

ASTERI

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Arquitectura

ASTERI, Diseño Arquitectónico para el Nuevo Centro de Investigación Espacial de Liberia

Proyecto Final de Graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Arquitectura

Luis Fernando Corea Ulloa
B52204

2023

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Arquitectura

ASTERI, Diseño Arquitectónico para el Nuevo Centro de Investigación Espacial de
Liberia

Proyecto Final de Graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Arquitectura

Luis Corea Ulloa
B52204

2023

ASTERI

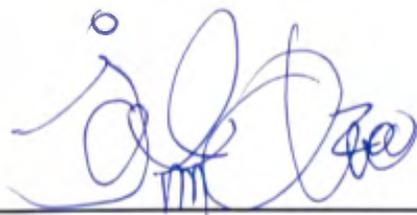
αστέρι

(astéri) - griego

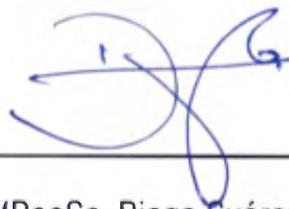
(n.) Estrella

‘...όλοι γεννιόμαστε από την έκρηξη ενός αστεριού’

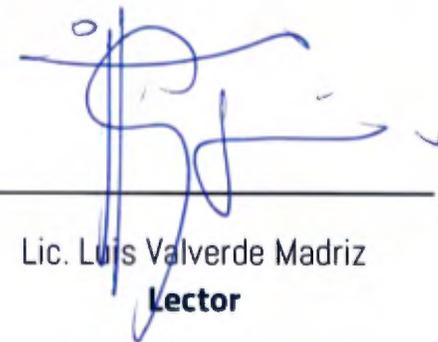
Tribunal Examinador



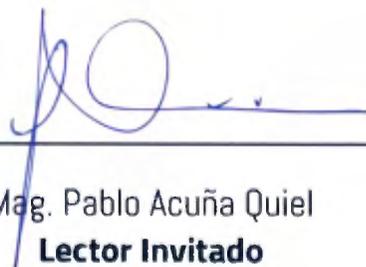
Dr. José Aquiles Villarreal Montoya
Director



MDesSc. Diego Suárez Villegas
Lector



Lic. Luis Valverde Madriz
Lector



Mag. Pablo Acuña Quiel
Lector Invitado



Lic. Marcos Carrillo Montero
Lector Invitado



Luis Fernando Corea Ulloa
Sustentante



Figura 1.1. Visualización 3D de ASTERI
Corea, L. (2023).

Resumen

El presente trabajo se desarrolla para abordar, desde una visión arquitectónica, una problemática identificada, la cual se refiere a la necesidad de una edificación que sirva para albergar al nuevo Centro de Investigación Aeroespacial de Costa Rica, ubicado en la ciudad de Liberia, Guanacaste.

Tomando como punto de partida la creciente necesidad mundial de infraestructura dedicada a la investigación científica relacionada al espacio exterior y la necesidad de una organización encargada de este papel en el país. Todo esto reflejado en el Proyecto de Ley 9960 denominado "Ley de Creación de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)", expediente número 21.330.

La propuesta que se plantea, busca responder a las necesidades que presenta esta nueva institución para dotar al Centro de Investigación Aeroespacial de todas las condiciones necesarias para poder llevar a cabo sus actividades, de la manera más profesional, segura y adecuada, bajo condiciones diseñadas específicamente para su propósito.

Es una propuesta se emplaza en el cantón de Liberia y en el distrito homónimo, en la provincia de Guanacaste.

Por último, el proyecto cuenta con dos etapas definidas dentro del alcance de este documento. Primero, una etapa principal de diseño, desarrollada y detallada en la presente propuesta, que servirá para suplir las necesidades inmediatas y segundo, una etapa de ampliación propuesta a cinco años que se trabaja a modo de diagramas de plan maestro.

Palabras Clave:

Arquitectura contemporánea, centro de investigación, Guanacaste, edificación de alto desempeño, espacio exterior, ciencias aeroespaciales, espacio de investigación científica, laboratorios.

Director: Dr. José Aquiles Villarreal Montoya

Corea Ulloa, L. (2023). ASTERI: *Diseño Arquitectónico para el Centro Aeroespacial de Liberia*. (Tesis). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.



Figura 1.2. Visualización 3D de ASTERI
Corea, L. (2023).

Agradecimiento

Primeramente a mi familia, por todo el apoyo que me han dado toda mi vida, esto no sería posible sin ellos.

Y a cada una de las personas que han formado parte de esta etapa de mi vida y han influido, consciente o inconscientemente, en este proceso.



Figura 1.3. Fotografía de la luna.
Fuente: página web www.nasa.gov

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| Páginas Preliminares | ii |
| Resumen..... | vi |
| Agradecimiento..... | viii |
| Índice | xii |
| Índice de Figuras..... | xiv |
| Siglas..... | xxi |
| | |
| Capítulo 1. Introducción | 2 |
| 1.1 Introducción..... | 3 |
| 1.2 Selección del Tema..... | 4 |
| 1.3 Planteamiento del Problema..... | 5 |
| 1.4 Justificación..... | 8 |
| 1.5 Objetivos de Investigación..... | 13 |
| 1.6 Marco de Referencias..... | 15 |
| 1.7 Metodología..... | 20 |
| | |
| Capítulo 2. Análisis de Sitio y Emplazamiento de la Propuesta | 28 |
| 2.1 Introducción..... | 30 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2 Análisis Macro: El Cantón de Liberia..... | 31 |
| 2.3 Análisis Meso: El Campus La Flor..... | 39 |
| 2.4 Análisis Micro: El Locus..... | 47 |
| Capítulo 3. Definición de Requerimientos Espaciales y Funcionales..... | 60 |
| 3.1 Introducción..... | 62 |
| 3.2 Precursores..... | 63 |
| 3.3 Lista de Actividades Principales..... | 73 |
| 3.4 Estudio de Casos..... | 80 |
| 3.5 Argumentaciones Necesarias para Desarrollar el Proyecto..... | 95 |
| 3.6 Reglamentación y Legislación Nacional..... | 100 |
| 3.7 Espacios y Áreas del Proyecto..... | 102 |
| Capítulo 4. Diseño Arquitectónico (ASTERI Etapa I)..... | 116 |
| 4.1 Introducción..... | 118 |
| 4.2 Proceso de Diseño..... | 119 |
| 4.3 Visualizaciones..... | 149 |
| Capítulo 5. Ampliación (ASTERI Etapa II)..... | 174 |
| 5.1 Ampliación a 5 años..... | 175 |
| Capítulo 6. Conclusiones..... | 182 |
| Capítulo 7. Referencias..... | 186 |
| Capítulo 8. Anexos..... | 192 |

Índice de Figuras

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1.1. Visualización 3D de ASTERI | vi |
| Figura 1.2. Visualización 3D de ASTERI | vii |
| Figura 1.3. Fotografía de la luna | xi |
| Figura 1.4. Trajes Espaciales SpaceX de la NASA..... | 1 |
| Figura 1.5. Cohete Espacial Saturno V | 3 |
| Figura 1.6 Fotografía de un agujero negro..... | 4 |
| Figura 1.6.1 Fotografía del Satélite Artificial Irazú | 6 |
| Figura 1.7 Instalaciones del CICANUM de la UCR | 7 |
| Figura 1.8. Línea de Tiempo de Antecedentes | 12 |
| Figura 1.9. Diagrama Diseño de Alto Desempeño..... | 17 |
| Figura 1.10. Imagen satelital de la ciudad de Liberia..... | 22 |
| Figura 1.11. Diagrama de Relación de Espacios..... | 24 |
| Figura 1.12 Fachada Principal ASATERI..... | 26 |
| Figura 2.1. Fotografía de Júpiter..... | 27 |
| Figura 2.2. Mapas de Ubicación de Liberia..... | 31 |
| Figura 2.3. Fotografía de Guanacaste..... | 32 |
| Figura 2.3.1 Mapa de Localización..... | 34 |
| Figura 2.4.1 Tabla de Temperatura por mes en Liberia..... | 35 |
| Figura 2.4.2 Tabla de Precipitación Mensual en Liberia..... | 35 |
| Figura 2.5.1 Datos absolutos de actividad económica en el cantón de Liberia..... | 36 |
| Figura 2.5.2 Datos absolutos de actividad económica en el cantón de Liberia..... | 36 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.6. Mapa de Ubicación de Escala Macro..... | 37 |
| Figura 2.7. Instalaciones EARTH La Flor..... | 39 |
| Figura 2.8. Instalaciones EARTH La Flor..... | 39 |
| Figura 2.9. Instalaciones EARTH La Flor..... | 39 |
| Figura 2.10. Instalaciones EARTH La Flor..... | 40 |
| Figura 2.11. Instalaciones EARTH La Flor..... | 40 |
| Figura 2.12. Instalaciones EARTH La Flor..... | 40 |
| Figura 2.13. Mapa de Ubicación Escala Meso..... | 41 |
| Figura 2.14. Mapa de Ubicación de Puntos de Emplazamiento..... | 43 |
| Figura 2.15. Imagen Satelital de Punto A y B..... | 45 |
| Figura 2.16. Imagen Satelital de Punto C..... | 46 |
| Figura 2.17. Mapa de Ubicación de Cámaras..... | 49 |
| Figura 2.18. Imagen de Lote Seleccionado..... | 50 |
| Figura 2.19. Imagen del Lote Seleccionado..... | 51 |
| Figura 2.20. Imagen del Lote Seleccionado..... | 52 |
| Figura 2.21. Imagen del Lote Seleccionado..... | 53 |
| Figura 2.22. Imagen del Lote Seleccionado para Ampliación..... | 54 |
| Figura 2.23. Imagen del Lote Seleccionado para Ampliación..... | 55 |
| Figura 2.24. Diagrama de Reglamentación..... | 58 |
| Figura 3.1. Telescopio Espacial James Webb..... | 59 |
| Figura 3.2. Fotografía del Dr. Adolfo Chaves..... | 64 |
| Figura 3.3. Fotografía del Dr. Adolfo Chaves..... | 65 |
| Figura 3.4. Fotografía del Dr. Eldon Caldwell..... | 66 |
| Figura 3.5. Fotografía de la Diputada Aida Montiel..... | 67 |

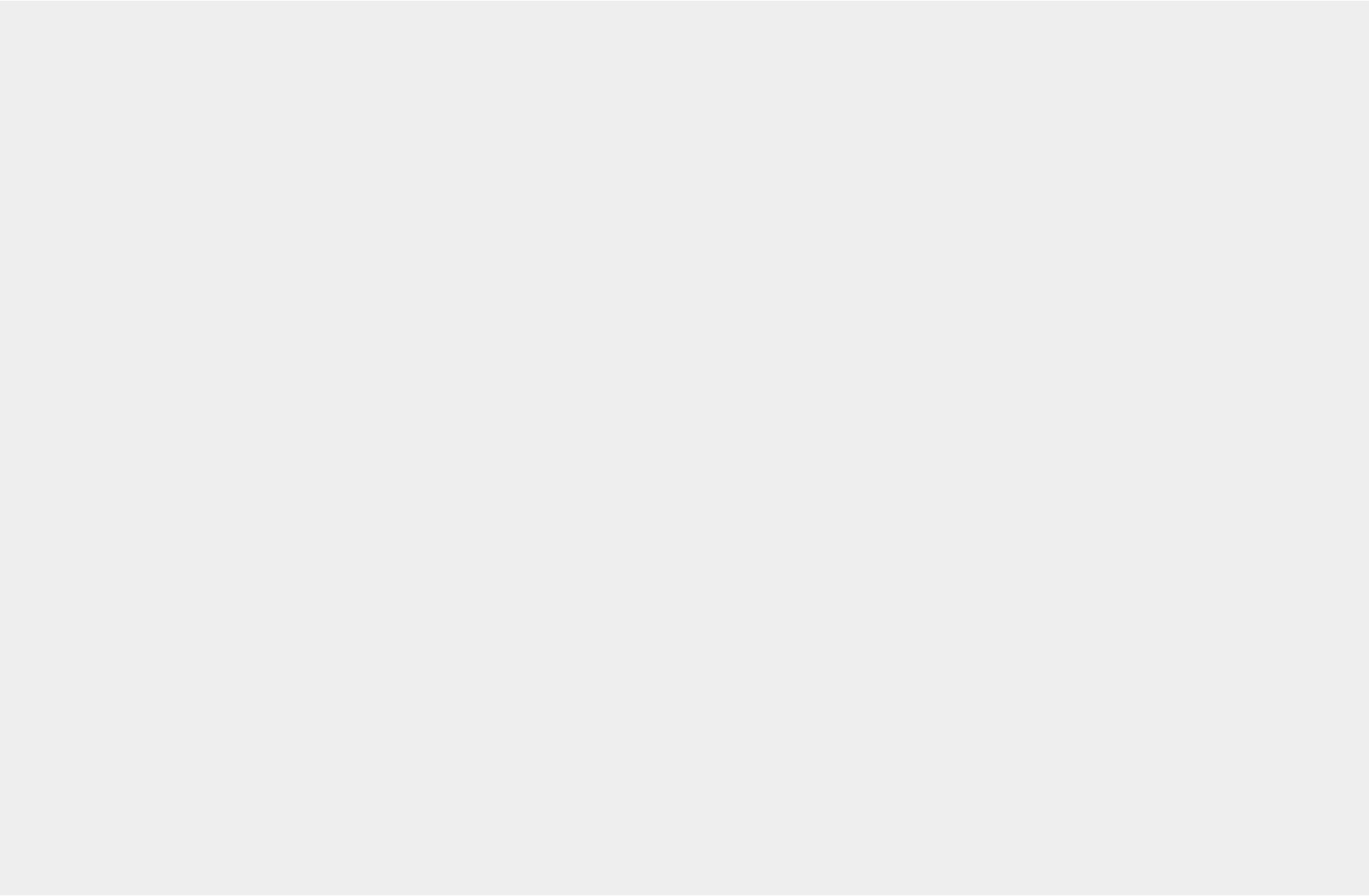
| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.6. Fotografía de Franklin Chang-Díaz..... | 68 |
| Figura 3.7. Fotografía de Franklin Chang-Díaz..... | 69 |
| Figura 3.8. Fotografía del Museo del JPL de la NASA | 70 |
| Figura 3.9. Fotografía de Giovanni Martínez Castillo | 71 |
| Figura 3.10. Fotografía del Rover Perseverance de la NASA..... | 72 |
| Figura 3.10.1 Diagrama de la Definición de Actividades..... | 78 |
| Figura 3.11. Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL)..... | 81 |
| Figura 3.12. Cuarto Limpio en el JPL..... | 82 |
| Figura 3.13. Exterior del Centro Espacial Kennedy..... | 83 |
| Figura 3.14. Imagen del Centro Espacial Kennedy..... | 84 |
| Figura 3.15. Exterior del DLR SpaceLIFT Bremen..... | 85 |
| Figura 3.16. Interior del DLR SpaceLIFT Bremen..... | 86 |
| Figura 3.17. Exterior del Centro de Control Satelital de España..... | 87 |
| Figura 3.18. Interior del Centro de Control Satelital de España..... | 88 |
| Figura 3.19. Exterior del Centro de Investigaciones Biomédicas de Costa Rica..... | 89 |
| Figura 3.20. Interior del Centro de Investigaciones Biomédicas de Costa Rica..... | 90 |
| Figura 3.21. Universidad Comunitaria de Bristol..... | 91 |
| Figura 3.22. Universidad Comunitaria de Bristol..... | 92 |
| Figura 3.23. Exterior del Centro de Investigación de Productos Lácteos Tillamook..... | 93 |
| Figura 3.24. Interior del Centro Tillamook..... | 94 |
| Figura 3.24.1 Portada High Performance Building Guidelines..... | 98 |
| Figura 3.24.2 Portada Plan Regulador de Liberia..... | 100 |
| Figura 3.25. Gráfico de División de Áreas de ASTERI..... | 103 |
| Figura 3.26. Gráfico de División de Áreas de ASTERI..... | 104 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.27. Gráfico de División de Áreas de ASTERI..... | 105 |
| Figura 3.28. Gráfico de División de Áreas de ASTERI..... | 106 |
| Figura 3.29.1 Diagrama de Relación de Espacios 1, 3D..... | 109 |
| Figura 3.29.2 Diagrama de Relación de Espacios 1, Planta..... | 110 |
| Figura 3.29.3 Diagrama de Relación de Espacios 2, 3D..... | 111 |
| Figura 3.29.4 Diagrama de Relación de Espacios 2, Planta..... | 112 |
| Figura 3.29.5 Diagrama de Relación de Espacios 1, 3D..... | 113 |
| Figura 3.29.6 Diagrama de Relación de Espacios 2, 3D..... | 113 |
| Figura 3.29.7 Diagrama de Relación de Espacios 2, Planta..... | 114 |
| Figura 3.29.8 Diagrama de Relación de Espacios 2, Planta..... | 114 |
| Figura 4.1. Rover Curiosity de la NASA..... | 115 |
| Figura 4.1.1 Croquis de Intenciones Volumétricas..... | 120 |
| Figura 4.1.2 Croquis de Intenciones Volumétricas..... | 121 |
| Figura 4.1.3 Croquis de Zonificación..... | 122 |
| Figura 4.2. Ejemplo de Parasoles Verticales, Jakobus School..... | 124 |
| Figura 4.3. Cargadores para Automóviles Eléctricos..... | 125 |
| Figura 4.4. Referencia de Diseño de Escalera..... | 125 |
| Figura 4.5. Paneles Solares en Cubierta..... | 126 |
| Figura 4.6. Generador Eólico sin Aspas..... | 127 |
| Figura 4.7. Tamaños de Generadores Eólicos sin Aspas..... | 128 |
| Figura 4.7.1 Diagrama General de Categorías de Estrategias de Diseño..... | 132 |
| Figura 4.7.2 Pavimentos Claros..... | 133 |
| Figura 4.7.3 Pielas Micro Perforadas..... | 133 |
| Figura 4.7.4 Incorporación de la Naturaleza..... | 134 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.7.5 Materiales de Fuentes Renovables..... | 134 |
| Figura 4.7.6 Amplias Cubiertas..... | 135 |
| Figura 4.7.7 Naturaleza como Protección..... | 135 |
| Figura 4.7.8 Fuentes de Energía Limpia..... | 136 |
| Figura 4.7.9 Conexión Visual al Exterior..... | 136 |
| Figura 4.7.10 Pavimentos Porosos..... | 137 |
| Figura 4.7.11 Jardines Secos..... | 137 |
| Figura 4.7.12 Sistema Panelco..... | 139 |
| Figura 4.7.13 Árboles de Teca..... | 140 |
| Figura 4.7.14 Concreto Reciclado..... | 140 |
| Figura 4.8. Detalle Constructivo..... | 142 |
| Figura 4.9. Planta de Sitio..... | 143 |
| Figura 4.10. Planta Arquitectónica Primer Nivel..... | 144 |
| Figura 4.11. Planta Arquitectónica Segundo Nivel..... | 145 |
| Figura 4.12. Diagrama de Análisis Solar y Eólico..... | 146 |
| Figura 4.13. Diagrama de Análisis Solar 3D..... | 148 |
| Figura 4.14. Diagrama de Análisis Solar 3D..... | 148 |
| Figura 4.15. Visualización del Acceso Vehicular al Proyecto..... | 150 |
| Figura 4.16. Espacio de Recibimiento..... | 151 |
| Figura 4.17. Recepción..... | 152 |
| Figura 4.18. Zona de Exposición Cambiante..... | 153 |
| Figura 4.19. Zona de Exposición Cambiante..... | 154 |
| Figura 4.20. Escalera hacia Segundo Nivel..... | 155 |
| Figura 4.21. Sala de Espera en Segundo Nivel..... | 156 |

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.22. Sala de Espera en Segundo Nivel..... | 157 |
| Figura 4.22.1 Sala de Espera en Segundo Nivel..... | 158 |
| Figura 4.23. Comedor..... | 159 |
| Figura 4.24. Comedor..... | 160 |
| Figura 4.25. Pasillo del Alunizaje..... | 161 |
| Figura 4.26. Pasillo del Alunizaje..... | 162 |
| Figura 4.27. Pasillo del Alunizaje..... | 163 |
| Figura 4.28. Pasillo de las Biografías..... | 164 |
| Figura 4.29. Taller de Prototipado..... | 165 |
| Figura 4.30. Taller de Prototipado..... | 166 |
| Figura 4.31. Patio de Laboratorios..... | 167 |
| Figura 4.32. Patio de Laboratorios..... | 168 |
| Figura 4.33. Auditorio..... | 169 |
| Figura 4.34. Zona de Carga y Descarga..... | 170 |
| Figura 4.35. Fachada Este de Día..... | 171 |
| Figura 4.36. Fachada Este de Noche..... | 172 |
| Figura 5.1. Estación Espacial Internacional..... | 173 |
| Figura 5.2. Enseñanza de Robótica..... | 175 |
| Figura 5.3. Rover Perseverance..... | 176 |
| Figura 5.4. Mapa de Puntos de Emplazamiento..... | 178 |
| Figura 5.5. Primera Etapa de ASTERI..... | 179 |
| Figura 5.6. Diagrama de Ampliación Propuesta..... | 180 |
| Figura 6.1. Sonda Espacial Voyager..... | 181 |
| Figura 7.1 SpaceX Crew Dragon..... | 185 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 8.1 Imagen del Sol..... | 191 |
| Figura 8.2. Totalidad Programa Arquitectónico Preliminar..... | 204 |
| Figura 8.2.1 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 1..... | 205 |
| Figura 8.2.2. Programa Arquitectónico Preliminar Parte 2..... | 206 |
| Figura 8.2.3 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 3..... | 207 |
| Figura 8.2.4 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 4..... | 208 |
| Figura 8.3 Póster Centro Franklin Chang-Díaz..... | 209 |
| Figura 8.3.1 Lámina Síntesis Centro Franklin Chang-Díaz..... | 210 |



Siglas

ACAЕ - Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio.

AEC - Agencia Espacial Costarricense.

AEM - Agencia Espacial Mexicana.

CICANUM - Centro de Investigación de Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares.

COLCIENCIAS - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia

DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (Centro Alemán para el Viaje Aeroespacial).

EAD/EAR - Edificación de Alto Desempeño/Edificación de Alto Rendimiento.

EEI - Estación Espacial Internacional.

EE.UU. - Estados Unidos de América.

EUA - Estados Unidos de América.

HISPASAT - Hispania Satélites

INII - Instituto de Investigaciones en Ingeniería

INVU - Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

ITCR - Instituto Tecnológico de Costa Rica.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo sobre Investigación y Desarrollo Aeroespacial).

MICIT - Ministerio de Ciencia y Tecnología

NASA - National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio).

NYED - New York Energy Department

PLN - Partido Liberación Nacional.

SETENA - Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

TEC - Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

TFG - Trabajo Final de Graduación.

UCR - Universidad de Costa Rica.

Universidad EARTH - Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda

UNA - Universidad Nacional de Costa Rica.

USA - United States of America (Estados Unidos de América).

Figura 1.4. Trajes Espaciales SpaceX de la NASA .
Fuente: página web www.nasa.gov



_capítulo.1

Introducción

1.1-Introducción

Esta propuesta de trabajo se desarrolla gracias a la identificación de la necesidad de una intervención arquitectónica en la zona de Liberia, en Guanacaste, para la creación del primer centro de investigación aeroespacial de Costa Rica.

Si bien se sabe que será en Liberia, gracias al proyecto de Ley 21.330, el cual nos expone la posibilidad de la creación de este proyecto, aún no se cuenta con un terreno puntual, por lo que será de interés para el presente trabajo, estudiar la zona en una escala meso y micro para proponer un sitio adecuado para emplazar dicha edificación.

Esta necesidad de infraestructura especializada para la investigación científica aeroespacial ha venido creciendo en el país conforme avanza la tecnología mundial a pasos gigantescos cada día, además de la carencia de un proyecto que aproveche las condiciones, que veremos más adelante, que posee la región Chorotega para llevar a cabo tareas relacionadas a este tema.

Se plantea llegar con este trabajo hasta la representación en tres dimensiones del proyecto,

como ya se mencionó anteriormente, por medio de varias herramientas como softwares de representación tridimensional, renders, diagramas, fotografías y videos, debido a un interés por extender su comprensión hasta un público que no necesariamente posea conocimientos técnicos para el entendimiento de planimetría en dos dimensiones.

Además, para alcanzar una mejor resolución y visualización de aspectos como la relación con el contexto, la materialidad, iluminación, entre otros.



Figura 1.5. Cohete Espacial Saturno V.

Fuente: página web www.nasa.gov

1.2-Selección del Tema

El interés por abordar este tema, comienza por la experiencia personal de siempre haberse sentido abrumado por la vastidad del universo, por las estrellas, planetas, agujeros negros, entre otros y la curiosidad de lo que puede existir más allá de nuestro planeta. Lo que podría traducirse como un amor e interés por la astronomía en general.

Esta fascinación aumenta en el año 2019 al leer un libro, *"El Universo En Tu Mano"*, del físico y escritor Christophe Galfard, que motivaría a escoger como proyecto de Taller de Diseño 9, la realización de un **centro de investigación espacial**.

Sin embargo, al ser un proyecto de un solo semestre, aún existía mucho por investigar para la propuesta y por este hecho se decidió retomar el tema y desarrollarlo como Trabajo Final de Graduación, para finalizar la carrera trabajando uno de los temas que más me apasiona.

Además de esto, los momentos históricos que se han vivido en la última década en el campo de las ciencias aeroespaciales, la primera fotografía de un agujero negro (2021), las primeras fotografías del

lado oscuro de la luna (2021), el lanzamiento al espacio del telescopio James Webb y las primeras fotografías captadas por este (2022), por nombrar algunos, han influido en que el interés personal por estos temas no deje de aumentar y la búsqueda de generar un pequeñísimo aporte al desarrollo de este campo en mi país nativo.

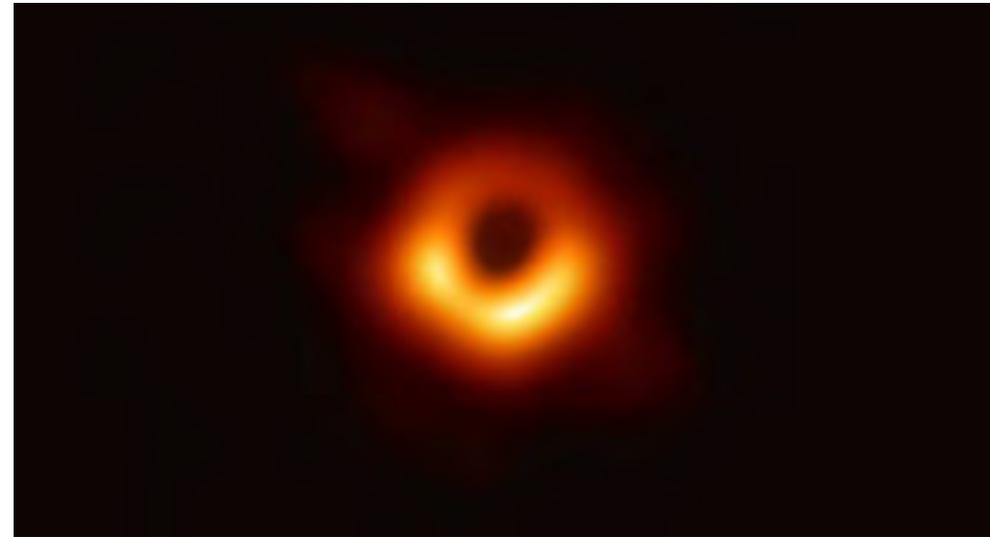


Figura 1.6. Fotografía de un agujero negro

Fuente: página web www.nasa.gov

1.3-Planteamiento del Problema

En el 2018 Costa Rica se convirtió en el primer país centroamericano en poseer un satélite artificial orbitando al planeta Tierra.

El cohete llamado Irazú, se envió al espacio exterior desde las instalaciones de la NASA en Cabo Cañaveral, Estados Unidos de América.

Con esto, se despierta una iniciativa por parte de un grupo de estudiantes de Ingeniería Aeronáutica del Instituto Tecnológico de Costa Rica y la diputada del partido Liberación Nacional, **Aida Montiel**, los cuales formulan entre ellos y con ayuda de los profesores universitarios **Adolfo Chaves** y **Johan Carvajal** del Instituto Tecnológico de Costa Rica, **Eldon Caldwell** de la Universidad de Costa Rica y el **Dr. Franklin Chang Díaz**, un proyecto de ley (ver anexos) para la creación de la Agencia Espacial Costarricense.

En dicho proyecto de ley se establece a la agencia como un organismo, el encargado de gestionar la investigación espacial en el país y funcionar como

contraparte de las demás agencias espaciales internacionales, como por ejemplo, la NASA en E.E.U.U, la JAXA en Japón o la AEM en México, y también se formula la construcción de un nuevo Centro de Investigación Aeroespacial en Liberia, una obra edilicia donde se albergarían algunas de las actividades científicas de nuestra agencia.

Actualmente el país no se cuenta con organismos o instituciones estatales dedicadas cien por ciento a la investigación aeroespacial, además, claro, de la empresa privada estadounidense Ad Astra Rocket Company, sin embargo las actividades que se llevan a cabo en esta empresa son distintas a las que desarrollaría Costa Rica, por lo que es muy importante definir qué necesita un proyecto de este tipo para poder funcionar adecuadamente, para a su vez generar un documento que pueda tomarse como guía para futuros proyectos similares, y así saber qué se debe y qué se puede hacer y con cuánto.

Las circunstancias internacionales y los recursos nacionales no concuerdan.

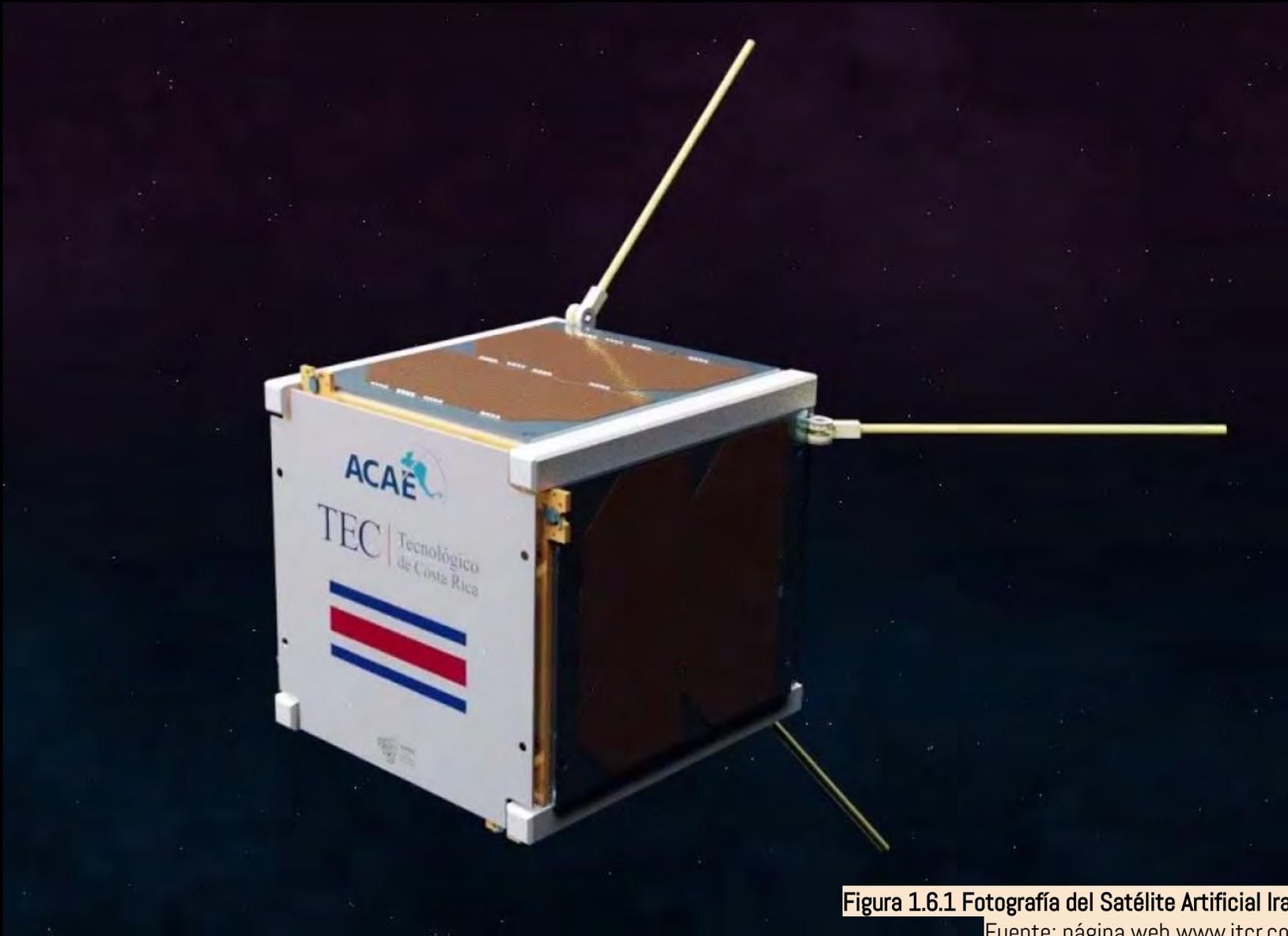


Figura 1.6.1 Fotografía del Satélite Artificial Irazú
Fuente: página web www.itcr.co.cr

En el país hay laboratorios y talleres científicos, pero no especializados para las labores aeroespaciales.

Además muchos se encuentran ubicados en el Gran Área Metropolitana, como es el caso del CICANUM o el INII ubicados en Montes de Oca, o la gran canti-



Figura 1.7. Instalaciones del CICANUM de la UCR

Fuente: página web www.semanariouniversidad.com

dad de centros de investigación y laboratorios con los que cuenta el ITCR en la provincia de Cartago, provocando un fenómeno de centralización de los servicios dentro del Valle Central, dejando a las zonas periféricas del país carentes de los mismos y de los beneficios de contar con estos.

El país se está quedando atrás con respecto a la incursión en el campo de las ciencias aeroespaciales y desaprovechando oportunidades económicas para la región Chorotega, ya que, como veremos más adelante, se ha comprobado que Guanacaste posee las características necesarias para proyectos de este tipo, tanto para ofrecer servicios al país como para organismos e industrias extranjeras.

En síntesis la problemática que sienta las bases para este trabajo es **la necesidad mundial de expansión en materia aeroespacial y la carencia de instalaciones estatales**, en el país, dedicadas cien por ciento a la investigación de estos temas, **no concuerdan las circunstancias mundiales y los recursos nacionales.**

1.4-Justificación

Funcionar como un centro de control satelital para brindar el servicio a las agencias extranjeras u organismos privados interesados, culturización y educación sobre el espacio exterior a la población costarricense, la investigación científica relacionada a la biodiversidad y trabajos mecánicos con motores, robots y radares, son algunas de las actividades que podrían realizarse en este Centro.

Podemos ver el enorme potencial con el que cuenta el país y la necesidad de por contar con una organización que gestione el tema de investigación extraterrestre y el requerimiento de infraestructura que facilite dónde llevar a cabo los proyectos relacionados a esta agencia, que desde ya presenta un panorama bastante optimista.

Montiel (2019) menciona: “Costa Rica está preparada para dar un salto cuantitativo en la exploración espacial, pues ya hemos realizado lanzamientos de satélites y contamos con expertos costarricenses que pueden hacer crecer esta actividad de manera exponencial. Por ello es necesario crear una figura que organice estas investigaciones y obtenga financiamiento

para futuros proyectos que resuelvan problemas país y mundiales.”

declara la diputada Aida Montiel.

Agrega Montiel:

“Es importante también saber que existen más de 10 instituciones científicas que colaboraron con la planificación, las cuales, una vez aprobado el proyecto, brindarán su colaboración no solo económica sino también en cuanto al desarrollo de conocimientos. Por ejemplo, el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT), donaría laboratorios y equipos especiales para el estudio de diversos temas’.

Este proyecto nos posicionaría en el mapa de la ciencia aeroespacial mundial y reforzaría el compromiso del país de inversión en ciencia. Además es una oportunidad económica para atraer y descentralizar a las industrias de alto valor agregado del país.

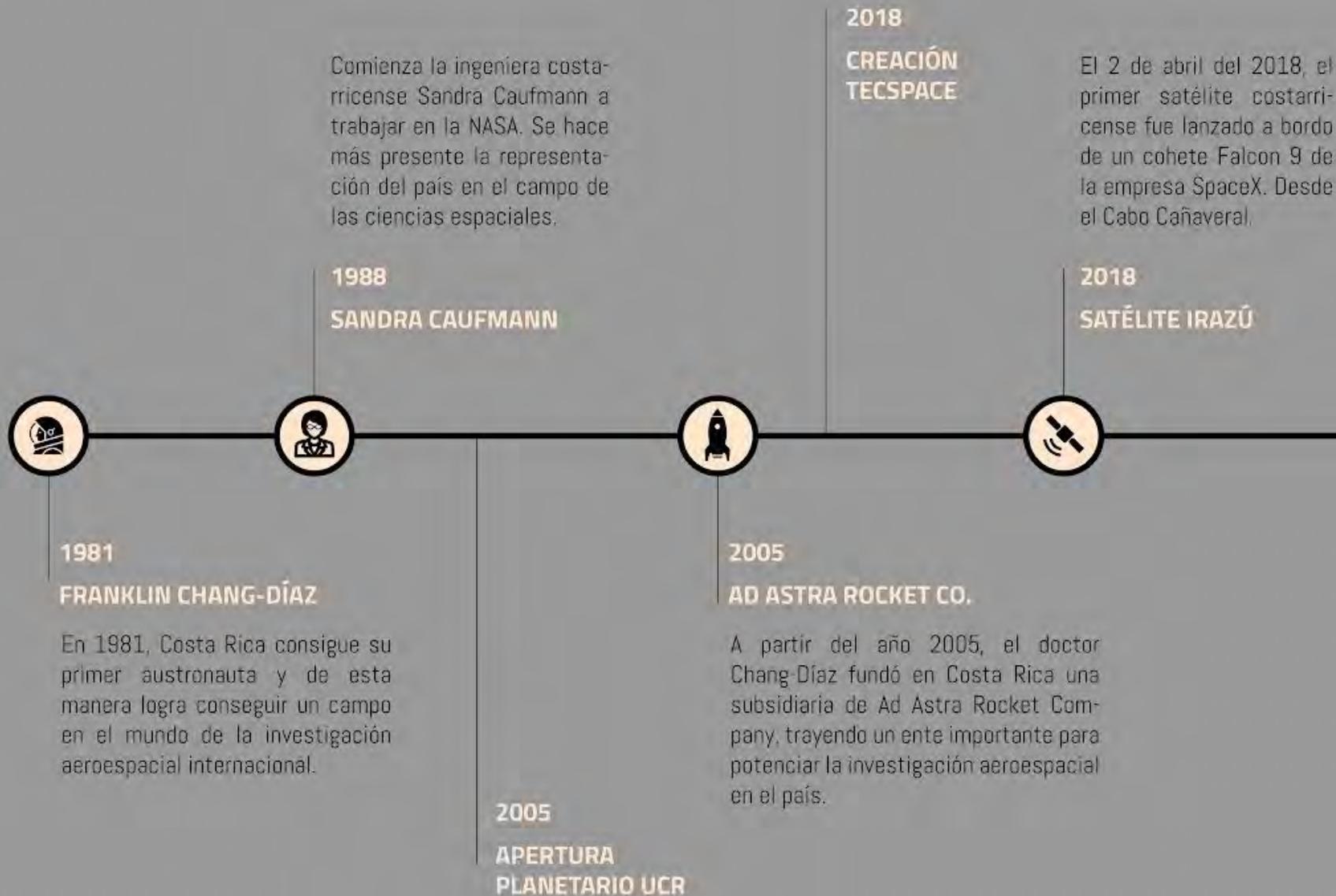
Otro factor que se debe resaltar es el hecho del gran potencial de los profesionales en los campos STEM en el país, gracias a las universidades públicas como la UCR y el ITCR, las cuales se encuentran dentro de las mejores 100 universidades a nivel latinoamericano y dentro de las mejores 800 a nivel mundial, según los analistas de Quacquarelli Symonds (2021), y a su labor de educar de una manera excelente a profesionales que en su futuro pueden llegar a contribuir y trabajar en este centro, y en la agencia, o en otros proyectos nacionales similares, asegurando la gran calidad de sus labores debido a su preparación de alta calidad.

Tal es el caso de México, de 23 empresas aeroespaciales, a las que se les realizó una encuesta, el 78% de ellas tiene vínculos con instituciones de educación superior. Se destaca la vinculación de las empresas con las universidades, principalmente con los institutos tecnológicos.

Es por todo esto, que se planteó la propuesta de este TFG., confiando plenamente en que es un proyecto que ayudará al país a dar un paso gigantesco y servirá como pionera en un campo donde los principales países a nivel mundial desde hace ya mucho tiempo están posicionados y Costa

Rica podrá demostrar que aunque es un país muy pequeño, en comparación con ellos, la calidad puede ser igual que la de los países más grandes.

1.4.1 Antecedentes



Gracias a la ley para la creación de la AEC se comienza la presente propuesta al darse cuenta de que podría ser una realidad en el futuro cercano un proyecto de este tipo.

2020
PROPUESTA ASTERI

2019
PROPUESTA LEY A.E.C.

Tres profesionales en el campo de la investigación científica, una diputada y un grupo de estudiantes del ITCR formulan lo que sería la ley para la creación de una agencia espacial para Costa Rica.



Figura 1.8. Línea de tiempo de Antecedentes
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

1.5-Objetivos

OBJ. GENERAL

Proyectar un centro de investigación espacial en la ciudad de Liberia, dotando a Costa Rica de una infraestructura adecuada y competente en materia aeroespacial, que responda a las expectativas científico-tecnológicas inmediatas y que contemple un plan para su ampliación a futuro

1) Examinar, en escala meso y micro, las características físico-espaciales del campus 'La Flor' de la Universidad EARTH, en Liberia, identificando los posibles puntos de emplazamiento de la propuesta y la escala de las intervenciones en el sitio.

2) Definir los alcances y requerimientos espaciales y funcionales necesarios en el proyecto, mediante un análisis de casos de estudio, precisando los requisitos y las condiciones esenciales para la propuesta.

