

Centro de interpretación de la astronomía en Berlín, Santander

Laura Fernanda Sánchez Vargas

Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto

Director

Jorge Alberto Narváez Manrique

Magister en Planeación Urbana y Regional

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2025

Dedicatoria

A mi papá y mi hermano, que lo son todo para mí; a mi pareja, mi gran apoyo; y a mi mamá, mi recuerdo máspreciado.

Contenido

Introducción	13
1. Diseño de un centro de interpretación de la astronomía en Berlín, Santander	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
2. Marco referencial	17
2.1 Historia	17
2.2 Tipologías	18
2.2.1 Tipología 1: Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener	18
2.2.2 Centro de investigación e interpretación de los ríos	22
2.2.3 Centro de interpretación del Parque geológico de Buhais	25
2.3 Contexto	29
2.3.1 Estudio de calidad del cielo para observaciones astronómicas en Colombia, Universidad nacional de Colombia	29
2.3.2 Grupo de astronomía y ciencias aeroespaciales, Halley UIS	31
3. Marco teórico	33
3.1 UNESCO, Cielos oscuros como patrimonio mundial	33
3.2 Contaminación lumínica	34
3.2.1 Medición de la Calidad del Cielo Nocturno	35
3.2.2 Afectaciones a la astronomía	36
3.2.3 Contaminación lumínica en la arquitectura	37

3.2.4 ¿Cómo regular la contaminación lumínica en la arquitectura?	38
3.3 Centro de interpretación	39
3.3.1 Definición y propósito	39
3.3.2 Funciones y construcción	41
4. Marco conceptual	42
4.1 Astroturismo	43
4.2 Astronomía	43
4.3 Centro de interpretación	44
5. Marco geográfico	46
5.1 Elección del lote	46
5.2 Localización departamental	49
5.3 Localización municipal	50
5.4 Localización corregimental	51
5.5 Contexto rural	53
5.6 Topografía	54
5.7 Perfiles viales	55
5.8 Nodos e hitos del sector	56
5.8.1 Refugio piedra parada	58
5.8.2 Frailejones campestre	59
5.9 Factores climáticos	60
5.9.1 Estación 3701502 – Berlín	60
5.10 Contaminación lumínica	67
5.11 Vegetación	67

6. Marco normativo.....	69
6.1 Usos del suelo.....	69
6.2 Normativa.....	70
7. Cuadro de áreas.....	76
8. Usuarios	77
8.1 Flujos de usuarios.....	78
9. Propuesta.....	79
9.1 Lineamientos de diseño arquitectónico	79
9.2 Espacios.....	79
9.3 Circulaciones	87
9.4 Equipos específicos	90
9.4.1 Telescopios	90
9.4.2 Proyector planetario.....	92
9.4.3 Luminarias	93
10. Conclusiones	94
Referencias.....	95

Lista de figuras

Figura 1. <i>Museo de ciencias naturales - La Salle</i>	17
Figura 2. <i>Localización del proyecto en Argentina</i>	19
Figura 3. <i>Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Foto de fachada</i>	19
Figura 4. <i>Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Planta con zonificación</i>	20
Figura 5. <i>Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Corte transversal</i>	21
Figura 6. <i>Análisis formal, corte transversal</i>	21
Figura 7. <i>Análisis formal, fachada</i>	21
Figura 8. <i>Localización del proyecto en España</i>	22
Figura 9. <i>Centro de investigación e interpretación de los ríos</i>	22
Figura 10. <i>Planta arquitectónica del Centro de investigación e interpretación de los ríos</i>	23
Figura 11. <i>Circulación interior</i>	24
Figura 12. <i>Circulación puente</i>	24
Figura 13. <i>Centro de investigación e interpretación de los ríos, Corte</i>	25
Figura 14. <i>Localización del centro de interpretación del Parque geológico de Buhais</i>	26
Figura 15. <i>Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais</i>	26
Figura 16. <i>Planta arquitectónica del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais</i>	27
Figura 17. <i>Corte del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais</i>	28
Figura 18. <i>Materialidad del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais</i>	28
Figura 19. <i>Localización de estaciones meteorológicas en Colombia</i>	30
Figura 20. <i>Salida de campo del grupo Halley a Berlín, Santander</i>	31
Figura 21. <i>Grupo Halley en el planetario de la UIS</i>	32

Figura 22. <i>Ilustración sobre la influencia de la contaminación lumínica en el cielo nocturno..</i>	34
Figura 23. <i>Mapa mundial de contaminación lumínica</i>	35
Figura 24. <i>Distribución general recomendada.....</i>	42
Figura 25. <i>Distancia entre Berlín y Macaravita a Bucaramanga</i>	46
Figura 26. <i>Vista de un tramo de la vía de Bucaramanga a Macaravita.....</i>	48
Figura 27. <i>Vista de un tramo de la vía de Bucaramanga a Berlín</i>	48
Figura 28. <i>Localización de Santander</i>	49
Figura 29. <i>Localización de Tona</i>	50
Figura 30. <i>Localización de Berlín.....</i>	51
Figura 31. <i>Recorrido Bucaramanga – Berlín</i>	52
Figura 32. <i>Plantación de cebolla larga en Berlín</i>	52
Figura 33. <i>Observación de estrellas en Berlín</i>	53
Figura 34. <i>Análisis de áreas del sector.....</i>	54
Figura 35. <i>Cortes del terreno.....</i>	54
Figura 36. <i>Localización de la vía principal y secundarias</i>	55
Figura 37. <i>Perfiles viales</i>	55
Figura 38. <i>Análisis del sector</i>	56
Figura 39. <i>Localización de Refugio piedra parada y Frailejones campestre</i>	57
Figura 40. <i>Refugio piedra parada.....</i>	58
Figura 41. <i>Cabañas de Refugio piedra parada.....</i>	58
Figura 42. <i>Frailejones campestre</i>	59
Figura 43. <i>Cabañas de Frailejones campestre</i>	60
Figura 44. <i>Precipitación Berlín, Santander.....</i>	61

Figura 45. <i>Temperaturas mínima, media y máxima</i>	62
Figura 46. <i>Humedad relativa</i>	63
Figura 47. <i>Días con lluvia</i>	63
Figura 48. <i>Gráfico de brillo solar</i>	64
Figura 49. <i>Asoleamiento Junio</i>	65
Figura 50. <i>Asoleamiento Diciembre</i>	65
Figura 51. <i>Dirección de los vientos en Berlín, Santander</i>	66
Figura 52. <i>Velocidad de los vientos en Berlín, Santander</i>	66
Figura 53. <i>Índices de contaminación lumínica, Bucaramanga - Berlín</i>	67
Figura 54. <i>Arboles de Roble negro, Arrayán y Frailejón</i>	68
Figura 55. <i>Plantas de papa, cebolla junca y pastos para ganadería</i>	68
Figura 56. <i>Árboles de Aliso, Sauce llorón y Polylepis</i>	69
Figura 57. <i>Clasificación usos del suelo del Páramo de Berlín</i>	69
Figura 58. <i>Tabla usos del suelo en Tona</i>	70
Figura 59. <i>Mapa de corrientes de agua</i>	71
Figura 60. <i>Baños accesibles</i>	74
Figura 61. <i>Cuadro de normativa de rampas</i>	75
Figura 62. <i>Normas de edificación para servicios turísticos</i>	76
Figura 63. <i>Cuadro de áreas del proyecto</i>	76
Figura 64. <i>Horarios de exposición</i>	78
Figura 65. <i>Flujo de usuarios en áreas públicas y privadas</i>	78
Figura 66. <i>Zonificación según funciones</i>	80
Figura 67. <i>Recepción y punto de encuentro</i>	80

Figura 68. <i>Exposición multifuncional</i>	81
Figura 69. <i>Exposición planetario</i>	82
Figura 70. <i>Exposición exterior</i>	82
Figura 71. <i>Mirador</i>	83
Figura 72. <i>Mirador telescopios</i>	83
Figura 73. <i>Auditorio</i>	84
Figura 74. <i>Interior cabañas</i>	84
Figura 75. <i>Área de camping</i>	85
Figura 76. <i>Administración</i>	86
Figura 77. <i>Batería de baños</i>	86
Figura 78. <i>Cafetería</i>	87
Figura 79. <i>Tienda temática</i>	87
Figura 80. <i>Zonificación general y circulaciones</i>	88
Figura 81. <i>Circulación a cafetería</i>	89
Figura 82. <i>Circulación principal y zona central</i>	88
Figura 83. <i>Circulación a estadía pública</i>	89
Figura 84. <i>Circulación privada</i>	90
Figura 85. <i>Tipos de telescopios con escala humana</i>	90
Figura 86. <i>Telescopio reflector y sus especificaciones</i>	91
Figura 87. <i>Telescopio refractor y sus especificaciones</i>	91
Figura 88. <i>Ficha técnica de proyector de planetario</i>	92
Figura 89. <i>Lampara para zonas verdes</i>	93
Figura 90. <i>Kinchler Landscape – Lámpara para circulaciones</i>	93

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de cielo según sus índices de contaminación lumínica</i>	36
Tabla 2. <i>Definición de astroturismo</i>	43
Tabla 3. <i>Definición de astronomía</i>	43
Tabla 4. <i>Definición de centro de interpretación</i>	44

Resumen

El presente proyecto propone el diseño de un Centro de Interpretación de la Astronomía en Berlín, Santander, con el objetivo de fortalecer las actividades educativas, recreativas e interpretativas de las ciencias astronómicas en la región y contribuir al desarrollo turístico de la zona. Para su desarrollo, se analizaron dos posibles ubicaciones: Berlín y Macaravita, evaluando aspectos como accesibilidad, condiciones ambientales, infraestructura y viabilidad. El proyecto también examina la organización espacial del centro, identificando los espacios clave y su distribución óptima. Se estudiaron las relaciones entre áreas y la clasificación de usuarios para garantizar una funcionalidad adecuada. Además, se analizaron tres tipologías arquitectónicas de centros de interpretación existentes, seleccionando espacios clave de cada una para integrar sus características en el diseño final del proyecto. Como resultado, se establece un diseño que responde a los requerimientos específicos de un centro de interpretación astronómica, integrando criterios de accesibilidad, funcionalidad y adaptación al entorno, con el propósito de consolidarse como un referente en la divulgación científica y el turismo sostenible en la región.

Palabras clave: astronomía, centro de interpretación, turismo científico, divulgación científica, observación astronómica

Abstract

The present project proposes the design of an Astronomy Interpretation Center in Berlín, Santander, with the objective of strengthening educational, recreational, and interpretative activities related to astronomical sciences in the region while contributing to local tourism development. To achieve this, two possible locations: Berlín and Macaravita, were analyzed, evaluating aspects such as accessibility, environmental conditions, infrastructure, and feasibility. The project also examines the spatial organization of the center, identifying key spaces and their optimal distribution. The relationships between different areas and user classification were studied to ensure proper functionality. Additionally, three architectural typologies of existing interpretation centers were analyzed, selecting key spaces from each to integrate their characteristics into the final design. As a result, the project establishes a design that meets the specific requirements of an astronomy interpretation center, incorporating criteria of accessibility, functionality, and environmental adaptation, aiming to become a reference point for scientific dissemination and sustainable tourism in the region.

Keywords: astronomy, interpretation center, scientific tourism, scientific outreach, astronomical observation

Introducción

La astronomía ha sido una de las disciplinas científicas más influyentes en la comprensión del universo y en el desarrollo de diversas tecnologías aplicadas a la vida cotidiana. Sin embargo, la creciente contaminación lumínica y la falta de infraestructura adecuada han limitado la posibilidad de realizar observaciones astronómicas de calidad en muchas regiones del mundo. En Colombia, el desarrollo de espacios dedicados a la interpretación y divulgación astronómica es limitado, lo que reduce las oportunidades de educación y participación ciudadana en esta área del conocimiento. Este proyecto de grado plantea el diseño y construcción de un Centro de Interpretación de la Astronomía, con el objetivo de fomentar la divulgación científica y la observación astronómica en un entorno propicio.

El desarrollo de este proyecto se fundamenta en estudios previos sobre la ubicación idónea para la observación astronómica en Colombia. Investigaciones como las realizadas por la Universidad Nacional de Colombia y el grupo Halley de la Universidad Industrial de Santander (UIS) han identificado al páramo de Berlín, Santander, como un sitio privilegiado para la observación del cielo debido a sus condiciones de baja contaminación lumínica y altitud favorable. La presente investigación busca aprovechar estas condiciones para establecer un espacio dedicado a la interpretación astronómica, contribuyendo al fortalecimiento del turismo científico y la educación en la región.

El propósito de este trabajo es diseñar un centro arquitectónico que facilite la comprensión del universo a través de herramientas tecnológicas y actividades educativas interactivas. El proyecto responde a la necesidad de generar espacios accesibles y especializados que permitan a la comunidad, investigadores y turistas acercarse a la astronomía de manera práctica y significativa. A nivel metodológico, se llevó a cabo una investigación de carácter cualitativo con

un enfoque descriptivo y exploratorio. Se realizó una revisión documental de fuentes especializadas y estudios previos para determinar las condiciones ambientales, geográficas y técnicas óptimas para el diseño del centro. Además, se analizaron referentes internacionales de infraestructura astronómica con el fin de identificar estrategias arquitectónicas que respondan a las necesidades del proyecto.

La relevancia de este estudio radica en su impacto en la educación y el turismo sostenible. La implementación de un Centro de Interpretación de la Astronomía en Berlín, Santander, permitiría fortalecer el ecoturismo y la divulgación científica en la región, beneficiando tanto a la comunidad local como a visitantes nacionales e internacionales. Además, el centro podría servir como referencia para futuras iniciativas de desarrollo astronómico en el país, promoviendo la colaboración entre instituciones académicas, gubernamentales y el sector privado.

Este documento está organizado en varias secciones. En el primer capítulo, se presenta el marco teórico y los antecedentes que sustentan la investigación. El segundo capítulo expone la metodología utilizada para el diseño del centro, incluyendo los criterios de selección del sitio y las estrategias arquitectónicas adoptadas. En el tercer capítulo, se detallan los resultados del diseño y las características técnicas del proyecto. Finalmente, en las conclusiones se reflexiona sobre el impacto del centro y se plantean recomendaciones para su implementación y futuras investigaciones.

1. Diseño de un centro de interpretación de la astronomía en Berlín, Santander

1.1 Planteamiento del problema

La astronomía como ciencia no sólo permite comprender el espacio, las características físicas de los astros o las duraciones de eventos astronómicos, esta ciencia permite al ciudadano común ampliar sus horizontes y comprender mejor su existencia y el mundo en el que viven. La ciencia astronómica genera inquietudes, da la oportunidad de razonar, pensar y analizar quienes somos, qué es lo que nos rodea y cuál es nuestra conexión con el mundo.

En el caso del departamento de Santander, según un estudio de Giovanni Pinzon, (2016) en la Universidad Nacional de Colombia, se cuenta con una situación geográfica y climatológica que resultan idóneas para realizar actividades de observación de astros, sin embargo, solo cuenta con un pequeño observatorio y planetario, ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, los cuales no presentan las condiciones ni la ubicación ideal para apreciar la astronomía desde un ámbito lúdico, siendo común que las personas interesadas en la temática ejecuten salidas de campo a zonas rurales, lo suficientemente cercanas a la ciudad para no tener problemas de transporte como lo son el Páramo de Berlín, la Mesa de los santos, el Carajo, entre otros.

Es por ello que estas zonas son aprovechadas para desarrollar actividades de investigación, así como de difusión y divulgación del Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales de la Universidad Industrial de Santander, quienes son los líderes difusores de dicha temática en el nororiente del país. Dicho grupo realiza charlas, salidas de campo, cursos básicos y avanzados en astronomía, entre otros, buscando con ello acercar a la comunidad en general al tema de la astronomía, lo que ha propiciado la práctica del astroturismo en la región.

1.2 Justificación

Resulta importante generar espacios que permitan el fomento y desarrollo de actividades, relacionadas con la temática de la astronomía con el fin de generar interés por esta ciencia y hacerla más accesible a la comunidad en general; es por ello que se propone el diseño de un centro de interpretación de la astronomía que cuente con espacios idóneos para el desarrollo de actividades de difusión y esparcimiento, en una zona cercana a la ciudad con el fin de fortalecer la propuesta del astroturismo en la región.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un Centro de interpretación de la astronomía en Berlín, Santander con el fin de fortalecer las actividades educativas, recreativas e interpretativas de las ciencias astronómicas en la región y contribuya a fortalecer el desarrollo turístico en esta zona.

1.3.2 Objetivos específicos

Estudiar los espacios necesarios en un Centro de Interpretación desde tres (3) tipologías arquitectónicas aplicables al contexto de Berlín, Santander

Examinar las relaciones de uso de las actividades de un centro de interpretación

Analizar las condiciones ideales para un centro de interpretación de la astronomía en Berlín y Macaravita, Santander.

2. Marco referencial

2.1 Historia

Los antecedentes de los centros de interpretación se pueden rastrear hasta los primeros museos, que inicialmente funcionaban como lugares de conservación y exhibición de objetos. Sin embargo, a medida que la sociedad desarrolló un interés más profundo en la interpretación y comprensión del patrimonio, surgió la necesidad de explicar y contextualizar los objetos expuestos.

Figura 1. *Museo de ciencias naturales - La Salle*



Tomado de La piranga, (2020)

En el ámbito de la educación ambiental, los centros de interpretación comenzaron a surgir como respuesta a la creciente conciencia sobre la importancia de la conservación del medio ambiente. Estos centros buscaban ofrecer información educativa sobre la naturaleza, la biodiversidad y los ecosistemas. Con el tiempo, la idea de los centros de interpretación se expandió más allá de la educación ambiental y se aplicó a contextos culturales e históricos. Se establecieron

centros de interpretación en sitios arqueológicos, museos históricos y otros lugares para proporcionar a los visitantes una comprensión más profunda de la historia y la cultura.

A medida que avanzaba la tecnología, los centros de interpretación comenzaron a incorporar medios audiovisuales, exhibiciones interactivas y tecnologías multimedia para mejorar la experiencia del visitante. Esto permitió una comunicación más dinámica y atractiva de la información. En el ámbito turístico, los centros de interpretación desempeñaron un papel importante al proporcionar información a los visitantes sobre destinos específicos, destacando aspectos históricos, culturales y naturales. Esto contribuyó al desarrollo económico de las comunidades locales al atraer a turistas interesados en aprender más sobre el lugar que visitaban. En la actualidad, muchos centros de interpretación se centran en la participación activa del visitante, utilizando métodos participativos y experiencias inmersivas para lograr una comprensión más profunda y significativa.

