



Diseño de una experiencia didáctica mediante señalética interpretativa en los miradores turísticos pertenecientes al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha en Santander, Colombia

Andrés Julián Plata Gómez y Daniela Escobar Carrascal

Trabajo de Grado para Optar al Título de Diseñador Industrial

Director

Clara Isabel López Gualdrón

PhD Ingeniería Área Gestión Tecnológica, Innovación Manufactura Digital Aditiva

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Diseño Industrial
Programa académico de Diseño Industrial
Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Este trabajo de grado lo dedico, en primer lugar, a mis padres, Sandra Milena Gómez y Morgan Plata Vega, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Su amor incondicional, su apoyo constante y su fe absoluta en mí me han permitido alcanzar este logro. Gracias a ustedes soy quien soy hoy y quien aspiro a ser en el futuro.

A mi abuelita Julia Gómez, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, sé que desde el cielo celebra este momento. También a mi abuelita Herminda Vega León y a mi nono Jaime Plata, les agradezco profundamente por los valores y el amor que dejaron en mi vida desde mi infancia, marcándome para siempre.

Dedico este logro a mi familia en su totalidad, cuyo respaldo incondicional ha sido una fortaleza esencial en las distintas etapas de mi camino.

Un agradecimiento especial para mi novia, amiga, compañera de vida y cómplice de sueños, Daniela Escobar. Has sido una pieza clave no solo en este proyecto, sino en mi vida entera. Tu amor, apoyo y constante inspiración han sido la fuerza que me impulsa a superar cada reto.

A mis amigos, en especial a Andrés, Felipe, José, Jhan, Beto, Kevin, María y mi querido grupo “Variaditos”, les agradezco su lealtad, su compañía y su apoyo en los momentos más difíciles. También a mis compañeros de universidad, auxiliatura y la selección de baloncesto, quienes no solo compartieron conmigo aprendizajes académicos, sino también grandes amistades que atesoro profundamente.

Este logro no es únicamente mío, sino de todas las personas que, de una u otra forma, han dejado una marca en mi vida. Sus enseñanzas, recuerdos y momentos compartidos son parte de esta historia que hoy concluye con gratitud y orgullo.

Gracias eternas.

- Andrés.

Este trabajo de grado lo dedico principalmente a mis padres, Yenny Ruth Carrascal Rangel y Jorge Hernán Escobar Londoño, quienes desde mis primeros años de vida vieron en mí un gran potencial y, aún hoy, siguen recordándome con orgullo todo lo que soy capaz de lograr. Gracias por su amor, por aportar tanto a mi vida y por ser mi pilar más fundamental.

A toda mi familia, quienes siempre han estado presentes para mí. En especial, a mi primo Omar Javier Amaris Gómez, quien me inculcó el amor por el diseño, y a mi abuelita María de los Ángeles Rangel Ramos, por su sonrisa, su amor y por alegrar la vida de quienes tuvimos la dicha de conocerla. Aunque ya no está en este plano terrenal, sé que es mi ángel guardián.

A mis amigas de “Sala de profes”, mi segunda familia, a quienes les agradezco y les agradeceré en todas las vidas que viva por estar a mi lado. Hoy tengo la dicha de seguir llamándolas mis hermanas. Sé que, sin importar dónde estemos o cómo estemos, siempre nos tendremos.

También agradezco a mis compañeros de universidad con quienes inicié este camino, y especialmente a mi amiga Carmen Elena Plata Gómez, la hermana que la UIS me concedió. Fuiste una parte fundamental en mi vida universitaria, hiciste este trayecto más ameno y significativo.

Y un agradecimiento profundo a la persona que la vida me puso en el momento perfecto: Andrés Julián Plata Gómez, mi novio. Gracias por ser mi complemento, mi motivación y la persona con la que quiero compartir mi futuro. Admiro profundamente quién eres y quién sé que serás, porque estás hecho para lograr grandes cosas.

Finalmente, culminar esta etapa ha sido posible gracias a todas las personas que han sido parte mi vida. Y, sobre todo, gracias a mí misma, por no rendirme, por ser quien soy y por estar orgullosa de ello. Porque, además de ser yo, soy un pedacito de todas las personas que amo y que lo significan todo para mí.

Gracias, gracias, gracias.

- Daniela.

Agradecimientos

Como equipo, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido al proyecto de extensión de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, titulado "Contribución de la Universidad Industrial de Santander al proceso de creación y postulación del Geoparque Cañón del Chicamocha en el departamento de Santander, Colombia ante la UNESCO". Su dedicación y esfuerzo han sido esenciales para el éxito de este significativo logro.

Un especial reconocimiento a nuestra directora, Clara Isabel López Gualdrón, por su constante apoyo, orientación y atención durante el desarrollo del proyecto. Su liderazgo ha sido clave para alcanzar este resultado.

Agradecemos también al Semillero de Patrimonio Geológico de la Universidad Industrial de Santander y a los profesionales de la Escuela de Geología. Su valiosa participación y conocimientos en temáticas geológicas fueron un aporte fundamental para resaltar la riqueza y el valor de nuestro departamento.

Nuestra gratitud se extiende a las personas de los municipios involucrados en el proyecto, quienes generosamente dedicaron su tiempo y esfuerzo para hacerlo realidad.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a los profesores de la Universidad Industrial de Santander. Desde el inicio de nuestra formación, han sido guías en nuestro camino, compartiendo sus conocimientos y moldeándonos para convertirnos en los profesionales que somos hoy.

Gracias a todos por ser parte de este sueño colectivo.

Tabla de contenido

Introducción.....	19
1. Objetivos.....	20
1.1. Objetivo general	20
1.2. Objetivos específicos.....	20
1.3. Planteamiento del problema	21
1.4. Pregunta problema.....	23
1.5. Justificación.....	23
2. Revisión de la literatura.....	24
2.1. Localización zona de estudio.....	24
2.2. Historia Geológica del PGCCCh	26
2.2.1. Precámbrico:.....	27
2.2.2. Era Paleozoica:	28
2.2.3. Era Mesozoica:	28
2.2.4. Era Cenozoica:.....	30
2.3. Una zona de alta sismicidad	31
3. Marco teórico.....	33
3.1. Fundamentos teóricos.....	33
3.1.1. Teoría de Gestalt.....	33
3.1.2. Identificación de los elementos más valiosos de la geodiversidad.....	33
3.1.3. Teoría de la interpretación.....	34
3.1.4. Teoría del color.....	35
3.1.5. Teoría de la tipografía	36
3.1.6. Interpretación ambiental.....	37
3.1.7. Percepción visual y procesamiento de información	38
3.2. Actores (Usuarios).....	39
3.2.1. Académicos	39
3.2.2. Comunidades locales.....	39
3.2.3. Entidades gubernamentales	39
3.2.4. Visitantes y turistas.....	40

3.2.4.1. Turistas de ocio y recreación.....	40
3.2.4.2. Turistas de aventura y deporte.....	40
3.2.4.3. Turistas educativos y culturales.....	40
3.2.4.4. Turistas científicos e investigadores.....	40
3.2.4.5. Turistas especializados o de nicho	40
4. Marco conceptual	41
4.1. Geoparque.....	41
4.2. Red Global de Geoparques.....	41
4.3. UNESCO	41
4.4. Comité Colombiano de Geoparques.....	42
4.5. Cañón del Chicamocha.....	42
4.6. Patrimonio	42
4.7. Reconocimiento del patrimonio	43
4.8. Tipos de patrimonio.....	43
4.8.1. Patrimonio geológico.....	43
4.8.2. Patrimonio biológico	43
4.8.3. Patrimonio cultural	43
4.9. Georuta	43
4.10. Geositio.....	44
4.11. Geoturismo	44
4.12. Geoeducación	44
4.13. Geoconservación	44
4.14. Diseño de experiencias en el turismo	44
4.15. Comunicación visual	45
4.16. Interpretación.....	45
4.17. Didáctica.....	45
4.18. Señalización.....	45
4.19. Señalética.....	46
4.20. Tipos de señalética	46
4.20.1. Informativa	46
4.20.2. Direccional	47

4.20.3. Preventiva.....	47
4.20.4. Identificativa.....	48
4.21. Señalética interpretativa	49
4.22. Diseño para la Manufactura.....	49
4.23. Diseño Emocional	50
4.24. Diseño de experiencia.....	50
4.25. Pictograma.....	50
4.26. Mirador	50
4.27. Semiología.....	51
4.28. Semiótica	51
4.29. Tapia pisada.....	51
4.30. Piedra Barichara	52
5. Metodología.....	53
5.1. Empatizar.....	54
5.1.1. Antecedentes del Macroproyecto	54
5.1.2. Análisis contextual	56
5.1.3. Consensos del proceso de investigación.....	67
5.2. Definir.....	70
5.2.1. Síntesis del proyecto.....	70
5.2.2. Gestión de la información para la caracterización de las tipologías del sistema señalético	72
5.2.3. Manual de replicabilidad de las fichas de caracterización	78
5.2.4. Requisitos y normativas	79
5.2.4.1. Normativas tapia pisada	82
5.2.4.1.1. Convención del Patrimonio Mundial de 1972 (UNESCO).....	82
5.2.4.1.2. Ley 1185 de 2008 (Colombia).....	82
5.2.4.1.3. Resolución 0211 de 2017	82
5.2.4.1.4. NSR-10	83
5.2.4.1.5. Manual ASI	83
5.2.4.1.6. Herramientas y equipos	83
5.2.5. Requerimientos y parámetros	83

5.2.6. Estrategia para configuración de contenidos.....	86
5.3. Idear	91
5.3.1. Configuración de los productos del sistema señalético.....	92
5.3.2. Señalética interpretativa para miradores	93
5.3.1.1. Bocetos iniciales.....	93
5.3.1.2. Evolución de bocetos iniciales	94
5.3.1.3. Selección de alternativa.....	95
5.3.1.4. Alternativa final evolucionada	96
5.3.2. Sistema señalético	97
5.3.2.1. Bocetos iniciales.....	97
5.3.2.2. Elección y evolución de alternativas	99
5.4. Prototipar	100
5.4.1. Tipología de paneles para el sistema señalético.....	100
5.4.2. Maquetación paneles interpretativos para miradores	102
5.4.2.1. Maquetación inicial	102
5.4.2.2. Validación de información	104
5.4.2.3. Maquetación final.....	107
5.4.3. Maquetación paneles sistema señalético	109
5.4.4. Configuración de diseño para la manufactura.....	112
5.4.5. Verificaciones y comprobaciones.....	116
5.4.5.1. Verificaciones por literatura.....	116
5.4.5.1.1. Vida útil de materiales.....	116
5.4.5.2. Verificación por simulación	119
5.4.5.2.1. Resultados de simulación	122
5.4.5.2.1.1. Acrílico	123
5.4.5.2.1.2. Polipropileno	123
5.4.5.2.1.3. PVC rígido.....	124
5.4.5.2.1.4. Acero galvanizado	125
5.4.5.3. Verificaciones por modelado CAD	126
5.4.5.4. Guía para el proceso de construcción de estructuras de tapia pisada.....	129
5.4.5.4.1. Caracterización de terreno.....	132

5.4.5.4.2. Construcción de futuros prototipos	134
5.4.6. Versión final del sistema señalético	136
5.4.7. Manual señalético.....	142
5.5. Validar	143
5.5.1. Validación A: Protocolo de validaciones de la información.....	143
5.5.1.1. Validación A: Objetivo de la validación	143
5.5.1.2. Validación A: Actividades	143
5.5.1.3. Validación A: Variables a evaluar.....	143
5.5.1.4. Validación A: Tratamientos	144
5.5.1.5. Validación A: Hipótesis de validación.....	144
5.5.2. Validación A: Ejecución de la prueba	144
5.5.3. Validación A: Resultados de la validación.....	147
5.5.3.1. Validación A: Análisis de los resultados de la actividad 1 y la actividad 2.....	148
5.5.3.1.1. Validación A: Distribución de participantes según el nivel de conocimiento..	148
5.5.3.1.2. Validación A: Frecuencias	150
5.5.3.1.3. Validación A: Media de puntaje.....	151
5.5.3.1.4. Validación A: Resultados por participante.....	152
5.5.3.1.5. Validación A: Análisis descriptivo.....	153
5.5.3.2. Validación A: Análisis de los resultados de la actividad 3: Validación formal estética	154
5.5.3.2.1. Validación A: Señalética interpretativa para miradores.....	154
5.5.3.2.2. Validación A: Sistema señalético.....	155
5.5.4. Validación A: Conclusiones de la validación.....	156
5.5.5. Validación B: Protocolo de validaciones del modelo de apariencia	157
5.5.5.1. Validación B: Construcción modelo de apariencia	157
5.5.5.2. Validación B: Objetivo de la validación	159
5.5.5.3. Validación B: Hipótesis.....	160
5.5.5.4. Validación B: Unidad experimental	160
5.5.5.5. Validación B: Tratamiento de datos	160
5.5.6. Validación B: Ejecución con la guía de observación de campo.....	161
5.5.7. Validación B: Resultados de la validación.....	164

5.5.8. Validación B: Conclusiones de la validación.....	168
5.6. Diseño para la manufactura (Design for Manufacturing).....	169
5.6.1. Planos técnicos	169
5.6.2. Fichas señaléticas	170
5.6.3. Diagrama de ensamble	171
5.6.4. Tabla de costos	172
6. Conclusiones.....	173
7. Aspectos a mejorar	175
8. Bibliografía.....	176
9. Apéndices	185

Lista de Tablas

- Tabla 1.** Estado del arte de señalética de parques, jardines botánicos, geoparques y miradores.
- Tabla 2.** Búsqueda sistemática de señalética de parques, jardines botánicos, geoparques y miradores.
- Tabla 3.** Tabla resumen de resultados a entrevistados.
- Tabla 4.** Tabla resumen de la lista de deseos.
- Tabla 5.** Tabla resumen de los mapas de empatía.
- Tabla 6.** Tabla resumen del brief del producto.
- Tabla 7.** Tabla requisitos y normativas.
- Tabla 8.** Tabla resumen de los requerimientos y parámetros.
- Tabla 9.** Tabla de tipología de paneles.
- Tabla 10.** Tabla de maquetación inicial de paneles.
- Tabla 11.** Tabla de maquetación final de paneles.
- Tabla 12.** Tabla de maquetación de paneles para el sistema señalético.
- Tabla 13.** Tabla de componentes de modelado 3D y sus respectivos materiales.
- Tabla 14.** Tabla de materiales y procesos.
- Tabla 15.** Tabla de propiedades de los materiales de los paneles.
- Tabla 16.** Tabla de propiedades físicas de los componentes.
- Tabla 17.** Tabla de pruebas de caracterización de terreno.
- Tabla 18.** Guía de proceso para prototipado en tapia pisada
- Tabla 19.** Tabla de sistema señalético final.
- Tabla 20.** Porcentaje de mejora en las respuestas entre la Actividad 1 y la Actividad 2.
- Tabla 21.** Tabla Nivel de conocimiento.
- Tabla 22.** Tabla Frecuencias.
- Tabla 23.** Tabla Media de puntaje
- Tabla 24.** Tabla Análisis descriptivo.
- Tabla 25.** Tabla de tratamiento de datos
- Tabla 26.** Guía de autoreporte
- Tabla 27.** Resultados recopilados de la guía de autoreporte

Lista de Figuras

- Figura 1.** Imagen Cañón del Chicamocha.
- Figura 2.** Mapa localización Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh).
- Figura 3.** Representación del tiempo geológico.
- Figura 4.** Mapa Geológico de Colombia (SGC)
- Figura 5.** Actividad sísmica de la zona
- Figura 6.** Teoría del color
- Figura 7.** Ejemplo tipográfico en señalización Geoparque de Granada
- Figura 8.** Ejemplo señalética.
- Figura 9.** Ejemplo señalética informativa
- Figura 10.** Ejemplo señalética direccional
- Figura 11.** Ejemplo señalética preventiva
- Figura 12.** Ejemplo señalética identificativa
- Figura 13.** Ejemplo señalética interpretativa
- Figura 14.** Esquema del proceso constructivo.
- Figura 15.** Construcción tapia pisada.
- Figura 16.** Aplicación de Piedra Barichara en edificaciones.
- Figura 17.** Sistema señalético del proyecto por desarrollado por Ana Niño, Andrea Rodríguez y Astrid Aillón.
- Figura 18.** Kit geoeducativo desarrollado por Irania Ávila y Cecilia Ramírez.
- Figura 19.** Wald.Berlin.Klima. - The exhibition in the forest
- Figura 20.** Diseño de un set de productos gráficos editoriales, ilustrados, sensoriales e interactivos para la experiencia de usuario dentro del Jardín Botánico de Cuenca
- Figura 21.** Árbol de problemas.
- Figura 22.** Usuario arquetipo de Jeyner, el guía turístico
- Figura 23.** Customer Journey Map (Hoja 1).
- Figura 24.** Diagrama FAST.
- Figura 25.** Inventario LIG Mirador Morfoestructural del Chicamocha.
- Figura 26.** Tabla de los 19 geotopos identificados en Aratoca.
- Figura 27.** Imagen tomada de Google Earth con las 3 georutas propuestas para Aratoca.

- Figura 28.** Tabla de los 13 geotopos identificados en Cepitá.
- Figura 29.** Imagen tomada de Google Earth con las georutas propuestas para Cepitá
- Figura 30.** Fichas de análisis observacional del recorrido y del mirador.
- Figura 31.** Fotos tomadas en la visita a Cepitá
- Figura 32.** Ficha de caracterización de la georuta 1 de Cepitá.
- Figura 33.** Ficha de caracterización del Mirador Morfoestructural del Chicamocha.
- Figura 34.** Manual de replicabilidad de las Fichas de Caracterización (Portada)
- Figura 35.** Evidencias actividad 1.
- Figura 36.** Evidencias actividad 2.
- Figura 37.** Evidencias actividad 3.
- Figura 38.** Tabla Cronoestratigráfica Internacional del SGC
- Figura 39.** Escala cronoestratigráfica.
- Figura 40.** Moodboard.
- Figura 41.** Recopilación de los bocetos iniciales para señalética interpretativa de miradores.
- Figura 42.** Recopilación de los bocetos evolucionados de señalética interpretativa para miradores.
- Figura 43.** Cinco alternativas escogidas.
- Figura 44.** Resultado Proceso Analítico Jerárquico (AHP).
- Figura 45.** Alternativa de señalética interpretativa para miradores evolucionada.
- Figura 46.** Recopilación de bocetos iniciales para el sistema señalético.
- Figura 47.** Evolución alternativas finales sistema señalético.
- Figura 48.** Formulario de Google (Validación de contenidos gráficos).
- Figura 49.** Evidencia corrección de contenidos.
- Figura 50.** Evidencia fotográfica de la actividad
- Nota. Elaboración propia.
- Figura 51.** Documento con correcciones realizadas para los paneles.
- Figura 52.** Modelado de la señalética para miradores grandes.
- Figura 53.** Resultado gráfico de la simulación con paneles en material acrílico.
- Figura 54.** Resultado gráfico de la simulación con paneles en material polipropileno
- Figura 55.** Resultado gráfico de la simulación con paneles en material PVC rígido.

Figura 56. Resultado gráfico de la simulación con paneles en material acero galvanizado

Figura 57. Esquema estructural de tapial tradicional y tapial tipo L.

Figura 58. Fotografía de un tapial armado y un muro de tapia pisada recién hecho.

Figura 59. Fotografía de un tapial armado y un muro de tapia pisada recién hecho.

Figura 60. Render final de vista frontal del sistema señalético completo.

Figura 61. Portada Manual Señalético.

Figura 62. Evidencia de la presentación del contexto durante la reunión en Zoom.

Figura 63. Formulario 1: Validación conocimientos previos.

Figura 64. Presentación de los paneles de la señalética interpretativa para miradores grandes.

Figura 65. Formulario 2: Validación conocimientos posteriores.

Figura 66. Formulario 3: Validación formal estética.

Figura 67. Gráfico de barras Nivel de conocimiento.

Figura 68. Gráficos de torta de nivel de conocimiento previo y nivel de conocimiento posterior.

Figura 69. Gráfico media Promedio de puntajes

Figura 70. Diagrama de cajas y bigotes.

Figura 71. Gráfico de barras Evaluación visual y formal. Señalética miradores

Figura 72. Gráfico de torta Distribución de valores y sensaciones evocadas. Señalética miradores

Figura 73. Gráfico de barras Evaluación visual y formal. Sistema señalético

Figura 74. Gráfico de torta Distribución de valores y sensaciones evocadas. Sistema señalético

Figura 75. Proceso de construcción del modelo de apariencia

Figura 76. Modelo de apariencia

Figura 77. Evidencias de la prueba

Figura 78. Ejemplo de Planos Técnicos Sistema Señalético Geoparque Cañón del Chicamocha.

Figura 79. Ejemplo de Fichas Señaléticas Sistema Señalético Geoparque Cañón del Chicamocha.

Figura 80. Diagrama de ensamble Señalética Interpretativa para Miradores Grandes

Figura 81. Ejemplo tabla de costos

Apéndices

Este listado de apéndices está estrechamente relacionado con cada archivo mencionado, facilitando la visualización directa de los mismos.

Apéndice A: Benchmarking

Apéndice B: Respuestas Formulario Miradores turísticos de Santander

Apéndice C: Transcripción de entrevistas

Apéndice D: Lista de Deseos

Apéndice E: Mapas de empatía

Apéndice F: Usuarios Arquetipo

Apéndice G: Costumer Journey Map

Apéndice H: Brief

Apéndice I: Fichas de Caracterización de Georutas

Apéndice J: Fichas de Caracterización de Geositios

Apéndice K: Manual de Fichas de Caracterización

Apéndice L: Requerimientos y parámetros

Apéndice M: Proceso Analítico Jerárquico

Apéndice N: Validación de información de paneles

Apéndice O: Manual Señalético

Apéndice P: Validación paneles

Apéndice Q: Validación modelo de apariencia

Apéndice R: Planos técnicos

Apéndice S: Fichas señaléticas

Apéndice T: Diagramas de ensamble

Apéndice U: Tabla de costos

Apéndice V: Mockups

Apéndice W: Glosario

Resumen

Título: Diseño de una experiencia didáctica mediante señalética interpretativa en los miradores turísticos pertenecientes al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha en Santander, Colombia*.

Autor(es): Andrés Julián Plata Gómez y Daniela Escobar Carrascal**.

Palabras Clave: Geoparque; Experiencia; Señalética Interpretativa; Comunicación Visual; Miradores.

Descripción: El Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh) en Santander, Colombia, actualmente busca obtener el reconocimiento de Geoparque Mundial por parte de la UNESCO. Para lograrlo, se deben cumplir una serie de lineamientos mínimos. Entre estos, se destacan distintos puntos relacionados con la Geoeducación, Geoturismo y Geoconservación, que son pilares fundamentales para su nombramiento.

La región del Cañón del Chicamocha, que abarca once asentamientos urbanos y tiene una extensión de aproximadamente 108,000 hectáreas, alberga elementos geológicos, paleontológicos, arqueológicos y culturales únicos. Sin embargo, la información disponible, especialmente en los sitios de interés geológico, tiende a ser demasiado técnica para los visitantes no especializados, lo que dificulta su comprensión y afecta negativamente su experiencia con la Geoeducación y el Geoturismo.

Por ello, el presente trabajo se centra en la implementación de un sistema señalético, con énfasis en señalética interpretativa para los miradores turísticos del Geoparque Cañón del Chicamocha. Su objetivo es brindar información clara y accesible sobre los aspectos geológicos locales. Basado en investigaciones previas, el diseño de esta señalética incorpora los enfoques de Design Thinking y Design for Manufacturing, garantizando su adaptación a diversos contextos geográficos y ambientales. En esencia, se busca no solo mejorar la experiencia de los visitantes, sino también fomentar el reconocimiento y la valoración del patrimonio geológico y cultural de la región, en el marco del proceso de declaración como Geoparque Mundial por la UNESCO.

*Degree Work.

**Physical-Mechanical Engineering Faculty. Industrial Design Department. Director: Clara Isabel López Gualdrón. PhD Engineering Technological Management Area, Additive digital manufacturing innovation.

Abstract

Title: Design of a didactic experience through interpretative panel in the tourist viewpoints of the Geopark Cañón del Chicamocha Project in Santander, Colombia*.

Author(s): Andrés Julián Plata Gómez and Daniela Escobar Carrascal**.

Keywords: Geopark; Experience; Interpretative Panel; Visual Communication; Lookouts.

Description: The Chicamocha Canyon Geopark Project (PGCCh) in Santander, Colombia, is currently seeking recognition as a UNESCO Global Geopark. To achieve this, a series of minimum requirements must be met, including key elements related to Geoeducation, Geotourism, and Geoconservation, which are fundamental pillars for this designation.

The Chicamocha Canyon region, encompassing eleven urban settlements and covering approximately 108,000 hectares, is home to unique geological, paleontological, archaeological, and cultural elements. However, the information available, particularly at sites of geological interest, tends to be overly technical for non-specialized visitors, hindering their understanding and negatively impacting their experience with Geoeducation and Geotourism.

This work focuses on the implementation of a signage system, emphasizing interpretive signage for the tourist viewpoints of the Chicamocha Canyon Geopark. Its goal is to provide clear and accessible information about local geological features. Based on prior research, the design of this signage incorporates Design Thinking and Design for Manufacturing approaches, ensuring effective adaptation to diverse geographical and environmental contexts. Ultimately, the aim is not only to enhance visitors' experiences but also to promote the recognition and appreciation of the region's geological and cultural heritage as part of the process to achieve UNESCO Global Geopark designation.

*Degree Work.

**Physical-Mechanical Engineering Faculty. Industrial Design Department. Director: Clara Isabel López Gualdrón. PhD Engineering Technological Management Area, Additive digital manufacturing innovation.