3) Diseñar una propuesta arquitectónica para el Centro de Investigación Aeroespacial de Liberia, desde la base teórica del 'Diseño Integrado' y 'Edificio de Alto Desempeño', que responda a las necesidades inmediatas y además cuente con un plan para su ampliación en los próximos 5 años, vinculando a la sede costarricense de Ad Astra Rocket Company.

OBJ. ESPECÍFICOS

1.6-Marco de Referencias

Se deben tomar en cuenta una serie de elementos conceptuales, para así poder tener una idea clara y precisa de los términos empleados dentro del trabajo, los enfoques teóricos sobre los cuales se desarrolla la propuesta y sus implicaciones en un anteproyecto arquitectónico.

Como primer término, y para entender correctamente la propuesta, debemos explicar de qué se trata este proyecto.

Centro de Investigación Aeroespacial.

Los **centros de investigación** según COLCIENCIAS y BioNano Consulting (2017), son definidos como:

“Organizaciones públicas o privadas independientes, con personería jurídica, o dependientes de otra persona jurídica que tienen como misión institucional desarrollar diversas combinaciones de investigación (básica o aplicada) con líneas de investigación declaradas y un propósito científico específico.

Los centros de investigación pueden prestar servicios técnicos y de gestión a sus posibles

beneficiarios, pueden estar orientados a la generación de bienes públicos de conocimiento para el país, como también tener una orientación a la generación de conocimiento para la competitividad del país y su aplicación mediante procesos de desarrollo tecnológico”.

En esta propuesta, ese ‘propósito científico específico’ sería la investigación aeroespacial.

Aeroespacial, según el investigador y escritor Jorge Carrillo, se refiere a:

“Todo lo relacionado a lo que ocurre fuera de la atmósfera terrestre” (Carrillo, 2009).

Se toman en cuenta conceptos también como **Edificio de Alto Rendimiento/Desempeño y Diseño Integrado** para que sean implementados a la hora de proponer un diseño, esto debido a la importancia a nivel internacional de estos atributos de diseño, en el campo de la investigación espacial (ver capítulo 2, Guía de Diseño para Instalaciones de la NASA).

Edificación de Alto Desempeño

Un proyecto del tipo que se desarrollará con esta propuesta de trabajo, debido a su naturaleza de investigación científica, debe ser una edificación de alto desempeño donde todas sus partes estén cuidadosamente contempladas en el proceso de diseño, ya que cualquier factor no considerado adecuadamente y con anterioridad puede resultar en fallas gigantescas.

Además debe concebirse como un proyecto que respete su entorno y al medio ambiente, algo vital actualmente debido a la crisis climática que vivimos, en donde pequeñas decisiones pueden llevarnos, a largo plazo, a devastadoras consecuencias.

Una edificación de alto desempeño puede ser definida como un edificio que unifica y optimiza todos los principales atributos de alto rendimiento, incluidos el diseño y planeamiento de sitio, el uso de energía de la edificación, el ambiente interno/calidad espacial interior, la selección de materiales y productos, la administración de la construcción, el mantenimiento y las estrategias climáticas.

En otras palabras, son proyectos que maximizan el ahorro de su energía operativa, proporcionan interiores saludables, con mejor ventilación e iluminación y limitan los impactos ambientales perjudiciales de su construcción y funcionamiento.

Para esta propuesta nos centraremos en los factores que se ven involucrados durante un proceso anteproyectual, los cuales son: el diseño y planeamiento de sitio, la calidad espacial interna, la selección de materiales y productos, el gasto energético y las estrategias climáticas.

Estas edificaciones son ejemplos excepcionales tanto de diseño como de práctica.



Figura 1.9. Diagrama Diseño de Alto Desempeño

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Sus huellas de energía son pequeñas; es decir, utilizan menos recursos y perturban generalmente sus entornos inmediatos y extendidos mucho menos que edificios similares sin la premisa de ser de alto rendimiento.

Diseño Integrado

El diseño integrado puede entenderse de varias maneras sin embargo el enfoque que se le dio en esta propuesta, se toma desde un punto de vista holístico donde la sumatoria de todas las partes es más importante que cualquier parte por sí sola, ¿qué quiere decir esto? que pequeños detalles en el diseño arquitectónico se suman entre sí para de esta manera crear un gran impacto en el nivel general de la propuesta.

Estudio de Casos

Los estudios de caso son una fuente bastante valiosa de información para alimentar a las propuestas personales.

En este trabajo se analizaron durante la etapa de desarrollo del objetivo específico dos, ya que fueron una herramienta vital para definir los requerimientos y condiciones espaciales necesarias para la propuesta.

Ver página 80.

1.7-Metodología

Para la ejecución de esta propuesta se planteó una metodología de trabajo que se basa sobre todo en visitas al sitio, ciudad de Liberia, para la recolección de información para su análisis y representación, mediante diversas herramientas necesarias para cada etapa del desarrollo del proyecto, las cuales se detallarán más adelante.

También se fue desarrollando un análisis de proyectos que sirvieron como casos de estudio, de los cuales se rescataron diferentes aspectos dependiendo de la etapa en la que se encontró el proyecto, además del estudio de las necesidades espaciales y disposiciones en reglamentos para laboratorios y talleres en el país y en guías internacionales.

1.7.1-Descripción de las Etapas

Etapas 1. Estudio en escala meso y micro, las características físico-espaciales del campus 'La Flor' de la Universidad EARTH, en Liberia, identificando los posibles puntos de emplazamiento de la propuesta y la escala de las intervenciones en el sitio (investigación en sitio, mapeos, visitas, recolección de datos, reglamentos, topografía, accesibilidad, manchas vegetales, entre otros)

Se realizó una investigación en el campus La Flor, de la universidad EARTH , para analizar las características físico-espaciales (topografía, clima, vegetación, hidrografía, accesibilidad...) del lugar y así poder encontrar una zona o zonas cuyas características permitan el emplazamiento del proyecto y además la posibilidad de que este se amplíe en el futuro. Teniendo en cuenta una integración con Ad Astra Rocket Company.

Luego en un análisis a escala micro, una vez definida la zona específica con la que se trabajaría, se procedió a realizar mapeos (topografía y relieve, cobertura vegetal, hidrografía, accesibilidad, escorrentía, uso de suelos...) para la identificación

de espacios puntuales, para encontrar dónde se podrían ubicar las distintas actividades del programa arquitectónico.

Esto algo indispensable para el desarrollo de la propuesta, ya que este análisis también sirvió para generar insumos, que ayudaron a identificar las posibilidades topográficas que la arquitectura podría tener, como a la vez sus dificultades, además de factores ante los cuales debe integrarse y/o protegerse el proyecto, tales como el sol y la lluvia.

También ayudó a comprender la dinámica del lugar, concebir el espacio, además, para crear en el diseñador una conexión y percepción tridimensional del lugar.

Todos estos hallazgos se generaron por medio de mapeos donde se identificaron las características mencionadas anteriormente, así como levantamientos en tercera dimensión, por medio de softwares de modelado 3D, para evidenciar las posibilidades y una visión general del sitio y sus condiciones.



Figura 1.10. Imagen satelital de la ciudad de Liberia
Fuente: Google Earth.

Etapa 2. Definición de los alcances y requerimientos espaciales y funcionales necesarios en el proyecto (casos de estudio, reglamentos, guías, libros)

Primero se definió el programa arquitectónico a fondo, por medio de una entrevista con uno de los profesionales encargados del proyecto, profesor del ITCR.

El proyecto posee un carácter muy específico que se ve reflejado en la especialización de cada espacio con el que cuenta, por eso fue muy importante tener bien definidas las necesidades y características que debe tener cada zona.

Por esto es de vital importancia la investigación exhaustiva de requerimientos para los distintos espacios del programa arquitectónico, esto mediante el análisis de reglamentos nacionales e internacionales, guías, artículos técnico-científicos, estudio de casos y la recopilación de datos a través de conversaciones con expertos en el tema (entre ellos el Ing. Adolfo Chaves encargados del planteamiento del proyecto,

mas no del diseño arquitectónico, al ser un proyecto del gobierno, una vez aceptado, debe abrirse una licitación pública para así elegir a un ganador que se encargará de la parte arquitectónica).

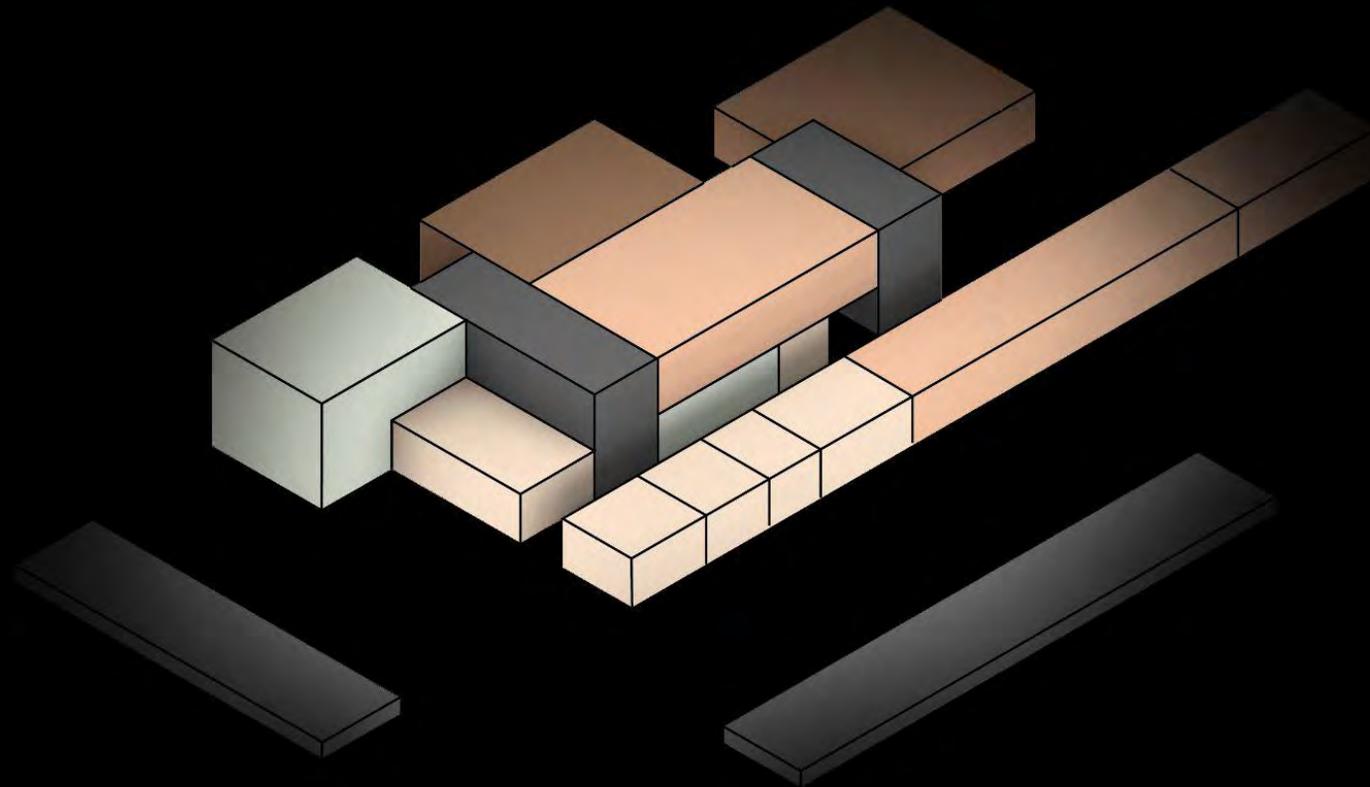


Figura 1.11. Diagrama de Relación de Espacios
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Etapas 3. Diseño arquitectónico (insinuaciones, intuición profesional, visión general, análisis de necesidades de las actividades y medidas, exploración espacial, croquis, collage, maquetas explorativas, modelado 3D, visualización 3D) y plan maestro para su ampliación e integración con Ad Astra Rocket Company

Se desarrolló mediante una metodología que, aunque no está definida como tal, existe, se aprende y ejecuta durante todos los años de carrera en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica. Esta metodología consiste en un proceso ciertamente personal, de desarrollo de ideas y conocimientos ligados a los insumos descubiertos en el lugar, que se definen como importantes para la propuesta de trabajo, sumando el estar enfocadas a la teoría de diseño integrado y al concepto de edificio de alto desempeño.

Esta metodología se puede considerar entonces, como un traslape de todos los resultados obtenidos de los análisis realizados en las etapas anteriores, con los conocimientos sobre diseño adquiridos en la academia durante la etapa de estudio de la carrera de arquitectura, y las experiencias en ejercicios pasados similares, como análisis de sitio y anteproyectos de diseño.

Algunas de las primeras prácticas que se establecen en esta etapa de diseño se desarrollan bajo una cierta "intuición personal", que nacen de sugerencias del sitio, estas intuiciones claramente van acompañadas o son guiadas por los conocimientos "profesionales" que posee el diseñador. Y que complementa con herramientas como la exploración en croquis, diagramas, maquetas y programas de modelado 3D, para obtener una visión primeramente general y cada vez más específica del proyecto, considerando a lo largo de todo este proceso hallazgos realizados en las etapas anteriores, como por ejemplo la definición de las actividades, metraje, reglamentos y condiciones deseables, en el programa arquitectónico.

Como el diseño se enfoca en proyectar un edificio de alto desempeño se utilizaron guías especializadas con sus propios mecanismos de evaluación y toma de decisiones como base para las pautas de diseño.



Figura 1.12. Fachada Principal ASTERI
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

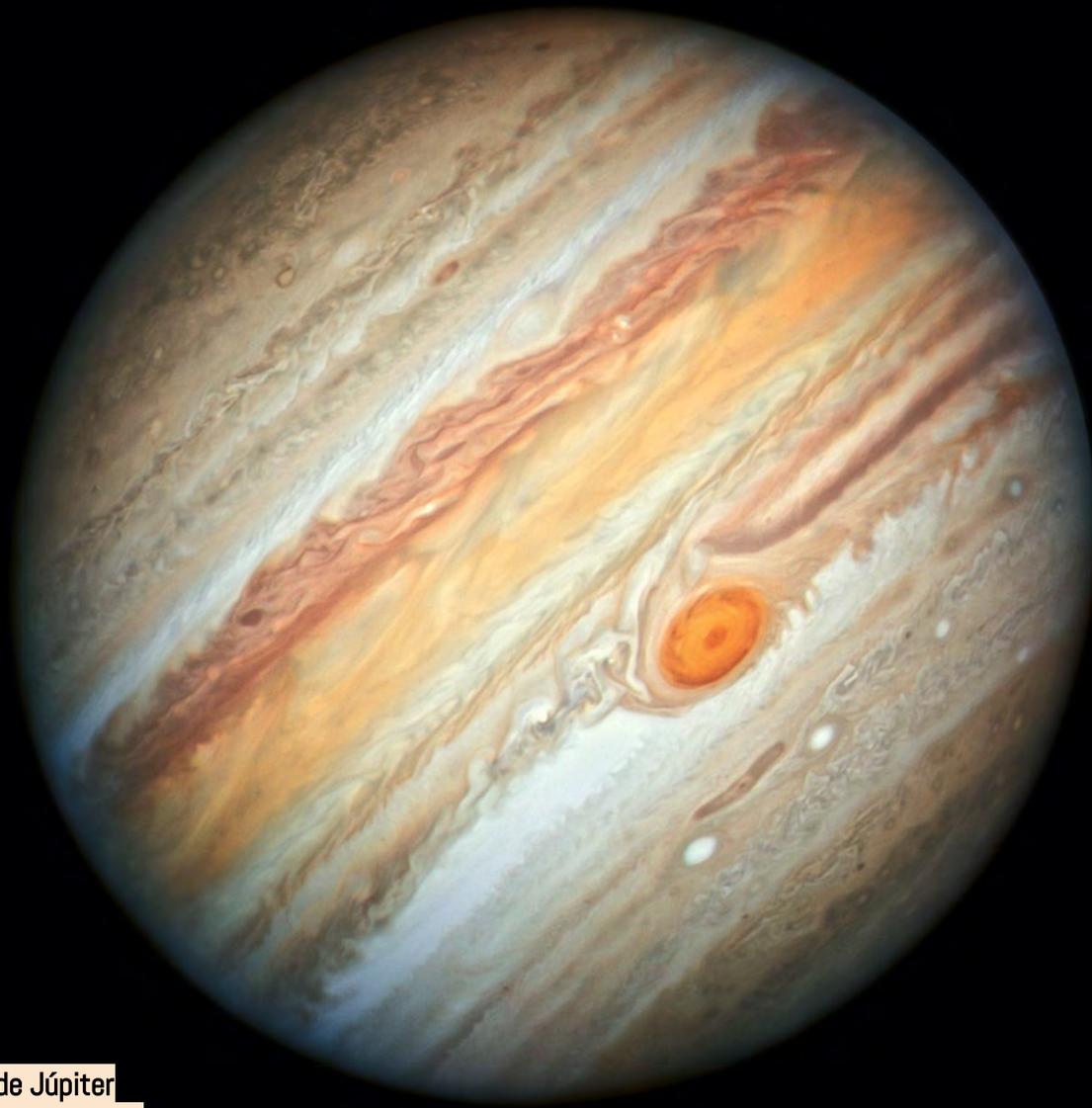


Figura 2.1. Fotografía de Júpiter
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.2

Análisis de Sitio y Emplazamiento de la Propuesta

En el Capítulo 2 se desarrollará todo lo relacionado al objetivo específico 1 de la propuesta, el cual se redacta de nuevo a continuación para tenerlo presente y refrescar antes de adentrarnos en el desarrollo del mismo:

Objetivo Específico 1.

Examinar, en escala meso y micro, las características físico-espaciales del campus 'La Flor' de la Universidad EARTH, en Liberia, identificando los posibles puntos de emplazamiento de la propuesta y la escala de las intervenciones en el sitio

2.2-Análisis Macro: El Cantón de Liberia

Como limitación de la propuesta y su contexto físico/espacial se trabajará en el cantón de Liberia.

Situada en la gran planicie guanacasteca, la ciudad de Liberia es la cabecera y cantón primero de la provincia de Guanacaste, creado el 7 de diciembre de 1848, dista aproximadamente 203 km de la ciudad de San José.

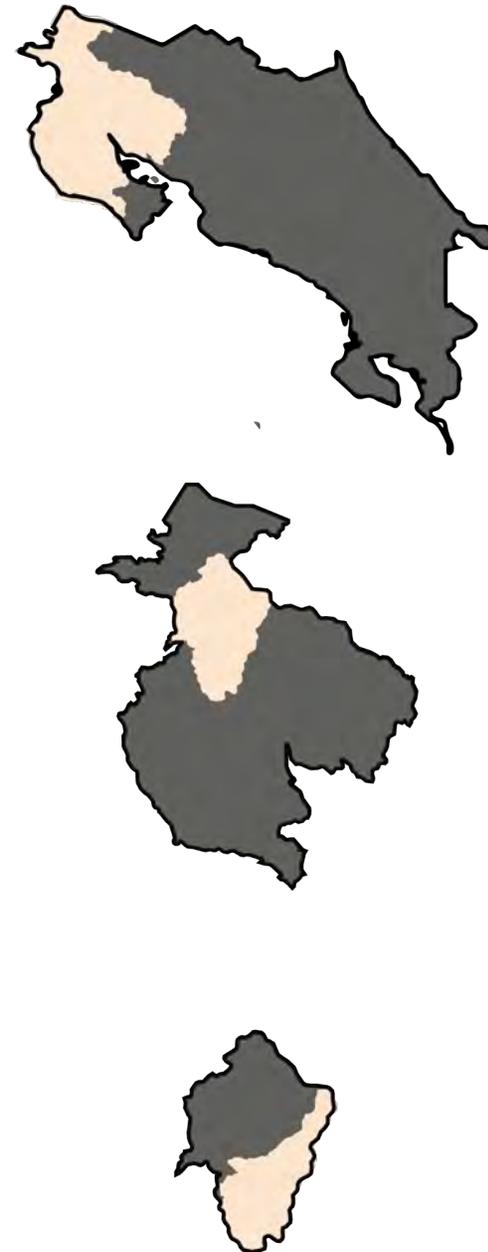
Limita al este con Bagaces, al oeste con el Océano Pacífico, al norte y noroeste con La Cruz, al noreste con Upala y al Sur y Suroeste con Carrillo.

Su superficie es de **1.567,67 km²**, distribuidos en cinco distritos: Liberia, Cañas Dulces, Mayorga, Nacascolo y Curubandé.

Cuenta con una altura promedio de 144 m sobre el nivel del mar, prevalece un clima cálido, donde la temperatura promedio oscila entre los 26 y 28 grados centígrados.

Figura 2.2. Mapas de Ubicación de Liberia

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



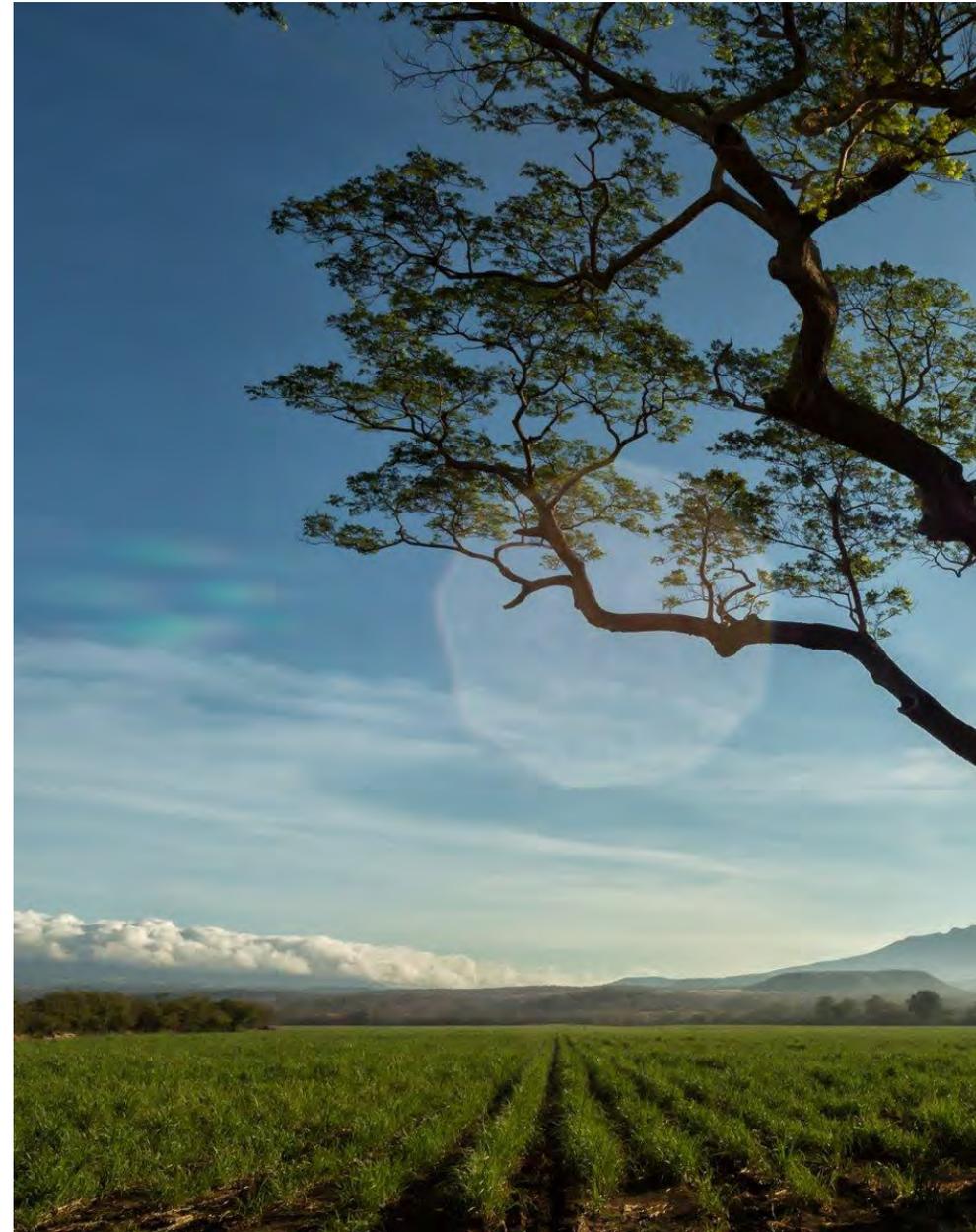
Posee dos estaciones muy marcadas, donde en la época de lluvia son muy comunes las inundaciones y en verano las fuertes sequías.

Entre las razones por las cuáles los profesionales detrás de la propuesta de este centro, representantes ante el gobierno de la república de los que ya hemos hablado, decidieron elegir este cantón están las declaraciones realizadas por el **Dr. Chang-Díaz**, quien señaló que mediante un estudio de Mapeo Aeroespacial, demostró que Liberia cuenta con las capacidades necesarias para el diseño, construcción y operación de una agencia espacial, más específicamente dadas las condiciones climatológicas, espaciales y de mano de obra en la zona, similares a las de Cabo Cañaveral (sede del Kennedy Space Center).

También debido a que la ciudad cuenta con materia prima que se puede obtener de proveedores locales y se pueden realizar trabajos de exploración científica gracias a la cantidad de recursos naturales existentes en la zona.

Figura 2.3. Fotografía de Guanacaste

Fuente: [Página web natgeo.com](http://pagina.web.natgeo.com)



De igual manera, comenta el astronauta que Guanacaste tiene margen para el desarrollo y no está saturado como el Gran Área Metropolitana; menciona que el país está muy centralizado y sería bueno que las inversiones se distribuyan mejor geográficamente.

Agrega el Dr. Chaves en una entrevista realizada por el grupo TECspace del ITCR, que **“Liberia es un lugar muy plano, aislado, con poca contaminación lumínica, con baja nubosidad prácticamente a diario durante el día y la noche”** (Chaves, 2021), principalmente en la época seca, factores que ayudarían en la tarea del control de satélites, por ejemplo, o la observación de estrellas, además de lo ya mencionado, cuenta con un aeropuerto internacional, lo cual facilita las visitas de profesionales extranjeros o a la hora de importar y/o exportar equipo.

Es de suma importancia mencionar la existencia de proyectos de Investigación Científica ya existentes en la zona, tanto estatales como privados, ubicados dentro de la

Universidad EARTH, así podría comenzar a concebirse esta área como un clúster científico.

Es principalmente por estas razones por las cuales se ha decidido que la ubicación de esta propuesta será en la ciudad de Liberia y aún más específicamente se ha seleccionado el campus universitario de La Flor, de la universidad EARTH.

En el mapa de la derecha podemos conocer algunos datos importantes con respecto a la localización. Liberia se encuentra a unos 212 km de la ciudad capital, por medio de la ruta nacional 1 (carretera interamericana). También vemos algunas ciudades importantes que quedan a lo largo de esta ruta para poder ubicarnos de una manera más acertada.

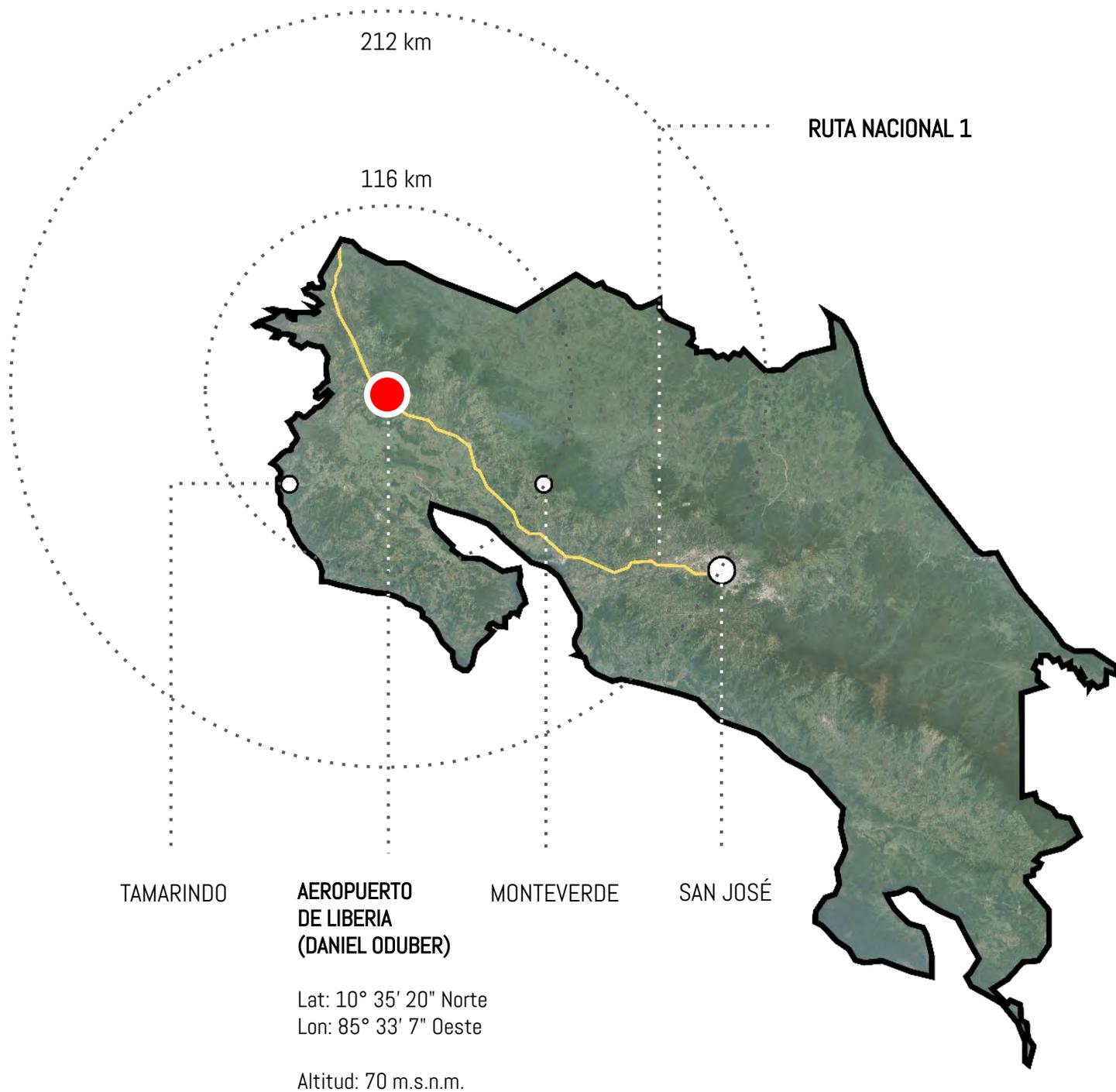


Figura 2.3.1. Mapa de Localización
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Datos Climáticos:

Su clima es Tropical Seco. Se caracteriza por ser fresco y ventoso desde noviembre hasta febrero, cálido y seco en los meses de marzo y abril, así como lluvioso y húmedo desde finales de abril hasta finales de noviembre, con fuertes lluvias en septiembre y octubre.

Las temperaturas rondan entre los 17 °C y los 35 °C con un promedio de temperatura anual de 26 °C. Los extremos históricos en la ciudad de Liberia son de 12,8 °C como temperatura mínima y 40,1 °C como temperatura máxima.

Mientras tanto, las tierras del cantón ubicadas en la Cordillera de Guanacaste, gozan de un clima templado a frío condicionado por la altitud, con una variación significativa en la humedad absoluta.

Su punto más frío se encuentra en las cumbres del macizo volcánico Rincón de la Vieja, donde las temperaturas pueden llegar hasta los 5 °C.

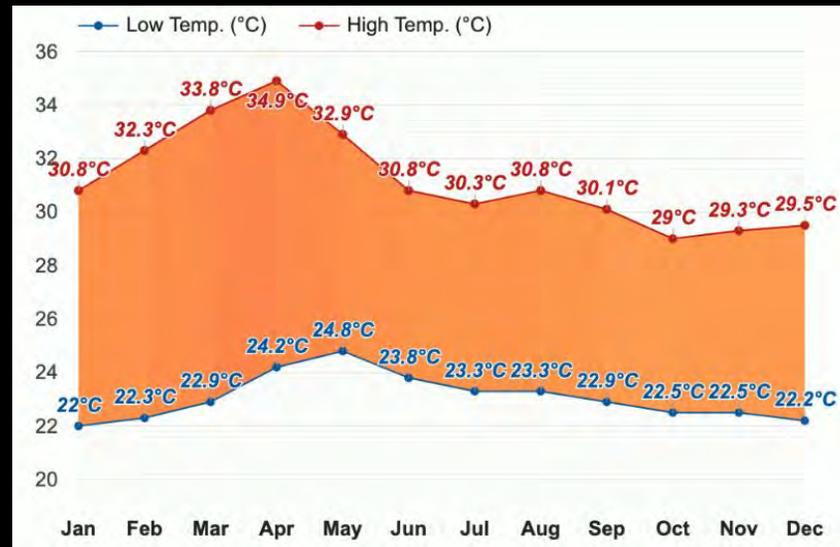


Figura 2.4.1. Tabla de Temperatura por Mes en Liberia
Fuente: página web www.weather-atlas.com

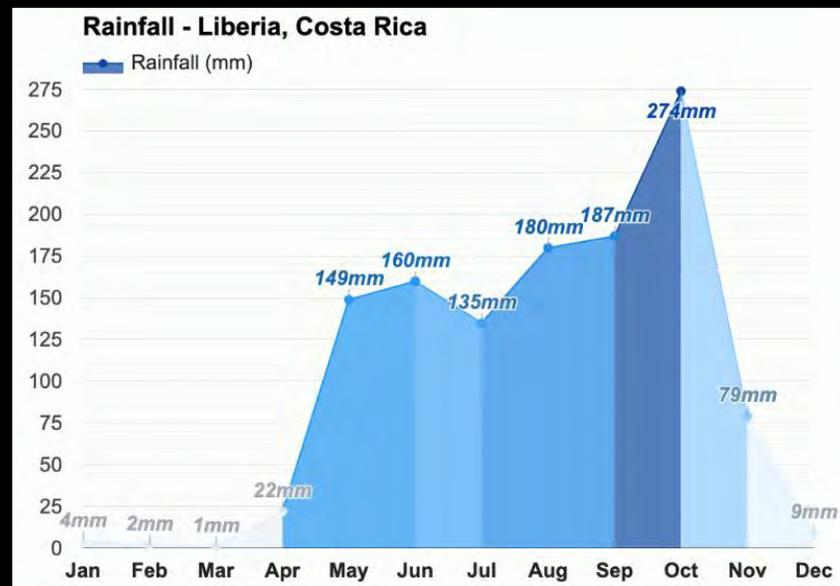


Figura 2.4.2. Tabla de Precipitación Mensual en Liberia
Fuente: página web www.weather-atlas.com

| Provincia / Cantón | Patronos, Agricultura, ganadería, caza y selvicultura | Patronos, Pesca | Patronos, Explotación de minas y canteras | Patronos, Industrias manufactureras | Patronos, Electricidad, gas y agua | Patronos, Construcción |
|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| Total Nacional | 5.777 | 302 | 75 | 4.160 | 123 | 4.727 |
| Provincia Guanacaste | 720 | 47 | 24 | 187 | 22 | 465 |
| Liberia | 111 | 2 | 1 | 35 | 2 | 71 |

Figura 2.5.1. Datos absolutos de actividad económica en el cantón de Liberia

Fuente: página web www.muniliberia.go.cr

| Provincia / Cantón | Patronos, Comercio, reparación de vehículos automotores y enseres domésticos | Patronos, Hoteles y restaurantes | Patronos, Transporte, almacenamiento y comunicaciones | Patronos, Intermediación financiera | Patronos, Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler | Patronos, Administración pública y defensa |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Total Nacional | 13.874 | 2.593 | 4.676 | 642 | 7.191 | 386 |
| Provincia Guanacaste | 858 | 445 | 311 | 28 | 346 | 70 |
| Liberia | 209 | 63 | 85 | 6 | 86 | 33 |

Figura 2.5.2. Datos absolutos de actividad económica en el cantón de Liberia

Fuente: página web www.muniliberia.go.cr

Datos Demográficos:

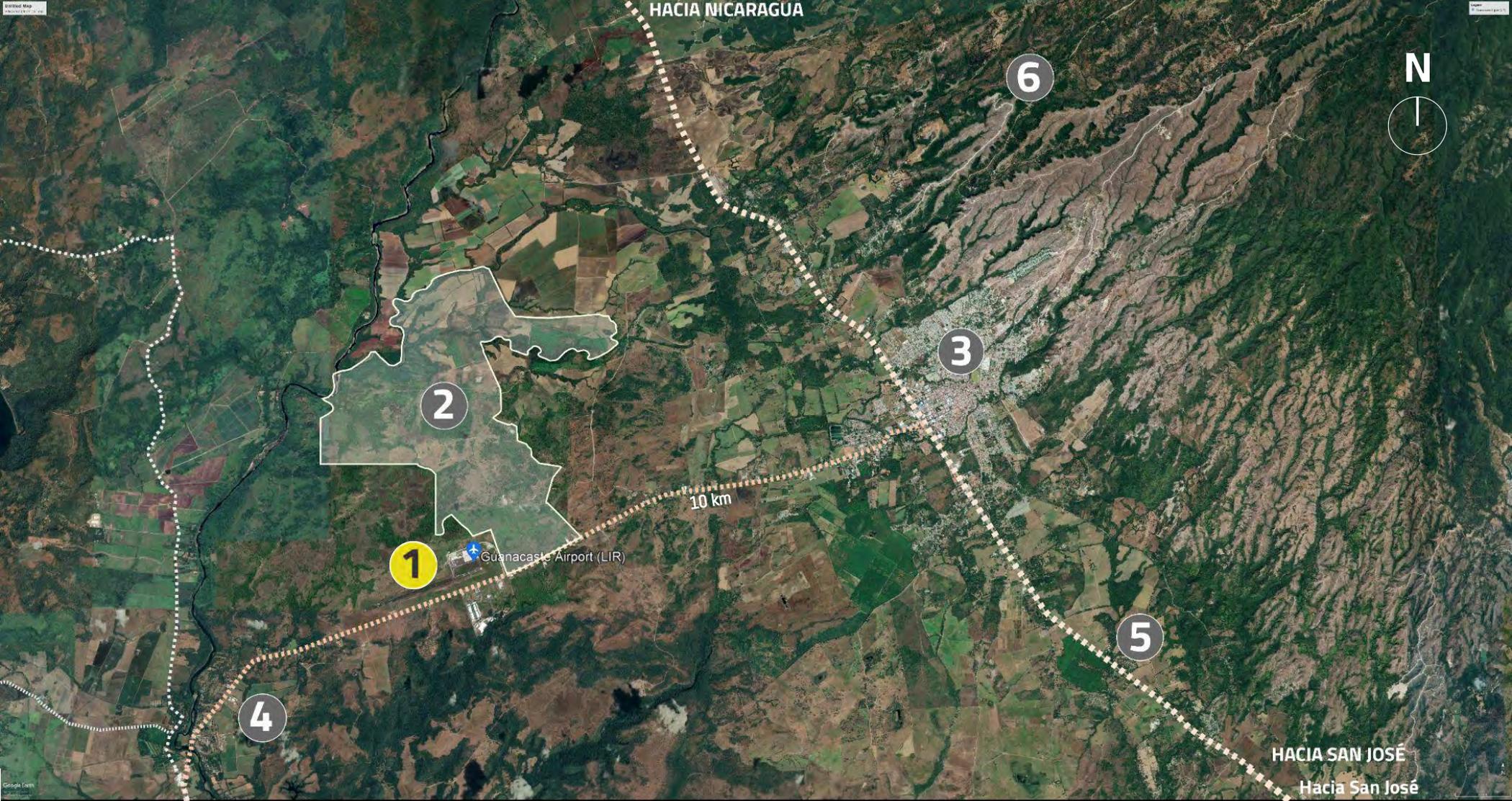
Para el año 2023, Liberia cuenta con una población estimada de 78 312 habitantes. Y para el último censo, efectuado en 2011, Liberia contaba con una población de 53 382 habitantes.

De estos 78 312 personas, se dividen en: 39 636 hombres y 38 676 mujeres.

Representa alrededor del 98,83% del total del cantón.

De ellos, alrededor de 45,000 viven en el área metropolitana de la ciudad de Liberia, una de las aglomeraciones urbanas más grandes del país fuera del Valle Central. Liberia es el centro regional más importante del noroeste de Costa Rica.

Gran parte de las personas que habitan Liberia se dedican a actividades relacionadas con la agricultura.



1. AEROPUERTO DANIEL ODUBER

2. HACIENDA LA FLOR

3. LIBERIA CENTRO

4. GUARDIA

5. SALTO

6. CURUBANDÉ DE LIBERIA



Ruta Nacional 1



Ruta 21



Ruta 253



Ruta 254

Figura 2.6. Mapa de Ubicación de
Escala Macro
 Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

En el mapa de la izquierda hay datos e información importante a recalcar.

Comenzando con el punto número 1, el cual es el **Aeropuerto Internacional Daniel Oduber** y será nuestro punto de anclaje para siempre estar ubicados en el sitio cuando analicemos los demás mapas, por esta razón es que es el único número con un color diferente.

Podemos ver que el aeropuerto se encuentra a unos 10 km aproximadamente del centro de Liberia, sobre la ruta 21 que es la que pasa justo en frente de él.

También tenemos algunas ciudades circundantes para terminar de ubicarnos de mejor manera, como lo son la 4, 5 y 6.

Y por último, en el punto 2 se delimita la huella de la universidad EARTH.

2.3-Análisis Meso: El Campus La Flor

En 2004 la familia de Daniel Oduber Quirós, expresidente de la República de Costa Rica, donó a la Universidad EARTH la Hacienda La Flor, terreno de **1,500 hectáreas** ubicado en Liberia, Guanacaste, Costa Rica, con la intención de promover el desarrollo de la región.

La Universidad EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda), ubicada en Guácimo (Limón), y EARTH La Flor, en Guanacaste, es una universidad privada sin fines de lucro, fundada en 1990, que ofrece un programa de pregrado que permite alcanzar la licenciatura en ciencias agrícolas.

Desde su llegada a este territorio único, el personal de EARTH, su facultad y estudiantes han estado comprometidos a descubrir el potencial y calcular las alternativas de desarrollo que cumplan con los principios y criterios de la Universidad, sus valores y la misión que perseguimos.