2.2 Tipologías

2.2.1 Tipología 1: Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener

Lugar: Santa Cruz, Argentina

Temperatura: -10°C - 20°C

Área construida: 800m²

Año: 2022

Arquitectos: Mathias Klotz

Figura 2. *Localización del proyecto en Argentina*

Adaptado de Google maps, (2025); Wikipedia, (2025)

El Centro de Interpretación y Planetario Elsa Rosenvasser Feher está ubicado dentro del Parque Patagonia, en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Este entorno natural se caracteriza por su riqueza en biodiversidad, paisajes abiertos y cielos despejados, ideales para la observación astronómica.

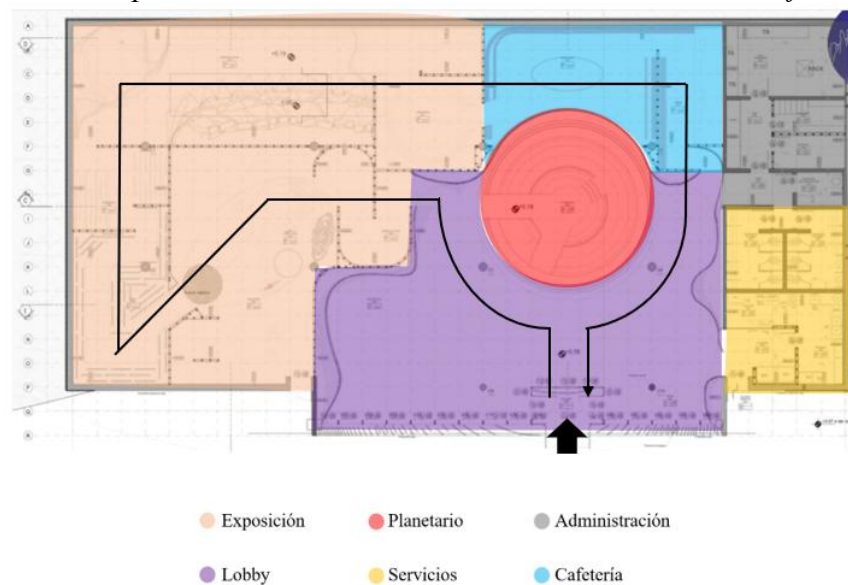
Figura 3. *Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Foto de fachada*

Tomado de Patagonia Ambiental, (2025)

Análisis espacial: distribución en zonas de interpretación, planetario y observación al aire libre; recorridos fluidos y accesibilidad universal con rampas y señalización; elación estrecha entre interiores y paisaje para una experiencia inmersiva.

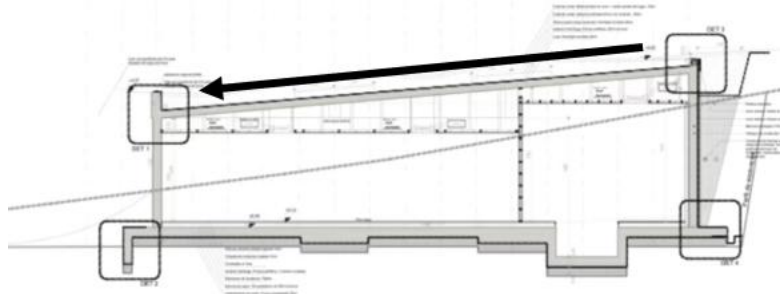
El centro está diseñado para optimizar la experiencia del visitante, combinando espacios cerrados e instalaciones al aire libre para potenciar el aprendizaje interactivo.

Figura 4. Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Planta con zonificación



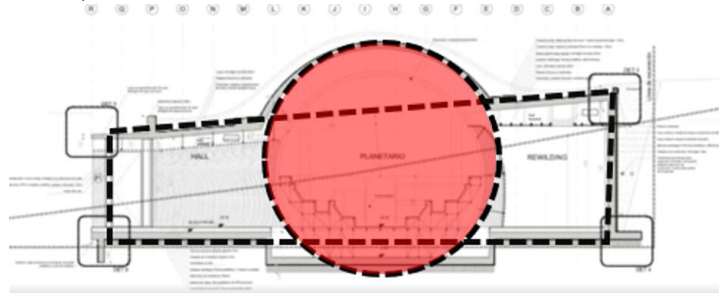
Adaptado de Señal Calafate, (2011)

Análisis técnico: equipamiento con proyectores digitales y telescopios de alta precisión; iluminación controlada para evitar contaminación lumínica; cubiertas con inclinación para evitar humedad y empozamiento; estructura de hormigón armado, muros de mampostería de piedra local y cubierta metálica de acero.

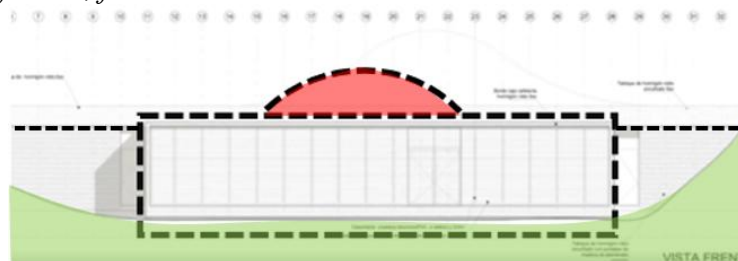
Figura 5. Centro de interpretación Elsa Rosenvasser Fener, Corte transversal

Adaptado de Señal Calafate, (2011)

Análisis formal: volúmenes de baja altura y materiales naturales para integración con el entorno; morfología sencilla y funcional, con el planetario como volumen icónico; vistas estratégicas hacia el cielo y el horizonte para potenciar la observación.

Figura 6. Análisis formal, corte transversal

Adaptado de Señal Calafate, (2011)

Figura 7. Análisis formal, fachada

Adaptado de Señal Calafate, (2011)

2.2.2 Centro de investigación e interpretación de los ríos

Lugar: Benavente, España

Temperatura: 1°C - 28°C

Área construida: 900 m²

Año: 2009

Arquitectos: José Juan Barba; José Juan Barba

Figura 8. Localización del proyecto en España



Adaptado de Wikipedia, (2025); Google maps, (2025)

Su diseño responde a la necesidad de integrarse con el entorno natural y de generar una experiencia educativa que conecte a los visitantes con los ecosistemas fluviales.

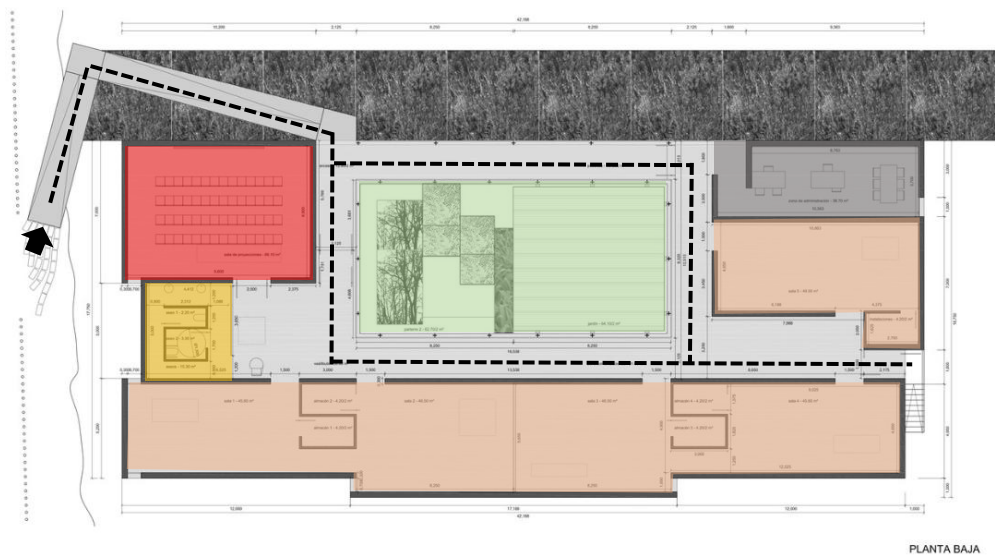
Figura 9. Centro de investigación e interpretación de los ríos



Tomado de Archdaily, (2010)

Análisis espacial: los patios internos desempeñan un papel clave al proporcionar iluminación natural y ventilación, además de representar la dualidad entre la intervención humana y la naturaleza. Estas áreas abiertas no solo mejoran la eficiencia ambiental del edificio, sino que también funcionan como puntos de descanso y encuentro, reforzando el vínculo del visitante con el paisaje fluvial circundante.

Figura 10. Planta arquitectónica del *Centro de investigación e interpretación de los ríos*



Adaptado de Archdaily, (2010)

Análisis funcional: el programa del centro se distribuye en cinco salas temáticas organizadas alrededor de patios abiertos. La circulación está diseñada para guiar progresivamente al visitante a través de los diferentes espacios, ofreciendo una narrativa espacial que explora la relación entre los ríos y la actividad humana. La disposición favorece tanto la educación como la contemplación, con espacios que invitan a la reflexión sobre el impacto del agua en el desarrollo territorial.

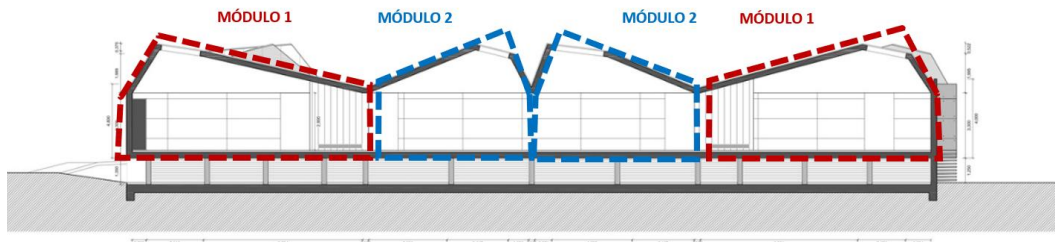
Figura 11. *Circulación interior*

Adaptado de Archdaily, (2010)

Figura 12. *Circulación puente*

Adaptado de Archdaily, (2010)

Análisis formal: el edificio está compuesto por varios módulos elevados sobre pilotes, una estrategia que evita afectaciones por posibles inundaciones. Su diseño busca un equilibrio entre geometría y fluidez espacial, con formas rectilíneas que contrastan con la sinuosidad del paisaje natural. Los materiales seleccionados permiten que la estructura se transforme con el tiempo, adoptando una estética en sintonía con su entorno.

Figura 13. *Centro de investigación e interpretación de los ríos, Corte*

Adaptado de Archdaily, (2010)

Análisis técnico: emplea soluciones constructivas sostenibles, elevándose sobre pilotes para minimizar su impacto en el terreno y adaptarse a las condiciones hídricas. Utiliza acero corten en la envolvente por su resistencia y bajo mantenimiento, junto con madera tratada para integrar calidez. La eficiencia energética se optimiza mediante ventilación e iluminación natural, reduciendo la necesidad de climatización artificial. Su estructura modular facilita la prefabricación, disminuyendo tiempos de construcción e impacto ambiental. En conjunto, el proyecto combina tecnología y sensibilidad ecológica, logrando un espacio educativo en armonía con su entorno.

2.2.3 Centro de interpretación del Parque geológico de Buhais

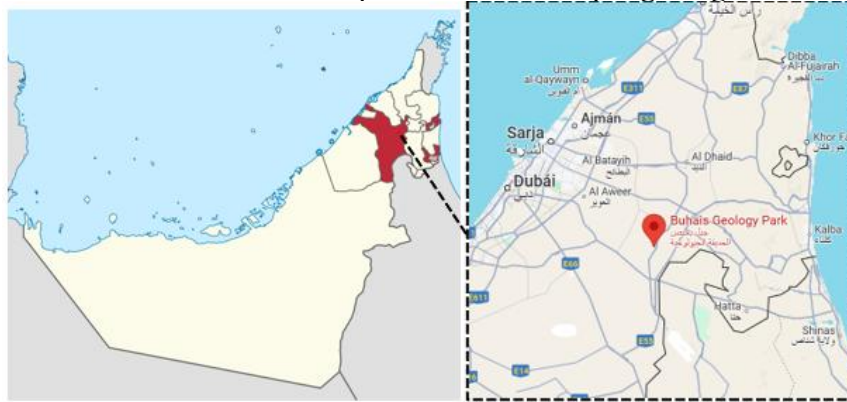
Lugar: Emiratos Árabes Unidos, Sharjah

Temperatura: 10°C - 45°C

Área construida: 1,400 m²

Año: 2020

Arquitectos: Hopkins Architects

Figura 14. Localización del centro de interpretación del Parque geológico de Buhais

Adaptado de Wikipedia, (2024); Google maps, (2025)

El Centro de Interpretación del Parque Geológico de Buhais es un espacio arquitectónico que fusiona la historia geológica del desierto de Sharjah con un diseño sostenible y contextual. Su enfoque en la educación y el turismo científico lo convierte en un referente en la divulgación del patrimonio natural.

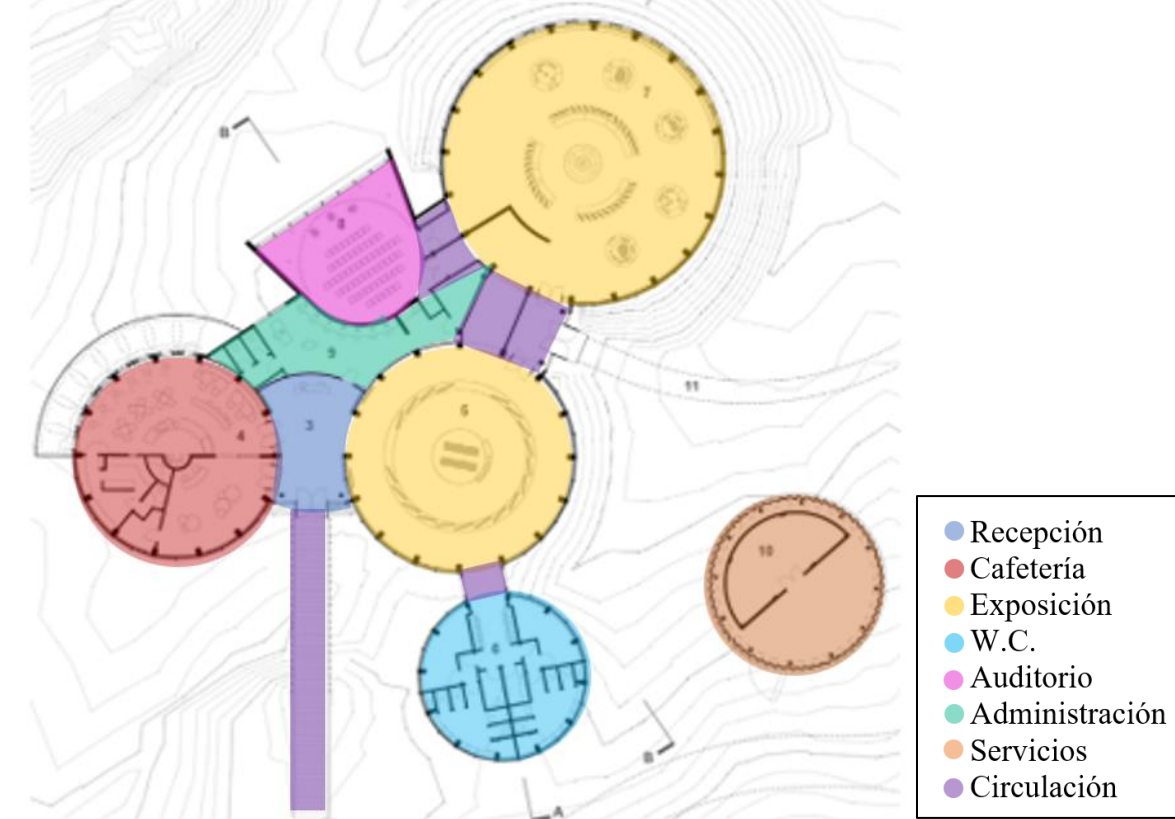
Figura 15. Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais

Tomado de Archdaily, (2020)

Análisis formal: el diseño del centro se basa en una serie de volúmenes circulares interconectados que evocan las formaciones geológicas del entorno. La elección de materiales, como paneles prefabricados de hormigón oscuro con texturas inspiradas en la roca natural,

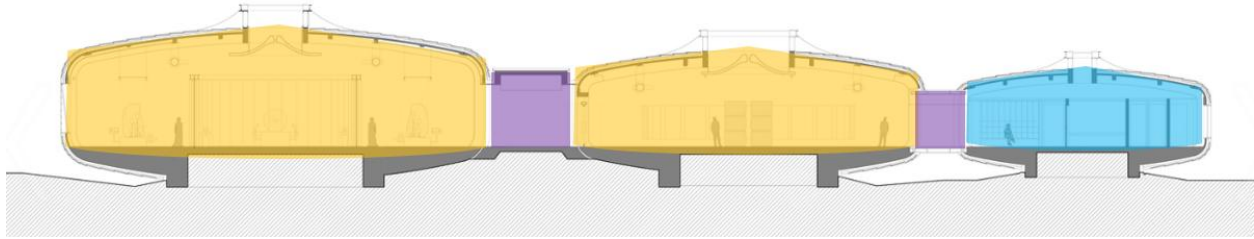
contribuye a la integración con el paisaje desértico. La composición general del edificio genera un impacto visual mínimo y se mimetiza con su contexto. Además, la disposición orgánica de los volúmenes otorga una identidad única al proyecto, alejándose de la tradicional volumetría ortogonal.

Figura 16. *Planta arquitectónica del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais*



Adaptado de Archdaily, (2020)

Análisis funcional: el proyecto distribuye sus espacios en módulos especializados que albergan áreas de exhibición, un auditorio, salas de investigación y servicios para visitantes. La organización interna permite una circulación fluida e intuitiva, facilitando el recorrido de los usuarios a través de las diferentes áreas. Se ha priorizado la accesibilidad universal, garantizando que todas las personas, incluidas aquellas con movilidad reducida, puedan transitar sin obstáculos.

Figura 17. Corte del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais

Adaptado de Archdaily, (2020)

Análisis espacial: el uso de volúmenes circulares genera un flujo dinámico y sin barreras, promoviendo una experiencia inmersiva para los visitantes. La conexión entre los módulos se establece mediante corredores estratégicamente ubicados que permiten transiciones naturales entre los espacios. Además, la orientación del edificio optimiza la entrada de luz natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial y creando una atmósfera adecuada para la interpretación del contenido.

