.1. Lámina No.18: Planta arquitectónica de la Torre de control
- 5.1.10.2. Lámina No.19: Elevaciones

5.1.11. Perspectivas

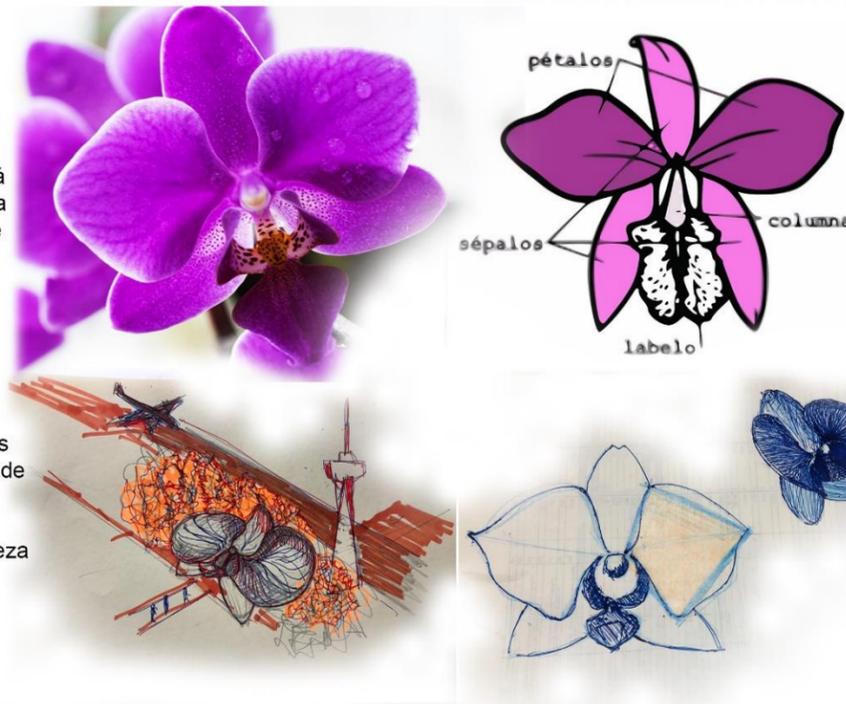
- 5.1.11.1. Lámina No.20: Acceso
- 5.1.11.2. Lámina No.21: Conjunto
- 5.1.11.3. Lámina No.22: Acceso desde la pista
- 5.1.11.4. Lámina No.23: Vista frontal
- 5.1.11.5. Lámina No.24: Vista interna1
- 5.1.11.6. Lámina No.25: Vista interna 2
- 5.1.11.7. Lámina No.26: Collage

CONCEPTO GENERADOR

Un aeropuerto funciona como un **portal** hacia otro lugar, es el que indica al usuario qué puede esperar de la ciudad. El concepto generador nace de la necesidad de solventar una necesidad real, pero también de promover el turismo en la zona a través de la experiencia que brindará el espacio en sí mismo; cambiando la idea de que un aeropuerto funciona únicamente para llegar de un punto a otro, se desarrollan estrategias que transforman el espacio en un medio de atracción, destacando entre los hitos de la ciudad y contribuyendo a la imagen urbana.

Debido a las altas temperaturas se requiere de un espacio que genera **frescura**, y una sensación de **ligereza**, tanto por sus materiales constructivos, como por sus amplios ambientes, definir juegos de sombras y desarrollar patios externos. Así mismo es preciso que el elemento evoque en los usuarios un **sentido de identidad**, a través del uso de materiales locales y una paleta de colores acordes al folklore de la comunidad.

La forma nace a través de la observación de un elemento de la naturaleza, la **orquídea** presenta una forma sinuosa y llamativa, interpretando la flor como un edificio se tiene que los pétalos funcionarían como una cubierta amplia, los sépalos como paredes y la columna, como la estructura soportante de las extremidades. Dicho esto se somete a la forma a una interpretación más concreta y realista tomando en cuenta las necesidades principales del complejo.



REQUERIMIENTOS

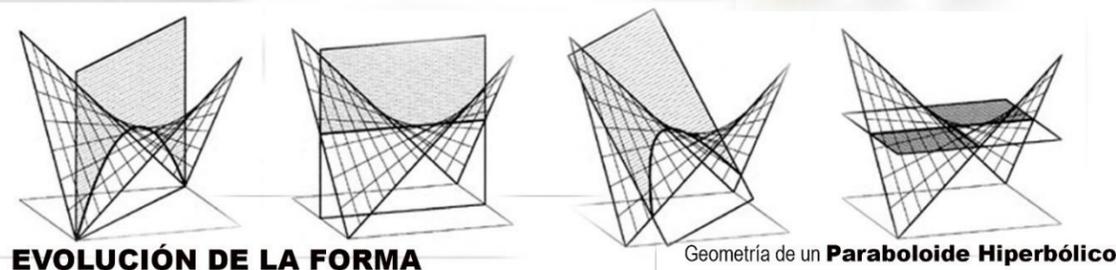
Generador de confort térmico: a través de materiales reguladores térmicos, desarrollar juegos de sombras, captar vientos.

Planta libre de obstáculos para la libre circulación: la estructura principal tiene únicamente cuatro soportes principales, dando un sentido de ligereza amplitud y la sensación de que la estructura está "levitando".

Sentido de pertenencia entre los usuarios: los acabados del complejo están elaborados con materiales propios de la zona, como enchapes de piedras de río en paredes, el uso de madera local en el interior y una paleta de colores que evocan la cultura costeña de Siuna.

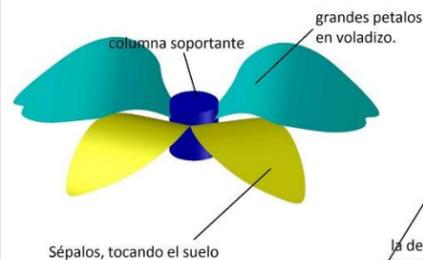
Una estructura fácilmente construible: La flor presenta una curvatura orgánica y replicar con exactitud una curva en obra es complicado, pues se debe segmentar la curvatura punto a punto para no equivocarse, por lo que es más preciso definir líneas rectas, la estructura final se inspira en el paraboloides hiperbólico, que es construible a partir de líneas rectas, lo que hace más sencilla su construcción.

Diseñar un Aeropuerto no es un asunto fácil porque hay mucha **problemática de circulación**, hay un constante flujo de personas entrando y saliendo del complejo, hay diversas formas de solucionar esta problemática, pero la más inteligente es intentar que la estructura ocupe lo menos posible para dejar sitio a la libre circulación, a la vez que se consigue una cubierta muy grande que cubra la mayor cantidad de espacio posible, se llega entonces a una geometría inspirada en el **paraboloides hiperbólico**, esta es una superficie geométrica de doble curvatura lo más fascinante de la superficie es que es totalmente estable, por cómo es su geometría ya que tiene doble curvatura, las cóncavas trabajan a modo de compresión como un arco y las convexas a modo de cable, o sea a tracción, lo que permite que las fuerzas en las direcciones opuestas se complementen. Por otro lado aun siendo curvada se puede construir con líneas rectas, es decir que su construcción se hace con poco desperdicio de material.

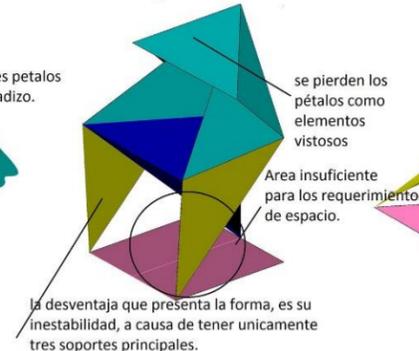


EVOLUCIÓN DE LA FORMA

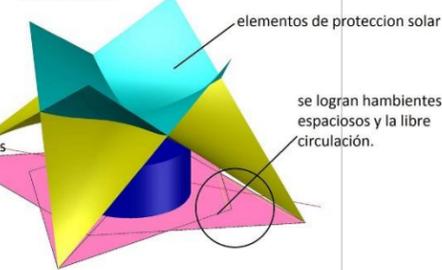
ETAPA 1: se interpreta la orquídea estructuralmente, se tiene que los pétalos funcionan como una gran cubierta, los sépalos como las paredes, y la columna, como la estructura soportante de las extremidades.



ETAPA 2: La forma inicial se interpreta como un elemento construible, teniendo en cuenta las condicionantes físicas y espaciales, se obtiene una forma inspirada en el origami, (plegar superficies sin cortar) se obtiene que los pétalos se transforman en una capa, los sépalos en un trípode soportante de la toda la estructura y el núcleo funciona como un segundo nivel.

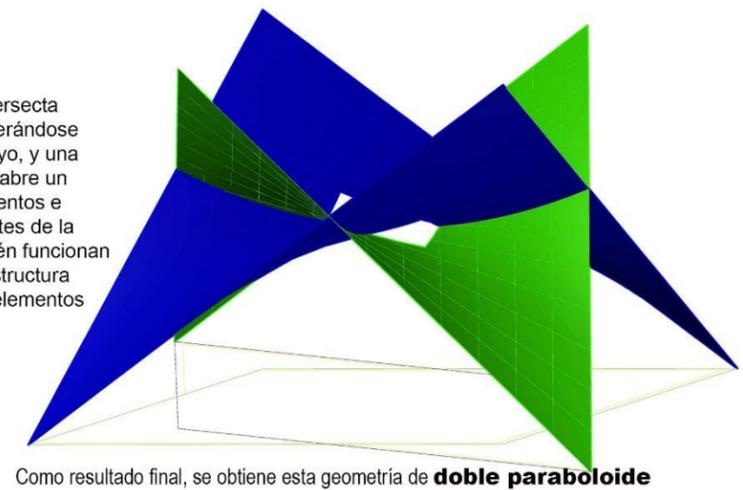


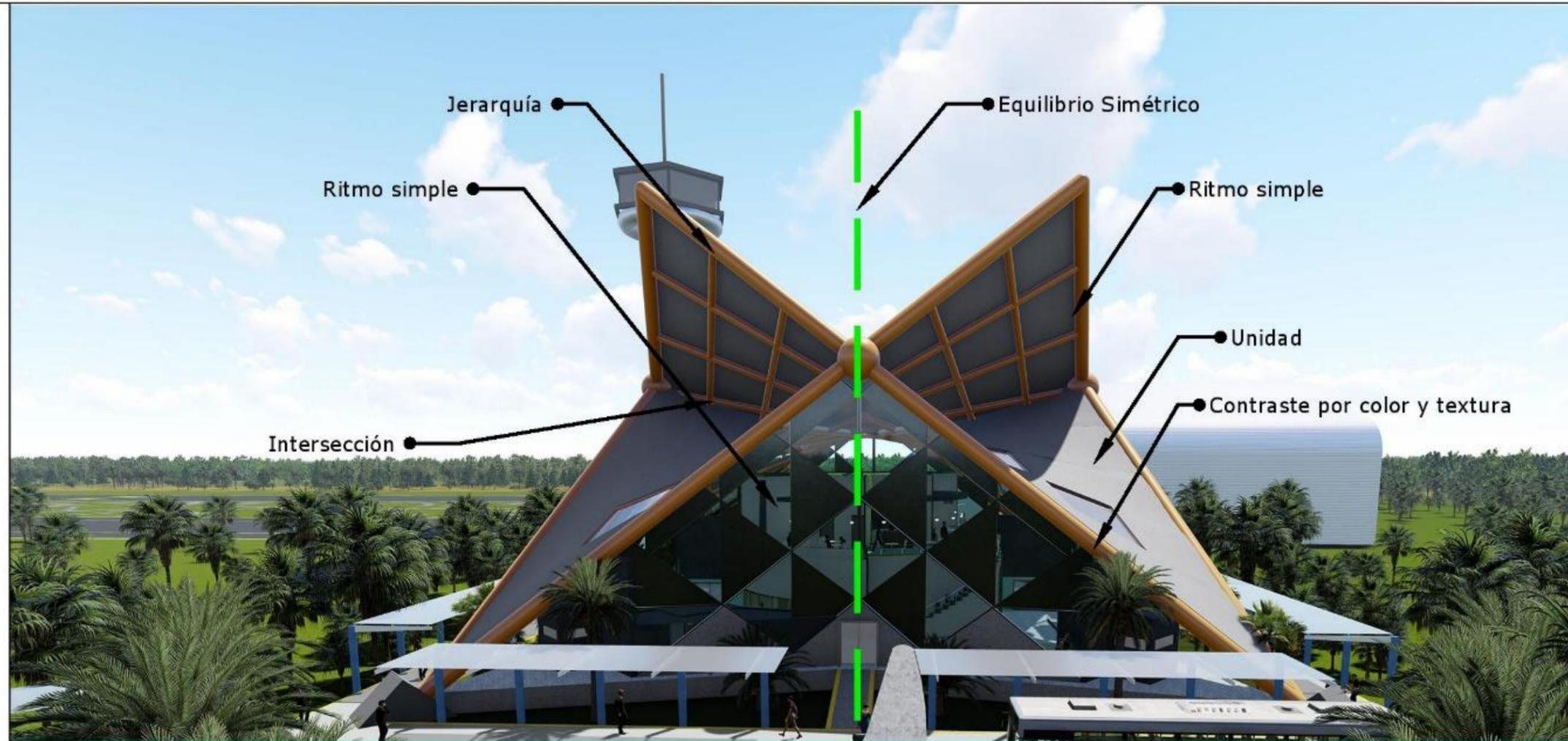
ETAPA 3: Se retoma el proceso anterior, tomando en cuenta sus ventajas y desventajas y se propone una estructura más eficiente, inspirada en el paraboloides hiperbólico, se obtiene que los pétalos se reflejan como la cubierta, los sépalos se transforman en los cuatro soportes principales de la estructura, y el núcleo se independiza completamente, permitiendo una planta libre de obstáculos.



INTERPRETACIÓN

Se toma el paraboloides hiperbólico y se intersecta con otro de sus mismas dimensiones, generándose una estructura con cuatro soportes de apoyo, y una planta libre de obstáculos, a la vez que se abre un agujero en la parte cenital para capturar vientos e iluminación natural, las puntas sobresalientes de la superficie además de dar vistosidad también funcionan como elementos de protección solar. La estructura es autoportante y no presenta sobrantes, elementos decorativos ni desperdicios de material.