Después de investigar y consultar con expertos y líderes, ellos están actualmente en la etapa de



Figura 2.7. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr



Figura 2.8. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr



Figura 2.9. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr



Figura 2.10. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr



Figura 2.11. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr



Figura 2.12. Instalaciones EARTH La Flor
Fuente: página web earth.ac.cr

planeación y desarrollo de este campus, el cual promete ser un centro de investigación, desarrollo e innovación.

La EARTH ofrece seminarios abiertos y programas de capacitaciones en áreas como energía solar, eólica y micro hidroeléctrica, biomasa, biogás y manejo de residuos, así como en carbono neutralidad, empresariedad y agricultura sostenible.

El Campus La Flor posee una ubicación geográfica estratégica, ya que se encuentra a escasos minutos del centro de la ciudad de Liberia, aproximadamente 10 en automóvil.

Además es un punto de fácil acceso, a un par de kilómetros de la carretera principal de la ciudad y a 5 minutos aproximadamente, en automóvil desde el aeropuerto internacional Daniel Oduber.

También se aprovecha su parcial aislamiento para lograr localizarse en un lugar más privado por temas de seguridad y confidencialidad.

Ad Astra Rocket Co., el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y Casa Phillips S.A. se han vuelto parte del proyecto y son grandes partidarios de los esfuerzos por crear un desarrollo grupal único en Guanacaste.



1. AEROPUERTO DANIEL ODUBER

2. ACCESO PRINCIPAL AL CAMPUS LA FLOR

3. AD ASTRA ROCKET COMPANY

4. INSTALACIONES UNIVERSIDAD EARTH

Ruta 21

.....
Calle Principal Hacienda La Flor

Figura 2.13. Mapa de Ubicación de
Escala Meso
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

En este mapa que tenemos al lado, lo más valioso es acercarnos y ver de una manera más clara la delimitación espacial de la finca La Flor además poder definir la infraestructura existente en la zona.

Vemos que a 2 km del acceso principal a la finca hallamos las instalaciones de Ad Astra Rocket Co. y la ACIB, en el punto identificado con un 3. Luego, avanzamos 5 km más hacia el norte y, en el punto número 4, encontramos las instalaciones principales de la universidad.

De esta manera, habiendo hallado los asentamientos más importantes dentro del campus, pudimos definir dos zonas a estudiar para convertirse en el eventual emplazamiento del proyecto.



1. AEROPUERTO DANIEL ODUBER

3. PUNTOS DE EMPLAZAMIENTO "A" Y "B"

4. PUNTO DE EMPLAZAMIENTO C

Ruta 21

.....
Calle Principal Hacienda La Flor

Figura 2.14. Mapa de Ubicación de Puntos de Emplazamiento
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

2.3.1-Posibles puntos de emplazamiento

Este análisis meso nos indica que existen varios puntos de emplazamiento que se pueden tomar en consideración antes de seleccionar uno en específico. Antes de la escogencia final del lote, discutiremos los pros y contras de los tres sitios predeterminados.

A cada sitio se le ha otorgado una letra, así que los llamaremos **punto A, B y C**. Estos puntos están definidos en el mapa de la izquierda.

Entre las ventajas de los puntos **A y B** están la cercanía con la entrada al campus, cercanía con Ad Astra Rocket Company y ACIB, terrenos con poca pendiente y escasa masa vegetal existente lo que los hacen excelentes candidatos para construir en ellos.

Entre las desventajas del punto A está que de ser necesario expandir infraestructura colocada aquí es necesario expandir en el eje norte-sur ya que al

este y al oeste delimitará con infraestructura existente vecina.

Entre las ventajas de utilizar el **punto C**, están la cercanía con las instalaciones principales de la Universidad, un mayor aislamiento del acceso principal al campus, posibilidad de expandirse en todas las direcciones.

Sin embargo, entre las desventajas están: terreno con una densidad vegetal alta, habría que quitar muchos árboles para poder construir el ingreso, la pendiente es un poco más irregular, no existiría una conexión inmediata con Ad Astra Rocket Company y mayor lejanía con el acceso principal al campus. Además que al encontrarse cerca de las instalaciones principales de la universidad, donde incluso hay residencias para estudiantes y trabajadores, habrá una mayor contaminación lumínica inmediata en horas de la noche, algo que podría ser contraproducente para las actividades que se podrían realizar en ASTERI en horas de la noche o madrugada.



Figura 2.15. Imagen Satelital de Punto A y B
Fuente: Google Earth.

Puntos de emplazamiento A y B, delimitados con líneas blancas y relleno rojo. Se encuentran a 2 km del acceso principal al campus, cerca de dos proyectos de naturaleza investigativa-científica.



Figura 2.16. Imagen Satelital de Punto C.
Fuente: Google Earth.

Punto de emplazamiento C, delimitado con líneas blancas y relleno rojo. Se encuentra justo en frente del complejo de instalaciones principales de la Universidad. Para llegar a este punto hay una distancia de unos 6 km desde el acceso principal al campus.

2.4-Análisis Micro: El Locus

Se elige finalmente el lote intermediario entre Ad Astra Rocket Company y A.C.I.B. para colocar la etapa I de ASTERI.

Es una finca de **7 235m²**, de **63m de frente** y **114 de profundidad**. Está ubicada en una zona de uso de suelo industrial que permite el emplazamiento de ASTERI en dicho punto.

Sobre los accesos al sitio, vemos que existen dos. Un acceso vehicular principal al sur del terreno, que actualmente se encuentra compuesto de lastre compactado, y una calle secundaria al norte, que actualmente se encuentra abandonada y con cobertura vegetal baja predominante.

En cuanto a la topografía del sitio, es una parcela bastante plana, donde encontramos una pendiente de aproximadamente 3 a 4% que se incrementa gradualmente en sentido sur-norte, lo cual la hace un lugar bastante accesible para trabajar sin necesidad de movimientos de tierra significativos.

Un gran bosque, o mancha verde predominante en el sitio se sitúa en la esquina norte del lote, creando un límite o barrera entre el sitio de la Agencia Costarricense de Investigaciones Biomédicas y el proyecto de este trabajo.

La vegetación es baja y de mediana altura, no se encuentran árboles de más de 10m a 15m de alto, además de caducifolia, esto quiere decir que en la época seca del año, pierde sus hojas.

Los vientos predominantes provienen desde el noreste y el este, dependiendo de la época del año. Son fuertes las ráfagas, por lo que el proyecto vecino de Ad Astra Rocket Company ha decidido colocar una torre eólica y generar su propia energía, algo a considerar y explotar en el diseño de la propuesta.

La posibilidad de expandir infraestructura en este terreno es posible, en el eje norte-sur mas no en el eje este-oeste, como lo vimos en el apartado de posibles puntos de emplazamiento.



Figura 2.17. Mapa de Ubicación de Cámaras
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

En este mapa ubicamos algunas de las cámaras o ángulos desde los cuales se tomaron las siguientes imágenes del sitio elegido que vamos a ver. Estas imágenes fueron tomadas en una visita a la finca al iniciar los estudios de análisis de sitio en el año 2021.



Figura 2.18. Imagen del Lote Seleccionado
Fuente: Corea Ulloa, L. (2021).

Cámara número 1, desde el acceso vehicular de proyecto de ACIB, viendo la calle principal que pasa frente a los lotes para entender mejor la pendiente o desnivel entre el acceso y el locus. A la izquierda estaría el punto de emplazamiento A y hacia la derecha al cruzar dicha calle está el punto de emplazamiento B.



Figura 2.19. Imagen del Lote Seleccionado
Fuente: Corea Ulloa, L. (2021).

Cámara número 2, acercándonos más al lote para la Etapa I. Podemos ver la poca pendiente, la escasa masa vegetal, y al fondo a la derecha las instalaciones de Ad Astra Rocket Company.



Figura 2.20. Imagen del Lote Seleccionado
Fuente: Corea Ulloa, L. (2021).

Cámara número 3, desde la calle de lastre. En esta imagen apreciamos el bosque que se concentra en la esquina norte del sitio, creando una barrera natural y de protección al fondo del emplazamiento. Vegetación baja y caducifolia.



Figura 2.21. Imagen del Lote Seleccionado
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Cámara número 4, justo en medio de la calle. Se pueden apreciar de mejor manera los 2 puntos de emplazamiento, A y B, izquierda y derecha y la conexión entre ellos. También apreciamos que en general los terrenos son muy planos y durante la época seca vemos estos cielos casi totalmente despejados.

En esta fotografía de la derecha, observamos el acceso al lote planteado para la Etapa II.

Plano y nivelado con la calle de acceso. Hallamos algunos arbustos o árboles muy bajos.

Al fondo la vegetación continúa y genera una barrera de protección alrededor del terreno.

Además, mencionar que al estar tan alejado de las instalaciones principales de la universidad y cerca de proyectos que no trabajan las 24 horas del día, la contaminación lumínica inmediata es casi nula.

Figura 2.22. Imagen del Lote Seleccionado para Ampliación

Fuente: Corea Ulloa, L. (2021).





Figura 2.23. Imagen del Lote Seleccionado para Ampliación
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

2.4.2-Análisis Micro: Reglamentación y Legislación

El proyecto al encontrarse en el distrito de Liberia, está sujeto a seguir las normas del plan regulador del cantón homónimo.

Gracias al Plan Regulador del Cantón de Liberia, que sería el documento principal en términos de reglamentación, sabemos que existen algunas limitaciones o normativas que influyen en la arquitectura de la propuesta directamente.

Entre ellas podemos mencionar las alturas máximas permitidas, el número de niveles, la huella máxima de construcción, entre otros que vemos resumidos en la columna de la derecha.

RESUMEN DE DATOS

Plan Regulador:

Cantón de Liberia

Uso de Suelo:

Industrial

Cobertura Máxima:

60%

Altura Máxima:

3 Niveles

12 metros

Retiros:

Retiro frontal de 6 metros

Retiro lateral de 3 metros

Retiro posterior de 6 metros

Frente Mínimo de Lote:

20 metros

Fondo Mínimo de Lote:

20 metros

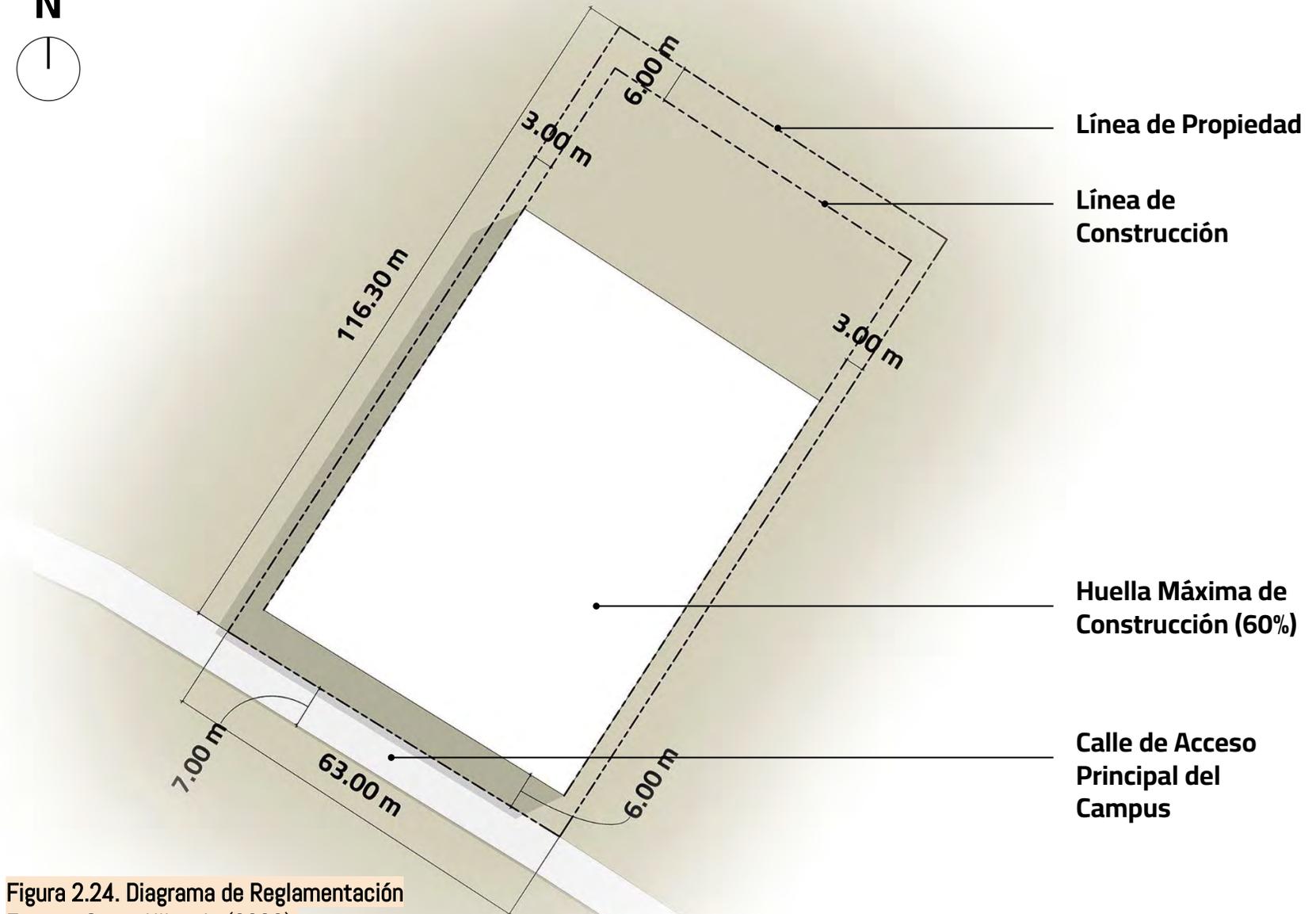
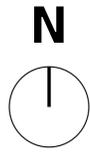


Figura 2.24. Diagrama de Reglamentación
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

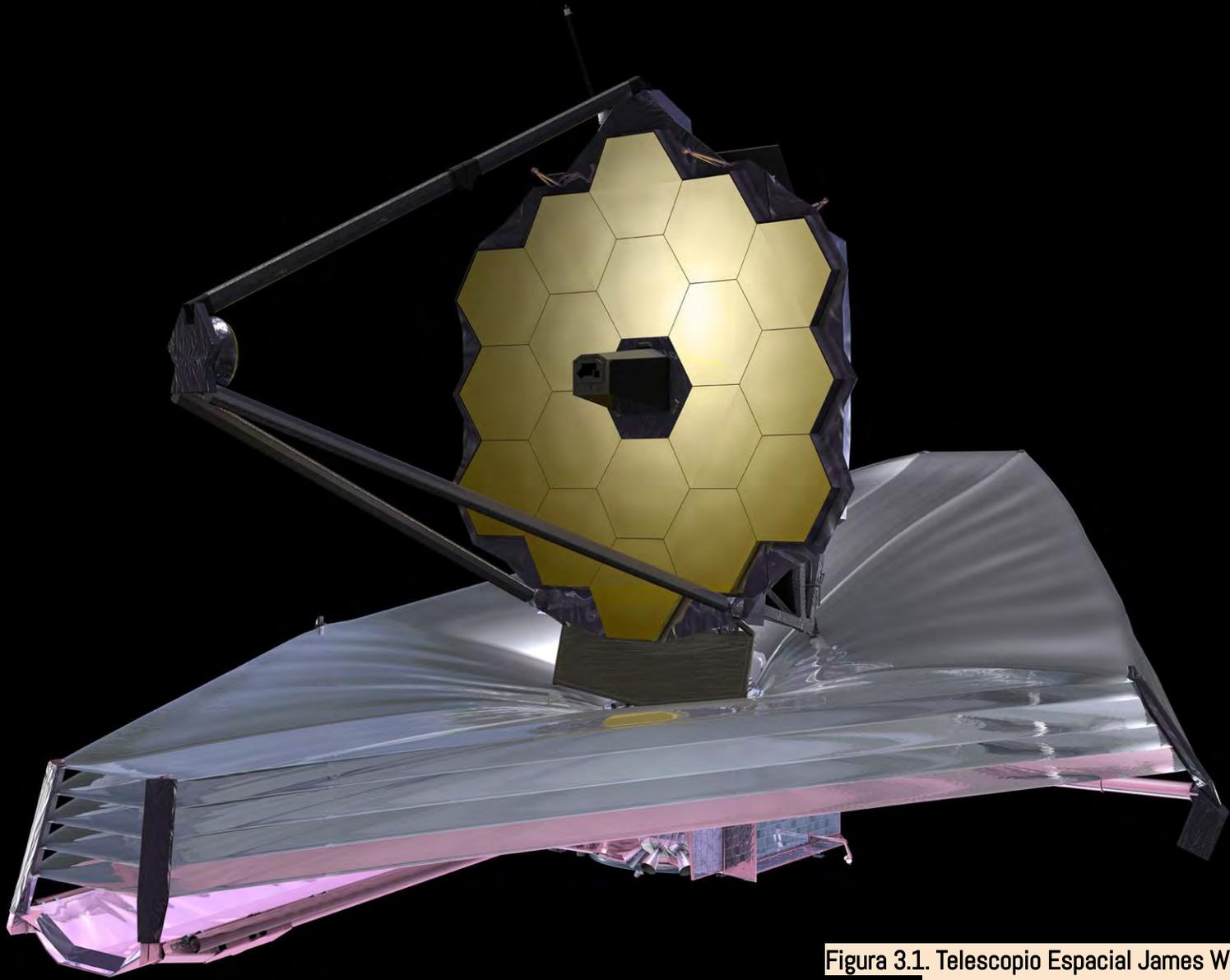


Figura 3.1. Telescopio Espacial James Webb
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.3

Definición de Requerimientos Espaciales y Funcionales

En el Capítulo 3 se desarrollará todo lo relacionado al objetivo específico 2 de la propuesta, el cual se redacta de nuevo a continuación para tenerlo presente y refrescar antes de adentrarnos en el desarrollo del mismo:

Objetivo Específico 2.

Definir los alcances y requerimientos espaciales y funcionales necesarios en el proyecto, mediante un análisis de casos de estudio, precisando los requisitos y las condiciones esenciales para la propuesta.

3.2-Precursores

Para que este trabajo tuviera un inicio, se necesitaron personas, pioneros y pioneras en el tema, que sentaran las bases para que Costa Rica pudiera hablar de investigación aeroespacial y propuestas como la presente se vieran cada vez más cercanas a la realidad del país y no como una utopía.

A continuación una lista de personas precursoras que ayudaron directa e indirectamente al planteamiento y desarrollo de esta propuesta, de las cuales se extrae información esencial para lograr un proyecto aterrizado, acercado a la realidad nacional.



Adolfo Chaves Jiménez

Adolfo Chaves Jiménez, es un investigador y docente del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Nació en San Ramón, en la provincia de Alajuela en Costa Rica.

Es ingeniero en electrónica por el ITCR, especialista en sistemas y control del instituto holandés de sistemas y control (DISC) y doctor en sistemas espaciales de la Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft) en Países Bajos.

Ha trabajado en los proyectos satelitales Delfi-n3Xt (TU Delft), Proyecto Irazú (Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio e ITCR) y en la actualidad es el coordinador del equipo costarricense del Proyecto GWSat, que se realiza en conjunto con la Universidad George Washington, Estados Unidos, y de contraparte costarricense de la red BIRDS de desarrollo de pequeños satélites en países en desarrollo coordinada por la Universidad Tecnológica de Kyushu, Japón.

Figura 3.2. Fotografía del Dr. Adolfo Chaves

Fuente: página web www.tec.ac.cr

Es cofundador y coordinador del Laboratorio de Sistemas Espaciales (SETEC Lab) del ITCR, coautor del proyecto para la creación de la Agencia Espacial Costarricense, y seleccionado como parte de la tripulación de la primera misión espacial tripulada Latinoamericana, LATCOSMOS, que consiste en un vuelo suborbital de propósito científico.

Fue una persona con un papel muy importante en la presente propuesta, ya que gracias a una entrevista personal, él Dr. Chaves mencionó las actividades principales que busca el proyecto real poseer cuando se construya.

Figura 3.3. Fotografía del Dr. Adolfo Chaves

Fuente: página web www.tec.ac.cr





Eldon Caldwell Marín

El Dr. Eldon Caldwell Marín es profesor costarricense catedrático de la Universidad de Costa Rica y director de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Junto a la diputada Montiel, al doctor Chaves y el doctor Johan Carvajal, es uno de los coautores del proyecto para la creación de la Agencia Espacial Costarricense.

Entre las actividades relacionadas a la investigación espacial que ha realizado el Doctor Caldwell en la Universidad de Costa Rica podemos mencionar su trabajo en el campo de la robótica, el cual será de bastante relevancia en la etapa final de la propuesta arquitectónica de ASTERI.

Figura 3.4. Fotografía del Dr. Eldon Caldwell

Fuente: página web ucr.ac.cr

Aida Montiel Héctor

Aida Montiel Héctor, nacida en San José, es una abogada, historiadora y política costarricense, antigua diputada del Partido Liberación Nacional en el período 2018-2022.

En 2019 con la ayuda de un equipo de expertos en temas aeroespaciales, presenta el proyecto de ley para la creación de la Agencia Espacial Costarricense. Ley 9960, expediente 21.330, *ver anexos para mayor información.*

Figura 3.5. Fotografía de la diputada Aida Montiel
Fuente: página web del periódico La Nación



Franklin Chang-Díaz

Es un astronauta (retirado en julio de 2005) y físico costarricense, nacionalizado estadounidense desde 1977.

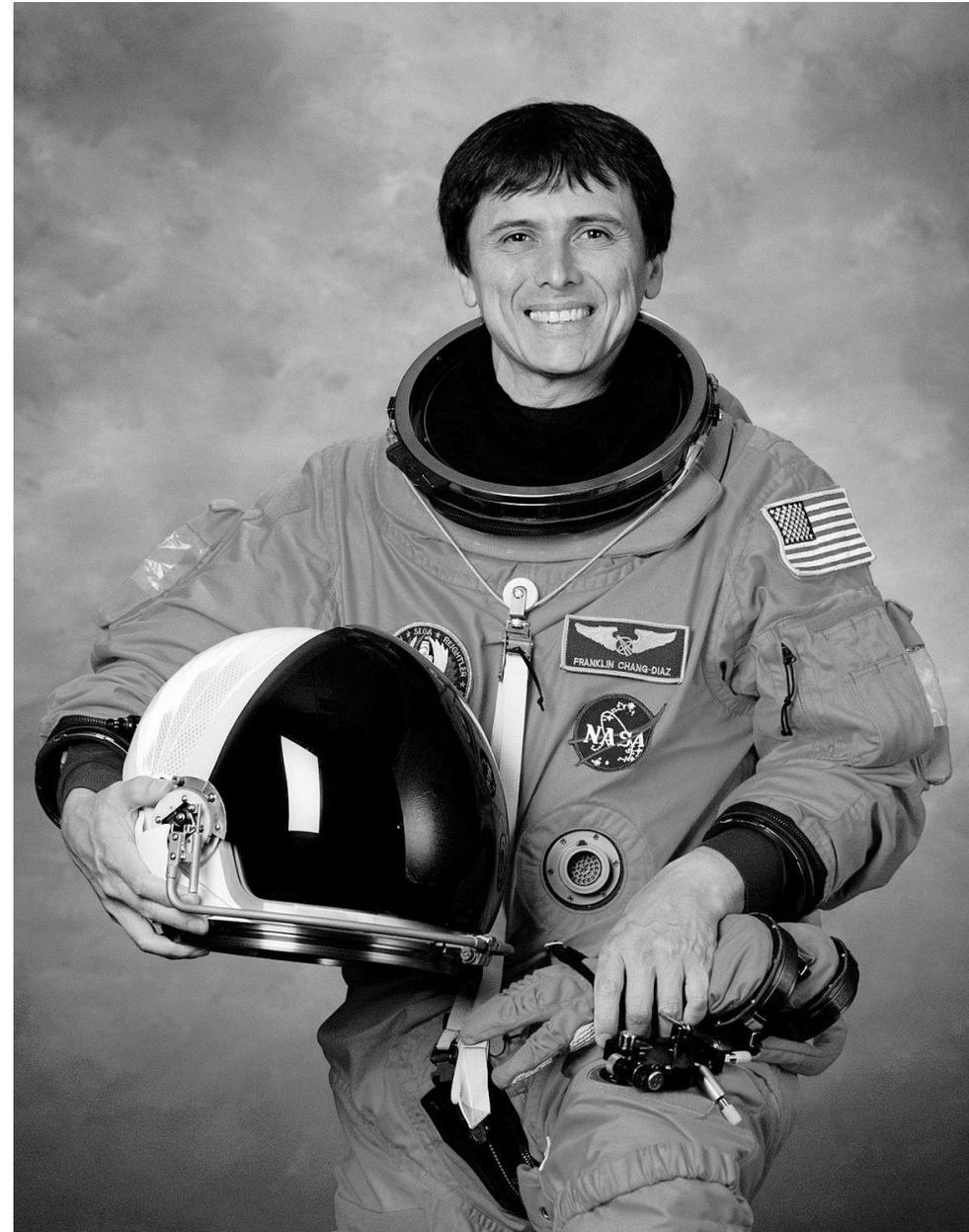
Fue el primer astronauta costarricense de la NASA sin ascendencia estadounidense, y uno de los hombres con más misiones. Comparte el récord de número de viajes al espacio a bordo del transbordador espacial, con un total de siete misiones de la NASA, llevadas a cabo entre 1986 y 2002.

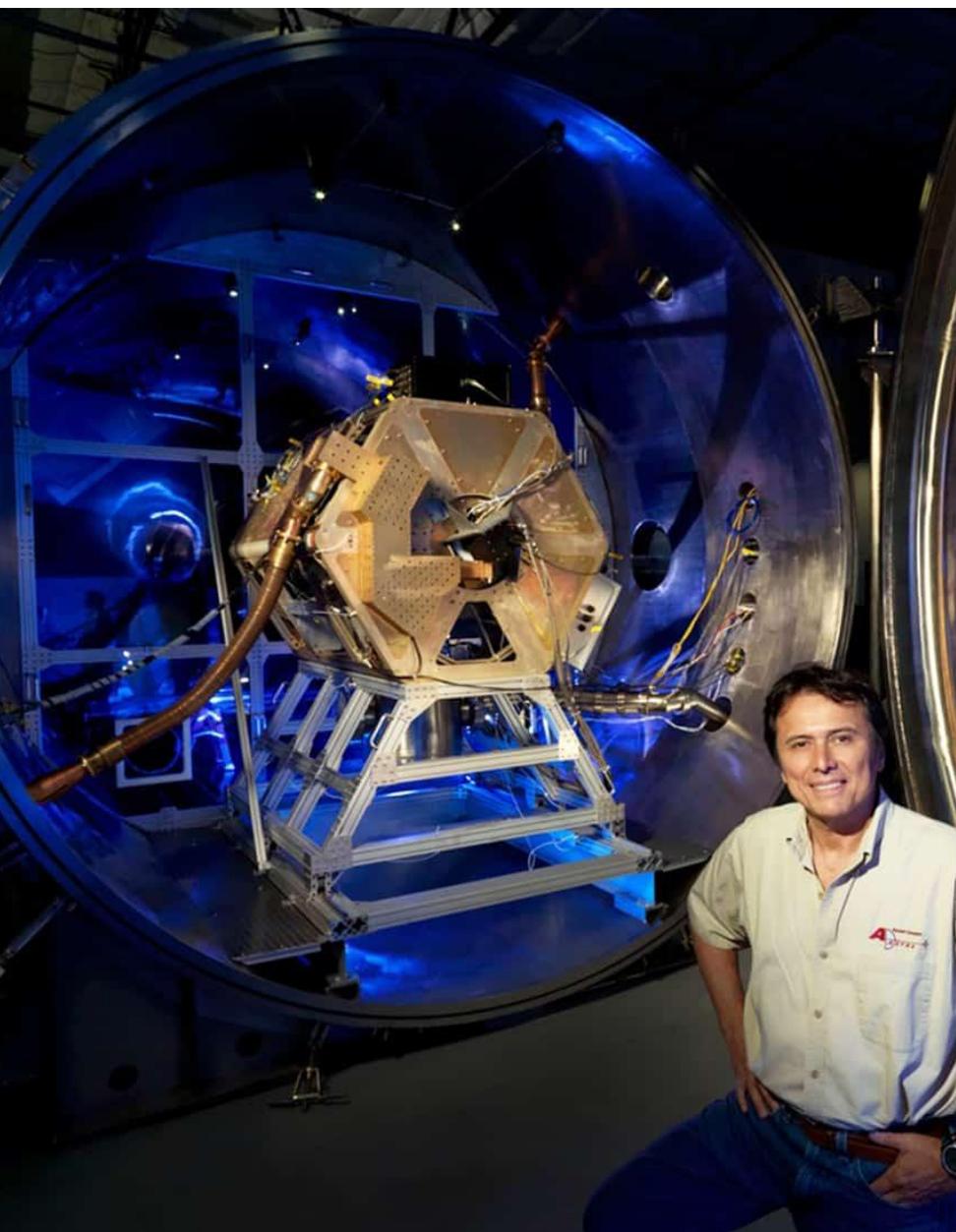
Forma parte del salón de la Fama de la NASA.

Cursó sus estudios y se graduó en el Colegio De La Salle en San José, Costa Rica, en noviembre de 1967, y de la escuela preparatoria Hartford en Hartford, Connecticut, en 1969.

Figura 3.6. Fotografía de Franklin Chang-Díaz

Fuente: página web www.nasa.gov





Posteriormente, ingresó a la Universidad de Connecticut, donde obtuvo el título de Ingeniería Mecánica en 1973. Cuatro años más tarde obtuvo el doctorado en Ingeniería nuclear, por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Su investigación doctoral se basó en la tecnología de fusión, y propulsión a chorro basada en plasma.

Ingresó a la NASA en 1980, y fue seleccionado como astronauta en 1981. Estuvo a cargo de diversos proyectos durante cinco años, hasta el 12 de enero de 1986, cuando vio cumplir su sueño de viajar al espacio, en la misión STS 61-C del Transbordador Columbia que despegó desde el Centro Espacial Kennedy.

A partir del año 2005, el doctor Chang-Díaz fundó en Costa Rica una subsidiaria de Ad Astra Rocket Company y consiste en un laboratorio construido aproximadamente a 10 km de la ciudad de Liberia, Guanacaste, en el campus de la Universidad Earth.

Figura 3.7. Fotografía de Franklin Chang-Díaz

Fuente: página web nasa.gov

Las tareas principales de AARC-CR son:

1. Construir un aparato altamente flexible para explorar la optimización de una fuente de plasma para la tecnología de propulsión espacial VASIMR.
2. Medir el calor residual de la fuente y caracterizar su distribución.
3. Crear diseños de ingeniería para remover el calor residual eficazmente.

Franklin Chang-Díaz fue profesor adjunto de Física en la Universidad de Rice y en la Universidad de Houston, y director del **Laboratorio de Propulsión Espacial Avanzada en el Centro Espacial Johnson.**

Figura 3.8. Fotografía del Museo del JPL de la NASA

Fuente: página web www.nasa.gov





Giovanni Martínez Castillo

Geovanni Martínez Castillo es un ingeniero eléctrico costarricense, obtuvo el título de Doctor en Ingeniería (Dr.-Ing.) por el "Institut für Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung (tnt)" (Instituto de Telecomunicación Teórica y Procesamiento de Información), ahora llamado "Institut für Informationsverarbeitung", de la Leibniz Universität Hannover, Alemania, en 1998.

Actualmente investiga un algoritmo basado en visión por computador, conocido como algoritmo de odometría NIR ToF monocular.

Este es capaz de determinar la posición y orientación de un robot de exploración planetaria a partir del multiprocesamiento de dos señales, una señal de vídeo monocular en infrarrojo cercano (NIR) y una señal de profundidad en tiempo de vuelo (ToF), ambas proporcionadas por una cámara NIR ToF fijada rígidamente al lado del robot mirando hacia la superficie, y también lo

Figura 3.9. Fotografía de Giovanni Martínez Castillo

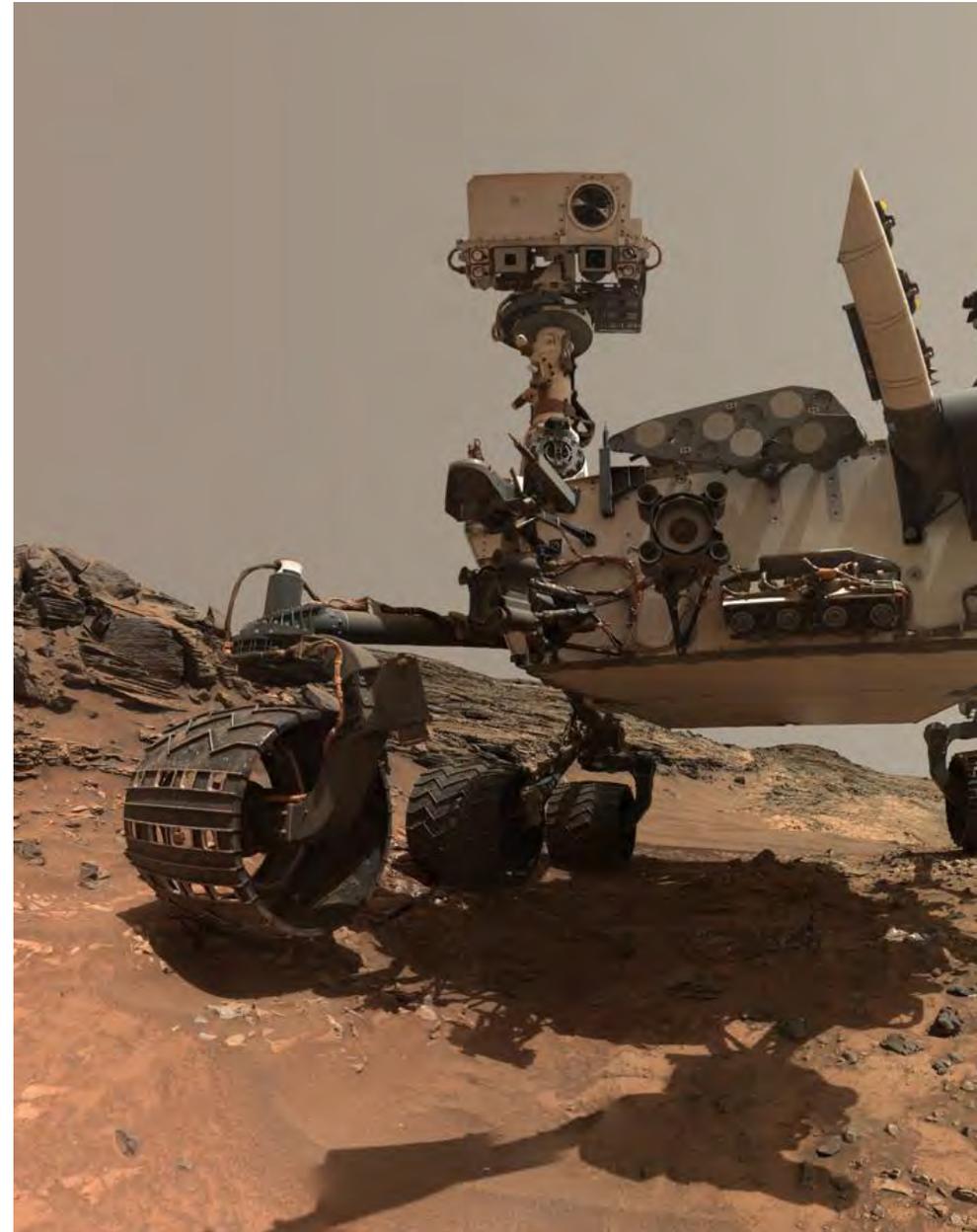
Fuente: página web www.ucr.ac.cr

está ampliando para construir un mapa simultáneamente de la superficie por la que ha pasado el robot, con el fin de transformarlo en un algoritmo monocular de localización y mapeo simultáneos, a menudo denominado SLAM monocular.

En 2019 junto a estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica trabajó en El Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador (IPCV-LAB), donde emplean Rovers, como el Seekur Jr. (ver imagen) de la firma Mobile Robots, para probar sistemas de posicionamiento para robots exploradores de este tipo, similares a los que envía la NASA en sus misiones a Marte; la idea es lograr perfeccionar el software que han creado para tal fin y que es introducido en la computadora del Rover para que se ubique con mayor precisión en cualquier terreno.

Figura 3.10. Fotografía del Rover Perseverance de la NASA

Fuente: página web www.nasa.gov



3.3-Lista de Actividades Principales

Como anteriormente se mencionó, un listado de actividades preliminar se pudo definir gracias a la colaboración del **Ingeniero Chaves**, en una entrevista personal. Esto debido a su amplio conocimiento del tema y su relación con la propuesta real de este proyecto. Se podría decir que el doctor Chaves y las personas que él representa, son los clientes de este proyecto.

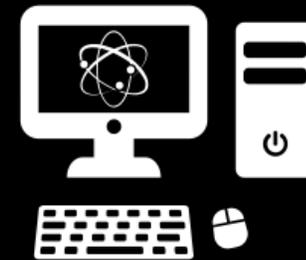
Entre los espacios o áreas mencionadas por el Doctor, tenemos:

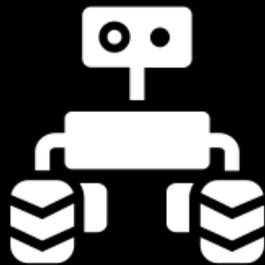
1. un laboratorio multiuso
2. un auditorio
3. un museo del espacio y del aire

Además de la necesidad de una cubierta amplia para colocar antenas de control.

Estas actividades son la columna vertebral de ASTERI y alrededor de ellas se comenzó a construir el resto del esqueleto..

Para mayor información, ver Anexo 1. Programa Arquitectónico Preliminar.





3.3.1-Lista de Actividades Secundarias

Por parte de cuenta personal, para crear un programa arquitectónico más completo, se decidió investigar las actividades aeroespaciales realizadas actualmente por profesionales costarricenses e incluir algunas en ASTERI.

Gracias a una entrevista realizada por el periódico Delfino con el doctor Chang-Díaz, se halló una lista de actividades que podrían incluirse en el programa arquitectónico de ASTERI, para fortalecer los servicios que ofrece. Entre las actividades que se mencionan, encontramos el **control de satélites, telecomunicaciones y creación de mapas estelares** (Chang-Díaz, 2021).

También, gracias al doctor Martínez Castillo y tomando en consideración la gran hazaña internacional que significó la puesta en órbita del satélite artificial Irazú, se definió como importante dedicar un espacio dentro del proyecto en el cual puedan realizarse tareas como el **ensamble y prototipado de vehículos flotantes y rodantes no tripulados para entornos no terrestres**.

Para mayor información, ver Anexo 1. Programa Arquitectónico Preliminar.

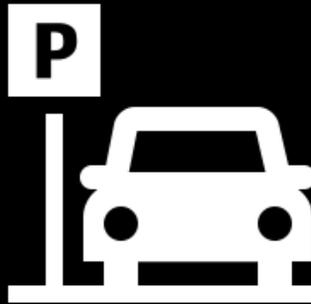
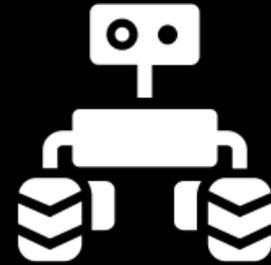
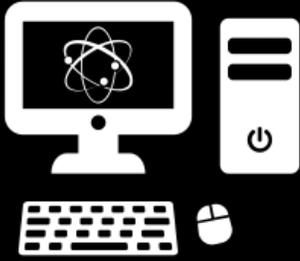
3.3.2-Actividades Complementarias

Luego de contar con el listado de las actividades principales, se agregaron las actividades secundarias escogidas y por último agregamos las actividades complementarias o de servicio para que el proyecto funcione adecuadamente.

Entre estos espacios complementarios tenemos: el área de oficinas administrativas, un comedor para trabajadores permanentes y para personas visitantes, núcleos de baños públicos y cuartos de limpieza, cuartos electromecánicos, un área de disposición de basura, parqueos para visitantes y parqueos para residentes y la zona de carga y descarga.

Para mayor información, ver Anexo 1. Programa Arquitectónico Preliminar.





ACTIVIDADES Y ESPACIOS PRINCIPALES PRELIMINARES



Dr. Adolfo Chaves

Ingeniero en electrónica. Doctor en sistemas espaciales. Profesor del ITCR

- 1. LABORATORIO MULTIUSO
- 2. AUDITORIO
- 3. MUSEO DEL AIRE Y DEL ESPACIO

ACTIVIDADES Y ESPACIOS SECUNDARIOS



Dr. Giovanni Martínez

Ingeniero eléctrico. Profesor catedrático de la UCR.

+



Dr. Eldon Caldwell

Ingeniero. Director de la escuela de ingeniería industrial, UCR.

+



Dr. Franklin Chang

Ingeniero mecánico. Astronauta retirado de la NASA

=

SISTEMAS DE APOYO A LA VIDA / ESPACIOS COMPLEMENTARIOS

- 8. BODEGAS
- 9. CUARTOS DE MÁQUINAS

- 10. BAÑOS
- 11. PARQUEOS

- 12. OFICINAS
- 13. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN



- 4. LABORATORIO DE CONTROL DE SATÉLITES**
- 5. LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES**
- 6. LABORATORIO DE ANÁLISIS DE DATOS DE RADIOTELESCOPIOS**

- 7. TALLER DE ENSAMBLE Y PROTOTIPADO DE VEHÍCULOS FLOTANTES Y RODANTES PARA ENTORNOS NO TERRESTRES**

Este diagrama a la izquierda resume de una manera visual, cómo y por qué se eligieron las actividades que se incluyeron en la propuesta.

Además de mostrarlas con su respectiva jerarquía e importancia para el proyecto.

Figura 3.10.1. Diagrama de la Definición de Actividades

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

3.4-Estudio de Casos

Estos, son proyectos contruidos o no contruidos de los cuales se pueden analizar sus soluciones ante distintos factores y solicitudes similares o iguales a los que se trabajaron en esta propuesta, ya sea por temas del tipo de proyecto, escala, ubicación, seguridad, etc.

A

Laboratorio de Propulsión a Chorro

Figura 3.11. Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL)
Fuente: Página web www.nasa.gov

Ubicación: California, EUA

Diseño: Clasificado

Año: 1936

Este es un proyecto de la NASA, ubicado en el estado de California, en la ciudad de Pasadena.

Es un centro espacial que posee un área de exposición, similar a lo planteado para ASTERI, además de un auditorio y sus espacios de investigación que reflejan la demanda de investigación espacial en EE.UU, al ser laboratorios y talleres de una escala muchísimo mayor a la necesaria para un país 190 veces más pequeño, como lo es Costa Rica.