Figura 18. Materialidad del Centro de interpretación del Parque Geológico de Buhais

Adaptado de Archdaily, (2020)

Análisis técnico: la construcción emplea materiales resistentes al clima extremo del desierto, como el hormigón prefabricado, que garantiza durabilidad y bajo mantenimiento. La

estructura modular facilita un proceso constructivo eficiente, reduciendo tiempos y costos. Además, se incorporan estrategias de sostenibilidad, como la ventilación natural, el control pasivo del asoleamiento y el uso de sombreados estratégicos para mejorar el confort térmico en el interior del edificio.

2.3 Contexto

2.3.1 Estudio de calidad del cielo para observaciones astronómicas en Colombia, Universidad nacional de Colombia

Un estudio llevado a cabo por investigadores del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional evidencia la determinación de ubicaciones óptimas para instrumentación astronómica en los mejores lugares de Colombia. Para establecer la frecuencia de noches despejadas en todo el territorio, se emplearon datos de estaciones meteorológicas disponibles, proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), además, se llevaron a cabo salidas esporádicas de breve duración con el objetivo de realizar mediciones de temperatura, humedad, brillo del cielo, entre otros aspectos, con la finalidad de identificar la ubicación más propicia para la observación astronómica.

Colombia, al ubicarse sobre el Ecuador, disfruta de acceso a ambos hemisferios celestes. Esta posición geográfica permite la observación simultánea de la Osa Mayor, la constelación de Orión y la Cruz del Sur en una misma noche, un privilegio compartido por muy pocos lugares. Sin embargo, esta ventaja se convierte en la principal limitación para la práctica de la astronomía profesional, ya que el clima está influenciado por la Zona de Confluencia Intertropical. Esta zona

propensa a la formación de nubes cubre la mayor parte del territorio colombiano durante todo el año, presentando un desafío constante para las actividades astronómicas.

Figura 19. *Localización de estaciones meteorológicas en Colombia*



Tomado de Estudio de calidad de cielo para observaciones astronómicas en Colombia, (2015)

En este estudio se analizaron los valores meteorológicos dados por 2 grandes estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, las cuales monitoreaban diferentes departamentos como lo son, Huila, Meta, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Valle, Quindío, Casanare, Risaralda, Caldas, Antioquia, Santander y Bolívar.

Después de analizar estos datos, se eligieron los departamentos Santander, Boyacá, Tolima, Huila, Cesar y La Guajira, ya que mostraron los mejores resultados astronómicos.

Finalmente se eligió el departamento de Santander, puntualmente el municipio de Macaravita como el mejor lugar de Colombia para ubicar instrumentación astronómica.

2.3.2 Grupo de astronomía y ciencias aeroespaciales, Halley UIS

El Grupo Halley UIS es un Centro de Ciencia enfocado en la difusión del conocimiento científico, especialmente en el ámbito de la Astronomía. Su labor abarca desde instituciones educativas hasta la comunidad en general. Actualmente, lidera proyectos de extensión, divulgación e investigación en astronomía y ciencias aeroespaciales en el nororiente de Colombia, siendo el grupo de astronomía más importante del departamento de Santander. Los miembros del grupo ofrecen cursos a estudiantes universitarios y al público en general, difunden información de interés a través de diversos medios de comunicación y realizan actividades especializadas en diversos municipios y zonas rurales, como Astropáramo, por medio del cual se propone proporcionar educación en los municipios del Páramo de Santurbán y localidades circundantes como Suratá, Vetás y Berlín, como parte de su iniciativa.

“Debemos fomentar el conocimiento en las personas, por eso nos enfocamos tanto en demostrar que esto no es solo para académicos. Todos debemos ejercer la ciencia ciudadana” (*J. Pisco, comunicación personal, 3 de marzo de 2017*)

Figura 20. Salida de campo del grupo Halley a Berlín, Santander



Tomado de Radio nacional de Colombia, (2021)

El Grupo Halley dispone de cuatro entornos que posibilitan el desarrollo de sus competencias y destrezas: la oficina de investigación, el laboratorio de instrumentación, el observatorio astronómico y el planetario, aunque al momento de realizar salidas de campo carecen de instalaciones, obligando a los participantes a instalar carpas o alquilar cabañas.

Figura 21. *Grupo Halley en el planetario de la UIS*



Tomado de Grupo Halley UIS, (s.f.)

Por esta razón, se organizan frecuentes excursiones a distintas localidades con cielos oscuros propicios para la observación, incluyendo Berlín, Santander (Departamento de Colombia), destacado como uno de los mejores sitios para tales actividades. Este reconocimiento se fundamenta en el análisis riguroso de datos y en la valiosa experiencia obtenida en terreno por el equipo. Estas salidas suelen programarse hacia finales del año, en meses como noviembre o diciembre, de igual manera a inicio de año, en enero y febrero, y a mitad de año en agosto, con el fin de aprovechar las óptimas condiciones de observación que ofrecen estos periodos, específicamente en agosto para aprovechar la lluvia de estrellas fugaces que ocurre anualmente durante este mes.

3. Marco teórico

3.1 UNESCO, Cielos oscuros como patrimonio mundial

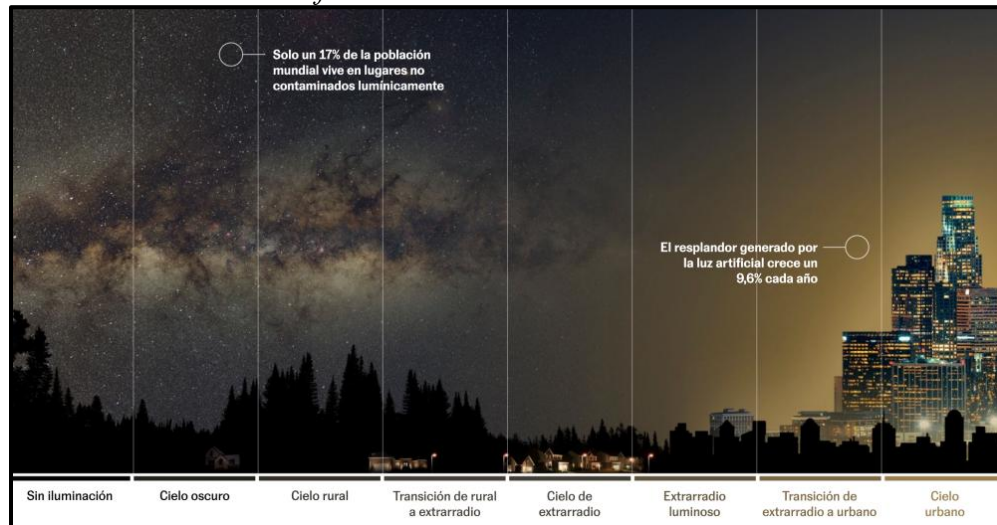
El cielo nocturno, una vez apreciado en su plenitud estelar por generaciones pasadas, se ha convertido en un patrimonio que la humanidad está perdiendo. En mi infancia, la contaminación lumínica en las ciudades ya afectaba la visibilidad estelar, y hoy en día, solo aquellos que residen en algunos entornos rurales pueden disfrutar de la naturaleza original del cielo. La iluminación urbana, aunque omnipresente, contribuye al problema al hacer que solo las estrellas más brillantes sean perceptibles, mientras que la estructura de las constelaciones, la Vía Láctea y los movimientos planetarios pasan desapercibidos. La contaminación lumínica no solo afecta la experiencia visual, sino que también dificulta la búsqueda de lugares propicios para la observación astronómica. En las últimas dos décadas, grupos conscientes del problema han comenzado a tomar medidas para mitigar este impacto, aunque la aceptación tácita de la contaminación lumínica sigue siendo común en la sociedad.

A nivel mundial, la comunidad astronómica, respaldada por la Unión Astronómica Internacional, ha buscado proteger el cielo nocturno. La Declaración sobre la Reducción de Impactos Ambientales Adversos a la Astronomía, emitida después de la conferencia de 1992 en la UNESCO, destaca específicamente al cielo nocturno como parte del Patrimonio de la Humanidad, marcando un reconocimiento oficial de su importancia.

“El patrimonio astronómico es evidencia relacionada con la práctica de la astronomía y con los usos y representaciones sociales de la astronomía. Existe en forma de restos tangibles de monumentos, sitios y paisajes con un vínculo a los cielos que constituyen una propiedad física bien definida. También puede involucrar objetos móviles como instrumentos y archivos,

conocimiento intangible, incluido el conocimiento indígena que aún se conserva en el mundo actual, y entornos naturales que apoyan el interés humano en la astronomía, por ejemplo, mediante el uso cultural de sus horizontes o cielos nocturnos oscuros.” (UNESCO, 2010)

Figura 22. *Ilustración sobre la influencia de la contaminación lumínica en el cielo nocturno*



Tomado de Ciluz, (2021)

3.2 Contaminación lumínica

La contaminación lumínica, resultado del uso excesivo o inadecuado de la iluminación artificial, representa una amenaza creciente para la observación del cielo nocturno y el equilibrio de los ecosistemas. Este fenómeno se ha intensificado en las últimas décadas con la expansión urbana, la proliferación de tecnologías de iluminación LED de alta intensidad y la falta de regulaciones adecuadas. Según un estudio publicado en Science en 2023, la contaminación lumínica está aumentando aproximadamente un 10% anual, lo que implica que el brillo del cielo se duplica cada ocho años en muchas áreas del mundo.

Figura 23. *Mapa mundial de contaminación lumínica*

Tomado de Blue marble, (2012)

3.2.1 Medición de la Calidad del Cielo Nocturno

Para evaluar la calidad del cielo nocturno y su idoneidad para la observación astronómica, se utilizan diferentes escalas de medición. Una de las más comunes es la ****Escala de Bortle****, que clasifica los cielos en nueve niveles según la cantidad de contaminación lumínica presente, desde cielos prístinos (Clase 1) hasta cielos urbanos con alta interferencia luminosa (Clase 9).

Sin embargo, una medida más precisa utilizada en astronomía es la magnitud por segundo de arco cuadrado (mag/arcsec^2), que expresa el brillo del cielo nocturno en una escala logarítmica.

Cuanto mayor sea este valor, más oscuro es el cielo y, por lo tanto, mejores son las condiciones para la observación astronómica.

A continuación, se muestra la relación entre la Escala de Bortle y los valores de mag/arcsec^2 :

Tabla 1. *Tipos de cielo según sus índices de contaminación lumínica*

<i>Clase de Bortle</i>	<i>mag/arcsec²</i>	<i>Descripción del cielo</i>
1 (Prístino)	>21.99	Cielo totalmente oscuro, la Vía Láctea proyecta sombras.
2 (Excelente)	21.89 - 21.99	La Vía Láctea es detallada, sin contaminación lumínica notable
3 (Rural)	21.69 - 21.89	Se nota algo de contaminación lumínica en el horizonte.
4 (Rural-Suburbano)	21.39 - 21.69	La contaminación lumínica afecta el brillo de la Vía Láctea.
5 (Suburbano)	20.99 - 21.39	La Vía Láctea es visible, pero con menos detalles.
6 (Brillante)	20.49 - 20.99	La Vía Láctea apenas se distingue.
7 (Urbano)	19.50 - 20.49	El cielo es grisáceo, solo se ven las estrellas más brillantes.
8 (Ciudad Grande)	18.00 - 19.50	El cielo tiene un resplandor naranja, casi sin estrellas.
9 (Ciudad Muy Grande)	<18.00	Solo se ven la Luna y algunos planetas brillante

Adaptado de Escala de Bortle (2001)

Los valores de mag/arcsec² pueden medirse con dispositivos como el Sky Quality Meter (SQM) o consultarse en bases de datos especializadas en contaminación lumínica. En este proyecto, se tomarán en cuenta estos parámetros para seleccionar la ubicación más adecuada para el Centro de Interpretación de la Astronomía, priorizando cielos con bajos niveles de contaminación lumínica que permitan una observación óptima del firmamento.

3.2.2 Afectaciones a la astronomía

Uno de los efectos más evidentes de la contaminación lumínica es la reducción de la visibilidad nocturna. La luz artificial dispersa en la atmósfera genera un resplandor que disminuye la percepción de estrellas y objetos celestes. Investigaciones han determinado que el 80% de la población mundial y el 99% de las personas en Europa y Estados Unidos ya no pueden ver la Vía Láctea a simple vista (Science Advances, 2016). Este problema afecta tanto a la astronomía profesional como a la amateur:

Observatorios profesionales: la contaminación lumínica interfiere con la capacidad de los telescopios para captar imágenes precisas de cuerpos celestes. Incluso en observatorios ubicados en zonas relativamente oscuras, como el Vera C. Rubin Observatory en Chile, se han detectado efectos adversos.

Astronomía amateur y turismo astronómico: los aficionados a la observación del cielo enfrentan cada vez más dificultades para detectar objetos celestes débiles, lo que limita la experiencia y el interés por la astronomía en la población general. Además, regiones con potencial para el turismo astronómico, como las áreas rurales de Santander, Colombia, pueden ver disminuida su capacidad para atraer visitantes si la contaminación lumínica sigue en aumento.

3.2.3 Contaminación lumínica en la arquitectura

La contaminación lumínica en el ámbito de la arquitectura se refiere a los efectos adversos provocados por el uso inadecuado o excesivo de iluminación artificial en entornos urbanos. Este fenómeno presenta diversas dimensiones que van más allá de la simple iluminación y tienen implicaciones tanto estéticas como medioambientales.

Uno de los problemas comunes es el deslumbramiento, causado por fuentes de luz intensa y mal direccionada, lo que puede generar molestias visuales y afectar la seguridad en áreas urbanas. Además, la contaminación lumínica horizontal, causada por la emisión excesiva de luz hacia los lados o hacia arriba, contribuye a la pérdida de visibilidad del cielo nocturno y afecta la observación astronómica. En el ámbito estético, la iluminación intensa de edificios puede alterar la percepción del paisaje nocturno, destacando estructuras de manera disruptiva y cambiando la coherencia visual del entorno urbano. Además, la contaminación lumínica puede tener efectos en la biodiversidad urbana, interfiriendo con los ritmos naturales de la vida nocturna de flora y fauna.

Un aspecto crítico es el desperdicio de energía asociado con la iluminación excesiva e ineficiente, lo que no solo aumenta los costos operativos, sino que también tiene implicaciones negativas para la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el diseño de iluminación responsable, que implica la cuidadosa selección de luminarias, la dirección adecuada de la luz y la implementación de tecnologías de control puede mitigar estos problemas.

En este contexto, la arquitectura desempeña un papel clave al abogar por prácticas de iluminación más sostenibles y consideradas. La implementación de sistemas de iluminación responsables no solo contribuye a preservar la calidad del cielo nocturno, sino que también promueve entornos urbanos más eficientes y respetuosos con el entorno.

3.2.4 ¿Cómo regular la contaminación lumínica en la arquitectura?

La regulación de la contaminación lumínica en la arquitectura emerge como un imperativo esencial en la planificación urbana contemporánea. Este enfoque se sustenta en la necesidad de preservar la integridad del cielo nocturno, promover la sostenibilidad energética y respaldar la calidad de vida en entornos urbanos. La iluminación inadecuada puede no solo eclipsar la belleza natural del firmamento, sino también perturbar los ciclos naturales de la vida nocturna, afectar la biodiversidad y contribuir al despilfarro de recursos energéticos. Al regular la iluminación en la arquitectura, no solo se salvaguarda la observación astronómica y se optimiza la eficiencia energética, sino que también se crea un entorno urbano más armonioso y saludable, respetuoso con la naturaleza y propicio para el bienestar de sus habitantes.

Para regular la contaminación lumínica en un proyecto arquitectónico, se debe considerar:

Iluminación direccional: implementa luces que se dirijan específicamente hacia donde se necesite, evitando el despilfarro y la dispersión innecesaria.

Uso de pantallas y apantallamiento: utiliza pantallas o dispositivos de apantallamiento para dirigir la luz hacia abajo y minimizar la emisión de luz hacia el cielo.

Luces de baja intensidad: opta por luces de baja intensidad para reducir el impacto ambiental y preservar la visibilidad del cielo nocturno.

Sensores de luz: incorpora sensores de luz para que la iluminación se ajuste automáticamente según las condiciones ambientales y las necesidades específicas.

Uso eficiente de la luz: diseña el proyecto para aprovechar la luz natural siempre que sea posible, reduciendo la necesidad de iluminación artificial.

Selección de luces apropiadas: elige luminarias que cumplan con estándares de eficiencia y que emitan luz de manera controlada, minimizando el impacto en el entorno.

Planificación estratégica: planifica cuidadosamente la ubicación y el tipo de iluminación, evitando la sobreiluminación y asegurándote de que cada fuente de luz cumpla un propósito específico.

Educación y concienciación: incluye programas de educación para los residentes y usuarios del espacio sobre la importancia de reducir la contaminación lumínica y cómo contribuir al cuidado del entorno nocturno.

Implementar estas medidas en un proyecto arquitectónico ayudará a reducir la contaminación lumínica y preservar la calidad del cielo nocturno.

3.3 Centro de interpretación

3.3.1 Definición y propósito

Un Centro de Interpretación es un espacio diseñado para la educación, sensibilización y divulgación de conocimientos sobre un tema específico, a través de experiencias interactivas y

didácticas. A diferencia de los museos tradicionales, cuyo enfoque se centra en la exhibición de colecciones, los centros de interpretación buscan generar una conexión más profunda entre el visitante y el objeto de estudio, promoviendo el aprendizaje experiencial.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), un centro de interpretación “es un recurso educativo que permite a los visitantes comprender, apreciar y valorar el entorno natural, cultural o científico de un lugar”. Estos espacios suelen estar integrados con su entorno y diseñados para reforzar la identidad del sitio que representan.

En el caso del Centro de Interpretación de la Astronomía, su función principal es la divulgación científica sobre los fenómenos astronómicos, proporcionando herramientas para la observación del cielo y explicando conceptos clave de la astronomía. Este tipo de centros no solo facilitan la enseñanza sobre el universo, sino que también fomentan el turismo astronómico y el ecoturismo, aprovechando la baja contaminación lumínica de ciertas zonas para potenciar la experiencia de observación.

Los espacios en un centro de interpretación varían según su enfoque, pero generalmente incluyen:

- Áreas expositivas con paneles informativos, modelos y simulaciones interactivas.
- Planetarios o salas de proyección, donde se recrean fenómenos astronómicos.
- Miradores astronómicos o plataformas de observación, equipadas con telescopios.
- Espacios educativos, como auditorios y laboratorios para talleres.
- Senderos interpretativos, que permiten relacionar la astronomía con el entorno natural.