Introducción

Los Geoparques Mundiales de la UNESCO, caracterizados por su destacado patrimonio geológico de relevancia global, tienen como misión principal la conservación y promoción de este patrimonio, junto con la educación y el fomento del desarrollo sostenible. La obtención de la designación de Geoparque Mundial exige el cumplimiento de criterios estrictos, que abarcan desde la protección del patrimonio geológico hasta la promoción del desarrollo sostenible basado en el Geoturismo, y la presentación de una solicitud formal. Estos Geoparques desempeñan un papel crucial al equilibrar la protección del patrimonio geológico y la biodiversidad, a la vez que impulsan el desarrollo económico sostenible y fomentan la colaboración con las comunidades locales. (UNESCO, 2020).

Hasta el momento, la UNESCO ha reconocido 195 geoparques mundiales en 48 países, destacando áreas con un patrimonio geológico de importancia global. (*Global Geoparks Networks, 2022*). Entre los países más destacados por tener una gran cantidad de geoparques está España, que ocupa el segundo lugar a nivel mundial en la cantidad de geoparques, solo superado por China, que alberga 29 de estos parques. A pesar de contar con siete geoparques en América Latina, Colombia aún no ha alcanzado la designación de ningún geoparque mundial ante la UNESCO. No obstante, el Servicio Geológico Colombiano y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia han comenzado a explorar este intrigante concepto postulando varios sitios del territorio, entre ellos está la Iniciativa de Geoparque Volcán del Ruiz, el proyecto de Geoparque Zaquencipa, el proyecto de Geoparque Chambú - La Cocha y el proyecto de Geoparque Cañón del Chicamocha, en el que se está enmarcado este trabajo (*Tavera-Escobar & Álvarez-Ramírez, 2019*).

En este contexto, se sitúa este proyecto: "Diseño de una experiencia de interpretación señalética didáctica en los lugares de interés geológico pertenecientes al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha en Santander, Colombia." La importancia de realizarlo está arraigada a la necesidad de mejorar la comprensión y apreciación de la geología y biodiversidad en los miradores turísticos del Cañón del Chicamocha, un territorio con un rico patrimonio natural, geológico y cultural.

El Cañón del Chicamocha, excavado por el río Chicamocha en Colombia, destaca por su profundidad de 1.600 metros y una longitud de 446 kilómetros, situándolo entre los cañones más grandes del mundo. Enclavado en el Parque Nacional del Chicamocha, es un destacado destino turístico que rinde homenaje a la cultura y tradiciones santandereanas. Este sitio emblemático es

un motor para el turismo en Santander y Colombia, fusionando la belleza natural del cañón con las instalaciones del Parque Nacional del Chicamocha y la perspectiva única que brinda el teleférico. Esto lo convierte en un candidato excepcional para ser el primer Geoparque Mundial UNESCO en Colombia, ya que la región que abarca el cañón incluye un polígono que abraza once asentamientos urbanos (Aratoca, Barichara, Cepitá, Curití, Jordán, Los Santos, Molagavita, Piedecuesta, San Andrés, Villanueva y Zapatoca). Estos asentamientos forman una entidad esencial para la promoción, preservación y la creación de nuevas iniciativas destinadas a impulsar el progreso de la región, considerando sus necesidades y particularidades (*Ríos Reyes, 2022*).

A pesar de los atributos del Cañón del Chicamocha, lograr su declaración como Geoparque Mundial representa un desafío, ya que es necesario garantizar en el territorio el cumplimiento de los lineamientos establecidos por la UNESCO. Uno de estos es la información y orientación clara sobre los sitios de interés, que, debido a la falta de medios de interpretación efectivos, puede llevar a experiencias poco satisfactorias en la apreciación del patrimonio geológico por parte de los visitantes. En consecuencia, la información existente puede resultar incomprensible para quienes carecen de conocimientos técnicos en geología y biología.

A lo largo de este proyecto, se propone diseñar una señalética interpretativa para los miradores del Geoparque Cañón del Chicamocha que cumpla con los requisitos de la UNESCO y, al mismo tiempo, mejore la experiencia del visitante. Para ello, se explorarán estrategias que integren diseño gráfico, geodiversidad, educación no formal y comunicación visual, facilitando el reconocimiento de la geología de este impresionante territorio.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Diseñar una experiencia didáctica mediante señalética interpretativa que aporte en la etapa de reconocimiento del patrimonio de los lugares de interés geológico, haciendo énfasis en los miradores turísticos pertenecientes al proyecto Geoparque del Cañón del Chicamocha de Santander, Colombia.

1.2. Objetivos específicos

1.2.1. Caracterizar los diferentes sitios de interés geológico pertenecientes al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, con el propósito de conocer las condiciones ambientales y geográficas propias de cada uno de estos sitios.

1.2.2. Proponer el diseño de una señalética interpretativa para un mirador turístico que comunique conceptos geológicos de forma accesible a los visitantes, utilizando elementos visuales y textuales.

1.2.3. Evaluar los modelos de apariencia físicos y digitales mediante pruebas de usabilidad sobre el reconocimiento del patrimonio en un entorno real y uno digital para hacer efectiva la experiencia de interpretación y la transferencia del conocimiento.

1.2.4. Desarrollar un manual de producción detallado que permita la replicabilidad de la señalética en otros geositos pertenecientes al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, considerando la elección de materiales adecuados para diferentes condiciones ambientales y geográficas.

1.3. Planteamiento del problema

Este proyecto de grado se centra en el Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh), un territorio rico en geología y biodiversidad que busca obtener el estatus de Geoparque Mundial otorgado por la UNESCO. La motivación detrás de este estudio proviene de la necesidad de cumplir con los rigurosos lineamientos requeridos para postular al Cañón del Chicamocha como Geoparque ante la UNESCO.

Este territorio, de gran relevancia para la región, abarca una zona que incluye once asentamientos y posee elementos significativos en los campos de la geología, paleontología, arqueología y cultura. Con una extensión aproximada de 108,000 hectáreas, de las cuales 3,927 están bajo protección oficial de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), presenta características únicas que impulsan la ambición de obtener el reconocimiento como Geoparque Mundial por parte de la UNESCO, destacando el valioso patrimonio natural, geológico y cultural de la región (*Ríos Reyes, 2022*).

Como antecedente, este proyecto se basa en los lineamientos del trabajo titulado "*Diseño de Estrategias de Identidad y Comunicación Visual para la Articulación de los Geositos del Geoparque Cañón del Chicamocha*" (2023) de Ana María Niño Sarmiento, Andrea Carolina Rodríguez Jeréz y Astrid Carolina Aillón Torres. Este trabajo establece las bases para la visibilidad del geoparque, identificando varios de los retos que enfrentan los geositos del PGCCh. Su enfoque radica en la creación de estrategias para fortalecer la identidad regional y mejorar la percepción pública del territorio mediante elementos comunicativos.

En este sentido, el presente proyecto aborda la problemática relacionada con la dificultad de acceso y comprensión de la información proporcionada en los sitios de interés geológico del PGCCCh. A pesar de la riqueza de georutas y geositios, la falta de señalización adecuada y la escasa información comprensible dificultan una correcta interpretación de los elementos geológicos y naturales del lugar. La ausencia de un enfoque que reconozca las características y necesidades de los usuarios, tanto locales como turistas, impide un entendimiento adecuado de estos recursos, los cuales suelen estar descritos en un lenguaje técnico inaccesible para quienes no cuentan con formación en geología o biología. Además, generalmente en los elementos de interpretación no se incluye el conocimiento tácito de la población que habita el territorio, ya que, aunque dicho conocimiento existe, en su jerga popular pueden denominar los territorios o las especies de la naturaleza de manera distinta, lo que deja de lado una gran oportunidad para exaltar el valor del patrimonio cultural unido al patrimonio biológico.

A diferencia del estudio mencionado, que se centra en la identidad visual general y la comunicación territorial, este proyecto pone énfasis en el desarrollo de una señalética interpretativa más específica y detallada, orientada a enriquecer la experiencia didáctica de los visitantes en los miradores turísticos. La falta de herramientas de interpretación efectivas limita la oportunidad de promover la Geoeducación de los patrimonios natural y cultural. Como consecuencia, los visitantes de los geositios pueden enfrentar experiencias insatisfactorias al no poder comprender adecuadamente la información sobre las riquezas geológicas y naturales del lugar. Además, esta carencia dificulta el avance en el proceso de postulación como Geoparque Mundial de la UNESCO, ya que los requisitos detallados en los formularios de autoevaluación no pueden cumplirse de manera adecuada. A continuación, se mencionan los aspectos que se abordarán en este proyecto:

¿Tiene paneles informativo(s) en la(s) área(s) de entrada o en sitios de su aUGGp?.

¿Tiene señalización a lo largo de las carreteras o/y en sitios importantes?

¿Tiene paneles u otros sistemas que proporcionan información en los sitios de su aUGGp?

¿Ha desarrollado diferentes herramientas educativas específicas (publicaciones, vídeos, presentaciones de diapositivas, elementos interactivos, exposiciones específicas, rompecabezas, etc.)? (UNESCO, 2020).

Por lo tanto, se propone implementar una experiencia didáctica a través de señalética interpretativa que permita a los visitantes del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha reconocer y valorar su patrimonio geológico. Además de suplir la carencia de medios de interpretación, este reconocimiento traería múltiples beneficios tanto para los habitantes como para

los visitantes. Entre ellos, fortalecería la identidad cultural y el sentido de pertenencia de la comunidad local, impulsaría el turismo sostenible, fomentaría la educación y divulgación científica sobre la geodiversidad del área y promovería la geoconservación, garantizando la protección y preservación de los sitios de interés geológico para futuras generaciones. Este proyecto complementa y amplifica esfuerzos previos al profundizar en el diseño de señalización interpretativa, mejorando la accesibilidad y comprensión de los elementos geológicos y culturales que configuran el territorio del Cañón del Chicamocha, lo que facilitará el cumplimiento de los requisitos necesarios para la postulación del PGCCCh ante la UNESCO.

1.4. Pregunta problema

¿Cómo reconocer el patrimonio geológico mediante señalética interpretativa que involucre cualquier tipo de público, (del territorio o foráneo), directamente en los miradores turísticos que hacen parte del Macroproyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCCh), cumpliendo los requisitos de la UNESCO?

1.5. Justificación

La UNESCO en las directrices del programa de Geoparques Mundiales, plantea que cualquier área de importancia geológica excepcional, incluso de fama mundial o de valor universal, puede ser parte de la Red Global de Geoparques solamente si tiene un plan que promueva el desarrollo sostenible mediante 3 pilares principales: Geoturismo, Geoeducación y Geoconservación, otorgándole una nueva interpretación a la Convención de 1972 sobre Patrimonio Mundial Cultural y Natural (*Zouros & Martini, 2003*).

Para la denominación de un Geoparque Mundial por parte de la UNESCO actualmente existen una serie de lineamientos y requisitos indispensables que se deben cumplir si se quiere continuar con un proceso de postulación. Actualmente el Cañón del Chicamocha se encuentra en proceso de postulación, por lo tanto, resulta necesario cumplir dichos lineamientos para lograr la vinculación como Geoparque reconocido por la UNESCO. (*UNESCO, 2020*). En dicho documento existen dos apartados específicos que hablan de: “Herramientas educativas” y “Visibilidad, infraestructura e instalaciones” donde se encuentra un listado de lineamientos que se deben cumplir.

El Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha abarca una zona específica de once asentamientos urbanos, alberga elementos significativos en los campos de la geología,

paleontología, arqueología y cultura. Este territorio, que abarca aproximadamente 108,000 hectáreas, incluye alrededor de 3,927 hectáreas con protección oficial de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), y es reconocido como el segundo cañón más grande del planeta, con una profundidad cercana a los 2,000 metros. El cañón del Chicamocha es un tesoro natural de gran importancia para la región por su complejidad topográfica, que lo hace intrigante y majestuoso a la vez; actualmente hay caracterizadas 11 georutas que hacen parte del proyecto, en las cuales se encuentran múltiples sitios de interés geológico, los cuales son los que mayor atractivo e información proporcionan a sus visitantes (*Ríos Reyes, 2022*). (*Travel, 2024*).

Existe una gran diversidad de sitios de interés geológico, que incluyen senderos, miradores, saltos de agua y cavernas, entre otros. Estos sitios tienen condiciones particulares, cada uno tiene atractivos, información, e historias de gran importancia para el estudio Geológico de la región, muchas veces este tipo de información es de carácter técnico, donde es de vital importancia para investigadores de estos temas conocer y visitar estos sitios. No obstante, si se quiere continuar con la postulación del Cañón del Chicamocha como Geoparque Mundial es necesario que los turistas y visitantes puedan interpretar y reconocer toda esta información que nos brindan los sitios de interés geológico mediante herramientas que permitan la transferencia de conocimiento.

Por lo tanto, es necesaria la implementación de una experiencia didáctica mediante señalética interpretativa que permita a las personas visitantes de estos sitios de interés geológico del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha interpretar. Todo esto con el fin de reconocer el patrimonio geológico de estos sitios y a su vez cumplir con los requisitos claves para continuar con el proceso de postulación del PGCCCh ante la UNESCO.

2. Revisión de la literatura

2.1. Localización zona de estudio

Para entender el contexto del proyecto, es importante resaltar la ubicación del Cañón del Chicamocha (Figura 1), situado en la región del Nororiente de Colombia, en América del Sur. Este cañón es reconocido como el segundo más grande del mundo, con una extensión de más de 108,000 hectáreas y una profundidad cercana a los 2,000 metros. Se forma a partir de un accidente geológico por el cual pasa el Río Chicamocha, recorriéndolo a lo largo del fondo de la falla de Bucaramanga. Para acceder a esta área, se puede llegar en aproximadamente 8 horas por carretera desde Bogotá,

la capital de Colombia, y en una hora y media desde Bucaramanga, la capital de Santander (*Travel, 2024*).

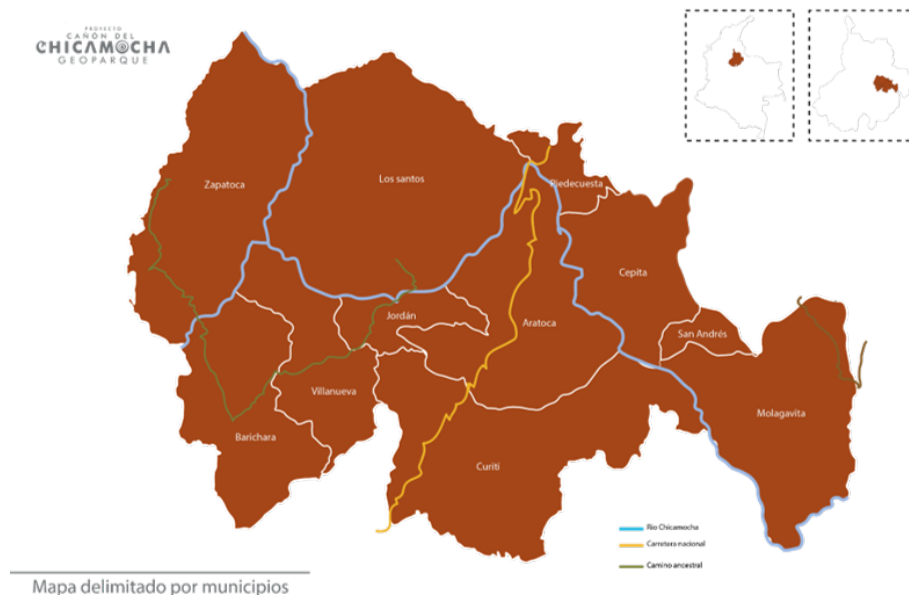
Figura 1. Imagen Cañón del Chicamocha.



Nota: Fotografía propia

El territorio asignado al Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh) hasta 2022 contemplaba once municipios: Aratoca, Barichara, Cepitá, Curití, Jordán, Los Santos, Molagavita, Piedecuesta, San Andrés, Villanueva y Zapatoca (Figura 2), con una extensión total de 1,523 kilómetros cuadrados.

Figura 2. Mapa localización Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh).



Nota. Aillón et al., 2023

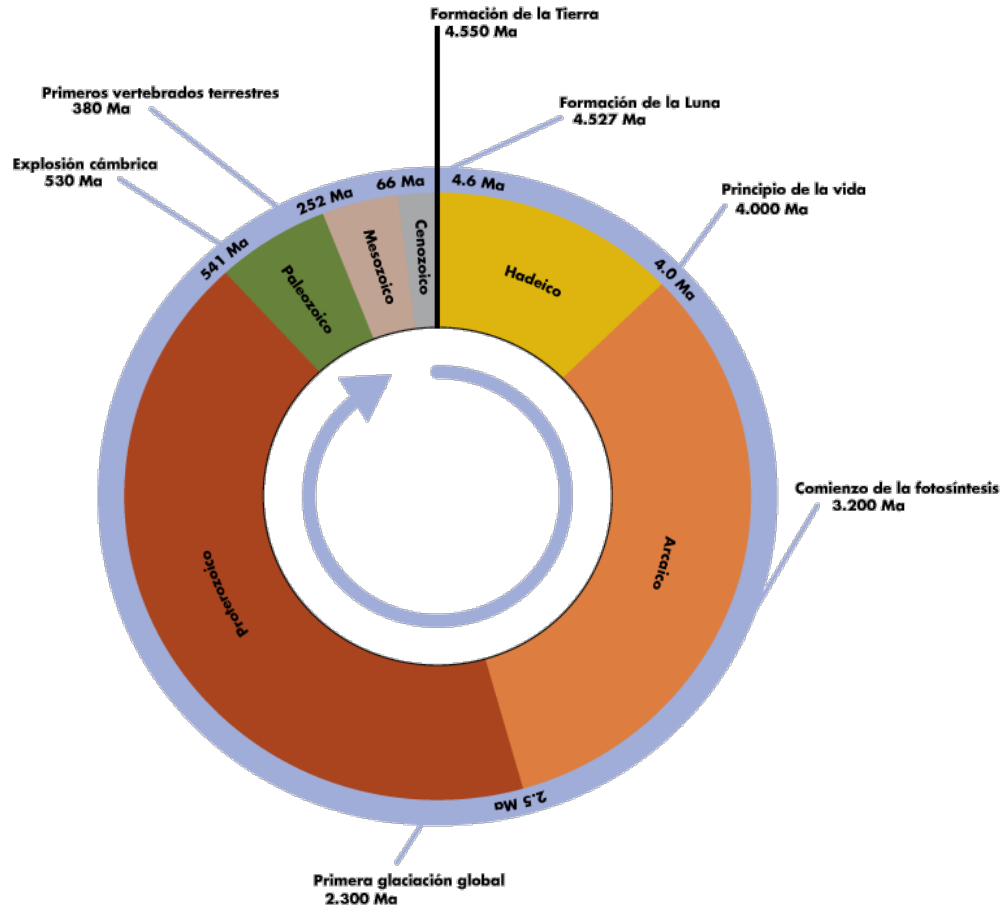
El clima del Cañón del Chicamocha es notablemente diverso, reflejando la amplia extensión del terreno. Las temperaturas oscilan entre los 20 °C como mínima y los 30 °C como máxima, evidenciando un amplio rango climático que corresponde a su variada altitud, desde áreas a 400

metros sobre el nivel del mar hasta otras que superan los 2200 metros. En promedio, la temperatura se sitúa entre los 22 °C y los 25 °C, acompañada frecuentemente de cielos despejados beneficiando tanto a la flora y fauna como a los visitantes que exploran sus montañas (*Cañón del Chicamocha, 2021*).

2.2. Historia Geológica del PGCCh

El Cañón del Chicamocha se originó hace aproximadamente 46 millones de años en una zona que anteriormente era ocupada por un vasto lago, propiciando la formación de cuevas y albergando vida marina, de hecho, en rocas y en el mismo suelo, se pueden encontrar amonitas, que son fósiles de un molusco marino extinto. Surgió como resultado de la erosión sobre el lecho fluvial, dando lugar a imponentes desfiladeros a lo largo de ambas márgenes. Este cañón comienza en el municipio de Socha, Boyacá, y recorre la mayor parte de su trayecto en el departamento de Santander, finalizando cerca del municipio de Lebrija. Las elevaciones montañosas son producto de los movimientos tectónicos de la Tierra, siendo este lugar el segundo mayor nido sísmico del mundo, solo por detrás de la zona de la Falla de Hindu Kush en Afganistán (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*). Es por esto que se presentan y desplazan fallas geológicas que abarcan el territorio del Chicamocha, extendiéndose hacia regiones como La Mesa de los Santos y la ciudad de Bucaramanga; no obstante, la mayor parte se encuentra ubicada en el municipio de Aratoca.

Figura 3. Representación del tiempo geológico.



Nota. Elaboración propia.

El proceso de transformación geológica se puede dividir en eones, eras, periodos y épocas para mejorar su entendimiento de la siguiente forma:

2.2.1. Precámbrico:

Este supereón abarca la mayor parte de la historia de la Tierra, comenzando hace aproximadamente 4.567 millones de años y finalizando con el inicio del Paleozoico. Se divide en tres eones principales: Hadaico, Arcaico y Proterozoico. Durante el Precámbrico, en la región del Cañón del Chicamocha, se formó el basamento cristalino, principalmente representado por el Neis de Bucaramanga, una unidad de rocas metamórficas de origen sedimentario e ígneo. Estas rocas, con edades que abarcan desde hace aproximadamente 945 hasta 574 millones de años, han sido afectadas por múltiples eventos tectónicos y termales a lo largo de su historia (Amaya, Zuluaga, & Bernet, 2020; Urueña, 2014). Se ha interpretado que este metamorfismo ocurrió en condiciones de presión media y alta temperatura, alcanzando facies como la anfíbolita alta y la granulita (García, Ríos, &

Castellanos, 2005; Ureña & Zuluaga, 2011; Amaya, Zuluaga, & Bernet, 2020). Estos procesos metamórficos y tectónicos fueron fundamentales para la configuración inicial del terreno y la geología del área del Cañón del Chicamocha durante este período.

2.2.2. Era Paleozoica:

Durante la Era Paleozoica, que abarca desde hace aproximadamente 538 millones de años hasta hace unos 251 millones de años, ocurrieron eventos geológicos y biológicos cruciales. Esta era se destaca por la explosión cámbrica, un periodo de rápida diversificación de vida animal. También marcó la colonización de la tierra por parte de invertebrados marinos, como los peces primitivos, los insectos y los primeros vertebrados terrestres. Además, durante la Paleozoica, se produjo la formación de los continentes en su configuración actual (*Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M., & Ogg, G., 2012*).

El Cañón del Chicamocha experimentó una serie de procesos geológicos que moldearon su paisaje y geología. Durante este período, se depositaron diversas rocas sedimentarias en la región, formadas en entornos como mares poco profundos, deltas y llanuras aluviales (*Verma, 2012*). Estos sedimentos se acumularon como parte de los procesos de sedimentación que caracterizaron la Paleozoica en esta área. Además, la actividad tectónica fue intensa, contribuyendo a la formación de la imponente Cordillera de los Andes, que abarca el territorio del Cañón del Chicamocha (*Lewandowski, 2009*). Los movimientos tectónicos también indujeron el metamorfismo de las rocas preexistentes en la región, dando origen a rocas metamórficas como anfibolitas y cuarcitas (*Yardley et al., 2013*). Estos procesos, tanto sedimentarios como tectónicos, jugaron un papel fundamental en la evolución geológica del Cañón del Chicamocha.

2.2.3. Era Mesozoica:

Esta era abarca desde hace aproximadamente 251 millones de años hasta hace unos 66 millones de años. Se caracteriza por ser la era de los dinosaurios, además de la aparición y diversificación de los mamíferos, aves y plantas con flores. Esta era se subdivide en los periodos Triásico, Jurásico y Cretácico.

2.2.3.1. Periodo Triásico (252-201M años): Estudios sugieren que el Cañón del Chicamocha podría haberse formado durante el Triásico con la presencia de un enorme río prehistórico (*Cañón del Chicamocha, 2021*). Además, durante el Triásico Tardío y el

Jurásico Temprano en el área del PGCCCh, se formó un antiguo arco magmático que incluía grandes cuerpos magmáticos como el Monzogranito de Pescadero, el Monzogranito de Mogotes y el Monzogranito de Santa Barbara, pertenecientes al "Grupo Plutónico de Santander". Estos cuerpos plutónicos se originaron durante el evento magmático de supra-subducción en los Andes del Norte, entre hace 205 y 194 millones de años. Este arco magmático exhibía una composición calco-alcalina y se caracterizaba por cuerpos ígneos relacionados con las partes someras del sistema volcano-plutónico antiguo. Las rocas resultantes presentaban granitos tipo I, de afinidades intermedias a félsicas, con variaciones de peraluminosidad entre metalumínica y ligeramente peraluminosa (*Mantilla, Bissig, Valencia, & Hart, 2013; Zuluaga & López, 2019*).

2.2.3.2. Periodo Jurásico (201-145M años): Se desarrollaron diversas investigaciones en geomorfología, centrándose en la evolución de la red hidrográfica, particularmente en los ríos Sogamoso, Suárez y Chicamocha, así como en inventarios locales del patrimonio geológico y reportes espeleológicos en la región del Cañón del Chicamocha (*Cañón del Chicamocha, 2021*). Este período también se caracterizó por la deposición de las formaciones geológicas de la Formación Jordán y la Formación Girón. La Formación Jordán, compuesta por rocas sedimentarias continentales, yace discordantemente sobre la Formación Girón, que representa ambientes fluviales y aluviales continentales (*Pinto et al., 2008; Osorio-Afanador & Velandia, 2021*). Además, durante el Jurásico, la migración hacia el oeste del arco magmático propició la extensión cortical, facilitando la intrusión de magmas básicos toleíticos en las rocas graníticas, dando origen a enjambres de diques de diabasa. Se hace mención también a la formación de cuencas marinas en el Cretácico como consecuencia de la continua extensión cortical desde el Jurásico hasta el Cretácico (*Rodríguez et al., 2018; Rodríguez-García et al., 2020*).