Entre los hallazgos más importantes del estudio de este proyecto podemos mencionar:

1. El uso de la Guía de Diseño para Instalaciones de la NASA, la cual se utilizó como base para la presente propuesta
2. La necesidad de contar con un cuarto limpio ('clean room' en inglés) donde se lleven a cabo las actividades relacionadas al ensamble de objetos y a su empaquetado para ser enviados a otras partes del país o del mundo.

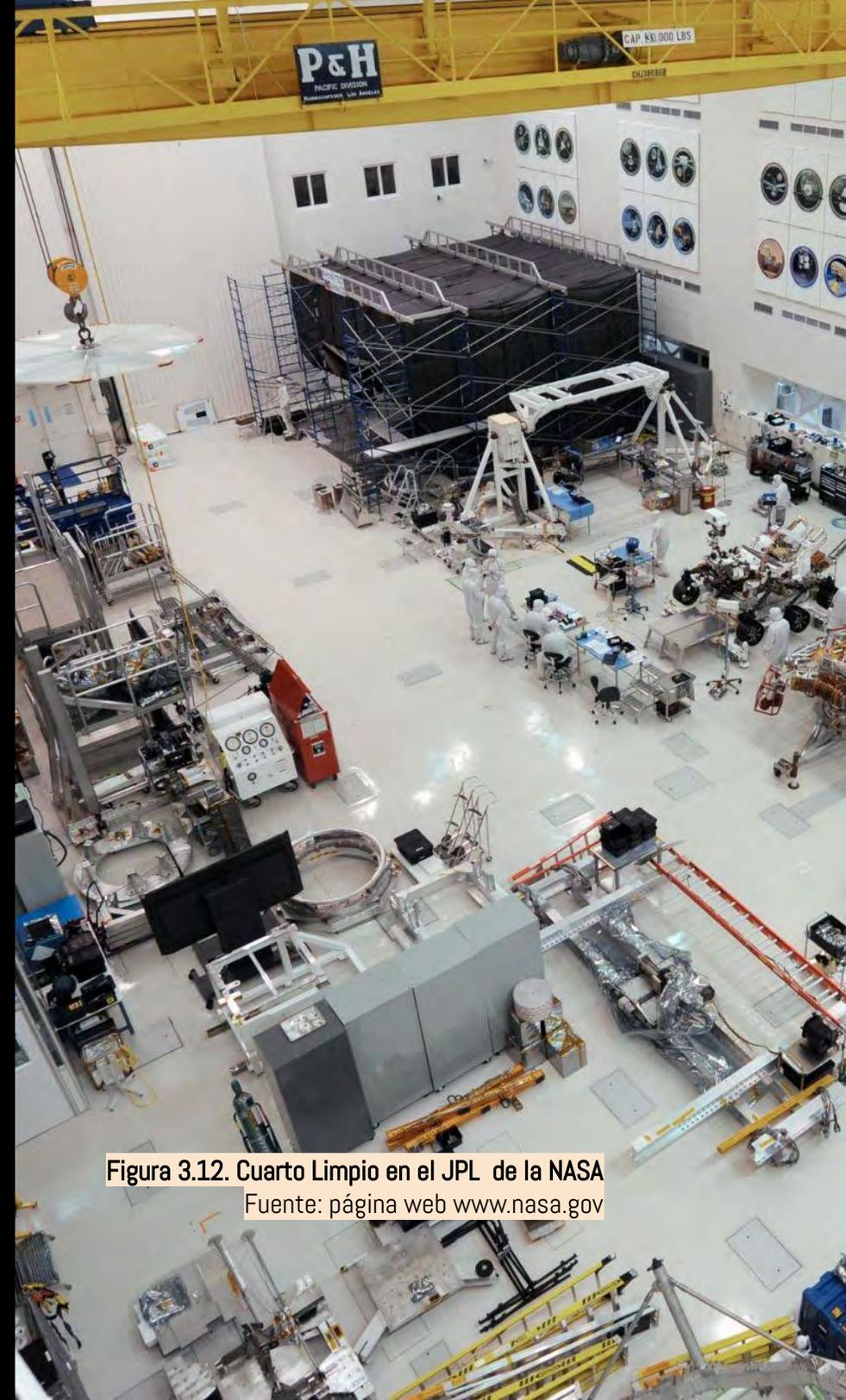


Figura 3.12. Cuarto Limpio en el JPL de la NASA

Fuente: página web www.nasa.gov

B

Centro Espacial Kennedy



Figura 3.13. Exterior del Centro Espacial Kennedy
Fuente: página web www.nasa.gov

Ubicación: Florida, EUA
Diseño: Charles Luckman
Año: 1962

Este podría ser el proyecto de investigación espacial más famoso del mundo, e incluso se podría decir que el más grande.

Ubicado en el estado de Florida en los Estados Unidos de América, el Centro Espacial Kennedy fue construido en los Estados Unidos con el objetivo inicial de servir como sitio de lanzamiento para el cohete Saturno V, el vehículo espacial funcional más grande y poderoso de la historia.

Sus dimensiones son aproximadamente 55 km de largo, y alrededor de 10 km de ancho, cubriendo un total de 570 km². Un total de 13.100 empleados trabajaban en el Centro Espacial en 2011.

Además este centro cuenta con programas de enseñanza de diversos temas, por mencionar uno la robótica, y campamentos espaciales para niños y niñas de los 4 a los 11 años, así que esto se toma como ejemplo para poder incluirlo en esta propuesta, sin embargo al no formar parte de las actividades esenciales actuales, se propone para la etapa de ampliación a 5 años.



Figura 3.14. Imagen del Centro Espacial Kennedy
Fuente: página web www.nasa.gov

C

DLR SpaceLIFT Bremen

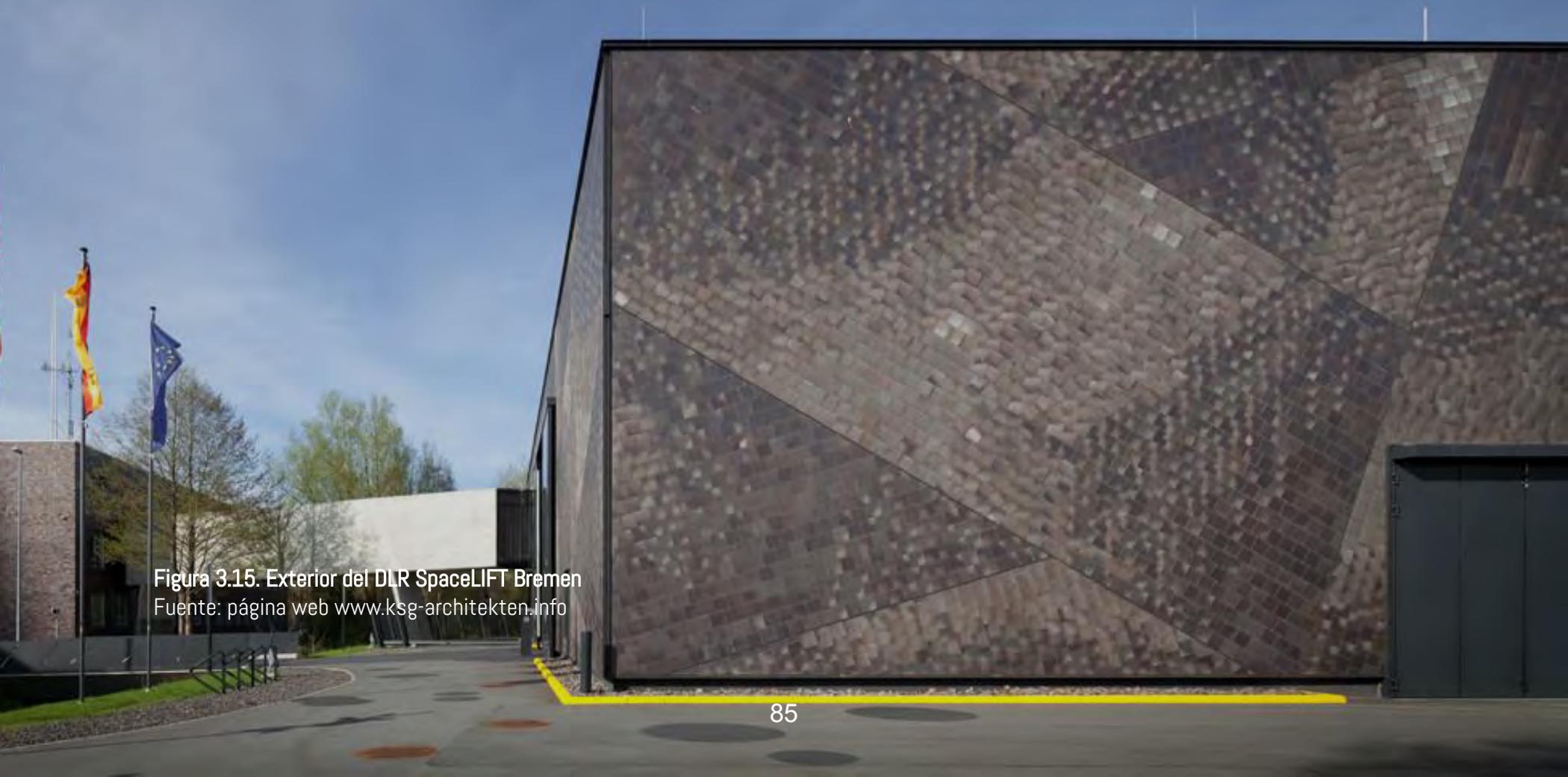


Figura 3.15. Exterior del DLR SpaceLIFT Bremen
Fuente: página web www.ksg-architekten.info

Ubicación: Bremen, Alemania.

Diseño: Architekten BDA Feldschnieders + Kister,
KSG Architekten

Año: 2012

El DLR-RY en Bremen es un edificio de investigación para el 'Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt' (Centro Aeroespacial Alemán, en español) ubicado en el borde del campus universitario de la universidad de Bremen.

El proyecto conecta un edificio existente, el Ecom1, por un puente y consta de una edificación de laboratorios de dos niveles.

Es un proyecto mucho más complejo al que se trata en este trabajo, debido a las actividades que ocurren dentro de él, por ejemplo el ensamblaje de satélites de gran escala y otros equipos aeroespaciales como telescopios requiere instalaciones y salas de laboratorio altamente especializadas.

Se requieren salas limpias y talleres para la tecnología de sistemas, además de laboratorios de prueba y desarrollo altamente técnicos. Este proyecto sería el siguiente nivel al que podría llegar la presente propuesta, una vez que Costa Rica se encuentre mejor situado y con mayor experiencia, inversión y oportunidades en el campo aeroespacial.



Figura 3.16. Interior del DLR SpaceLIFT Bremen

Fuente: página web www.ksg-architekten.info

D

Centro de Control de Satelital de España

Figura 3.17. Exterior del Centro de Control Satelital de España
Fuente: página web www.estudioherreros.com

Ubicación: Madrid, España.

Diseño: Estudio Herreros

Año: 2010

El centro de control satelital de Madrid, se analizó para comprender el proceso de control de satélites y la recolección y análisis de información y los espacios en los cuales esto se lleva a cabo.

Asimismo, estudiar configuración y el tipo de mobiliario fue de suma importancia.

Los Centros de Control llevan a cabo el control orbital de los satélites de HISPASAT teniendo capacidad para operar satélites en configuración nominal y de emergencia.

El Segmento Terreno de HISPASAT está formado por varios centros de control distribuidos entre Europa y América. Actualmente, desde los Centros de Control de HISPASAT se gestionan satélites situados en posiciones orbitales a 30°O, 61°O y 29°E.

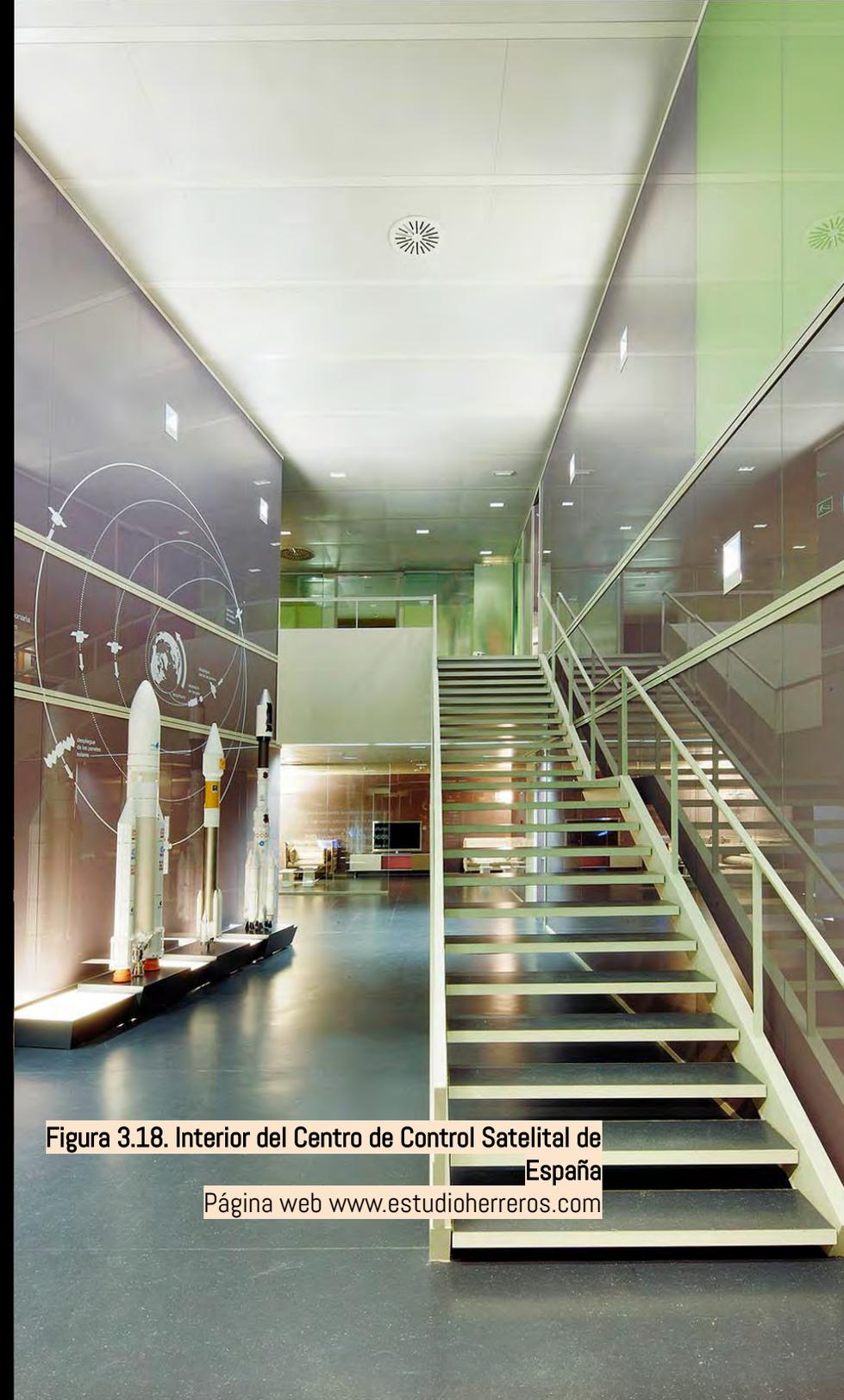


Figura 3.18. Interior del Centro de Control Satelital de España

Página web www.estudioherrerros.com

E

Centro de Investigaciones Biomédicas



Figura 3.19. Exterior del Centro de Investigaciones Biomédicas de Costa Rica

Fuente: página web www.nortesurarquitectos.com

Ubicación: Guanacaste, Costa Rica.

Diseño: Nortedur Arquitectos

Año: 2016

Este tercer estudio de caso es un edificio ubicado en Liberia, en el campus universitario La Flor, donde se prevé que podría ser un sitio idóneo para el emplazamiento de la propuesta de este trabajo, por lo que se realiza este estudio para hallar

Entre los puntos importantes de por qué se eligió este proyecto, destacan: la escala, el área constructiva de esta edificación es similar a lo que se estimó que necesitará la propuesta ASTERI. La ubicación, su emplazamiento es en Liberia así que se analizaron las soluciones constructivas, materialísticas, climáticas y técnicas. Su naturaleza, al ser un proyecto de carácter investigativo científico se pudo analizar su funcionamiento en planta y las distintas dinámicas y configuraciones espaciales además de las necesidades de cada espacio.

También se elige debido a ser un proyecto nacional, gracias a esto se puede analizar las soluciones constructivas, funcionales y técnicas permitidas en Costa Rica con sus reglamentos para las construcciones.



Figura 3.20. Interior del Centro de Investigaciones Biomédicas de Costa Rica

Página web www.nortedurarquitectos.com

F

Universidad Comunitaria de Bristol

Figura 3.21. Universidad Comunitaria de Bristol
Fuente: página web de Big Bend Studio. www.bigbendstudio.net

Ubicación: Massachussets, EUA.

Diseño: SASAKI

Año: 2016

Para visualizar un edificio de alto desempeño, se ha elegido este proyecto ya que es una obra que cuenta con la certificación ZNE (Zero Net Energy) y LEED Platinum Certification (certificaciones que se otorgan a edificios sostenibles), además de tener en común que su uso es para investigación científica.

Es una edificación en la que una serie de estrategias ayudaron a recortar el gasto energético en un 80%.

El equipo de diseño realizó una inversión estratégica para desarrollar un diseño Zero Net Energy (ZNE), que equilibraría el consumo anual de energía con la energía renovable generada en el sitio (esto es algo que podría explotarse en Costa Rica, debido a que más del 95% de la energía eléctrica es limpia, proveniente de fuentes renovables, como el agua).

El equipo también priorizó el confort, la salud y el bienestar de los ocupantes. Estos factores van de la mano con operaciones eficientes.



Figura 3.22. Universidad Comunitaria de Bristol

Fuente: página web www.bigbendstudio.net

G

Centro de Investigaciones de Productos Lácteos Tillamook

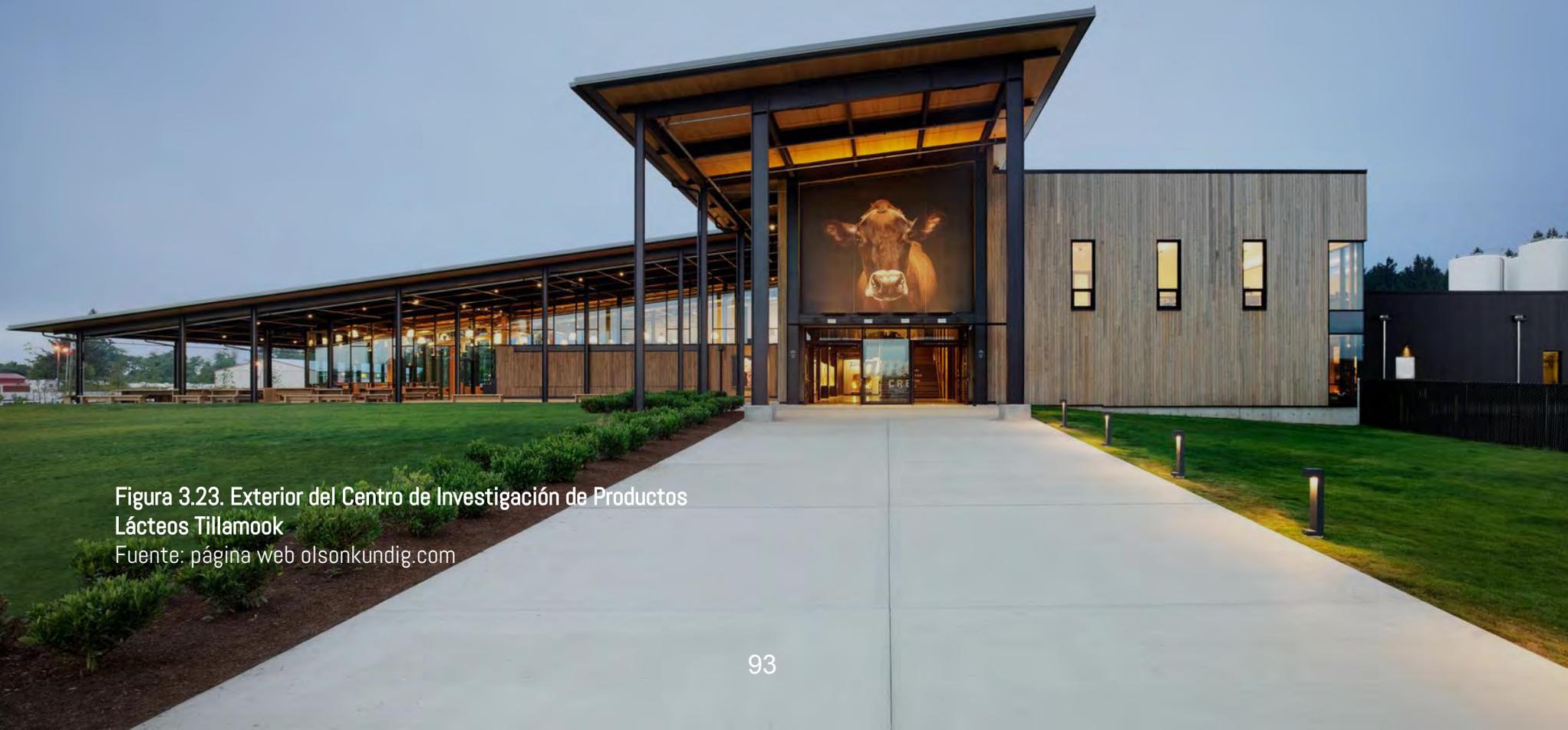


Figura 3.23. Exterior del Centro de Investigación de Productos Lácteos Tillamook
Fuente: página web olsonkundig.com

Ubicación: Oregon, EUA.
Diseño: Olson Kundig
Año: 2018

Hablaremos ahora del proyecto de las instalaciones de la lechería Tillamook, ubicadas en el estado de Oregon.

Esta obra fue seleccionada debido al componente museográfico que se puede encontrar en prácticamente todos los espacios internos del mismo.

Las actividades principales que se dan dentro de estas instalaciones están abiertas al público, en otras palabras el proyecto actúa también como una atracción en sí mismo, enseñando lo que ocurre en él pero también volviéndose una experiencia educativa para el visitante, ya que además de ver los procesos, encontramos espacios con objetos históricos para la empresa Tillamook.

El uso de la herramienta que es el diseño gráfico, las explicaciones de las distintas actividades se sintetizan en afiches y carteles que además brindan



Figura 3.24. Interior del Centro Tillamook
Fuente: página web www.olsonkundig.com

3.5-Argumentaciones Necesarias para Desarrollar el Proyecto

La esencia de este proyecto son sus espacios para la investigación (sus laboratorios y taller), por lo cual la bibliografía que se utilizó estuvo centrada en el diseño de estos. Además de artículos, se mencionan guías especializadas y libros. Entre ellos están:

1. "NASA Facilities Design Guide" (Guía de Diseño para Instalaciones de la NASA)

La Guía de Diseño de Instalaciones tiene como objetivo comunicar y describir la filosofía de diseño de la agencia y proporcionar una única fuente de documentos que enumera las leyes, órdenes ejecutivas, códigos y estándares exigidos por el gobierno federal, así como las directivas de la NASA relacionadas con la construcción y el mantenimiento de las instalaciones.

Esta guía está destinada a ser utilizada como referencia por los gerentes de proyectos de instalaciones de la NASA al determinar los requisitos de diseño y redactar las declaraciones

de trabajo, y por las firmas de arquitectos/ingenieros que pueden tener una experiencia limitada trabajando con la NASA.

Este documento se utilizó como un punto de partida para la propuesta ASTERI, ya que hoy en día, sino es que desde la década de los 70's, la NASA es el más grande y más especializado organismo dedicado a la investigación aeroespacial del mundo, se podría decir que su líder, ya que es la agencia espacial más longeva, de hecho fue la primera del mundo, fundada en el año 1958 y también es la que cuenta con mayor presupuesto anual (\$20.000 millones), por lo tanto es la que desarrolla mayor número de proyectos y la que cuenta con mayor experiencia.

Al utilizar esta guía como base para el diseño de los espacios de ASTERI, nos aseguramos de que estos intenten cumplir con requerimientos que satisfagan necesidades no solamente nacionales

sino también a nivel mundial.

Es también gracias a este manual que la presente propuesta busca poder denominarse **edificación de alto rendimiento**. Ya que, como lo dice en el punto

6.1.1:

"Having high performance buildings is a core principle to NASA. Due to the longevity of use of facilities at NASA centers, as much as fifty years or more, it is important for both architects and engineers to integrate several key goals and objectives when designing new or refurbishing existing structures for NASA. (Tener edificios de alto rendimiento es un principio fundamental para la NASA. Debido a la longevidad del uso de las instalaciones en centros de la NASA, tanto como cincuenta años o más, es importante que tanto los arquitectos como los ingenieros integren varias metas y objetivos clave al diseñar estructuras nuevas o restaurar estructuras existentes para la NASA).

These include resiliency, robustness, flexibility, reconfigurability, sustainability, maintainability,

security, consistent aesthetic and material palettes, and whole building design integration. The architects and engineers should maximize compliance with these goals and objectives to the greatest extent possible. (Estas incluyen resiliencia, solidez, flexibilidad, reconfigurabilidad, sostenibilidad, mantenibilidad, seguridad, coherencia paletas estéticas y de materiales, e integración del diseño de todo el edificio. Los arquitectos e ingenieros deben maximizar el cumplimiento de estas metas y objetivos en la mayor medida posible)." (NASA, 2012).

Estos conceptos u objetivos de diseño se implementaron en la propuesta arquitectónica en diferentes niveles de importancia o jerarquía.

2. "Guidelines for laboratory design: Health, Safety, and Environmental Considerations" (Guía para el diseño de laboratorios: salud, seguridad y consideraciones ambientales) publicado por la Universidad de Harvard.

"Este libro proporciona una guía fácil de usar para propietarios y diseñadores para afrontar los numerosos retos inherentes a los laboratorios desde los más simples hasta los más complejos. Reúne a los variados profesionales que son fundamentales para un diseño exitoso: arquitectos, ingenieros, profesionales de la salud y la seguridad y usuarios finales.

Eso proporciona al equipo de diseño la información necesaria para que pueda hacer las preguntas correctas y determinar cuál es el mejor diseño para los tipos particulares de laboratorios deseados, al mismo tiempo que los orienta en el cumplimiento de las normativas pertinentes y las mejores prácticas" (Harvard, 2013).

3. 'Research Building Guidelines' (Pautas para las edificaciones de investigación), publicado por la Universidad de Florida.

"Los estándares de diseño de edificios expuestos en este documento son basados en el desempeño, extraídos de las principales soluciones de diseño globales, que representan los mejores ejemplos de centros de investigación de alto desempeño. El uso de estándares de desempeño permite al equipo, flexibilidad para abordar los problemas de diseño de formas únicas e innovadoras.

Eficiencia en el uso de la energía, el agua, los materiales y las cualidades ambientales interiores, son algunas de las consideraciones que se toman en cuenta.

Si bien este documento analizará los estándares de desempeño aplicables a todos los tipos de ocupación, la atención se centrará en los espacios de investigación." (Universidad de Florida, 2015).

4. 'High Performance Building Guidelines' (guías para edificios de alto desempeño/rendimiento), por el departamento de construcción y energía de la ciudad de Nueva York, EE.UU.

Esta guía fue posiblemente la más importante, de ella se extrajeron pautas y estrategias de diseño.



Figura 3.24.1. Portada High Performance Building Guidelines

Fuente: página web www.issuu.com

5. Whole Building Design Guide (guía de diseño integrado de los edificios) por Don Prowler, FAIA y el Programa Federal de Manejo de Energía de los EE.UU.

“Los estándares de diseño de edificios expuestos en este documento son basados en el desempeño, extraídos de las principales soluciones de diseño globales, que representan los mejores ejemplos de centros de investigación de alto desempeño. El uso de estándares de desempeño permite al equipo, flexibilidad para abordar los problemas de diseño de formas únicas e innovadoras.

Eficiencia en el uso de la energía, el agua, los materiales y las cualidades ambientales interiores, son algunas de las consideraciones que se toman en cuenta.

Si bien este documento analizará los estándares de desempeño aplicables a todos los tipos de ocupación, la atención se centrará en los espacios de investigación.” (Prowler, 2014).

6. Criterios de diseño para espacios de investigación. McGill Architects. ('Design of Research Space'):

1. Promover la reputación internacional
2. Colocar al humano en el centro del proyecto
3. Utilizar los principios 'WELL'

Según la OMS, la salud es un estado de bienestar físico, mental y social completo y no simplemente la ausencia de enfermedad.

La palabra wellness hace referencia al proceso a través del cual una persona empieza a tomar decisiones en favor de una vida saludable y un mayor nivel de bienestar.

Pasamos más del 90% del tiempo en espacios cerrados, por lo que, los espacios en los que vivimos, trabajamos y nos relajamos impactan en gran medida en nuestra salud, bienestar y productividad.

4. Utilizar materiales con un ciclo de vida beneficioso
5. Planear para acceso universal (Ley 7600)
6. Biofilia: traer a la naturaleza al interior, promover la conexión con la naturaleza (conexión visual, o utilización de muros

verdes, jardines internos, elementos de agua, colores naturales)

7. Planificar para los usuarios y no para el equipo, privilegiar la colocación de ventanas para los usuarios.
8. Promover la visibilidad pero también la privacidad cuando sea necesario.
9. Orientación general: favorecer espacios densamente ocupados y compartidos
10. Centralizar servidores
11. Colocar oficinas cerca de los laboratorios
12. Utilizar equipo modular
13. Diseñar infraestructura pesada (sobre estructurar) para poder soportar cargas mayores en caso de expansión.

3.6-Reglamentación y Legislación Nacional

Es de suma importancia revisar y recolectar información de los reglamentos nacionales para conocer la viabilidad y los límites de las propuestas que se realizan.

Empezando por los reglamentos propios de la zona, se necesita conocer el uso de suelo de la posible zona de emplazamiento del edificio, también el Plan Regulador del cantón de Liberia, del cual se requiere recolectar datos como: el porcentaje máximo de cobertura del lote, las restricciones en cuanto a las alturas, los retiros mínimos, entre otros.

De igual manera podemos mencionar otros reglamentos como:

1. el código de construcciones (2018)
2. reglamento para las construcción y edificaciones del benemérito cuerpo de bomberos (2023)

3. el ministerio de salud
4. el código hidráulico
5. la ley 7600
6. y el código de aviación civil. Este último es requisito al localizarse en un sitio cercano a un aeropuerto (en este caso a menos de 5km).
7. reglamento de SETENA



Figura 3.24.2. Portada Plan Regulador de Liberia

Fuente: página web www.muniliberia.go.cr

3.7-Espacios y Áreas del Proyecto

Al finalizar esta etapa de recolección y análisis de información, se consiguió un programa arquitectónico con el cual puede entenderse de una manera más clara los requerimientos de la propuesta y sus implicaciones arquitectónicas.

Se dividieron las actividades y espacios definidos en 4 categorías o zonas diferentes:

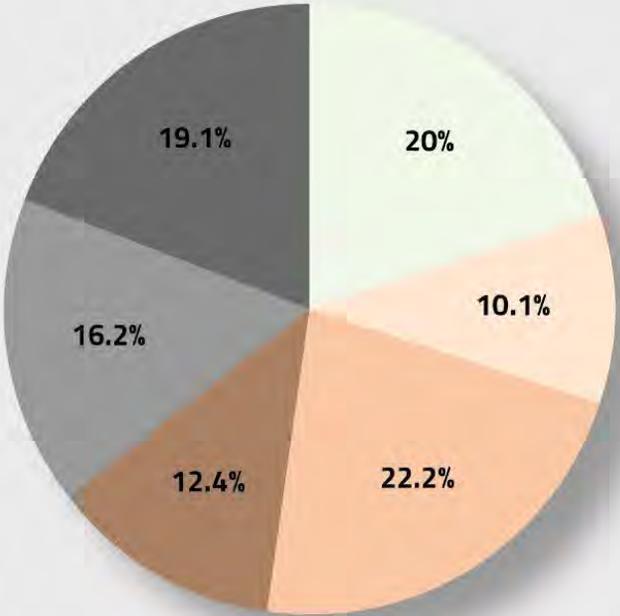
- 1-Zona de investigación científica
- 2-Espacios públicos
- 3-Zona administrativa y de oficinas
- 4-Zona de servicios o espacios servidores

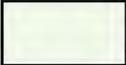
Además se concluyó con un área total del proyecto y esta se desglosó en las distintas actividades y los porcentajes que los espacios de estas actividades significan de la totalidad de la construcción. A continuación el programa final.

Para mayor información, ver Anexo 2. Programa Arquitectónico Preliminar.

GRAN TOTAL: 1 890m²

Figura 3.25. Gráfico de División de Áreas de ASTERI
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



 **Espacios Públicos**

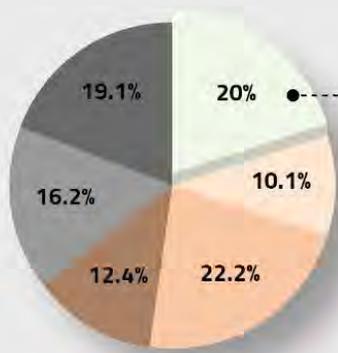
 **Administración y Oficinas**

 **Espacios Servidores**

 **Actividades Científicas e Investigativas**

 **Parqueos**

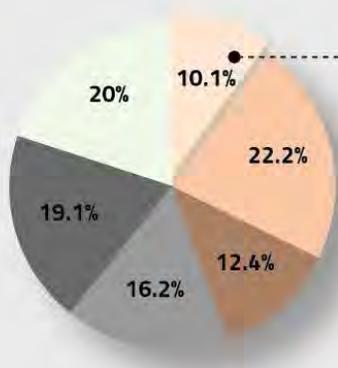
 **Circulación**



Área: 379m²

Espacios Públicos

| | | |
|---------------------------------|---------------------|-------|
| 1. Acceso Principal / Pórtico | 83,5m ² | 22% |
| 2. Auditorio | 58m ² | 15,3% |
| 3. Zona de Exposición Cambiante | 91m ² | 24% |
| 4. Plazas / Zonas de Estar | 146,5m ² | 38,7% |



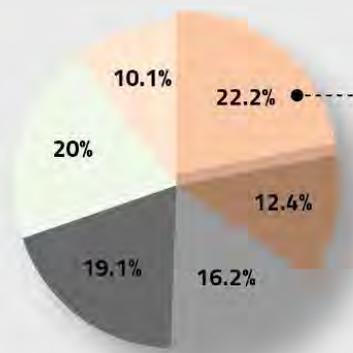
Área: 190m²

Administración y Oficinas

| | | |
|----------------------|------------------|-------|
| 1. Vestíbulo | 47m ² | 24,7% |
| 2. CCTV | 16m ² | 8,4% |
| 3. Oficinas | 29m ² | 15,3% |
| 4. Oficina Gerente | 19m ² | 10% |
| 5. Sala de Reuniones | 31m ² | 16,3% |
| 6. Servidores TI | 48m ² | 25,3% |

Figura 3.26. Gráfico de División de Áreas de ASTERI

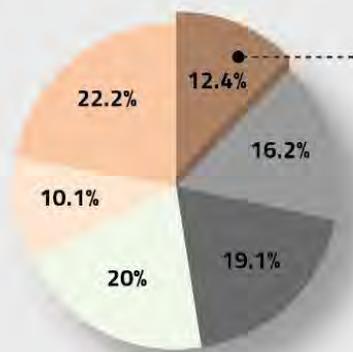
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



Área: 420m²

Espacios Servidores

| | | |
|------------------------|--------------------|-------|
| 1. Baños rimer nivel | 67,5m ² | 16% |
| 2. Baños segundo nivel | 74m ² | 1,8% |
| 3. Comedor | 208m ² | 49,5% |
| 4. Cuartos de máquinas | 35m ² | 8,3% |
| 5. Bodega general | 20m ² | 4,8% |
| 6. Carga y descarga | 83m ² | 19,6% |



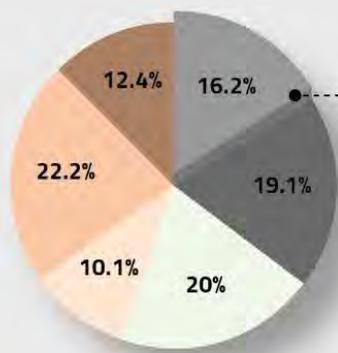
Área: 235m²

Actividades Científicas e Investigativas

| | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 1. Taller de prototipado y cuarto limpio | 106,7m ² | 45,3% |
| 2. Laboratorio de telecomunicaciones | 36m ² | 15,3% |
| 3. Laboratorio de control satelital | 63,5m ² | 27,1% |
| 4. Laboratorio de análisis de imágenes de radiotelescopios | 28,9m ² | 12,3% |

Figura 3.27. Gráfico de División de Áreas de ASTERI

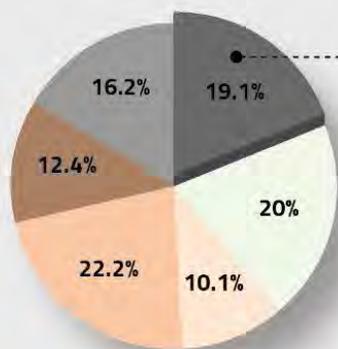
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



Área: 306m²

Parqueos

| | | |
|------------------------------|---------------------|-------|
| 1. Parqueo para visitas | 120,3m ² | 39,3% |
| 2. Parqueo para trabajadores | 175,7m ² | 57,4% |
| 3. Parqueo para bicicletas | 10m ² | 3,3% |



Área: 360m²

Circulación

| | | |
|---------------|---------------------|-----|
| 1. Horizontal | 284,4m ² | 79% |
| 2. Vertical | 75,6m ² | 21% |

Figura 3.28. Gráfico de División de Áreas de ASTERI

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

3.7.1-Diagramas de Relación de Espacios

Una vez habiendo definido las actividades y espacios, lo siguiente fue otorgarles características como dimensiones, proporciones, volumen, entre otras y de esta manera visualizar de una manera más cercana a la realidad las implicaciones espaciales de estas actividades, asimismo estudiar y probar distintas zonificaciones o configuraciones especiales.