3.3.2 Funciones y construcción

Los centros de interpretación tienen la flexibilidad de adaptarse a una variedad de estructuras, desde construcciones modestas hasta edificaciones de gran envergadura. En cada caso, es crucial, desde la etapa de diseño, minimizar cualquier impacto negativo que la infraestructura pueda tener en el entorno natural. Al mismo tiempo, el diseño debe enfocarse en realzar los elementos positivos del paisaje, especialmente aquellos que enriquecen la experiencia de los visitantes.

Un componente esencial de la operación del centro de interpretación es la recepción y orientación, donde se busca dar la bienvenida a los visitantes de manera amigable, proporcionar información clave sobre el lugar y orientarlos para que puedan disfrutar plenamente de su visita. Este aspecto se enfoca en crear una experiencia acogedora desde el momento en que los visitantes llegan al centro, asegurando un ambiente orientado al usuario.

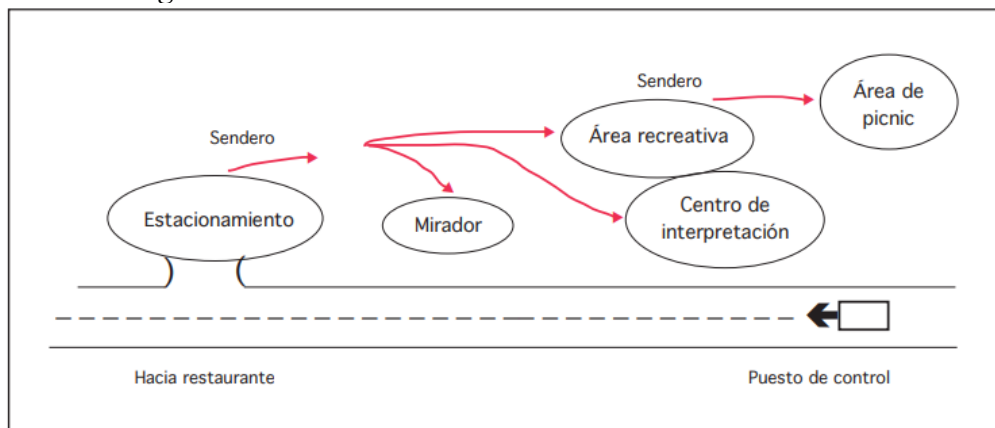
En cuanto a la educación y motivación, el centro de interpretación se compromete a promover una educación activa entre los visitantes. Se fomenta que descubran por sí mismos los aspectos que más les interesan del lugar, utilizando la información proporcionada como herramienta motivacional. El objetivo es estimular a los visitantes para que se sumerjan en el recorrido, explorando y aprendiendo de manera participativa.

La difusión de eventos constituye otra función crucial del centro, convirtiéndose en la "cara visible" de la institución al contribuir activamente a la promoción de actividades y eventos relacionados con el lugar. Mantener la calidad de las instalaciones y servicios es esencial para crear una impresión positiva y atractiva, asegurando así que los visitantes perciban el centro como un espacio dinámico y comprometido con la oferta cultural.

En términos administrativos, el centro gestiona eficientemente sus funciones administrativas, manteniendo espacios separados para uso público y áreas administrativas. Esta medida busca mejorar tanto la eficiencia operativa interna como la experiencia general del visitante, garantizando un servicio fluido y organizado.

Por último, el centro de interpretación ofrece servicios de descanso y refugio. Proporciona áreas donde los visitantes pueden descansar, refrescarse y disfrutar de bebidas y alimentos, contribuyendo así a su comodidad durante la estancia. Además, se asegura de brindar servicios higiénicos para garantizar el bienestar de los visitantes en todo momento. Estos elementos combinados conforman una propuesta integral que busca hacer del centro de interpretación un espacio educativo, motivador y acogedor para quienes lo visitan.

Figura 24. *Distribución general recomendada*



Tomado de García y Sánchez, (2015)

4. Marco conceptual

Con el fin de lograr una comprensión más clara de los términos utilizados en este proyecto de grado, se presentan las definiciones de los conceptos fundamentales.

4.1 Astroturismo

Tabla 2. *Definición de astroturismo*

<i>Astroturismo</i>	
<i>Definición 1</i>	
Fuente	Autor : Lepez Hector, Mg. Maria Gabriela Torre, Emilio Leonetti, M. Giovana Cosseddu Título: Turismo astronómico y practico de bajo impacto Otros datos bibliográficos: Jornadas de investigación y Extensión – Edición 2007 – Facultad de turismo de la Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina, 2007
Tipo de fuente	Secundaria / Artículo
Definición	“Toda actividad desplegada por las personas en los sitios astronómicos con fines recreativos, esparcimiento y de conocimiento de las instalaciones, el instrumental, los programas y proyectos de investigación vinculados al cosmos e interpretación de las leyes que lo gobiernan “
Términos asociados	Recreación, esparcimiento
<i>Definición 2</i>	
Fuente	Autor : Jorhelis Georgina Mosquera Castellano Título: La arquitectura astroturística como mediador entre el hombre, la naturaleza y el cosmos Otros datos bibliográficos: https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4150/COMPLEJO%20ASTROTUR%c3%8dSTICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Tipo de fuente	Secundaria / Proyecto de grado
Definición	“tipo de turismo que satisface los intereses de astrónomos y apasionados de astronomía. “
Términos asociados	Interés, astronomía, turismo
<i>Definición 3</i>	
Fuente	Autor : Fayos Solà, e. Y marín, c. Título: “tourism and science outreach: the starlight initiative”. Otros datos bibliográficos: unwtó papers. Madrid: unwtó, 2009
Tipo de fuente	Primaria – artículo
Definición	“tourism using the natural resource of unpolluted night skies, and appropriate scientific knowledge for astronomical, cultural or environmental activities “
Términos asociados	Turismo, naturaleza, astronomía, ciencia, ambiente
<i>Interpretación del concepto</i>	
Son actividades que giran en torno a la astronomía con el fin de difundir conocimientos por medios recreativos	

4.2 Astronomía

Tabla 3. *Definición de astronomía*

<i>Astronomía</i>	
<i>Definición 1</i>	
Fuente	Autor: universidad internacional de valencia

<i>Astronomía</i>	
	Título: “diferencia entre astronomía y astrología” Otros datos bibliográficos: https://www.universidadviu.com/diferencia-entre-astronomia-y-astrologia/
Tipo de fuente	Secundaria / artículo
Definición	“la astronomía es una ciencia y rama de la física que se ocupa del estudio del universo. Su objetivo es adquirir conocimiento científico a partir del estudio del espacio-tiempo, así como de los objetos que se pueden encontrar en el espacio exterior, desde planetas y estrellas a nebulosas, agujeros negros, galaxias, etc. “
Términos asociados	Ciencia, física, espacio exterior
<i>Definición 2</i>	
Fuente	Autor: vicent j. Martínez, david galadí-enríquez, joan antoni miralles Título: astronomía fundamental Otros datos bibliográficos: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n6vvctaodnqc&oi=fnd&pg=pa15&dq=que+es+astronomia&ots=bsuntbtwl2&sig=xexvbk1ereh_yftsw_x6cyh_vza#v=onepage&q=que%20es%20astronomia&f=false página 21
Tipo de fuente	Primario / libro
Definición	“es la ciencia que trata del origen, la evolución, la composición, la distancia y el movimiento de todos los cuerpos celestes y de la materia dispersa en el universo. “
Términos asociados	Ciencia, cuerpos celestes
<i>Definición 3</i>	
Fuente	Autor: margherita hack Título: “vi racconto l'astronomia” Otros datos bibliográficos: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zimodaaaqbaj&oi=fnd&pg=pt3&dq=astronomia+astrofisica&ots=rdujhjrgys&sig=vbfqkykpva9ogpb99g8lt1gnthc#v=onepage&q=astronomia%20astrofisica&f=false
Tipo de fuente	Primaria - libro
Definición	“l'astronomia é la scienza che studia i corpi celesti, cioè le stelle e i pianeti; oggi, con questo nome, s'intende in particolare l'astronomia classica, le cui origini risalgono agli albori della civiltà“
Términos asociados	Astronomía clásica
<i>Interpretación del concepto</i>	
Rama de la ciencia encargada del estudio recolección e interpretación de datos obtenidos a través de la observación de cuerpos celestes, además de ser la encargada de confirmar la presencia de objetos teorizados.	

4.3 Centro de interpretación

Tabla 4. Definición de centro de interpretación

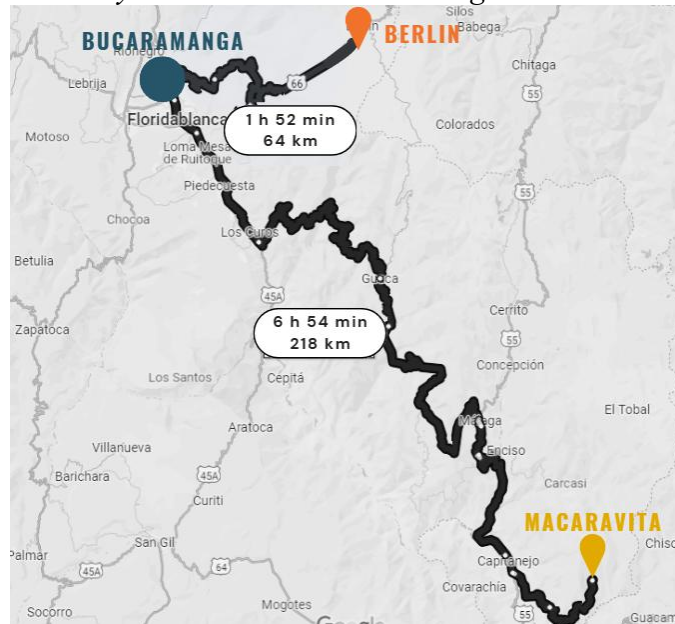
<i>Centro de interpretación</i>	
<i>Definición 1</i>	
Fuente	Autor: piñol m. Carolina Título: “los centros de interpretación: urgencia o moda” Otros datos bibliográficos: https://core.ac.uk/download/pdf/83011769.pdf
Tipo de fuente	Secundaria / artículo

<i>Centro de interpretación</i>	
Definición	“equipamiento situado en un edificio cerrado o a cielo abierto que normalmente no dispone de objetos originales y que tiene por objetivo revelar el sentido evidente u oculto de aquello que se pretende interpretar”
Términos asociados	Revelar, interpretar
<i>Definición 2</i>	
Fuente	Autor: morales m. Jorge Título: “guía práctica para la interpretación del patrimonio. El arte de acercar el legado natural y cultural al público visitante, sevilla-españa. Sevilla - españa. 2001”
Tipo de fuente	Primaria - libro
Definición	“un centro de interpretación es un complejo de edificaciones Destinadas para atender al público. Su función prioritaria es interpretar los valores del lugar”
Términos asociados	Atender, interpretar
<i>Definición 3</i>	
Fuente	Autor: g. Mario - s. Didier Título: “Centros de Interpretación, Lineamientos para el diseño e implementación de centros de interpretación en los caminos ancestrales andinos “ Otros datos bibliográficos: https://mountain.pe/recursos/attachments/article/78/Cuaderno4_CentrosInterpretacion.pdf
Tipo de fuente	Primaria - Libro
Definición	“El objetivo de los centros de interpretación es dar información, orientación y, sobre todo, sensibilizar a los visitantes a través de experiencias sensoriales relevantes que promuevan la interpretación ambiental, ayudando a la conservación de los recursos naturales y culturales. “
Términos asociados	Información, orientación, sensibilizar, conservación.
<i>Interpretación del concepto</i>	
Un centro de interpretación es un espacio destinado a interpretar y atesorar el patrimonio natural, cultural, de la zona en la que se encuentra.	

5. Marco geográfico

5.1 Elección del lote

Figura 25. Distancia entre Berlín y Macaravita a Bucaramanga



Adaptado de Google maps, (2025)

Para la ubicación del Centro de Interpretación de la Astronomía, se han considerado dos posibles zonas dentro del departamento de Santander: Macaravita y Berlín. Macaravita ha sido identificado por un estudio de la Universidad Nacional de Colombia como el sitio óptimo para la construcción de implementos astronómicos, debido a sus condiciones ambientales y su baja contaminación lumínica, lo que lo convierte en un lugar idóneo para la observación astronómica de alta precisión y el desarrollo de infraestructura científica especializada. Por otro lado, Berlín es un punto estratégico donde el grupo Halley de la Universidad Industrial de Santander (UIS) realiza frecuentes salidas de campo astroturísticas. Su cielo despejado y la práctica recurrente de

actividades de observación astronómica lo convierten en un destino atractivo para la divulgación científica y el turismo astronómico.

Para determinar la ubicación óptima del Centro de Interpretación de la Astronomía, es fundamental evaluar tres aspectos clave: accesibilidad, cercanía y ecoturismo en la zona. Estos factores influyen directamente en la viabilidad del proyecto, ya que afectan la facilidad de llegada de visitantes, el desarrollo del turismo astronómico y la integración con la infraestructura existente.

La cercanía analiza la distancia y el tiempo de viaje desde Bucaramanga, ciudad principal de referencia en la región, considerando la logística para investigadores, turistas y operadores del centro. La accesibilidad, por su parte, se refiere a la calidad de las vías y las condiciones del transporte para llegar al sitio, lo que impacta en la comodidad y seguridad del desplazamiento. Finalmente, el ecoturismo en la zona juega un papel crucial en la integración del proyecto con el entorno natural y en la oferta de servicios turísticos que puedan complementar la experiencia de los visitantes.

A continuación, se presenta un análisis detallado de estos tres factores, comparando las condiciones en Berlín y Macaravita, Santander, con el objetivo de seleccionar la mejor ubicación para el desarrollo del proyecto.

Cercanía: la proximidad a centros urbanos es un factor determinante en la elección del sitio. Berlín se encuentra a aproximadamente 64 km de Bucaramanga, con un tiempo estimado de recorrido de 2 horas, lo que permite una conexión rápida con la ciudad y facilita el flujo de visitantes. En cambio, Macaravita está ubicado a 218 km de Bucaramanga, lo que implica un tiempo de desplazamiento aproximado de 7 horas. Esta diferencia en distancia y tiempo de viaje hace que Berlín sea una opción mucho más accesible y conveniente para el desarrollo del Centro de Interpretación de la Astronomía.

Accesibilidad: Berlín, Santander, cuenta con una infraestructura vial favorable, ya que se encuentra sobre la Ruta Nacional 66, una carretera completamente pavimentada y en perfecto estado, lo que permite un desplazamiento seguro y eficiente. Esto facilita el acceso tanto para turistas como para investigadores, reduciendo las dificultades logísticas de transporte. En contraste, Macaravita presenta una infraestructura vial más limitada, con la mayor parte de su acceso por vías sin pavimentar, lo que dificulta el tránsito y prolonga los tiempos de viaje, afectando la viabilidad del proyecto en términos de conectividad.

Figura 26. *Vista de un tramo de la vía de Bucaramanga a Macaravita*



Tomado de Google Maps, Street view, (2025)

Figura 27. *Vista de un tramo de la vía de Bucaramanga a Berlín*



Tomado de Google Maps, Street view, (2025)

Ecoturismo en la Zona: Berlín se ha consolidado como un destino de ecoturismo en la región, con una oferta significativa de ecohoteles y actividades relacionadas con la naturaleza y la astronomía. La existencia de estos servicios permite integrar el proyecto dentro de un modelo de turismo sostenible, atrayendo visitantes interesados en la observación astronómica y la conservación del medio ambiente. En contraste, aunque Macaravita cuenta con un entorno natural privilegiado, su infraestructura turística es menos desarrollada, lo que podría limitar la afluencia de turistas y la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

Conclusión: teniendo en cuenta estos factores, Berlín se presenta como la opción más viable para la localización del Centro de Interpretación de la Astronomía. Su facilidad de acceso, cercanía a Bucaramanga y oferta ecoturística garantizan un mayor impacto y sostenibilidad del proyecto, permitiendo una mejor experiencia para visitantes.

5.2 Localización departamental

Figura 28. *Localización de Santander*



Adaptado de Wikipedia, (2025)

El proyecto se encuentra en el Departamento de Santander, que forma parte de los 32 Departamentos que componen la República de Colombia junto con Bogotá, el Distrito Capital. Bucaramanga es su capital y está situado al noreste del país, en la región andina. Limita al norte con Cesar y Norte de Santander, al este y sur con Boyacá, al oeste con Antioquia y al noroeste con Bolívar. El Departamento de Santander se encuentra en la región andina, entre las latitudes $05^{\circ}42'34''$ y $08^{\circ}07'58''$ al norte, y entre los $72^{\circ}26'$ y $74^{\circ}32'$ al oeste. Según el Censo Nacional de Población y Vivienda (2018), tiene una población de aproximadamente 2.185.000 habitantes.

5.3 Localización municipal

Figura 29. *Localización de Tona*



Adaptado de Wikipedia, (2022)

Tona se encuentra en la región nororiental del país, situada sobre la Cordillera Oriental, una rama de la Cordillera de los Andes, formando parte de la provincia de Soto Norte. Sus límites son: al norte con los municipios de Charta y Vetás; al sur con Santa Bárbara, Piedecuesta y Floridablanca; al oeste con Bucaramanga; y al este con el departamento de Norte de Santander.

Esta localidad está junto al río Jordán, que abarca alrededor de 13.765 hectáreas y provee agua a los acueductos de Berlín y a las áreas rurales como Parra Juan Rodríguez y Ucata. Según el DANE, Tona tiene una población de 7,085 habitantes y abarca un área total de 343 km².