2.2.3.3. Período Cretácico (145-66M años): Se observó una rápida subsidencia térmica que condujo a la deposición de extensas secuencias de rocas sedimentarias marinas, como calizas, areniscas y lutitas, en dos paleocuenas separadas por el paleoalto del basamento del Macizo de Santander, delimitadas por grandes fallas normales como la Falla del Suárez y la Falla de Bucaramanga (*Cooper et al., 1995; Sarmiento-Rojas, Van Wess, & Cloetingh, 2006*). Esta etapa también se caracterizó por la incursión y posterior retiro de un mar en la región, mientras que el proceso de formación del cañón continuó hasta la actualidad. Se

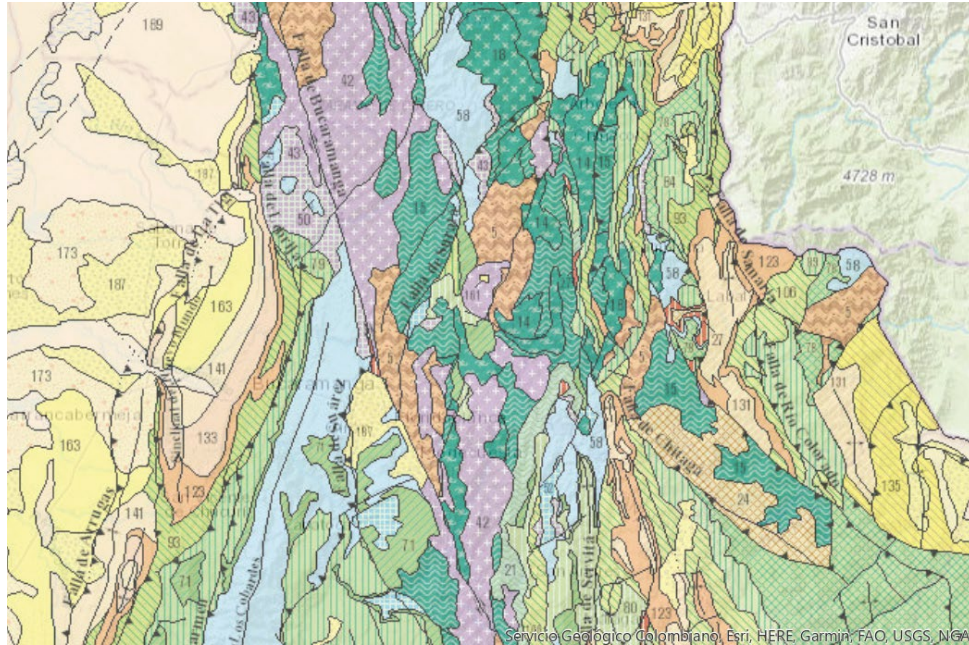
sugiere que los movimientos tectónicos y las colisiones de placas durante este período contribuyeron significativamente a la configuración actual de las montañas observadas en la región (*Cañón del Chicamocha, 2021*). Al final del Cretácico e inicios del Paleoceno, eventos de deformación compresiva relacionados con la acreción de un arco de islas y la interacción de placas tectónicas condujeron al primer episodio de levantamiento y erosión del Macizo de Santander en la Cordillera Oriental. La colisión del Bloque Panamá Chocó con el noroeste de Suramérica aceleró la exhumación del Macizo de Santander e influyó en el inicio de la dinámica transpresional de la Falla de Bucaramanga en el transepto sur (*Amaya, Zuluaga, & Bernet, 2020; Velandia et al., 2021*).

2.2.4. Era Cenozoica:

Comenzó hace unos 66 millones de años, hasta la actualidad, se destaca por la diversificación de mamíferos, incluyendo la evolución de los seres humanos, junto con la aparición de aves modernas y el desarrollo de ecosistemas terrestres complejos (*Prothero & Schwab, 2013*). Esta era está dividida en los periodos Paleógeno, Naógeno y Cuaternario.

Durante este tiempo, se observaron cambios significativos en la topografía y la hidrografía, inducidos por levantamientos orogénicos, que llevaron a la reorganización de los niveles base y la formación de la región de Mesas y Cuestas. Se propusieron varias hipótesis sobre la evolución reciente de los ríos Chicamocha y Suárez, que forman parte de la cuenca del Río Sogamoso, un afluente del Río Magdalena. En el PGCCCh, las unidades litológicas del Cenozoico están representadas por depósitos cuaternarios, depósitos aluviales y depósitos de derrubios de pendientes y coluviales, que reposan discordantemente sobre las diferentes unidades geológicas que afloran en el área (*Julivert, 1958; Siravo, Molin, Sembroni, Fellin, & Faccenna, 2021*). Durante este período, se registró un pulso de exhumación que definió la elevación diferencial de la superficie al este y al oeste de la Falla de Bucaramanga en el área de Cepitá. Es posible que la mayor parte de la topografía actual del Macizo de Santander se haya formado en ese momento. Además, se sugiere una migración de la exhumación de norte a sur en esta parte norte de la Cordillera Oriental (*Velandia et al., 2021*).

Figura 4. Mapa Geológico de Colombia (SGC)



Nota. Gómez, J., Montes, N.E. & Marín, E., compiladores. 2023.

2.3. Una zona de alta sismicidad

El Cañón del Chicamocha, destaca tanto por su majestuosa geografía como por su significativa actividad sísmica. Este impresionante cañón, alberga el segundo nido sísmico más activo del mundo, con un promedio de más de 120 movimientos mensuales (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*).

La sismicidad en esta región se debe principalmente a su ubicación geológica en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos, una zona marcada por una intensa actividad tectónica. El departamento de Santander, donde se encuentra el Cañón, es conocido por ser una de las áreas con mayor sismicidad en Colombia, registrando aproximadamente la mitad de los eventos sísmicos del país (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*).

El nido sísmico de Bucaramanga, situado en el interior del Cañón, es especialmente notable por su actividad, más del 60% de los miles de sismos registrados en Colombia tienen su origen aquí, con movimientos registrados a profundidades de alrededor de 150 km. Aunque la mayoría de estos movimientos son de baja o intermedia magnitud y pasan desapercibidos, la actividad sísmica es una constante en la región (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*).

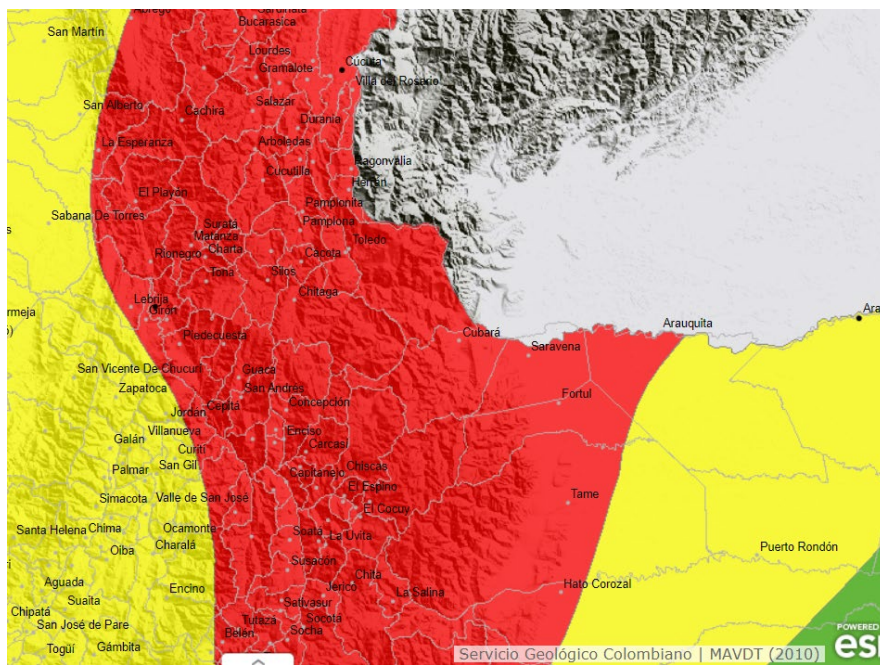
Una teoría sugiere que la actividad sísmica en el nido sísmico de Bucaramanga, podría ser causada por la generación y movimiento de fluidos en el manto terrestre, acompañado de la fusión parcial de peridotita. Este proceso podría ser desencadenado por la liberación de agua durante la

subducción en dorsales oceánicas o arcos de islas, así como por el calentamiento y cizallamiento a lo largo de los bloques de subducción, o tensiones complejas dentro de la zona del nido sísmico (*Pennington, 1981; Schneider et al., 1987; Zarifi y Havskov, 2007*).

La Mesa de Los Santos, otro punto situado dentro del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha (PGCCh), es particularmente afectada por la actividad sísmica, con un promedio de cinco sismos registrados diariamente. Esta alta tasa de sismicidad se monitorea de cerca a través de la Red Sismológica Nacional de Colombia, proporcionando datos cruciales para comprender y gestionar el riesgo sísmico en la zona (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*).

A pesar de la regularidad de los movimientos sísmicos en el área, la mayoría de ellos son de baja o intermedia magnitud y rara vez causan daños significativos. No obstante, es esencial estar preparado y seguir las recomendaciones de seguridad en caso de un terremoto más fuerte (*Sepúlveda-Jaimes & Cabrera-Zambrano, 2018*).

Figura 5. *Actividad sísmica de la zona*



Nota. Servicio Geológico Colombiano, 2016.

3. Marco teórico

3.1. Fundamentos teóricos

3.1.1. Teoría de Gestalt

Originada en Alemania en la década de 1920, esta teoría postula que los seres humanos tienen una tendencia natural a percibir y organizar elementos visuales en patrones significativos y completos en lugar de percibir fragmentos aislados. El concepto está intrínsecamente relacionado con el proceso perceptual, en el cual los estímulos sensoriales se combinan para formar una imagen perceptual integral. Así mismo, se centra en comprender cómo percibimos el mundo como una entidad unificada en lugar de elementos individuales aislados.

La Teoría de la Gestalt se basa en cuatro ideas fundamentales:

3.1.1.1. Aparición: Nuestra mente interpreta objetos basándose en información previa que ya se conoce. Por ejemplo, en el diseño de logos, se utilizan siluetas reconocibles para que los espectadores identifiquen rápidamente el objeto.

3.1.1.2. Cosificación: Se reconoce objetos incluso cuando faltan partes de ellos, ya que la mente llena los vacíos con patrones familiares almacenados en la memoria.

3.1.1.3. Multiestabilidad: En ocasiones, interpretamos objetos ambiguos de diferentes maneras, ya que nuestra mente busca la certeza y puede alternar entre distintas interpretaciones.

3.1.1.4. Invariabilidad: Reconocemos objetos simples independientemente de su rotación, escala o traslación, lo que demuestra que percibimos objetos desde diferentes perspectivas y contextos.

En el contexto del diseño de señalética para interpretar el patrimonio geológico, es esencial considerar cómo los visitantes perciben y comprenden la información presentada. Siguiendo los principios de la Teoría de la Gestalt, el diseño de la señalética debe centrarse en presentar información de manera coherente y estructurada, destacando las relaciones entre los elementos geológicos y naturales en el entorno para facilitar la comprensión y la experiencia del visitante (*Chapman, 2018*).

3.1.2. Identificación de los elementos más valiosos de la geodiversidad

El libro *"Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites"* puede proporcionar una guía valiosa sobre cómo llevar a cabo este proceso, en donde los principios y métodos comunes utilizados en este contexto son:

3.1.2.1. Evaluación de importancia geológica: Evaluación de la importancia geológica de las características presentes en un área específica. Esto puede incluir la identificación de formaciones geológicas únicas, fósiles, minerales raros, estructuras tectónicas, y otros elementos geológicos significativos. Los criterios para evaluar la importancia geológica pueden variar, pero generalmente consideran la rareza, la representatividad y el valor científico de estos elementos.

3.1.2.2. Valor cultural y patrimonial: Es esencial considerar el valor cultural y patrimonial de los elementos geodiversos. Esto implica reconocer cómo las comunidades locales, las culturas indígenas y la historia humana se han relacionado con estos elementos a lo largo del tiempo. Los geoparques y áreas de geodiversidad a menudo tienen un valor cultural significativo y pueden estar vinculados a mitos, leyendas o prácticas tradicionales.

3.1.2.3. Biodiversidad relacionada: Es importante identificar elementos geológicos que influyen en la biodiversidad de un área, como hábitats únicos o condiciones geológicas que respaldan la diversidad biológica. La identificación de elementos geodiversos que son críticos para la vida silvestre o que albergan especies en peligro de extinción es esencial para la conservación.

3.1.2.4. Evaluación de riesgos y amenazas: Los elementos geodiversos valiosos también pueden estar sujetos a riesgos y amenazas, como la erosión, la actividad humana, el cambio climático o desastres naturales.

3.1.2.5. Interconexiones ecológicas: Comprender cómo los procesos geológicos, como la formación de ríos o la geodinámica, pueden influir en los ecosistemas circundantes.

3.1.2.6. Participación comunitaria: La identificación de elementos valiosos de la geodiversidad debe involucrar a las comunidades locales y a las partes interesadas. La participación de las personas que viven en la zona puede aportar perspectivas importantes sobre los elementos geodiversos y su significado (*Brilha, 2015*).

3.1.3. Teoría de la interpretación

Paul Ricœur, un destacado filósofo del siglo XX, dedicó su trabajo a explorar el sentido y la interpretación en diversos contextos, lo que incluye la interpretación del lenguaje y la comprensión de la metáfora. En su obra *"Teoría de la Interpretación: Discurso Excedente de Sentido"*, aborda cuestiones fundamentales relacionadas con el lenguaje y la interpretación. Destaca cómo el lenguaje es un medio para comunicar significados y cómo la interpretación se convierte en un proceso clave para desentrañar estos significados. A lo largo de sus ensayos, explora temas como el discurso, tanto hablado como escrito, y cómo se necesitan ajustes para

abordar estos de manera distinta, además, aborda la dialéctica de la explicación y la comprensión (Ricœur P., 2001).

Esta teoría se puede relacionar con la comprensión y la interpretación de la geodiversidad del Cañón del Chicamocha, que se puede enriquecer mediante el uso de metáforas visuales y un lenguaje que despierte el interés y la reflexión.

3.1.4. Teoría del color

Conjunto de principios esenciales que rigen la mezcla de colores. En su núcleo, encontramos el círculo cromático, que organiza todos los colores visibles en una representación circular. En este círculo, los colores opuestos se enfrentan, y los colores complementarios se ubican cerca unos de otros. Esta herramienta ayuda a identificar los colores primarios y sus mezclas. Dentro de esta teoría, cada color se define mediante propiedades clave:

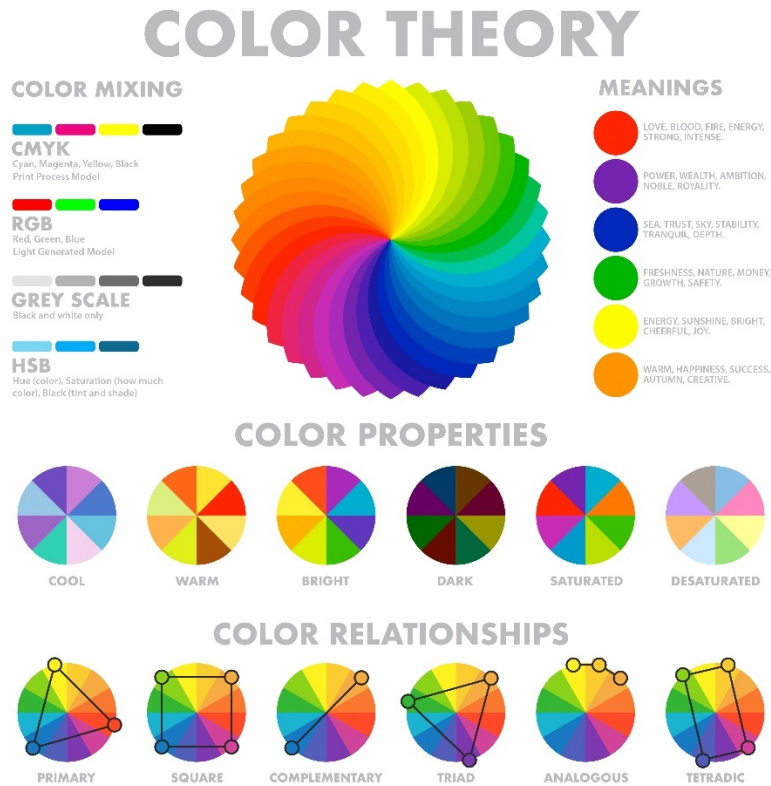
3.1.4.1. Matiz: Representa la esencia del color y permite distinguirlo de otros.

3.1.4.2. Luminosidad: Conocida como "valor," se refiere a cuánta luz contiene un color, determinando si es claro u oscuro, es decir, si está cerca del blanco o del negro.

3.1.4.3. Saturación: Se refiere a la pureza de un color y cuánto gris contiene. Cuanto más gris, menor es la saturación, lo que hace que el color parezca menos puro.

En cuanto a los modelos de color, dos de los más comunes son RGB y CMYK. El **RGB** basado en la adición de colores se usa en medios digitales, además, emplea colores primarios, como el rojo, verde y azul, para crear otros colores, y la suma de estos colores produce blanco. Por otro lado, el modelo **CMYK**, es sustractivo y se utiliza principalmente en la impresión. Así mismo, emplea colores primarios como el cian, magenta y amarillo, junto con el negro. La mezcla de estos colores produce negro, y la presencia de todos los colores genera blanco.

Figura 6. Teoría del color



Nota. Diseñado por Freepik.

3.1.5. Teoría de la tipografía

La tipografía es el arte y el proceso de crear y utilizar caracteres impresos para transmitir mensajes escritos. Esta teoría se enfoca en establecer pautas y principios para el diseño y el uso de símbolos escritos. En ella, se consideran los siguientes aspectos: el espaciado entre caracteres y líneas, la legibilidad del texto, la elección de la tipografía, la jerarquía tipográfica, la combinación de fuentes, y las tendencias tipográficas.

Figura 7. Ejemplo tipográfico en señalización Geoparque de Granada



Nota. Geoparque de Granada, 2022.

3.1.6. Interpretación ambiental

La interpretación ambiental orienta el desarrollo de experiencias educativas en espacios naturales y culturales, con el fin de fomentar una comprensión profunda, emocional y significativa del entorno. Esta teoría fue impulsada inicialmente por Freeman Tilden en 1957, quien definió la interpretación ambiental como un proceso educativo que busca revelar significados e interconexiones a través de experiencias directas con el entorno (*Tilden, 1957*).

Entre los principios fundamentales de Freeman Tilden para la interpretación ambiental se encuentran seis, los cuales buscan que la información sea relevante y esté relacionada con la experiencia del visitante, que se despierte la curiosidad en lugar de solo instruir, y que el contenido sea presentado de manera creativa. También destacan la importancia de ofrecer una perspectiva global del tema para contextualizarlo, y de adaptar la interpretación a las características del público, asegurando que sea comprensible y significativa para cada tipo de visitante (*Tilden, 1957*).

En el contexto del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, la interpretación ambiental puede aplicarse para transformar la señalética en una herramienta didáctica que inspire curiosidad

y comprensión en los visitantes. Debe proporcionar una base teórica valiosa que haga más accesible y atractivo el conocimiento geológico, facilitando experiencias de aprendizaje que resalten la importancia de la conservación del Cañón del Chicamocha. Al incorporar elementos de interpretación en la señalética, es posible comunicar la historia geológica del área, explicar la relevancia de los observables visibles desde cada mirador mediante la definición de cada uno de ellos, así como abordar conceptos generales relacionados con la geología. La señalética también puede incluir narrativas, gráficos y símbolos que estimulen el interés de los visitantes y refuercen la conexión emocional con el paisaje (Ham, 1992).

Figura 8. Ejemplo señalética.



Nota. Pinterest, 2024.

3.1.7. Percepción visual y procesamiento de información

Rudolf Arnheim fue un pionero en el estudio de la percepción visual y su relación con la cognición humana, especialmente en el contexto del arte y el diseño. En su obra, *Arte y percepción visual* (1954), Arnheim argumenta que la percepción no es un proceso pasivo, sino activo, en el que la mente busca organizar y dar sentido a los estímulos visuales. Según el autor, cuando vemos

algo, no solo captamos los estímulos visuales de forma directa, sino que nuestro cerebro organiza y da significado a esa información de manera más compleja (*Arnheim, 1954*).

Una de las ideas principales de Arnheim es que la percepción visual es un proceso de organización de estímulos de forma coherente. Las formas, los colores y las texturas, no son interpretados por separado, sino que se agrupan y se perciben como partes de un todo, influenciados por el contexto y la estructura en la que se presentan. Arnheim sostiene que, al ver una imagen, interpretamos las relaciones espaciales y los patrones visuales, activando procesos cognitivos que permiten comprender la escena de manera más profunda. Este concepto es clave en el diseño de señalética interpretativa, ya que la forma en que se presentan los elementos gráficos (colores, símbolos y tipografías) influye directamente en cómo los visitantes entienden la información en un espacio natural como el Geoparque Cañón del Chicamocha.

3.2. Actores (Usuarios)

Las partes interesadas y usuarios involucrados en la gestión del Proyecto Cañón del Chicamocha son:

3.2.1. Académicos

La Universidad Industrial de Santander, junto con su cuerpo docente y sus expertos investigadores, desempeñan un papel fundamental en virtud de su especialización en el análisis de las diversas facetas del territorio. Esto les otorga la capacidad de impartir conocimientos y brindar formación a la comunidad acerca del valioso patrimonio geológico presente en la región.

3.2.2. Comunidades locales

Estos individuos desempeñan un rol esencial en la preservación del patrimonio geológico y en la promoción del desarrollo sostenible. En el área urbana, se hallan emprendedores que son dueños de restaurantes, tiendas de artesanías y hoteles, además de educadores comprometidos con la educación de la juventud. Mientras tanto, en la zona rural, encontramos trabajadores de la tierra, agricultores, ganaderos y artesanos que, gracias a su experiencia y conocimientos, contribuyen a enriquecer la comprensión y el aprecio por el entorno local.

3.2.3. Entidades gubernamentales

La coordinación de este proyecto es liderada a nivel nacional por el Ministerio de Cultura y el Ministerio de Educación. A nivel departamental, en Santander, la responsabilidad recae en la Gobernación y la Secretaría de Turismo. Finalmente, a nivel local, los alcaldes de los municipios

que forman parte del área de influencia del Geoparque juegan un papel clave en su establecimiento. Estas entidades son actores importantes en la gestión del territorio, ya que regulan el uso del suelo y pueden proporcionar apoyo financiero para proyectos.

3.2.4. Visitantes y turistas

Las personas, tanto locales como extranjeras, que visitan el Cañón del Chicamocha son los usuarios finales del Geoparque y desempeñan un papel fundamental en su éxito y sostenibilidad. Dentro de este grupo, es posible clasificar a los visitantes según sus motivaciones e intereses en la experiencia del geoparque:

3.2.4.1. Turistas de ocio y recreación

Son aquellos que buscan disfrutar del paisaje, la tranquilidad y la oferta turística del lugar sin un propósito académico o deportivo. Incluyen familias, grupos de amigos y viajeros que visitan el Cañón del Chicamocha para conocerlo y relajarse.

3.2.4.2. Turistas de aventura y deporte

Buscan experiencias emocionantes y desafiantes en el entorno natural. Pueden practicar senderismo, parapente, ciclismo de montaña o rafting en las zonas habilitadas del geoparque.

3.2.4.3. Turistas educativos y culturales

Viajan con el propósito de aprender sobre la geología, historia y cultura del territorio. Incluyen estudiantes, docentes, investigadores y participantes en programas de educación ambiental.

3.2.4.4. Turistas científicos e investigadores

Personas que visitan el geoparque con el fin de realizar estudios específicos sobre su geodiversidad, biodiversidad o patrimonio cultural. Por ejemplo, geólogos que analizan la formación del Cañón o biólogos que estudian especies endémicas.

3.2.4.5. Turistas especializados o de nicho

Tienen un interés particular en un aspecto del geoparque. Ejemplo, ornitólogos aficionados que buscan observar y documentar aves propias del ecosistema del Cañón del Chicamocha.

4. Marco conceptual

4.1. Geoparque

La denominación actual de Geoparque está dada por la UNESCO, la cual habla de un área geográfica única y unificada donde sitios y paisajes de importancia geológica internacional se enmarcan en un concepto de protección, educación y desarrollo sostenible. De este concepto se ramifican los Geoparques Mundiales de la UNESCO, los cuales particularmente utilizan su patrimonio geológico junto al patrimonio natural y cultural de la zona, todo esto, para mejorar la concientización y la comprensión de aspectos claves a los que se enfrenta la sociedad, como el uso sostenible de los recursos naturales, la reducción de los riesgos relacionados con los desastres naturales y la mitigación de los efectos del cambio climático (*UNESCO, 2023*).

4.2. Red Global de Geoparques

Es un conjunto de miembros relacionados por su compromiso en trabajar conjuntamente e intercambiar ideas sobre prácticas sostenibles y proyectos con el fin de elevar los estándares de calidad de todos los productos y prácticas de un Geoparque Global (*Red Mundial de Geoparques | Geoparques Mundiales UNESCO España, 2021*).

Al 27 de marzo de 2024, la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO cuenta con 213 geoparques distribuidos en 48 países, de los cuales 13 se encuentran en América Latina (*UNESCO, 2024*). Estos espacios no solo destacan por su geología, sino también por su riqueza cultural y su conexión con las comunidades locales.

Entre los más reconocidos se encuentra el Geoparque de la Costa Vasca en España, conocido por su destacado patrimonio geológico y cultural (*Geoparques España, 2024*).

En América del Sur, el Geoparque Grutas del Palacio, ubicado en el departamento de Flores, Uruguay, fue designado como Geoparque Mundial de la UNESCO en 2013 (*Geoparque Grutas del Palacio, 2024*). Es el segundo geoparque latinoamericano en ingresar a la Red Global de Geoparques, después del Geoparque Araripe en Brasil (*LR21, 2013*).

4.3. UNESCO

La UNESCO, cuyo acrónimo significa Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, es un organismo de las Naciones Unidas fundado en 1945 y con sede en París, Francia. Su misión se centra en contribuir a la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural a través de la educación, las ciencias, la cultura,

la comunicación y la información. La UNESCO tiene objetivos clave que incluyen promover la educación de calidad, el desarrollo sostenible, la protección del patrimonio cultural y natural, el respeto por la diversidad cultural, la libertad de expresión, el acceso a la información, y el avance en la ciencia y la tecnología (UNESCO, 2021).