ASPECTOS COMPOSITIVOS

- Ritmos simple:** Es la repetición de elementos de forma constante del mismo elemento, en este caso los ventanales del edificio uno mas oscuro y otro más claro.
- Equilibrio simétrico:** Se aprecia a partir del eje que divide el volumen en dos, que existen las mismas dimensiones de tamaño entre una cara y la otra.
- Unidad:** Propiedad de todo ser que implica que este no puede dividirse sin que su esencia se destruya o altere. Relación que se encuentra en todos los elementos del edificio que dicen que está completo.
- Intersección:** Se logra cuando en uno o más puntos se encuentran o se cortan dos superficies, en este caso en la geometría del volumen se aprecia la intersección de dos superficies con la mismas proporciones.
- Contraste por color y textura:** El edificio pretende ser un referente de sobriedad y simpleza, de ahí que la tonalidad predominante es el gris, que contraste con el amarillo de la estructura principal.
- Jerarquía:** Las salientes de la geometría del volumen dan un sentido de jerarquía en comparación con los demás edificios del complejo, pero también en relación a otras edificaciones locales. h

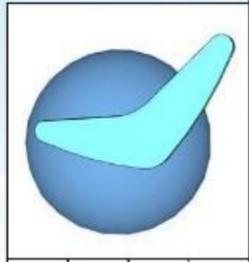
ESTILO ARQUITECTÓNICO

El aeropuerto se desarrolla en tres corrientes arquitectónicas similares más no iguales, obteniendo cada una de ellas variantes a conveniencia de los que se busca en base a las necesidades de los usuarios.

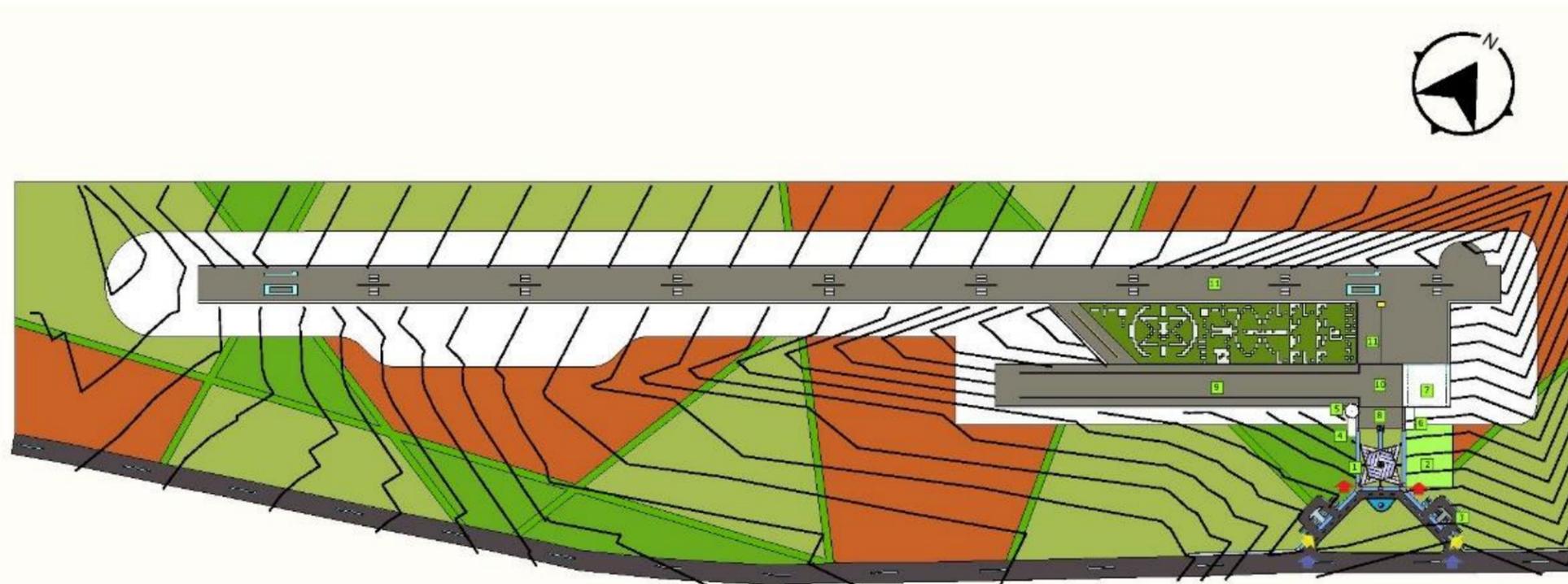
El **Funcionalismo** pretende que el tamaño del edificio y la distribución de espacios deben decidirse solamente por la función de este, esto implica que si se satisfacen los aspectos funcionales, la belleza arquitectónica surgirá de forma natural, un aeropuerto amerita sobre todo ser funcional debido a su complejo sistema de circulación.

El **Brutalismo** de Le Corbusier también se ve reflejado en la fachada, debido a la exposición sin mayor tratamiento de las placas de fibrocemento que componen la cubierta.

La corriente **High-Tech** es una tendencia con mayor resistencia y durabilidad (por el acero que se utiliza) hace 50 años en las construcciones se exigía que se ocultasen el armazón de hierro que tenía por dentro, también las tuberías de agua los pernos y remaches, para el proyecto se buscó que los conductos de ventilación y la estructura en sí misma pasaran a formar parte de la obra y que constituyeran un elemento decorativo, de tal modo que se deja expuesta la estructura principal, ya que lo más importante del High-Tech no es solo incorporar tecnologías a la construcción sino aprovechar la presencia de ellas para hacerlas parte de la decoración del lugar.



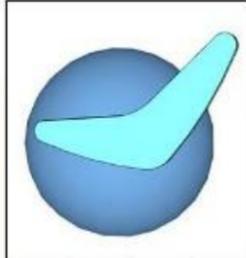
FACULTAD DE ARQUITECTURA	ESC: 1:400	Nº LÁMINA:	2/18
	CONTENIDO: Composición y Estilo	TUTOR: Arq. Benjamín Rosales	AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO
ESC: 1:3,000

Simbología	
	Acceso Vehicular
	Acceso Servicio
	Acceso Peatonal

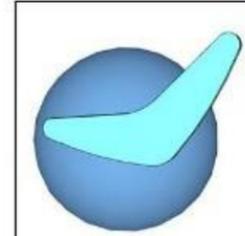
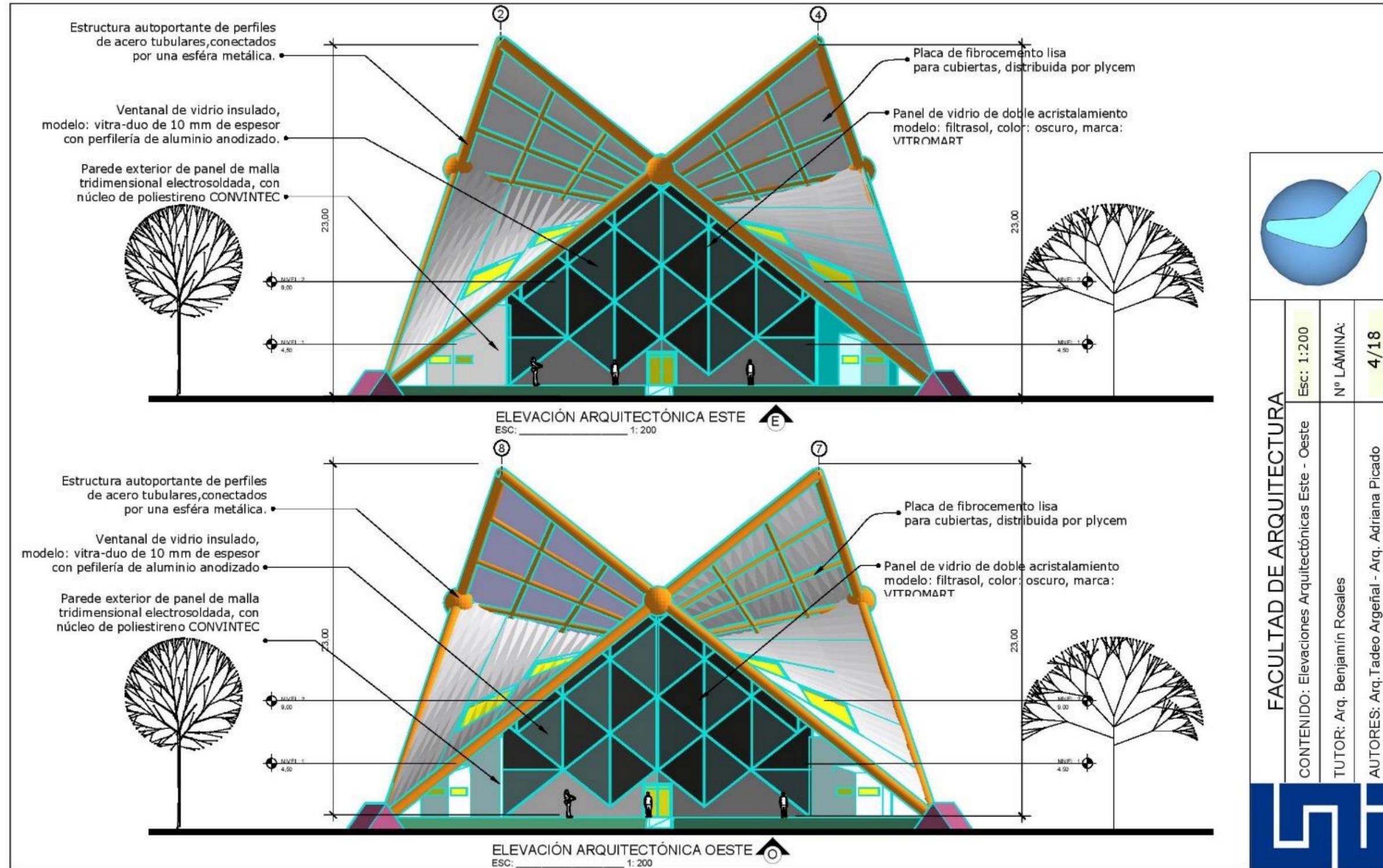
LEYENDA	
1	Edificio Terminal
2	Área de expansión
3	Área de estacionamiento
4	Área de hospedajes
5	Torre de Control
6	Edificio de Bomberos
7	Hangar
8	Área de Descenso
9	Calle de Rodaje
10	Área de Maniobras
11	Pista de Aterrizaje



FACULTAD DE ARQUITECTURA

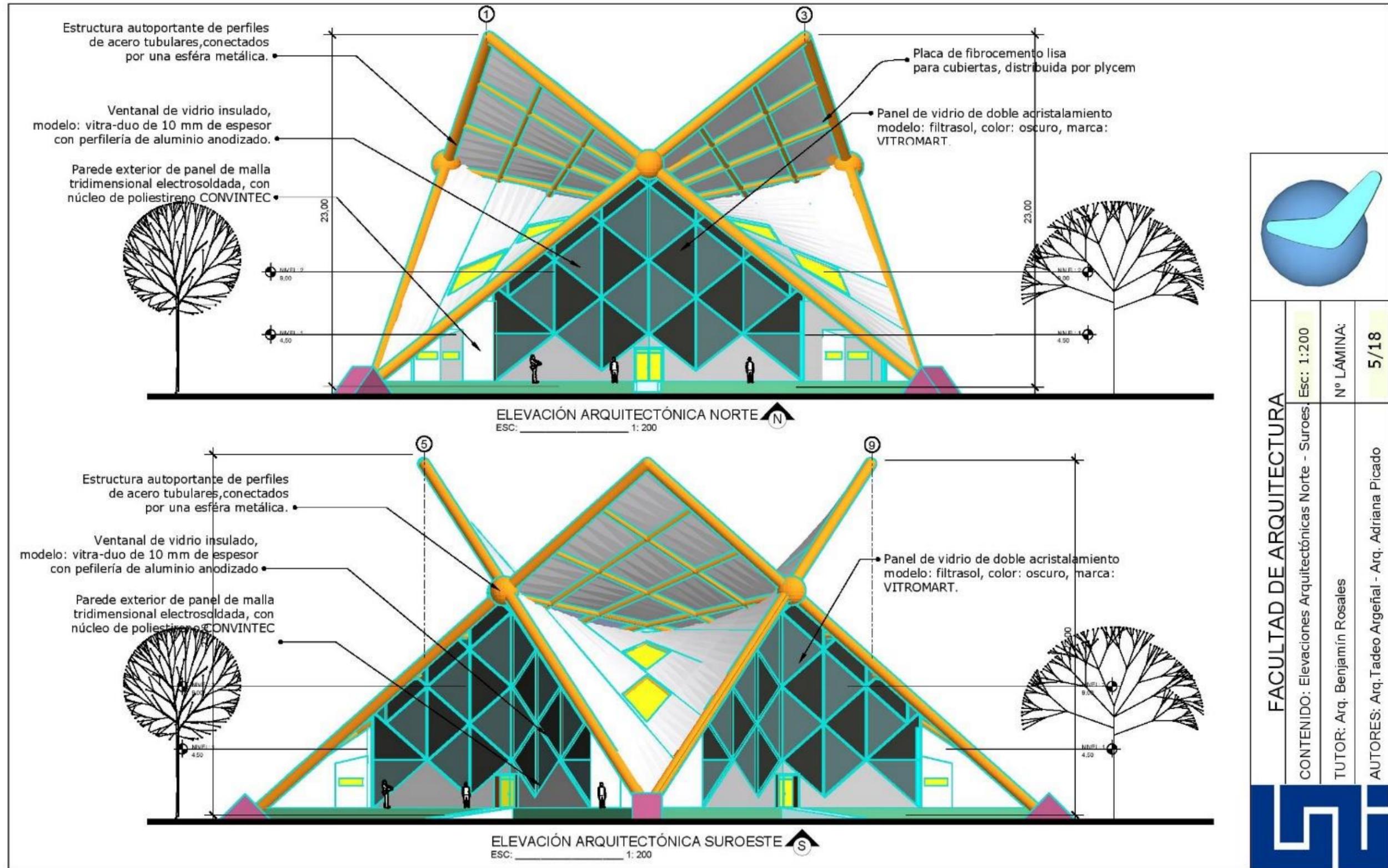
CONTENIDO: Planta Arquitectónica de Conjunto	Esc: 1:3000
TUTOR: Arq. Benjamin Rosales	Nº LÁMINA: 3/18
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	