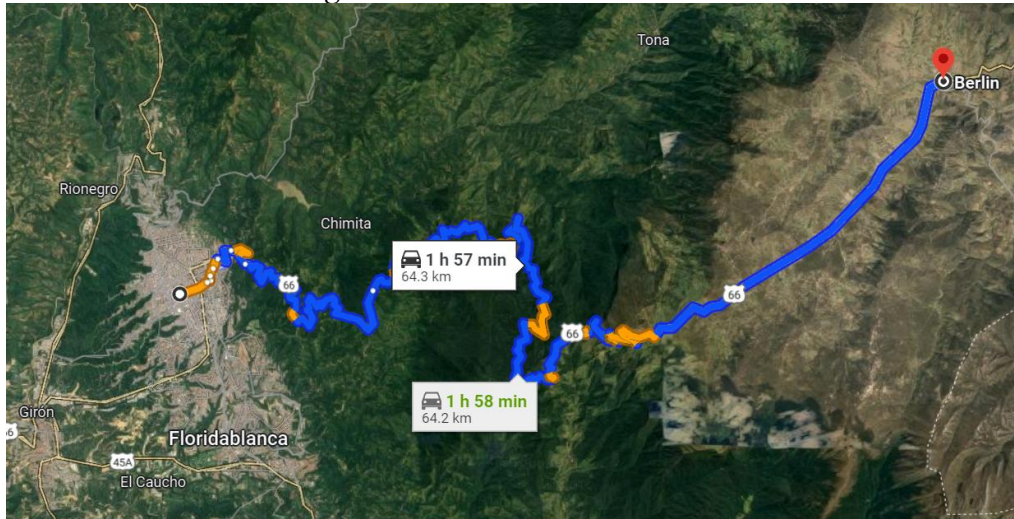
5.4 Localización corregimental

Figura 30. *Localización de Berlín*



Adaptado de Wikipedia, (2016)

Berlín, es un corregimiento del municipio de Tona, Santander que forma parte del complejo del Páramo de Santurbán, se encuentra a 64.2 kilómetros de la ciudad principal Bucaramanga, Estratégicamente ubicado como un punto de paso esencial para los viajeros que se desplazan desde el oriente, en Norte de Santander, hacia el centro del país.

Figura 31. *Recorrido Bucaramanga – Berlín*

Tomado de Google maps, (2025)

Con alrededor de 2,500 habitantes en el núcleo urbano (CORPONOR), la mayoría de los cuales son campesinos nativos del corregimiento, la comunidad se asienta a lo largo de la vía nacional que conecta varios kilómetros en dirección a Bogotá, procedente de los municipios colindantes de Pamplona y Cúcuta.

Se caracteriza por su tierra fértil, propicia para el cultivo de papa y, especialmente, de cebolla larga, una planta resistente a las intensas heladas que afectan la región. Esta última se destaca como una de las principales fuentes agrícolas y económicas del área.

Figura 32. *Plantación de cebolla larga en Berlín*

Tomado de Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Berlín, (2021)

En cuanto a la fauna local, Berlín alberga diversas especies, entre ellas aves, patos zambullidores, el emblemático venado y cóndores, símbolo nacional y parte de una lista preocupante de criaturas en riesgo de extinción. Esta situación impone una responsabilidad crucial sobre los habitantes y visitantes de la región, quienes deben esforzarse por establecer una simbiosis con estas especies y la frágil vida vegetal que también habita allí.

Berlín ofrece principalmente oportunidades para los amantes del senderismo y el camping. Esta aventura demanda una gran resistencia climática y suele realizarse bajo la guía de expertos locales para evitar impactos invasivos en el delicado ecosistema. Observar la vida silvestre, caminar entre frailejones y flora endémica, y disfrutar de un cielo sin contaminación lumínica son experiencias inigualables para los exploradores interesados en la observación de estrellas fugaces y eventos celestes, siempre que el clima y la fortuna lo permitan.

Figura 33. *Observación de estrellas en Berlín*



Tomado de Periódico 15, (2021)

5.5 Contexto rural

Se analizaron las áreas de los lotes del sector con el fin de comprobar que el promedio de áreas usadas en la zona, debido a que el sector no cumple con la Unidad agrícola familiar de Berlín,

Santander, donde esta unidad se encuentra en el rango de 9 a 12 hectáreas, es por esto que esta normativa debe ser actualizada ya que actualmente no aplica en el sector.

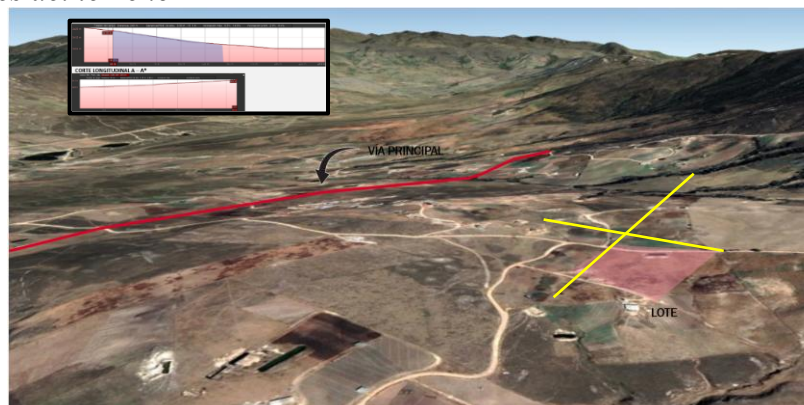
Figura 34. *Análisis de áreas del sector*



5.6 Topografía

Berlín tiene una topografía naturalmente montañosa, especialmente en el área de influencia del proyecto que cuenta con una pendiente del 12% creando así una mayor complejidad a la hora de generar accesibilidad, no obstante, a su vez generando buenas visuales.

Figura 35. *Cortes del terreno*



Adaptado de Google earth, (2025)

5.7 Perfiles viales

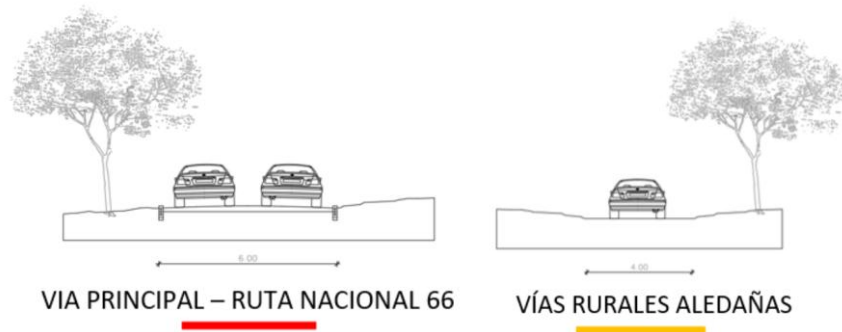
Figura 36. Localización de la vía principal y secundarias



Adaptado de Google Earth, (2025)

La ruta 66 es una vía nacional de tipo transversal que actualmente inicia en Barrancabermeja (departamento de Santander), y finaliza en Arauca (departamento de Arauca), esta atraviesa Berlín y cuenta con dos carriles con pavimento en buenas condiciones en ese tramo y la vía rural con un carril vial en tierra.

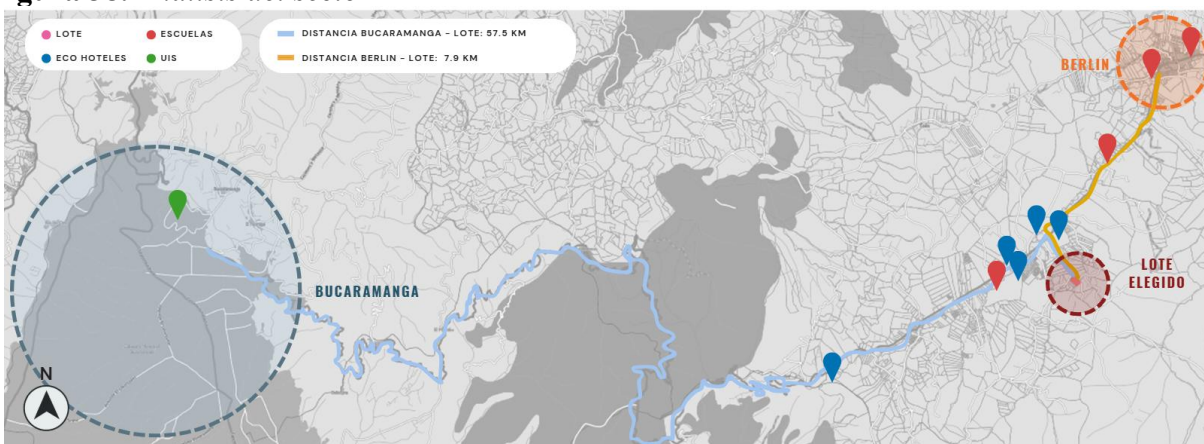
Figura 37. Perfiles viales



En cuanto a sus dimensiones, la Ruta nacional 66 cuenta con 6m de ancho, abarcando 2 carriles y las vías rurales aledañas cuentan con 4m de ancho, abarcando únicamente un carril.

5.8 Nodos e hitos del sector

Figura 38. *Análisis del sector*



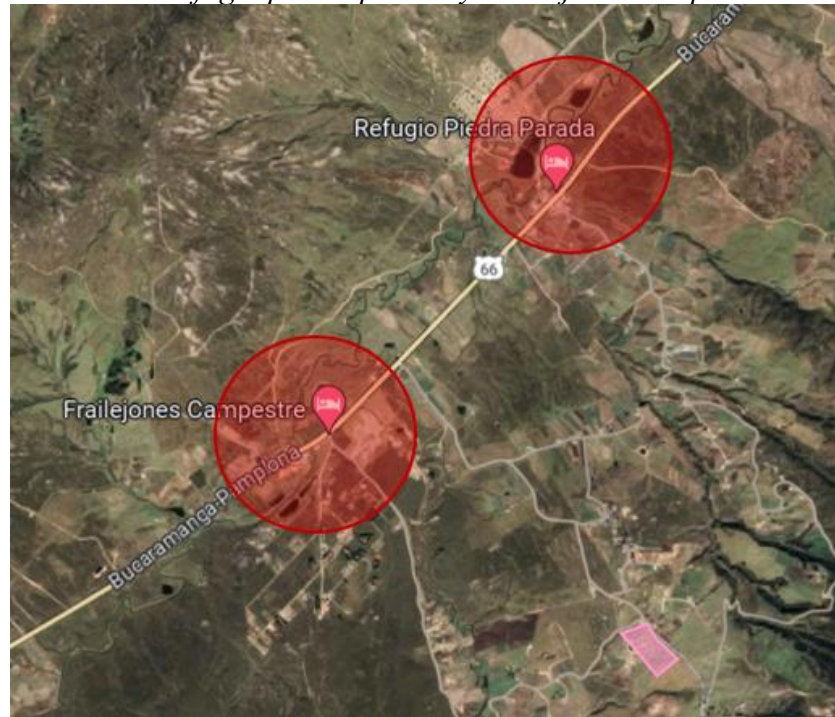
Adaptado de Consulta catastral IGAC, (2025)

Ubicación y accesibilidad: el lote elegido se encuentra estratégicamente ubicado en un punto intermedio entre Bucaramanga y Berlín, lo que permite un acceso relativamente fácil desde la ciudad; la distancia desde Bucaramanga al lote es de aproximadamente 57.5 km, lo que sugiere un tiempo de viaje considerablemente menor en comparación con otros posibles terrenos en zonas más alejadas; la distancia desde Berlín hasta el lote es de 7.9 km, lo que lo mantiene dentro de la influencia del área astroturística de Berlín.

Infraestructura y conectividad: la vía principal que conecta Bucaramanga con Berlín está representada en el mapa y se observa que el lote tiene acceso a esta carretera, favoreciendo la movilidad; existen eco-hoteles en las cercanías del lote, lo que indica una oferta turística establecida que puede apoyar el desarrollo del centro de interpretación; se destacan escuelas

cercanas, lo que refuerza el potencial del proyecto para la educación y la divulgación astronómica en la región.

Figura 39. Localización de Refugio piedra parada y Frailejones campestre



Adaptado de Google maps, (2025)

Por otro lado, en un área más cercana podemos encontrar 2 eco resorts u hospedajes ecoturísticos, Refugio piedra parada y Frailejones campestre, estos son los 2 hospedajes más importantes de la zona.

5.8.1 Refugio piedra parada

Figura 40. *Refugio piedra parada*



Tomado de Refugio piedra parada, (2025)

Se encuentra ubicado en el Km 57 entre la vía que conduce de Bucaramanga a Cúcuta, 5 minutos antes de Berlín y 10 Km después del peaje del Picacho. Es un ECO Resort de Páramo, ofrece diferentes servicios como estadía, spa, cabalgatas, restaurante y caminatas.

Figura 41. *Cabañas de Refugio piedra parada*



Tomado de Refugio piedra parada, (2025)

Las cabañas del lugar son lo más atractivo de su arquitectura, estas 12 cabañas se encuentran muy cercanas entre si, son en forma de arcos, implementando colores fuertes y llamativos tanto en su fachada como en los elementos en su exterior como las mesas y sillas.

5.8.2 *Frailejones campestre*

Figura 42. *Frailejones campestre*



Tomado de Google imágenes, (2025)

Se encuentra ubicado en el kilómetro 56 de la vía que conduce de Bucaramanga hacia Cúcuta, se trata de un hospedaje conformado por diferentes cabañas de diferentes áreas, sus instalaciones ofrecen únicamente hospedaje, con cabañas con diferentes ambientes y completamente amobladas.

Figura 43. *Cabañas de Frailejones campestre*



Tomado de Google imágenes, (2025)

Las cabañas hacen uso de un tipo de fachada muy similar entre si, destacadas por sus formas triangulares, con techos a 2 aguas con gran inclinación.

5.9 Factores climáticos

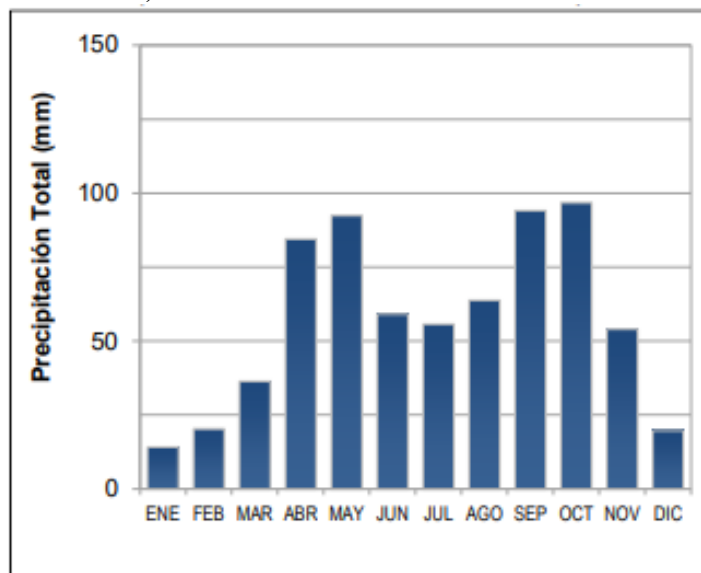
5.9.1 Estación 3701502 – Berlín

La estación meteorológica, clasificada como Climatológica Principal (CP), se encuentra en el municipio de Tona, en el Departamento de Santander, perteneciente a la Región Orinoquía. Su ubicación geográfica es a una latitud de $7,19^\circ$ y una longitud de $-72,87^\circ$, con una altitud de 3214 metros sobre el nivel del mar. Esta estación sigue la clasificación climática Caldas-Lang y se caracteriza por tener un clima de Páramo Bajo Semihúmedo.

Precipitación: la estación Berlín presenta una distribución temporal de la precipitación con un comportamiento bimodal. El promedio anual de lluvias es de 690 mm. Se destacan dos temporadas húmedas, una con menores volúmenes de precipitación en abril y mayo (alrededor de 90 mm) y otra en septiembre y octubre (con precipitaciones cercanas a 100 mm). Los periodos secos ocurren en diciembre a marzo (con menos de 35 mm) y junio a agosto (aproximadamente 60

mm). Noviembre actúa como un mes de transición entre la segunda temporada lluviosa y el periodo seco, con un volumen de lluvia de 55 mm.

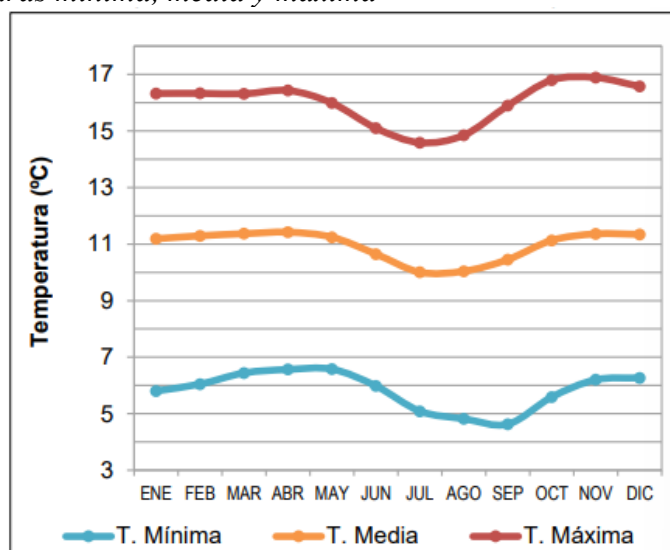
Figura 44. *Precipitación Berlín, Santander*



Tomado de resultados de la estación meteorológica 3701502, Berlín, Santander, (2014)

Temperatura: la estación Aeropuerto San Luis presenta una temperatura media de 11,0 °C, con variaciones entre los 10,0 °C y los 11,4 °C. El trimestre más cálido abarca febrero, marzo y abril, con temperaturas medias de 11,4 °C, coincidiendo con la transición hacia la primera temporada de lluvias. En contraste, desciende a valores medios de 10,2 °C en el trimestre julio-agosto-septiembre, correspondiente al periodo más seco a mitad de año.

La temperatura mínima media es de 5,8 °C, con variaciones entre los 4,6 °C y los 6,6 °C. El trimestre con la temperatura mínima más baja se registra en julio, agosto y septiembre, con valores promedio de 4,8 °C durante el trimestre más seco a mitad de año. Este parámetro alcanza registros de 6,5 °C en el trimestre marzo-abril-mayo, que corresponde a la primera temporada lluviosa.

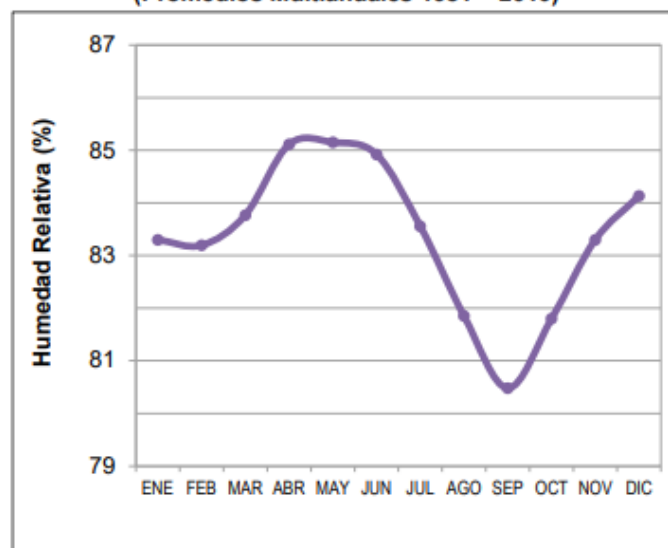
Figura 45. *Temperaturas mínima, media y máxima*

Tomado de los resultados de la estación meteorológica 3701502, Berlín, Santander, (2014)

La temperatura máxima media varía entre 14,6 °C y 16,9 °C, siendo más cálida durante el trimestre octubre-noviembre-diciembre, la segunda temporada de lluvias, con una media de 16,8 °C. Se observa un descenso en los meses de junio, julio y agosto, llegando a valores cercanos a 14,8 °C al inicio de la temporada menos lluviosa a mitad de año.