4.4. Comité Colombiano de Geoparques

Es una instancia de orden nacional cuyas funciones son coordinar, asesorar y promover el desarrollo de las iniciativas de geoparques en Colombia, son quienes se aseguran del cumplimiento de los protocolos establecidos para la postulación de estas iniciativas ante la UNESCO. Este comité se encuentra encabezado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) a través de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, y cuenta con la participación de entidades como Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), la Cancillería colombiana y el Servicio Geológico Colombiano (SGC) (*Servicio Geológico Colombiano, 2022*).

4.5. Cañón del Chicamocha

También conocido como el Cañón del Río Chicamocha, es un sensacional accidente geográfico ubicado en Colombia. Está formado por la erosión del río Chicamocha a través de las montañas de las cordilleras de los Andes y se encuentra en el departamento de Santander. Este cañón tiene una longitud de aproximadamente 227 km, una superficie cercana a los 1,080 km², una extensión de más de 108,000 hectáreas y una profundidad de alrededor de 2,000 metros, lo que lo convierte en uno de los más grandes del mundo. Su impresionante paisaje está marcado por acantilados, formaciones rocosas y una gran diversidad de flora y fauna. Además de su valor escénico y turístico, el Cañón del Chicamocha tiene una gran importancia ecológica y geológica, y ha sido propuesto como un posible sitio para la creación de un Geoparque (*Travel, 2024*).

4.6. Patrimonio

El patrimonio es una herencia que recibimos del pasado, con un valor significativo que merece ser cuidado y preservado. Este concepto abarca tanto bienes materiales como inmateriales que son fundamentales para una sociedad por su importancia histórica, cultural, natural o estética. Incluye monumentos, sitios históricos, tradiciones, paisajes, conocimientos y prácticas que forman parte de la identidad de un grupo humano. Más allá de su vínculo con el pasado, el patrimonio conecta generaciones, refleja la memoria colectiva y se presenta como un recurso esencial para el desarrollo sostenible y la continuidad cultural en el futuro (*Equipo editorial, Etecé, 2022*).

4.7. Reconocimiento del patrimonio

El reconocimiento del patrimonio implica identificar, valorar y proteger aquellos elementos que poseen una relevancia particular para una comunidad. Este proceso no solo lo llevan a cabo las instituciones oficiales, sino también las comunidades, que desempeñan un papel esencial al salvaguardar su patrimonio local. Por ejemplo, la UNESCO define el reconocimiento del patrimonio como un acto colectivo para preservar aquello que nos conecta con nuestra historia y cultura (*UNESCO, 2019*).

4.8. Tipos de patrimonio

4.8.1. Patrimonio geológico

El patrimonio geológico consiste en lugares o elementos naturales que tienen un gran valor científico, cultural o educativo. Estos sitios nos permiten aprender sobre el origen de la Tierra, su evolución, los cambios en el clima y los paisajes a lo largo del tiempo, así como el desarrollo de la vida en nuestro planeta (*Servicio Geológico Colombiano, 2024*).

4.8.2. Patrimonio biológico

Constituido por la diversidad de especies y ecosistemas que forman parte de nuestro entorno. Desde los bosques tropicales hasta las especies en peligro de extinción, estos elementos representan un valor intrínseco y también instrumental para la humanidad. Su protección es fundamental no solo por su relevancia ecológica, sino también por el bienestar humano (*Aguamarket, 2024*).

4.8.3. Patrimonio cultural

El Patrimonio Cultural abarca las tradiciones, prácticas, conocimientos y expresiones que las comunidades valoran como parte de su identidad. Esto incluye lenguas, artes, rituales, festividades, saberes relacionados con la naturaleza, y técnicas artesanales, junto con los objetos y espacios que les dan vida. Es un patrimonio transmitido de generación en generación, que refleja la conexión de las personas con su cultura y su entorno (*Ministerio de Cultura, 2024*).

4.9. Georuta

Las georutas son los recorridos incorporan la educación y la difusión de los sitios de interés geológico y biológico de un territorio, integra y articula los atributos naturales, culturales, tangibles o intangibles para posicionarse como una herramienta de desarrollo sostenible para el territorio (*Aillón et al., 2023*).

4.10. Geosítio

Son aquellos sitios pertenecientes a las georutas, cuyo principal interés es científico y/o didáctico. Son diversos e incluyen paisajes, cuevas, senderos y miradores, entre otros. Además de su valor geológico, presentan un importante interés biológico. En cuanto a la geología, permiten abordar temáticas como metamorfismo regional, magmatismo, geomorfología, sedimentología y estratigrafía, paleontología, hidrogeología, tectónica, yacimientos minerales o amenazas geológicas (*Aillón et al., 2023*).

4.11. Geoturismo

Es una extensión del turismo tradicional, va más relacionado al ecoturismo, pero, este se refiere a una actividad recreativa con un enfoque cultural y educativo donde los principales sujetos o atracciones son la geología y la geomorfología de los paisajes; estos lugares son sujetos de visitas y recorridos, como por ejemplo, las excursiones a cavernas, montañismo, alpinismo y todas las actividades relacionadas y que motiven la educación geo-científica, promoviendo simultáneamente el desarrollo económico de estos lugares.

4.12. Geoeducación

Es una disciplina enfocada en el estudio de la Tierra y sus fenómenos, es decir, a la educación geográfica o enseñanza de la geografía. Tiene como objetivo promover la comprensión y el conocimiento de la geografía, así como la conciencia sobre la importancia de los sistemas geográficos, los procesos naturales y las interacciones de los humanos en la Tierra (*Geopark Management Toolkit, 2023*).

4.13. Geoconservación

Se refiere a la identificación y protección de lugares importantes del patrimonio geológico es un componente esencial de cualquier estrategia de Geoparque, ya que, estos juegan un papel de liderazgo en la conservación y promoción sostenible del patrimonio geográfico (*Atlantic Geoparks, 2023*).

4.14. Diseño de experiencias en el turismo

Es un proceso creativo que busca generar ideas innovadoras en áreas como modelos de negocio, marketing, productos y educación. Esta experiencia es subjetiva y se relaciona con los procesos internos de los turistas, además, se caracterizan por combinar servicios comunes con otros específicamente seleccionados para crear un efecto emocional en los viajeros. Implica comprender

las necesidades, deseos y expectativas de los turistas para diseñar interacciones y servicios que generen emociones positivas. Se pueden incluir aspectos como la arquitectura y diseño de los espacios, la calidad de los servicios, la gastronomía del lugar, las actividades recreativas, señalización y la interacción con el ambiente (*Subdirección de Desarrollo, 2018*).

4.15. Comunicación visual

Es una forma de transmitir información, ideas y mensajes a través de elementos visuales como imágenes, gráficos, ilustraciones, colores y diseño. Su objetivo principal es facilitar la comprensión y retención del mensaje (*Nediger, 2023*).

4.16. Interpretación

Se define como el acto de explicar, traducir o dar sentido a algo que puede ser complejo o ambiguo, con el fin de facilitar la comprensión o comunicación. En el contexto del diseño, se refiere a la comprensión y representación de conceptos o ideas mediante elementos visuales (*Valenzuela & Valenzuela, 2022*).

4.17. Didáctica

Sus raíces en el término griego “*diaktiké*”, definen la palabra, significando así “arte de enseñar”. Wolfgang Ratke, un alemán, fue el primero en utilizar este término en su libro “*Aphorisma Didactici Precipui*” en 1929, a lo largo del tiempo, la definición de la didáctica ha evolucionado debido a los avances de la educación. En este sentido, la didáctica abarca una variedad de áreas, incluidas la educación, la formación, la pedagogía y la instrucción en diversos contextos. Como término general, se trata de una disciplina que se ocupa de los métodos de enseñanza y aprendizaje aplicando estrategias de enseñanza para facilitar la formación en un contexto educativo específico (*Rivera, 2020*).

4.18. Señalización

La señalización se enfoca en la regulación de los flujos de tráfico y peatones en entornos exteriores, desempeñando un papel determinante en la influencia de comportamientos. Este sistema de señalización es universal y ya está completamente desarrollado, con señales normalizadas y disponibles en la industria. Es independiente de las características del entorno, lo que aporta uniformidad a los espacios. A diferencia de la señalética, la señalización no tiene impacto en la imagen del entorno y se considera un sistema autónomo en sí mismo (*MINTUR, 2020*).

4.19. Señalética

“La señalética es la parte de la ciencia de la comunicación visual que estudia las relaciones funcionales entre los signos de orientación en el espacio y comportamientos de los individuos.” (Costa, J, 1987).

Su propósito es garantizar que las personas se muevan de manera eficiente y segura, al mismo tiempo que se integra con el entorno. Emplea un lenguaje visual y códigos comprensibles para los usuarios, y puede adaptarse según las necesidades. Es crucial diferenciarla de la señalización y comprender sus posibilidades y limitaciones para crear soluciones efectivas y de amplio alcance (MINTUR, 2020).

4.20. Tipos de señalética

La señalética es un sistema de comunicación visual que organiza y orienta el espacio. Su aplicación es clave en la gestión del patrimonio, ya que permite guiar a los visitantes y promover un uso responsable de los recursos. Existen los siguientes tipos de señalética (Campus, 2024):

4.20.1. Informativa

Su objetivo es brindar información esencial en distintos espacios, proporcionando datos clave. En lugares como aeropuertos, estaciones, museos o parques, estas señales informan a los usuarios sobre los servicios disponibles, las ubicaciones, las reglas del lugar, la historia, y otros aspectos importantes.

Figura 9. Ejemplo señalética informativa



Nota. Street Furniture STREETPARK, 2023.

4.20.2. Direccional

Estas señales están diseñadas para guiar a los usuarios hacia su destino. Utilizan flechas, mapas o indicadores para ayudar a las personas a ubicarse en centros comerciales, hospitales, eventos, entre otros. Son clave para hacer que la experiencia sea más fluida.

Figura 10. Ejemplo señalética direccional



Nota. Street Furniture STREETPARK, 2023.

4.20.3. Preventiva

Se enfoca en advertir sobre posibles riesgos en determinadas áreas. Estas señales están presentes en zonas de construcción, lugares con sustancias químicas o sitios con riesgo de caídas, ayudando a mantener la seguridad de las personas.

Figura 11. Ejemplo señalética preventiva



Nota. Behance, 2019.

4.20.4. Identificativa

Nos permite localizar espacios o servicios específicos con facilidad. Por ejemplo, indican dónde están los baños, las salidas de emergencia o áreas específicas en un edificio. Son fundamentales para reconocer rápidamente lo que buscamos.

Figura 12. *Ejemplo señalética identificativa*



Nota. Hiscock, 2016.

4.21. Señalética interpretativa

La señalética interpretativa tiene como función revelar a los visitantes los valores de un lugar concreto, conectándolos intelectual y emocionalmente para que generen significados. Las señales interpretativas pueden ser ubicadas en senderos o itinerarios autoguiados y en rasgos aislados o generales, como miradores. Su diseño es crucial puesto que su apariencia física será la que en primera instancia determine su efectividad (*Morales. J. 2008*). La señalética interpretativa en miradores y áreas protegidas va más allá de proporcionar datos. Su enfoque educativo utiliza técnicas interpretativas para transmitir ideas y relaciones. Los elementos clave incluyen definir el tema central, comunicar un mensaje memorable y utilizar diversos medios como guías y folletos. Esto enriquece la experiencia del visitante, fomenta la comprensión y promueve la conservación de recursos naturales y culturales (*Señalización interpretativa, s. f.*).

Figura 13. Ejemplo señalética interpretativa



Nota. Outside Studios, 2024.

4.22. Diseño para la Manufactura

El diseño para la manufactura (DFM) según Martin O’Driscoll “Es una práctica que implica diseñar productos teniendo en cuenta la fabricación.” Su principal objetivo es disminuir costos manteniendo el mismo nivel de calidad en los productos. Martin también resalta su importancia

clave en el desarrollo de productos cuando va de la mano de una consideración y aplicación temprana durante la etapa de diseño, gracias al DFM se pueden acelerar los ciclos de desarrollo, optimizar sistemas de producción, disminuir costos de desarrollo, mejorar la calidad de los productos y sobre todo garantizar el correcto desarrollo de productos en serie (*O’Driscoll, 2002*).

4.23. Diseño Emocional

También conocido como el diseño centrado en las emociones o diseño emocionalmente inteligente, es una disciplina que se enfoca en crear productos, servicios o experiencias con el objetivo de evocar respuestas emocionalmente positivas en los usuarios. Este tipo de diseño está interesado en conocer cómo se siente la persona al usar el producto y, evaluar la funcionalidad y utilidad del mismo. Dentro de este contexto, se deben considerar la estética usabilidad, interacción, narrativa y empatía con las necesidades y deseos del usuario (*Casellas, 2021*).

4.24. Diseño de experiencia

También conocido como diseño de experiencia de usuario (UX), consiste en una disciplina centrada en la creación de productos, sistemas, servicios o interfaces con el objetivo de generar en los usuarios experiencias satisfactorias, eficientes y agradables al interactuar con ellos. Este tipo de diseño busca comprender las necesidades, expectativas y deseos de los usuarios para diseñar soluciones que se ajusten a sus requerimientos y proporcionen un alto nivel de usabilidad y satisfacción. Así mismo, este se puede aplicar en diferentes disciplinas incluyendo la psicología cognitiva, la antropología cultural y la ergonomía (*Ortega, 2022*).

4.25. Pictograma

El investigador Otto Neurath fue un pionero de este campo, creando en 1992 las primeras representaciones estilizadas y abstractas conocidas como “pictogramas”. Un pictograma se define como un signo visual icónico que representa un objeto real de manera sintética para facilitar la rápida y clara comunicación de información, con el fin de transmitir un significado. Estos signos gráficos son entendidos como representaciones visuales y tienen la capacidad de comunicar información sin necesidad de recurrir al lenguaje escrito (*MINTUR, 2020*).

4.26. Mirador

Es un lugar elevado o una estructura que proporciona una vista panorámica de hermosos paisajes, monumentos o áreas de interés. Está diseñado para la observación y la fotografía, a

menudo se encuentra en lugares estratégicos como colinas o acantilados. Los miradores son populares por ser un destino turístico común (*MIRADOR - s. f.*).

4.27. Semiología

La semiología se enfoca en el estudio de los signos y su función dentro de los sistemas de comunicación. En este proyecto, se aplica para analizar cómo los elementos visuales, textuales y gráficos de la señalética interpretativa pueden transmitir información de manera efectiva y comprensible a los visitantes, facilitando una experiencia educativa y didáctica (*Eco, 1984*).

4.28. Semiótica

La semiótica amplía el análisis a la interpretación de los signos y sus significados dentro de un contexto cultural y social. En este caso, permite explorar cómo los elementos de la señalética interpretativa dan un significado que conecta a los visitantes con la riqueza geológica y cultural del entorno, fomentando una comprensión significativa del lugar (*Eco, 1984*).

4.29. Tapia pisada

La tapia pisada, también conocida como tapial, es una técnica constructiva tradicional que emplea tierra compactada como principal material. Este método, reconocido por su sostenibilidad y eficiencia energética, se basa en la compactación de capas de tierra dentro de moldes rígidos, lo que resulta en estructuras sólidas y con buen desempeño térmico. Su uso en la región de Santander, Colombia, especialmente en los municipios cercanos al cañón del Chicamocha, representa un valioso legado cultural y arquitectónico. En esta área, la técnica refleja la capacidad de las comunidades para aprovechar los recursos locales y adaptarse al entorno montañoso y árido, integrando prácticas sostenibles con soluciones constructivas efectivas (*Higuera, J, sf*).

Entre las ventajas de la tapia pisada se encuentra su dependencia de materiales locales, como las tierras del Chicamocha, caracterizadas por su contenido de arcilla y arena, propiedades ideales para garantizar la cohesión y resistencia de las estructuras. Además, este método contribuye a reducir la huella de carbono y ofrece una alta inercia térmica, mejorando las condiciones internas de las construcciones. Sin embargo, presenta ciertas limitaciones, como su sensibilidad a la humedad, que requiere tratamientos protectores adecuados, y un tiempo de ejecución más prolongado en comparación con técnicas modernas. A pesar de estos desafíos, el uso de los recursos locales refuerza su viabilidad de uso en la región, consolidándola como una alternativa sostenible y culturalmente significativa cuando de construcción se trata (*Castillo, N, 2019*).

Figura 14. Esquema del proceso constructivo.

Nota. Adaptado de Castillo Pérez, N. 2019.

Figura 15. Construcción tapia pisada.

Nota. Tocagua, 2024.

4.30. Piedra Barichara

La piedra de Barichara es una roca sedimentaria de tipo arenisca, originada en la región de Barichara, Santander, Colombia. Este material se destaca por su textura compacta y sus tonos cálidos que van desde el amarillo hasta el marrón, lo que le otorga un carácter estético y funcional que la convierte en un material de gran valor tanto en la construcción como en la escultura. Se utiliza principalmente en la elaboración de construcciones tradicionales y monumentales, así como en detalles decorativos, gracias a su durabilidad y fácil manejo.

Las técnicas de manufactura de la piedra Barichara incluyen procesos de extracción, corte y tallado que requieren habilidades especializadas. El proceso comienza con la extracción de la piedra de las canteras locales, donde los artesanos o picapedreros emplean herramientas manuales para separar grandes bloques. Luego, estos bloques son transportados y sometidos a cortes específicos con sierras y cinceles, adaptándolos a las necesidades de cada proyecto. El tallado de la piedra se realiza de forma artesanal, lo que permite esculpir detalles finos y lograr acabados que conservan la estética natural de la roca, integrando tanto las características geológicas como el conocimiento ancestral de los artesanos (*Style Materials, 2024; Saberes Patiamarillos, 2024*).

Figura 16. *Aplicación de Piedra Barichara en edificaciones.*



Nota. Saberes Patiamarillos, 2024.

5. Metodología

Para este proyecto se ha implementado el Design Thinking como enfoque metodológico, por ser una herramienta centrada en las personas y orientada a la solución creativa de problemas. Este proceso iterativo permite identificar necesidades, generar ideas innovadoras y desarrollar soluciones prácticas. A continuación, se presentan las etapas y sus resultados clave.

Para este proyecto se implementó el Design Thinking como enfoque metodológico, debido a su carácter centrado en las personas y su orientación hacia la solución creativa de problemas. Este proceso iterativo permite identificar necesidades, generar ideas innovadoras y desarrollar soluciones prácticas que se ajusten a las expectativas de los usuarios.

El Design Thinking se compone de cinco etapas principales:

1. Empatizar: Comprender a fondo las necesidades y problemas de los usuarios.

2. Definir: Sintetizar la información recopilada para establecer un enfoque claro.

3. Idear: Generar ideas creativas que aborden el problema definido.

4. Prototipar: Construir soluciones basadas en las ideas generadas.

5. Validar: Probar el modelo de apariencia con los usuarios y recoger retroalimentación para iterar.

5.1. Empatizar

En esta etapa, el objetivo es comprender las necesidades y problemas de los usuarios para obtener una visión contextualizada del tema. Para ello, se empleó el análisis de antecedentes para revisar el contexto, un análisis contextual que incluyó el *benchmarking* para comparar soluciones existentes, el árbol de problemas para identificar y jerarquizar los principales problemas, y entrevistas de campo para obtener datos cualitativos directamente de los usuarios.

Con estas herramientas, se generó un análisis de información para crear perfiles de usuarios arquetipo, basados en patrones comunes, y se utilizaron mapas de empatía y *Journey Maps* para comprender las emociones y expectativas de los usuarios a lo largo de su interacción con la señalética.

5.1.1. Antecedentes del Macroproyecto

Para este proyecto, se tomaron como referencia los antecedentes del proyecto “*Diseño de Estrategias de Identidad y Comunicación Visual para la Articulación de los Geositios del Geoparque Cañón del Chicamocha*”, desarrollado por Ana Niño, Andrea Rodríguez y Astrid Aillón (2023). Este trabajo incluyó la creación de la marca territorial, un manual de identidad visual y un sistema señalético general. Sin embargo, aunque se establecieron bases importantes, se destaca la necesidad de una señalética interpretativa más específica que permita a los visitantes comprender mejor el patrimonio geológico, especialmente en los miradores turísticos pertenecientes al proyecto.

Figura 17. Sistema señalético del proyecto por desarrollado por Ana Niño, Andrea Rodríguez y Astrid Aillón.



Nota. Aillón et al., 2023

Adicionalmente, se tomó como referencia el proyecto “*Diseño de Estrategias Educomunicativas Orientadas a la Apropiación de la Comunidad en el Proyecto de Postulación a la UNESCO del Geoparque Cañón del Chicamocha*”, realizado por Irania Ávila y María Cecilia Ramírez (2023). Este proyecto tuvo un enfoque principalmente educativo, con el propósito de fortalecer el conocimiento sobre el Geoparque Cañón del Chicamocha mediante el diseño de un kit compuesto por una cartilla informativa y material didáctico y divulgativo. La información recolectada en este trabajo fue esencial para el diseño de los elementos gráficos y parte de la información de la señalética interpretativa de este proyecto, ya que se buscó mantener un tono y unos conceptos consistentes a lo largo de todo el proyecto, facilitando así la recepción de la información por parte de los turistas a través de diversos medios.

Figura 18. Kit geoeducativo desarrollado por Irania Ávila y Cecilia Ramírez.



Nota. Ávila I.Y, y Ramírez M.C, 2023.

5.1.2. Análisis contextual

Se realizó un *benchmarking* para llevar a cabo un análisis comparativo que permitiera identificar y evaluar soluciones existentes en proyectos similares. Para este proyecto, se llevó a cabo un estado del arte y un análisis sistemático de estrategias implementadas en diversos contextos, como geoparques internacionales, parques naturales, zoológicos y espacios urbanos destacados. La revisión incluyó estudios centrados en señalética turística, diseño interpretativo, mobiliario urbano y medios gráficos aplicados al turismo sostenible, la interpretación ambiental y el geoturismo.

Este análisis permitió identificar enfoques innovadores y buenas prácticas, que sirvieron como base para enriquecer el desarrollo del proyecto, garantizando que las soluciones diseñadas sean funcionales, atractivas y alineadas con los objetivos de interpretación y comunicación planteados.

A continuación, se presentan algunas de las búsquedas realizadas en el estado del arte y en el análisis sistemático. El **Apéndice A** incluye el archivo con la información completa.

Tabla 1. *Estado del arte de señalética de parques, jardines botánicos, geoparques y miradores.*

Estado del arte de señalética (parques/jardines botánicos/geoparques/miradores)				
Lugar	Ubicación	Componentes	Ventajas	Desventajas
Geoparque del Maestrazgo	España	Señalética interpretativa y orientativa de madera y anclajes metálicos, con bases de vigas, panel naranja y tipografía de alto contraste, aunque carece de coherencia entre piezas.	Destacan en el entorno, siendo visibles y legibles gracias al buen contraste de colores y tipografía.	Materiales descuidados y difíciles de trabajar. La señalética interpretativa usa fotos y texto sin aportar novedad ni interés.
Zoológico de Toronto	Canadá	En un espacio público expuesto, la durabilidad era clave. Holman optó por paneles HPL de iZone, resistentes a la humedad y estables térmicamente, garantizando robustez y apariencia intacta con el tiempo.	Los moldes 3D de manos humanas y de chimpancés son una herramienta didáctica atractiva que incentiva la interacción. Su manejo de materiales, color y tratamiento fotográfico mejora la conexión con los visitantes.	Los formatos de los paneles no son coherentes, sobre todo en los paneles horizontales, carecen de coherencia con los demás paneles interpretativos.
Parque Nacional Torres del Paine	Chile	En el sitio coexisten señaléticas antiguas y actuales, con diferencias notables en material y forma. Las nuevas, inspiradas en las geometrías de las montañas y el blanco de la nieve, están hechas de madera con bases negras que aportan solidez y orden en la información.	Su diseño dinámico, con corte diagonal, crea coherencia con el entorno montañoso del parque. La diagramación y el contraste facilitan la lectura y la hacen interesante sin ser disruptiva.	El corte de la señalética grande pierde coherencia con las demás, y la mezcla de colores entre las antiguas y nuevas, junto al diseño poco estético y difícil de leer de las antiguas, genera falta de armonía.

Parque Arví	Colombia	El sistema señalético, compuesto por puntos informativos y de orientación en madera, acero y cemento, mantiene la identidad visual del Parque Arví con fondo Vinotinto y tipografía blanca.	Tiene coherencia visual, se adapta bien al entorno sin ser intrusivo, y su maquetación facilita la legibilidad. El lenguaje utilizado es claro y accesible para un público amplio.	Falta coherencia en los materiales y acabados entre los distintos tipos de señalética alrededor del parque
Wald.Berlin.Klima. - The exhibition in the forest	Alemania	Láminas de metal pintadas con colores llamativos que destacan los gráficos, presentadas en diversas disposiciones y alturas para diferenciar los ejemplos, con pictogramas legibles.	La información se presenta de forma clara, con colores adecuados para facilitar su lectura.	La combinación y disposición de la señalética es común, y se requiere la implementación de una ruta o guía para el usuario.

*Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el **Apéndice A**.*

Figura 19. *Wald.Berlin.Klima. - The exhibition in the forest*



Nota. Landezine International Landscape Award LILA, 2018.