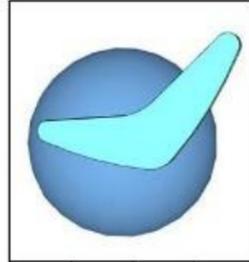
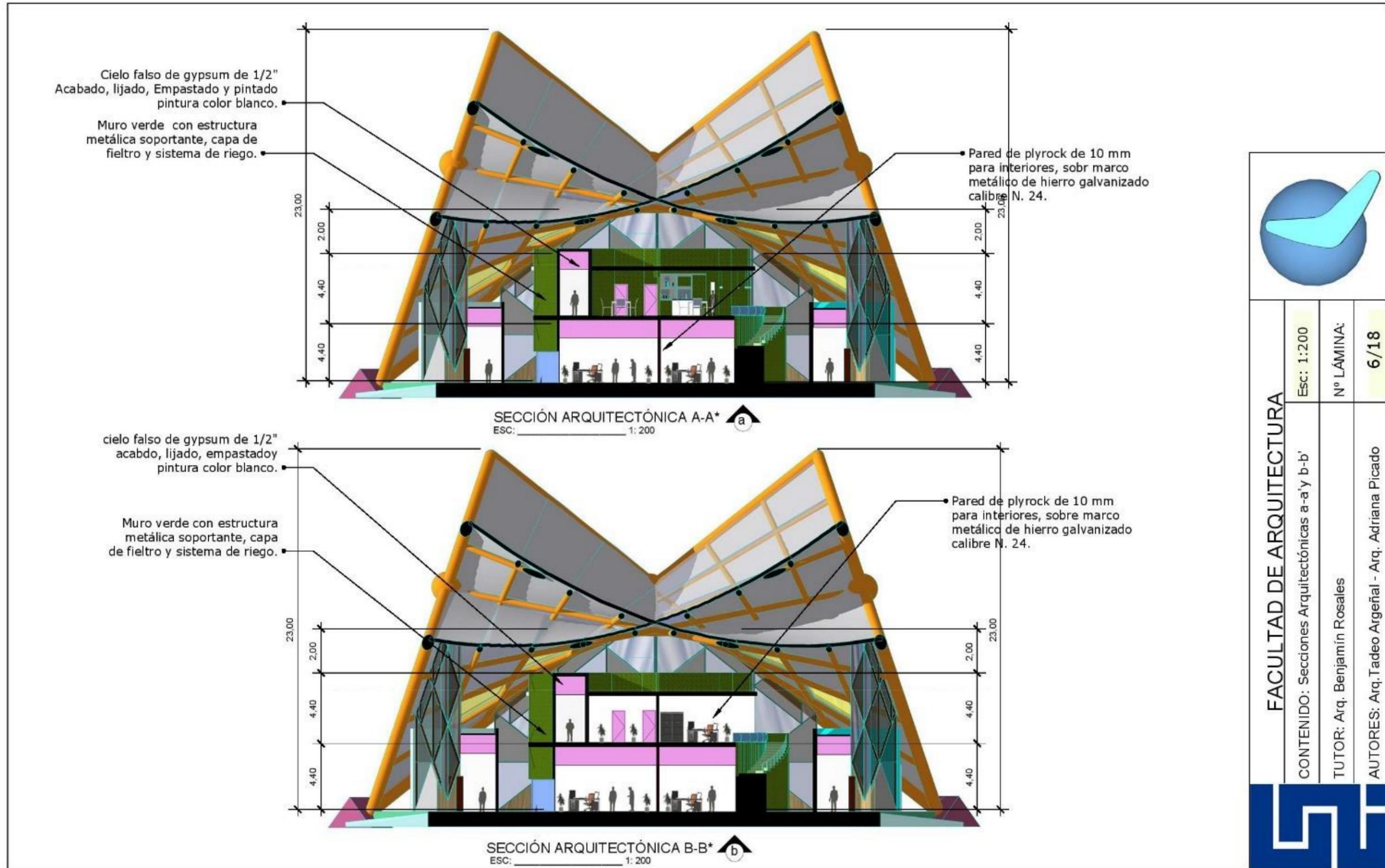
FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: 1:200	Nº LÁMINA:	4/18
	CONTENIDO: Elevaciones Arquitectónicas Este - Oeste		
	TUTOR: Arq. Benjamín Rosales		
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			





FACULTAD DE ARQUITECTURA

CONTENIDO: Elevaciones Arquitectónicas Norte - Suroes.	Esc: 1:200
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales	Nº LÁMINA: 5/18
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	



FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: 1:200	Nº LÁMINA:	6/18
	CONTENIDO: Secciones Arquitectónicas a-a' y b-b'		
	TUTOR: Arq. Benjamin Rosales		
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			

Detalle de unión de tubos

Nudo
Barras

El sistema Estructural para la construcción de mallas espaciales está construido básicamente por dos tipos de elementos: **nudos** y **barras**.

El nudo es la pieza esférica dotada de una serie de orificios roscados según las direcciones de las barras que han de concurrir en el mismo. La disponibilidad en cuanto a las posibles direcciones de acceso de las barras es prácticamente total, quedando sólo limitada por el ángulo mínimo que deben mantener dos barras contiguas para evitar interferencias entre ellas.

Detalle de Sistema de Canaletas

Estructura metálica
Canal de captación agua de lluvia
Vano cenital
Cubeta de registro
Abrazadera tubo bajada
Durock

Detalle de Muro verde

Muro de concreto
Estructura de soporte o bastidor
Placa impermeable
Sistema de Riego
Vegetación
Tanque de agua

Estructural autoportante de elementos de acero tubulares, unidos por una esfera metálica.

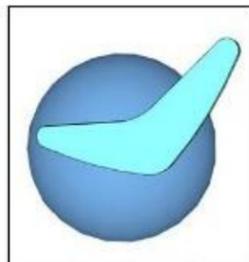
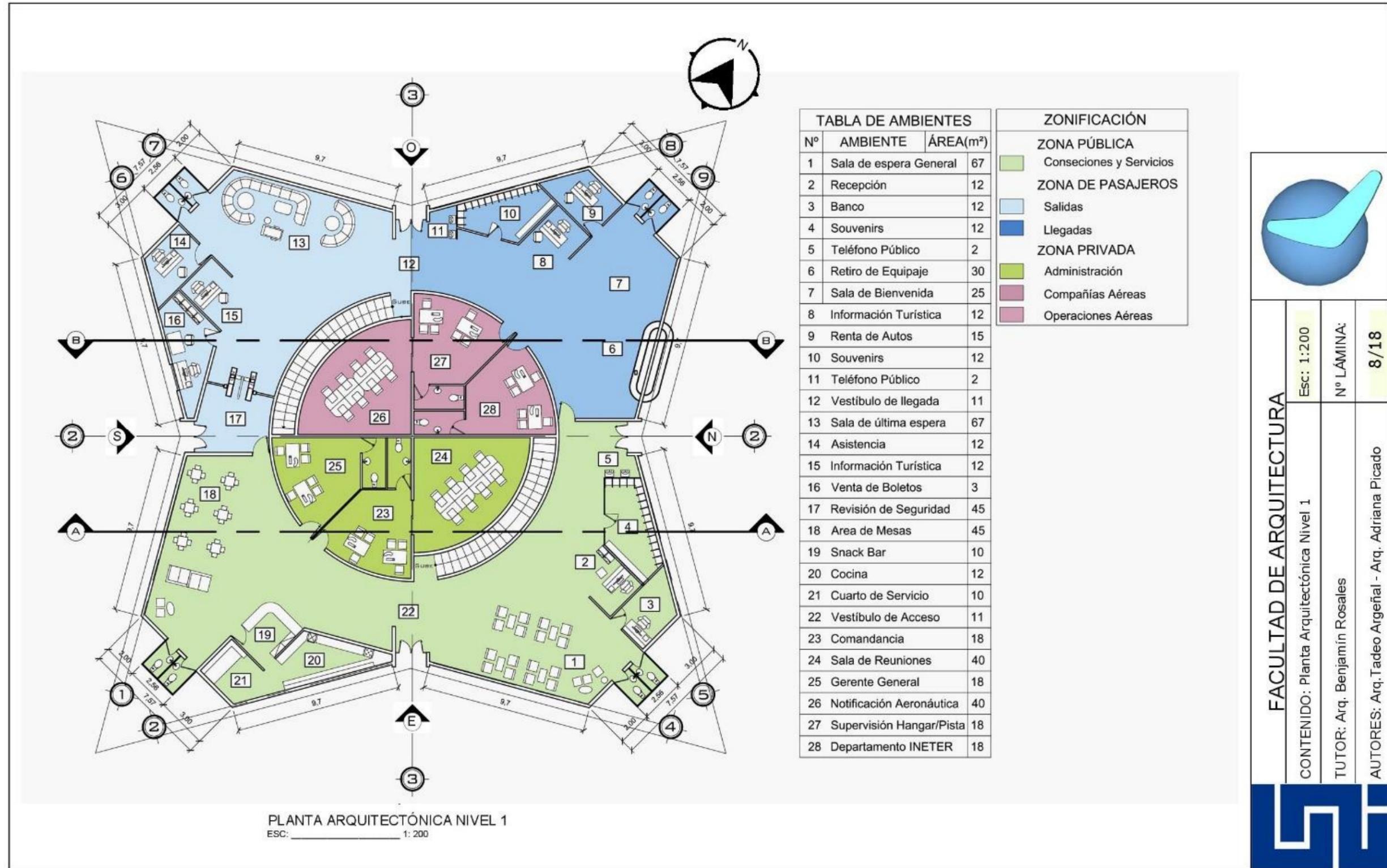
Sistema de Arriostres laterales

Detalle de Cimentación

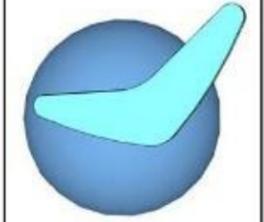
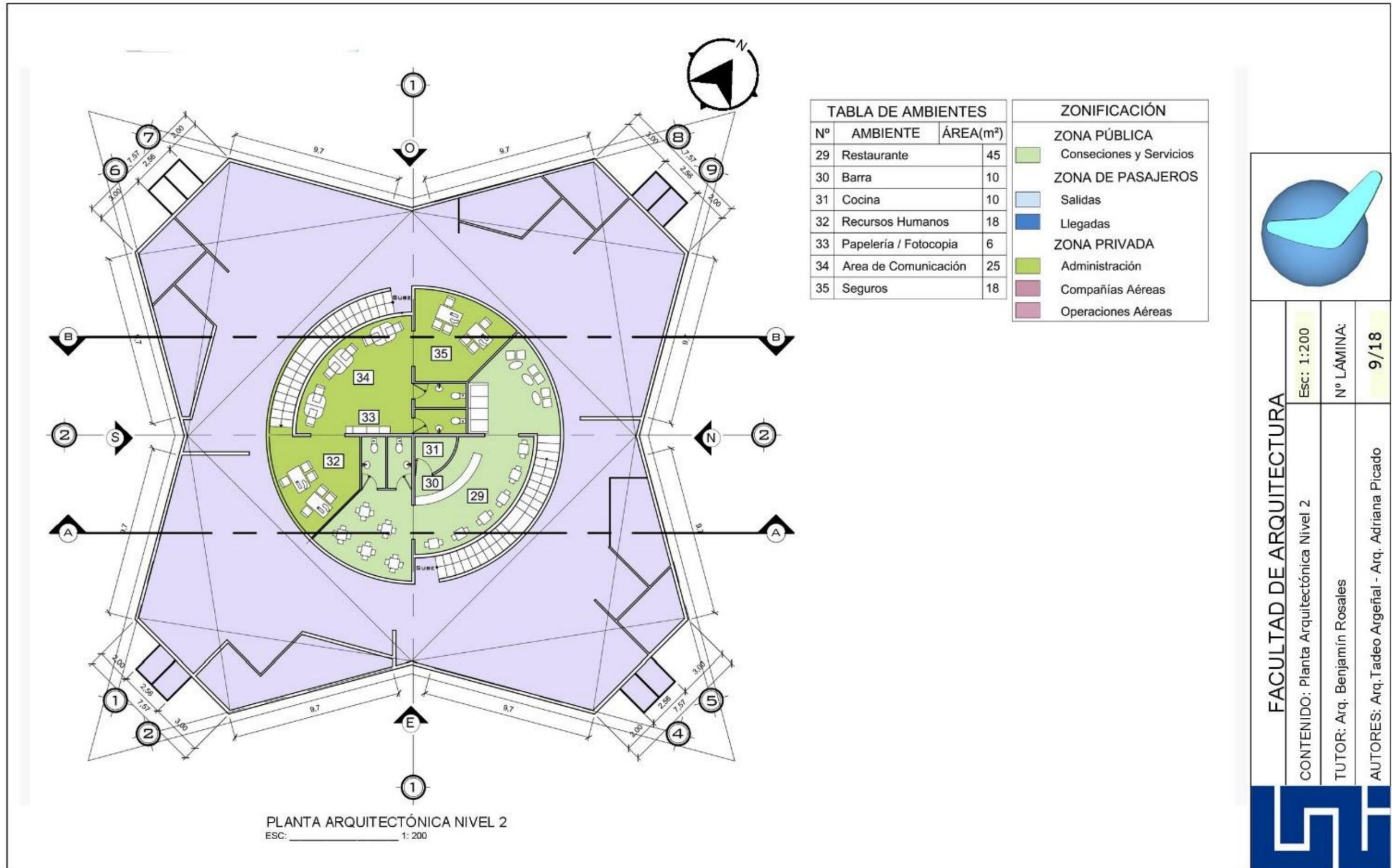
Zapata de concreto reforzado
Placa metálica
Pilar metálico
Barras de anclaje.
Emplanillado
Parrilla

Detalle de Sistema de Arriostres laterales

FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: sin escala	Nº LÁMINA: 7/18
	CONTENIDO: Detalles Estructurales	
	TUTOR: Arq. Benjamin Rosales AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	



FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: 1:200	Nº LÁMINA:	8/18
	CONTENIDO: Planta Arquitectónica Nivel 1		
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales			
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			



FACULTAD DE ARQUITECTURA

Esc: 1:200

CONTENIDO: Planta Arquitectónica Nivel 2

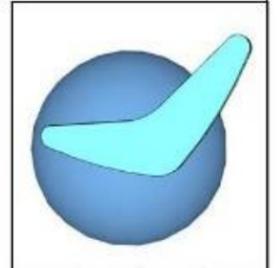
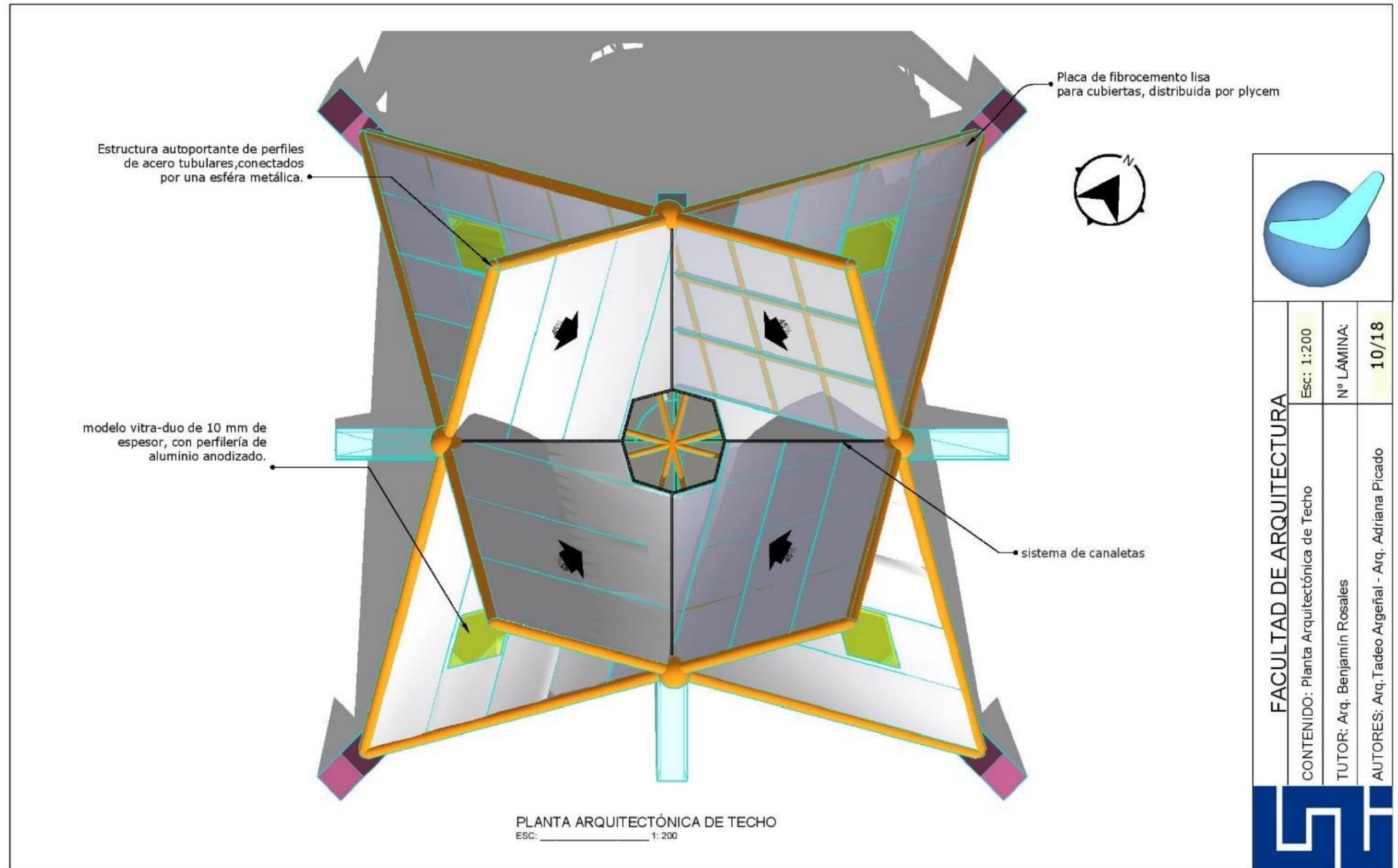
Nº LÁMINA:

TUTOR: Arq. Benjamín Rosales

9/18

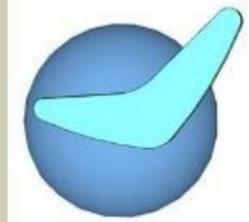
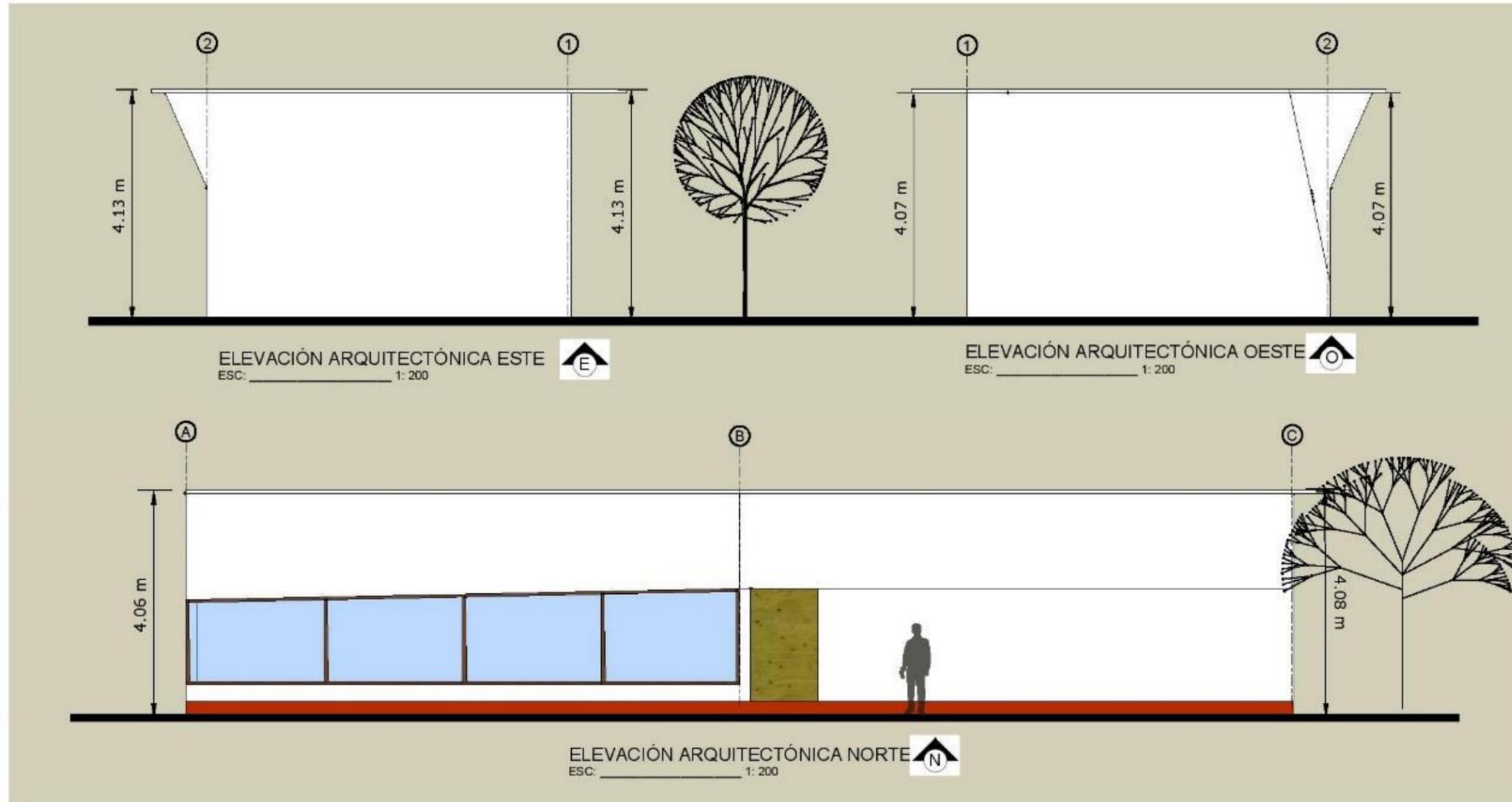
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado





FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: 1:200	Nº LÁMINA:	10/18
	CONTENIDO: Planta Arquitectónica de Techo		
	TUTOR: Arq. Benjamín Rosales		
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			

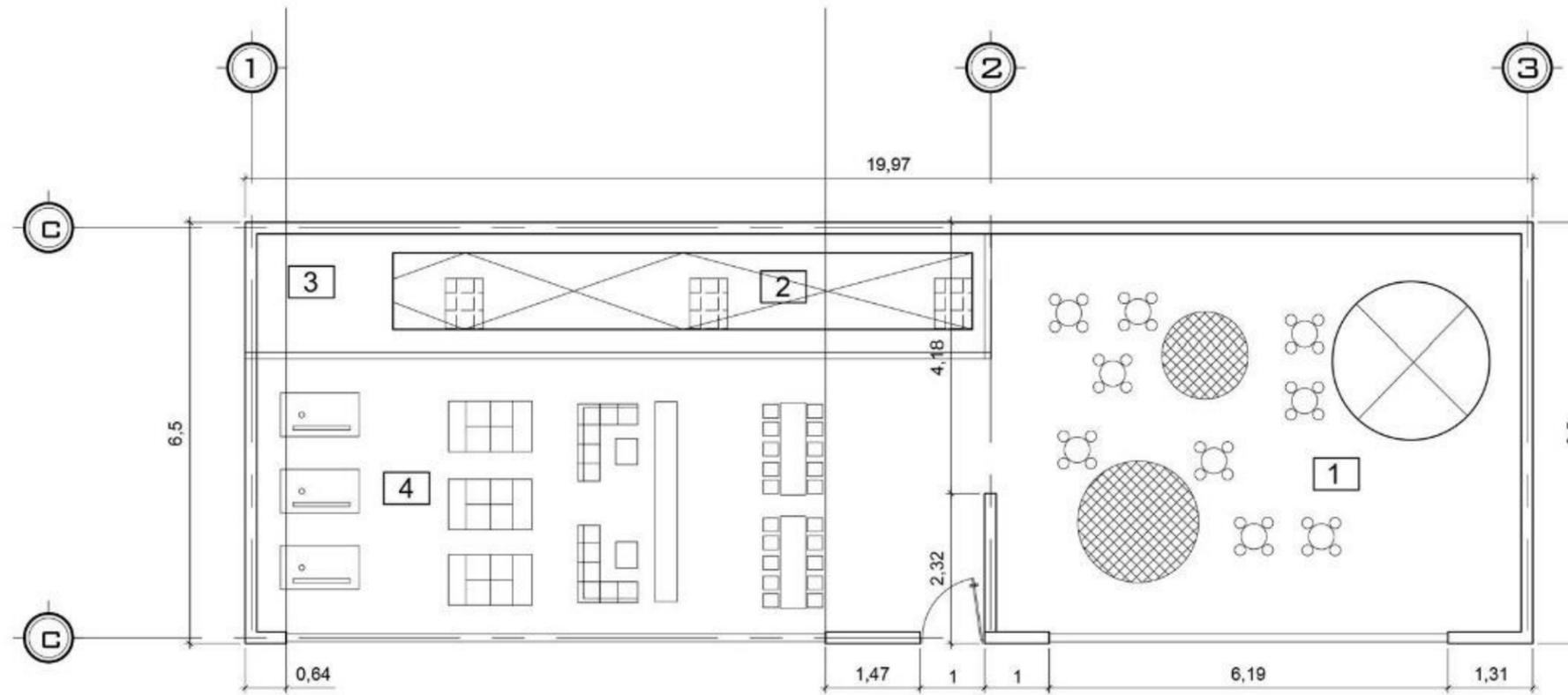




FACULTAD DE ARQUITECTURA

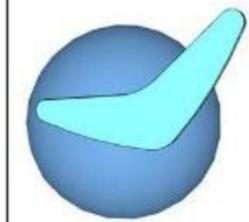
Esc: 1:200	Nº LÁMINA: 11/18
CONTENIDO: Elevaciones Arquitectónicas est. bomberos	
TUTOR: Arq. Benjamin Rosales	
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	





PLANTA ARQUITECTÓNICA - ESTACIÓN DE BOMBEROS
ESC: 1:200

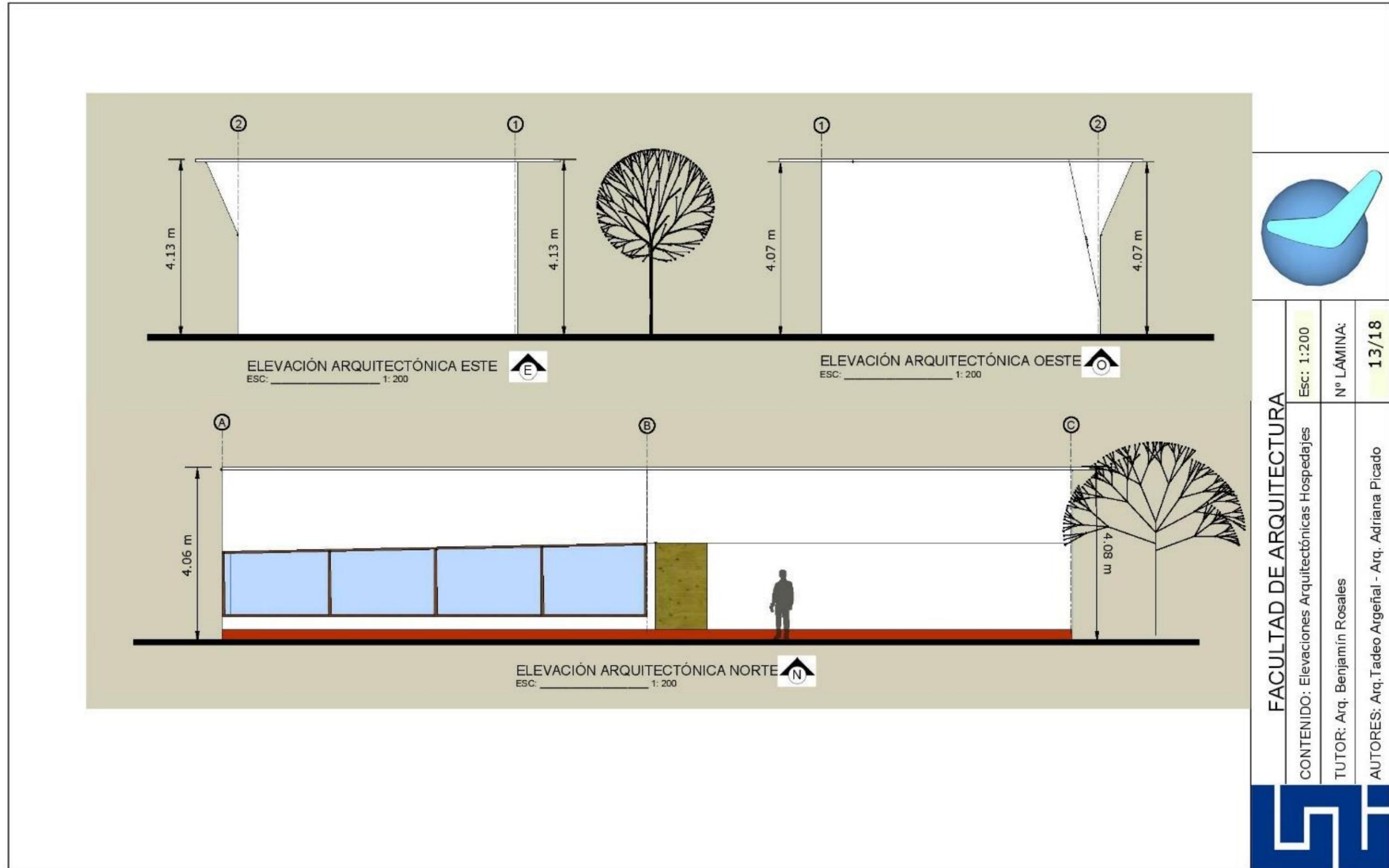
TABLA DE AMBIENTES		
Nº	AMBIENTE	ÁREA(m ²)
1	Estar de bomberos	50
2	Hidrantes	20
3	Vestuario/Implementes	60
4	Oficina	15