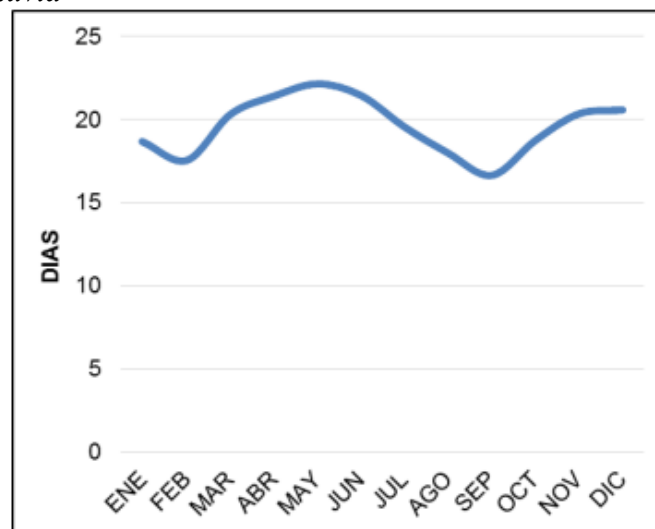
En general, la temperatura en la región fluctúa entre 4,6 °C y 16,9 °C, destacando que la temperatura máxima presenta las mayores variaciones en comparación con otros parámetros. Se evidencia una variabilidad común en todos los parámetros de temperatura, con un marcado descenso en el tercer trimestre del año y valores más estables en el resto del periodo.

Humedad relativa: la humedad relativa en la estación Aeropuerto San Luis varía entre 80,5% y 85,2%, con un promedio de 83,4%. El trimestre de abril-mayo-junio muestra los mayores valores, alrededor del 85,1%, durante la transición entre la primera temporada de lluvias y el periodo seco a mitad de año. En contraste, los meses de agosto, septiembre y octubre presentan valores más bajos, alrededor del 81,4%, durante la transición entre el periodo seco a mitad de año y la segunda temporada de lluvias.

Figura 46. *Humedad relativa*

Tomado de resultados de la estación meteorológica 3701502, Berlín, Santander, (2014)

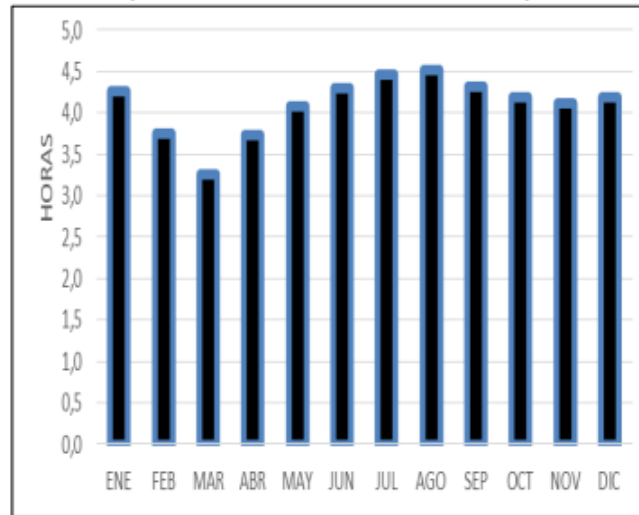
Número de días con lluvia: la estación Aeropuerto San Luis muestra una distribución temporal bimodal en el número de días con lluvia. En el primer semestre, marzo a junio, y el segundo semestre, noviembre y diciembre, se observan periodos de mayor frecuencia, con lluvias entre 20 y 22 días al mes. Mayo y junio destacan con la mayor intensidad, registrando 22 días al mes, mientras que septiembre muestra la menor intensidad con 17 días al mes.

Figura 47. *Días con lluvia*

Tomado de resultados de la estación meteorológica 3701502, Berlín, Santander, (2014)

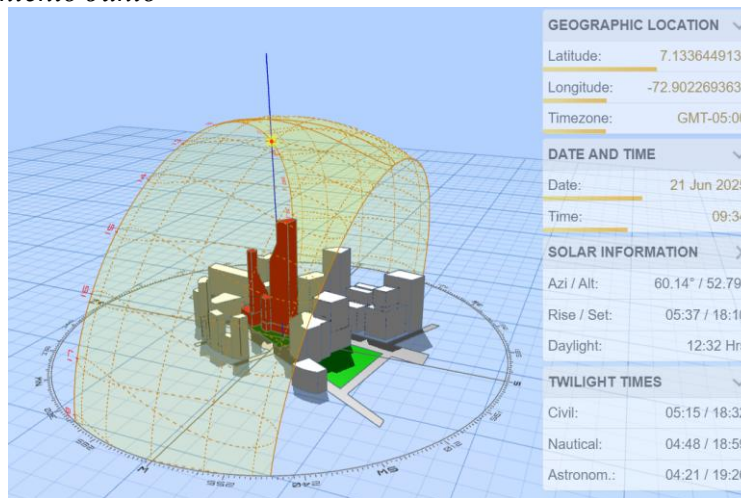
Brillo solar: el brillo solar presenta un promedio máximo de 4,5 horas al día en julio y agosto, mientras que el mínimo promedio es de 3,2 horas al día en marzo. Este último valor mínimo en marzo se vincula con la primera temporada de lluvias.

Figura 48. *Gráfico de brillo solar*

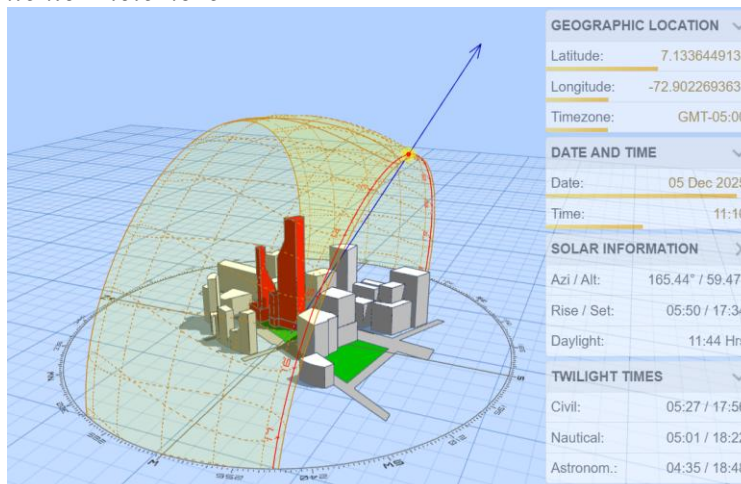


Tomado de resultados de la estación meteorológica 3701502, Berlín, Santander, (2014)

Asoleamiento: el análisis del asoleamiento de Berlín, Santander, toma como referencia el día 21 de junio, Y el 5 de diciembre Analizando los ángulos del sol, que permiten saber la altitud y el azimut.

Figura 49. *Asoleamiento Junio*

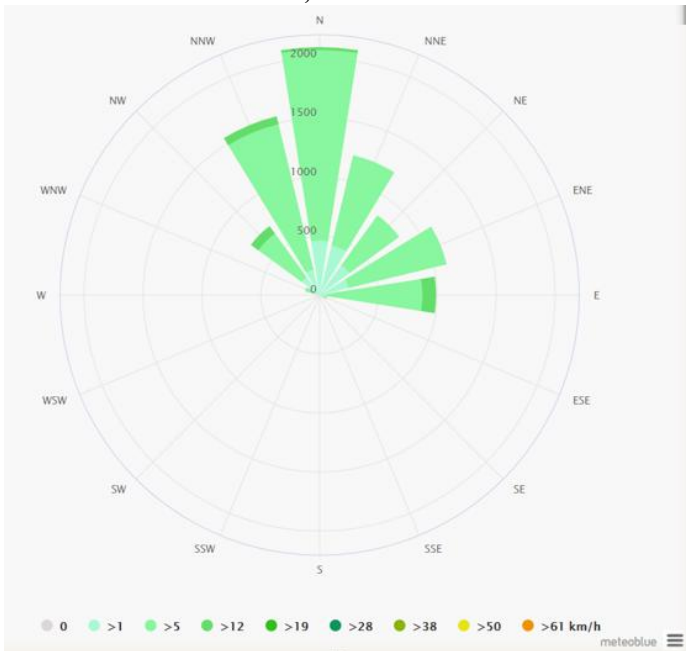
Tomado de PD:3D Sun-Path, (2025)

Figura 50. *Asoleamiento Diciembre*

Tomado de PD:3D Sun-Path, (2025)

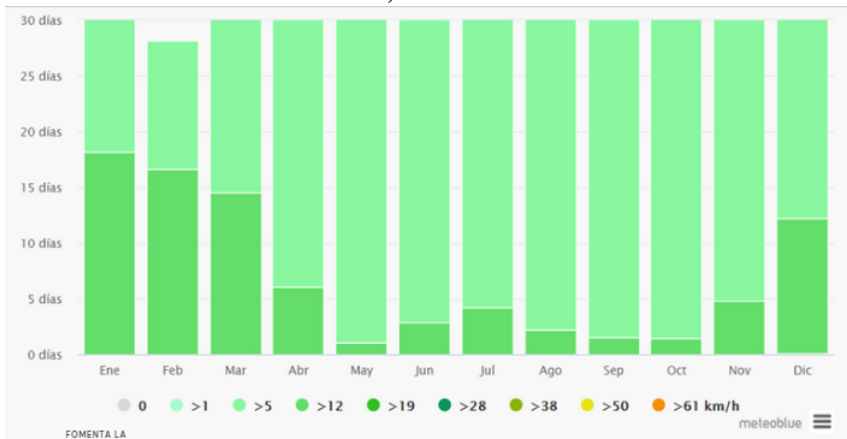
Velocidad de los vientos: la región seleccionada experimenta predominantemente vientos procedentes del norte y el noroeste. Esta característica adquiere una importancia significativa en el diseño arquitectónico del proyecto, especialmente dada la presencia de bajas temperaturas. En este contexto, se pretende minimizar la influencia del viento en la ejecución del proyecto, considerando la necesidad de crear condiciones óptimas en términos de confort térmico y resguardo para los usuarios.

Figura 51. Dirección de los vientos en Berlín, Santander



Tomado de Meteoblue, (2023)

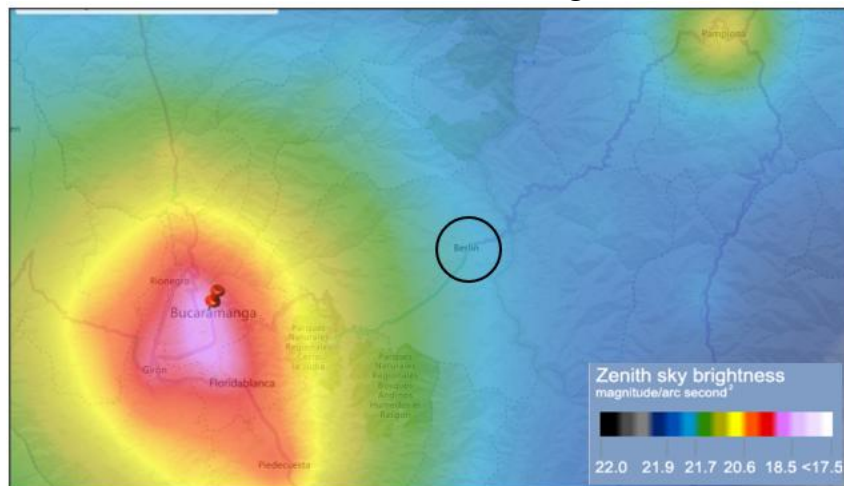
Figura 52. Velocidad de los vientos en Berlín, Santander



Tomado de Meteoblue, (2023)

5.10 Contaminación lumínica

Figura 53. Índices de contaminación lumínica, Bucaramanga - Berlín



Tomado de lightpollutionmap, (2023)

Berlín, al encontrarse a cierta distancia de Bucaramanga, se encuentra en los límites de la contaminación lumínica que genera la ciudad, llegando a índices de luminosidad de 21.7m/as2, un índice de contaminación lumínica bastante bueno, teniendo en cuenta que se encuentra a menos de 2 horas de Bucaramanga, la capital del departamento de Santander, la cual llega a índices de 18.5m/as2.

5.11 Vegetación

En la periferia del casco urbano, la vegetación es una mezcla entre especies nativas y cultivos agrícolas. Algunos ejemplos son:

Bosques Altoandinos y relictos de páramo: Roble negro (*Trigonobalanus excelsa*): Árbol nativo de los Andes; Arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*): Presente en bosques andinos y páramos,; Frailejón (*Espeletia spp.*): Fundamental para la captación de agua en el páramo de Berlín.

Figura 54. *Arboles de Roble negro, Arrayán y Frailejón*

Adaptado de Wikipedia, (2025)

Áreas de cultivos y pastizales: Papa (*Solanum tuberosum*): Cultivo predominante en las zonas agrícolas del corregimiento; Cebolla junca (*Allium fistulosum*): Cultivada en laderas y campos periurbanos; Pastos para ganadería (*Pennisetum clandestinum*): Usado para la alimentación de ganado en zonas rurales.

Figura 55. *Plantas de papa, cebolla junca y pastos para ganadería*

Adaptado de Wikipedia, (2025)

Especies de reforestación y protección de suelos: Aliso (*Alnus acuminata*): Árbol usado en proyectos de reforestación por su capacidad de fijar nitrógeno; Sauce llorón (*Salix*

humboldtiana): Crece cerca de fuentes de agua y ayuda en la protección de suelos; Polylepis (Polylepis quadrijuga): Árbol nativo de alta montaña usado en conservación.

Figura 56. Árboles de Aliso, Sauce llorón y Polylepis

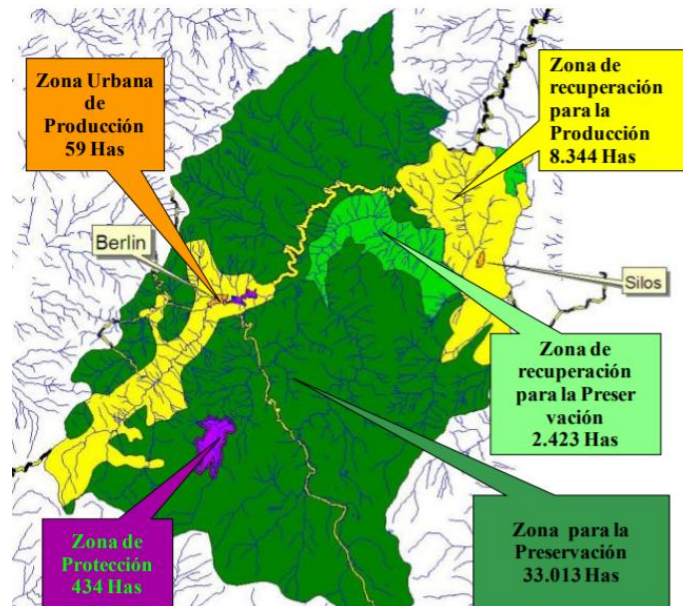


Tomado de Wikipedia, (2025)

6. Marco normativo

6.1 Usos del suelo

Figura 57. Clasificación usos del suelo del Páramo de Berlín



Tomado de: DMI Páramo de Berlín, (2008)

Zonas de recuperación para la producción: son áreas conformadas por terrenos de topografía ondulada y abrupta; con condiciones y características físico-bióticas adecuadas, suelos de baja fertilidad.

Localización: constituyen las reservas agrícolas sector de Silos y corredor de Berlín, en las cuales se pueden dar explotaciones de carácter moderado, sin que se presenten alteraciones significativas del medio natural, para el abastecimiento de productos agropecuarios a la demanda alimenticia de los mercados regionales. Esta área corresponde a 8.343,3 hectáreas. Dentro de las zonas de producción se deben destinar áreas para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y demás actividades necesarias para el desarrollo integral social, económico, el cual está influenciado por el corredor vial internacional de negocios colombo- venezolano.

Figura 58. *Tabla usos del suelo en Tona*

USO PRINCIPAL	Agropecuaria con restricciones ambientales (prácticas de manejo sostenible)
USOS COMPATIBLES	• Agricultura ecológica y orgánica • Establecimiento de vegetación nativa de páramo • Ecoturismo y recreación pasiva • Investigación en manejo y conservación de suelos • Infraestructura básica para el uso principal • Restauración de zonas de gradadas
USOS CONDICIONADOS	• Vías
USOS PROHIBIDOS	• Urbano • Agrícola intensivo • Minería • Loteo para parcelaciones nuevas

Tomado de DMI Páramo de Berlín, (2008)

6.2 Normativa

Ley 1228 de 2008, Artículo 2°: zonas de reserva para carreteras de la red vial nacional. Establézcanse las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional:

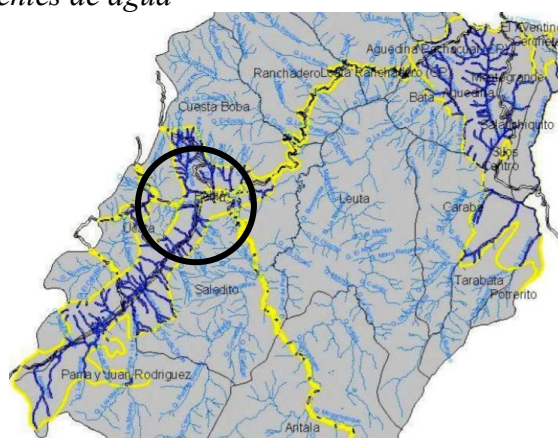
1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros.

2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros.

3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros.

Aislamientos de corrientes de agua – DMI Berlín: se deben realizar aislamientos (cercados) de las corrientes de agua que cruzan las zonas de recuperación para la producción, con un margen de 30 metros por lado y lado.

Figura 59. Mapa de corrientes de agua



Tomado de DMI páramo de Berlín, (2008)

Sistema viral rural – EOT Tona: en el sector rural el 100% de las vías se encuentran sin pavimentar y no cuentan con obras de drenaje ni cunetas. Las vías carreteables requieren por las características del suelo un mantenimiento permanente, pero carecen de éste porque sus maquinarias están dañadas. 55 en la totalidad de sus vías secundarias y locales del poblado rural carecen de áreas verdes, arborización y aislamientos o antejardines.