Tabla 2. *Búsqueda sistemática de señalética de parques, jardines botánicos, geoparques y miradores.*

Búsqueda sistemática de señalética (parques/jardines botánicos/geoparques/miradores)			
Nombre artículo	Autor, año	Resumen	Hallazgos
Diseño de señalética turística para el sendero Rompe Pechos, en la hostería Tiopullo, parroquia Pastocalle, provincia de Cotopaxi, 2019, para fines de interpretación Ambiental.	Jason Marcelo Canchig Naranjo, 2020	Esta investigación diseña señalética turística para el sendero Rompe Pechos en la Hostería Tiopullo, cerca del Parque Cotopaxi y la Reserva Iliniza Sur. El recorrido de 80 minutos promueve actividades como ciclismo, caminatas y campismo, enfocadas en la conciencia ambiental.	El diseño de la señalética turística facilita la orientación del visitante, mientras que la señalética interpretativa promueve el cuidado y conservación de la naturaleza. Su implementación también busca generar empleo directo (guías, mantenimiento) e indirecto (alimentación y alojamiento).
Sistema de Señalética Turística para la puesta en valor del Patrimonio Natural y Cultural de la Cascada Gallito de la Peña ubicada en la parroquia de Pacto	Katherine Mishell Diaz Ramos, 2021	Este trabajo propone un sistema de señalética turística para la Cascada Gallito de la Peña, destacando su patrimonio natural y cultural. Incluye paneles informativos y pictogramas, con especificaciones y presupuesto para su conservación.	La falta de señalética puede afectar el atractivo, dificultando información sobre actividades y seguridad. Siguiendo la normativa del Ministerio de Turismo, se facilita su implementación y comprensión. La señalética destaca el valor histórico y cultural de la Cascada y otros recursos, mientras que los pictogramas de restricción alertan sobre riesgos.
Sistema de señalética turística para el sendero “Cerro el Gallinazo” del campamento turístico Natural Camp, parroquia de Guayllabamba, cantón Quito	Jackelin Judith Gualoto Pulupa, 2022	Se diagnosticaron las condiciones físicas y de biodiversidad del lugar, se definieron los elementos del sistema de señalética y, finalmente, se diseñó la propuesta con los recursos necesarios para su implementación, recomendándose su ejecución.	El sistema de señalética asegura visibilidad, durabilidad e información valiosa sobre el patrimonio, facilitando un recorrido auto guiado con detalles sobre actividades, infraestructura y conservación. La propuesta cubre todos los aspectos necesarios para su implementación, incluyendo diseño y costos.

Interpretación ambiental y geoturismo en el Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo	María Belén Herrera Barsallo, 2020	Este proyecto busca mejorar el geoturismo en Penipe, Chimborazo, evaluando la influencia de la interpretación ambiental en los sitios geoturísticos. Se recopilieron datos mediante encuestas a turistas y trabajadores del Geoparque Volcán Tungurahua. Con metodología cuantitativa y exploratoria, se propuso un sistema de señalética para mejorar la experiencia de los visitantes y promover la conservación.	Los datos muestran que la interpretación ambiental no está relacionada con el geoturismo en Penipe, Chimborazo, debido al bajo conocimiento y desinterés de los turistas. El proceso educativo, la sensibilización ambiental y la conciencia ambiental tienen una mínima influencia en el geoturismo, con porcentajes bajos que reflejan la falta de apoyo, intervención y un sistema adecuado de señalética en el cantón.
Diseño de un set de productos gráficos editoriales, ilustrados, sensoriales e interactivos para la experiencia de usuario dentro del Jardín Botánico de Cuenca	Katerly Niyet Ortega Sisalima, Kerly Fernanda Quezada Quinde, 2023	Este proyecto propone implementar conceptos de gráfica ambiental, diseño sensorial, ilustración y wayfinding, mediante productos gráficos lúdicos e informativos, para mejorar la experiencia de los visitantes.	Los hallazgos del proyecto incluyen la identificación de la falta de una experiencia memorable para los visitantes del Jardín Botánico de Cuenca. Como solución, se implementó un set de productos gráficos y un sistema de wayfinding, mejorando significativamente la experiencia y el aprendizaje de los usuarios, promoviendo además el conocimiento de la flora del lugar.

*Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el **Apéndice A**.*

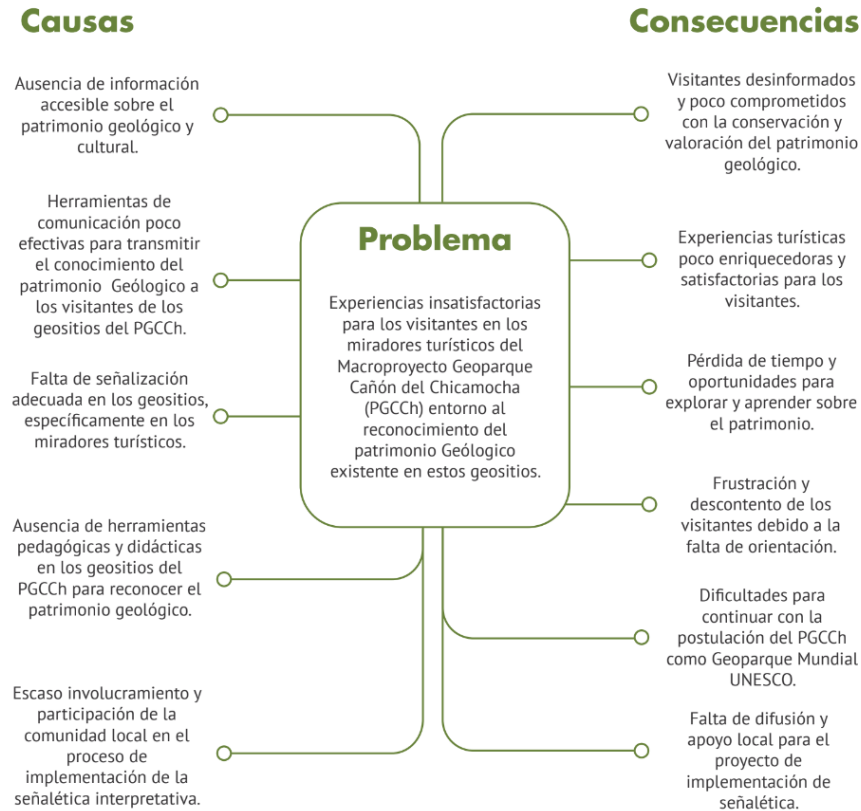
Figura 20. *Diseño de un set de productos gráficos editoriales, ilustrados, sensoriales e interactivos para la experiencia de usuario dentro del Jardín Botánico de Cuenca*



Nota. Ortega & Quezada, 2023.

Además, el árbol de problemas permitió analizar las causas y consecuencias de una problemática central. En este proyecto, se utilizó para identificar obstáculos en la señalética interpretativa y las estrategias comunicativas del Geoparque Cañón del Chicamocha, destacando factores como la falta de geoeeducación y la ausencia de infraestructuras o paneles interpretativos.

Figura 21. Árbol de problemas.



Nota. Elaboración propia.

Dentro de esta etapa de empatía, se realizó la recolección de información mediante el uso de diferentes herramientas cualitativas, como entrevistas de campo, mapas de empatía para identificar emociones y necesidades, y listas de deseos para comprender las expectativas y aspiraciones de los usuarios.

Primero, se aplicó un formulario titulado "[Miradores Turísticos de Santander](#)" a 25 personas, todas ellas residentes en Santander y, en su mayoría, posibles turistas. Este instrumento recopiló datos sobre el rango de edad, género y percepciones sobre lo que consideran un mirador turístico. Además, exploró aspectos como experiencias previas, intenciones futuras de visita, motivaciones y miradores turísticos específicos de Santander que han visitado. Esta información proporcionó una base para comprender las expectativas y necesidades del público objetivo, permitiendo orientar las soluciones hacia experiencias más completas y satisfactorias. Las respuestas obtenidas pueden consultarse en el **Apéndice B**.

En esta etapa, se llevó a cabo la primera salida de campo a Cepitá, Santander, con el propósito de explorar la percepción de la comunidad sobre el turismo en sitios de interés, enfocándose en personas vinculadas a la agricultura y el turismo local. Durante el recorrido, se

visitaron diversos lugares de interés turístico y geológico, se realizaron entrevistas con actores clave de la región y se realizaron análisis observacionales de las georutas propuestas en el marco del proyecto, así como de los miradores de Cepitá. La actividad contó con la participación de un agricultor local, quien sirvió como guía a través de un mirador y una cascada, y con la presencia de un guía turístico.

Para obtener una perspectiva más amplia, además de las entrevistas realizadas durante la salida de campo, se llevaron a cabo entrevistas adicionales con tres estudiantes de geología de la Universidad Industrial de Santander y una posible turista, estudiante de diseño gráfico de la Universidad de Investigación y Desarrollo. Estas entrevistas permitieron identificar necesidades, desafíos y oportunidades que contribuirán al desarrollo del proyecto.

En el **Apéndice C** se encuentran las transcripciones completas de las entrevistas, así como el formato de consentimiento firmado por los participantes. En la Tabla 3 se presenta un resumen de algunas de las entrevistas realizadas.

Tabla 3. *Tabla resumen de resultados a entrevistados.*

Tabla resumen de los resultados de las entrevistas	
Personas entrevistadas	Resultados clave
Yoser Camargo (Agricultor local)	El flujo de turistas ha aumentado, beneficiando a la comunidad local. Destaca los miradores y cascadas como atractivos importantes, pero menciona la falta de servicios turísticos y la necesidad de mejorar el acceso y señalización. La Loma Colorada es un mirador destacado, pero no es frecuentado por él.
Jeyner Arley Quiñonez (Guía turístico)	El turismo está en desarrollo en Cepitá, con senderismo y piscinas naturales como principales actividades. Los miradores son cruciales, pero carecen de accesibilidad y señalización. Se busca mejorar la infraestructura y ofrecer canotaje y parques acuáticos. La comunidad está involucrada en la promoción del turismo.
Evelyn Ortega (Estudiante geología)	La geoconservación y la geoducción son clave. Los miradores necesitan mejor señalización y recursos interactivos para que los turistas comprendan el paisaje y la historia geológica. Recomendó lugares como el Mirador Loma Colorada y la Chorrera.
Valentina Lesmes (Turista)	Los miradores deben ser aprovechados para mejorar el turismo educativo. Valentina enfatiza la importancia de realizar senderos ecológicos que expliquen la biodiversidad de la zona. Cree que la falta de infraestructura limita el potencial turístico de los miradores.

Nota. Elaboración propia.

Se reunió información sobre las expectativas y deseos de la comunidad para guiar el diseño de soluciones que generen un impacto positivo en todos los involucrados. Este proceso de

identificación de necesidades se lleva a cabo mediante la información recopilada en las entrevistas y el análisis de los usuarios objetivo, lo que permite que las soluciones propuestas respondan eficazmente a sus requerimientos.

Tabla 4. *Tabla resumen de la lista de deseos.*

Tabla resumen de la lista de deseos			
Problemas	Necesidades	Deseos	Posible solución
Información inaccesible para diferentes edades y niveles educativos.	Garantizar información fácil de entender para visitantes no especializados en geología.	Que la información sea accesible para personas de todas las edades y niveles educativos.	Diseñar la señalética de manera clara y sencilla, utilizando un lenguaje comprensible y gráficos intuitivos.
Falta de participación activa de los visitantes.	Elementos interactivos que involucren a los visitantes y fomenten su participación activa.	Que los visitantes puedan interactuar con la información y realizar actividades educativas relacionadas.	Incorporar elementos interactivos que permitan a los visitantes explorar la información de manera activa.
Falta de información útil y fácil de leer para mejorar la experiencia del visitante.	Señalética que facilite la navegación y orientación de los visitantes.	Proporcionar información práctica para mejorar la experiencia del visitante.	Diseñar la señalética con mapas detallados, indicaciones claras y prácticas recomendaciones para los visitantes, mejorando su experiencia.
Falta de orientación para los visitantes sobre los lugares de interés geológico.	Proporcionar una guía clara y fácil de seguir para los visitantes.	Ofrecer una orientación efectiva sobre los lugares de interés geológico.	Sistema de señalización intuitivo y coherente que guíe a los visitantes hacia los puntos de interés geológico.
Dificultad para acceder a recursos educativos sobre geología y medio ambiente.	Facilitar el acceso a recursos educativos sobre geología y medio ambiente.	Hacer que los recursos educativos sean fácilmente accesibles.	Incluir en la página web acceso a contenido educativo sobre geología, incluyendo guías y material descargable para estudiantes y visitantes interesados.

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice D.

Se indagó sobre las experiencias, pensamientos, emociones y necesidades de diferentes perfiles de usuarios. Para este proyecto, se elaboraron mapas de empatía para agricultores locales,

maestras de escuela, guías turísticos, estudiantes, artesanos, turistas locales y estudiantes de geología. Cada mapa de empatía facilitó la visualización de las perspectivas y desafíos únicos de estos grupos, proporcionando información valiosa sobre sus deseos, frustraciones y expectativas.

Tabla 5. *Tabla resumen de los mapas de empatía.*

Tabla resumen de los mapas de empatía				
Nombre, rol	¿Qué piensa y siente?	¿Qué ve?	¿Qué dice?	¿Qué hace?
Yoser, agricultor local	Valora la agricultura y su conexión con la tierra, pero le preocupan los desafíos climáticos. Ve el turismo como oportunidad de ingreso y desea mejor transporte para impulsar el desarrollo.	Percibe un entorno rural con campos agrícolas y montañas, afectado por el cambio climático. Nota más turistas en sitios naturales, pero pocos avances en los servicios turísticos.	Destaca la importancia de los cultivos locales y el turismo como ingresos, aunque carecen de infraestructura. Propone el canotaje como opción y preocupa el impacto del cambio climático en la agricultura.	Se dedica a la agricultura, cultivando cítricos, tabaco y patilla. Interactúa con turistas en la zona, aunque no utiliza los servicios turísticos por falta de conocimiento o disponibilidad.
María, maestra de escuela	Siente asombro y gratitud por la belleza del paisaje, curiosidad por aprender su historia y geología, y un profundo respeto por la fragilidad del entorno.	Ve la belleza natural del territorio, las formaciones rocosas, la diversidad de flora y fauna, y recursos educativos para sus estudiantes sobre la conservación del medio ambiente.	Dice que los santandereanos tienen una conexión especial con su tierra, y como maestra, le gusta enseñar sobre la historia agrícola de la región, resaltando la calidad del café y cacao de Zapatoca.	Hace caminatas por la región, tomando fotos y usando el entorno como recurso educativo para sus alumnos.
Jeyner, guía turístico	Piensa en mejorar el turismo en Cepitá con mejor señalización y acceso a miradores. Siente orgullo por su comunidad y valora la seguridad y sostenibilidad en el turismo.	Ve la belleza natural de Cepitá, la falta de señalización en senderos, y el potencial turístico en la gastronomía local y el senderismo.	Dice que Cepitá es tranquilo y hermoso, destaca el cabrito y propone mejorar la señalización de los senderos.	Colabora con autoridades locales en proyectos turísticos, promociona Cepitá en redes sociales, capacita a guías locales y guía a los visitantes por la zona.

Sofía, estudiante	Siente emoción y curiosidad por explorar la naturaleza, disfrutar de su entorno y descubrir el comportamiento de los animales y el ecosistema.	Ve la diversidad de animales y plantas, los colores vibrantes de las flores y formas interesantes en el paisaje.	Dice que le parecen interesantes las diferentes formas, hojas y flores de los árboles, y se interesa por la diversidad de aves en el ecosistema.	Explora, juega y hace preguntas para descubrir su entorno.
Manuel, artesano	Siente nostalgia por su trabajo artesanal y se preocupa por la conservación de Cepitá. Desea mejorar el acceso al pueblo y promover la cultura local.	Ve la belleza natural de Cepitá, destacando la vegetación autóctona y los recursos importantes para la comunidad.	Dice que le gusta explorar Cepitá, recordar buenos momentos y contar historias.	Disfruta paseos por Cepitá, explorando senderos y observando la flora y fauna. Vive con su esposa y fue artesano por 40 años.
David, turista local	Siente un deseo constante de aprender y crecer a través de sus viajes, emoción por las nuevas aventuras y gratitud por la diversidad y belleza del mundo.	Ve paisajes impresionantes, experiencias únicas y conexiones culturales que enriquecen su visión del mundo.	Dice que cada destino es una oportunidad para descubrirse y conectar con personas y culturas.	Diseñador gráfico, documenta sus aventuras en fotos y videos, los comparte en redes sociales, y busca colaborar con marcas relacionadas con el turismo. También difunde su arte en museos.
Camila, estudiante geología	Piensa en educar sobre el patrimonio geológico y siente satisfacción por contribuir a su conservación.	Ve la diversidad geológica de Santander, la necesidad de señalización y educación geológica, y la falta de reconocimiento sobre la importancia de la geología.	Dice que los proyectos de geoeducación mejoran la experiencia del turista y resalta la importancia de valorar la geología más allá de la minería.	Explora la geología de Santander, promueve su conservación y recomienda lugares geológicos. Es estudiante de Geología.

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice E.

5.1.3. Consensos del proceso de investigación

En esta etapa, a partir de los insumos generados en el proceso de empatía, se realizó el análisis de la información para establecer el perfil de los posibles tipos de actores que interactuarían en el espacio de interés. Se han definido diversos usuarios arquetipo que representan a los actores clave en la interacción con el territorio. Estos incluyen agricultores locales, maestros, guías turísticos, artesanos, turistas locales y estudiantes. Los perfiles de estos usuarios arquetipo están basados en los mapas de empatía presentados en la Tabla 5.

Cada uno de estos grupos tiene una relación única con el Geoparque y su patrimonio geológico, lo que los hace adecuados para la creación de una experiencia inclusiva y significativa. Los agricultores aportan sus conocimientos locales sobre el paisaje, mientras que los maestros desempeñan un papel clave en la difusión de información a las nuevas generaciones. Los guías turísticos, por su parte, son los mediadores directos entre el Geoparque y los visitantes. Los estudiantes, tanto locales como de geología, representan a futuros profesionales y públicos interesados en el aprendizaje. Los turistas locales buscan una experiencia accesible y los artesanos, con su vínculo cultural, son fuente de inspiración para los materiales usados en la señalética.

Estos perfiles son esenciales para desarrollar una señalética educativa, accesible y adecuada para distintos públicos, promoviendo tanto la comprensión científica como la valoración cultural y natural del Geoparque.

A continuación, se presenta la imagen en la Figura 22, que ilustra uno de los arquetipos de la comunidad perteneciente al territorio.

Figura 22. Usuario arquetipo de Jeyner, el guía turístico



Usuarios Arquetipo



Jeyner
Guía Turístico

Edad: 23
Sexo: Masculino
Estudios: Turismo
Localización: Cepitá
Estado Civil: Soltero

Ce

Jeyner Arley Quiñonez, un joven de 23 años de Cepitá, tiene tres años de experiencia en turismo y está decidido a promover su comunidad. Apasionado por la naturaleza y la tranquilidad de su municipio, busca iniciar y fortalecer el turismo local para impulsar el desarrollo económico y preservar la identidad cultural de su región.

“ Ven y disfruta de la tranquilidad que solo está acá en Cepitá. ”

Motivaciones

Exploración	●	●	●	●	●
Promoción turismo	●	●	●	●	●
Comunidad	●	●	●	●	●
Preservación	●	●	●	●	●
Desarrollo económico	●	●	●	●	●

Personalidad

- Empático • Colaborativo • Comprometido • Entusiasta
- Optimista • Sociable • Responsable • Emprendedor

Objetivos

- Iniciar e impulsar el turismo en Cepitá.
- Implementar actividades de aventura como el canotaje y parques acuáticos.
- Fortalecer la infraestructura turística y la señalización de senderos.
- Fomentar prácticas turísticas responsables y el respeto hacia el entorno natural y cultural.

Frustraciones

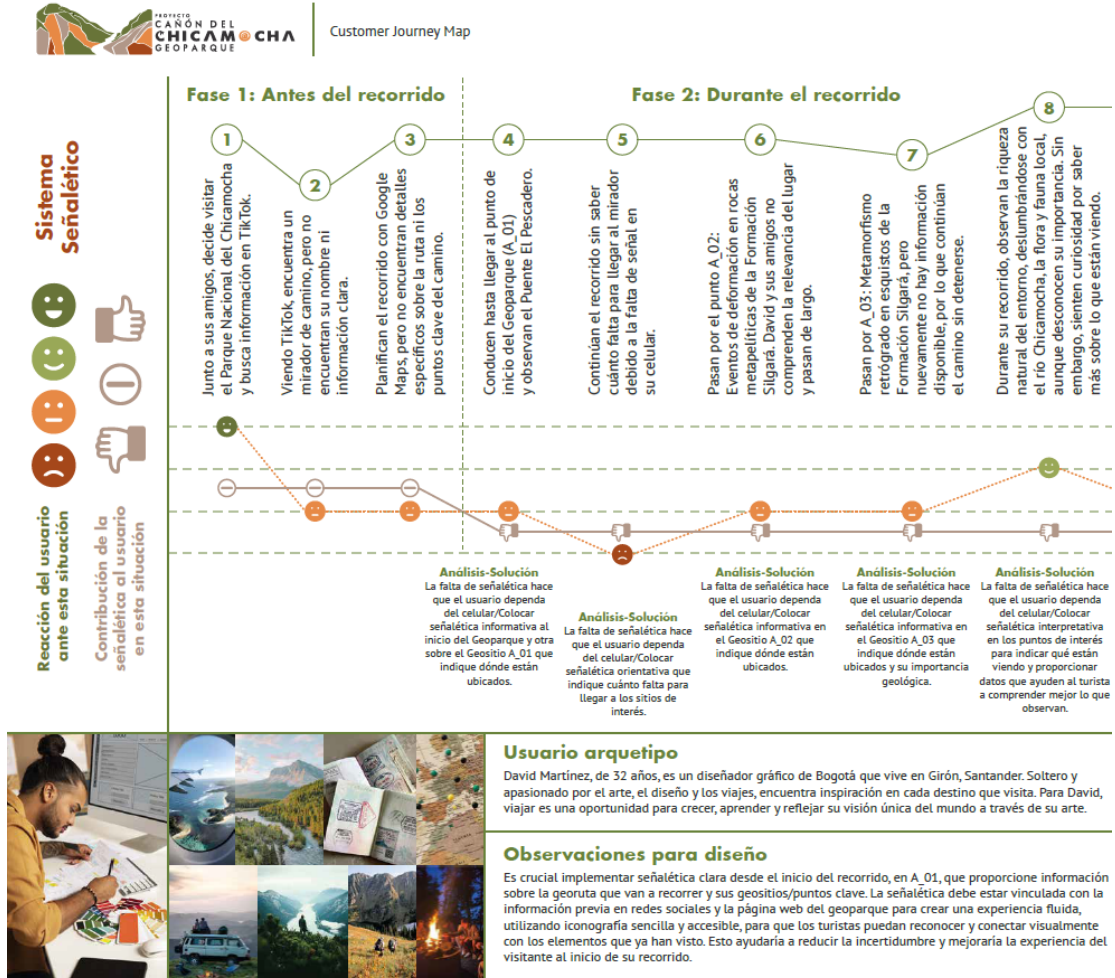
- Dificultad para atraer turistas debido a la falta de promoción y acceso limitado a los miradores.
- Carencia de personas capacitadas en senderismo para guiar a los turistas.
- Descuido del turismo local y falta de señalización de senderos, obstaculizando el desarrollo turístico del municipio.

Nota. Elaboración propia. Para consultar todos los usuarios arquetipo, ver Apéndice F.

Posteriormente, se estableció un recorrido del usuario utilizando la herramienta *Customer Journey Map*, centrado en David Martínez, el usuario arquetipo de turista. Este perfil representa a un viajero que busca crecimiento personal y aprendizaje, conectando la creatividad con nuevas experiencias. Cabe destacar que el recorrido se estructuró considerando un turista que hace el trayecto tal como está actualmente, es decir, sin señalética. El propósito fue identificar los momentos clave donde la implementación de señalética podría mejorar la experiencia. Si bien se centró en un turista en búsqueda de ocio, se consideraron sus intereses por aprender durante el viaje. El recorrido se dividió en cuatro etapas: antes del recorrido, durante el recorrido, en el mirador y después del recorrido, permitiendo identificar puntos críticos en los que se podría

intervenir con señalización efectiva. Para información detallada del diagrama, consultar el Apéndice G.

Figura 23. Customer Journey Map (Hoja 1).



Nota. Elaboración propia.

A partir del análisis realizado, se determinó la importancia de contar con señalética clara desde el inicio del recorrido, que informe sobre el ingreso al área del Geoparque del Cañón del Chicamocha. También se destacó la necesidad de incluir información sobre la georuta (Figura 32) que van a recorrer y los geositios (Figura 33). Se identificó que vincular la señalética con la comunicación previa en redes sociales y en la página web del geoparque contribuiría a una experiencia más fluida y coherente para los visitantes.

Durante el recorrido, instalar señalética orientativa a intervalos regulares durante las diferentes georutas permite a los turistas ubicarse con facilidad, generar expectativa sobre la proximidad de los puntos de interés y mejorar la experiencia al motivarlos a continuar explorando.

En el mirador, como ya se tenía establecido, se propuso incorporar señalética interpretativa, con paneles que expliquen el patrimonio geológico del Cañón, lo que enriquecería el conocimiento de los visitantes y fomentaría una mayor conexión y valoración del entorno natural.

Finalmente, al concluir la georuta, se sugirió implementar señalética informativa que destaque las demás georutas disponibles dentro del geoparque. Esta estrategia busca incentivar a los turistas a explorar nuevas opciones, ampliando su experiencia.

5.2. Definir

En esta fase, se definen los aspectos clave que guiarán el diseño de la solución, asegurando su alineación con los objetivos del proyecto y las expectativas de los usuarios. Esto incluye herramientas como el brief, que establece el marco de trabajo, y el diagrama FAST, utilizado para desglosar las funciones esenciales del diseño. Además, se emplean el *moodboard* y el tablero de inspiración para definir la dirección visual, así como las fichas de caracterización de los geositos y georutas dentro del Geoparque Cañón del Chicamocha. También se consideran los requisitos y normativas, así como los parámetros técnicos, para garantizar una solución efectiva y coherente con el contexto del proyecto.

5.2.1. Síntesis del proyecto

Una vez abordada la etapa de empatía se configuro el brief para que sintetizar la información esencial del proyecto, alineando los objetivos con las expectativas. Incluye la esencia del proyecto, el objetivo principal, el problema a solucionar, el posicionamiento deseado, los *stakeholders* involucrados, el contexto relevante y las actividades a realizar.