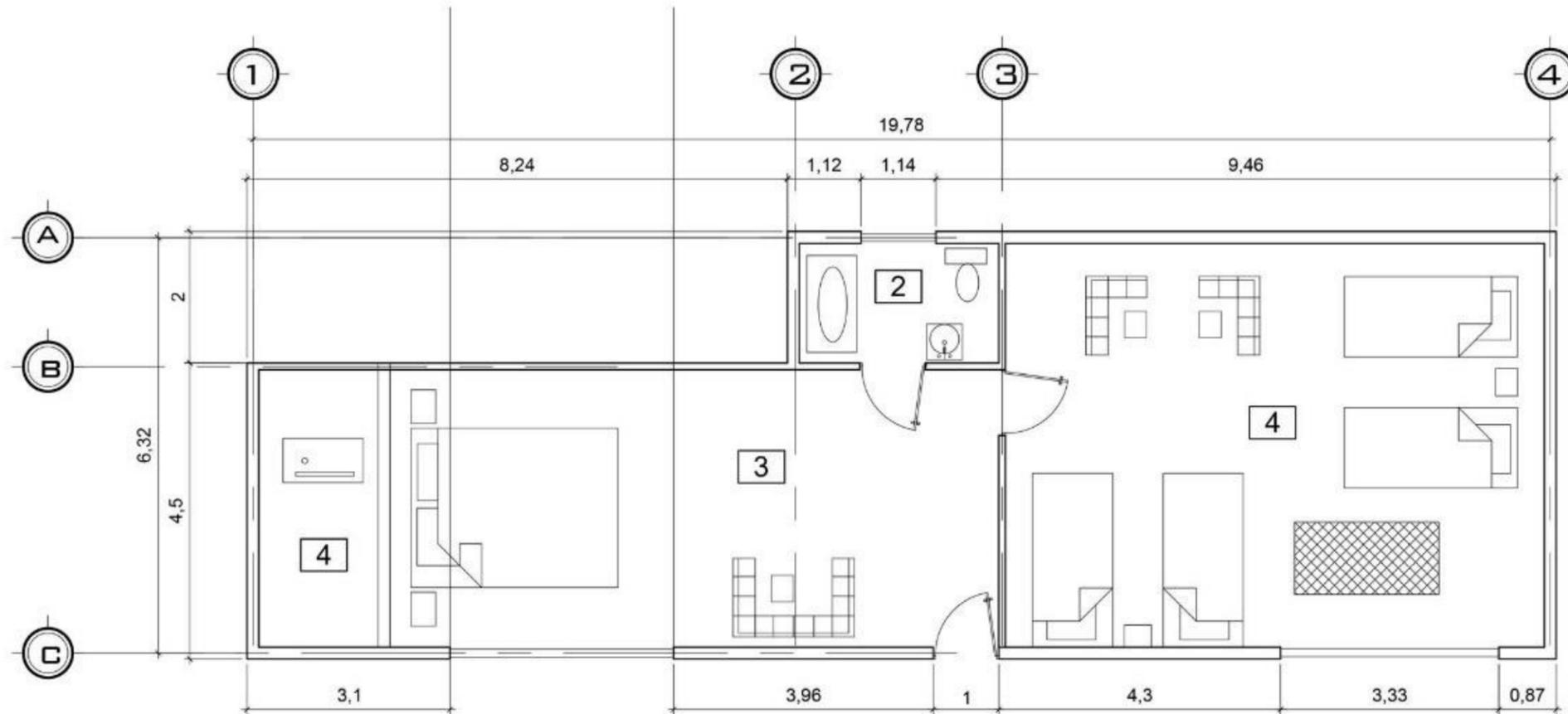


FACULTAD DE ARQUITECTURA

CONTENIDO: Planta arq. Estacion Bomberos	Esc: 1:200
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales	Nº LÁMINA: 12/18
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	

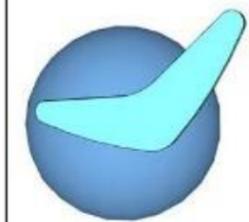






PLANTA ARQUITECTÓNICA - HOSPEDAJES
ESC: 1:200

TABLA DE AMBIENTES		
Nº	AMBIENTE	ÁREA(m ²)
1	Area de literas	70
2	servicioes sanitarios	15
3	Recamara principal	40
4	Oficina	15



FACULTAD DE ARQUITECTURA

Esc: 1:200

Nº LÁMINA:

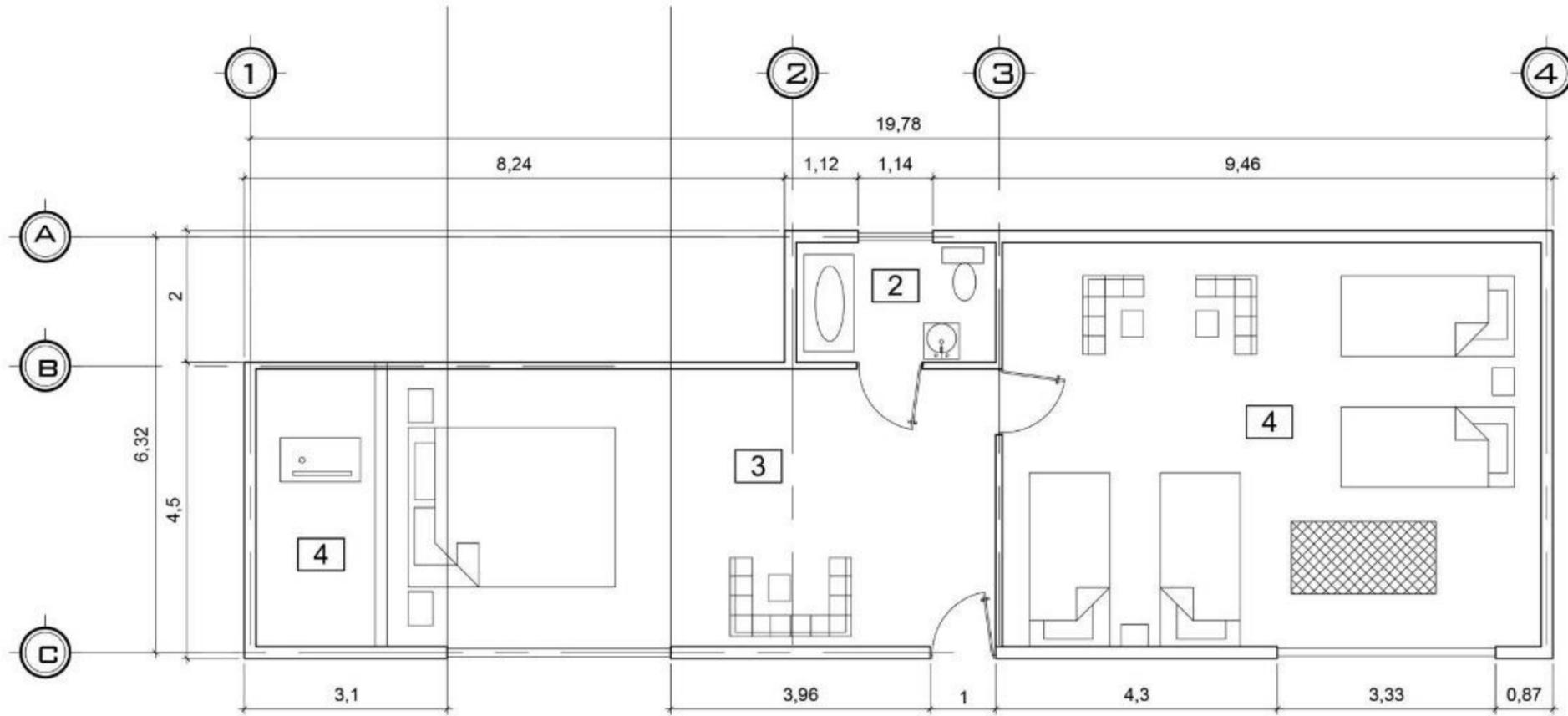
14/18

CONTENIDO: Planta arq. Hospedajes

TUTOR: Arq. Benjamín Rosales

AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado

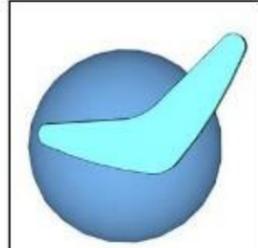




PLANTA ARQUITECTÓNICA - HOSPEDAJES
ESC: 1:200

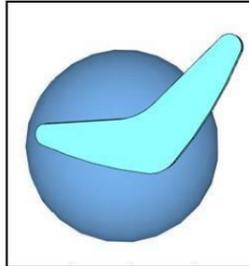
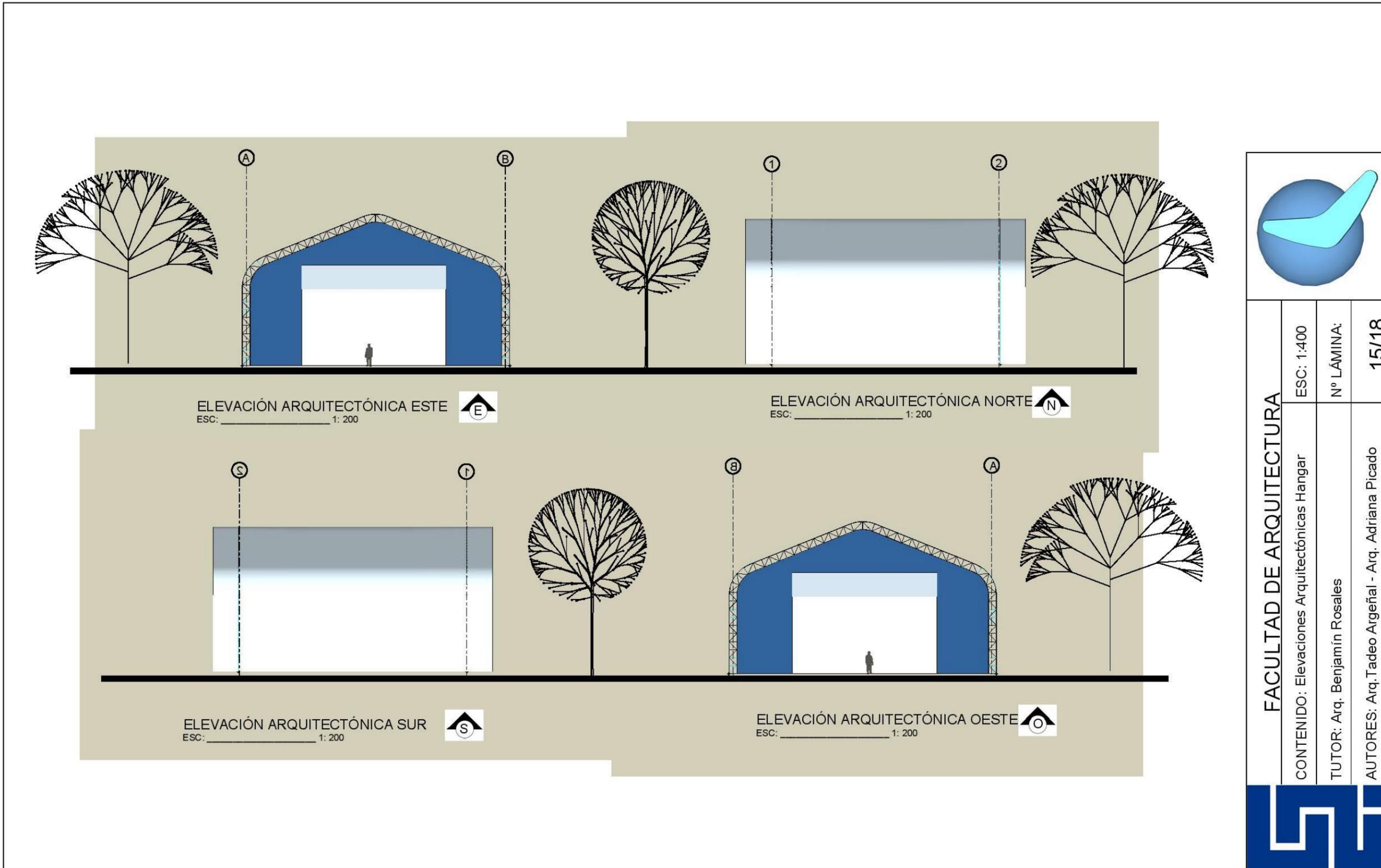
TABLA DE AMBIENTES

Nº	AMBIENTE	ÁREA(m ²)
1	Area de literas	70
2	servicioes sanitarios	15
3	Recamara principal	40
4	Oficina	15



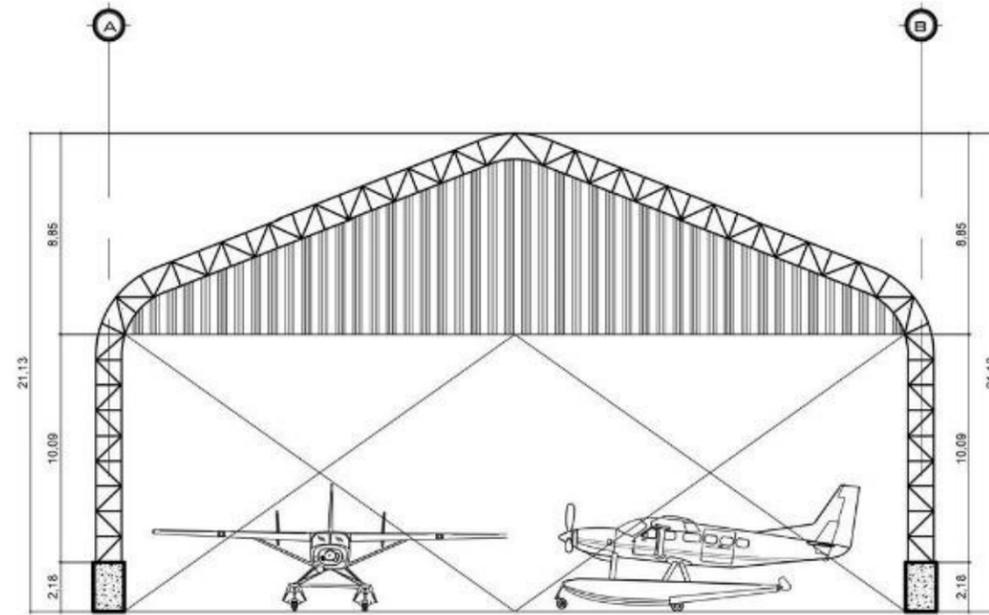
FACULTAD DE ARQUITECTURA	Esc: 1:200	Nº LÁMINA:	14/18
	CONTENIDO: Planta arq. Hospedajes		
	TUTOR: Arq. Benjamín Rosales		
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			