Acueductos rurales – EOT Tona: la fuente de abastecimiento del acueducto de la corcova se encuentra ubicada en un sitio llamado la batea ubicada en la finca la maría; su conducción se hace con una manguera de 3 pulgadas sin captación técnica construida ni anclajes estables, no cuenta con tanque de almacenamiento; el servicio es irregular, su caudal es suficiente. No se le hace tratamiento previo al agua. Según el sisben 203 viviendas de la población rural, se abastecen

de acueductos veredales, esto que representa que un 37.5% de viviendas rurales, no cuentan con cobertura del servicio de acueducto veredal. Las veredas que cuentan con servicio de acueducto son arnania, vegas, tembladal, caragua, ucatá, cuestaboba, *el saladito*, montechiquito, chíscapa, el quemado, pargua, golondrinas, arbol solo, palmas y babilonia.

PTAR, EOT Berlín: objetivo del proyecto: promover y apoyar técnicamente como autoridades ambientales, la gestión de las administraciones municipales en la gestión de recursos financieros para implementar las construcciones de la ptar en el corregimiento de berlín y la cabecera municipal de silos.

Aseo, EOT Tona: la recolección de residuos sólidos se hace a domicilio en la cabecera municipal, en los poblados rurales de berlín y la corcova, solo se hace barrido alrededor del parque principal de la cabecera municipal y del poblado rural de berlín. Existe un botadero abierto, ubicado en la vereda el saludo, sector aguas claras.

Alcantarillado, EOT Tona: el perímetro urbano actual del casco urbano de tona y el poblado rural de berlín cuenta en su totalidad con cobertura de redes de alcantarillado, el corregimiento de la corcova no cuenta con este servicio.

Riesgo sísmico, EOT Tona: la evaluación del riesgo sísmico se hace teniendo en cuenta el estudio general de amenazas sísmica en colombia (ingeominas, 1998). El municipio de tona en el contexto regional hace parte del área catalogada como de amenaza sísmica alta, asociado al sistema bucaramanga – santa marta de las cuales hace parte las fallas geológicas en el municipio (fallas de tona, cristalina, sevilla, río charta). Pero a nivel local no existen evidencias según la escala de trabajo urbano y rural que indiquen algún tipo de riesgo.

Decreto 3600 de 2007, Artículo 12: Parágrafo. Los servicios ecoturísticos, etnoturísticos, agroturísticos y acuaturísticos podrán desarrollarse en cualquier parte del suelo rural, de acuerdo

con las normas sobre usos y tratamientos adoptadas en el plan de ordenamiento territorial o en la unidad de planificación rural.

POT Bucaramanga, Artículo 414°: unidad mínima de actuación - Superficie mínima de terreno que puede incluir una o varias unidades prediales para la ejecución de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación de inmuebles, de conformidad con los usos permitidos en el suelo rural. La extensión de la unidad mínima de actuación del municipio de Bucaramanga es de dos hectáreas (2 ha) netas para todos los usos que se desarrollen en suelo rural suburbano y en el suelo determinado para vivienda campestre.

NSR-10 — Título J: Medios de evacuación y salidas de emergencia (Capítulos J.3 y J.4): todas las edificaciones construidas o por construir deben proveer de salidas suficientes que permitan la rápida evacuación de los ocupantes en caso de fuego u otra emergencia; Toda edificación debe construirse, equiparse y utilizarse en tal forma que eviten peligros que atenten contra la vida y la seguridad; La edificación debe proveer salidas de acuerdo con su capacidad a su número de personas, para asegurar a los ocupantes una fácil evacuación; Todas salidas deben estar libres de obstáculos; Las salidas deben ser claramente visibles y señalizadas para facilitar su identificación; Deben contar con iluminación artificial adecuada y confiable; Las salidas de emergencia deben ser provista de alarmas con el fin de que los ocupantes evacuen fácil y rápidamente; Todas las edificaciones que cuyo tamaño u ocupación puedan comprometer la seguridad de los ocupantes generando algún bloqueo, debe tener como mínimo dos medios de escape en sentidos opuestos minimizando la posibilidad de generar un bloqueo; Se deben proveer de sistemas automáticos de cierre o protección todas las aberturas verticales que existen en una edificación con el fin de que los ocupantes puedan evacuar en caso de fuego, por agentes como

NTC 6047 – Estacionamiento para Automóviles (Sección 6.3): Estacionamiento para automóviles): el ancho mínimo del espacio de estacionamiento para un automóvil debe ser de 3 900 mm, y la longitud mínima debe ser de 5 400 mm. Este banco mínimo incluye el área de transferencia al lado del automóvil, de 1 500 mm como mínimo.

NTC 6047 – Escaleras (Sección 11.1, 11.2, 11.3 y 11.4): toda escalera interior de emergencia deberá ser construida fija y permanente y cumplir con los siguientes requisitos: Ancho mínimo entre pasamanos: 1m; Máxima altura de contrahuella: 18cm; Ancho mínimo de huella: 26cm; Altura libre: 2.1m; Descanso mínimo: 1.5m; Las escaleras deben mantener su ancho en todo el recorrido; Deben ser de material rígido y de difícil combustión.

NSR-10 (2010) – Título J, Capítulo J.4: Requisitos de Rampas para Evacuación: cuando se utilice una rampa interior como una salida o parte de una salida, deberá protegerse por separación de otras partes de la edificación; La inclinación de la rampa debe ser constante en todo su recorrido de tener cambios de dirección serán aplicados en los descansos; La superficie de la rampa debe ser anti deslizante.

Figura 61. Cuadro de normativa de rampas

	Clase A	Clase B
Ancho mínimo	1	75
Inclinación máxima	1 en 10	1 en 8
Altura máxima entre descansos	1,80	3,60
Capacidad de personas por módulo de salida:		
- Hacia abajo	100	100
- Hacia arriba	100	60

Tomado de NSR - 10, (2010)

Adaptación de la norma: Normativa de construcción EOT Tota, 2016

Figura 62. Normas de edificación para servicios turísticos

El desarrollo de actividades de alojamiento (Ecohabitats) especialmente zonas de esparcimiento y recreación en general.		
NORMAS BÁSICAS	AREA ESPECIAL DE RECREACION ECOTURISTICA	AREA DE USO SOSTENIBLE Y RECUPERACIÓN DEL LAGO.
UNIDAD MINIMA DE DESARROLLO.	2 HA	3 HA
INDICE MAXIMO DE OCUPACION	0,20	0,15
DENSIDAD	1 Ecohabitats Por Hectárea	1 Ecohabitats Por Hectárea
ALTURA ENTRE PISOS	3.50 Metros	3.50 Metros
NUMERO DE PISOS	2	2

Tomado de EOT, Tota, (2016)

7. Cuadro de áreas

Figura 63. Cuadro de áreas del proyecto

FUNCIONES	ESPACIOS	ÁREAS	USUARIOS	NUMERO DE USUARIOS	EDAD	HORARIO GENERAL
Recepción y orientación	Recepción	9,6	Recepcionistas	2	25 a 50	Permanente
	Lobby	51,2				
Educar y motivar	Exposición interior	340	Turista general	60	10 a 50	Permanente
			Turista academico		10 a 25	9:00 am - 5:00 pm
	Exposición exterior	164,2	Turista especial		18 a 50	7:00 pm - 6:00 am
	Miradores	670	Guias de exposición	4	15 a 45	Permanente
Difusión de eventos	Auditorio	162,5	Turista general	35	10 a 50	Permanente
			Turista academico		10 a 25	9:00 am - 5:30 pm
			Turista especial		18 a 50	7:00 pm - 6:00 am
			Guias de exposición	2	15 a 45	Permanente
Descanso y refugio	Cabañas	270	Turista general	30	10 a 50	Permanente
	Área de acampar	500	Turista específico		18 a 50	7:00 pm - 6:00 am
Administración	Sala de espera	10	Gerente o Coordinador general	1	25 a 50	9:00 am a 5:00 pm
	Oficinas	20,7				
	Oficina gerente	14,2	Personal de reservas o atención al cliente	1		9:00 am a 5:00 pm
	Sala de descanso	25,5	Personal de mantenimiento y logística	1		9:00 am a 5:00 pm
	Dormitorios	73,8	Personal de contabilidad y finanzas	1		9:00 am a 5:00 pm
	Archivo	7,7				
	W.C privado	71	Guias de exposición	6	15 a 45	Permanente
Servicios	W.C público	124,2	Personal de servicios	4	18 a 40	9:00 am - 5:00 pm
	Cafeteria	186,5				
	Local temático	23,4				
	Cuarto de basuras	15				
	Parqueadero	1100				
	Sala de maquinas	30	Celador	1	18 a 50	Permanente
	Bodega	15				
	Aseo	3,9				
Circulaciones con terrazas		2062	148			
Área cubierta		1767				
ÁREA TOTAL		3888				
ÁREA DEL LOTE		26472				

8. Usuarios

Se plantean 3 tipos de usuarios interesados en el tema, turistas, académicos, que incluye estudiantes y universitarios y científicos, enfocado en ambientalistas y astrónomos.

Turistas: este grupo comprende edades de entre 10 y 50 años, este grupo podrá ingresar a cualquier hora del día, de lunes a domingo.

Académicos: este conjunto se divide en estudiantes y universitarios, los primeros con edades entre 10 y 17 años y los segundos con edades entre 17 y 25 años, estos grupos podrán acceder a las instalaciones de 9:00 am a 5:30 pm, de lunes a sábado.

Científicos: compuesto por 2 tipos de usuarios, los científicos (astrónomos o profesiones similares) y los ambientalistas de entre 18 y 50 años de edad, este tipo de usuarios accederían principalmente en el horario de la noche para poder observar el cielo estrellado, por lo tanto sus horarios serían de 7:00 pm a 6:00 am de lunes a domingo.

En cuanto a la parte administrativa del centro de interpretación se contará con personal administrativo, personal de servicio y personal de exposición.

Administrativo: este personal estará a cargo de orientar y de la parte administrativa del proyecto, entre ellos estarán el gerente o coordinador general, el personal de reservas o atención al cliente y personal de contabilidad y finanzas.

Servicio: celadores, personal de cafetería y personal de mantenimiento y logística, estos usuarios tienen la responsabilidad de mantener el orden y la pulcritud en el edificio, además de contar con la capacidad de proteger a otros usuarios y el equipamiento en situaciones de emergencia.

Exposición: este grupo comprende personal de exposición de entre 15 y 45 años, estos usuarios estarían permanentemente en el centro de interpretación en vista de que el proyecto se

desarrollará tanto en horario diurno como nocturno debido a la naturaleza del patrimonio a observar e interpretar.

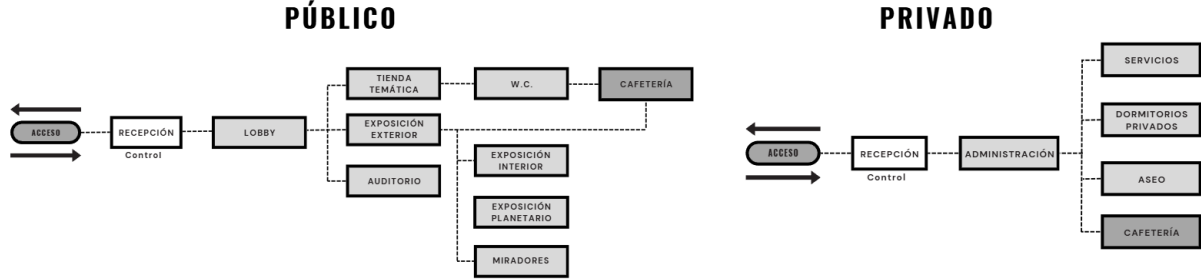
Figura 64. Horarios de exposición

GRUPO	NUMERO DE USUARIOS	HORA	NUMERO DE GUIAS
HORARIO DIURNO			
GRUPO 1	10	9:00 AM - 10:30 AM	2
GRUPO 2	10	11:00 AM - 12:30 AM	2
GRUPO 3	10	2:00 PM - 3:30 PM	2
GRUPO 4	10	4:00 PM - 5:30 PM	2
HORARIO NOCTURNO			
GRUPO 5	10	9:00 PM - 10:30 PM	2
GRUPO 6	10	11:00 PM - 12:30 AM	2

Se definen grupos de exposición que a lo largo del día y la noche que recorrerán el centro de interpretación de manera guiada, estos grupos serán conformados por 10 turistas y serán guiados por 2 usuarios del personal de exposición y el recorrido tendrá una duración de hora y media.

8.1 Flujos de usuarios

Figura 65. Flujo de usuarios en áreas públicas y privadas



9. Propuesta

9.1 Lineamientos de diseño arquitectónico

Constructivos: materialidad de la zona: piedra, madera; uso del concreto, elementos metálicos y vidrio.

Espaciales: jerarquización de los espacios, dando mayor dimensión a las áreas de exposición para potenciar su impacto y experiencia.

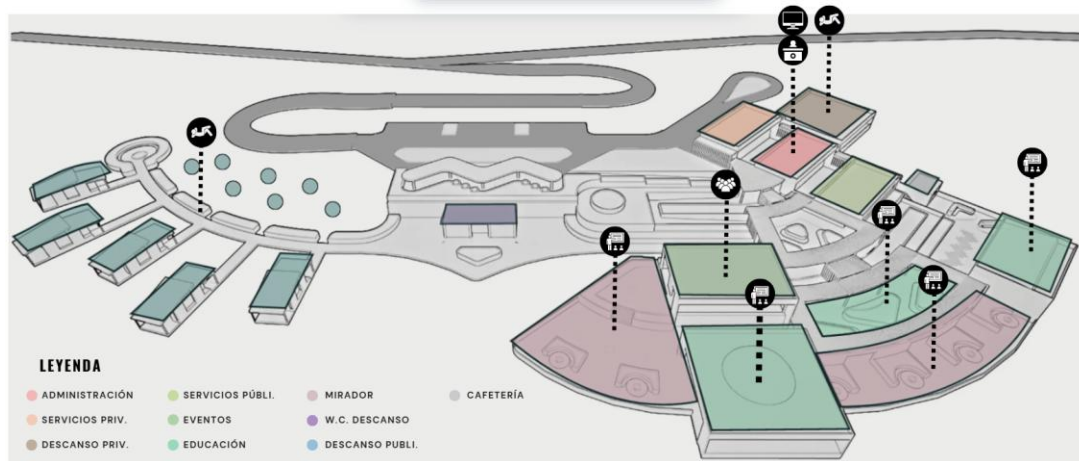
Ordenamiento: sistema de ordenamiento disperso; circulaciones como medio articulador.

Técnicos: cubiertas inclinadas; aislamiento en muros y techos tipo sándwich con núcleo aislante; uso del sistema Aporticado.

9.2 Espacios

El diseño del Centro de Interpretación de la Astronomía se estructuró a partir de cinco funciones esenciales que orientaron la distribución espacial y programática del proyecto: recepción y orientación, educar y motivar, difusión de eventos, descanso y refugio, y administración. Estas funciones buscan responder a las necesidades tanto del público visitante como del personal operativo del centro, garantizando una experiencia integral, educativa y confortable en torno a la observación y comprensión del universo.

Figura 66. Zonificación según funciones



Recepción y orientación: esta función se materializa en un espacio de acogida ubicado estratégicamente al ingreso del complejo. La recepción cuenta con un punto de encuentro donde los visitantes reciben información general sobre el centro, su programación y los recorridos sugeridos. Este espacio cumple un rol clave en la organización del flujo de visitantes y en la creación de una primera impresión orientadora y acogedora.

Figura 67. Recepción y punto de encuentro



Educación y motivación: como eje central del proyecto, esta función se traduce en cinco zonas dedicadas a la divulgación científica y la experiencia astronómica. Se incluye una exposición al aire libre que permite la interacción con contenidos astronómicos en un entorno natural; una sala de exposición multifuncional adaptable a diversas actividades educativas; una sala de exposición con planetario, considerada la pieza clave del centro por su capacidad inmersiva; un mirador para contemplación pasiva del paisaje celeste; y un mirador con telescopios para la observación astronómica activa. Estas áreas están concebidas para motivar el aprendizaje a través de experiencias sensoriales, tecnológicas y contemplativas.

Figura 68. *Exposición multifuncional*



Figura 69. *Exposición planetario*



Figura 70. *Exposición exterior*



Figura 71. *Mirador***Figura 72.** *Mirador telescopios*

Difusión de eventos: el proyecto contempla un auditorio como espacio versátil para la realización de charlas, proyecciones, conferencias y encuentros científicos o comunitarios. Esta zona refuerza el carácter público y cultural del centro, posibilitando la socialización de conocimientos astronómicos y ambientales.

Figura 73. *Auditorio*

Descanso y refugio: considerando la ubicación remota del proyecto y la necesidad de estancias prolongadas para actividades nocturnas, se proponen dos zonas de descanso. Una está destinada al personal administrativo y técnico del centro, con espacios de alojamiento privado; la otra está dirigida al público visitante, mediante cabañas y zonas de camping que permiten una experiencia inmersiva y sostenible.

Figura 74. *Interior cabañas*

Figura 75. *Área de camping***Figura 76.** *Estadía y descanso administrativo*

Administración: esta función contempla un conjunto de oficinas destinadas a la gestión operativa y administrativa del centro. Se incluyen espacios de trabajo, almacenamiento y servicios complementarios exclusivos para el equipo de gestión. Estas áreas están claramente diferenciadas del circuito público para garantizar la eficiencia y privacidad de las labores internas.