ESQUEMA 1

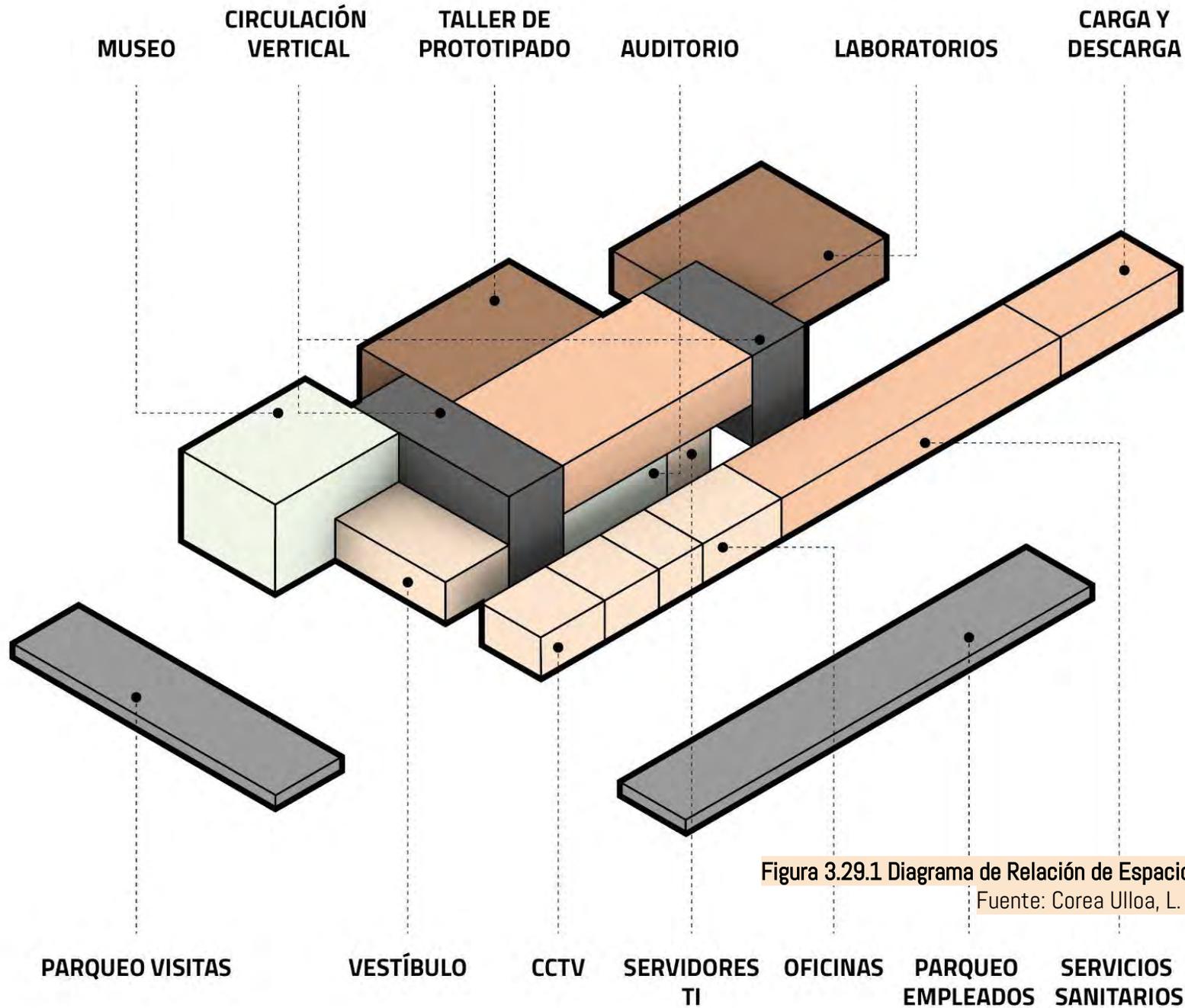
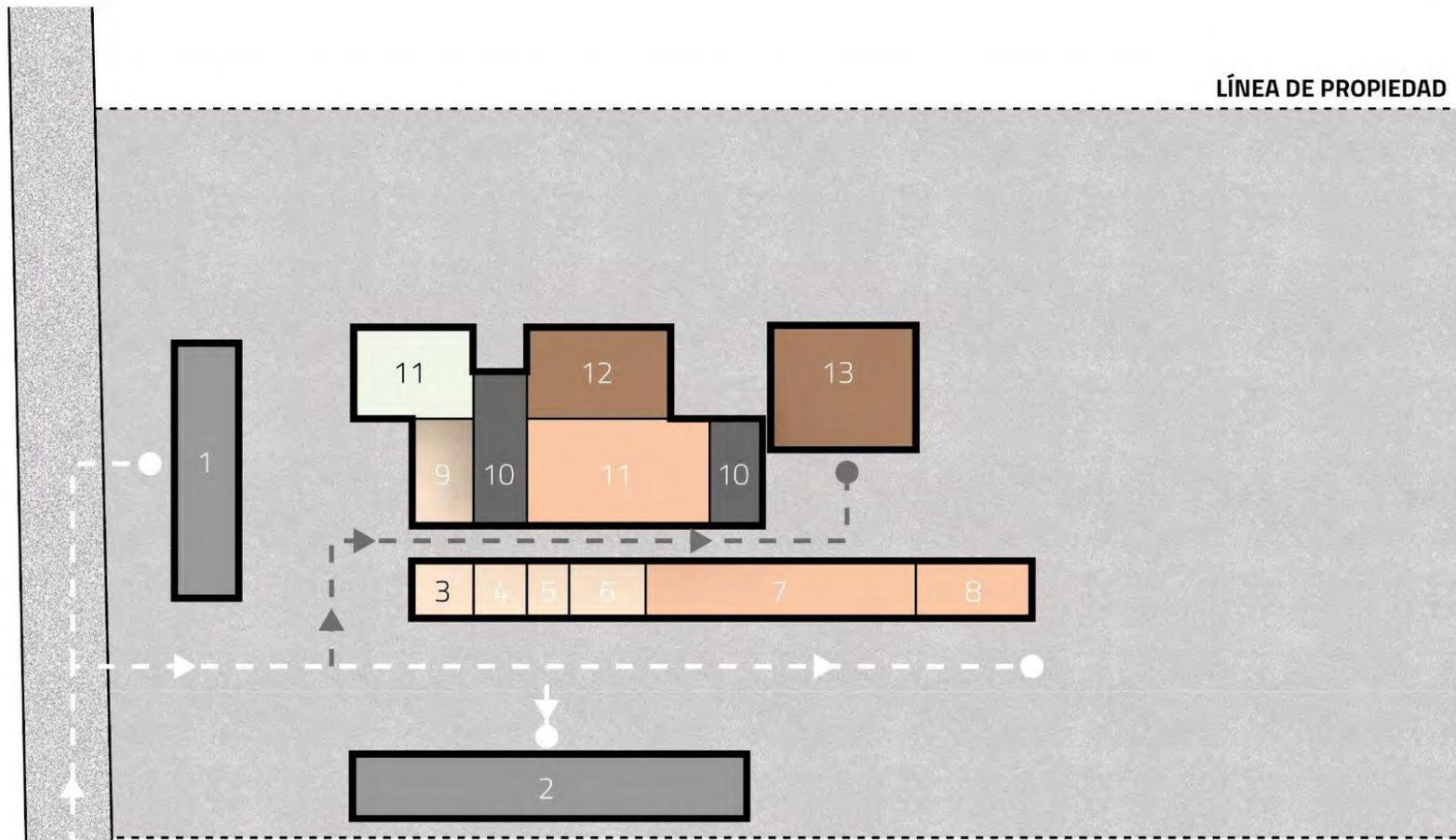
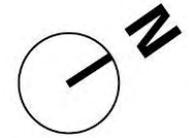


Figura 3.29.1 Diagrama de Relación de Espacios 1, 3D
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Figura 3.29.2 Diagrama de Relación de Espacios 1, Planta
 Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



- | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| 1. Parqueo de Visitas | 4. Oficinas | 7. Servicios Sanitarios | 10. Circulación Vertical | 13. Laboratorios |
| 2. Parqueo de Trabajadores | 5. Oficina Gerente | 8. Carga y Descarga | 11. Comedor | |
| 3. CCTV | 6. Sala de Reuniones | 9. Vestíbulo | 12. Taller de Prototipado | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Espacios Públicos |  Administración y Oficinas |  Espacios Servidores |  Actividades Científicas e Investigativas |  Parqueos |  Circulación |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

ESQUEMA 2

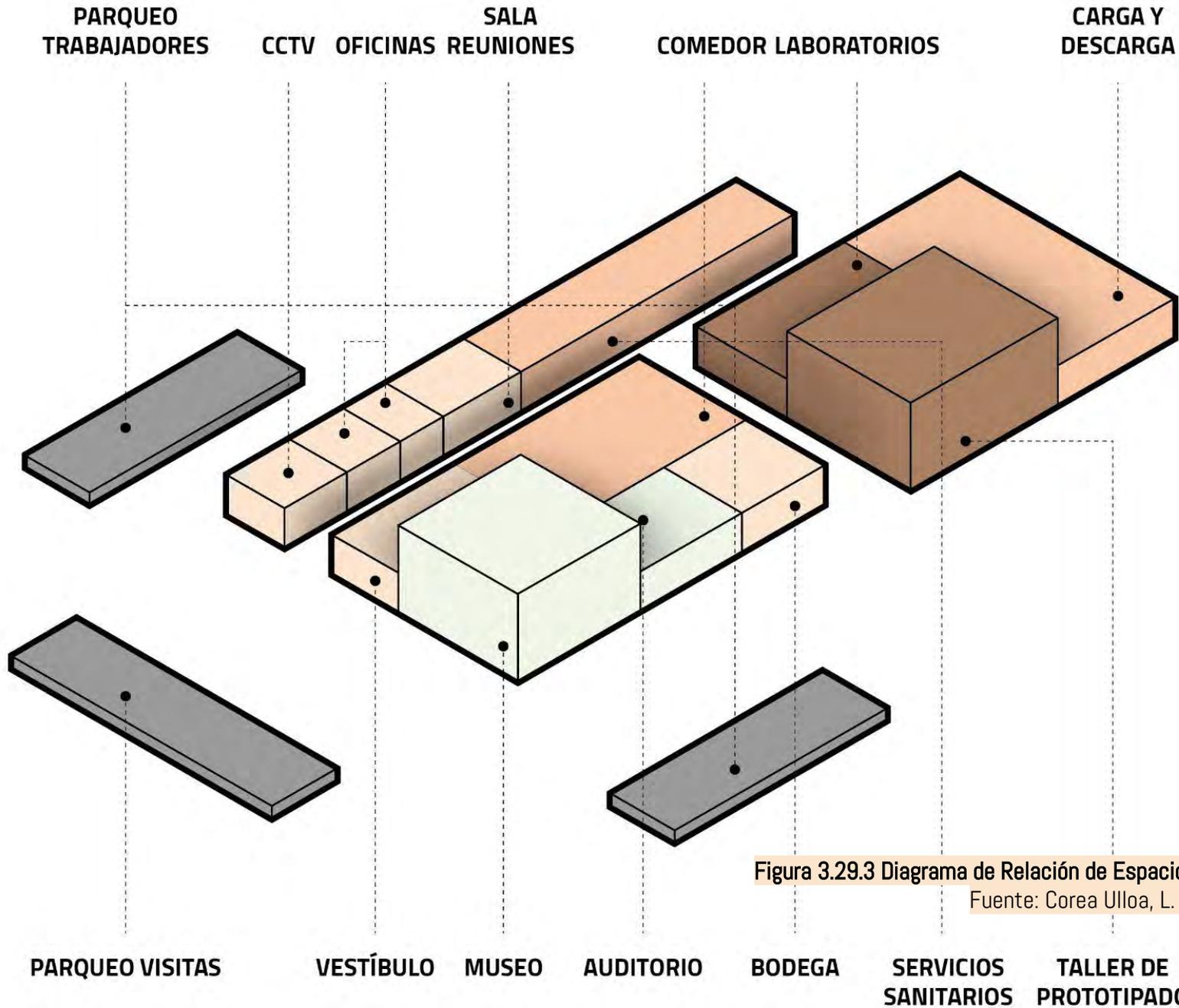
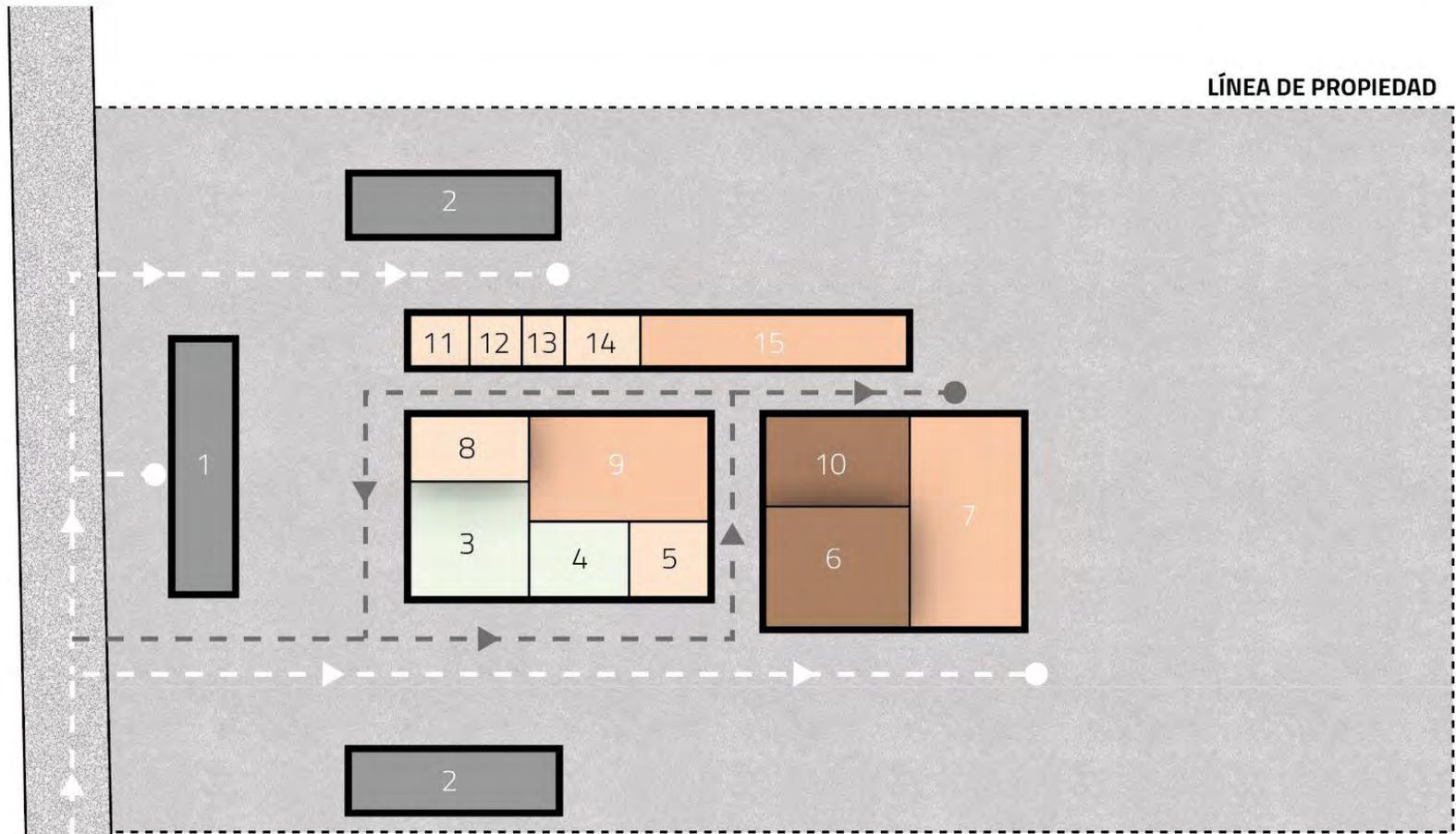
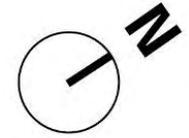


Figura 3.29.3 Diagrama de Relación de Espacios 2, 3D
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Figura 3.29.4 Diagrama de Relación de Espacios 2, Planta
 Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



- | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. Parqueo de Visitas | 4. Auditorio | 7. Carga y Descarga | 10. Taller de Prototipado | 13. Oficina Gerente |
| 2. Parqueo de Trabajadores | 5. Bodega | 8. Vestíbulo | 11. CCTV | 14. Sala de Reuniones |
| 3. Museo | 6. Laboratorios | 9. Comedor | 12. Oficinas | 15. Servicios Sanitarios |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Espacios Públicos |  Administración y Oficinas |  Espacios Servidores |  Actividades Científicas e Investigativas |  Parqueos |  Circulación |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ESQUEMA 1

PROS

Un solo punto de control.
Menos huella constructiva pero
misma área.
Espacios más altos para un mejor
flujo de aire y conexión entre
niveles.

CONTRAS

Mayor costo de construcción al ser
2 niveles.
Necesidad de circulación vertical.

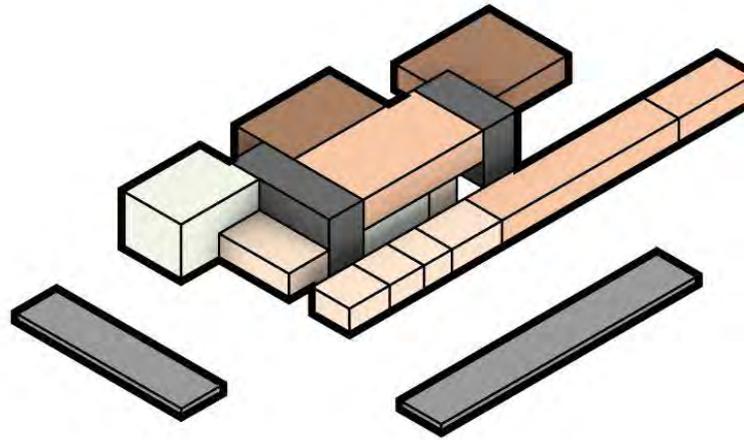


Figura 3.29.5 Diagrama de Relación de Espacios 1, 3D

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

ESQUEMA 2

PROS

No hay necesidad de circulación
vertical.
Taller y laboratorios junto a carga y
descarga.

CONTRAS

Mayor huella de construcción,
misma área.
Más puntos de control.
Mayor impermeabilización debido a
la existencia de 2 calles.

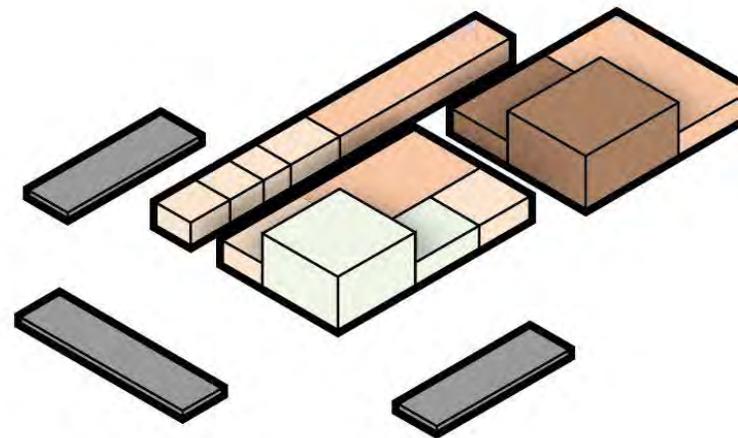


Figura 3.29.6 Diagrama de Relación de Espacios 2, 3D

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

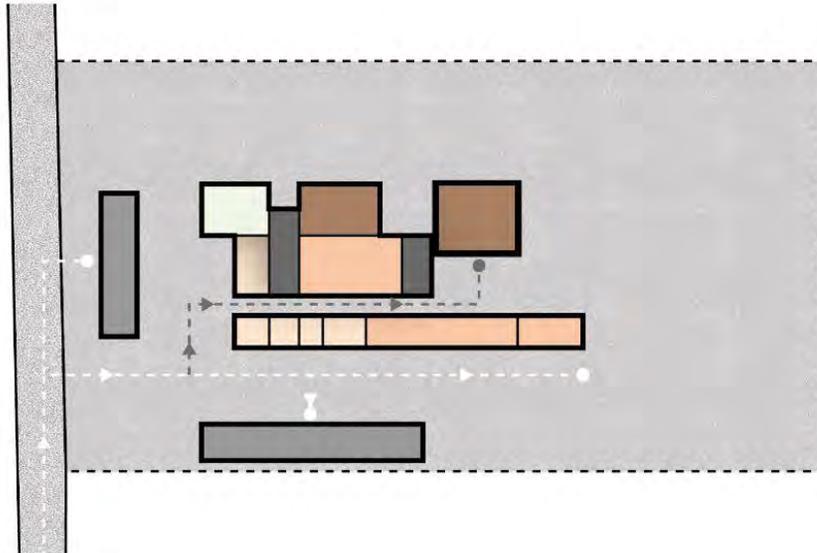
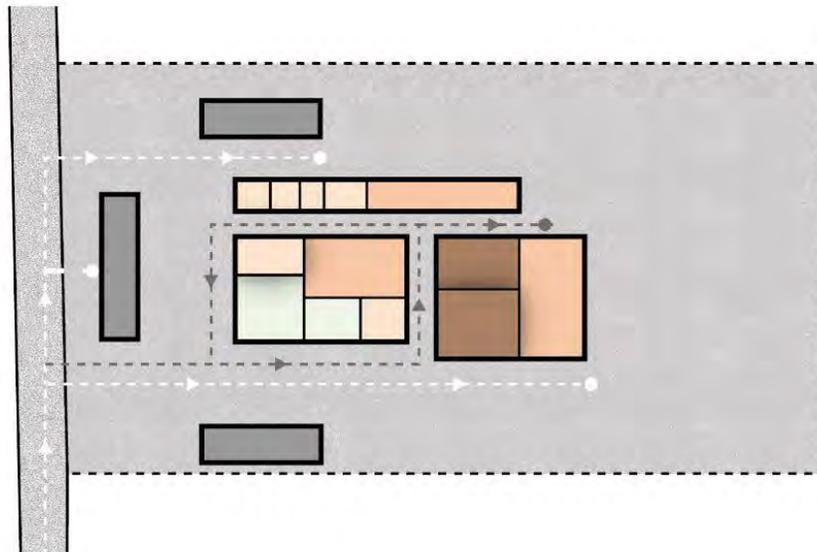


Figura 3.29.7 Diagrama de Relación de Espacios 1, Planta
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Figura 3.29.8 Diagrama de Relación de Espacios 2, Planta
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



CONCLUSIÓN

Se ha decidido seleccionar al **ESQUEMA 1** como el esquema que más beneficiaría a la propuesta. Se analizó desde un punto de vista sostenible, buscando el menor impacto en el sitio de emplazamiento.

Además, dicho esquema, aprovecha los espacios con necesidades de doble altura para generar conexiones entre niveles, asimismo de crear espacios de observación de una manera segura y sin interrumpir a los investigadores.

Gracias a poseer solo una vía de ingreso, es mayor la facilidad del control y acceso en este esquema, vital para uno proyecto con este grado de seguridad.

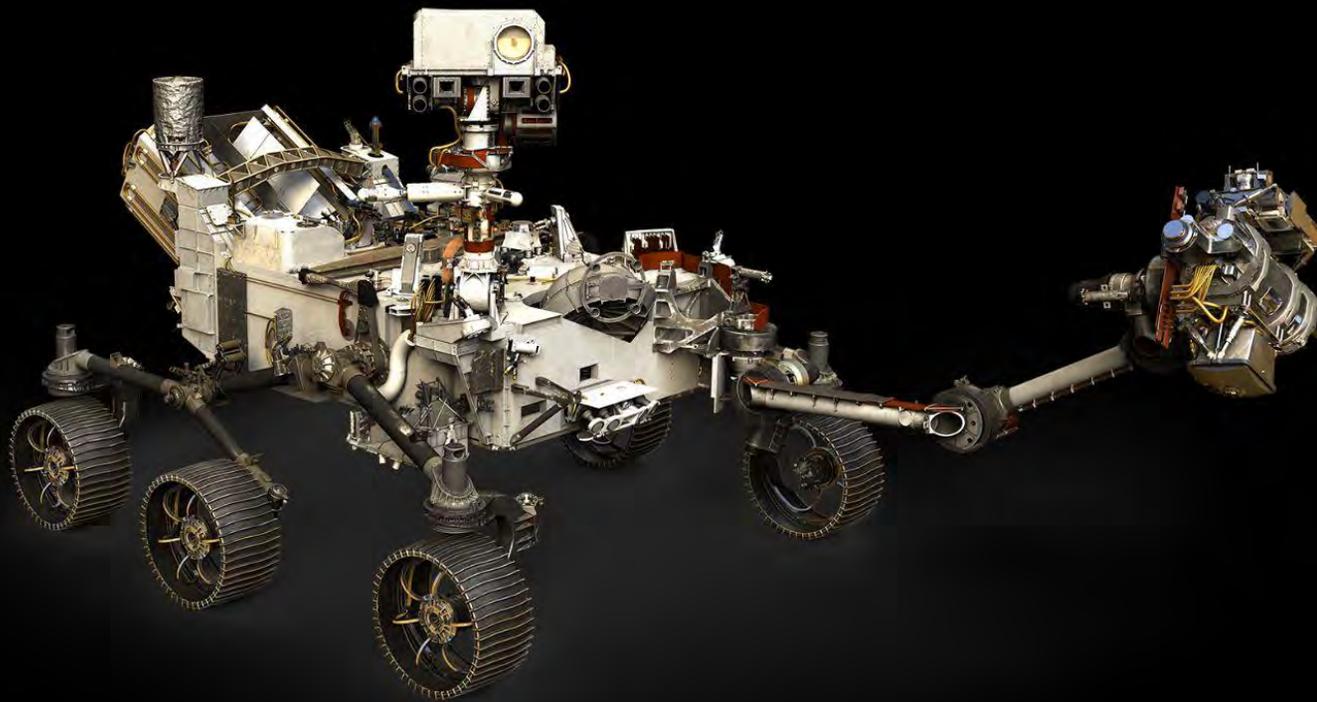


Figura 4.1. Fotografía del Rover Curiosity de la NASA
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.4

Diseño Arquitectónico (ASTERI Etapa I)

En el Capítulo 4 se desarrollará todo lo relacionado al objetivo específico 3 de la propuesta, el cual se redacta de nuevo a continuación para tenerlo presente y refrescar antes de adentrarnos en el desarrollo del mismo:

Objetivo Específico 3.

Diseñar una propuesta arquitectónica para el Centro de Investigación Espacial de Liberia, desde la base teórica del 'Diseño Integrado' y 'Edificio de Alto Desempeño', que responda a las necesidades inmediatas y además cuente con un plan para su ampliación en los próximos 5 años, vinculando a la sede costarricense de Ad Astra Rocket Company.

4.2 - Proceso de Diseño

Comenzaremos hablando sobre el proceso de diseño, desde su inicio con una conceptualización, pasando por una zonificación, definición de pautas de diseño elección de materiales hasta diagramas de la estructura.

El proceso de diseño comenzó con ideas dibujadas a mano que luego se fueron puliendo y profundizando con la ayuda de programas en computadora.

A continuación, iniciaremos con el génesis del desarrollo del diseño arquitectónico.

4.2.1-Conceptualización

La propuesta buscó poseer un lenguaje de arquitectura tropical, donde encontramos amplias cubiertas y aleros que protegen del fuerte sol de la zona además de la gran cantidad de lluvias que pueden ocurrir durante 8 a 9 meses.

Además se utilizaron recursos de los lenguajes arquitectónicos y materialísticos de los dos edificios existentes en los lotes vecinos para generar un diseño acorde al contexto inmediato del mismo.

Entre los conceptos utilizados como intenciones de diseño existieron varios como: frescura, amplitud, ligereza, natural y sencillez mas no simpleza.

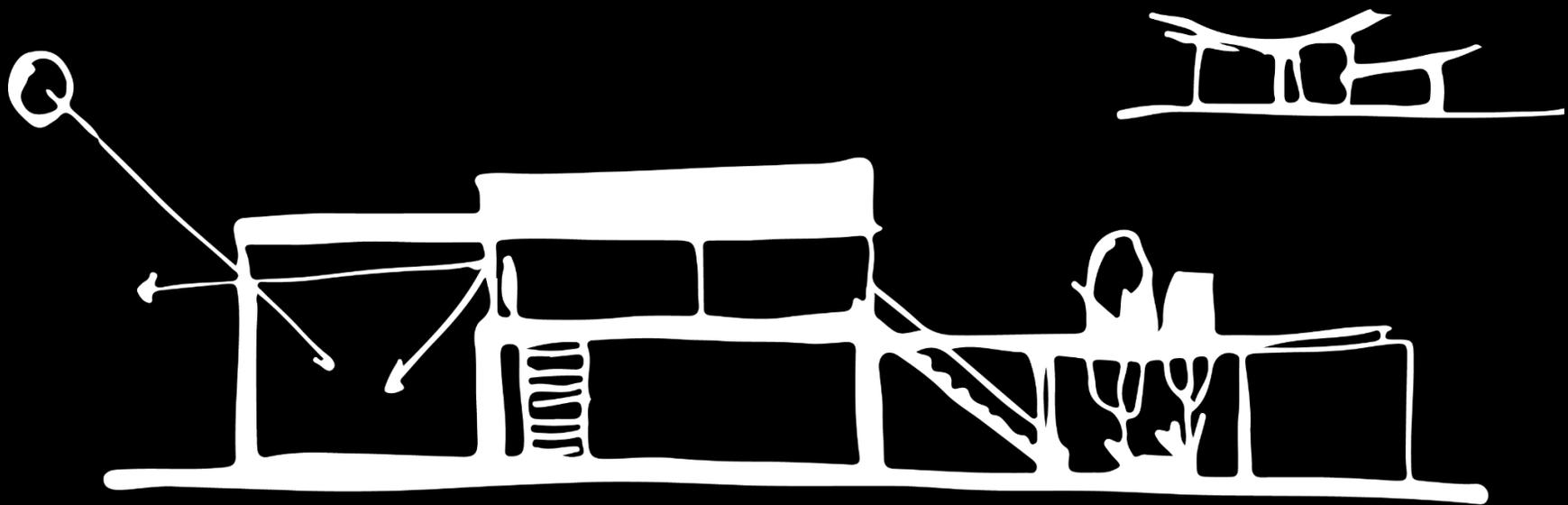


En este croquis, se plasmó una de las primeras ideas y una de las primeras concepciones de en lo que resultaría siendo el diseño del proyecto.

Notamos la búsqueda de amplios techos, espacios altos y abiertos pero protegidos. También la búsqueda de la sencillez en el diseño, una expresión arquitectónica sobria, nada ostentosa, pero agradable y bien pensada.

Figura 4.1.1. Croquis de Intenciones Volumétricas

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).



Y en este corte para poder estudiar los interiores del proyecto y qué intenciones se plasmar en la edificación. Dobles alturas para un mayor y mejor flujo del aire, además de generar la sensación de amplitud y también en cuanto a la función, crear espacios de observación y conexión visual entre niveles. Traer la vegetación al interior, generando espacios de descanso. Juego de escalas y volúmenes para generar cambios de sensaciones en el usuario.

Figura 4.1.2. Croquis Intenciones Volumétricas
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

4.2.2-Zonificación

La propuesta se divide en 4 bloques programáticos distintos. Siempre tomando en consideración el nivel de apertura al público. Todo el proyecto es visitable y recorrible sin embargo no se puede ingresar a todos los espacios.

El **bloque A**, localizado al sureste, es un bloque semiprivado del proyecto, ya que aquí se encuentran las oficinas de los funcionarios del centro. Es la zona administrativa.

El segundo bloque, **el bloque B**, se conforma de la zona de enseñanza al público, está ubicado en el centro del proyecto, es donde encontramos el auditorio, al frente, justo detrás del vestíbulo, se le suma el área de exposición o pequeño museo, este claramente es de libre acceso.

En un segundo nivel, es el único espacio en un nivel superior y es el área de comedor y sala de estar para empleados y/o visitantes, además de ser el lugar que cuenta con los pasillos de exposición

para demostrar las tareas que se hacen en el proyecto y el área para charlas informales que no requieren de un espacio especializado como el auditorio.

En tercer lugar y algo separado de la edificación principal, encontramos el área de laboratorios de control satelital e investigación estelar. Este **bloque C**, se encuentra separado para dotarlo de un poco más de privacidad, además de que en el futuro su expansión en cuanto a infraestructura sea más fácil y pueda llevarse a un segundo nivel.

Y el **bloque D** son los espacios de servicio.

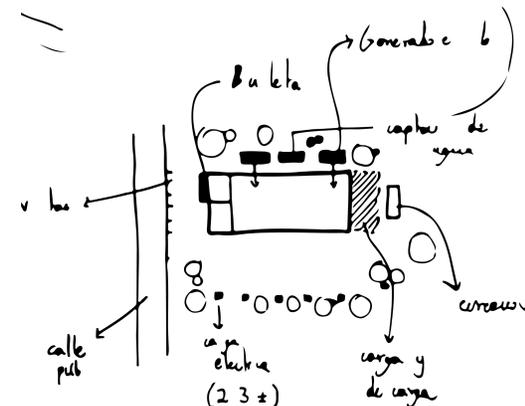


Figura 4.1.3. Croquis de Zonificación

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

4.2.3-Pautas de Diseño: Edificación de Alto Desempeño

Al intentar cumplir con los requerimientos necesarios para poder lograr una edificación de alto desempeño, lo más lógico fue tomar como pautas de diseño los lineamientos o estrategias descritos en la Guía de Edificaciones de Alto Desempeño (Departamento de construcción y energía de la ciudad de Nueva York, 1999).

Dichas estrategias están divididas en 5 subcategorías.

1. Diseño y Planteamiento de Sitio:

A) Organizar la masa del edificio, la orientación y los espacios al aire libre para proporcionar un acceso eficiente a servicios; incorporar áreas recreativas que tienen múltiples funciones además de valor visual. Por ejemplo, los tejados se pueden utilizar como jardines y para la cosecha de agua.

B) Emplear principios solares pasivos en diseño arquitectónico, orientación y ubicación.

C) Mapear los patrones de sol y sombra asociados con la nueva construcción. Diseño de paisajismo que optimiza la selección y el posicionamiento de las plantas para el sol y la sombra.

D) Diseñar un espacio adecuado para el reciclaje y el mantenimiento operativos, incluido el espacio para recolección, almacenamiento y acceso para vehículos de recolección.

E) Usar árboles de sombra de hoja caducifolia y estructuras exteriores como persianas, pérgolas y enrejados para reducir las cargas de refrigeración dentro del edificio.



F) Reducir el efecto de isla de calor urbano a través de la plantación de árboles y selección de pavimento.

En áreas de estacionamiento, usar tiras de siembra entre secciones de pavimento o materiales permeables como el "zacate block", reducir vastas extensiones de asfalto, y separar a los peatones de áreas de tráfico y servicio. Considerar plantar árboles y otra vegetación a lo largo del perímetro o, si es posible, dentro de la propia zona de aparcamiento.

G) Plantar especies locales o que requieran poco mantenimiento.

H) Usar bordes de colores claros o reflectantes a lo largo de los caminos de entrada o las aceras para reducir la dependencia de iluminación eléctrica de alta potencia por la noche.

Figura 4.2. Ejemplo de Parasoles Verticales, Jakobus School

Fuente: página web www.wulfarchitekten.com

I) Utilizar luces de alta eficiencia en contextos exteriores como fuentes de iluminación hacia arriba o esculturas, luces de estacionamiento y luces para peatones.

J) Fomentar el transporte alternativo. Proveer parqueos para bicicletas, para Carpooling, paradas de autobús y proveer estaciones de combustible alternativo para autos, motos o bicicletas, como electricidad.



Figura 4.3. Cargadores para Automóviles Eléctricos

Fuente: página web www.autoweek.com

2. Uso de Energía del Edificio:

A) Colocar espacios sin ventanas como amortiguadores. Al no contar con ventanas, la luz no entra y por lo tanto se genera menos calor dentro que luego hay que sacar.

B) Proporcionar escaleras acogedoras y agradables para fomentar el uso de ellas en lugar de ascensores en edificios de poca altura.



Figura 4.4. Referencia de Diseño de Escalera

Fuente: página web www.archdaily.com

C) Regulación del impacto solar mediante adecuados dispositivos de fenestración y sombreado.

D) Control del sol:

Acristalamiento. Especificar acristalamientos con alta transmitancia visible e integre la colocación envolvente del edificio para controlar el deslumbramiento.

Considerar el uso de vidrio con mayor transmitancia de la luz del día y coeficientes de sombreado más bajos en las paredes norte donde el deslumbramiento es mucho menor problema.

Proporcionar dispositivos de sombreado, como voladizos o aletas verticales, para permitir la entrada de luz natural de calidad pero excluir efectos no deseados del deslumbramiento, mientras se controlan las relaciones de contraste.

Patios y atrios. Incorporar patio, atrio u otro elemento que mejore las técnicas para llevar la luz al interior.

E) Fuentes de Energía

Utilización de fuentes de energía limpias. Paneles fotovoltaicos (PV) sobre los paneles de techo y paredes exteriores (edificio fotovoltaico integrado) para generar poder eléctrico para el edificio.

Espacio de monitoreo y almacenamiento de la energía eléctrica generada por los paneles.



Figura 4.5. Paneles Solares en Cubierta
Fuente: página web www.archdaily.com

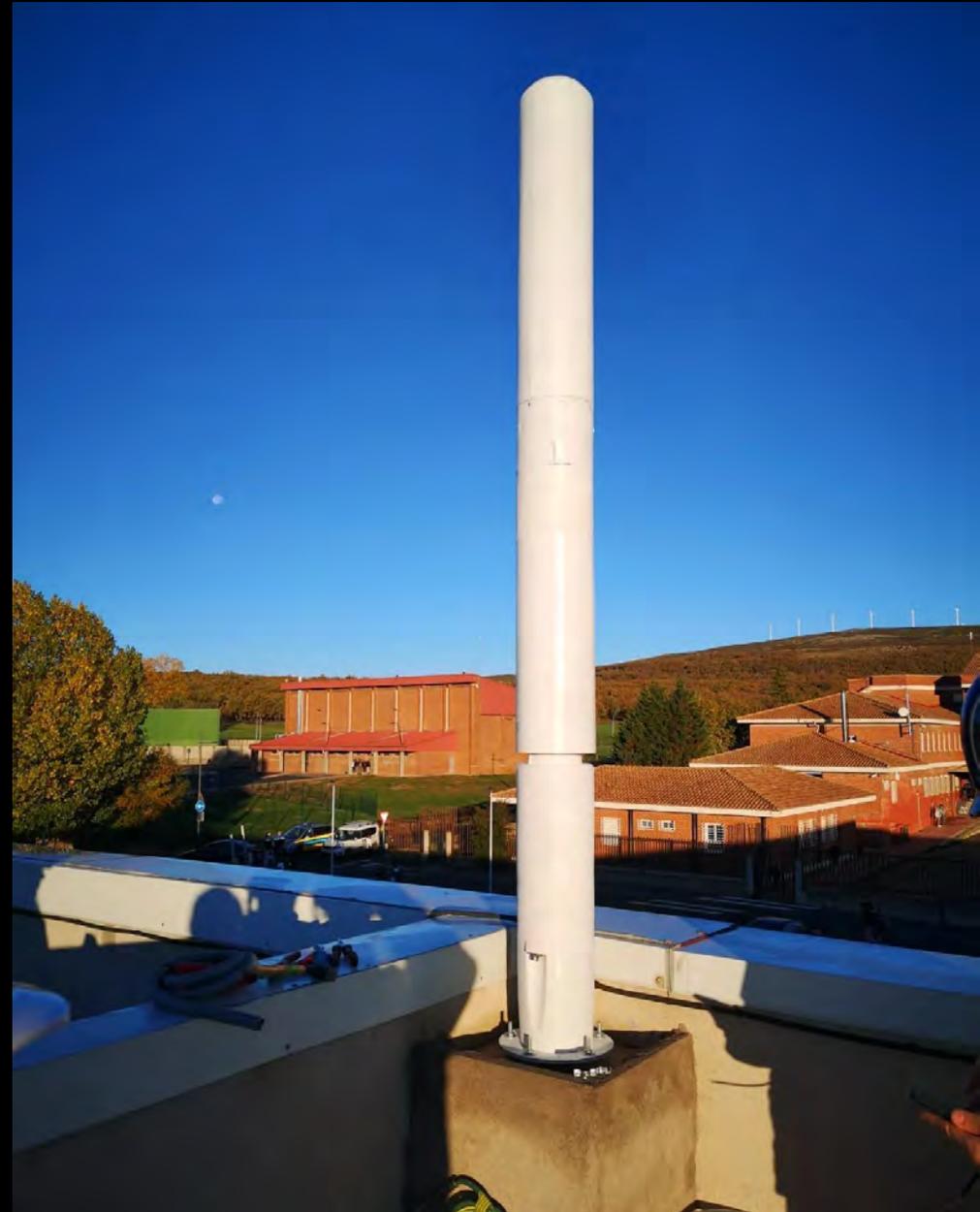
Con este punto, se aprovechó también el viento, debido a las fuertes ráfagas en la zona que ayudarían a generar energía eólica.

Se decidió optar por una tecnología emergente, relativamente nueva, llamada Vortex Bladeless.

Vortex Bladeless S.L es una PYME tecnológica española que está desarrollando un nuevo tipo de aerogenerador multi patentado sin aspas, engranajes ni ejes.

El aerogenerador de Vortex no es realmente una turbina eólica ya que no funciona por rotación. Se basa en el fenómeno de la resonancia aeroelástica, aprovechando la energía del viento en la emisión de los vórtices de Von Karman. Gracias a este fenómeno el dispositivo puede oscilar con un movimiento pequeño que no necesita lubricación y no molesta a la fauna silvestre.

Figura 4.6. Generador Eólico sin Aspas
Fuente: página web www.vortexbladeless.com



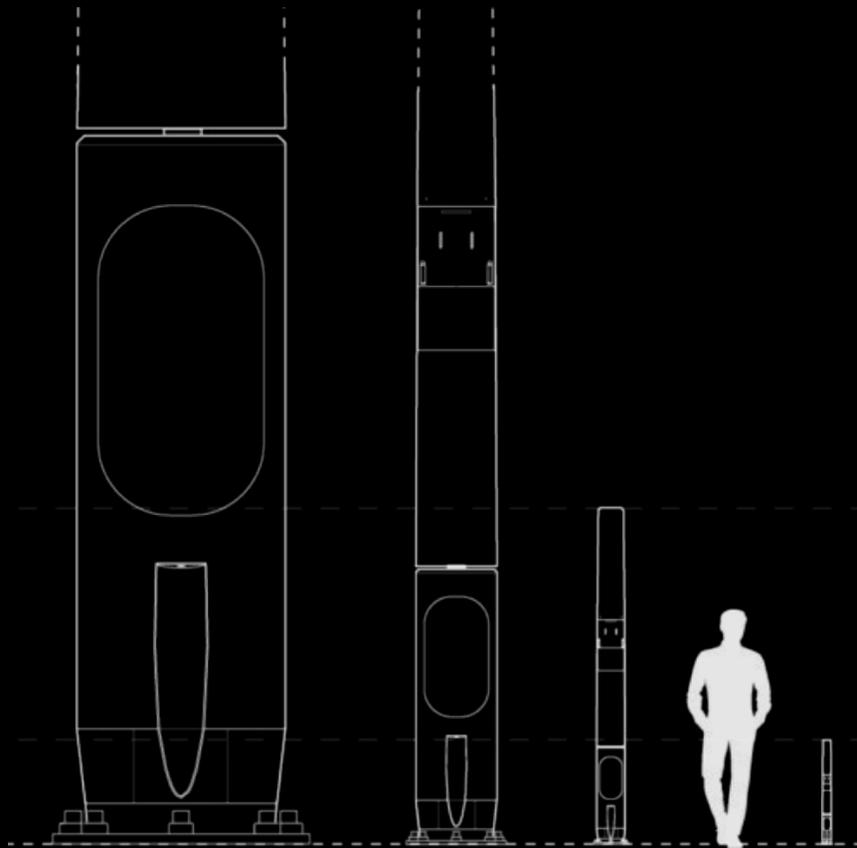


Figura 4.7. Tamaños de Generadores Eólicos sin Aspas

Fuente: página web www.vortexbladeless.com

Estos son aerogeneradores de resonancia inducida por vorticidad, una nueva clase de generador eólico. Las otras dos son HAWT (aerogeneradores de eje horizontal) y VAWT (aerogeneradores de eje vertical) que funcionan por rotación.

La innovación de Vortex proviene de su inusual geometría y forma de aprovechar la energía por oscilación,⁴ donde un mástil de fibra de vidrio y fibra de carbono oscila en el viento aprovechando la emisión de los vórtices de Von Karman cuando un fluido pasa a través de una estructura circular.

En la parte inferior del mástil una varilla de fibra de carbono mueve un alternador que genera electricidad sin que haya partes móviles en contacto. Dado que los aerogeneradores por vorticidad no rotan, técnicamente no pueden llamarse "turbinas".

Esta nueva tecnología busca superar los problemas relacionados con los aerogeneradores tradicionales como el mantenimiento, la amortización, el ruido, las aves y el impacto ambiental, la logística y los aspectos visuales.

Según la compañía, Vortex tiene una huella de carbono reducida y utiliza una baja cantidad de materias primas en comparación con los aerogeneradores convencionales de la misma

altura.

Se espera que tengan un centro de gravedad bajo que permite dimensiones de cimentación pequeñas, y un "efecto estela" casi inexistente por lo que se pueden colocar varios generadores Vortex en la misma área que ocuparían los aerogeneradores tradicionales, lo que aumenta la baja densidad de energía que tiene la energía eólica.

Sin embargo, el objetivo de la compañía no es ser competidores de la industria eólica actual, sino ofrecer una alternativa de minieólica para auto-producción y sistemas de bajo consumo, que es un mercado que no está realmente explotado por la energía eólica convencional.

3. Ambiente Interno:

A) Calidad visual: brindar Iluminación natural, controlada por aberturas de edificios, acristalamientos y la configuración de superficies reflectantes, esto ofrece un rico espectro que mejora la agudeza visual.

Los cambios dinámicos de la iluminación natural a lo largo del día proporcionan estimulación visual y nos mantienen conectados con el mundo exterior. Los sistemas de iluminación eléctrica deben complementar la luz natural.