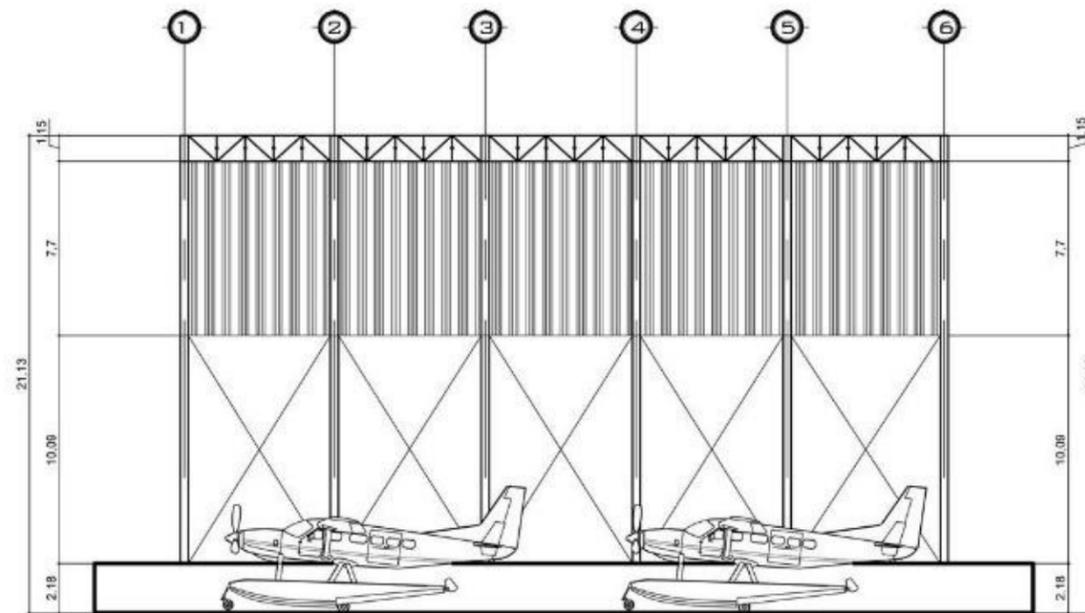


FACULTAD DE ARQUITECTURA	ESC: 1:400	Nº LÁMINA:	15/18
	CONTENIDO: Elevaciones Arquitectónicas Hangar		
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales			
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			

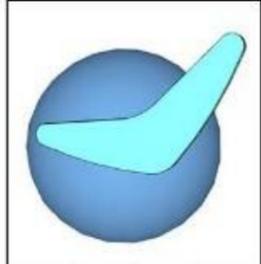




SECCIÓN ARQUITECTÓNICA A-A
ESC: 1:200



SECCIÓN ARQUITECTÓNICA B-B
ESC: 1:200



FACULTAD DE ARQUITECTURA

CONTENIDO: secciones arquitectónicas Hangar

ESC: 1:400

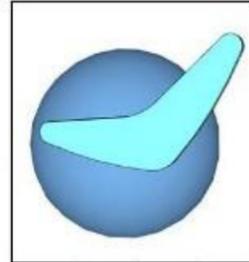
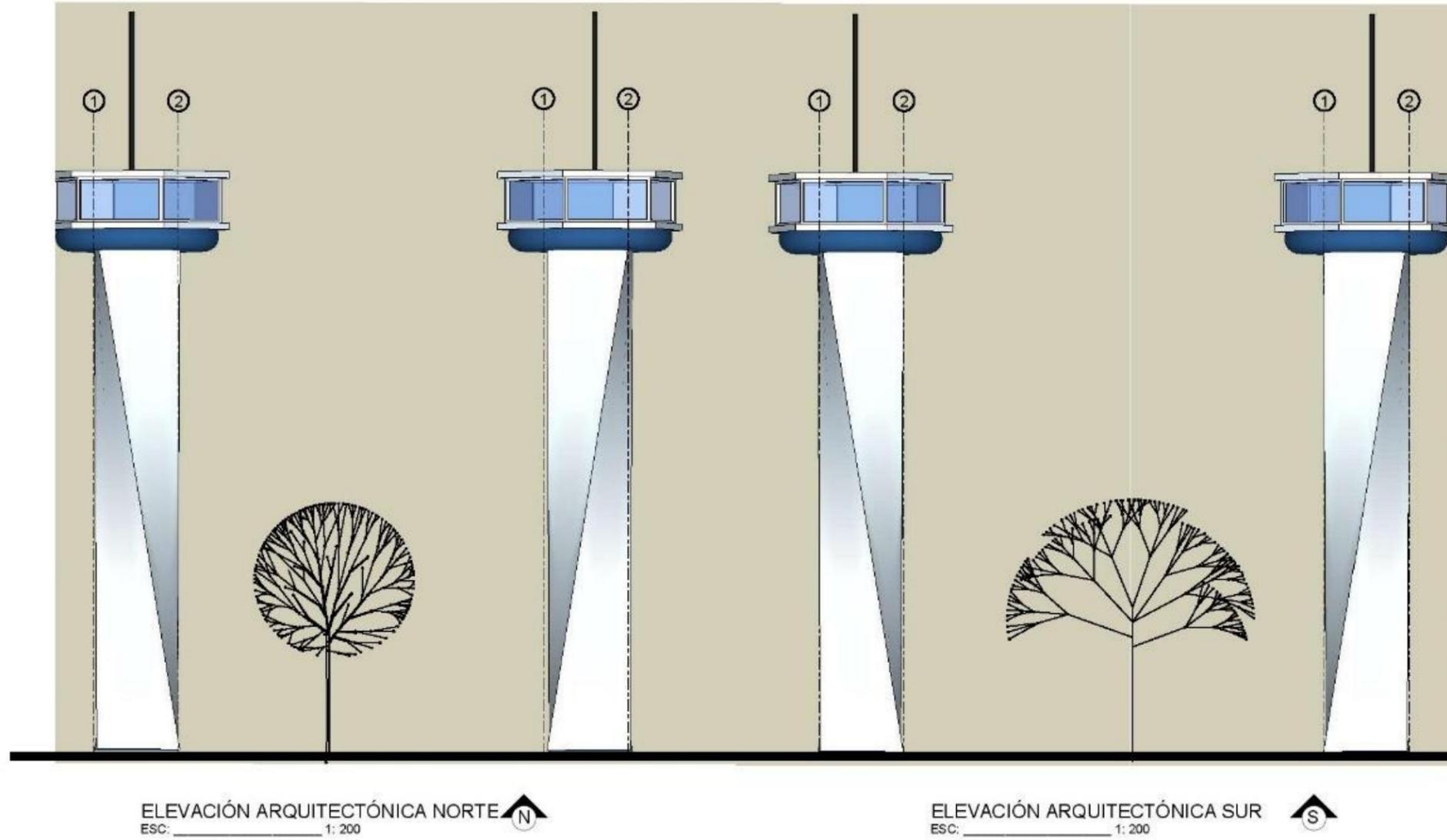
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales

Nº LÁMINA:

AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado

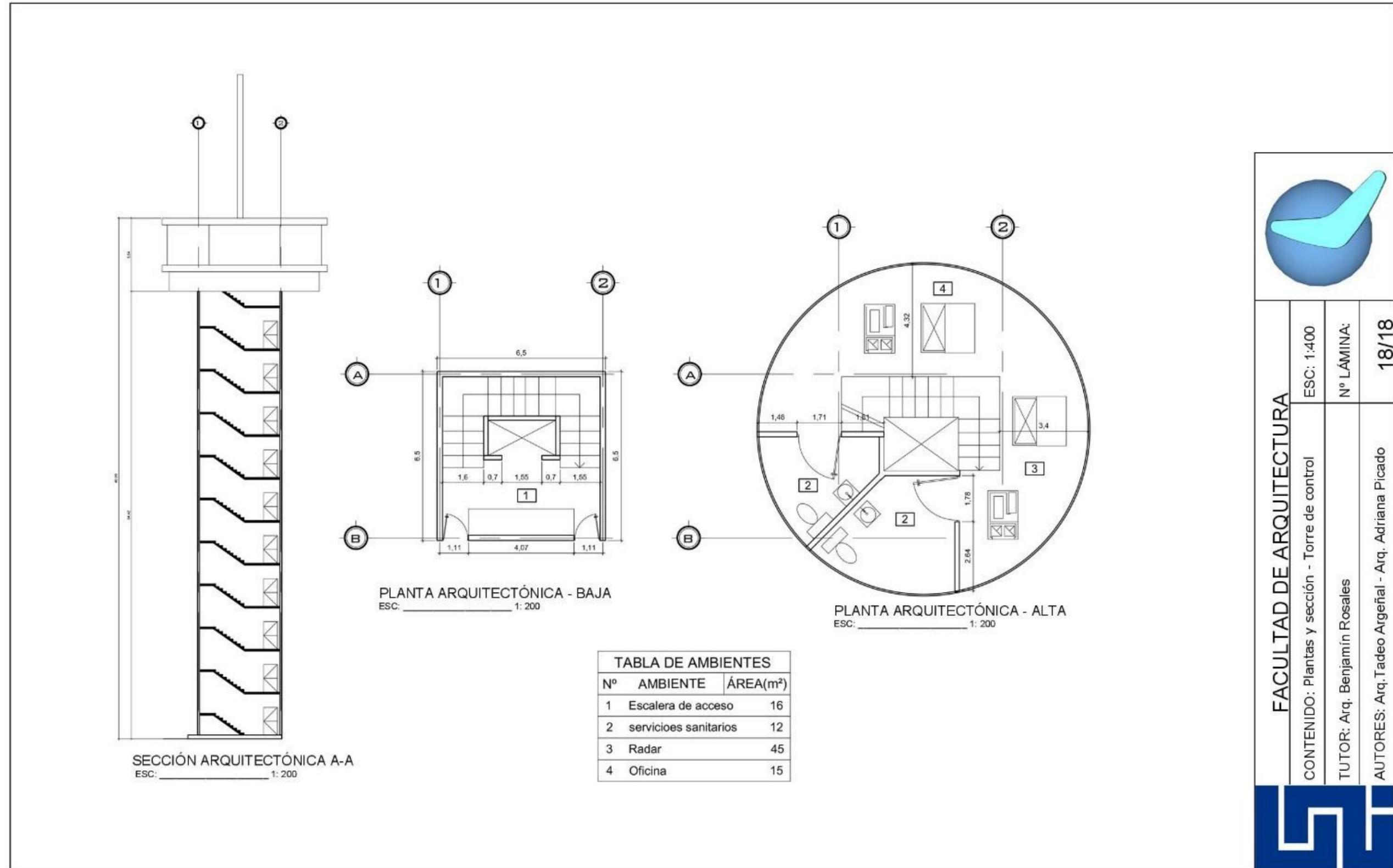
16/18





FACULTAD DE ARQUITECTURA	
CONTENIDO: Elevaciones Arquitectónicas torre de control	ESC: 1:400
TUTOR: Arq. Benjamín Rosales	Nº LÁMINA:
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado	17/18

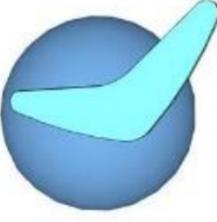




PLANTA ARQUITECTÓNICA - BAJA
ESC: 1: 200

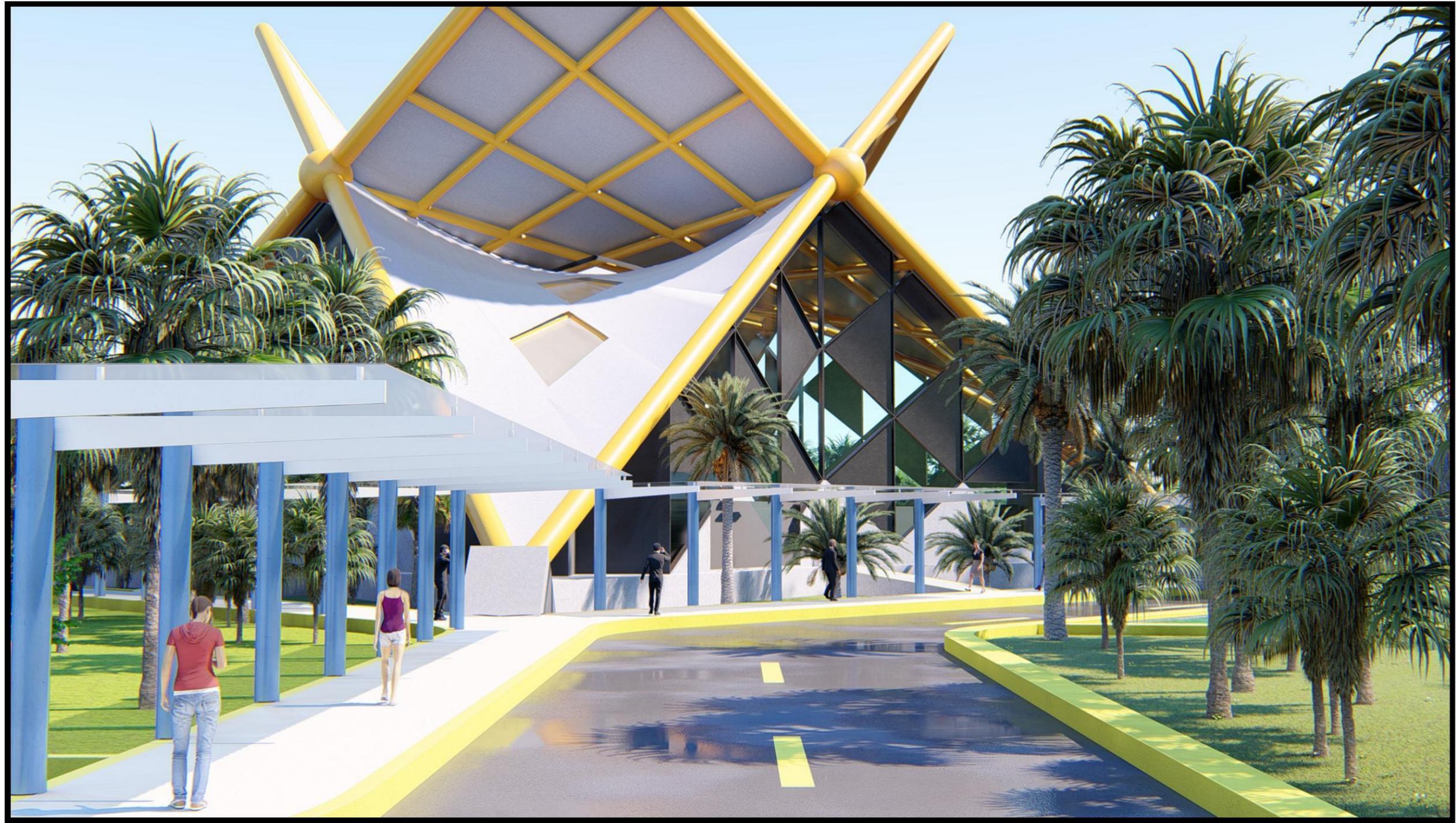
PLANTA ARQUITECTÓNICA - ALTA
ESC: 1: 200

TABLA DE AMBIENTES		
Nº	AMBIENTE	ÁREA(m ²)
1	Escalera de acceso	16
2	servicios sanitarios	12
3	Radar	45
4	Oficina	15