Figura 77. *Administración*

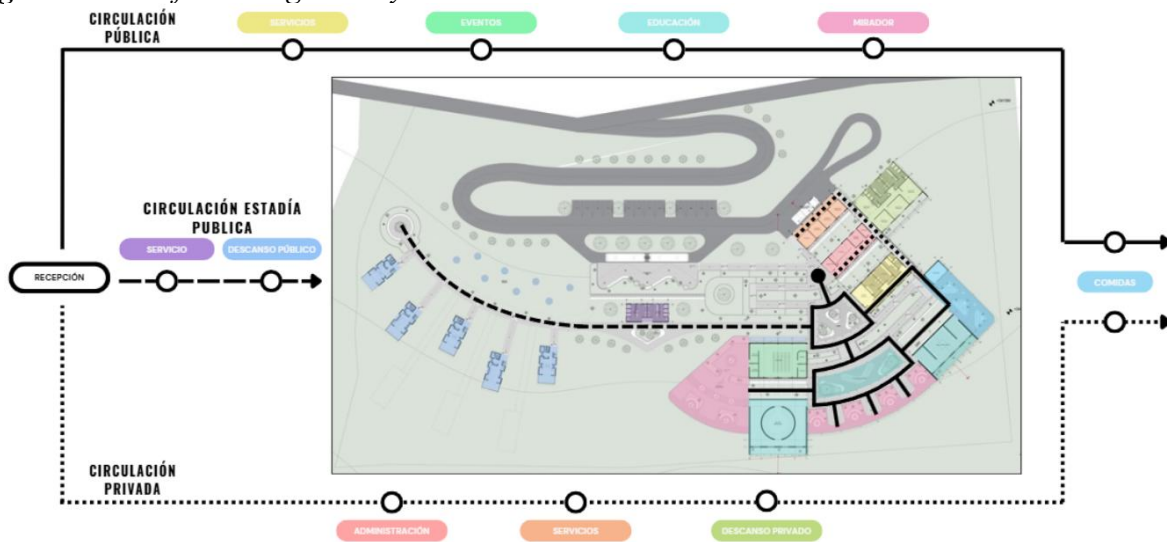
Además, el proyecto incorpora espacios de servicio tanto para el público como para el personal, como baños, tienda temática, cafetería, zonas técnicas, bodegas y áreas de mantenimiento, garantizando la funcionalidad integral del centro.

Figura 78. *Batería de baños*

Figura 79. *Cafetería***Figura 80.** *Tienda temática*

9.3 Circulaciones

En el desarrollo del proyecto se definieron tres tipos de circulación que estructuran el recorrido y el uso del espacio, respondiendo a las distintas dinámicas funcionales del centro.

Figura 81. *Zonificación general y circulaciones*

Circulación pública: esta circulación está destinada al tránsito general de los visitantes a lo largo del centro de interpretación. Se compone de recorridos que conectan las zonas educativas, el auditorio, la recepción y los espacios abiertos, permitiendo un flujo continuo entre las diferentes áreas del proyecto. Estos trayectos incluyen ambientes descubiertos y semicubiertos, que no solo facilitan el desplazamiento, sino que también enriquecen la experiencia espacial y la relación con el entorno natural.

Figura 82. *Circulación principal y zona central*

Figura 83. *Circulación a estadía pública***Figura 84.** *Circulación a cafetería*

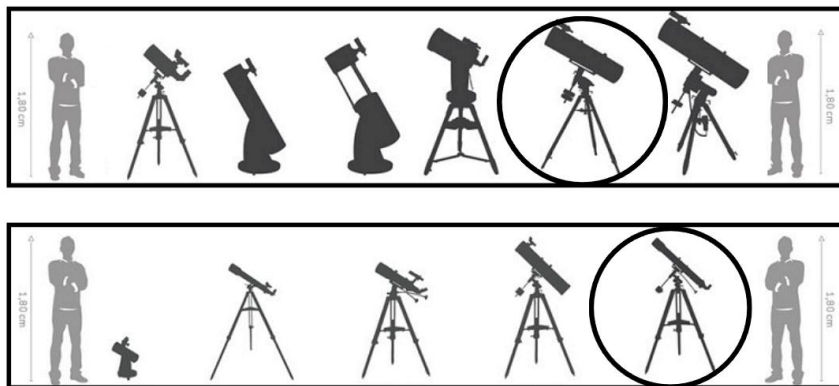
Circulación privada: diseñada exclusivamente para el personal administrativo y operativo, esta circulación permite el acceso controlado a las oficinas, áreas de servicio técnico y espacios de mantenimiento. Su trazado garantiza la funcionalidad interna del centro, sin interferir con las actividades del público, asegurando así una gestión eficiente y discreta del complejo.

Figura 85. *Circulación privada*

9.4 Equipos específicos

9.4.1 Telescopios

Se analizaron diferentes tipos de telescopios según sus usos, dando como resultado la decisión de implementar 2 tipos de telescopios que permitirán a los usuarios observar 2 grupos diferentes de objetos estelares.

Figura 86. *Tipos de telescopios con escala humana*

Tomado de Astroshop, (2023)

*Telescopio Reflector***Figura 87.** *Telescopio reflector y sus especificaciones*

1



RP – 300 SP

- **Nombre del modelo:** Paquete de telescopio Red Planet con adaptador para smartphone
- **Número de modelo:** RP-300SP
- **Aumento:** 45x-100x
- **Piezas de ojos:** K20mm y K9mm
- **Abertura:** 114 mm (4,49 ")
- **Longitud focal:** 900 mm (35,43 ")
- **Buscador:** 6x30mm
- **Peso:** 17.26 libras
- **Dimensiones:** 40.0 in x 46.3 in x 59.7 in
- **Accesorios:** Trípode de aluminio ajustable, Adaptador para smartphone

Tomado de Carson, (s.f.)

Descripción: emplea espejos para recolectar y enfocar la luz.*Uso:* bueno para observaciones de objetos débiles en el cielo profundo, como galaxias y nebulosas.*Telescopio Refractor***Figura 88.** *Telescopio refractor y sus especificaciones*

2



70/900 EQ

PRIMA TÉCNICA	REFRACTOR ACROMÁTICO
DISEÑO OPTICO	
APERTURA	70 MM
DISTANCIA FOCAL	900 MM
RELACION FOCAL	f/ 13
BUSCADOR	PUNTERO ROJO LUMINOSO
MONTURA	ECUATORIAL ALEMANA CG-2
SOFTWARE	THE SKYX
TRATAMIENTO OPTICO	MULTITRATADO
OCULARES	10 MM (90X) Y 20 MM (45X) DE 31,8 MM
PRISMA CENTRAL	PRISMA INVERSOR 31,8 MM
TRIPODE	TRIPODE ACERO REGULABLE EN ALTURA
AUMENTO MAXIMO RECOMENDADO	165X
AUMENTO MINIMO RECOMENDADO	10X
PODER DE CAPTACION	100X
MAGNITUD LIMITE	11.7
RESOLUCION	1,88" ARC SEC
LONGITUD DEL TUBO	91,5 CM
PESO DEL TELESCOPIO	8,2 KG

Tomado de Amaína, (s.f.)

Descripción: utiliza lentes para enfocar la luz y formar una imagen.

Uso: ideal para observaciones planetarias y lunares. Son conocidos por su calidad de imagen y bajo mantenimiento.

9.4.2 Proyector planetario

Sistema Digital de Planetario Digitalium Delta 4: el Digitalium Delta 4 representa un punto de entrada en sistemas de planetario, siendo diseñado para facilitar su transporte, instalación y operación. Proyecta imágenes de alta resolución de 1080 píxeles con alto contraste sobre toda la cúpula, sin puntos ciegos ni recortes. Este sistema se destaca por su tamaño compacto, rápida configuración, interfaces de usuario intuitivas, alta resolución y excelente calidad de proyección, entre otras características.

Figura 89. Ficha técnica de proyector de planetario

Digitalium Delta 4

Especificaciones

Máximo Diámetro del Domo

Aproximadamente 24 feet/7 metros.

El brillo es el aspecto principal, ya que cuanto mayor sea la cúpula, mayor será el área de superficie que debe cubrir la luz del proyector

Diámetro en Pixel

1080

Resolución Proyectada

0.92 megapixels

Campo de visión

180 grados, cielo completo.

Pixels por Grado de Cielo

6 en promedio

Angulo de Proyección

~175 grados

Luminosidad

4500 Lúmenes sin la lente ojo de pez

(Proporcionado para fines de comparación con otros sistemas. El brillo real con una lente ojo de pez es significativamente menor debido a que no se proyecta todo el rectángulo de video y las diferentes propiedades de la lente. Por favor, vea cualquiera de nuestros otros modelos si necesita un sistema más brillante.)

Base del Proyector

Dimensiones

Sistema:

Aproximadamente 20.0 x 17.5 x 10.0 inches (50.8 x 44.5 x 25.4 cm)

Caja de Transporte:

27.0 x 24.0 x 16.0 inches (68.6 x 61.0 x 40.6 cm)

Peso

Sistema:

33.5 lbs. (15.2 kg)

Caja de Transporte:

67.5 lbs. -33.5 (30.7 kg)

Total:

67.5 lbs. (30.7 kg)

La robusta maleta de transporte tiene ruedas incorporadas y un asa extensible para facilitar el transporte en superficies planas.

Tomado de Digitalis, (s.f.)

9.4.3 Luminarias

Para evitar la contaminación lumínica, el proyecto incorpora luminarias de piso LED con luz amarilla, orientadas hacia el suelo. Esta iluminación controlada permite preservar la oscuridad del cielo nocturno, esencial para la observación astronómica, y garantiza recorridos seguros sin afectar el entorno natural.

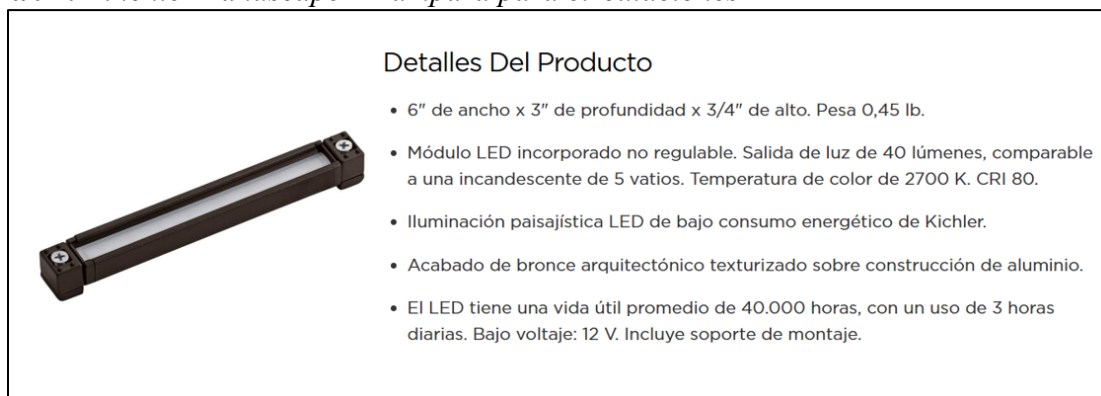
Figura 90. *Lampara para zonas verdes*



Adaptado de: Cigla, (s.f)

Kichler Landscape LED 6" Wide Bronze 2700K Hardscape Light

Figura 91. *Kinchler Landscape – Lámpara para circulaciones*



Tomado de Lampsplus

10. Conclusiones

El desarrollo del Centro de Interpretación de la Astronomía responde a la necesidad planteada en la justificación, al proponer un espacio que fomente la educación, divulgación y observación astronómica en un contexto ambientalmente favorable.

La propuesta cumple con los objetivos establecidos al traducir cinco funciones principales en espacios específicos, jerarquizados y articulados, considerando las necesidades de los usuarios. El diseño adopta un ordenamiento disperso que favorece la integración con el entorno y establece tres tipos de circulación que organizan el flujo de visitantes, personal y usuarios en estadía.

Desde lo constructivo y técnico, se incorporan materiales propios de la zona (piedra, madera, concreto) y soluciones pasivas (aislamiento térmico, cubiertas inclinadas), que responden adecuadamente a las condiciones climáticas del lugar. La elección de Berlín, Santander, se fundamenta en datos cualitativos y estudios técnicos, lo que refuerza la pertinencia del proyecto.

Referencias

- Amaina. (s.f.). Telescopio Celestron Astromaster 900mm/70 EQ C21062. <https://www.amaina.com/telescopios-refractores/511-telescopio-celestron-astromaster-900mm70-eq-c21062.html>
- ArchDaily. (s.f.). Centro de Interpretación del Parque Geológico de Buhais. Consultado el 19 de marzo de 2025. <https://www.archdaily.co/co/933200/centro-de-interpretacion-del-parque-geologico-de-buhais-hopkins-architects>
- ArchDaily. (s.f.). Centro de Investigación e Interpretación de los Ríos. Consultado el 19 de marzo de 2025. <https://www.archdaily.co/co/02-43932/centro-de-investigacion-e-interpretacion-de-los-rios-jose-juan-barba>
- Astroshop. (2023, 18 de enero). Nuevos telescopios Omegon: Tecnología avanzada para la observación astronómica. <https://www.astroshop.de/blog/?p=16283>
- Benavente (Zamora). (s.f.). Consultado el 19 de marzo de 2025. Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Benavente_\(Zamora\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Benavente_(Zamora))
- Blue Marble. (2012). Nightlights 2012. Blue Marble. <https://blue-marble.de/nightlights/2012>
- Bortle, J. E. (2001). The Bortle Dark-Sky Scale. *Sky & Telescope*, 101(2), 126–129.
- Carson. (s.f.). RP-300 EN: Telescopio de reflexión con montura ecuatorial. <https://www.carson.com/es/product/rp-300-en>
- Cigla. (s.f.). Lámpara LED tipo sendero 6W 3000K luz cálido. <https://cigla.com.co/bolardos-y-senderos/428-lampara-led-tipo-sendero-6w-3000k-luz-calido.html>
- Ciluz. (2021). Esta generación dejará de ver las estrellas: la contaminación lumínica crece un 10% al año. Ciluz. <https://ciluz.cl/esta-generacion-dejara-de-ver-las-estrellas-la-contaminacion-luminica-crece-un-10-al-ano/>

Concejo de Bucaramanga. (s.f.). Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de segunda generación del municipio de Bucaramanga 2014-2027.

<https://www.bucaramanga.gov.co/la-ruta/download/acuerdo/pot-2014-2027.pdf>

Decreto 1784 de 2017 - EVA - Función Pública. (2017, diciembre). Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=84140>

Decreto 3600 de 2007 - EVA - Función Pública. (2007, diciembre). Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=26993>

De Santander, D., Norte, Y., Santander, D., Humberto, J., & Toro, R. (s.f.). Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales "Páramo de Berlín".

https://corponor.gov.co/areasnaturalesestrategicas/descargas/DMI_Berlin_PMA_aprobado_agosto2008.pdf

Digitalis Education Solutions, Inc. (s.f.). Digitalium Delta 4 – Planetario digital portátil. Digitalis Education. https://digitaliseducation.com/products-digitalium_delta_4.es.html

Giovanni Pinzón, D. G. (2016). Análisis comparativo de seis lugares de interés para la ubicación de instrumentación astronómica en Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 53-68.

González Díaz, D. (2015). Estudio de calidad del cielo para observaciones astronómicas en Colombia [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54436>

Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales. (s.f.). Diagnóstico de sitios para la observación astronómica en Colombia. Universidad Industrial de Santander. <https://halley.uis.edu.co/diagnostico/>

Hopkins Architects. (2020). Centro de Interpretación del Parque Geológico de Buhais. ArchDaily.

<https://www.archdaily.co/co/933200/centro-de-interpretacion-del-parque-geologico-de-buhais-hopkins-architects>

ICONTEC. (2013). NTC 6047: Accesibilidad al medio físico. Espacios de servicio al ciudadano en la administración pública – Requisitos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Programa%20Nacional%20del%20Servicio%20al%20Ciudadano/NTC6047.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2013). NTC 6047: Norma técnica colombiana sobre señalización turística y de patrimonio cultural. Departamento Nacional de Planeación.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Programa%20Nacional%20del%20Servicio%20al%20Ciudadano/NTC6047.pdf>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2014). Informe técnico final de clima: Insumos y bases de datos SIG, levantamiento de inventarios de estaciones meteorológicas en el país, control de calidad de las bases de datos de información climática, análisis de la climatología nacional y generación de productos cartográficos. Instituto Humboldt - IDEAM.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s.f.). Consulta catastral. Consultado el 19 de marzo de 2025. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>

Lamps Plus. (s.f.). Kichler Landscape LED 6" Wide Bronze 2700K Hardscape Light.

https://www.lampsplus.com/products/kichler-landscape-led-6-inch-wide-bronze-2700k-hardscape-light__77k57.html

La Piranga. (2020, 21 de mayo). 107 años de historia: Museo de Ciencias Naturales de La Salle.

WordPress. <https://lapirangablogs.wordpress.com/2020/05/21/107-anos-de-historia-museo-de-ciencias-naturales-de-la-salle/>

Ley 1228 de 2008 - EVA - Función Pública. (2008, diciembre). Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>

Light Pollution Map. (2020). Mapa de contaminación lumínica.

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=5.17&lat=3.9801&lon=-72.8320&layers=B0FFFFFFFTFFFFFFFFFFFFF>

Luna, M., & Municipal, A. (s.f.). Esquema de Ordenamiento Territorial - Municipio de Tona.

Consultado el 25 de mayo de 2021.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/11812/7792-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2021). Minagricultura estará en Tona,

Santander, presentando cumplimientos del Gobierno. Minagricultura.
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Minagricultura-estar%C3%A1-en-Tona,-Santander.aspx>

Mountain.pe. (2015). Centros de interpretación. [https://mountain.pe/wp-](https://mountain.pe/wp-content/uploads/2015/07/Cuaderno4_CentrosInterpretacion.pdf)

[content/uploads/2015/07/Cuaderno4_CentrosInterpretacion.pdf](https://mountain.pe/wp-content/uploads/2015/07/Cuaderno4_CentrosInterpretacion.pdf)

Periódico 15. (2021). El mejor cielo del año: Acampando bajo las estrellas en el Páramo de Berlín.

<https://www.periodico15.com/el-mejor-cielo-del-ano-acampando-bajo-las-estrellas-en-el-paramo-de-berlin/>

Provincia de Santa Cruz. (s.f.). Wikipedia. Consultado el 19 de marzo de 2025.

https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Santa_Cruz

Radio Nacional de Colombia. (2021). El Páramo de Berlín, el punto para ver la lluvia de meteoros en Santander.

<https://www.radionacional.co/cultura/turismo/el-paramo-de-berlin-el-punto-para-ver-la-lluvia-de-meteoros-en-santander>

Servicio de transporte en Bucaramanga con Empresa Flota Cachira Ltda. (2021). Flota Cachira.

<https://www.flotacachira.com/horarios>

Te invitamos a conocer el flamante Centro de Interpretación y Planetario Elsa Rosenvasser Feher

de Santa Cruz. (s.f.). Consultado el 19 de marzo de 2025. Patagonia Ambiental.

<https://patagoniambiental.com.ar/info/te-invitamos-a-conocer-el-flamante-centro-de-interpretacion-y-planetario-elsa-rosenvasser-feher-de-santa-cruz/>

UNESCO. (2021). Astronomy and World Heritage Webportal - What is astronomical heritage?

<https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/about/what-is-astronomical-heritage>

Wikipedia. (s.f.). Santander (Colombia). Consultado el 19 de marzo de 2025.

https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_%28Colombia%29