Maximizar la cantidad de luz natural, uso de estantes de luz, acristalamiento en ventanas, luz natural y artificial indirecta. Materiales internos que reflejen parte de la luz para maximizar el efecto de esta. En cuanto a las visuales: Diseñar una organización del edificio y una distribución del piso que proporcione a cada ocupante acceso visual al exterior y a la organización general del edificio.

B) Control del Ruido:

Un buen entorno acústico mantiene el ruido a niveles que no interfieren con las actividades dentro espacio programado. Los principales

requisitos de privacidad de voz y acústica en las oficinas incluyen capacidad de hablar sin que los compañeros de trabajo escuchen conversaciones, y libertad de distracciones causadas por conversaciones cercanas u otros ruidos molestos.

Arquitectónicamente, hay tres aspectos a considerar: aislamiento acústico, control de ruido y vibraciones de los servicios del edificio y sala acústica. Los requisitos de aislamiento acústico y vibratorio para un espacio determinado dependerán de la niveles de ruido ambiental, la medida en que fuentes externas (por ejemplo, tráfico normal, bomberos / ambulancia / policía, alarmas de automóviles, tráfico aéreo) inciden en el espacio y el nivel de ruido y vibración de las cercanías, fuentes y actividades.

Ubique equipos mecánicos ruidosos, equipos de oficina y funciones lejos de lugares sensibles al ruido. Evite colocar equipos mecánicos encima o junto a espacios sensibles al ruido. Evite la transmisión de ruido absorbiendo el ruido y las vibraciones en la fuente. Considerar colocar equipos vibratorios en almohadillas de aislamiento y encerrar equipos en paredes, pisos y techos que absorben el sonido.

Coloque amortiguadores acústicos, como pasillos, vestíbulos, escaleras, armarios eléctricos/de limpieza y trasteros, entre espacios ruidosos y espacios sensibles al ruido. Esto aliviará la necesidad de soluciones de separación acústica más complejas. Evite la transmisión de sonido a través de la estructura del edificio mediante el uso de piso flotante losas y penetraciones insonorizadas de paredes, pisos y techos.

Absorber o bloquear el ruido de fondo excesivo o los sonidos de una sola fuente que interfieren al aire libre, entornos de oficina mediante el uso de pisos resilientes (alfombras y baldosas), techo (placas de techo suspendido, geometría de techo absorbente); y tabiques y muebles (sillas, escritorios y estantes) reflectantes o absorbentes de sonido.

4. Selección de Productos y Materiales:

A) Establecer metas de eficiencia de recursos. Identificar los principales productos y materiales que se utilizarán en todo el edificio y priorizar oportunidades para aplicar estrategias de eficiencia de recursos.

B) Priorizar las áreas sensibles del programa. Identificar y priorizar espacios donde la selección

de materiales son de especial preocupación en función de la ocupación prevista.

C) Estándares de consenso de productos. Seleccionar productos según los estándares de consenso disponibles (desarrollado por agencias gubernamentales, servicios de certificación ambiental u organizaciones comerciales) que definen límites de emisión, o abordan otros problemas de salud/toxicidad relacionados con tipos de materiales específicos.

D) Certificación del fabricante o de terceros. Verifique la certificación de terceros o del fabricante.

E) Recursos sostenibles o renovables. Cumplir con los estándares de consenso de productos existentes cuando se vaya a seleccionar.

F) materiales certificados independientemente derivados de recursos renovables (como productos de madera).

E) Productos y materiales obtenidos localmente. Siempre que sea posible, obtenga materiales y

productos de los recursos y fabricantes locales, minimizando así el uso de energía y la contaminación asociada con el transporte.

5. Manejo del Agua:

Para lograr los objetivos generales de conservación del agua, es importante limitar el uso de agua potable para fines no potables. Se debe fomentar y facilitar la recuperación y reutilización del agua en el sitio donde sea posible.

Uso de agua de lluvia. Recolectar y utilizar agua de lluvia para riego de jardines, jardinería urbana, descarga de inodoros/urinarios, enfriamiento de techos (para techos sin aislamiento) y para otros fines.

Techos verdes. Plantar áreas de techo para reducir la descarga de aguas pluviales y cosechar los beneficios de una mayor espacio verde (recreación, hábitat de aves, sombreado de techo, entre otros).

Retención de agua de lluvia en el sitio. Reducir la escorrentía de agua de lluvia del sitio.

EDIFICACIÓN DEL ALTO RENDIMIENTO

ESTRATEGIAS DE DISEÑO



Figura 4.7.1 Diagrama General de Categorías de Estrategias de Diseño

Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

4.2.3.1-Ejemplos Puntuales en el Proyecto

A continuación veremos una serie de diez imágenes de detalle de las estrategias de diseño y cómo estas se implementaron en ASTERI. Dos imágenes por categoría de estrategia de diseño.

Comenzando con el uso de pavimentos con tonalidades claras para generar una menor absorción del calor en estas superficies.



Figura 4.7.2 Pavimentos Claros
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

De número dos, el uso de pieles micro perforadas para dejar ingresar ventilación natural y generar micro sombras en las fachadas y de esta manera mantener los interiores más frescos y así necesitar menos del aire acondicionado.



Figura 4.7.3 Pieles Micro Perforadas
Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

Incorporar la vegetación en el interior del proyecto. Esto ya que estudios psicológicos demuestran que un contacto visual o directo con la vegetación durante el día genera efectos positivos en la salud mental de las personas.

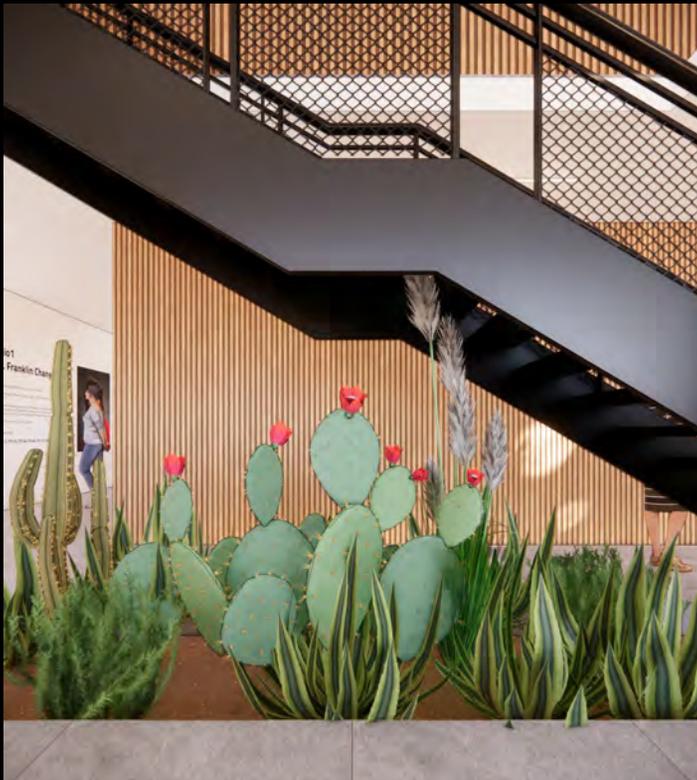


Figura 4.7.4 Incorporación de la Naturaleza
Corea, L. (2023).

Utilizar materiales de fuentes renovables como la madera cultivada. De esta manera se ayuda al medio ambiente. También de recursos locales de la zona.

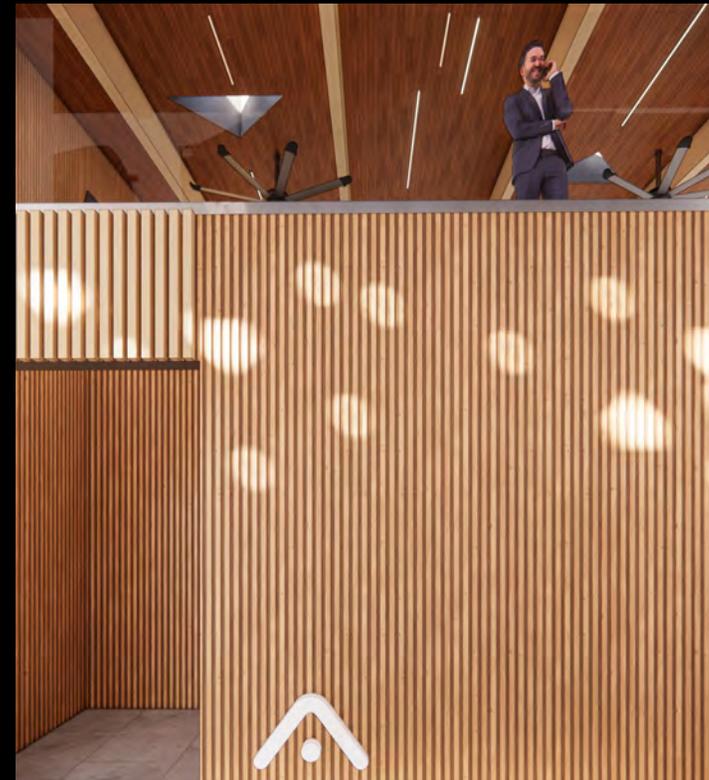


Figura 4.7.5 Materiales de Fuentes Renovables
Corea, L. (2023).

Cubiertas amplias que ayuden a proteger del sol y de la lluvia pero que además recolectan el agua en los meses más lluviosos para poder reutilizarla y también ayuden a no sobrecargar el suelo.



Figura 4.7.6 Amplias Cubiertas
Corea, L. (2023).

Utilizar la naturaleza como barrera entre el sol y las fachadas del proyecto. Al plantar árboles que generen sombra a las fachadas los interiores se mantendrán frescos y la necesidad de aire acondicionado será menor.



Figura 4.7.7 Naturaleza como Protección
Corea, L. (2023).

Aprovechar las ráfagas de viento de la zona para utilizar tecnología de generación de energía eólica para alimentar parte del proyecto.



Figura 4.7.8 Fuentes de Energía Limpia
Corea, L. (2023).

Priorizar la iluminación natural de los espacios y además generar conexión visual entre el usuario del proyecto y el contexto exterior.



Figura 4.7.9 Conexión Visual al Exterior
Corea, L. (2023).

Recurrir al uso de materiales porosos para los pavimentos ya que estos ayudan a que el agua se filtre naturalmente en el terreno y no se impermeabilice y estanque.

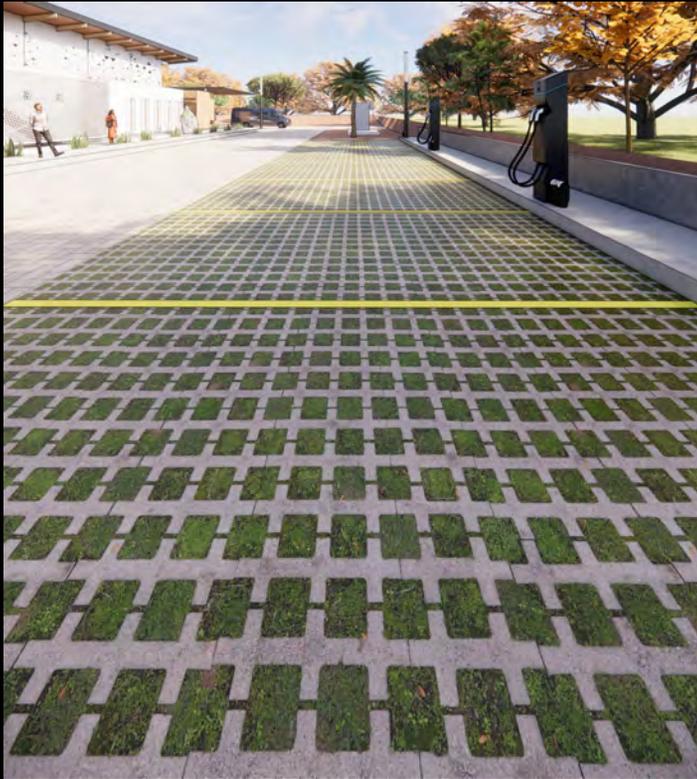


Figura 4.7.10 Pavimentos Porosos
Corea, L. (2023).

Incorporar jardines secos para que su necesidad de agua sea menor al ser una zona con una época seca bastante árida.



Figura 4.7.11 Jardines Secos
Corea, L. (2023).

4.2.4-Materialidad

Se identificaron y utilizaron materiales similares a los de los edificios vecinos. La paleta de materiales de la propuesta se limita a 5 componentes principales, muros de poliestireno expandido y concreto, fachadas ventiladas metálicas, madera local, vidrio y estructura metálica.

Los muros de poliestireno expandido y concreto, que funcionan como parte de la estructura principal, un sistema conocido y comercializado en el país como COVINTECH o PANELCO, entre los beneficios de este sistema encontramos que es muy bueno cuando de capacidades aislantes de calor hablamos, además de que resiste cargas iguales a las que resistiría un muro de bloques convencional, asimismo agiliza la construcción, es un sistema más rápido de instalar y es más económico.

Segundo, los cerramientos de panelería metálica, en un sistema que conocemos como fachada ventilada donde estos paneles se encuentran anclados a los muros portantes pero separados

una distancia variable para permitir el flujo del aire entre ambas fachadas o caras del edificio, este sistema se utiliza en las zonas donde el calor es más fuerte a lo largo del día, normalmente las fachadas expuestas al sur y oeste.



Figura 4.7.12. Sistema Panelco
Fuente: página web www.panelcocr.com



Figura 4.7.13 Árboles de Teca

Fuente: página web www.woodiswood.net



Figura 4.7.14 Concreto Reciclado

Fuente: página web www.archdaily.cl

Hallamos la utilización de madera de la zona, madera de Guanacaste y de Teca, gracias a su rigidez estructural, resistencia contra el agua y buen comportamiento contra las polillas y termitas, lo que hace que pueda usarse tanto en interiores como en exteriores.

Para algunas estructuras del conjunto, como bodegas, se propuso utilizar concreto reciclado. Este se compone de un agregado que sustituye al agregado grueso convencional, en lugar de usar piedra, se usan escombros de construcciones de concreto derrumbadas.

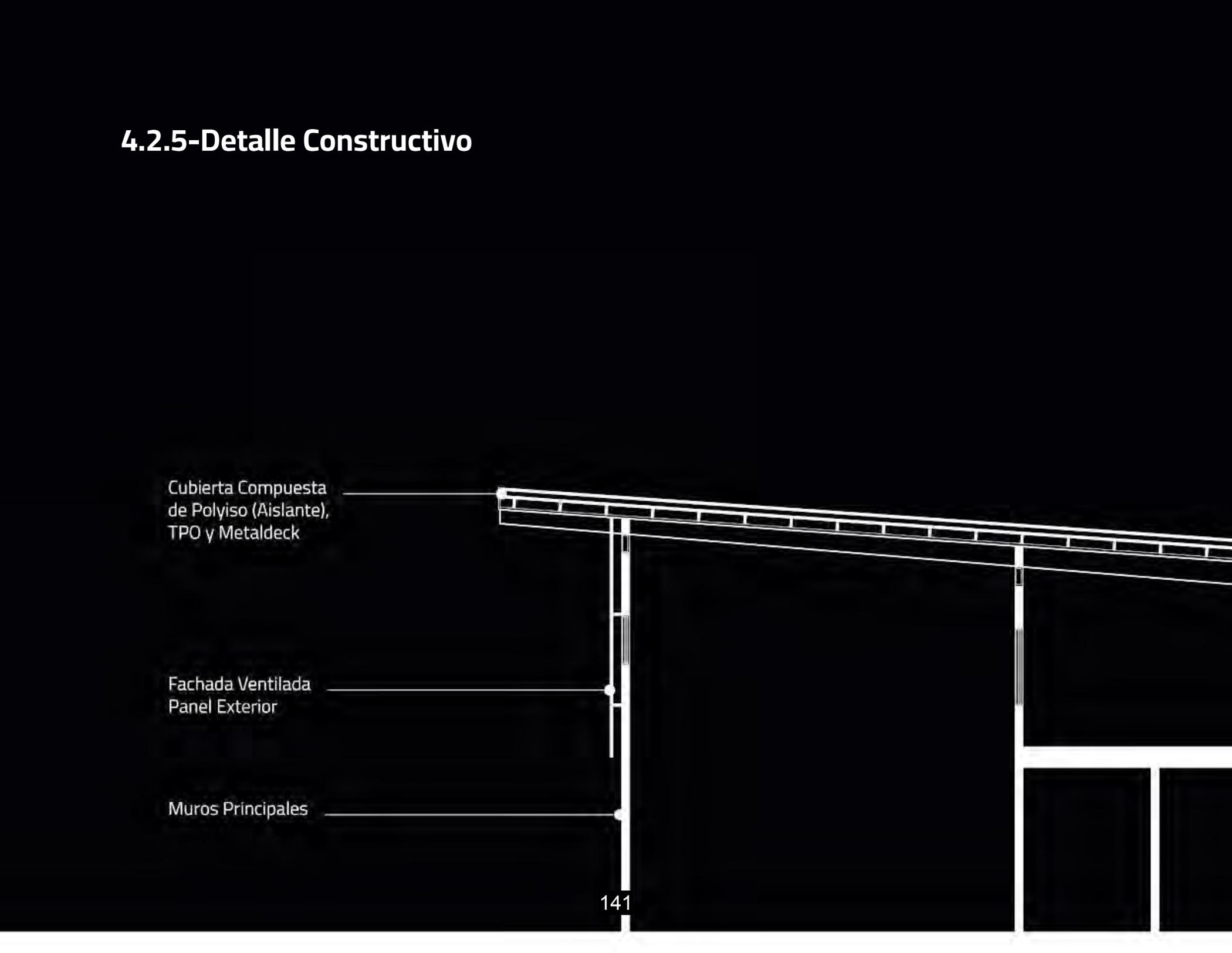
Las tonalidades que se buscaron en la totalidad del proyecto fueron claras, por ello observamos el uso de pintura blanca para muros y para columnas y demás estructura metálica, asimismo la madera blanqueada. De igual manera el adoquín gris claro y los jardines secos de piedra blanca, todo esto como parte de la estrategia del uso de colores y tonalidades que absorben menos calor y lo refractan de una mejor manera para apaciguar el efecto de isla de calor, ya que en la zona que nos encontramos la temperatura puede alcanzar y sobrepasar los 30 centígrados en un día soleado.

4.2.5-Detalle Constructivo

Cubierta Compuesta
de Polyiso (Aislante),
TPO y Metaldeck

Fachada Ventilada
Panel Exterior

Muros Principales



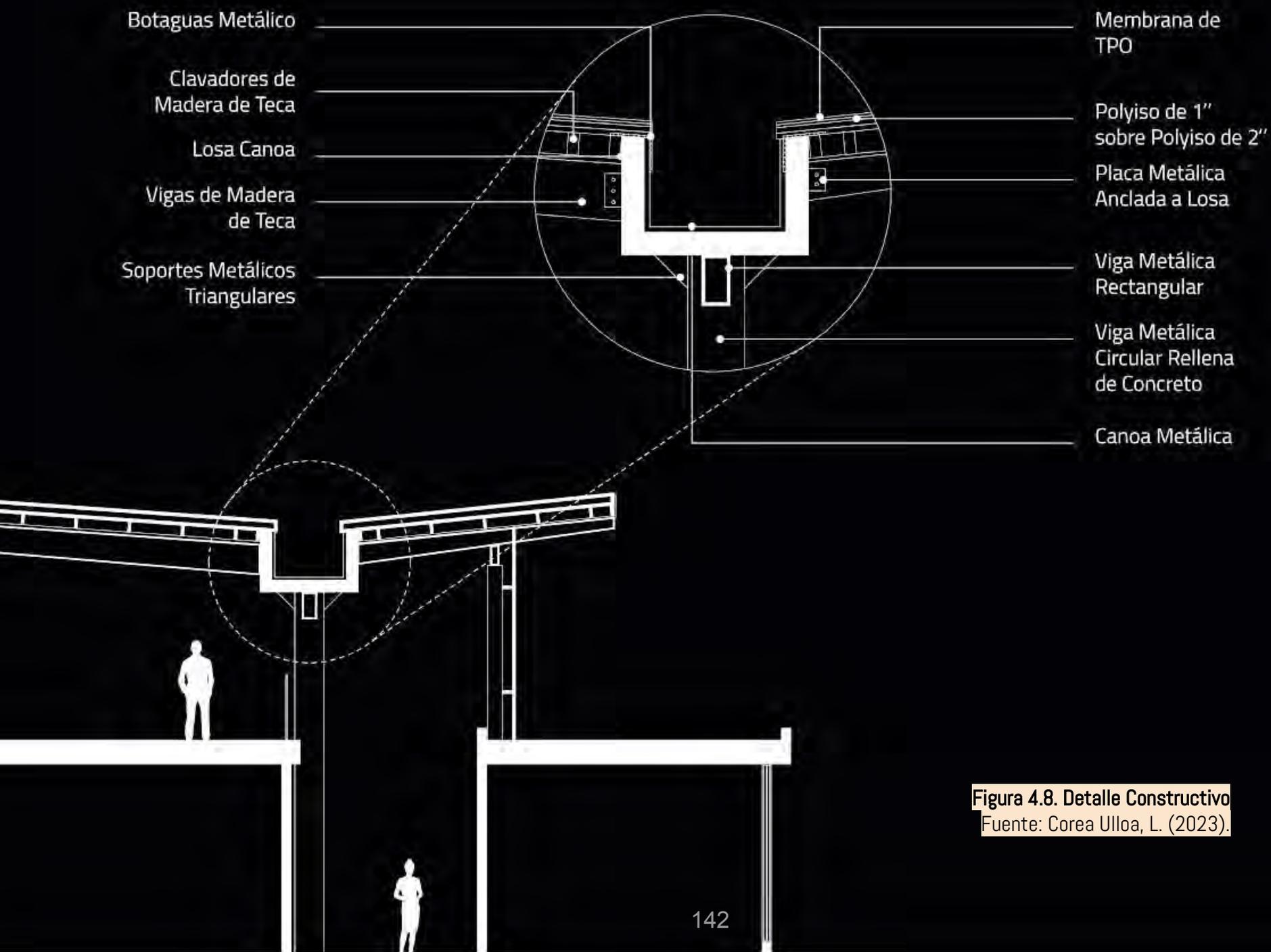


Figura 4.8. Detalle Constructivo
 Fuente: Corea Ulloa, L. (2023).

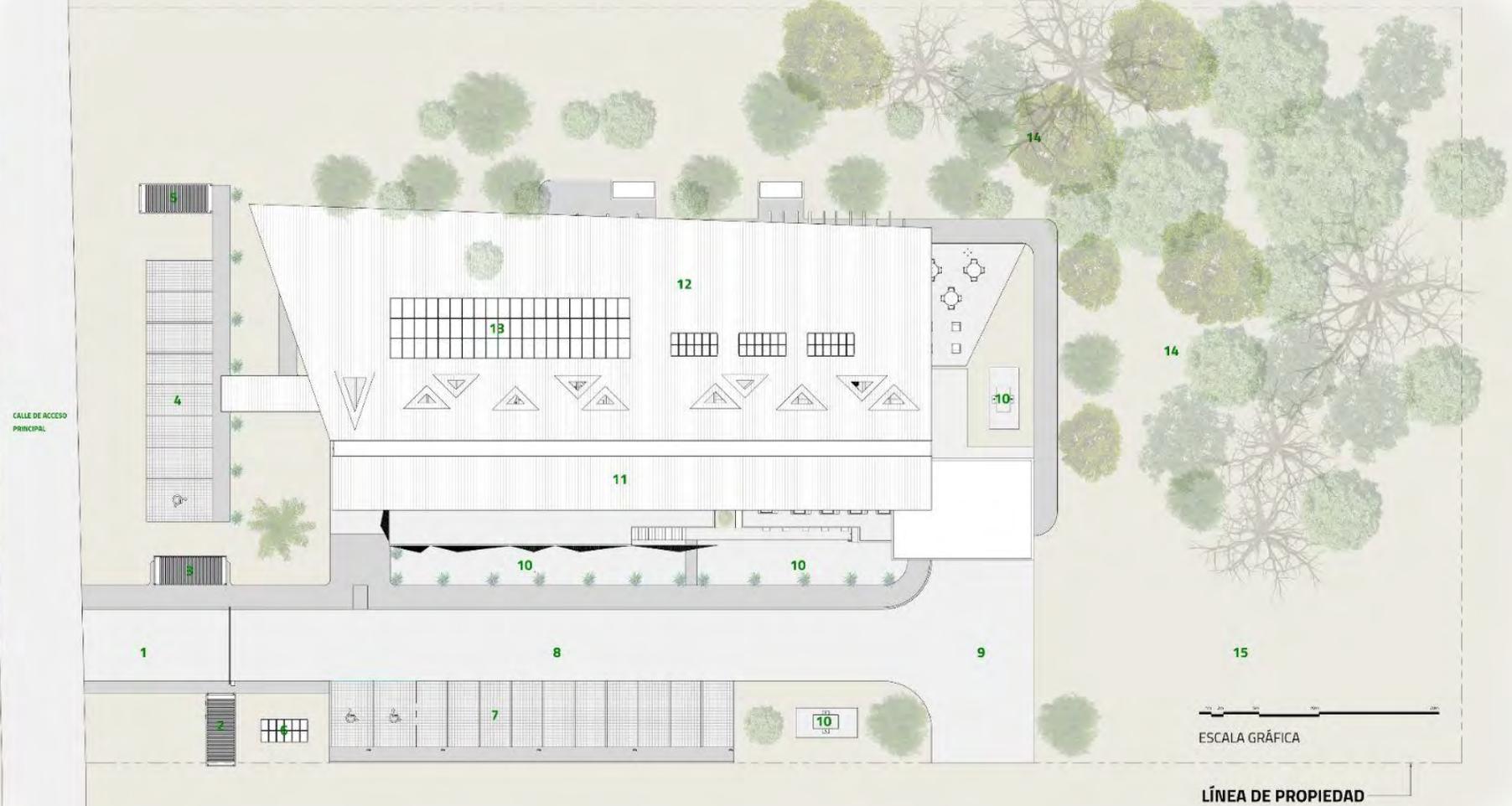
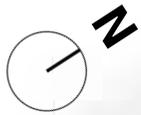


Figura 4.9. Planta de Sitio
Corea, L. (2023).

- | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1. Acceso Principal | 4. Parqueo de Visitas | 7. Parqueo de Trabajadores | 10. Generador Eléctrico | 13. Paneles Solares |
| 2. Casetilla de Guarda | 5. Depósito de Basura | 8. Calle | 11. Cubierta Secundaria | 14. Bosque |
| 3. Parqueo de Bicicletas | 6. Paneles Solares | 9. Martillo y Zona de Carga | 12. Cubierta Principal | 15. Granja Eólica |



Figura 4.10. Planta Arquitectónica Primer Nivel
Corea, L. (2023).

1. Pórtico de Ingreso
2. Recepción
3. Zona de Exposición
4. Bodega y Máquinas
5. CCTV
6. Oficinas

7. Esclusa
8. Vestidor
9. Baño
10. Bodega
11. Taller
12. Cuarto Limpio

13. Auditorio
14. Oficina Gerente
15. Sala de Reuniones
16. Servidores TI
17. Bodega de Limpieza
18. Baños

19. Suministros y Docs.
20. Cuarto de Máquinas
21. Laboratorio 1
22. Laboratorio 2
23. Laboratorio 3
24. Cuarto Mecánico

25. Cuarto Eléctrico
26. Bodega General
27. Zona de Carga
28. Cuarto de Máquinas



**Figura 4.11. Planta Arquitectónica Segundo Nivel
Corea, L. (2023).**

- 1. Sala de Espera
- 2. Pasarela de Observación
- 3. Zona de Refrigerios/Comedor
- 4. Baños
- 5. Sala de Estar

4.2.6-Clima

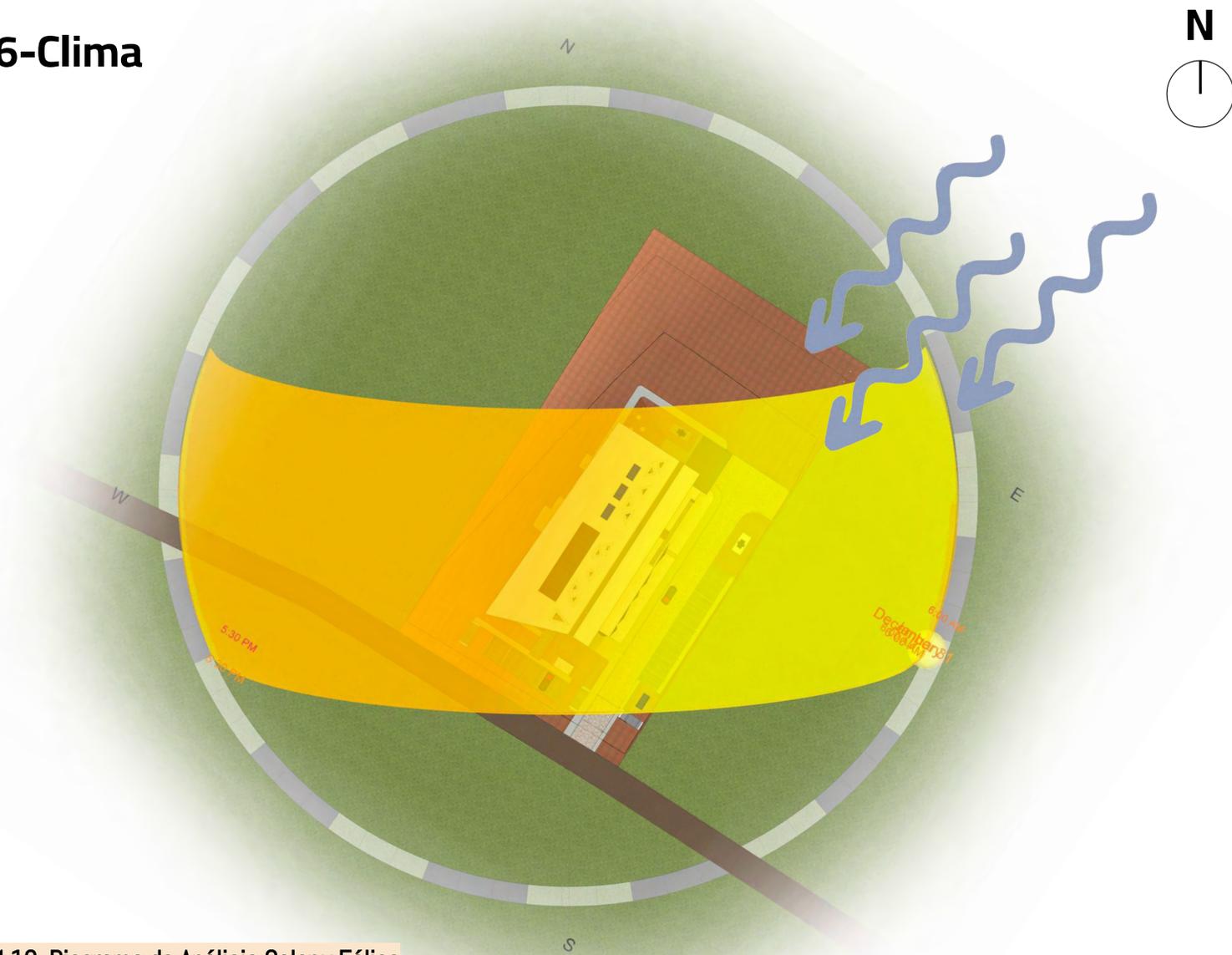


Figura 4.12. Diagrama de Análisis Solar y Eólico
Corea, L. (2023).

En los diagramas de soleamiento o trayectoria solar, podemos ver que en la mayor parte del año el sol se mantiene en el hemisferio sur y en una menor parte se sitúa en el hemisferio norte, siguiendo una trayectoria este-oeste como lo sabemos. Es por estas razones que en los laboratorios localizados en la esquina norte del proyecto, se aprovecha la poca incidencia solar directa y se generan grandes ventanales para permitir el paso de bastante iluminación natural.

Al este de la edificación, se optó por utilizar placas metálicas microperforadas para permitir el paso del aire pero generar micro sombras en las ventanas para mantener los interiores más frescos. Mientras que al lado oeste, se utilizó vegetación para generar sombras necesarias en horas de la tarde, también se colocaron los espacios con las necesidades mínimas de iluminación natural para crear caras sin ventanas y de esta manera amortiguar la entrada de calor.

Por último, vemos que los vientos predominantes vienen del noreste, así que se decidió explotar esta característica y colocar generadores de energía eólica.

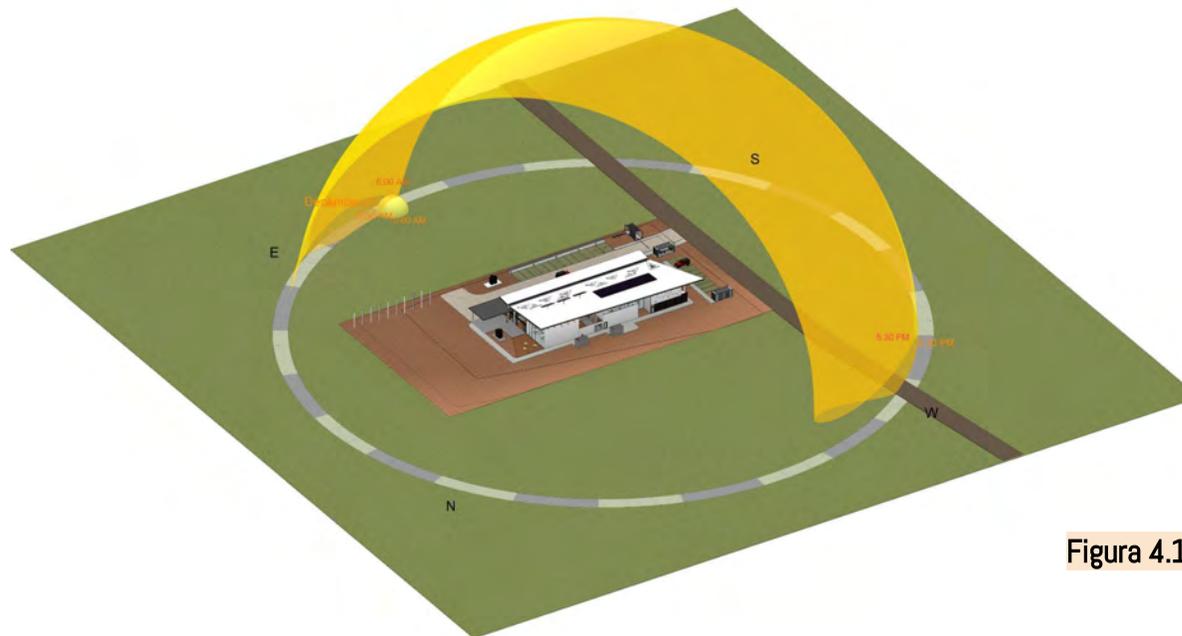
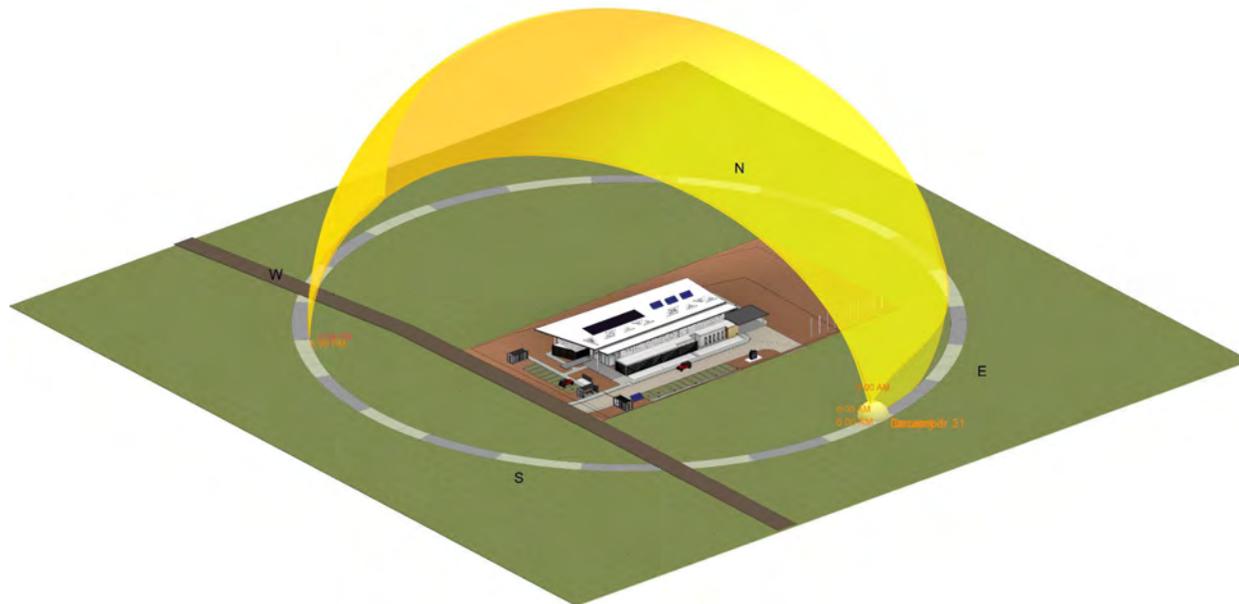


Figura 4.13 y 4.14. Diagrama de Análisis Solar 3D
Corea, L. (2023).

4.3-Visualizaciones

A continuación, una serie de imágenes realizadas por computadora, de varios espacios, entre ellos los considerados más emblemáticos del resultado del diseño arquitectónico.

Comenzando por la imagen a la derecha, la cual es el acceso principal al proyecto.

Importante destacar de esta imagen que





Figura 4.15. Visualización del Acceso Vehicular al Proyecto
Corea, L. (2023).



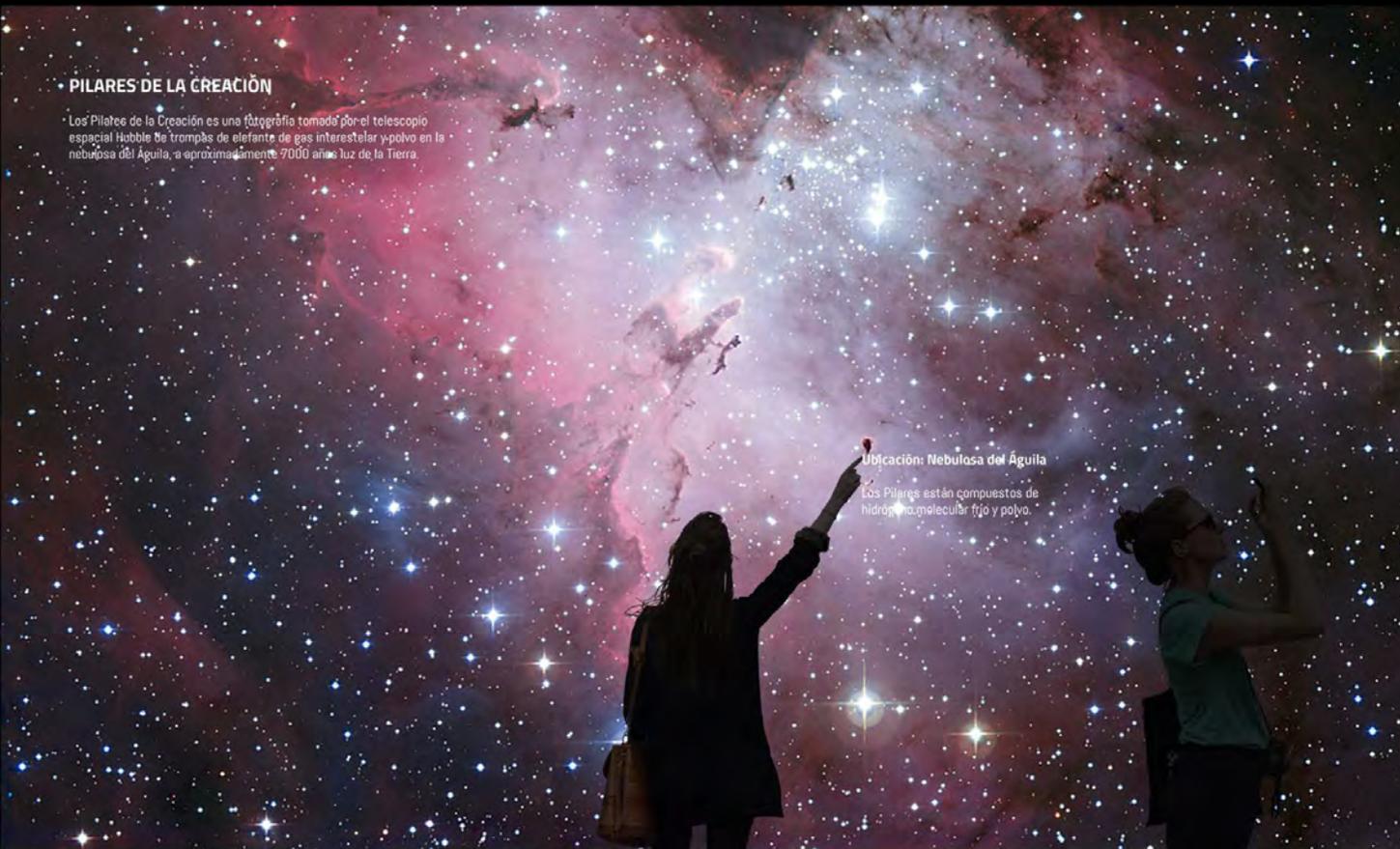
Figura 4.16. Espacio de Recibimiento
Corea, L. (2023).

Un pórtico de acceso, protegido del sol y de la lluvia para poder generar un espacio de encuentro y de espera, además de recibimiento a las instalaciones.



Del pórtico entramos directamente a la recepción donde esperamos ser atendidos y de este vestíbulo nos dirigiremos a la siguiente parada.

Figura 4.17. Recepción
Corea, L. (2023).



Este espacio se denomina de esta manera ya que se utiliza el recurso de la tecnología para generar exposiciones por medio de pantallas o incluso hasta hologramas y de esta manera proyectar una infinidad de temas.

Figura 4.18. Zona de Exposición Cambiante
Corea, L. (2023).

Así que las exposiciones en esta zona no serán permanentes, sino que dependiendo de lo que se requiera, se puede ajustar.



Figura 4.19. Zona de Exposición Cambiante
Corea, L. (2023).



Podemos subir al segundo nivel por medio de un ascensor o las escaleras, que están diseñadas para ser encontradas fácilmente y cerca de donde las personas llegan y así priorizar su uso.