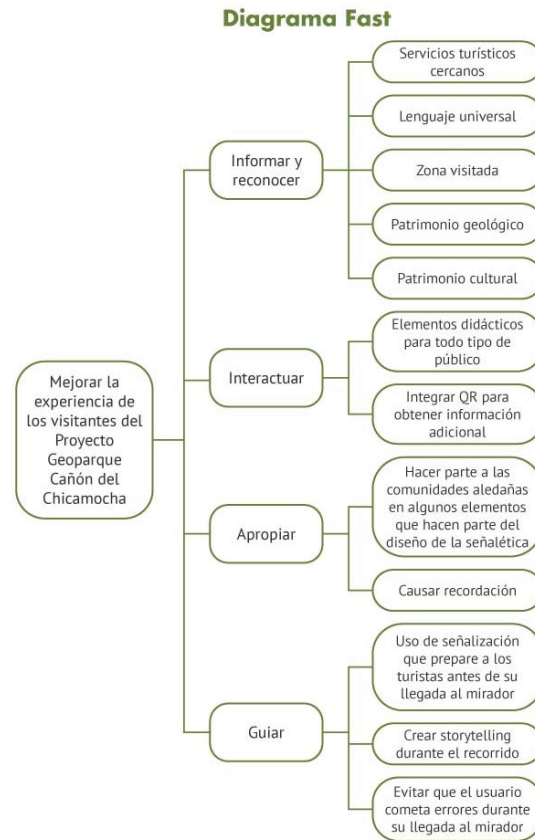
Tabla 6. *Tabla resumen del brief del producto.*

Tabla resumen del brief del producto	
Esencia	El producto es un sistema de señalética interpretativa diseñado para destacar el patrimonio geológico de los miradores del Geoparque Cañón del Chicamocha en Santander, Colombia. Cumple con los requisitos de la UNESCO, utiliza materiales duraderos y accesibles, y permite incorporar elementos interactivos. Su diseño es adaptable, garantizando replicabilidad en distintos contextos del proyecto.

Objetivo	Fomentar el reconocimiento del patrimonio geológico de los miradores del Geoparque Cañón del Chicamocha, Santander, mediante su caracterización, diseño de señalética interpretativa, evaluación de prototipos y creación de un manual para garantizar su replicabilidad.
¿Qué trata de solucionar?	Busca solucionar la falta de herramientas de interpretación en los miradores del Geoparque Cañón del Chicamocha, que afecta la comprensión y apreciación del patrimonio geológico, limitando el desarrollo sostenible y la promoción turística de la región.
Posicionamiento	Existe una oportunidad de negocio en mejorar la experiencia turística en los miradores del Cañón del Chicamocha mediante señalética interpretativa de alta calidad. Nuestra propuesta ofrece una experiencia educativa y enriquecedora, alineada con los requisitos de la UNESCO, utilizando materiales sostenibles y coherentes con el entorno, diferenciándose por su enfoque integral y satisfactorio.
Stakeholders	Los <i>stakeholders</i> clave incluyen turistas de diversos perfiles (viajeros, familias, parejas, estudiantes), comunidades locales, proveedores turísticos, autoridades gubernamentales, y organizaciones de conservación. También abarcan residentes de municipios cercanos, autoridades turísticas nacionales y regionales, e inversores potenciales. Según datos de la Encuesta de Percepción y Afectación de la Actividad Turística en Santander realizada en 2020, aproximadamente el 30% de la población realiza actividades turísticas en el departamento de Santander cada año.
Contexto	El contexto de los miradores turísticos del Cañón del Chicamocha combina condiciones físicas, ambientales y sociales. El entorno presenta terrenos montañosos, vegetación local y clima cálido-seco con alta radiación solar y baja humedad. Socialmente, la seguridad y las relaciones entre actores turísticos son clave, mientras que la riqueza cultural y el patrimonio histórico enriquecen la experiencia.
Actividad	La actividad consiste en diseñar un sistema señalético, realizar pruebas de usabilidad y ajustar el diseño según la retroalimentación de los usuarios. El equipo, formado por dos diseñadores industriales, estudiantes de geología y el equipo del geoparque, trabaja durante varios meses, con reuniones de seguimiento. Se considera el análisis de riesgos ergonómicos, el uso de equipo de protección adecuado y habilidades físicas para la instalación en terrenos montañosos.

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice H.

Se continuó con la identificación y análisis de las funciones esenciales de un sistema utilizado en el diseño y desarrollo de productos. Para ello, se implementó el diagrama FAST (*Function Analysis System Technique*). Este diagrama tiene como objetivo descomponer y entender las funciones que el diseño debe cumplir, estableciendo relaciones entre ellas para optimizar el proceso de creación.

Figura 24. Diagrama FAST.

Nota. Elaboración propia.

5.2.2. Gestión de la información para la caracterización de las tipologías del sistema señalético

Para la elaboración de las fichas de caracterización de los geositos y las georutas, se utilizó información proveniente de múltiples fuentes clave. En primer lugar, se consideraron las fichas de observación (Figura 25) desarrolladas por la Escuela de Geología como parte de su contribución al macroproyecto Geoparque Cañón del Chicamocha, en el cual se creó un inventario de 42 Lugares de Interés Geológico (LIGs).

Figura 25. Inventario LIG Mirador Morfoestructural del Chicamocha.



PROYECTO GEOPARQUE CAÑÓN DEL CHICAMOCHA

1. Identificación y localización		
1.1 Información General		
Nombre del Sitio: Mirador Morfoestructural del Chicamocha		Código: GCCh-1
Municipio: Aratoca	Vereda: San Francisco	
Coordenadas: 06°47'60" N 72°59'37" W	Altitud: 1.165 msnm	
1.1.1 Ruta de Acceso		
Punto de partida y descripción del acceso: El sitio se encuentra ubicado al costado izquierdo de la vía nacional Bucaramanga - Aratoca.		
Tiempo estimado de llegada desde el punto de partida:	Dificultad: Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/>	¿Se requiere permiso para el ingreso? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
En vehículo:		
A pie:		
1.1.2 Breve descripción		
Dimensiones: Punto <input type="checkbox"/> Sección <input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> Punto panorámico <input checked="" type="checkbox"/> Área compleja <input type="checkbox"/>		
Datos adicionales:		
Tipo de superficie: Matorral <input type="checkbox"/> Montañosa <input type="checkbox"/> Pastizal <input checked="" type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Urbana o antropizada <input type="checkbox"/>		
Otra Cual:		
¿Con que usos, costumbres o conocimientos tradicionales del entorno está relacionado el Sitio? Este lugar es un mirador en el que usualmente los viajeros realizan pequeñas paradas para descansar un momento antes de retomar nuevamente la ruta. Es una parada común durante algunas salidas de campo de asignaturas relacionadas a la geología estructural, geomorfología, entre otras, realizadas por instituciones de educación superior del departamento de Santander como la UIS y la UDES.		
1.2 Información Interdisciplinar		
Componente principal:		
Geológico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Arqueológico <input type="checkbox"/> Cultural material: <input type="checkbox"/> Cultural inmaterial: <input type="checkbox"/>		
Otros <input type="checkbox"/> Cual:		
Tipo de interés/Fenómeno:		
Geomorfológico <input checked="" type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Fluvial <input checked="" type="checkbox"/> Erosivo <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativo <input checked="" type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Volcánico <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Petrológico <input checked="" type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input type="checkbox"/> Paisajístico <input checked="" type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/>		
Otros:		

Nota. Escuela de Geología.

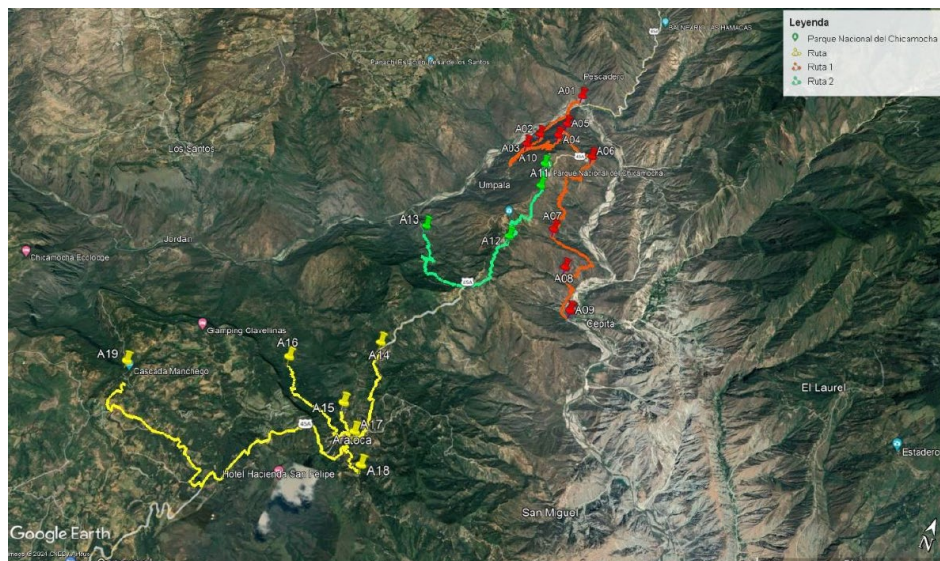
También se utilizó el trabajo de grado titulado *Inventario y valoración de lugares de interés geológico para el municipio de Aratoca (Santander) y alrededores como apoyo al proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha*, realizado en 2024 por Santiago Manrique Pérez y Luis Carlos Saza Moreno. Este proyecto identificó y valoró 19 geotopos (Figura 26) y propuso tres georutas (Figura 27) considerando las características y la relevancia de los geotopos.

Figura 26. Tabla de los 19 geotopos identificados en Aratoca.

CODIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	X	Y
A_01	Cambio de curso del Rio Chicamocha en el puente Pescadero y monzogranito	Sector Noreste	1°118.676	1°246.502
A_02	Eventos de deformación en rocas metapelíticas de la Formación Silgará	Sector Noreste	1°117.915	1°244.334
A_03	Metamorfismo retrogrado en esquistos de la Formación Silgará	Sector Noreste	1°117.670	1°243.577
A_04	Diques de microgabro (diabasa) cortando la secuencia metamórfica de la Formación Silgará	Sector Noreste	1°118.657	1°244.153
A_05	Panorámica de Pescadero y rasgos geomorfológicos del cañón del Chicamocha	Sector Central	1°118.303	1°244.725
A_06	Anomalías de Azufre	Sector Noreste	1°119.940	1°243.703
A_07	Contacto Silgará con Pescadero	Sector Noreste	1°119.772	1°240.689
A_08	Contacto de Esquisto de Silgará con Pescadero y panorámica hacia Cepitá	Sector Noreste	1°120.547	1°239.749
A_09	Puente Cepitá	Sector Noreste	1°121.130	1°238.514
A_10	Panorámica a la mesa de san pedro y zonación metamórfica de la formación	Sector Central	1°118.740	1°242.554
A_11	Esquistos micáceos grafitosos de la formación Silgará	Sector Central	1°117.915	1°244.334
A_12	Panorámica del cañón del Chicamocha con banda milonítica	Sector Central	1°118.762	1°239.573
A_13	Contacto cuarcita y panorámica mesa de los santos	Sector Central	1°116.023	1°239.276
A_14	Panorámica Mesa de San Pedro	Sector Sur	1°116.924	1°234.623
A_15	Panorámica Cerro de las cruces	Sector Sur	1°116.747	1°233.650
A_16	Panorámica mesa de los claveles y mesa de San Pedro	Sector Sur	1°114.531	1°233.498
A_17	Gran afloramiento de cuarcita a 120m de filitas con protección de deslizamiento	Sector Sur	1°117.365	1°232.177
A_18	Efectos erosivos	Sector Sur	1°117.945	1°231.447
A_19	Cascada Manchego	Sector Sur	1°109.983	1°231.648

Nota. Manrique Pérez & Saza Moreno, 2024

Figura 27. Imagen tomada de Google Earth con las 3 georutas propuestas para Aratoca.



Nota. Manrique Pérez & Saza Moreno, 2024

Adicionalmente, se incluyó información del trabajo de grado *Inventario del patrimonio geológico inmueble en el municipio de Cepitá (Santander)*, elaborado en 2023 por Juan Sebastián Gil Rueda y María Paola Calderón Beltrán. Este trabajo identificó, caracterizó y valoró 13 geotopos (Figura 28) distribuidos tanto en el casco urbano como en las áreas veredales del municipio de Cepitá. Así mismo, se propusieron tres georutas (Figura 29) basadas en factores como accesibilidad, cercanía y aspectos geológicos destacados.

Figura 28. Tabla de los 13 geotopos identificados en Cepitá.

Código	Nombre	Ubicación	X	Y	Altura	Tipo de Geotopo
C_01	Bandas tipo Kink, en la vía principal a Cepita.	Vía principal hacia el municipio Cepita	1119685,500	1241296,908	947 msnm	Estructural
C_02	Boudins en afloramiento de esquistos granatíferos, en la vía a Cepita.	Vía principal hacia el municipio Cepita	1119706,303	1241107,197	947 msnm	Petroológico y Mineralógico
C_03	Afloramiento de Tonalita en carretera vía Cepita	Vía principal hacia el municipio Cepita	1119758,517	1240698,5	1012 msnm	Petroológico
C_04	Lomo de presión a orillas del Río Chicamocha.	Vía principal hacia el municipio Cepita	1121312,395	1240474,905	575 msnm	Geomorfológico y Estructural
C_05	La Playita, debajo del puente principal a Cepita	Puente principal Cepita	1121222,904	1238480,846	634 msnm	Petroológico y Mineralógico. Estructural
C_06	Mirador Loma Colorada	Loma Colorada	1122534,236	1238704,923	760 msnm	Geomorfológico
C_07	Abanicos recientes y subrecientes, en la vía a la vereda San Miguel	Vía Cepita - Vereda San Miguel	1122485,732	1236058,127	648 msnm	Estratigráfico, Geomorfológico, Estructural
C_08	Puente de San Miguel.	Vía Cepita - Vereda San Miguel (Puente Principal San Miguel)	1126010,76	1231589,784	676 msnm	Geomorfológico
C_09	Suroriente de San Miguel.	Vía Cepita - Vereda San Miguel	1126625,731	1231548,295	692 msnm	Geomorfológico, Petroológico y Mineralógico
C_010	La Variante.	Vía principal a la vereda de La Chorrera	1123768,973	1239008,276	575 msnm	Geomorfológico
C_011	Diques Diabasicos, en la vereda Chorreas	Quebrada Mangos, hacia la vereda La Chorreas	1124833,102	1237730,85	889 msnm	Petroológico
C_012	Falla de Bucaramanga en la vereda La Chorrera	Entrada a la vereda de La Chorrera	1125624,205	1237949,707	1398 msnm	Estructural
C_013	Migmatitas del río Perchiquez	Vereda de Pescadito	1121541,086	1240389,183	980 msnm	Petroológico

Nota. Gil Rueda & Calderón Beltrán, 2023

Figura 29. Imagen tomada de Google Earth con las georutas propuestas para Cepita



Nota. Gil Rueda & Calderón Beltrán, 2023

Durante la visita a Cepita, se complementó esta información mediante entrevistas a los habitantes locales y la creación de dos fichas específicas: una enfocada en el análisis observacional del recorrido y otra en el análisis observacional del mirador (Figura 30).

Figura 30. *Fichas de análisis observacional del recorrido y del mirador.*

FICHA DE ANÁLISIS OBSERVACIONAL DEL RECORRIDO				
FICHA ANÁLISIS OBSERVACIONAL DEL RECORRIDO				
Fecha de la visita:		Miembros del equipo:		
Recorrido planificado				
Punto de inicio:	Distancia total:			
Punto final:	Tiempo total:			
Observaciones y recopilación de datos				
Dificultad del recorrido:	Fácil	Media	Moderada	Difícil
Descripción de la dificultad encontrada:				
Puntos clave del recorrido				
Coordenadas:				
Descripción de puntos de interés geológico:				
Otros puntos de interés (fauna, flora, paisajes):				
Identificación de posibles peligros:				
Medidas de seguridad recomendadas:				
Puntos clave para implementar señalética:				
Puntos estratégicos para instalar señalización:				
Tipo de señalética recomendada:				
Puntos críticos en donde puede haber confusión y desubicación:				
Descripción de estos puntos críticos:				
Recomendaciones:				

FORMULARIO: ANÁLISIS OBSERVACIONAL MIRADOR				
FICHA ANÁLISIS OBSERVACIONAL DEL MIRADOR				
Fecha de la visita:		Miembros del equipo:		
Mirador/Sitio de observación visitado				
Nombre del mirador/sitio:	Observaciones:			
Coordenadas:				
Características del terreno:				
Accesibilidad:	Fácil	Media	Moderada	Difícil
Descripción de la dificultad encontrada:				
Descripción de obstáculos para llegar al terreno:				
Tipo de suelo:				
Topografía:				
Condición del terreno:				
Inclinación del terreno:				
Vegetación:				
Puntos clave de observación				
Descripción de puntos de interés geológico:				
Otros puntos de interés (fauna, flora, paisajes):				
Identificación de posibles peligros:				
Medidas de seguridad recomendadas:				
Puntos clave para implementar señalética:				
Tipo de señalética recomendada:				
Recomendaciones generales:				

Nota. Elaboración propia.

Figura 31. *Fotos tomadas en la visita a Cepitá*



Nota. Elaboración propia.

Con toda la información recopilada, se procedió a sintetizar y categorizar los geositios y las georutas para la elaboración de las fichas de caracterización. En este proceso, se crearon borradores iniciales que fueron posteriormente validados con el Semillero de Patrimonio Geológico de la Universidad Industrial de Santander y con profesionales de la Escuela de Geología. Los estudiantes

del semillero y los profesores revisaron y corrigieron cada ficha, asegurando que la información fuera precisa y clara. Para la parte correspondiente a las dificultades técnicas que se pueden encontrar durante el recorrido de la ruta, así como para determinar la dificultad general de las rutas, se utilizó el método SENDIF (*Método SENDIF: Criterios para determinar el grado de dificultad de los itinerarios a pie, 2018*). Este método se basa en una evaluación de parámetros como la distancia, el desnivel, el tiempo estimado del recorrido y las condiciones específicas del terreno. Su aplicación en el proyecto resultó útil para categorizar de forma objetiva la accesibilidad y las exigencias físicas de las rutas, proporcionando una herramienta práctica y estandarizada para facilitar la planificación y el disfrute de las georutas. Finalmente, se lograron establecer seis fichas de caracterización de georutas (Figura 32) y diez fichas de caracterización de geositos, en este caso, miradores (Figura 33).

Figura 32. Ficha de caracterización de la georuta 1 de Cepitá.



Nota. Elaboración propia. Para consultar todas las fichas de georutas, ver el Apéndice I.

Figura 33. Ficha de caracterización del Mirador Morfoestructural del Chicamocha.

Mirador Morfoestructural del Chicamocha
 Vereda San Francisco, Aratoca
 Macizo de Santander
 GCChA_05 | AGR1 | 06°47'60"N 72°59'37"W | 1165 msnm

Información técnica
 Dificultad: Baja | Clima: Temporada semiárido
 Duración: 15 minutos en vehículo o 180 minutos caminando
 Distancia: 9 Kilómetros | Pavingentado: 9 Kilómetros | Rápido/No rras: 0 Kilómetros

Componentes
 Geología, Biología, Turismo

Tectónica y Geología Estructural

En este mirador de fácil acceso localizado al costado de la vía nacional Bucaramanga - Aratoca es posible apreciar diversos elementos y procesos relacionados a la actividad de la Falla de Bucaramanga hacia el sector de Pescadero y Umpalá en el Macizo de Santander, donde afloran las rocas que conforman el basamento ígneo metamórfico de la cordillera oriental. Se identifica el trazo principal de esta gran estructura y se observa la acción e influencia en el paisaje de una de sus fallas antitéticas asociadas, generando un gran lomo de obturación que se atraviesa en la zona de desembocadura del río Manco y el río Umpalá, desviando sus cauces, así mismo se observa el río Chicamocha. También se reconocen, espolones facetados, lomos de presión y ganchos de flexión (Gancho de la falla Bucaramanga). Finalmente se observan procesos de acumulación producto de los depósitos de río y el aporte lateral, se reconocen algunos paleocauces y remanentes de abanicos aluviales. Este lugar es un mirador en el que usualmente los viajeros realizan pequeñas paradas para descansar un momento antes de retomar nuevamente la ruta.

Observarás...

- Cuerpos de agua:** Río Umpalá, Río Manco, Río Chicamocha, Paleocorrientes
- Geomorfología:** Lomo de obturación, Espolones facetados, Abanicos aluviales, Espolones
- Extracción:** Arenas, Triturados, Grava
- Rocas/Minerales:** Rocas del basamento ígneo metamórfico
- Geo. Estructural:** Falla de Bucaramanga, Falla del Río Umpalá, Gancho de falla

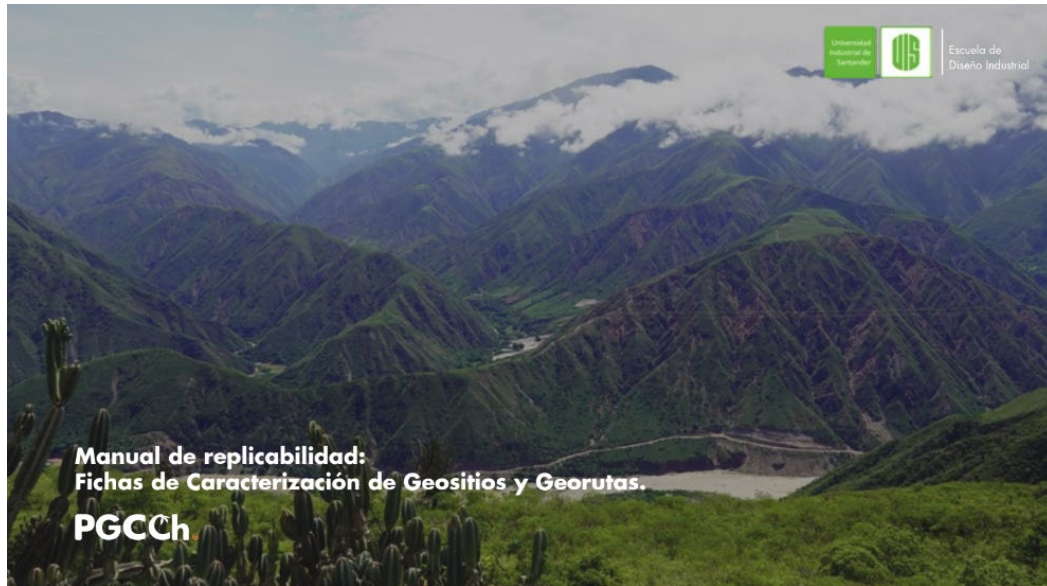
Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha | Ficha de Caracterización de Geositios | GCCh1

Nota. Elaboración propia. Para consultar todas las fichas de geositios, ver el Apéndice J.

5.2.3. Manual de replicabilidad de las fichas de caracterización

Se elaboró un Manual de Replicabilidad para las fichas de caracterización, con el objetivo de estandarizar su diseño y contenido. Estas fichas sintetizan información clave sobre geositios y georutas, incluyendo datos técnicos, descripciones geológicas, biológicas y culturales, así como gráficos como mapas, iconografía y fotografías, lo que las convierte en herramientas esenciales para la interpretación y divulgación a expertos y público general.

El manual establece lineamientos claros para garantizar la consistencia en la creación de nuevas fichas, facilitar la comunicación técnica de manera atractiva y comprensible, y mejorar la gestión del inventario del geoparque.

Figura 34. Manual de replicabilidad de las Fichas de Caracterización (Portada)

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice K.

5.2.4. Requisitos y normativas

Se buscaron y definieron las normas específicas para la señalética interpretativa del parque con el objetivo de cumplir con los requisitos legales para la ejecución del proyecto. Se priorizó el cumplimiento de normas relacionadas con visibilidad, legibilidad y coherencia estética, utilizando materiales duraderos y adecuados al entorno natural y cultural. La funcionalidad, accesibilidad y sostenibilidad fueron fundamentales para garantizar la seguridad de los usuarios y una interpretación precisa del patrimonio geológico y cultural. Además, se cumplió con las normativas locales e internacionales sobre durabilidad de las señales, accesibilidad y adecuación al contexto tanto nacional como internacional, asegurando el cumplimiento de los requisitos legales necesarios para la correcta implementación del proyecto.

Tabla 7. Tabla requisitos y normativas.