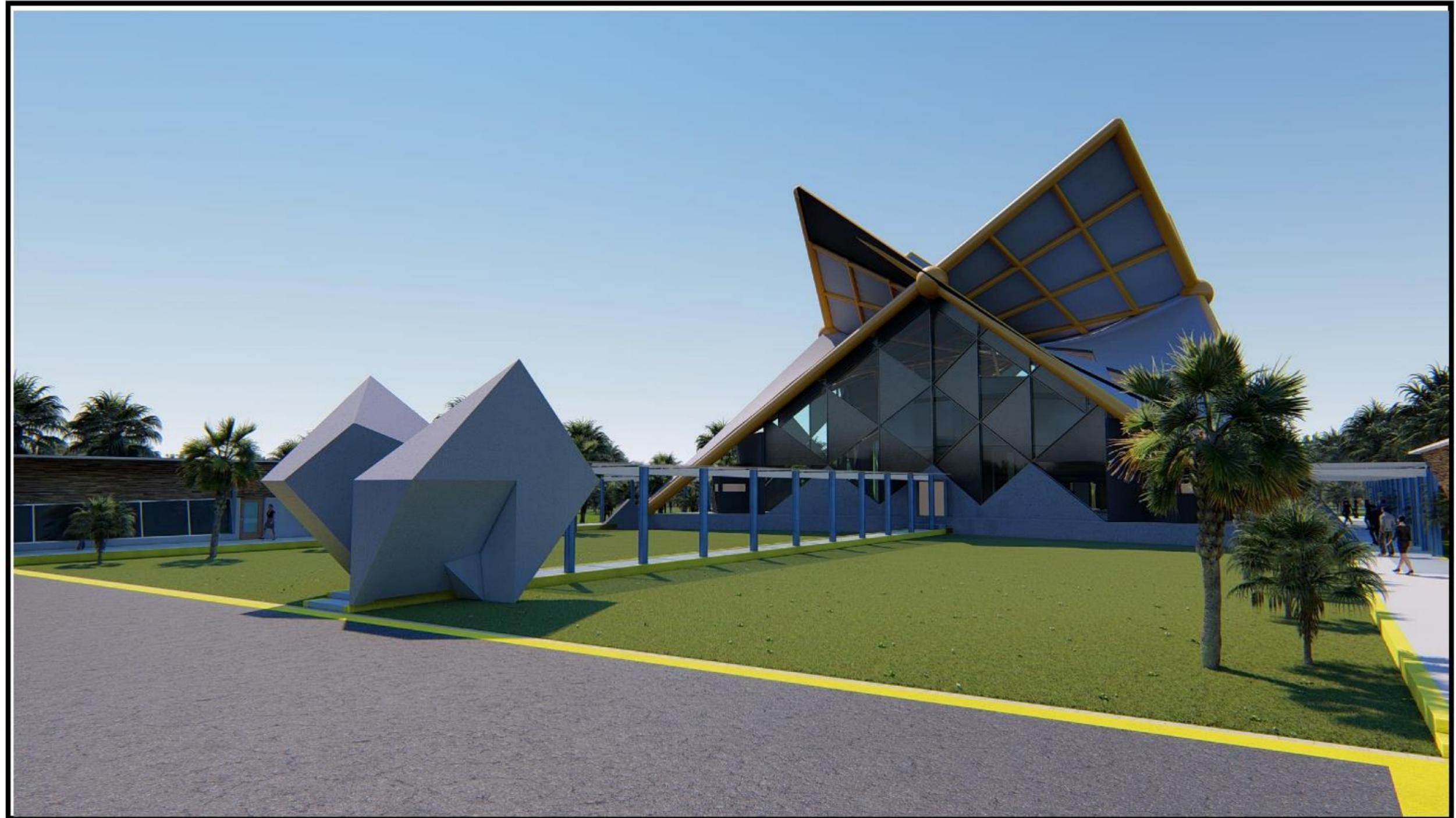


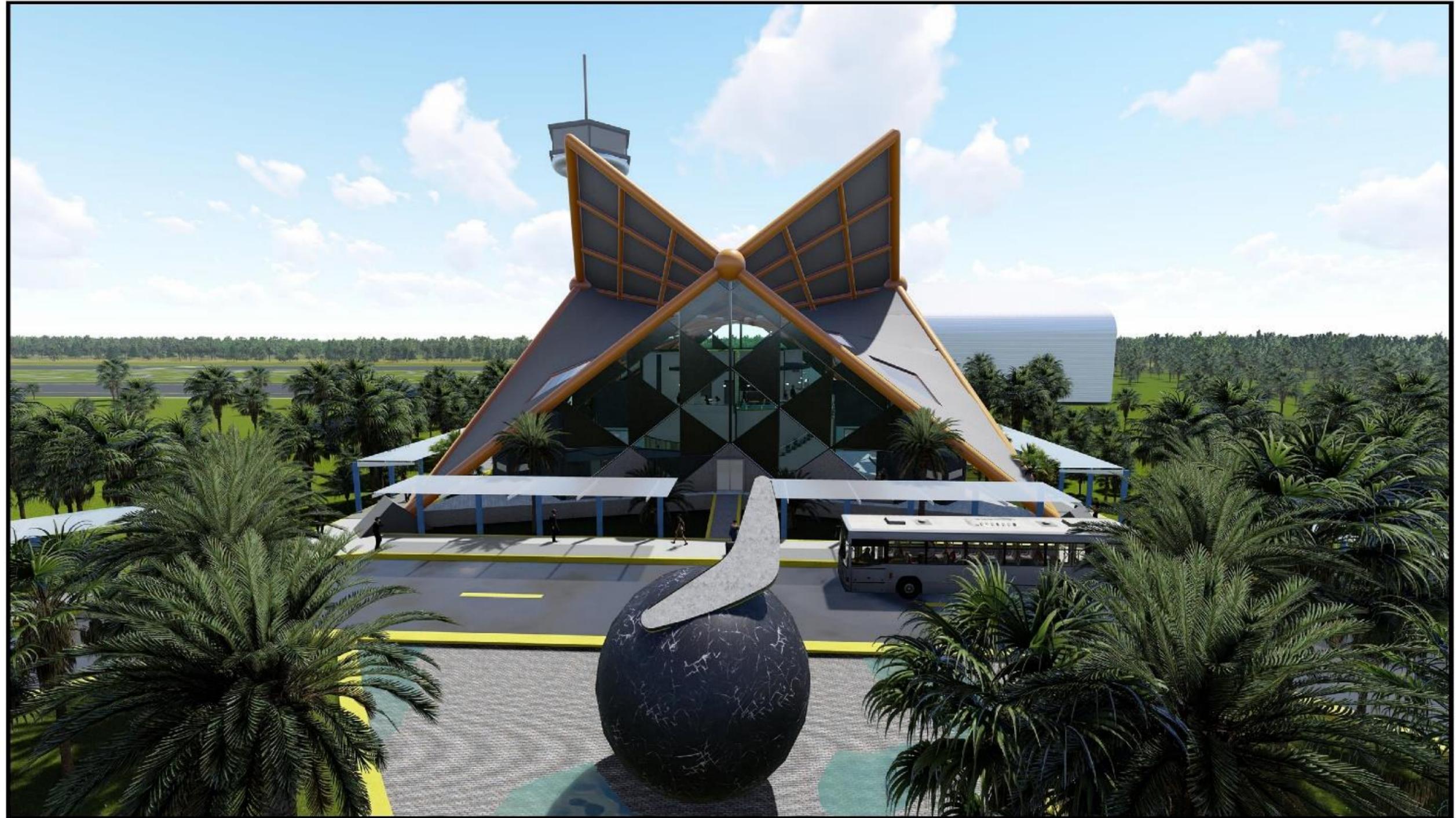
FACULTAD DE ARQUITECTURA	ESC: 1:400
	Nº LÁMINA:
	18/18
	AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado

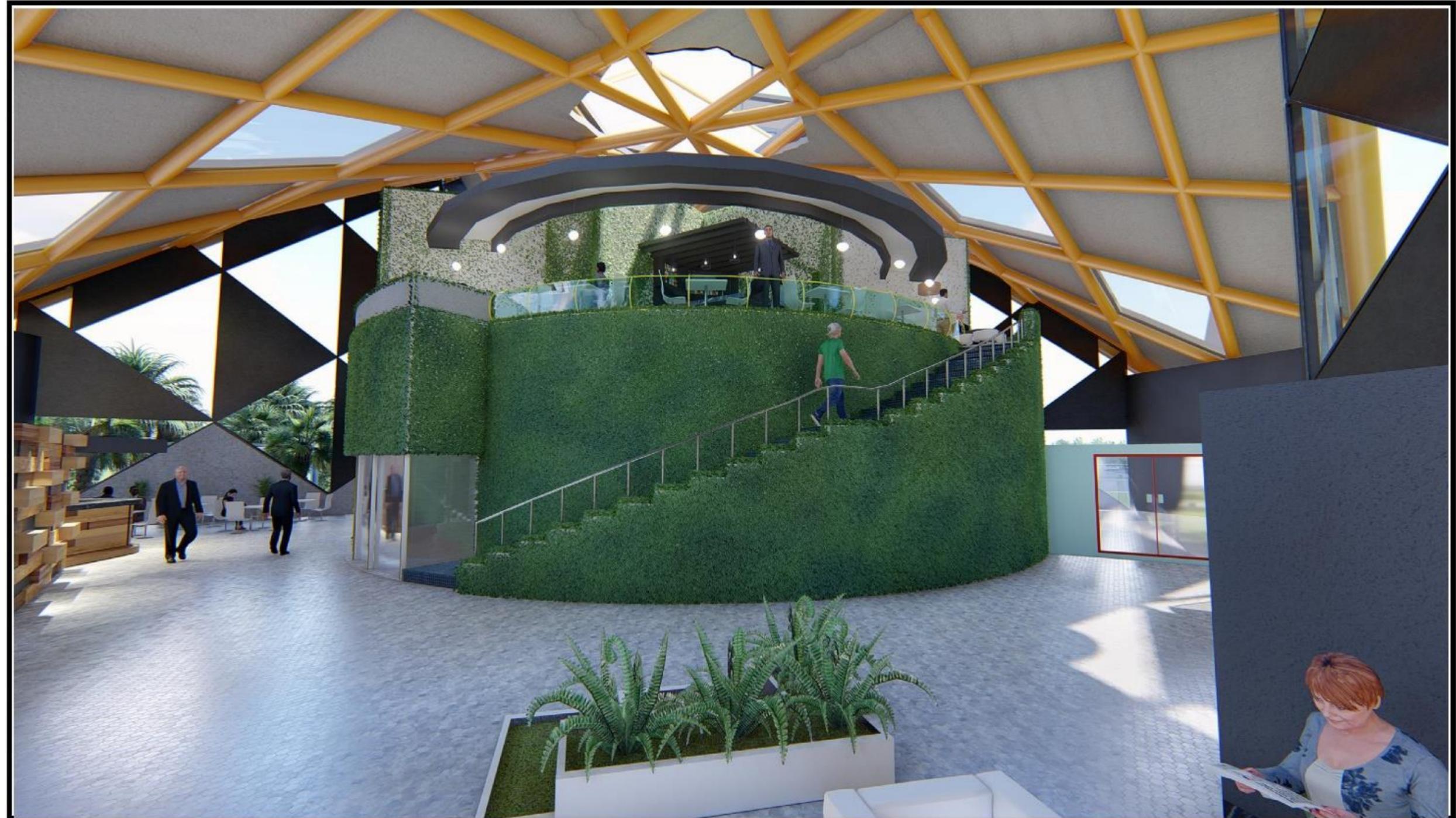


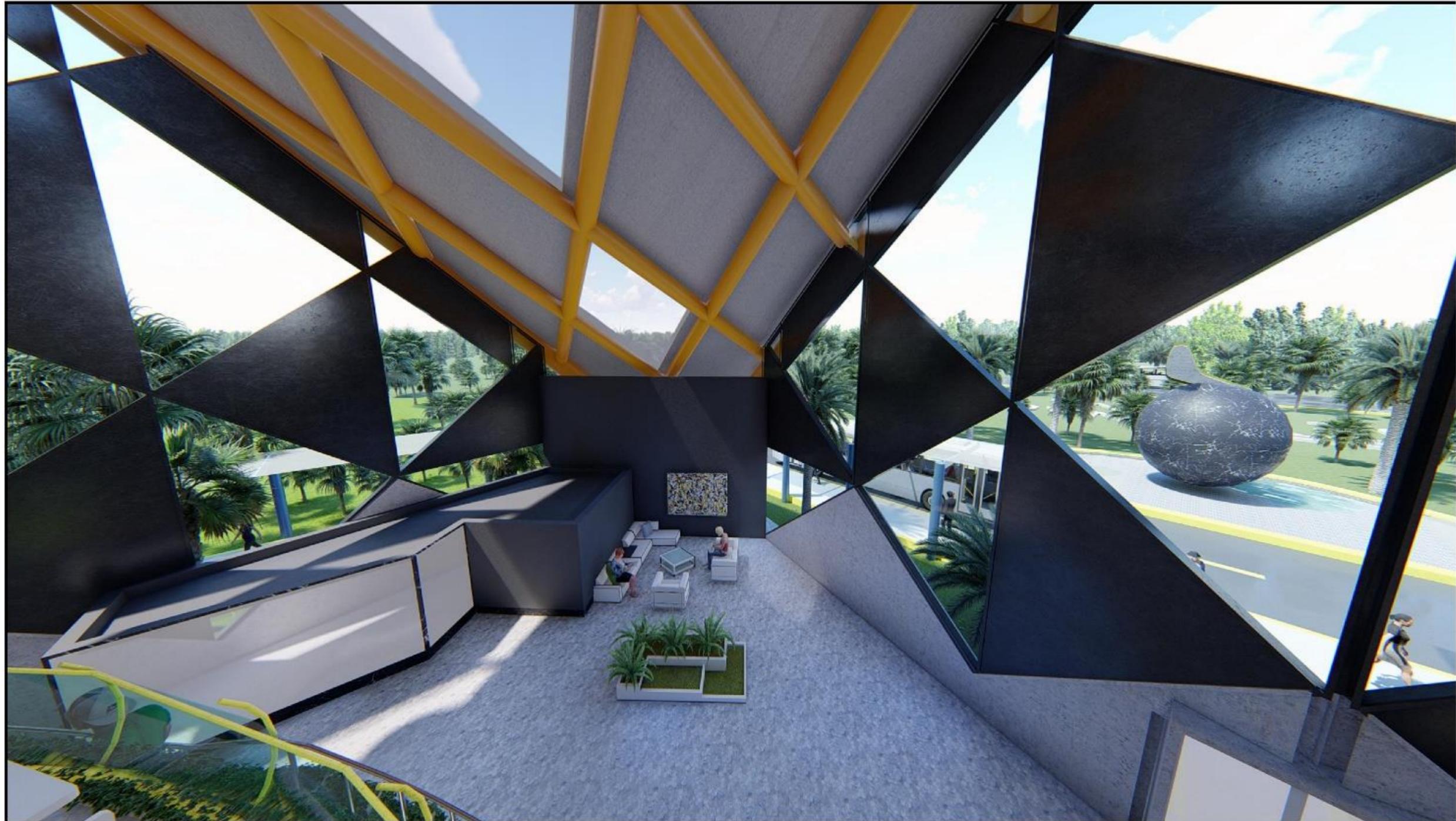






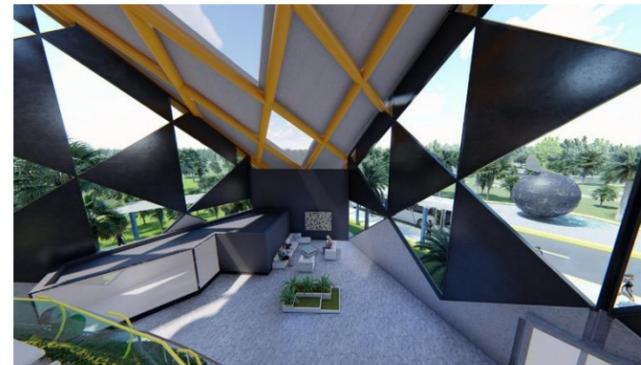








Acceso al edificio de la Terminal de Pasajeros
Fuente: Elaboración propia



Sala de estar cercana al acceso principal
Fuente: Elaboración propia



Cafetería y muro verde alrededor del volumen cilíndrico
Fuente: Elaboración propia