Figura 4.20. Escalera hacia Segundo Nivel
Corea, L. (2023).

Una vez en el nivel dos, llegamos a una sala de estar que cuenta con una conexión visual directa con la zona de exposición cambiante del nivel 1.



Figura 4.21. Sala de Espera en Segundo Nivel
Corea, L. (2023).



En esta sala de espera podemos sentarnos y descansar o acercarnos a aprender más sobre la zona de exposición cambiante. También en este espacio tenemos otro ejemplo del uso de la tecnología en el diseño, como lo son los parasoles ubicados a la izquierda de la imagen, que dan hacia la fachada frontal del proyecto, que sería la fachada oes-

Figura 4.22. Sala de Espera en Segundo Nivel
Corea, L. (2023).



te. Estos parasoles dependiendo de la intensidad de la incidencia solar se ajustan, se pueden abrir o cerrar dependiendo de las necesidades de sombra del momento.

Figura 4.22.1 Sala de Espera en Segundo Nivel
Corea, L. (2023).



Si seguimos caminando hacia la derecha, llegaremos a la zona de refrigerios y comedor.

Figura 4.23. Comedor
Corea, L. (2023).



1/203 Cuarto Limpio

Una sala blanca (también, cuarto limpio o sala limpia; en inglés, clean room) es una sala especialmente diseñada para obtener bajos niveles de contaminación. Debe contar con los parámetros ambientales estrictamente controlados: partículas en el aire, temperatura, humedad, flujo de aire, presión interior del aire, iluminación.

Algunos de los sistemas de seguridad que evitan que el material con el que se trabaja se vea contaminado por microorganismos del medio ambiente son:

El aire que entra en el laboratorio es estéril, ya que se ha filtrado para eliminar partículas en suspensión y microorganismos. Se renueva completamente varias veces por hora, para no acumular polvo.

Los salones se mantienen en una escala de presiones ligeramente superiores a la del exterior, de forma que, cuando se abren las puertas, el aire sale y no puede entrar aire del exterior, contaminado con microorganismos.

Cada vez que se entra en la sala de validación, para evitar la entrada de microorganismos en la zona de producción.

Los operarios deben vestirse con trajes especiales, para no llevar contaminantes ni generar partículas de polvo.

Las esclusas mantienen las diferencias de presión entre las salas y las aíslan del exterior.

En esta zona encontramos una pasarela de observación a lo largo de todo el espacio. Con lo que decidimos llamar paredes informativas que son paredes que nos cuentan y enseñan sobre los procesos y espacios que estamos viendo por las ventanas.

Figura 4.24. Comedor
Corea, L. (2023).



Figura 4.25. Pasillo del Alunizaje
Corea, L. (2023).

Una de las intenciones de diseño más importantes del proyecto, que podemos mencionar de la imagen de la izquierda fue el no llegar el muro de concreto hasta la cubierta, sino cortarlo en el nivel 2 y de ahí utilizar un cerramiento más liviano que se pudiera perforar para permitir la entrada de iluminación natural durante el día y generar texturas en otras paredes con la ayuda de la luz del sol.

En esta imagen de la derecha vemos las perforaciones. En estas vistas vemos cómo funciona esta intención de diseño desde afuera hacia adentro, más adelante veremos cómo funciona desde adentro hacia afuera.



Figura 4.26. Pasillo del Alunizaje
Corea, L. (2023).



El proyecto cuenta con dos espacios de galería. La galería sobre el alunizaje, con un modelo a escala 1:10 del cohete Saturno V, que cuelga a lo largo del espacio. El cohete que llevó al humano por primera vez a la luna. Posiblemente el acontecimiento más importante jamás logrado en el campo de las ciencias e investigación aeroespacial.

Figura 4.27. Pasillo del Alunizaje
Corea, L. (2023).



Y la segunda área de galería, es sobre biografías. En este caso son 3 biografías de tres de los personajes más importantes en la historia de la carrera aeroespacial costarricense. El Dr. Chang-Díaz, la Dr. Sandra Cauffman Rojas y el Dr. Adolfo Chaves Jiménez.

Figura 4.28. Pasillo de las Biografías
Corea, L. (2023).



Él área de taller de prototipado que cuenta con un medio nivel dentro.

Figura 4.29. Taller de Prototipado
Corea, L. (2023).



En este medio nivel pueden los científicos analizar lo que se está ensamblando en el nivel inferior,

Figura 4.30. Taller de Prototipado
Corea, L. (2023).



Salimos y bajamos del segundo nivel y llegamos al patio de laboratorios.

Figura 4.31. Patio de Laboratorios
Corea, L. (2023).



**/103
Laboratorio de
Telecomunicaciones**

Este laboratorio tiene el objetivo de crear un espacio que esté dotado de los medios tecnológicos, administrativos y educativos necesarios para que los estudiantes se familiaricen con protocolos de comunicaciones (generación de mensajes de internet, gestión, funcionamiento de equipos de trabajo, etc.) en sus respectivas especialidades.

Además, permite al estudiante la práctica de redacción y gestión de emails, informes, documentos, etc., así como de las clases tecnológicas (satelitales, comunicaciones, radio, etc.) de forma remota.

**/104
Laboratorio de Comunicación
Satelital**

Este laboratorio se enfoca en la práctica de los estudiantes en el uso de los equipos de comunicación satelital, así como en la gestión de los recursos de comunicación satelital.

Un espacio donde se generan zonas de descanso para trabajadores. Además de áreas de observación de los laboratorios sin necesidad de ingresar a estos.

Figura 4.32. Patio de Laboratorios
Corea, L. (2023).



Figura 4.33 Auditorio
Corea, L. (2023).

Por último, tenemos el auditorio. Donde al finalizar una visita a las instalaciones del proyecto podemos terminar en él comentando sobre nuestros aprendizajes y cerrando la actividad.



Todos los objetos ensamblados en el taller se llevan luego al área de carga y descarga para ser enviados a otras partes del país o del mundo.

Figura 4.34 Zona de Carga y Descarga
Corea, L. (2023).



Salimos del proyecto y tenemos la fachada este, que es la elevación en la cual se trabaja con materiales perforados para permitir el paso de iluminación natural controlado.

Figura 4.35. Fachada Este de Día
Corea, L. (2023).



Durante la noche, en el exterior, esta intención de diseño se torna muy interesante, y es porque estas aberturas en la fachada, al iluminarse el proyecto desde el interior, en el exterior parecen formarse destellos de estrellas en esta cara. Fusionándose con el cielo estrellado guanacasteco.

Figura 4.36. Fachada Este de Noche
Corea, L. (2023).

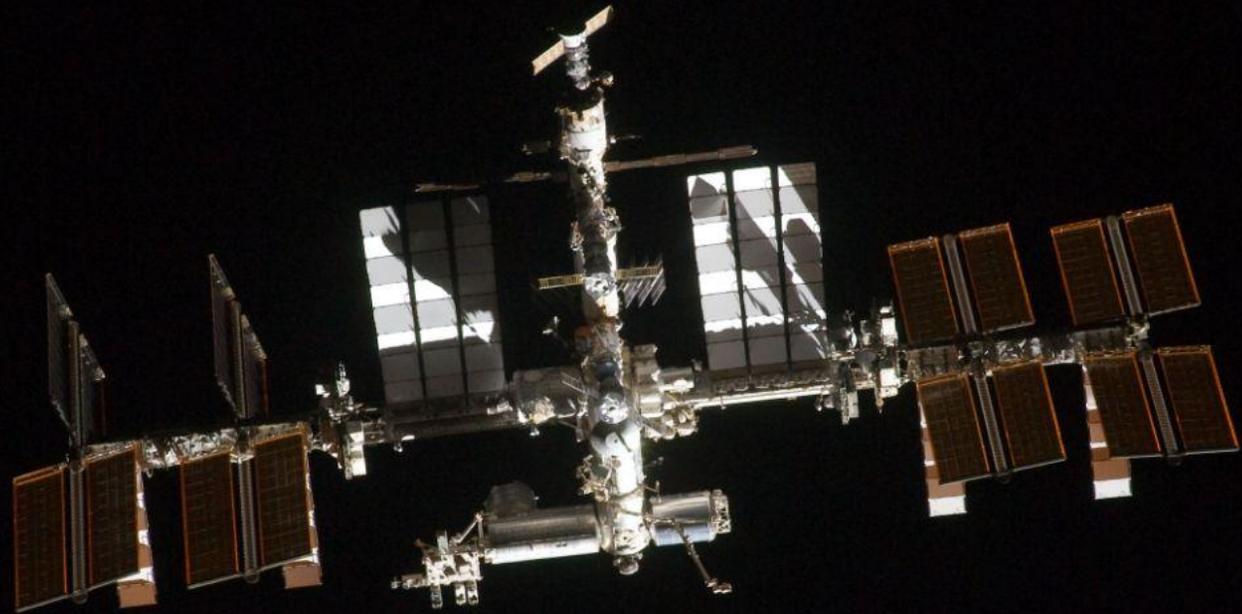


Figura 5.1. Estación Espacial Internacional
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.5

Ampliación (ASTERI Etapa II)

5.1-Ampliación a 5 años

Los 5 años de los que se toman como punto de partida para proponer la ampliación de este proyecto, comenzarán a contar desde el año 2025. Se consideran dos fechas importantes a nivel mundial para tomar esta decisión.

La primera es el regreso del humano a la luna, en el año 2025 con el proyecto ARTEMIS de la NASA, en el cual se enviará a la primera mujer y al próximo hombre al polo sur de nuestro único satélite natural.

Se prevé que en el año 2030 la EEI dé por finalizada su vida útil y se desmantele, terminando en algún punto del océano pacífico. Esta sería la segunda fecha importante, ya que para cuando suceda eso, se necesitará la mayor cantidad de ayuda internacional posible para colocar una nueva estación espacial internacional y Costa Rica podría ser una de las naciones que ayude y que incluso tenga parte de la propiedad de esta.

Para esta ampliación se contempla una extensión del programa arquitectónico, donde se incluirán: un espacio de hospedaje para trabajadores y visitantes, un laboratorio para actividades relacionadas a la robótica donde se puedan impartir clases, se buscará también expandir la infraestructura de taller para poder realizar trabajos a mayores escalas.



Figura 5.2. Enseñanza de Robótica

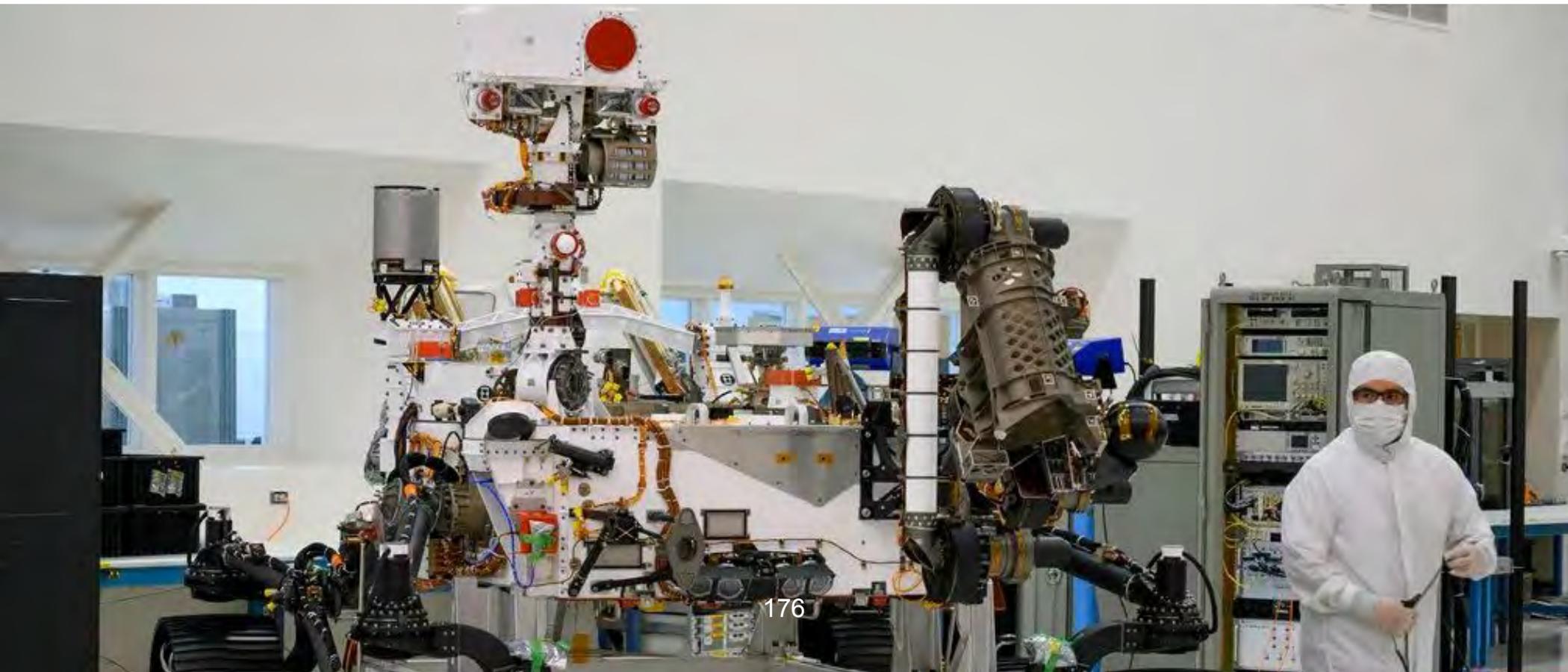
Fuente: página web www.semanariouniversidad.com

A mayores escalas nos referimos a vehículos rovers más grandes y complejos. Como en la industria del transporte convencional, hay vehículos de todos los tamaños.

Para esta ampliación se contempla una extensión del programa arquitectónico, donde se incluirán: **un espacio de hospedaje para trabajadores y visitantes, un laboratorio para actividades relacionadas a la robótica donde se puedan impartir clases, se buscará también expandir la infraestructura de taller para poder realizar trabajos a mayores escalas.**

Figura 5.3. Rover Perseverance

Fuente: página web www.mars.nasa.gov



En cuanto al emplazamiento arquitectónico de esta ampliación, el primer acercamiento fue la zonificación de los sectores.

Como ya anteriormente se había definido en la Etapa B, existirán dos fincas para situar la totalidad del proyecto, ETAPA I Y ETAPA II.

Un primer complejo de infraestructura, ubicado en el **Sitio 1 (Punto de Emplazamiento A)** y es el enfoque de esta propuesta y el locus **2 (Punto de Emplazamiento B)**, que albergará las nuevas instalaciones proyectadas para el 2030.

Una de las ideas a la hora de proponer esta expansión es poder involucrar a Ad Astra Rocket Company, ya que es un proyecto de la misma índole que ASTERI, es por esto que se eligió un lote cercano a sus instalaciones, para que en el futuro esta infraestructura también pueda ser utilizada por la empresa estadounidense. Promover la colaboración y la alianza de fuerzas para hacer crecer ambos proyectos es uno de los objetivos principales.



En este mapa observamos los dos lotes elegidos durante la etapa de desarrollo del análisis de sitio (objetivo específico 1).

Figura 5.4. Mapa de Puntos de Emplazamiento
Corea, L. (2023).



El punto de emplazamiento A (con el número 1) albergará la etapa I de ASTERI, la expuesta en este trabajo. Contará con las instalaciones principales y de necesidad inmediata para el país.

Figura 5.5. Primera Etapa de ASTERI
Corea, L. (2023).



Para que luego en el punto de emplazamiento B (con el número 2) se sitúe la etapa II de ampliación, donde encontraremos la ampliación del taller, zonas para impartir clases como en temas de robótica y por último las zonas de hospedaje para trabajadores y visitantes, ya que en este proyecto se trabajará no solo de día sino en gran parte de la noche y madrugadas.

Figura 5.6. Diagrama de Ampliación Propuesta
Corea, L. (2023).



Figura 6.1. Sonda Espacial Voyager
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.6

Conclusiones

6.1-Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones, recomendaciones y aprendizajes al finalizar este trabajo sobran, fue un proceso de no menos de dos años por lo que la información valiosa extraída es bastante.

Sin embargo, hablaremos de las conclusiones y recomendaciones más importantes halladas.

La infraestructura debe ser adaptable.

Debemos prepararnos para trascender la obsolescencia repentina. La tecnología avanza a pasos gigantescos cada día y tenemos que estar listos para lo que viene incluso si no sabemos qué es.

Estudiar más a fondo las implicaciones económicas de la propuesta, de ser necesario reducir costos para conseguir un proyecto más viable. Por esto también sería importante realizar un estudio de desarrollo y viabilidad del proyecto.

Para lograr un verdadero proceso de diseño integrado es vital el trabajo multidisciplinario.

Este trabajo se realizó desde un punto de vista arquitectónico, que si bien tuvo una investigación extensa de fondo, lo adecuado es que no solo un profesional trabaje una propuesta así, sino decenas de profesionales en distintos temas.

Apuntar a estándares de diseño internacionales.

Esto con la finalidad y la intención de ser competentes a nivel mundial. El mercado mundial es miles de veces más amplio que el nacional, por lo que debemos apuntar a él para hacer crecer de manera exponencial nuestras posibilidades. Además de intentar hacer un nombre para Costa Rica en el campo de las ciencias espaciales.

La incorporación de la tecnología en la propuesta arquitectónica, a pesar de ser una mayor inversión inicial, es necesaria. Esto va muy de la mano con trascender la obsolescencia repentina. Para esto nuestra mejor aliada es la tecnología, que nos ayuda a ser versátiles, flexibles y adaptativos.



Figura 7.1. SpaceX Crew Dragon
Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.7

Referencias

7.1-Referencias

Arena Consultants. (2010). *Basic Architectural Design Considerations for a Laboratory*.

<https://www.arenaconsultants.net/downloads/ARTICALS/Basic%20Architectural%20Design%20Considerations%20for%20a%20Laboratory.pdf>

BioNano Consulting. (2017). *Creación y Fortalecimiento de Centros de Investigación. Medellín: Ruta Medellín*.

<https://www.bio-nano-consulting.com/wp-content/uploads/2018/06/GUIA-CENTROS-DE-INVESTIGACION-3N-1.pdf>

Carrillo, J., Hualde, A. (2009). *Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor agregado: la industria aeroespacial en México*. Buenos Aires: CLACSO.

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20160216050317/19.pdf>

Chang-Díaz, F. (2021). *Franklin Chang pide no vetar ley que crea la Agencia Espacial Costarricense* / Entrevistado por Luis Manuel Madrigal. Periódico Delfino.

<https://delfino.cr/2021/03/franklin-chang-pide-no-vetar-ley-que-crea-la-agencia-especial-costarricense>

Chaves, A. (2021). *Agencia Espacial Costarricense* / Entrevistado por TECSpace. Facebook Live.

Chaves, A. (2021). *Agencia Espacial Costarricense y sus Necesidades* / Entrevistado por Luis Corea Ulloa.

Departamento de construcción y energía de la ciudad de Nueva York. (1999). *High Performance Building Guidelines*

(guías para edificios de alto rendimiento)”.
https://www.nyc.gov/assets/ddc/downloads/Sustainable/high-performance-building-guidelines.pdf

Harvard University. (2013). *'Guidelines for laboratory design: Health, Safety, and Environmental Considerations'*. New Jersey: Wiley.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118633816.fmatter>)

Hassanain, M., Muizz, O., Sanni-Anibire, A., Mahmoud, S., & Hamida, M. (2020). *Design guidelines for the functional efficiency of laboratory facilities. Architectural Engineering and Design Management*, 16(2), 115-130. DOI: 10.1080/17452007.2019.1675580

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452007.2019.1675580>)

Herrera, L. (2006). *'La educación y la cultura: una lectura y propuesta desde la filosofía de la praxis'*. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, 1, 186-231.

<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846111004.pdf>)

Innovation Square of University of Florida. (2016). *Research Building Guidelines*.

<https://www.yumpu.com/en/document/read/38228661/research-building-guidelines-pdf-innovation-square-university-of->

Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2018). *Proyecto Irazú*.

<https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/05/11/historico-primer-satelite-costarricense-funciona-espaciohace-contacto>)

McGill Architects. (2018). *Design for Research Space*.

https://www.mcgill.ca/buildings/files/buildings/design_of_research_space.pdf)

Montiel, A. (2019). *Ley de creación de la agencia espacial costarricense (AEC)*.

<http://proyectos.conare.ac.cr/asamblea/21330.pdf>)

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2012). *NASA Facilities Design Guide (Guía de Diseño para Instalaciones de la NASA)*.

https://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASA_Facilities_Design_Guide_Final_Submittal_-_8_8_124.pdf)

Prowler, D. (2014). *Whole Building Design Guide*.

<https://www.wbdg.org/>

Quacquarelli Symonds. (2021). *"Ranking Latinoamericano de Universidades 2021"*

<https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2021>

Universidad de Florida. (2015). *"Research Building Guidelines (Guía de Diseño para Edificios de Investigación)"*.

<https://www.yumpu.com/en/document/read/38228661/research-building-guidelines-pdf-innovation-square-university-of->

Yale University. (2016). *Guidelines for Safe Laboratory Design*. 2021.

<https://ehs.yale.edu/sites/default/files/files/laboratory-design-guidelines.pdf>)

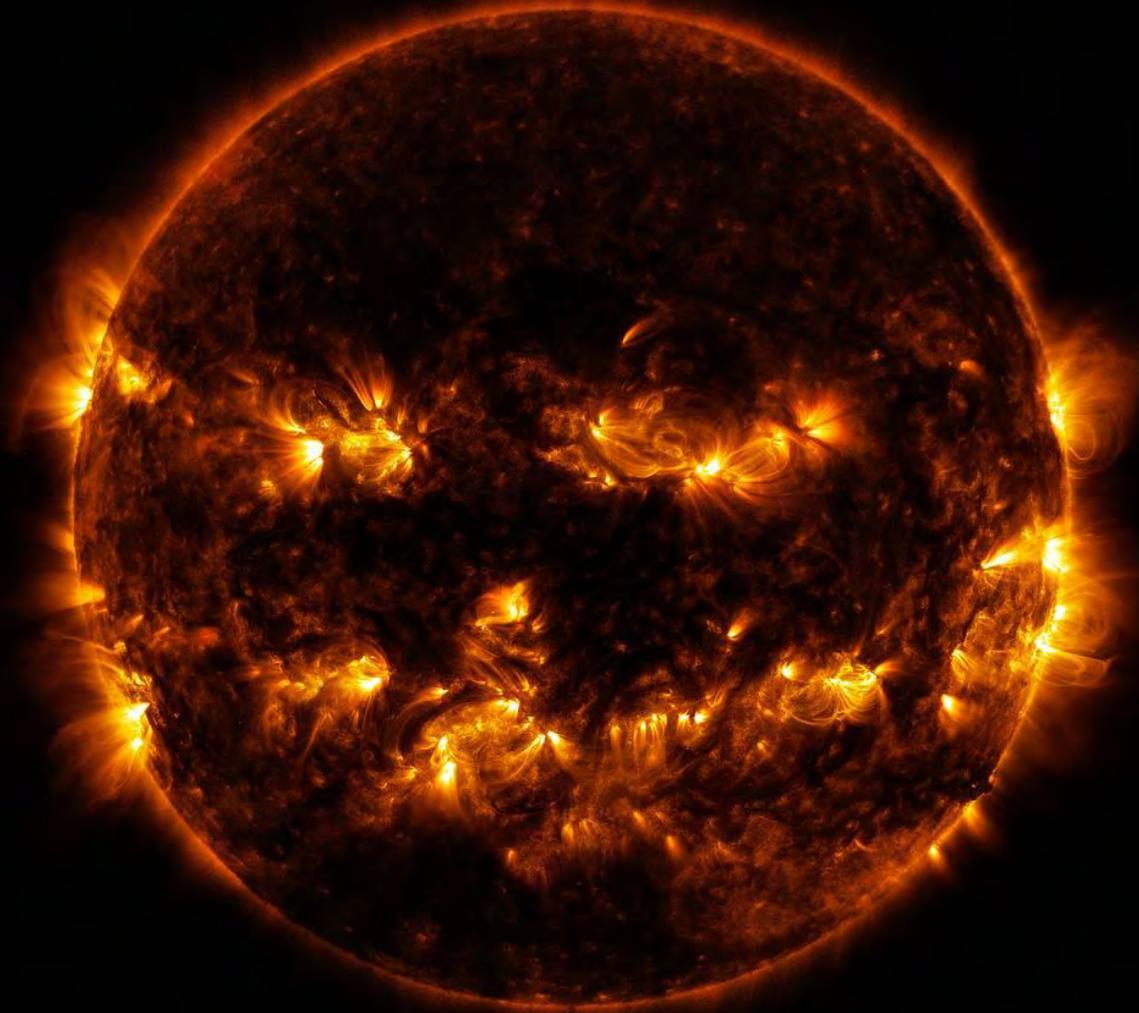


Figura 8.1 Imagen del Sol

Fuente: página web www.nasa.gov

_capítulo.8

Anexos

8.1-Anexos

En este capítulo encontraremos tres tipos de contenido diferente. Primero, la ley 9960, expediente 21.330, Ley para la Creación de la Agencia Espacial Costarricense. Segundo, tenemos el desglose del programa arquitectónico preliminar realizado para poder comenzar con el diseño arquitectónico de la propuesta. Tercero, el proyecto personal de Taller de Diseño 9.

Es importante que se agregue la Ley 21.330 para que las personas interesadas puedan ver a fondo lo que implicaría esta ley.

En cuanto al programa arquitectónico, es una manera interesante de ver un programa preliminar y compararlo con el programa final con el que terminó el proyecto.

Y en cuanto al trabajo de taller de diseño 9, es valioso reflexionar sobre sí mismo y comentar la evolución de la manera de trabajar y diseñar que hay entre un estudiante de arquitectura y un arquitecto.

Ley 9960 A.E.C.

ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA

PROYECTO DE LEY

LEY DE CREACIÓN DE LA AGENCIA ESPACIAL
COSTARRICENSE (AEC)

AIDA MARÍA MONTIEL HÉCTOR
DIPUTADA

EXPEDIENTE N.º 21.330

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS PARLAMENTARIOS
UNIDAD DE PROYECTOS, EXPEDIENTES Y LEYES

PROYECTO DE LEY

LEY DE CREACIÓN DE LA AGENCIA ESPACIAL
COSTARRICENSE (AEC)

Expediente N.º 21.330

ASAMBLEA LEGISLATIVA:

La decisión de crear una Agencia Espacial Costarricense, se ha adoptado de manera reposada, pues ha llevado un análisis acerca de los procesos necesarios para entregar al costarricense una oferta de valor que impacte de manera positiva la economía nacional, y que constituya un movimiento renovador de la capacidad creativa y la investigación en los estudiosos de estas materias. Este planteamiento no ha dejado de reconocer los precedentes que esta actividad tiene en el mundo y por supuesto, el equipo redactor de la propuesta, ha medido y estudiado con detenimiento los retos a corto, mediano y largo plazo de la agencia espacial.

La mayoría de los costarricenses vivimos la experiencia del viaje a la luna mediante el programa Apolo, hecho que constituye un antecedente que permite evidenciar las transformaciones que esta clase de actividad genera sobre la humanidad y ha dado paso a la cooperación internacional entre países que, nunca habían coincidido en criterios de unión y entendimiento.

Más recientemente, los vuelos tripulados del costarricense Franklin Chang Díaz han generado en los costarricenses una empatía extraordinaria hacia los proyectos aeroespaciales, que han inspirado a una generación completa a desarrollar carreras, empresas e iniciativas de todo tipo en las áreas de ciencia, innovación y tecnología. Pero no podemos dejar de mencionar que, cada una de las misiones espaciales, han producido significativos aportes a la comunidad científica mundial.

En dimensiones distintas, pero con repercusiones de alto nivel, el lanzamiento del satélite Irazú por parte de Laboratorio de Sistemas Espaciales (Setec Lab) del Tecnológico de Costa Rica el año pasado, ha evidenciado el potencial de nuestro país para ayudar a la comunidad científica a crear investigaciones que mejoran la calidad de vida de las personas. [1]

Por esta razón, cuando se planteó la idea de crear una Agencia Espacial en Costa Rica, [2, p64] lo primero que nos planteamos fue: ¿para qué y con fines se crea esta organización? ¿Vendría esta Agencia a solucionar necesidades nacionales y de qué clase? ¿Cuál es la oferta de valor asociada a esta Agencia?

En virtud de estos cuestionamientos y a un nivel más general, se hizo un análisis de las actividades que tradicionalmente realizan las agencias espaciales del

mundo y se identificó que estas se dedican fundamentalmente a investigaciones relacionadas con: ciencia espacial, observación de la Tierra y uso comercial o servicios.

Respecto a la actividad relacionada con la ciencia espacial, son muchos los programas exitosos¹ que demuestran los grandes resultados que estas misiones han generado, permitiendo una mejor comprensión de procesos de producción aplicados a distintas ramas de la industria. Estas actividades han logrado cambios significativos a nivel mundial, entre los que se puede señalar la reducción del consumo de combustibles, la disminución en los niveles de contaminación mundial y de los costos de producción en general. Estas mismas misiones, han identificado mejoras en los procesos de fabricación de materiales de la industria de manufactura de transporte terrestre y aéreo, que han provocado mejores rendimientos a motores y turbinas. Se han obtenido resultados de mucha importancia para la manufactura industrial, como lo son la fabricación de aislantes o de materiales estructurales, entre otros. De igual forma, la industria médica y la biomedicina han sido beneficiadas por las investigaciones espaciales al identificar condiciones de tratamiento de proteínas que optimizan la elaboración de medicamentos; creación de equipos médicos de avanzada, el lanzamiento del telediagnóstico y autodiagnóstico que mejoran la calidad de la salud de las personas. Y la gran transformación se ha dado a partir de la instalación de sistemas de navegación por satélite, como los sistemas de posicionamiento global (GPS) [3], que están basados en la determinación del tiempo con gran precisión y que en la actualidad facilitan otras aplicaciones tecnológicas. Como se puede concluir, la ciencia espacial ha sido determinante para mejorar la calidad de la vida de la humanidad y ha sido pionera en investigaciones que han permitido mejoras genéticas en plantas y animales.

En la segunda área, la relacionada con la observación de la Tierra, las misiones realizadas por las agencias espaciales de distintos países del mundo [4], han permitido la construcción de satélites de teledetección, gracias a los cuales, es posible alertar de la presencia de icebergs, de la extensión de las inundaciones, vigilar los incendios de bosques, detectar los restos de aceite o petróleo que derraman los petroleros, medir la evolución del daño en la capa de ozono, y muchas cosas más. Estos instrumentos satelitales se convierten en ojos planetarios que evitan catástrofes y dan mediciones para gestionar los recursos biológicos, fósiles y minerales de la Tierra. Además, la observación de la Tierra

¹ Entre las misiones más destacadas cabría citar las siguientes: *IUE*, para estudiar la radiación ultravioleta por encima de la capa de ozono, que no pueden detectar los telescopios en Tierra; *Giotto*, para acercarse al cometa Halley (permitió ver por primera vez el núcleo de un cometa); *Hipparcos*, telescopio para cartografiar el universo; *ISO*, satélite para observar el espacio en la región del infrarrojo; *Ulyses*, para observar el Sol (junto con la NASA); *Hubble*, también conjunta con NASA, famosa por su gran cantidad de imágenes espectaculares de galaxias; *SOHO*, para estudiar el interior del Sol, su superficie y su atmósfera; *Cassini-Huygens*, a Saturno (misión NASA y ASI); *XMM-Newton*, de observación en el rango de los rayos X, que se emiten durante los fenómenos más violentos que ocurren en el espacio (agujeros negros, formación de galaxias); *SMART-1*, para explorar la Luna y probar un motor iónico; *Mars Express*, para la exploración de Marte; *Rosetta*, lanzada en 2004 con participación española (y de la UPM) que intentará posarse en la superficie del cometa *Churyumov-Gerasimenko* en 2014; *Integral*, telescopio para detectar rayos gamma (en cooperación con USA y Rusia), también con participación científica española.

desde el espacio ultraterrestre se convierte en una herramienta que incita al buen uso de los recursos naturales [5].

Por otra parte, las agencias han utilizado la tecnología espacial para realizar venta de servicios y con ello, generar ingresos frescos a sus gobiernos. Las comunicaciones vía satélite, en particular la televisión, han supuesto un flujo de información que han impactado de forma notable el desarrollo político y social de nuestros países. Los satélites de meteorología, telecomunicaciones, navegación y teledetección son la base de actividades económicas que prestan servicios hoy día irrenunciables para muchos ciudadanos, como son la previsión del tiempo, el envío de información o las comunicaciones de todo tipo, los servicios de navegación basados en satélites, por ejemplo GPS, la realización de cartografía o análisis de recursos terrestres. [6]

Así las cosas, si la experiencia internacional derivada de la creación de agencias espaciales es tan exitosa, hemos analizado el impacto que tendría una agencia de este tipo para Costa Rica, sus relaciones internacionales, para el bienestar social de la nación y además para la economía nacional. Algunos aspectos estratégicos son presentados y discutidos en documentos adjuntos [7], los cuales pueden usarse como insumos para la propuesta aquí descrita.

Adicionalmente, se ha tomado en consideración la coyuntura socioeconómico que enfrenta el país a lo largo del 2017 y el 2018. En este período ocurrió una convergencia de malos resultados económicos, con una evolución adversa que produjo una evidente desaceleración del crecimiento económico, una pérdida histórica de empleos (la más alta de los últimos veinte años), un deterioro de la seguridad y la convivencia ciudadana.² Dado las circunstancias antes apuntadas, se hace necesario plantearse proyectos de ley que vengán a revertir esta situación económica e impacten significativamente la economía nacional, produciendo cadenas de valor agregado para distintas ramas productivas.

Además, si tomamos en cuenta que a corto plazo, las perspectivas en materia de oportunidades, solvencia y estabilidad económica son negativas; esta propuesta es absolutamente necesaria a fin de convertirse en un motor de crecimiento nacional, que reduzca el desempleo y que promuevan la utilización de profesionales especializados en el área espacial que ya están en el país y que constituyen una masa crítica de alto valor.

Si el país vive una época tan delicada en la cual se enfrenta con riesgos económicos, sociales, ambientales y políticos, potenciados por factores externos, creemos que esta propuesta legislativa viene a invertir en innovación, en modificar el estilo de desarrollo, y en crear una estrategia de crecimiento a corto y mediano plazo.

² Informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible, 2018.

Existe un consenso general en que la innovación es el motor de desarrollo, capaz de generar y sostener en el tiempo ciclos prolongados de crecimiento, al crear valor para la sociedad. Por ello, este proyecto pretende convertir a Costa Rica en un centro internacional de innovación científico y tecnológico, que apuesta a mejorar la generación de oportunidades, como una respuesta disruptiva a la evidente escasez económica.

Y es que este proyecto viene a ser el resultado natural de una serie de acontecimientos que se han dado a lo largo de las últimas décadas en el país y que nos permite concluir con facilidad, que las condiciones están dadas para la creación de la agencia espacial en Costa Rica. En primera instancia señalar que en el año 2016, se creó el Clúster Aeroespacial de Costa Rica que reúne a las empresas privadas que dan servicios en esta materia y que han demostrado que Costa Rica requiere seguir invirtiendo en áreas de desarrollo tecnológico de alto valor agregado y con ello, crear "nuevos servicios" como la que ahora se presenta. El Clúster mencionado nos demuestra que la empresa privada costarricense tiene mucho potencial y que está preparada no solo para ser un instrumento de manufactura sino un innovador en la materia espacial y por supuesto un aliado natural de este proceso transformador.

Otro acontecimiento relevante en esta cadena de eventos, es que muchos de los entonces estudiantes que vieron a don Franklin Chang Díaz en varias misiones internacionales y soñaron con en el espacio; hoy son doctores graduados de prestigiosas universidades del mundo en materia espacial y ya están en el país o están cerca de terminar sus carreras con gran suceso. Esto significa, que Costa Rica posee una masa crítica de especialistas en la materia que convierten a este proyecto totalmente viable.

Por otra parte, la existencia del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), ha transformado la capacidad de investigación nacional por medio de sus laboratorios especializados en geomática, nanotecnología, computación avanzada y biotecnología. CeNAT, indudablemente ha beneficiado al sector empresarial, al gubernamental y al académico, pero sobre todo constituye un precedente importante para avanzar en la investigación espacial.

Las exquisitas y únicas particularidades geográficas y climatológicas de nuestro país, son otro elemento que fortalece la creación de la agencia en la región centroamericana. La comunidad internacional es consciente de ello y reconoce que Costa Rica tiene ventajas competitivas especiales, que constituyen una oportunidad de generar cooperación y atracción de recursos, por sus características geográficas, demográficas, la gran cantidad de ecosistemas y diversidad biológica.

Por todas las condiciones antes señaladas, el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología prevé que la innovación y el desarrollo científico deben profundizar en el estudio riguroso del espacio ultraterrestre. Sin embargo, nuestro país carece de una organización que articule los esfuerzos que realizan los diversos actores

públicos y privados y que venga a ejecutar las políticas públicas que deben guiar el desarrollo de la nación en esta área.

Estamos convencidos que el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) debe mantener las funciones rectoras de la materia, y le corresponderá emitir las políticas nacionales del sector. No obstante lo anterior, pareciera inconveniente que el Micitt además de su rol de ente rector, sea parte ejecutora en la investigación y desarrollo, motivo por el cual, esta propuesta legislativa promueve que la agencia espacial costarricense sea la contraparte que articule a los involucrados del sector.

Este proyecto de ley, pretende crear ese ente catalizador y promotor de desarrollo científico, una agencia espacial que venga a impactar de manera positiva en la calidad de vida de los costarricenses y por supuesto, estos servicios constituirán espacios de colaboración con otros organismos y agencias espaciales del mundo, respetando en todo momento las directrices de Naciones Unidas sobre el uso pacífico del espacio exterior.

Otro elemento de interés es que, Costa Rica forma parte de la Comisión del Espacio de las Naciones Unidas (abreviado en inglés como Copous), organización en la cual puede aportar con voz y voto en las decisiones de la Organización de las Naciones Unidas sobre usos pacíficos del espacio exterior. Nuestro representante en dicha Comisión es el embajador que al efecto acredite el Ministerio de Relaciones Exteriores, sin embargo, la Cancillería no cuenta con un apoyo técnico especializado en el área espacial, objetivo y permanente en este tema que le permita sustentar criterios, promover proyectos y en general propiciar proyectos en ese organismo internacional. Por dicha carencia, Costa Rica está perdiendo la oportunidad de generar un impacto internacional en los temas en los que el país tiene una alta credibilidad, como lo son la investigación para usos de la biodiversidad, el manejo sostenible de recursos, uso de energías renovables y conservación ambiental. En virtud de lo anterior, la creación de la agencia espacial le permite a la Cancillería tener un asesor especializado al cual podrá recurrir cuando lo requiera para resolver temas técnicos y para proponer iniciativas de impacto económico positivo para el país.

La experiencia nos evidencia que los países del continente latinoamericano que cuentan con una institucionalidad espacial, han dado un salto cualitativo en términos de crecimiento económico y de posicionamiento internacional a través de espacios de cooperación regional, continental e intercontinental, por lo que Costa Rica debe avanzar en ese sentido.

Por esto, la creación de una agencia espacial constituye un salto cualitativo en la investigación y el desarrollo que sería recibido con mucho positivismo por la comunidad científica internacional.

Además de la oferta de valor que genera esta propuesta legislativa, se han estudiado reposadamente los objetivos que debe cumplir la agencia espacial, no

solo en términos de su funcionamiento, sino también desde la perspectiva de los principios rectores de nuestra idiosincrasia. La agencia espacial debe contribuir de forma efectiva en la solución de problemas de la humanidad en términos de generación del conocimiento científico espacial, propiciando una exploración espacial y manejo sostenible de recursos dentro y fuera de la Tierra; todo lo anterior a la luz del uso pacífico de los recursos para el bienestar social.

Conscientes de la situación económica que afecta a la nación, este proyecto plantea una agencia como un ente público no estatal, con una estructura organizacional muy plana pero efectiva y una arquitectura distribuida y ciberfísica que aprovechará todas las ventajas tecnológicas de la cuarta revolución industrial (plataforma 4.0) potenciando la interconectividad, interoperabilidad y virtualización.

Tendrá como órgano de gobernanza, un consejo directivo llamado a potenciar la estrategia nacional y la articulación del sector en total alineamiento con las orientaciones y políticas nacionales que impulse el ente rector; una dirección ejecutiva que concreta las acciones planeadas por aquel, y el Centro Espacial de Guanacaste que será el que investigue, innove y desarrolle en materia espacial, bajo un esquema colaborativo con otros laboratorios ya existentes en el país.

Para que esta agencia tenga éxito, hemos estudiado cuáles serían los criterios de poder y jerarquía que mejor se adapten a esta nueva figura. En virtud de lo anterior, el poder formal debe estar a cargo de un Consejo Directivo integrado por cinco personas que tengan visión científica y criterio político para crear e implementar eficientemente la política de esta agencia. El Consejo Directivo está integrado por la persona jerarca del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) que presidirá; quien ejerza la Dirección del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT); la persona jerarca del Ministerio de Relaciones Exteriores o su representante; la persona representante de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer) designado por acuerdo de su Junta Directiva y otra persona representante de la Asociación Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (Cinde), designado por acuerdo de su Junta Directiva.

El brazo ejecutor de las políticas que emita el Consejo, será una Dirección Ejecutiva, cuyo jerarca tendrá un perfil absolutamente técnico, científico y muy orientado a la gestión por proyectos, y sobre éste descansa el Centro Espacial de Guanacaste que coordinará con otros centros de investigación. Estos Laboratorios son realmente el gran cambio de la propuesta pues, sin cerrar opciones, se crea la figura del Centro Espacial de Guanacaste, el cual funcionará de forma colaborativa con laboratorios y centros de investigación, tales como los Laboratorios del CeNAT, los de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica y la de futuras universidades que inviertan en esta especializada materia.

Se prevé que estos Laboratorios inviertan en la investigación, el desarrollo y la innovación en la generación de energías alternativas y nuevas tecnologías

espaciales; en exploración espacial para lo cual se fortalecerá el desarrollo de comunicaciones espaciales; y la creación de aplicaciones robóticas que permitan la generación de soluciones relacionadas con temas tales como las biotecnologías, biodiversidad en ambiente espacial así como el monitoreo con nuevas tecnologías espaciales.