Requisitos y normativas				
Categoría	Norma/Requisito	Documento/Ley Existente	Descripción	Impacto en el Proyecto
Requisitos generales	Permisos ambientales	Ley 99 de 1993 - Ministerio de Ambiente	Regula la gestión ambiental en Colombia, incluyendo el uso de materiales	Garantiza que los materiales como la piedra de Barichara y la tapia pisada

			naturales en áreas protegidas.	no perjudiquen el entorno natural del parque.
Requisitos generales	Licencias de construcción	Ley 388 de 1997 - Planificación y ordenamiento territorial	Regula el uso del suelo y el proceso de licencias para construcciones y obras en Colombia.	Asegura que las estructuras sean seguras y cumplan con las normativas locales de construcción, especialmente en un proyecto de señalética permanente.
Normativas internacionales	Código Internacional de Construcción (IBC)	International Building Code - 2018	Regula la seguridad estructural de edificaciones y elementos en espacios públicos.	Garantiza que los paneles y estructuras sean seguros y resistentes a condiciones climáticas extremas, especialmente en zonas expuestas a fenómenos naturales.
Diseño y materiales	Uso de piedra de Barichara	Ley 546 de 1999 - Protección de recursos naturales	Protege los recursos naturales de Colombia, estableciendo normativas para la explotación y uso de materiales.	El uso de este material respeta la identidad cultural del parque, pero debe ser tratado para evitar desgaste debido a la humedad o el uso intensivo.
Diseño y materiales	Contraste visual adecuado	Manual de Señalización Vial, 2015 (Ministerio de Transporte)	Establece los requisitos de accesibilidad en señalización vial, incluyendo contraste y visibilidad para	El diseño de las señales debe utilizar colores contrastantes y fuentes legibles, mejorando la

			personas con discapacidad.	accesibilidad para todos.
Ubicación y entorno	Estudio del nivel del suelo	Norma NTC 4020 - Código colombiano de construcción	Regula el análisis de terrenos y la estabilidad de las estructuras en zonas urbanas y rurales.	El análisis del terreno garantiza que las señales se instalen en lugares estables, evitando que se derrumben o se deslicen.
Ubicación y entorno	Impacto ambiental	Ley 165 de 1994 - Ley de protección ambiental	Regula la protección de los ecosistemas y el manejo sostenible del medio ambiente en Colombia.	Asegura que las instalaciones no afecten la biodiversidad local, preservando el equilibrio ecológico del parque.
Mantenimiento y durabilidad	Tratamiento antihumedad	Ley 361 de 1997 - Ley de accesibilidad	Establece normativas para garantizar la accesibilidad de personas con movilidad reducida y el mantenimiento de infraestructuras.	Garantiza que las señales tengan una vida útil prolongada, evitando daños en el diseño y el material.
Interpretación	Narrativas culturales	Ley 23 de 1982 - Ley sobre derechos de autor y patrimonio cultural	Protege la propiedad intelectual sobre creaciones culturales, incluidas las interpretaciones y representaciones del patrimonio.	Este requisito garantiza que las narrativas culturales reflejen correctamente la identidad de la región y sean respetuosas con el patrimonio local.

Nota. Elaboración propia.

5.2.4.1. Normativas tapia pisada

A continuación, se incluirán las normativas necesarias a considerar cuando se haga uso de la construcción de muros con tapia pisada, garantizando que esta técnica tradicional cumpla con los estándares de seguridad, durabilidad y adecuación al entorno.

5.2.4.1.1. Convención del Patrimonio Mundial de 1972 (UNESCO)

Esta convención establece los principios internacionales para la protección de bienes patrimoniales, tanto culturales como naturales. Se aplica a elementos arquitectónicos y constructivos tradicionales, como la tapia pisada, y promueve su conservación y respeto en su contexto original. La convención fomenta la preservación de técnicas constructivas ancestrales como una forma de proteger la identidad cultural y el legado histórico de las comunidades. En este caso, la construcción de muros en tapia pisada se enmarca en la tradición cultural y el patrimonio arquitectónico, cuyo valor debe ser reconocido y protegido.

5.2.4.1.2. Ley 1185 de 2008 (Colombia)

Esta ley define los bienes de interés cultural en Colombia, que incluyen no solo construcciones de viviendas, sino también estructuras que formen parte del patrimonio cultural no habitacional, como muros, monumentos o elementos constructivos que tengan valor histórico o cultural. La ley establece medidas de protección para estas estructuras, exigiendo que cualquier intervención o restauración respete el valor histórico y cultural del bien, preservando su autenticidad y características originales. Esta normativa es clave cuando se trabaja con materiales tradicionales como la tapia pisada en áreas protegidas o de valor cultural.

5.2.4.1.3. Resolución 0211 de 2017

Esta resolución subraya la importancia de conservar las áreas ecológicas y promueve el uso de materiales sostenibles en la construcción. En el caso de la tapia pisada, la resolución es relevante porque este método utiliza tierra local, un material natural y renovable, lo que contribuye a la sostenibilidad del proyecto. La norma también destaca el impacto ambiental de las construcciones y cómo prácticas como la tapia pisada pueden reducir la huella de carbono al evitar materiales industriales o no renovables. Además, se pone énfasis en la importancia de integrar la construcción en su entorno natural sin deteriorarlo.

5.2.4.1.4. NSR-10

La NSR-10 regula el diseño y construcción de edificaciones sismo-resistentes en Colombia, incluyendo todo tipo de inmuebles, no solo viviendas. En el caso de la tapia pisada, la norma establece los parámetros que deben seguirse para garantizar que las estructuras sean seguras frente a movimientos sísmicos, especialmente cuando se emplean materiales tradicionales que pueden ser menos resistentes que los métodos industriales. Aunque la normativa está centrada en edificaciones modernas, también ofrece pautas para evaluar y reforzar las estructuras de tapia pisada, garantizando su estabilidad y seguridad estructural.

5.2.4.1.5. Manual ASI

Este manual, elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (ASI), proporciona directrices técnicas para la rehabilitación de viviendas y otras construcciones tradicionales de adobe y tapia pisada, especialmente en áreas donde la actividad sísmica es alta. Aunque está orientado a viviendas, las recomendaciones para reforzar y restaurar muros de tapia pisada también son aplicables a construcciones no habitacionales. El manual ofrece soluciones específicas para mejorar la estabilidad y la durabilidad de estas estructuras, abordando tanto las condiciones materiales como las técnicas de construcción.

5.2.4.1.6. Herramientas y equipos

La técnica de tapia pisada, utilizada para construir muros compactos y duraderos, requiere una planificación detallada y el uso de herramientas y equipos específicos. Un elemento clave en este proceso es el tapial, un encofrado o molde rígido donde se coloca y compacta la tierra.

5.2.5. Requerimientos y parámetros

Se definieron requerimientos y parámetros específicos según las funciones de cada tipo de señalética y señalización. Para el sistema señalético general, se establecieron criterios de uso, función, formales y técnico-productivos, priorizando la visibilidad, legibilidad, coherencia estética y materiales duraderos adaptados al entorno.

En la señalética interpretativa de miradores, los requerimientos se enfocaron en identificación y uso, facilitando el reconocimiento del lugar y promoviendo su comprensión cultural y geológica.

La señalización direccional de la ruta consideró criterios de identificación, uso y técnico-productivos, asegurando orientación clara, tránsito seguro y materiales resistentes a las condiciones climáticas.

Por último, la señalización informativa de la ruta incluyó requerimientos similares, destacando la comunicación efectiva de datos esenciales y la durabilidad de las señales en el entorno natural.

Tabla 8. *Tabla resumen de los requerimientos y parámetros.*

Sistema señalético			
Categoría	Descripción	Unidad de medida	Valor de aceptación
Seguridad	Evitar aristas o bordes afilados que puedan representar un riesgo de lesiones	Centímetros (mm)	Radios de 1.5 cm o más
Instalación	Deben mantener una distancia mínima entre sí	Metros (m)	> 60m
Legibilidad	Garantizar que la información presentada en la señalética sea clara y fácilmente legible	Tamaño de la tipografía e íconos, contraste de colores, claridad de las imágenes y gráficos (puntos)	Títulos: 80 - 120 pt Cuerpo de texto: 30 - 50 pt
Resistencia	Durabilidad ante la exposición a la intemperie	Grados centígrados	Mínimo 25° C – Máximo 35°C
Interacción	Permitir estimular los sentidos de las personas mediante elementos interactivos	Dicotómico	Sí/No
Durabilidad	Vida útil del sistema señalético	Años	> 5 años
Interés	Uso de los elementos que proporcionan una experiencia sobre el patrimonio geológico del área	Dicotómico	Sí/No
Estilo	Apariencia general del sistema señalético, implementando coherencia en el lenguaje semiótico y teniendo en cuenta la	Dicotómico	Si es coherente/No es coherente

	identidad de marca del PGCCh		
Materias primas	Materiales usados que permitan integrarse armoniosamente con el entorno natural y arquitectónico del mirador	Escala Likert (5 puntos)	Mayor a 3
Estandarización para replicabilidad	El diseño y la implementación de la señalética deben ser coherentes y consistentes, de modo que puedan replicarse en el futuro de manera fácil y efectiva	Dicotómico	Si/No
Señalética interpretativa (Miradores)			
Ubicación	Posición que tendrá la señalética	Dicotómico	Si se ubica en mirador/No se ubica en mirador
Seguridad	Indicar los peligros/riesgos naturales existentes	Dicotómico	Si se indican/No se indican
Interacción	Permitir estimular el sentido del tacto a las personas	Dicotómico	Si/No
Antropometría	Relación de las dimensiones corporales humanas y la señalética	Altura (cm)	Min: 50 cm Max: 170 cm
Señalización direccional (Ruta)			
Ubicación	Posición que tendrá la señalización	Dicotómico	Si se ubica en la ruta/No se ubica en la ruta
Altura	Altura de las señales ubicadas en calles o carreteras para orientar a los visitantes hacia un punto	Altura (cm)	En vías urbanas mínimo 75 o 90 x 75 o 90 cm. Para carreteras y vías urbanas de alta velocidad mínimo de 90 x 90 cm o 120 x 120 cm
Materias primas	Los tableros de la señalética deberán estar contruidos en materiales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación	Dicotómico	Si cumple/No cumple
Señalización informativa (Ruta)			

Ubicación	Posición que tendrá la señalización	Dicotómico	Si se ubica en la ruta/No se ubica en la ruta
Altura	Altura de las señales ubicadas en calles o carreteras para orientar a los visitantes hacia un punto	Altura (cm)	En vías urbanas mínimo 75 o 90 x 75 o 90 cm. Para carreteras y vías urbanas de alta velocidad mínimo de 90 x 90 cm o 120 x 120 cm
Seguridad	Indicar los peligros/riesgos naturales existentes	Dicotómico	Si se indican/No se indican
Materias primas	Los tableros de la señalética deberán estar contruidos en materiales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación	Dicotómico	Si cumple/No cumple

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice L.

5.2.6. Estrategia para configuración de contenidos

Una vez establecidos los productos del sistema señalético, conformados por señalética interpretativa para miradores y señalética orientativa e informativa para georutas y geositios, se realizaron cuatro actividades con los estudiantes del Semillero Patrimonio Geológico de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de recopilar información clave para el desarrollo del proyecto. Estas actividades fueron:

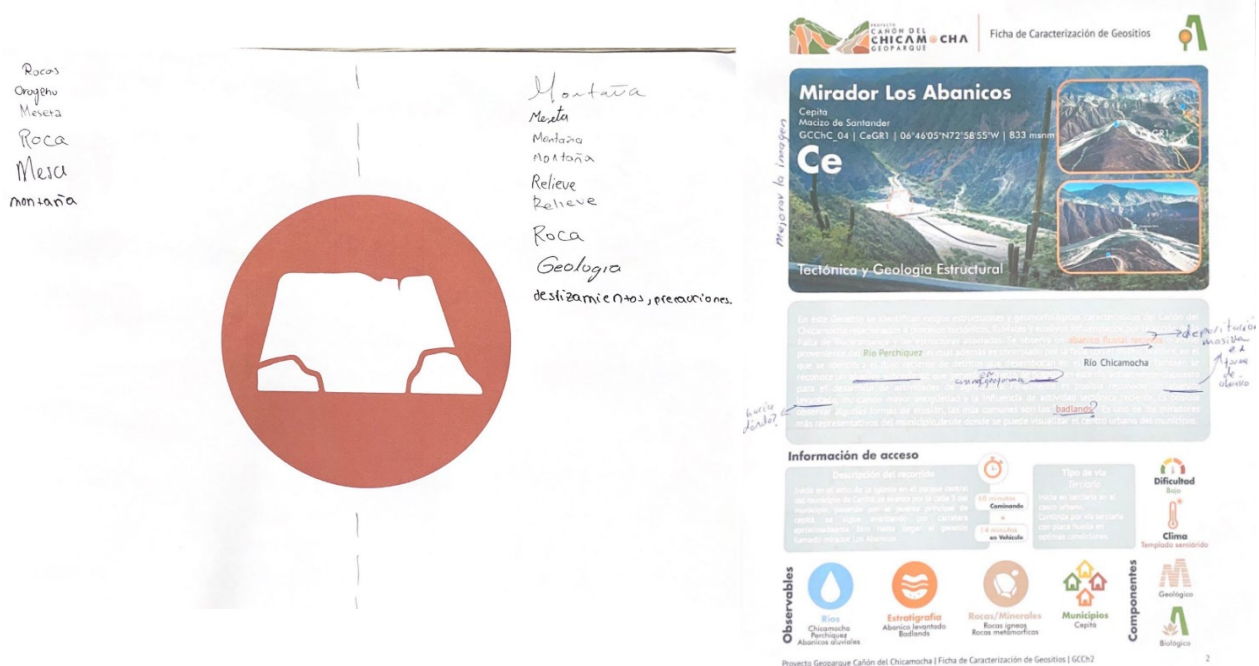
5.2.6.1. Actividad 1: Iconografía de observables y fichas de caracterización

En esta actividad, los participantes realizaron una categorización de los atractivos geológicos, clasificando la información de los geositios en tipologías previamente definidas o creando nuevas categorías según sus propios criterios.

Adicionalmente, se llevó a cabo una validación de los iconos. Los estudiantes asociaron estos elementos gráficos con conceptos y categorías específicas, evaluando su relación y proponiendo nombres para dichas categorías. Este ejercicio facilitó una mejor comprensión y coherencia en el diseño de los materiales visuales.

En cuanto a las fichas de caracterización de los geositios, los grupos analizaron aspectos como la legibilidad y la comprensión de la información. Para ello, se utilizaron hojas en blanco para registrar observaciones detalladas sobre cada ficha. Posteriormente, este mismo método fue aplicado a las fichas de georutas, promoviendo una retroalimentación constante entre los grupos.

Figura 35. Evidencias actividad 1.



Nota. Elaboración propia.

5.2.6.2. Actividad 2: Estructura de la Tierra y tipos de roca

Para el segundo Focus Group, se desarrollaron tres actividades relacionadas con la estructura de la Tierra, los tipos de rocas presentes en el Cañón del Chicamocha y su relación con el ciclo de las rocas.

En la primera actividad, se buscó identificar y definir las capas que conforman la estructura de la Tierra. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos: el primer grupo tuvo la tarea de asignar nombres a las capas en un gráfico de la estructura de la Tierra, mientras que el segundo grupo elaboró definiciones para cada capa utilizando términos sencillos y comprensibles para todo tipo de público. Posteriormente, ambos grupos intercambiaron sus resultados para realizar correcciones y validar la información.

La segunda actividad se enfocó en los tipos de rocas, su relación con la estructura del manto terrestre y su presencia en el Cañón del Chicamocha. Los estudiantes identificaron los tipos de rocas y su vínculo con el ciclo de las rocas. Mientras un grupo asignaba nombres a las rocas en un gráfico del manto terrestre, el otro grupo desarrollaba definiciones y ejemplos relevantes para cada tipo de roca. Al finalizar, los resultados fueron intercambiados entre los grupos para revisión y ajustes.

Figura 36. Evidencias actividad 2.



Nota. Elaboración propia.

5.2.6.3. Actividad 3: Observables

En el tercer Focus Group, los participantes integrantes del semillero trabajaron en la conceptualización de los observables del patrimonio geológico presentes en los miradores. El objetivo principal fue definir de manera adecuada y comprensible cada observable, clasificándolos según su naturaleza y características específicas, asegurando que la información fuera entendible para todo tipo de público.

Los estudiantes se organizaron en dos grupos. Al primer grupo se le asignaron los observables relacionados con Estratigrafía, Cuerpos de Agua y Geomorfología, los cuales debieron describir y contextualizar. El segundo grupo trabajó con las categorías de Rocas/Minerales, Extracción y Geología Estructural, elaborando definiciones para diversos tipos de rocas.

Al finalizar, ambos grupos socializaron sus resultados en una sesión de retroalimentación, donde se revisaron las definiciones y se realizaron ajustes generales para garantizar la coherencia y claridad de los conceptos presentados.

Figura 37. Evidencias actividad 3.



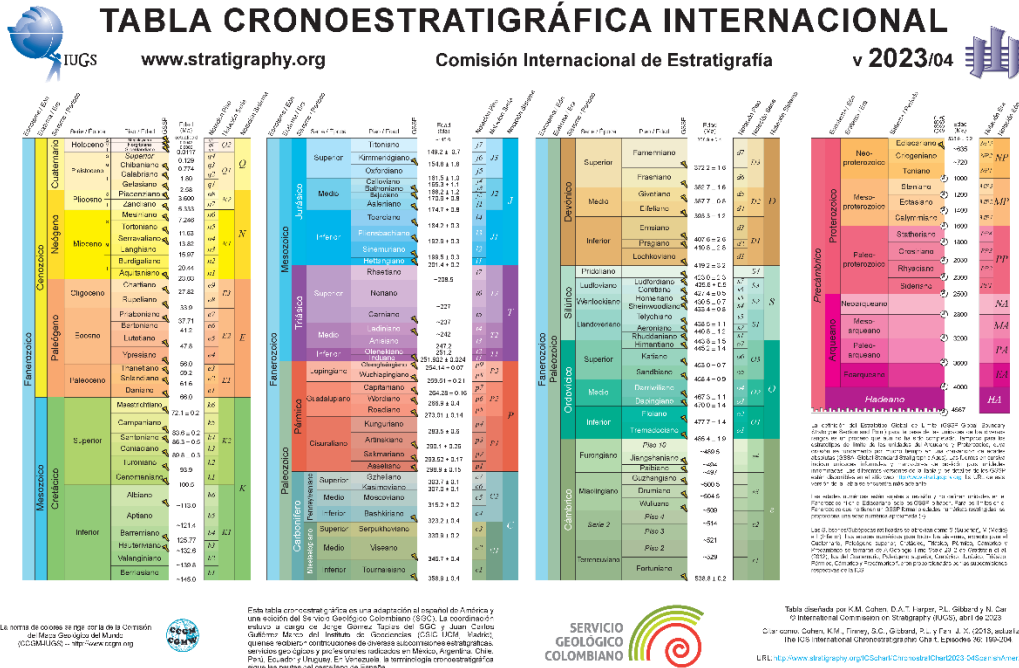
Nota. Elaboración propia.

5.2.6.4. Actividad 4: Escala cronoestratigráfica

En esta actividad no se desarrolló un focus group, sino que se elaboró una escala cronoestratigráfica basada en diversas fuentes de información previamente recopiladas.

Primero, se tomó como referencia la escala desarrollada en la cartilla para el proyecto “*Diseño de Estrategias Educomunicativas Orientadas a la Apropiación de la Comunidad en el Proyecto de Postulación a la UNESCO del Geoparque Cañón del Chicamocha*”, realizado por Irania Ávila y María Cecilia Ramírez (2023). Además, se utilizó la Tabla Cronoestratigráfica Internacional versión 2023/04 del Servicio Geológico Colombiano (SGC) (Figura 38) y, por último, se integró información proveniente del documento “*Material para actividades de divulgación geoeseducativa en la región del Cañón del Chicamocha. Resumen: Historia de la evolución geológica del Cañón del Chicamocha*”, elaborado por Mauricio Carrillo, como aporte para el Semillero de Investigación en Patrimonio Geológico de la Universidad Industrial de Santander. Dicho informe se puede consultar en: [Resumen: Historia de la evolución geológica del Cañón del Chicamocha](#)

Figura 38. Tabla Cronoestratigráfica Internacional del SGC



Nota. Cohen et al., 2013.

La escala cronoestratigráfica resultante (Figura 39) reunió estas tres fuentes de información para proporcionar una herramienta de divulgación que facilite la comprensión de la evolución geológica de la Tierra.

Figura 39. Escala cronoestratigráfica.



Nota. Elaboración propia.

5.3. Idear

Con base en el proceso realizado para perfilar y definir los usuarios objetivos y la propuesta de valor, se dio inicio a la etapa creativa de generación de alternativas. En primer lugar, se identificaron los puntos clave donde debía ubicarse señalética, lo cual se analizó a través del *Customer Journey Map*. A partir de este análisis, se diseñó un sistema señalético conformado por diferentes tipos de señalética: interpretativa, orientativa, identificativa e informativa. Dado que el énfasis de este proyecto son los miradores, se comenzó con el diseño de la señalética interpretativa para estos puntos, y a partir de ello, se configuraron los demás elementos del sistema. Según las necesidades específicas de cada sitio, se definió el tipo de señalética a utilizar, de acuerdo con la siguiente estructura:

1. Señalética interpretativa: para miradores y observables. En estos puntos, se facilita el reconocimiento de los patrimonios mediante paneles interpretativos que proporcionan información clara y atractiva, con el objetivo de conectar a los visitantes con el entorno.

2. Señalética identificativa: en las entradas del geoparque. Aquí, el propósito es que los turistas, antes de ingresar al área delimitada por el Geoparque Cañón del Chicamocha, puedan identificar que están accediendo a este lugar.

3. Señalética orientativa: para senderos y la carretera nacional. Su objetivo es guiar a los visitantes, proporcionándoles información clara sobre las direcciones a seguir y las distancias a recorrer para llegar a los puntos de interés dentro del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha.

4. Señalética informativa: para georutas, geositios, municipios y fachadas. Su objetivo es proporcionar datos técnicos y prácticos que ayuden a los visitantes a planificar y disfrutar su experiencia, ofreciendo información clara y estructurada sobre los elementos que conforman el Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha.

Teniendo en cuenta esto, se elaboró un tablero de inspiración, herramienta fundamental en esta etapa del proyecto, ya que facilita la recopilación de referencias visuales que orientan el diseño. En este caso, se utilizó Pinterest para reunir ideas sobre señalética interpretativa, elementos gráficos, materiales, colores y estilos que reflejan los objetivos del proyecto. A continuación, se incluye el enlace para su consulta: [Tablero de inspiración de Pinterest](#)

Así mismo, se creó un *moodboard* como herramienta visual que reúne imágenes, colores, texturas y conceptos diseñados para reflejar la esencia y el tono que se desea transmitir en el diseño. Su propósito es establecer la atmósfera que guiará la experiencia, basándose en la identidad visual y cultural del Geoparque y las características de sus usuarios.

Para su elaboración, se tomaron como referencia los colores y elementos del sistema señalético descritos en el manual del proyecto *Diseño de Estrategias de Identidad y Comunicación Visual para la Articulación de los Geositios del Geoparque Cañón del Chicamocha*, desarrollado por Ana Niño, Andrea Rodríguez y Astrid Aillón (2023). Además, se incluyeron referencias del tablero de inspiración en Pinterest, texturas asociadas al paisaje del Cañón del Chicamocha y materiales funcionales para la intemperie de la región, como cemento, madera, piedra Barichara y tapia pisada.

Figura 40. Moodboard.



Nota. Elaboración propia.

5.3.1. Configuración de los productos del sistema señalético

La generación de alternativas se desarrolló en dos fases para garantizar un diseño funcional y coherente del sistema señalético. Inicialmente, se priorizó el diseño de la señalética interpretativa para los miradores, debido a su relevancia como puntos clave para la visibilidad de los recursos patrimoniales y su alta afluencia de visitantes. Esta señalización busca facilitar la comprensión del patrimonio geológico a través de paneles accesibles para todo tipo de turistas.

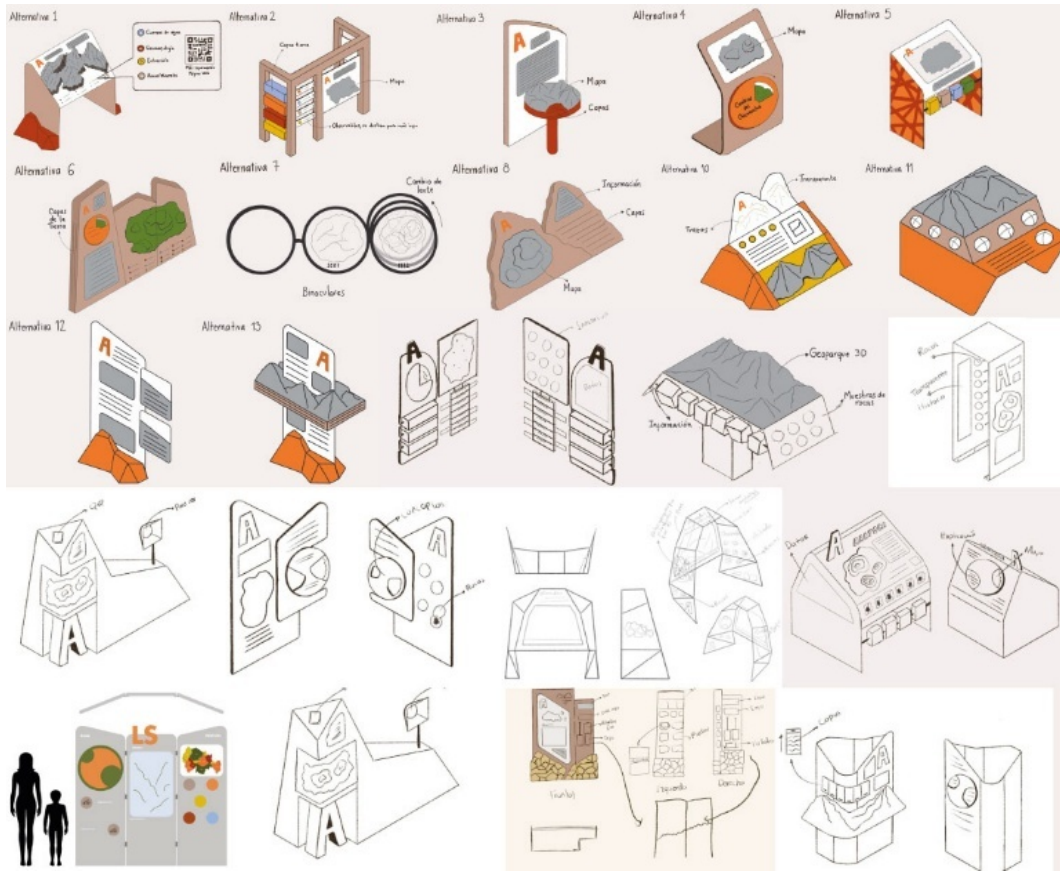
A partir del estilo visual y conceptual establecido en la señalética interpretativa, se realizó el diseño de las demás señaléticas que conforman el sistema. Este enfoque aseguró una identidad visual uniforme y consistente en todos los elementos, armonizando aspectos gráficos, funcionales y de producción.