Acceso desde el estacionamiento
Fuente: Elaboración propia



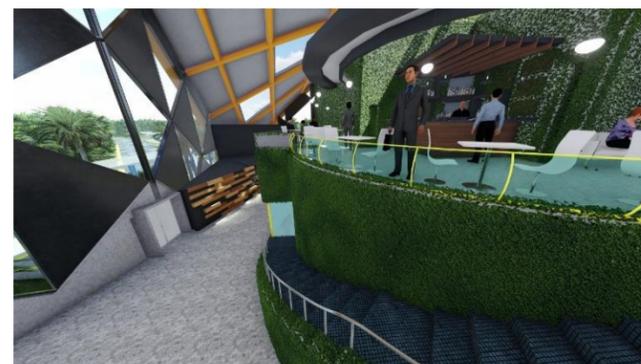
Vista de pasillos alrededor del volumen cilíndrico central
Fuente: Elaboración propia



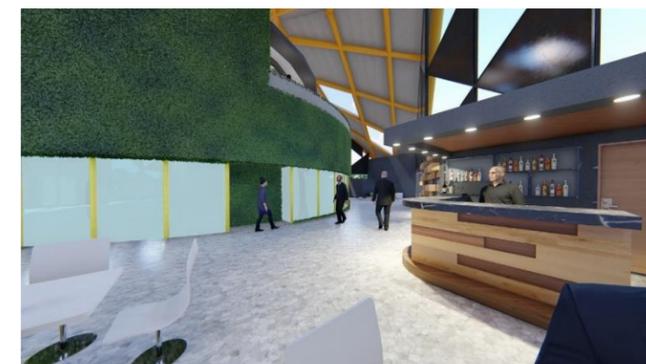
: Cafetería-bar dentro del edificio principal
Fuente: Elaboración propia



Vista desde la Pista de aterrizaje
Fuente: Elaboración propia



Restaurante en el segundo piso del volumen central
Fuente: Elaboración propia



Pasillos de circulación del edificio principal
Fuente: Elaboración propia



FACULTAD DE ARQUITECTURA	Edic: sin escala	Nº LÁMINA:	5/8
	CONTENIDO: Detalles Estructurales		
TUTOR: Arq. Benjamin Rosales			
AUTORES: Arq. Tadeo Argeñal - Arq. Adriana Picado			



5.2. Resumen del Capítulo

Se generó un concepto para el aeródromo que, inicialmente, surgió de una asociación análoga y metafórica encontrada en la naturaleza, correspondiente a una orquídea por su forma vistosa y el espacio amplio que se conforma debajo de sus pétalos –que pueden ser interpretados como cubiertas–, propicio para asegurar la circulación sin obstáculos. Posteriormente, la forma natural fue sometida a un proceso de geometrización bajo los principios del antiguo arte japonés del origami (papiroflexia) que mediante el plegado de hojas de papel obtienen formas variadas autoportantes. Finalmente, el proceso creativo condujo a transformar la forma geometrizada en una estructura de doble curvatura conocida como paraboloides hiperbólicos, que tiene una referencia de uso exitoso en la Arquitectura mundial

Con base en el concepto generador, aplicando los criterios técnicos definidos con anterioridad y asumiendo el programa arquitectónico, se realizó el proceso de diseño arquitectónico de los diversos elementos componentes de la instalación aeroportuaria, que incluye la pista de despeje y aterrizaje, el Edificio Terminal, la torre de control y las áreas complementarias. El resultado se expresa mediante una memoria descriptiva-explicativa y una memoria gráfica (set de planos).

CAPITULO 6: ASPECTOS FINALES

6.1. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se infirieron las siguientes conclusiones que poseen correspondencia metodológica con los objetivos propuestos para este proyecto:

- Se estableció un marco de referencia territorial para el diseño del nuevo aeródromo, donde se estudiaron las características generales del municipio y la ciudad de Siuna, lo que permitió identificar las limitaciones y potencialidades existentes a ser consideradas en el proyecto. En este contexto se destaca la vinculación histórica de Siuna con la ruta del oro en Nicaragua, lo que impulsó tanto su crecimiento físico-espacial como los impactos negativos generados por la actividad económica de producción de oro, que hasta el día de hoy repercuten sobre la calidad del ambiente local. Asimismo, se reconoce el esfuerzo de la administración edilicia para desarrollar el turismo en todo el territorio, lo que dará mayor importancia a contar con equipamientos e infraestructura modernos en Siuna, incluyendo el rol estratégico del nuevo aeródromo.
- Se realizó un diagnóstico del estado actual del aeródromo de Siuna y de las condiciones físico-naturales del entorno donde está emplazado, lo que permitió identificar los serios problemas que enfrenta este equipamiento para funcionar adecuadamente, lo que ha significado cierre temporal y aprobación condicionada del aeródromo por las autoridades de aviación nacional (Instituto de Nicaragüense de Aeronáutica Civil, INAC). En este sentido, la visita de campo al sitio permitió comprobar que las instalaciones físicas del actual aeródromo no cuentan con los requerimientos técnicos, tecnológicos, formales y funcionales requeridos para este tipo de equipamientos (e.g., superficie de la pista de aterrizaje en mal estado y es atravesada por personas y animales, hay presencia notoria de basura en el entorno, existe incompatibilidad de usos del suelo por el crecimiento urbano que se ha dado en dirección del aeródromo y que lo ha dejado dentro de la ciudad, etc.).

Como resultado de la verificación in situ del estado actual del aeródromo y de acuerdo a conversaciones con funcionarios de la Alcaldía municipal de Siuna quienes plantearon la necesidad de contar con un aeropuerto que cumpliera los requerimientos técnicos nacionales e internacionales para este tipo de equipamiento, y ante la imposibilidad de mantener el aeródromo en el sitio actual, se tomó la decisión técnica en conjunto con el gobierno local para proponer un nuevo equipamiento en un sitio nuevo. Este sitio nuevo ubicado en las afueras de la ciudad de Siuna fue estudiado y se confirmó su idoneidad para la creación del nuevo aeródromo, que se presenta en este documento.

- Se precisaron criterios formales, funcionales, estructurales-constructivos y ambientales a ser retomados en el diseño arquitectónico del nuevo aeródromo de Siuna, los cuales fueron inferidos de las potencialidades que ofrece el entorno, el estudio de modelos análogos (nacional e internacionales), el análisis de literatura especializada relacionada con instalaciones aeroportuarias, la revisión del marco normativo aplicable y la consulta de expertos. Los criterios tienen carácter instrumental porque le aportan a los autores pautas específicas a considerar en los diversos ámbitos que se deben tomar en cuenta al momento de la proyección de los diferentes componentes arquitectónicos.

Simultáneamente se conformó el programa arquitectónico del aeródromo, partiendo de los requerimientos básicos que se exigen para las instalaciones aeroportuarias de este nivel y reflejando las expectativas del gobierno local respecto a un diseño moderno que aporte a los esfuerzos para impulsar el turismo en Siuna.

- Se generó un concepto para el aeródromo que, inicialmente, surgió de una asociación análoga y metafórica encontrada en la naturaleza, correspondiente a una orquídea por su forma vistosa y el espacio amplio que se conforma debajo de sus pétalos –que pueden ser interpretados como cubiertas–, propicio para asegurar la circulación sin obstáculos. Posteriormente, la forma natural fue sometida a un proceso de geometrización bajo los principios del antiguo arte japonés del origami (papiroflexia) que mediante el plegado de hojas de papel obtienen formas variadas autoportantes. Finalmente, el proceso creativo condujo a transformar la forma geometrizada en una estructura de doble curvatura conocida como paraboloides hiperbólicos, que tiene una referencia de uso exitoso en la Arquitectura mundial
- Con base en el concepto generador, aplicando los criterios técnicos definidos con anterioridad y asumiendo el programa arquitectónico, se realizó el proceso de diseño arquitectónico de los diversos elementos componentes de la instalación aeroportuaria, que incluye la pista de despeje y aterrizaje, el Edificio Terminal, la torre de control y las áreas complementarias. El resultado se expresa mediante una memoria descriptiva-explicativa y una memoria gráfica (set de planos).

6.2. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo monográfico, se proponen las siguientes recomendaciones:

- A la Alcaldía de Siuna, se le recomienda darle continuidad al esfuerzo iniciado con este anteproyecto, mediante el desarrollo del proyecto arquitectónico definitivo y la búsqueda de recursos para materializar el nuevo aeródromo.

- Al Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC), se le recomienda apoyar técnicamente los esfuerzos de la Alcaldía de Siuna para sustituir el actual aeródromo con la nueva instalación aeroportuaria.
- A la empresa “La Costeña”, se les recomienda destinar recursos en el desarrollo del proyecto definitivo y, posteriormente, la construcción del nuevo aeródromo, para mejorar la prestación de sus servicios de aerotransportación, en el marco de los planes de la Alcaldía municipal para impulsar el turismo en Siuna, lo que se traduciría eventualmente, en el incremento del número de clientes.
- A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se le recomienda mantener la iniciativa de apoyo al fortalecimiento municipal, poniendo a disposición a docentes y estudiantes de las carreras de Ingeniería y Arquitectura para realizar acciones y proyectos de extensión universitaria que atiendan las necesidades y demandas existentes en los diversos territorios del país; como en el caso de la problemática real existente en el municipio de Siuna. Adicionalmente, el Consejo Universitario debe fortalecer a las instancias que impulsan la extensión universitaria en la UNI (i.e. Dirección de Extensión y Coordinadores de Extensión en las Facultades)
- A la Facultad de Arquitectura (FARQ), se le recomienda facilitar el desarrollo de trabajos académicos y trabajos monográficos, realizados por sus estudiantes y tesis, que propongan soluciones técnicas a los problemas reales en los municipios del país con los que la UNI tiene suscritos convenios oficiales.
- A la Dirección de Bienestar Estudiantil (DBE), se le recomienda apoyar, mediante la asignación de la Beca monográfica y la disposición de medios logísticos, a los tesis que desarrollen trabajos monográficos para atender con proyectos de nivel profesional las problemáticas existentes en los municipios con los que la UNI tiene suscritos convenios oficiales.

6.3. Bibliografía

A, S. J. (1997). *Turismo de Nicaragua; Diagnóstico de la industria*. Managua, Nicaragua.
 A., S. R. (s.f.). *Plan Director de un Aeropuerto*. Obtenido de [https://es.scribd.com/document/94759850/Plan-Director.de-Un-Aeropuerto](https://es.scribd.com/document/94759850/Plan-Director-de-Un-Aeropuerto)
 Alfredo, P. C. (1997). *Enciclopedia de Arquitectura*. México: Plazola editores.
 Arquitectura, F. s. (s.f.). *unesco*. Obtenido de http://www.unesco.org/new/es/media-services/singleview/news/traditional_coastal_architecture_forum/

Asamblea Nacional de Nicaragua. (29 de Julio de 2016). *Ley No.28. Estatuto de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe de Nicaragua con sus reformas incorporadas*. Managua, Nicaragua: La Gaceta, diario oficial.
 B, J. (2009). *Historia de Siuna, Nicaragua*. Siuna.
 C, B. A. (2010). *Anteproyecto Arquitectónico del edificio terminal del Aeropuerto local de Corn Island*. Managua, Nicaragua.
 centroamérica, C. y. (s.f.). *arquitectura tradicional costeña*. Obtenido de http://www.unesco.org/new/es/media-services/singleview/news/traditional_coastal_architecture_forum/
 Cooperación, M. d. (1996). *Sistema de inversión pública y banco integrado de proyectos*. Santiago, Chile.
 Córdón, B. K. (2016). *Propuesta de Plan Estratégico de Desarrollo Turístico sostenible para el municipio de Siuna, Región Autónoma Costa Caribe Norte*. Managua.
 Dos Mil Palabras S.L. (21 de Julio de 2018). *¿Sabes realmente que es un aeródromo? ¿Sabes realmente que es un aeródromo?* Madrid, España. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de <https://okdiario.com>
 Económica, B. C. (s.f.). *bcieorg*. Obtenido de https://www.bcie.org/fileadmin/bcie/projects/VAS%20SIUNA%20ROSITA_2.pdf
 EcuRed. (2019). *EcuRed*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/index.php?title=Siuna\(Nicaragua\)&action=history](https://www.ecured.cu/index.php?title=Siuna(Nicaragua)&action=history)
 F, C. (1982). *Forma, Espacio y Orden*. México: G. pili. s.a.
 FAA, P. y. (s.f.). *Ministerio de Planificación y Cooperación División de Planificación*.
 gallopinto. (19 de marzo de 2019). Recuperado el 31 de enero de 2020, de www.gallopinto.com
 Gil, M. B. (28 de Junio de 2013). *ingenieria aeroportuaria*. Obtenido de <https://ingenieriaaeroportuaria.blogs.upv.es/2013/02/08/tema-2-concepto-de-aeropuerto/>
 Haná flowers. (s.f.). *Haná flowers*. Obtenido de <https://hanaflores.com.pe/flores/orquideas>
 INIDE, I. N. (2005). *Caracterización Sociodemográfica de la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN)*. RAAN.
 Internacionales, N. y. (2004). *Diseño y Operaciones de Aeródromos*.
 INTUR, M. d. (2017). *Instituto Nicaragüense de Turismo*. Obtenido de www.intur.gob.ni
 Lynch, K. (1959). *La imagen de la ciudad*. Buenos Aires : Infinito.
 Organización de Aviación Civil Internacional. (2006). *Manual de diseño de aeródromos*. Montreal: OACI.
 Públicas, S. N. (2006). *Guía de prevención para proyectos de Aeropuertos*.
 Regional, O. d. (s.f.). *observatorio URACCAN*. Obtenido de <http://observatorio.uraccan.edu.ni/municipios/siuna#18/13.73999/-84.78141>
 T, S. O. (2009). *Fundación paa el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua*. RAAN.
 Turismo, M. N. (s.f.). *Mapa Nicaragua*. Obtenido de <http://www.mapanicaragua.com/departamentos/municipio?id=127>

Universidad Nacional de ingeniería. (15 de enero de 2019). *UNI*. Recuperado el 17 de febrero de 2020, de www.uni.edu.ni

Weatherspark. (s.f.). *Clima promedio en Siuna*. Obtenido de http://www.unesco.org/new/es/media-services/singleview/news/traditional_coastal_architecture_forum/