La razón por la cual el centro espacial de investigación, innovación y desarrollo, estará ubicado en Liberia, Guanacaste es justamente por las extraordinarias condiciones climáticas y geográficas que posee esa región para la observación del espacio ultraterrestre. Este Centro Espacial tendrá servicios complementarios de capacitación para expertos internacionales, de exposiciones temporales, un museo que ofrezca servicios adicionales al turismo que visita esa región y que genere un encadenamiento productivo y eleve las opciones de empleo en la zona.

Como se ha mencionado, la sencilla configuración de la agencia espacial que se propone en el proyecto de ley, obedece a esquemas de gran colaboración con otros actores del sistema en un modelo agencia 4.0, que finalmente generará una significativa reducción en los costos de operación y financiamiento. La agencia iniciará sus labores con un capital semilla de su aliado natural: el CeNAT quien pone a disposición sus instalaciones en Pavas, San José, asume los costos operativos de la agencia hasta que esta obtenga recursos propios provenientes de la venta de su portafolio de productos y servicios. Adicionalmente, la agencia se financiará con un aporte anual del cero punto cinco por ciento (0.5%) de la subjecución del Presupuesto Nacional de la República y por las donaciones que reciba, derivada de convenios de cooperación con agencias y organismos internacionales, los cuales se estilán mucho en casos exitosos de investigación y desarrollo.

Finalmente, el proyecto presenta varias disposiciones transitorias que regulan la transición de tiempo en la cual, deben concretarse la implementación de lo dispuesto en esta propuesta legislativa.

Por las razones expuestas, someto a consideración de la Asamblea Legislativa el presente proyecto de ley, con el fin de dotar al país de una entidad novedosa, que articule, coordine y promueva la innovación, el desarrollo y la investigación espacial a fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y reactivar la economía nacional.

LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA
DECRETA:

**LEY DE CREACIÓN DE LA AGENCIA ESPACIAL
COSTARRICENSE (AEC)**

CAPÍTULO I
Disposiciones Generales

ARTÍCULO 1- Objeto

Esta ley establece el marco regulatorio de la agencia espacial costarricense (AEC), con la finalidad de crear la arquitectura estratégica y modelo operacional necesaria para desarrollar, ejecutar e implementar la estrategia nacional espacial.

ARTÍCULO 2- Principios rectores

La actividad que realizará la agencia espacial costarricense (AEC), estará conforme a los principios establecidos por las Naciones Unidas sobre el uso de espacio ultraterrestre con fines pacíficos, que han sido elevados a diversos tratados internacionales adoptados por la República de Costa Rica. Son principios estratégicos de la agencia:

- a) La exploración y utilización del espacio ultraterrestre, deberá hacerse en provecho y en interés de todos los países, sea cual fuere su grado de desarrollo económico y científico, e incumbe a toda la humanidad.
- b) El espacio ultraterrestre y los cuerpos celestes podrán ser libremente explorados y utilizados por todos los países en condiciones de igualdad y en conformidad con el derecho internacional. En virtud de lo anterior, el espacio ultraterrestre, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera.
- c) La exploración y utilización del espacio ultraterrestre se realizará de conformidad con el derecho internacional, incluido la Carta de las Naciones Unidas, en interés del mantenimiento de la paz y la seguridad internacional y del fomento de la cooperación y la comprensión internacional.
- d) Toda actividad en el espacio ultraterrestre deberá guiarse por el principio de la cooperación y la asistencia mutua, y en todas sus actividades deberán tener debidamente en cuenta los intereses de otros países.

e) Al realizar actividades en el espacio ultraterrestre, así como en los cuerpos celestes, los astronautas deberán prestar toda la ayuda posible a otros astronautas de agencias internacionales.

f) La exploración y utilización del espacio ultraterrestre no involucrará la instalación de ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de armas de destrucción en masa, ni fortificaciones militares. Sin embargo, no se prohíbe la utilización de recursos típicamente militares para realizar investigaciones científicas o cualquier otro uso, siempre que sea con objetivos pacíficos.

g) La exploración y utilización del espacio ultraterrestre deberá promover la protección del medio ambiente natural de la Tierra y utilizará todos los medios a fin de proteger a la humanidad contra los desastres naturales.

h) La exploración del espacio ultraterrestre hará responsable internacionalmente a la agencia de los daños causados a terceras organizaciones que realicen actividades en el espacio aéreo o en el espacio ultraterrestre.

i) La agencia será responsable del objeto lanzado al espacio ultraterrestre, retendrá su jurisdicción y control sobre tal objeto, así como sobre todo el personal que vaya en él, mientras se encuentre en el espacio ultraterrestre o en un cuerpo celeste. El derecho de propiedad de los objetos lanzados al espacio ultraterrestre, incluso de los objetos que hayan descendido o se construyan en un cuerpo celeste, y de sus partes componentes, no sufrirá ninguna alteración mientras estén en el espacio ultraterrestre, incluso en un cuerpo celeste, ni en su retorno a la Tierra.

j) Se respetarán los derechos de propiedad intelectual de todos los objetos lanzados al espacio aéreo o en el ultraterrestre, de conformidad con las normas establecidas en tratados y convenios internacionales sobre esta materia.

CAPÍTULO II

Organización y Funcionamiento de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

ARTÍCULO 3- Creación de la Agencia Espacial Costarricense

Se crea la Agencia Espacial Costarricense (AEC) como un ente público no estatal, con personalidad jurídica y patrimonio propio y con autonomía técnica y de gestión para el cumplimiento de sus atribuciones, objetivos y fines.

Su domicilio legal será la ciudad de San José, sin perjuicio de establecer oficinas y domicilios convencionales en cualquier parte del país.

ARTÍCULO 4- Funciones de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

Para el cumplimiento de su objeto, la Agencia tendrá las siguientes funciones:

- a) Desarrollar proyectos de investigación, innovación tecnológica, colaboración y articulación enfocados en la solución de problemas de la humanidad en términos de generación del conocimiento científico espacial, exploración espacial y manejo de recursos dentro y fuera del planeta Tierra en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, con un enfoque pacífico y centrado en el bienestar social.
- b) Definir y promover programas, proyectos y acciones para fortalecer conocimiento y el desarrollo de la investigación espacial, su influencia en la vida cotidiana y sus potencialidades como factor de desarrollo económico.
- c) Coadyuvar con la generación de líneas de investigación y de política espacial nacional.
- d) Ejecutar proyectos acordes con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y con la Política Espacial de Costa Rica.
- e) Promover el desarrollo de los sistemas espaciales y los medios, tecnología e infraestructura necesarios para la consolidación y autonomía de este sector en Costa Rica.
- f) Facilitar la incorporación del sector productivo a esta actividad, a fin de que adquieran competitividad en los mercados de bienes y servicios espaciales.
- g) Apoyar y ejecutar los protocolos de intercambio y colaboración con el sector productivo, para que se incorpore y participe competitivamente en los mercados de bienes y servicios espaciales.
- h) Impulsar y ejecutar estudios e investigaciones científicas y tecnológicas en la materia y en las áreas prioritarias de atención definidas por el ente rector.
- i) Definir prioridades, conocer y aprobar programas y proyectos de la Agencia.
- j) Proponer acciones que aseguren el cumplimiento de tratados, convenciones y acuerdos internacionales signados y ratificados por Costa Rica en la materia.
- k) Proporcionar información técnica y asesorar a la Cancillería de la República, cuando esta lo requiera, en sus atribuciones de negociación y suscripción de tratados internacionales de carácter bilateral o multilateral, y otros instrumentos de menor rango en materia del espacio ultraterrestre.

- l) Ejecutar políticas en materia de evaluación, seguimiento, promoción y orientación de los programas de la Agencia.
- m) Autorizar los programas y el proyecto de presupuesto de la Agencia, así como las modificaciones en su ejercicio.
- n) Conocer, aprobar y ejecutar los estados financieros de la Agencia y autorizar su publicación.
- o) Gestionar y ejecutar el presupuesto necesario para la realización de sus fines, así como procurar fuentes alternas de financiamiento.
- p) Promover las ventajas competitivas de cada una de las zonas del país para el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación en materia espacial.
- q) Aprobar acuerdos de coordinación y convenios de colaboración con autoridades y organismos relacionados con la materia, instituciones académicas, de investigación y asociaciones.
- r) Analizar y en su caso aprobar los reglamentos, manuales de organización, procedimientos y servicios de la Agencia.
- s) Las demás que le señalen la presente ley y otros ordenamientos.

CAPÍTULO III
Organización y Funcionamiento del Consejo Directivo
de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

ARTÍCULO 5- Del Consejo Directivo de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

La Agencia Espacial Costarricense (AEC) tendrá un Consejo Directivo de cinco miembros, que serán:

- 1- La persona jerarca Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt).
- 2- La persona que ejerza la Dirección del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT).
- 3- La persona jerarca del Ministerio de Relaciones Exteriores o su representante.
- 4- Un representante de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer) designado por acuerdo de su Junta Directiva.
- 5- Un representante de la Asociación Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (Cinde) designado por acuerdo de su Junta Directiva.

ARTÍCULO 6- Presidencia del Consejo Directivo de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

La Presidencia del Consejo Directivo le corresponderá al jerarca del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt).

Quien ejerza la Presidencia del Consejo Directivo tendrá la representación de la Agencia en calidad de Apoderado Generalísimo sin límite de suma, de conformidad con lo establecido por el Código de Comercio.

ARTÍCULO 7- Atribuciones del Consejo Directivo de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

Son atribuciones del Consejo Directivo:

- a) Definir y aprobar las políticas y el plan estratégico de la Agencia Espacial Costarricense.
- b) Aprobar el Plan Operativo Anual, en concordancia con la legislación vigente y el marco estratégico de la Agencia Espacial Costarricense.
- c) Dictar las normas y los reglamentos relativos a la organización y el funcionamiento de la Agencia.
- d) Brindar dirección estratégica por medio de lineamientos institucionales, pautas y decisiones que faciliten el máximo aprovechamiento de los recursos, la consecución de objetivos a mediano y largo plazo, y la minimización del riesgo legal, económico y administrativo de la Agencia.
- e) Definir las actividades de inversión, asignación de recursos, y gestión del portafolio de productos y servicios.
- f) Establecer criterios, mecanismos y procedimientos de cooperación con organismos y entidades nacionales e internacionales, públicas o privadas, para el cumplimiento del marco estratégico de la Agencia Espacial Costarricense.
- g) Aprobar el proyecto de presupuesto anual, para el cumplimiento del Plan Estratégico y Plan Operativo Anual.
- h) Aprobar los informes semestrales y anuales de gestión.
- i) Aprobar la creación de centros espaciales, sedes regionales y sedes locales de la Agencia Espacial Costarricense de acuerdo con estudios técnicos y de factibilidad funcional y económica.
- j) Otorgar los poderes de representación a quienes lo requieran en el ejercicio de las funciones conferidas por la Agencia.
- k) Nombrar a la persona que funge en el puesto de Dirección Ejecutiva de la Agencia Espacial Costarricense (AEC).
- l) Evaluar y calificar anualmente los servicios que presta la persona que funge en el puesto de Dirección Ejecutiva de la Agencia Espacial Costarricense (AEC).
- m) Dirigir estratégicamente la gestión técnica y administrativa que ejecuta la Dirección Ejecutiva de la Agencia.
- n) Controlar y evaluar el desempeño operacional de la Agencia en concordancia con su marco estratégico y legal.

- o) Contratar una auditoría externa, para que en forma periódica audite los estados financieros de la Agencia.

CAPÍTULO IV Organización y Funcionamiento de la Dirección Ejecutiva de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

ARTÍCULO 8- De la Dirección Ejecutiva de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

La Agencia Espacial Costarricense (AEC) tendrá una Dirección Ejecutiva cuyo titular será nombrado y removido por acuerdo del Consejo Directivo. Su nombramiento será por tiempo indefinido, sujeto a evaluaciones bianuales por parte del Consejo Directivo.

Quien ejerza la Dirección Ejecutiva, ostentará facultades de administración que lo facultan a emitir, avalar y negociar títulos de crédito; formular querrelas, ejercitar y desistir acciones judiciales; representar a la Agencia en asuntos de arbitraje y transacciones; otorgar, sustituir y revocar poderes generales y especiales a terceras personas.

ARTÍCULO 9- Requisitos del titular de la Dirección Ejecutiva de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)

La persona titular de la Dirección Ejecutiva deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) Ser mayor de 30 años y estar en pleno goce y ejercicio de sus derechos civiles y políticos.
- b) Haber desempeñado cargos de alto nivel decisorio preferiblemente en el ámbito internacional y contar con conocimientos especializados a nivel de doctorado y experiencia en materia técnica/científica relacionada con el desarrollo espacial y los sectores industriales relacionados.
- c) Contar con publicaciones científicas indexadas en el área de ciencia, tecnología e innovación en medios internacionales relacionados con el área espacial y sus sectores encadenados.
- d) No encontrarse comprendido en alguno de los impedimentos que establece el ordenamiento jurídico para esta clase de posiciones.

ARTÍCULO 10- Atribuciones de la Dirección Ejecutiva

La persona que ejerza la Dirección Ejecutiva es el responsable de la conducción, administración y buena marcha de la Agencia, y tendrá las siguientes facultades:

- a) Asegurar el cumplimiento de los lineamientos, orientaciones y directrices que apruebe el Consejo Directivo.
- b) Dirigir la formulación, ejecución y control de los planes, programas y proyectos de todas las áreas y niveles de la Agencia Espacial Costarricense, que permitan el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y el mandato legal que le ha sido encomendado a la organización.
- c) Ejecutar la política y directrices establecidas por el Consejo Directivo.
- d) Ejecutar los acuerdos y resoluciones del Consejo Directivo.
- e) Desarrollar procesos colaborativos en el entorno nacional e internacional, a fin de lograr los objetivos estratégicos aprobados por el Consejo Directivo.
- f) Dirigir la elaboración del Plan Estratégico para ser sometido a la aprobación del Consejo Directivo.
- g) Elaborar el Plan Operativo Anual para ser sometido a la aprobación del Consejo Directivo.
- h) Rendir al Consejo Directivo, un informe semestral y un informe anual de labores.
- i) Monitorear y evaluar los planes, programas y proyectos de la Agencia.
- j) Gestionar los procesos estratégicos sustantivos y de apoyo de la Agencia aprovechando racionalmente los recursos asignados para el buen desempeño de la organización.
- k) Administrar de forma efectiva el personal de la Agencia, desarrollando el talento humano para el logro de los objetivos estratégicos de la organización.
- l) Promover la comercialización del portafolio de productos y servicios de innovación, investigación y desarrollo que realice.
- m) Valorar y gestionar la cesión, venta, traspaso y concesión de licencias de explotaciones de sus patentes, modelos industriales o de utilidad, así como cualquiera otro de los activos que integre su propiedad intelectual.
- n) Fortalecer la gestión de valores de la Agencia, desarrollando la cultura organizacional centrada en los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas en materia espacial.
- o) Asistir a las sesiones del Consejo Directivo, con voz pero sin voto.
- p) Velar por el correcto funcionamiento de la Agencia en los aspectos estratégicos, operacionales y administrativos.
- q) Supervisar la ejecución del presupuesto aprobado por el Consejo Directivo y rendirle cuentas de su gestión.
- r) Emitir la normativa reglamentaria que requiera la Agencia.
- s) Las demás que le señale el Consejo Directivo y el Reglamento respectivo.

CAPÍTULO V

Organización y Funcionamiento del Centro Espacial de Guanacaste

ARTÍCULO 11- Creación del Centro Espacial de Guanacaste

Créase el Centro Espacial de Guanacaste adscrito a la Agencia Espacial Costarricense (AEC), encargado de la implementación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación espacial, promoción de la ciencia del

espacio y la gestión de servicios complementarios relacionados con el área espacial.

El Centro Espacial de Guanacaste está integrado por los científicos, especialistas y personal de apoyo que requiera para su funcionamiento y tendrá como sede la ciudad de Liberia, Guanacaste.

ARTÍCULO 12- Funciones del Centro Espacial de Guanacaste

Para el cumplimiento de su objeto, el Centro Espacial de Guanacaste tendrá las siguientes funciones:

- a) Ejecutar estudios e investigaciones científicas y de innovación tecnológica en los ejes principales desarrollados por el ente rector en materia espacial.
- b) Recomendar a la Dirección Ejecutiva de la Agencia, nuevas áreas de investigación e innovación tecnológica de la actividad espacial.
- c) Propiciar y mantener relaciones de colaboración con laboratorios científicos nacionales e internacionales.
- d) Promover espacios para la reflexión y coordinación de acciones que apoyen la innovación, el desarrollo científico y tecnológico, y la formación de grupos multidisciplinarios de investigadores de alta formación y experiencia.
- e) Desarrollar con propósitos de investigación, actividades de desarrollo, licenciamiento, contratación de explotaciones (know-how), donación o compra de patentes, invenciones, modelos industriales o de utilidad.
- f) Colaborar con la construcción de relaciones colaborativas con agencias internacionales y empresas dedicadas a la industria espacial.
- g) Contribuir con el desarrollo de actividades de cooperación con instituciones nacionales de carácter académico, tecnológico y profesional, dedicadas a estudios de especialidades relacionadas con la materia.
- h) Coadyuvar con el desarrollo de eventos científicos y tecnológicos en materia espacial, donde participen integrantes de la Agencia y especialistas invitados nacionales y extranjeros.
- i) Desarrollar las estrategias de comercialización del portafolio de productos y servicios de innovación, investigación y desarrollo que realice.
- j) Participar en acciones y eventos científicos y tecnológicos en materia espacial, con el fin de incrementar las competencias en la materia.
- k) Propiciar el interés de la ciudadanía en ciencia y tecnología por medio de la gestión de servicios complementarios y de responsabilidad social en el área espacial.
- l) Promover la coordinación de los sectores público y privado involucrados, en la generación, capacitación, transferencia y aplicación de la alta tecnología.
- m) Implementar las estrategias definidas para promover las ventajas competitivas de cada una de las zonas del país, para el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación en materia espacial.
- n) Divulgar y vender publicaciones derivadas de sus investigaciones y experiencia en la gestión de proyectos;

- o) Proponer a la Agencia la cesión, venta, traspaso y concesión de licencias de explotaciones de sus patentes, modelos industriales o de utilidad, así como cualquiera otro de los activos que integre su propiedad intelectual.
- p) Las demás que establezca la Agencia Espacial Costarricense.

CAPÍTULO VI Del Presupuesto y Patrimonio

ARTÍCULO 13- De los Recursos de la Agencia Espacial Costarricense

La Agencia Espacial Costarricense (AEC) financiará sus operaciones con los siguientes recursos:

- a) Un aporte inicial del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), consistente en recursos operativos tales como, oficinas, suministros, equipos, laboratorios e investigadores científicos, de acuerdo con las decisiones que al efecto adopte el Consejo Científico de este órgano interuniversitario.
- b) Un aporte anual del cero punto cinco por ciento (0.5%) de la sub-ejecución del Presupuesto Nacional de la República.
- c) Los ingresos propios resultantes de la venta del portafolio de productos y servicios de la Agencia.
- d) El producto de créditos, donaciones o legados, previa autorización del Consejo Directivo.

Los ingresos de la Agencia antes descritos, generados por servicios, aportaciones, donaciones o cualquier otro concepto provenientes de sus propias actividades, de instituciones u organismos públicos o privados, nacionales o extranjeros, no ingresarán a la caja única del Estado.

ARTÍCULO 14- Del patrimonio de la Agencia Espacial Costarricense

El patrimonio de la Agencia se integrará con:

- a) Los bienes muebles e inmuebles que se destinen a su servicio.
- b) Los aportes iniciales establecidos en esta ley.
- c) Los ingresos que perciba por los servicios que preste.
- d) Las donaciones y legados que se otorguen a su favor.
- e) Los demás bienes, derechos y recursos que adquiera por cualquier otro título legal.

CAPÍTULO VII Disposiciones Finales

ARTÍCULO 15- Marco Jurídico Aplicable

La Agencia Espacial Costarricense (AEC) no estará sujeta a las siguientes disposiciones legales:

- a) Estatuto de Servicio Civil, Ley N.º 1581, de 30 de mayo de 1953 y sus reformas.
- b) Artículos 9 y 10 de la Ley de Planificación Nacional, N.º 5525, de 2 de mayo de 1974.
- c) Libro II de la Ley General de la Administración Pública, N.º 6227, de 2 de mayo de 1978.
- d) Ley que crea la Autoridad Presupuestaria, N.º 6821, de 19 de octubre de 1982.
- e) Ley para el Equilibrio Financiero del Sector Público, N.º 6955, de 24 de febrero de 1984.
- f) Artículos 18 y 20 de la Ley Orgánica de la Contraloría General de la República, N.º 7428, de 7 de setiembre de 1994.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

TRANSITORIO I- El Consejo Directivo de la Agencia se instalará en un periodo no mayor a los cuarenta y cinco días naturales siguientes a la entrada en vigor de la presente ley.

TRANSITORIO II- A más tardar treinta días naturales siguientes a la instalación del Consejo Directivo de la Agencia, este órgano nombrará a la persona que ejerza la Dirección Ejecutiva.

TRANSITORIO III- Una vez nombrada la persona que ejercerá la Dirección Ejecutiva, el Consejo Directivo organizará y convocará a foros y mesas permanentes de trabajo para que en un plazo no mayor a noventa días, expertos en materia espacial, tanto nacionales como extranjeros, así como instituciones de educación superior y centros públicos de investigación, discutan y faciliten la definición de las líneas generales del marco estratégico de la Agencia Espacial.

TRANSITORIO IV- La persona que ejerza la Dirección Ejecutiva, en un plazo no mayor de ciento ochenta días naturales a partir de su nombramiento, presentará al Consejo Directivo, el Plan Estratégico de la Agencia y el Programa Nacional de Actividades Espaciales de la Agencia, para su respectiva aprobación.

TRANSITORIO V- La Agencia Espacial Costarricense (AEC) iniciará su funcionamiento administrativo, científico y experimental con el soporte del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT).

El Consejo Científico del CeNAT, tomará las decisiones pertinentes para que la Agencia pueda operar de forma colaborativa haciendo uso de recursos operativos tales como oficinas, suministros, equipos, laboratorios e investigadores científicos para el desarrollo de las funciones que le encomienda esta ley.

TRANSITORIO VI- Treinta días después del nombramiento de la persona que ocupe la Dirección Ejecutiva, este iniciará las gestiones para localizar el terreno donde se instalará el Centro Espacial de Guanacaste en Liberia, Guanacaste.

El Consejo Directivo de la Agencia diligenciará, en un plazo no mayor a un año a partir del nombramiento de la persona que ejerza la Dirección Ejecutiva, la adquisición o donación del terreno donde se instalará el Centro Espacial de Guanacaste.

Rige a partir de su publicación.

Aida María Montiel Héctor
Diputada

9 de abril de 2019

NOTAS: Este proyecto pasó a estudio e informe de la Comisión Permanente Especial de Ciencia y Tecnología y Educación.

Este proyecto cumplió el trámite de revisión de errores formales, materiales e idiomáticos en el Departamento de Servicios Parlamentarios.

Referencias

- [1] Gómez-Jenkins, Marco; Chaves-Jiménez, Adolfo; Carvajal-Godínez, Johan y Kolbeck, Jonathan **SETEC Lab's Small Satellite Program for Environmental Monitoring** en International Astronautical Congress 2018, Bremen Alemania.
- [2] C8375c Costa Rica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. Unidad de Planificación Institucional. **Plan Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021**.— San José, Micitt 400p ISBN: 978-9968-732-43-7.
- [3] Wilson, J. N. (2000). Guidance of agricultural vehicles—a historical perspective. *Computers and electronics in agriculture*, 25(1-2), 3-9.
- [4] Rast, M., & Painter, T. H. (2019). Earth Observation Imaging Spectroscopy for Terrestrial Systems: An Overview of Its History, Techniques, and Applications of Its Missions. *Surveys in Geophysics*, 1-29.
- [5] Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of environment*, 90(4), 434-440.
- [6] Howard, W., Fox, G., & Turvey, C. (1996). *The economic benefits of new information technology* (No. 363-2016-18816).
- [7] Petroni, G., Venturini, K., Verbano, C., & Cantarello, S. (2009). Discovering the basic strategic orientation of big space agencies. *Space Policy*, 25(1), 45-62.

Programa Arquitectónico Preliminar

Este programa arquitectónico preliminar, realizado en el 2021 es importante verlo para darnos cuenta de las condiciones planteadas inicialmente para el proyecto y ver cómo estas fueron evolucionando a lo largo del tiempo conforme aparecían variables nuevas en el proceso.

Los espacios se categorizaron en cuatro y a cada uno se les dio cualidades como: función, dimensiones mínimas, áreas, características espaciales y funcionales, requerimientos, entre otras.

Figura 8.2 en calidad en el disco compacto anexo.

Figura 8.2 Totalidad Programa Arquitectónico Preliminar
Corea, L. (2021).

INTRODUCCIÓN SOBRE LAS ACTIVIDADES A REALIZARSE

Artículo II: Creación del Centro Espacial de Guacacayán [...] se crea el Centro Espacial de Guacacayán en la Zona Agraria Especial, inscrito en el Plan de Ordenamiento Territorial, mediante la implementación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación espacial, promoción de la ciencia del espacio y la gestión de servicios complementarios relacionados con el área espacial.

Entre sus actividades puntuales mencionadas, telecomunicaciones, investigación meteorológica, investigación sobre la biodiversidad, navegación GPS y control de satélites y producción de mapas.

Entre las actividades sugeridas a que se deben permitir de seguir, trabajo científico con robots.

| ACTIVIDADES ESPECIALIZADAS | DIVISIÓN DE ACTIVIDADES (Especialización o especificación) | COMPONENTES | ÁREA Y # DE USUARIOS | ENM | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1 LABORATORIOS | | | | |
| | 1.1 Telecomunicaciones | Comunicaciones | +25 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de telecomunicaciones, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 1.2 Investigación meteorológica | Investigación meteorológica | +25 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de investigación meteorológica, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 1.3 Navegación GPS, control satelital y órbita de robots | Investigación GPS | +25 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de navegación GPS, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 1.4 Investigación sobre biodiversidad | Investigación sobre biodiversidad | +25 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de investigación sobre biodiversidad, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 2 (TALLERES (workshops)) | | | | |
| 2 | 2.1 Talleres con robots (levers y marfiles) | Talleres con robots | +40 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de talleres con robots, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 2.2 Talleres | Talleres | +40 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de talleres, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 2.3 Talleres | Talleres | +40 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de talleres, con capacidad para al menos 4 personas. |
| | 2.4 Talleres | Talleres | +40 m2 4 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de talleres, con capacidad para al menos 4 personas. |
| 3 | 3.1 Zonas de acceso | Zonas de acceso | +100 m2 2 X | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de zonas de acceso, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 3.2 Zonas de acceso | Zonas de acceso | +100 m2 2 X | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de zonas de acceso, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 3.3 Zonas de acceso | Zonas de acceso | +100 m2 2 X | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de zonas de acceso, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 3.4 Zonas de acceso | Zonas de acceso | +100 m2 2 X | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de zonas de acceso, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 3.5 Zonas de acceso | Zonas de acceso | +100 m2 2 X | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de zonas de acceso, con capacidad para al menos 2 personas. |
| 4 | 4.1 Oficinas | Oficinas | +25 m2 2 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de oficinas, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 4.2 Oficinas | Oficinas | +25 m2 2 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de oficinas, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 4.3 Oficinas | Oficinas | +25 m2 2 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de oficinas, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 4.4 Oficinas | Oficinas | +25 m2 2 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de oficinas, con capacidad para al menos 2 personas. |
| | 4.5 Oficinas | Oficinas | +25 m2 2 1 | | Se requiere un espacio amplio para el desarrollo de actividades de oficinas, con capacidad para al menos 2 personas. |

INTRODUCCIÓN SOBRE LAS ACTIVIDADES A REALIZARSE

"Artículo 11.- Creación del Centro Espacial de Guanacaste. (...) se crea el Centro Espacial de Guanacaste como una dependencia de la Agencia Espacial Costarricense, encargado de la implementación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación espacial, promoción de la ciencia del espacio y la gestión de servicios complementarios relacionados con el área espacial."

Entre sus actividades puntuales mencionadas: telecomunicaciones, investigación meteorológica, investigación sobre la biodiversidad, navegación GPS y control de satélites y creación de mapas.

Entre las actividades sugeridas o que se creen pertinentes de agregar: trabajos mecánicos con robots.

1

ACTIVIDADES ESPECIALIZADAS

| DIVISIÓN DE ACTIVIDADES: Especializadas o específicas | COMPONENTES | ÁREA Y # DE USUARIOS | | Cttdd. | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 LABORATORIOS | | | | | |
| a) Telecomunicaciones | Computadoras, antenas, radares, escritorios, sillas | <25 m2 | 4 | 1 | Espacio(s) flexible(s), que promuevan la comunicación y colaboración entre disciplinas, los o el espacio debe permitir las conexiones visuales además de poseer barreras, marcadas pero permeables. Además de microespacios de trabajo informal y el uso de paredes que puedan rayarse. |
| b) Investigación meteorológica | Computadoras, instrumentos de medición y análisis, escritorios | <25 m2 | 4 | 1 | Espacio flexible en cuanto las necesidades operacionales y físicas del momento, además de poder adecuarse a las tecnologías emergentes. Adaptabilidad en términos de: habilidad de expandirse fácilmente, reconfiguración espacial, permitir varios usos, etc. Varios accesos, ya que se llevarán a cabo diferentes tareas por diferentes profesionales. |
| c) Navegación GPS, control satelital y creación de mapas | Computadoras, antenas, radares, escritorios | <40 m2 | 4 | 1 | Legislación Internacional, NFPA 45 y 101. Espacios con temperatura regulada artificialmente. Potenciar la cantidad máxima de aire fresco que entra. Las superficies deben ser suaves y fáciles de limpiar. No colocar cielos suspendidos o en baldosas ya que estas producen y acumulan polvo. No utilizar alfombras en el piso. |
| d) Investigación sobre biodiversidad | Computadoras, instrumentos de medición y análisis, escritorios y mesas de trabajo | <40 m2 | 4 | 1 | Deben contar con salida de emergencia demarcada y una ruta sin obstáculos hasta esta. Ventanas generalmente sin la posibilidad de abrirse. Deben contar con aislamiento contra ruido y en el caso del centro de control satelital, solo iluminación artificial o iluminación natural indirecta (ejemp. CSA). |
| 2 TALLERES (mecánicos) | | | | | |
| e) Trabajo con robots (rovers y satélites) | Computadoras, instrumentos de medición y análisis, mesas de trabajo, espacio libre para pruebas, herramientas y maquinaria no pesada | <40 m2 | 4 | 1 | Espacio ventilado e iluminado naturalmente. Doble altura necesaria debido a la escala que pueden alcanzar los proyectos. Vidrios de seguridad en ventanas, NFPA 45 y 101. Contar con salida de emergencia y una ruta sin obstáculos hasta esta. Zona de residuos. Superficies suaves de fácil limpieza, cielos suspendidos no son una buena solución ya que producen y acumulan suciedad. |
| 3 EXTERIORES | | | | | |
| f) Zona de antenas | Antenas y radares | <100 m2 | 2 | X | Espacio al aire libre, en lo más alto del complejo para su máximo beneficio, cerrado al público y con un acceso para el mantenimiento. Posibilidad de ubicar en cubiertas, por lo que dependerá de la volumetría. |

Figura 8.2.1 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 1
Corea, L. (2021).

2

SERVICIO Y FUNCIONAMIENTO

| DIVISIÓN DE ACTIVIDADES: Servicio y funcionamiento | COMPONENTES | ÁREA Y # DE USUARIOS | | Ctdd. | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | |
| g) Cuarto de máquinas y plantas eléct. | Máquinas, medidores, herramientas, tuberías | <25 m2 | 2 | 1 | Espacio aislado y prohibido al público en general. Con acceso desde fuera del proyecto (independiente de las instalaciones principales) y el área suficiente para poder realizar revisiones de una manera más adecuada. AVERIGUAR ÁREA Y CARACTERÍSTICAS EN ESTUDIOS DE CASO NACIONALES |
| h) Baterías de baños | Baños para hombres, baños para mujeres, y baño 7600 | <50 m2 | 14 | 3 | Espacios con ventilación natural. Diferenciación o segregación en 3 ramas principales, batería para el público en general, batería área administrativa y batería para zona de laboratorios y talleres. La batería para trabajadores debería contar con espacio para lockers y vestidores. CÓDIGO DE CONSTRUCCIONES PARA SABER CUÁNTOS BAÑOS SE REQUIEREN EN EL COMPLEJO |
| i) Servidores (computación) | Máquinas, medidores, herramientas, tuberías | <10 m2 | 1 | 1 | Espacio con temperatura regulada artificialmente, totalmente cerrado al público y sin necesidad de iluminación natural. |
| j) Bodega general | Estantes y espacio libre | <25 m2 | 1 | 1 | Espacio cerrado que no requiere de iluminación ni ventilación natural. |
| j') Cuartos de limpieza | Armarios, pilas | <5 m2 | 1 | 3 | Espacio ventilado naturalmente, cerrado y escondido o no visible tan fácilmente |

Figura 8.2.2 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 2
Corea, L. (2021).

| DIVISIÓN DE ACTIVIDADES: Administración, control y acceso | COMPONENTES | ÁREA Y # DE USUARIOS | | Ctdd. | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|-----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | |
| 4 ADMINISTRACIÓN | | | | | |
| k) Suministros | Estantes | <25 m2 | 1 | 1 | No requiere de iluminación ni ventilación natural. |
| l) Centro de documentos | Estantes | <10 m2 | 1 | 1 | No requiere de iluminación ni ventilación natural. |
| m) Logística | Estantes, escritorios, sillas | <10 m2 | 1 | 1 | Oficina del encargado dentro del área de oficinas |
| n) Oficinas | Computadoras, escritorios, estantes, sillas | <40 m2 | 3 | 3 | Oficina para director general, oficina para secretario general, y 1 oficina extra |
| n') Sala de reuniones | Estantes, escritorios, sillas | <20 m2 | 10 | 1 | Reuniones con público en general o para trabajadores. |
| 5 CONTROL Y ACCESO | | | | | |
| o) Vestíbulo y recepción | Computadoras, escritorio, sillas, lavamanos | <30 m2 | 1 | 1 | Mueble en recepción con 1 persona atendiendo. Espacio de doble altura y sin limitaciones para su iluminación natural. Muebles para sala de espera |
| p) Estacionamiento | Espacios demarcados, topes | <250 m2 | 15 | 1 | Diferenciación de espacios para trabajadores y para el público en general. *Revisión del código de construcciones para saber la cantidad exacta necesaria de parqueos. |
| q) Zona de carga y descarga | Espacios demarcados | | 2 | 1 | Tomar en cuenta radios de giro de los vehículos y espacio libre para rampas de los mismos. |
| r) Acceso principal | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| s) Cuarto de CCTV | Computadora, escritorio, televisores | <10 m2 | 1 | 1 | Espacio cerrado, acceso restringido. |
| t) Casetilla de seguridad | Computadora, escritorio, medio baño | <10 m2 | 1 | 1 | Debe contar con un medio baño. |

4

ACTIVIDADES PÚBLICAS

| DIVISIÓN DE ACTIVIDADES: Públicas | COMPONENTES | ÁREA Y # DE USUARIOS | | Ctdd. | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 AUDITORIO | | | | | |
| u) Graderías | Asientos y espacio de circulación. | <70 m ² | 35 | 1 | Tomar en cuenta los ángulos visuales y las alturas/desniveles entre los asientos. Asientos para 50 personas y contemplar rampas y asientos para Ley 7600. Espacio alto, doble o triple altura para no sentir confinamiento y para tener una buena circulación del aire. |
| u') Escenario | Espacio libre | <20 m ² | 10 | 1 | Tomar en cuenta el área libre y la estructura de la tramoya, favorecer la iluminación y ventilación artificial. Acondicionamiento a prueba de ruido (espacio en general), barreras acústicas. |
| u") Tramoya | Maquinaria y estructuras en cielo para iluminación y sonido. Cuarto de control o espacio para sonidista. | <10 m ² | 3 | 1 | Cerrado al público, no requiere de ventilación ni iluminación natural. Cambiar po cuarto de control tal vez, no tan necesario |
| 7 MUSEO DEL AIRE Y DEL ESPACIO | | | | | |
| v) Sala de exposición permanente | Vitrinas y asientos | <60 m ² | 25 | 1 | Tomar en cuenta el área libre y las estructuras/mobiliario de exposición, favorecer la iluminación y ventilación artificial. |
| v') Sala de exposición temporal | Vitrinas y asientos | <60 m ² | 25 | 1 | Tomar en cuenta el área libre y las estructuras/mobiliario de exposición, favorecer la iluminación y ventilación artificial. CORROBORAR CON ESTUDIO DE CASO EN ESLOVENIA Y CON DR. ADOLFO CHAVES. |
| 8 RESTANTE | | | | | |
| w) Plazas | Zonas para sentarse. | <150 m ² | 40 | 1 | Posibilidad de ser al aire libre con una zona techada parcialmente o techada en su totalidad. |
| x) Comedor | Asientos, cocina, pódolos, mostradores, bodega, cuarto frío | <80 m ² | 30 | 1 | La cocina deberá contar con medio baño para sus trabajadores. Espacio ventilado e iluminado naturalmente |
| y) Espacios de descanso | Zonas para sentarse y acostarse | <20 m ² | 10 | 1 | Mobiliario amplio. Mobiliario modular y ergonómico. |
| CIRCULACIÓN: 30% del área total | Espacio libre y señalado para rutas de evacuación y zonas seguras | | | | Amplio, sin obstáculos, accesible universalmente (ley 7600). Demarcación en espacios específicos. |
| TOTALES | | 1500 máx. | 150 máx. | | |

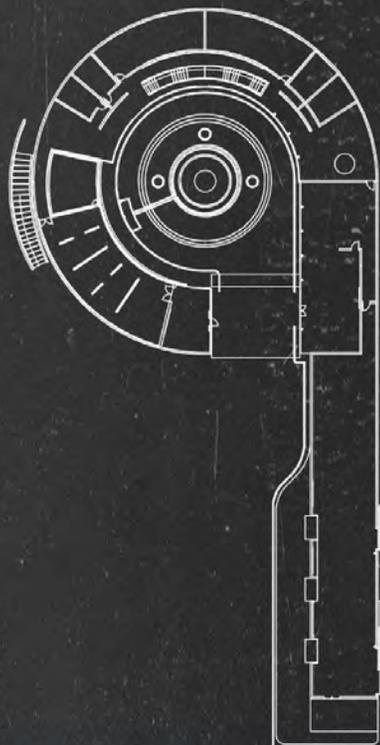
Figura 8.2.4 Programa Arquitectónico Preliminar Parte 2
Corea, L. (2021).

CENTRO DE INVESTIGACIÓN ESPACIAL F.C.D

El proyecto nace de la necesidad de la promoción y el desarrollo de la cultura aeroespacial en Costa Rica.

Como medio de ayuda para la enseñanza en cuanto a carreras relacionadas con la NASA y otros entes internacionales.

El proyecto está inspirado en esta búsqueda realizada por el aeronauta costarricense Franklin Chang Díaz y la sede de Ad Astra Rocket Company en nuestro país.



FLOOR PLAN 1

FLOOR PLAN 1

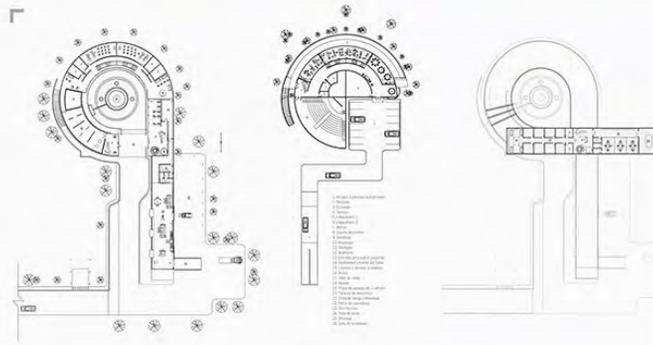
Centro de Investigación Espacial Franklin Chang-Díaz

En el año 2019, para el Taller de Diseño 9, en la escuela de arquitectura de la UCR, decidí escoger como proyecto semestral, realizar un Centro de Investigación Espacial.

Entre las mayores diferencias que se pueden mencionar entre el diseño plasmado por un estudiante del penúltimo taller de diseño comparado con un estudiante egresado que se encontraba realizando su TFG, es que en el primer centro de investigación, el diseño estuvo dirigido por una búsqueda volumétrica y plástica, mientras que en el segundo, estuvo dirigido por la función y la optimización de los recursos.

También hay una diferencia entre las actividades que se realizan en ambos proyectos, pero ambos tiene la cualidad de ser abiertos al público.

Figura 8.3 Póster Centro Franklin Chang-Díaz
Corea, L. (2019).



Planta Arquitectónica Nivel 1
Luis Ferrnández Corea Ulises Taller de Diseño S. ABOVTEK
18/04/2019
Profesores: José Vilaverde y Diego Suárez

Planta Arquitectónica Nivel 2
Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica

Planta Arquitectónica Nivel 3

**ESCUELA Y CENTRO DE INVESTIGACIÓN ESPACIAL
FRANKLIN CHANG-DÍAZ**

El proyecto nace de la necesidad de la promoción y el desarrollo de la cultura espacial en Costa Rica.

Como medio de ayuda para la enseñanza un espacio a grandes dimensiones con la NASA y otros entes aeronáuticos.

El proyecto está inspirado en esta Después realizado por el ingeniero costarricense Franklin Chang Díaz y la sede del Dr. Adolfo Rodolfo Cordero en nuestro país. La expresión gráfica se inspiró en una nave espacial, inspirada en un futuro, a la vez forma de nichos, pero con el contrario, pareciendo una roca.

El FCD está ubicado en la provincia de Cartago específicamente en la parte trasera de la Zona Franca de la Lima.

Este proyecto cuenta con 3 niveles. En la planta baja tenemos: un gimnasio, un auditorio, y un comedor. En el primer nivel encontramos la recepción, la entrada a las salas, las 2 salas y la zona de exposición, (sala/nuevo) y sistema (Toda de Exploración).

En el segundo nivel se alojarán las habitaciones para invitados internacionales, la zona administrativa de oficinas y una sala de reuniones.

FCD

La Lima de Cartago Año 2027



Figura 8.3.1 en calidad en disco compacto anexo.

Figura 8.3.1 Lámina Síntesis Centro Franklin Chang-Díaz Corea, L. (2019).



ASTERI