5.3.2. Señalética interpretativa para miradores

5.3.1.1. Bocetos iniciales

La etapa de bocetación inicial se centró en desarrollar alternativas que equilibraran un atractivo estético con funcionalidad, adaptándose a las características específicas de los miradores. Se clasificaron en dos tipos principales: miradores pequeños, con áreas más reducidas, y miradores grandes, con mayor espacio disponible. Además, se integraron elementos interactivos en los diseños para atraer la atención de los visitantes, incentivando su acercamiento e interacción con la señalética. Esto enriquece la experiencia del usuario y fomenta un mayor interés por la información proporcionada. Por último, se seleccionaron materiales que fueran compatibles con el ecosistema del cañón y que armonizaran visualmente con el entorno natural.

Figura 41. Recopilación de los bocetos iniciales para señalética interpretativa de miradores.



Nota. Elaboración propia. [Enlace bocetos iniciales.](#)

5.3.1.2. Evolución de bocetos iniciales

Los bocetos iniciales de señalética interpretativa para los miradores que cumplieran con los parámetros establecidos en el proyecto, como las dimensiones, los materiales a implementar, la viabilidad y la coherencia, fueron seleccionadas para su posterior evolución, pulido y mejora. Así mismo, se tomaron en cuenta las opiniones y retroalimentaciones de actores del sector académico, científico y colegas del área del diseño industrial.

Figura 42. *Recopilación de los bocetos evolucionados de señalética interpretativa para miradores.*



Nota. Elaboración propia. [Enlace de evolución de bocetos.](#)

5.3.1.3. Selección de alternativa

Una vez completada la evolución de los bocetos, se seleccionaron las cinco opciones más prometedoras para proceder con la elección de la señalética interpretativa final destinada a los miradores. Este proceso de selección se llevó a cabo utilizando el Método de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), el cual permitió evaluar y jerarquizar las cinco alternativas en función de criterios previamente establecidos.

Figura 43. Cinco alternativas escogidas.



Nota. Elaboración propia.

El proceso analítico jerárquico fue realizado por los dos integrantes de este proyecto, Daniela y Andrés. Cada uno evaluó de manera independiente las cinco alternativas seleccionadas, calificándolas según los siguientes criterios:

1. Viabilidad: Materiales trabajables, procesos, instalación, complejidad de formas, dificultad y costo.

2. Ergonomía: Legibilidad, percepción, usabilidad y lenguaje de uso.

3. Dimensiones: Alturas, percentiles, proporciones, distancias y alturas de manipulación.

4. Aspecto formal-estético: Colores, formas, armonía visual, acabados, contraste y evocación de valores.

5. Coherencia: Coherencia con la señalética existente, coherencia con el entorno y coherencia entre los elementos del sistema.

Cada criterio fue calificado con una puntuación del 1 al 10, donde 10 indicaba el mayor nivel de cumplimiento del valor o criterio y 1 el menor. Tras esta evaluación, se tabularon los resultados individuales de Daniela y Andrés, obteniendo un valor promedio para cada criterio en cada alternativa.

Con estos valores, se realizó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), una metodología que permite estructurar y jerarquizar decisiones complejas mediante la comparación de criterios y alternativas. El AHP asigna pesos relativos a cada criterio según su importancia, lo que facilita la identificación de la alternativa más adecuada en función de los objetivos del proyecto.

Finalmente, tras analizar los resultados generados por este proceso, la alternativa 5 fue seleccionada como la propuesta ganadora para la señalética interpretativa de los miradores.

Figura 44. Resultado Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

CRITERIOS	PROMEDIOS					PRIORIZACIÓN	%	
	VIABILIDAD	ERGONOMÍA	DIMENSIONES	FORMAL ESTETICO	COHERENCIA			
ALTERNATIVAS								
ALTERNATIVA 1	0.336	0.154	0.405	0.184	0.043	0.213	21.3%	2
ALTERNATIVA 2	0.120	0.077	0.059	0.110	0.441	0.174	17.4%	4
ALTERNATIVA 3	0.316	0.154	0.144	0.319	0.135	0.206	20.6%	3
ALTERNATIVA 4	0.042	0.308	0.144	0.069	0.089	0.144	14.4%	5
ALTERNATIVA 5	0.185	0.308	0.248	0.319	0.292	0.263	26.3%	1
PONDERACIÓN	0.286	0.290	0.122	0.071	0.232	1.000	100.0%	

Nota. Elaboración propia. Para información detallada, consultar el Apéndice M.

5.3.1.4. Alternativa final evolucionada

Para la evolución de la alternativa final, se desarrolló un primer modelo tridimensional que permitió analizar con mayor precisión las dimensiones reales de la señalética. Este modelo 3D facilitó la visualización de la disposición de los paneles de información, asegurando que los elementos fueran funcionales, estéticamente coherentes con el entorno y que la legibilidad de la

información fuera adecuada. El desarrollo del modelo también brindó una perspectiva más realista de la alternativa, lo que resultó fundamental para identificar posibles ajustes antes de proceder con el prototipado.

Figura 45. Alternativa de señalética interpretativa para miradores evolucionada.



Nota. Elaboración propia.

5.3.2. Sistema señalético

5.3.2.1. Bocetos iniciales

El desarrollo de los bocetos iniciales del sistema señalético se basó en el diseño evolucionado de la señalética interpretativa para miradores (Figura 45). Este diseño fue fundamental para estructurar un sistema integral compuesto por diferentes tipos de señalética, adaptados a las particularidades y necesidades del Geoparque Cañón del Chicamocha.

La experiencia de los visitantes comienza con la señalética de identificación o bienvenida, ubicada en las entradas del geoparque. Su propósito es dar la bienvenida, marcar los accesos principales y reforzar la identidad visual del Geoparque.

Al avanzar por el recorrido, los visitantes encuentran la señalética informativa para las georutas, la cual brinda una visión general de cada georuta antes de iniciar el trayecto. Estas señales detallan los caminos a seguir y los geositios que conforman la ruta. En complemento, la señalética

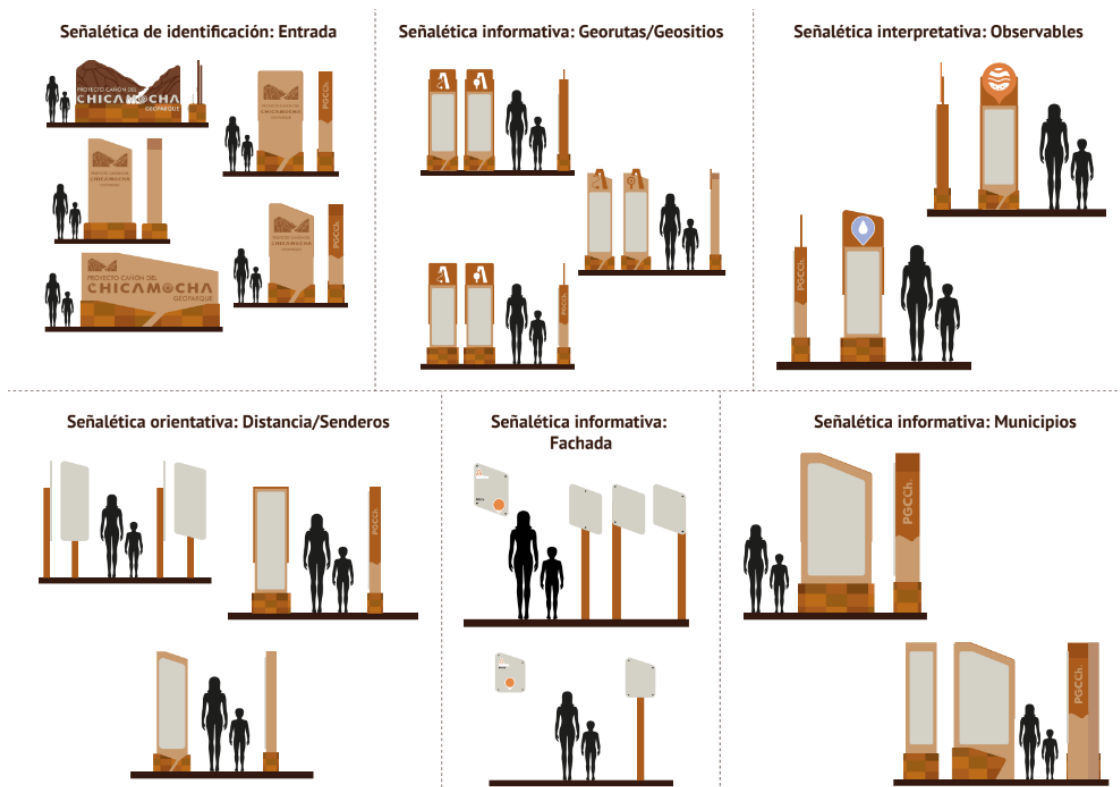
informativa para geositios, localizada directamente en cada punto de interés, ofrece información específica sobre lo que los visitantes están observando.

Para facilitar la navegación, el sistema incluye señalética orientativa, que guía a los visitantes indicando distancias entre puntos clave, rutas hacia miradores y senderos a seguir, asegurando una experiencia fluida y organizada.

En los observables, se implementa la señalética interpretativa. Su diseño incorpora símbolos específicos visibles desde miradores y puntos estratégicos, permitiendo la identificación de los observables incluso desde la distancia.

Finalmente, en los municipios que forman parte del Geoparque, se implementan dos tipos adicionales de señalética: la informativa para fachadas y la informativa municipal. Esta última se ubica en puntos centrales como parques y presenta un mapa del municipio con sus principales lugares de interés.

Figura 46. Recopilación de bocetos iniciales para el sistema señalético.



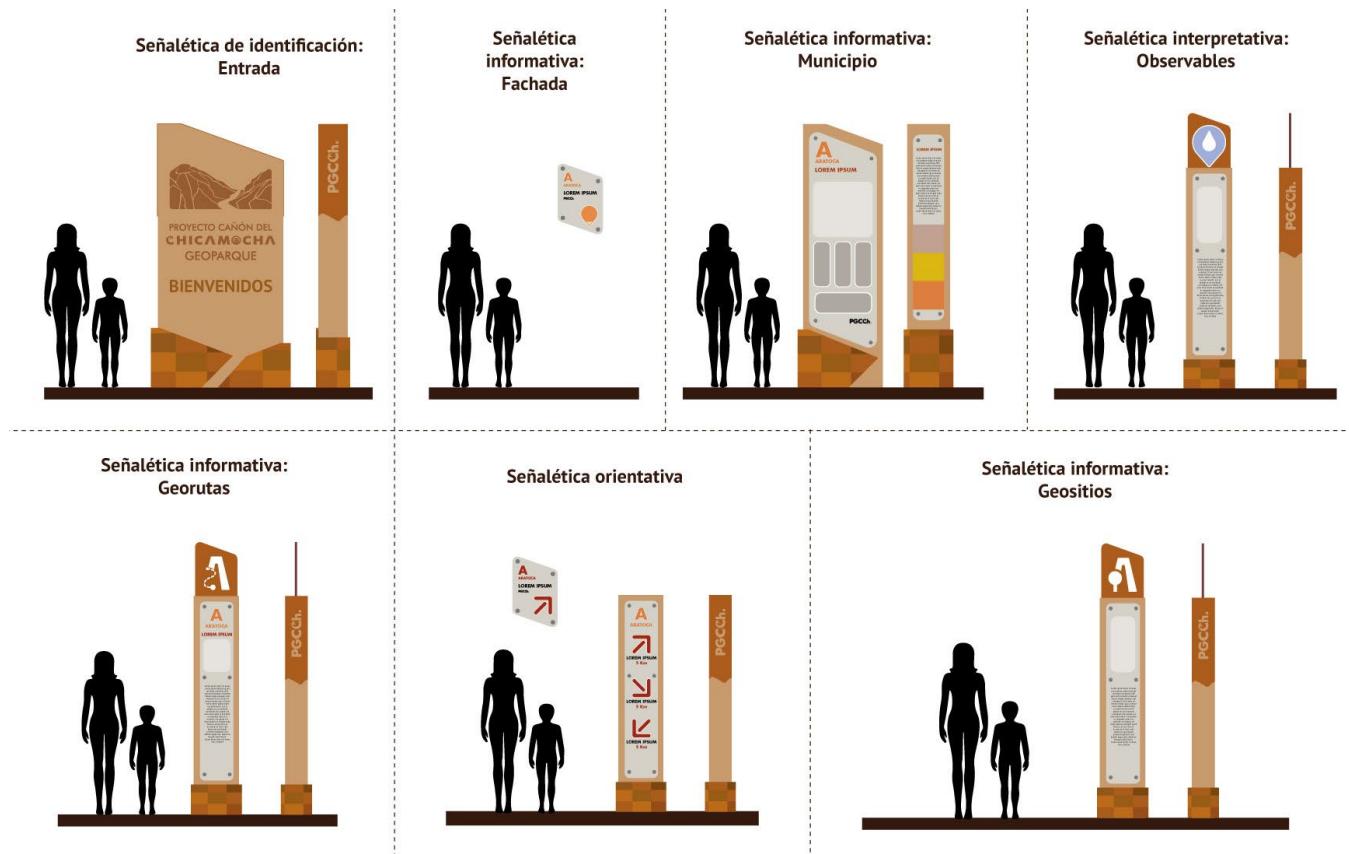
Nota. Elaboración propia. [Enlace bocetos iniciales.](#)

5.3.2.2. Elección y evolución de alternativas

La selección de las alternativas se llevó a cabo por los integrantes del proyecto, Andrés y Daniela, quienes eligieron el boceto más adecuado considerando una serie de criterios clave. Entre estos se incluyeron la viabilidad del diseño, la ergonomía, las dimensiones y el aspecto formal-estético. Además, se tuvo en cuenta la necesidad de facilitar la producción en serie de los paneles, manteniendo uniformidad en los diseños para evitar la creación de múltiples formas diferentes durante su fabricación. También se priorizó una armonía visual que reflejara los valores del Geoparque, así como la coherencia, garantizando que los diseños se integraran de manera consistente con el entorno y con los demás elementos del sistema señalético.

Con base en esta selección, se procedió a la evolución de los diseños iniciales para desarrollar las alternativas finales correspondientes a cada tipo de señalética que conforma el sistema. Este proceso permitió ajustar y perfeccionar cada propuesta, asegurando su funcionalidad, estética y adecuación a las necesidades específicas del Geoparque Cañón del Chicamocha.

Figura 47. Evolución alternativas finales sistema señalético.



Nota. Elaboración propia. [Enlace alternativas finales.](#)

5.4. Prototipar

En la etapa de prototipado, el primer paso fue la maquetación de los paneles destinados a la señalética interpretativa para los miradores. A partir de estas primeras maquetas, se realizaron validaciones con la Escuela de Geología, quienes proporcionaron retroalimentación que permitió realizar ajustes en los diseños. Estas modificaciones dieron paso a la maquetación final, refinando los paneles para que cumplieran con los requisitos establecidos.

Una vez completada la maquetación de los paneles interpretativos para los miradores, se continuó con la creación de maquetas para el resto de los elementos del sistema señalético. Este proceso permitió garantizar la coherencia y funcionalidad en todo el sistema.

Para concluir la etapa de prototipado, se desarrollaron los modelos 3D de cada uno de los elementos que conforman el sistema señalético. Estos modelos permitieron visualizar de manera precisa las dimensiones, la disposición y la integración de los elementos, facilitando la comprensión del diseño y sirviendo como base para su posterior validación y producción.


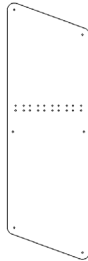
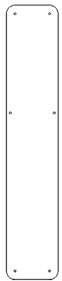
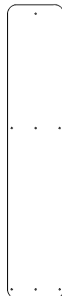
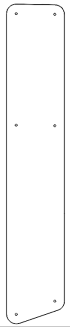
5.4.1. Tipología de paneles para el sistema señalético


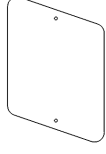
La alternativa final de la señalética interpretativa para miradores (Figura 45), que busca la transmisión de conocimiento mediante un sistema de paneles, se clasificó en cuatro tipos de paneles debido a sus características formales y físicas: Panel Principal, Panel Conceptos, Panel Estructura y Panel Evolución. Estos paneles fueron considerados como punto de partida para el diseño, dimensionamiento y estructuración de las demás señaléticas que conforman el sistema.

A continuación, en la Tabla 9, se detallarán las características de cada panel resultante de esta estructuración, incluyendo sus dimensiones, perforaciones, materiales posibles y el peso correspondiente a cada tipo de material, con el fin de estandarizar su producción para todas las señaléticas del sistema.

Tabla 9. *Tabla de tipología de paneles.*

Tipología de paneles					
Imagen	Nombre	Dimensiones (cm)	Posibles materiales	Peso (kg)	Perforaciones

	Panel 1	187.5 x 60 x 0.6	Acrílico	7.32	6 (1.1cm de diámetro)
			Polipropileno	5.44	
			PVC	7.93	
			Acero galvanizado	51.1	
	Panel 1.1	187.5 x 60 x 0.6	Acrílico	7.30	6 (1.1cm de diámetro)
			Polipropileno	5.42	
			PVC	7.91	
			Acero galvanizado	47.9	
	Panel 2	160 x 30 x 0.6	Acrílico	3.43	6 (1.1cm de diámetro)
			Polipropileno	2.54	
			PVC	3.72	
			Acero galvanizado	22.54	
	Panel 2.1	160 x 30 x 0.6	Acrílico	3.43	7 (0.79cm de diámetro)
			Polipropileno	2.54	
			PVC	3.72	
			Acero galvanizado	22.54	
	Panel 3	167.8 x 30 x 0.6	Acrílico	3.52	6 (1.1cm de diámetro)
			Polipropileno	2.61	
			PVC	3.82	
			Acero galvanizado	23.1	

	Panel 4	40 x 25 x 0.6	Acrílico	0.55	4 (1.1cm de diámetro)
			Polipropileno	0.41	
			PVC	0.60	
			Acero galvanizado	3.61	
	Panel 4.1	40 x 25 x 0.6	Acrílico	0.55	2 (0.79cm de diámetro)
			Polipropileno	0.41	
			PVC	0.60	
			Acero galvanizado	3.61	

Nota. Elaboración propia.

5.4.2. Maquetación paneles interpretativos para miradores

5.4.2.1. Maquetación inicial

Teniendo en cuenta cada tipología de panel, se realizaron las respectivas maquetaciones y diseños para los paneles interpretativos, informativos, orientativos e identificativos que componen todo el sistema señalético. Inicialmente, debido al enfoque principal del proyecto, se desarrolló una maquetación más detallada de la información que incluiría cada uno de los cuatro paneles mencionados anteriormente, los cuales pertenecen a la señalética interpretativa para miradores, junto con las tarjetas de observables.

Tabla 10. *Tabla de maquetación inicial de paneles.*

Paneles interpretativos para miradores			
Nombre	Tipología	Nombre	Tipología
Principal	Panel 1.1	Estructura	Panel 3
Descripción		Descripción	



Panel interpretativo que contiene la información de cada mirador, su posición geográfica, su nombre, los observables que se pueden percibir desde dicho mirador, así mismo, contiene unas tarjetas interpretativas con información de cada observable.



Panel interpretativo que contiene la información necesaria para comprender y reconocer las partes principales de la Tierra y los tipos de roca existentes, así mismo, entender gráficamente el ciclo de las rocas y su importancia.



Nombre Tipología

Conceptos Panel 2

Descripción

Panel interpretativo e informativo que transmite los conceptos principales de los Geoparques, así mismo, nos presenta los tipos de patrimonio presentes dentro de los recursos del Cañón del Chicamocha.



Nombre Tipología

Evolución Panel 2

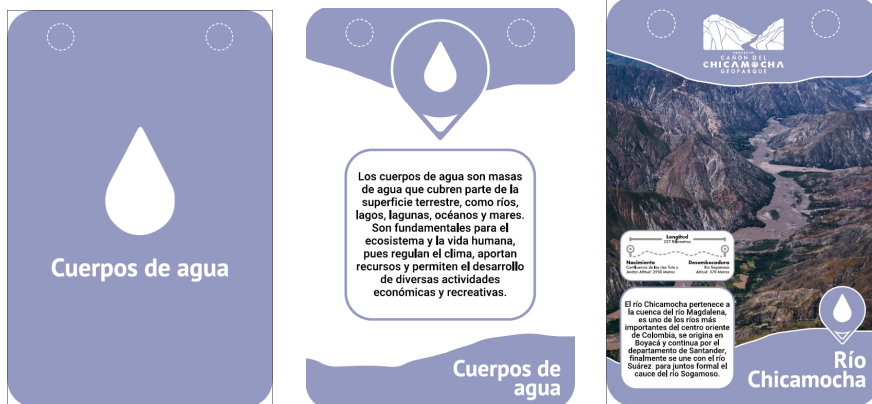
Descripción

Panel interpretativo que contiene la información correspondiente a todo el tema tectónico del planeta y el Cañón del Chicamocha, así mismo, contiene un gráfico explicativo de toda la evolución geológica de nuestro planeta haciendo énfasis en sucesos importantes en el Cañón del Chicamocha.

Nombre

Tarjetas de observables

Descripción



Tarjetas diseñadas especialmente para reconocer la información específica de cada recurso que se puede observar desde los miradores, con el fin de interpretar y reconocer de manera más rápida cada uno de estos recursos.

Nota. Elaboración propia. [Visualización maquetación inicial.](#)

5.4.2.2. Validación de información

Los paneles interpretativos desempeñan un papel crucial dentro de la señalética para miradores debido a su posición estratégica para el reconocimiento del patrimonio en el Geoparque. Por ello, es fundamental que los contenidos de estos paneles sean validados por expertos en el área, como geólogos. En este contexto, se llevó a cabo un proceso de validación de contenidos y percepción visual con estudiantes de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, quienes forman parte del Semillero de Patrimonio Geológico. Adicionalmente, se realizó una sesión de revisión y corrección con un profesor de la misma escuela. Los ajustes derivados de estas actividades dieron como resultado los paneles interpretativos finales diseñados para los miradores.

Actividad con estudiantes del semillero: El proceso de validación con los estudiantes se desarrolló en dos fases. En la primera fase, se hizo una validación de contenidos gráficos. En esta etapa, se diseñó un formulario (Figura 48) con el objetivo de evaluar los prototipos de los paneles interpretativos. Se evaluaron criterios como estética, legibilidad, coherencia, diagramación y comprensión de la información.

Figura 48. Formulario de Google (Validación de contenidos gráficos).

Validación de contenidos gráficos de señalética interpretativa para miradores

Este formulario tiene como objetivo validar los contenidos gráficos de los prototipos de los paneles diseñados para la señalética interpretativa para reconocer el patrimonio geológico en miradores del Proyecto Geoparque Cañón del Chicomocha. Su colaboración es fundamental para evaluar aspectos estéticos, legibilidad, coherencia, diagramación y comprensión de la información, entre otros. La información recopilada será utilizada exclusivamente para fines académicos y permitirá optimizar el diseño y los contenidos de los paneles.

Agradecemos su tiempo y disposición para participar en esta validación.

danielita132001@gmail.com [Cambiar cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria


Consentimiento Informado

Dando cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 1581 de 2012, "Por el cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales" y de conformidad con lo señalado en el Decreto 1377 de 2013.

Teniendo en cuenta lo anterior, autoriza usted de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca para tratar sus datos personales de acuerdo con su Política de Tratamiento de Datos Personales para los fines relacionados con el proyecto de grado.

Si autorizo
 No autorizo

Alternativa por evaluar...



Nota. Elaboración propia. [Formulario validación de contenidos.](#)

La actividad comenzó con una explicación metodológica a los estudiantes, seguida de la presentación de los prototipos. Estos consistían en paneles en tamaño real elaborados en cartón corrugado, con la información impresa en adhesivo. Cada panel: principal, estructura, conceptos y evolución (Tabla 10), se colgó en la pared para su evaluación individual.

Los seis estudiantes participantes completaron el formulario de Google, que incluía preguntas específicas para cada panel y una sección final para evaluar la coherencia visual, la distribución de contenidos y la efectividad comunicativa de los paneles en conjunto. Además, se recopilaron sugerencias y comentarios generales para identificar posibles mejoras en el sistema de señalética.

En la segunda fase, se realizó la corrección de contenidos. Los estudiantes se dividieron, asignándoles la tarea de revisar y corregir la información presentada en los paneles. Estas correcciones se registraron en hojas que se proporcionaron para tal fin, permitiendo un registro y análisis detallado.

Figura 49. Evidencia corrección de contenidos.

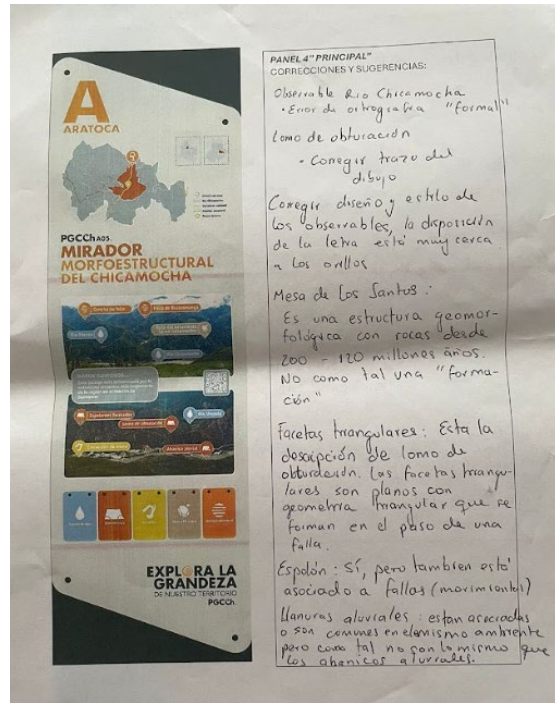


Figura 50. Evidencia fotográfica de la actividad



Nota. Elaboración propia.

Evaluación heurística: Se llevó a cabo la validación de la información con el profesor Francisco Velandia, quien forma parte de la Escuela de Geología. El profesor Velandia tiene experiencia y un sólido enfoque académico en geología regional, neotectónica, geomorfología, geología estructural aplicada a hidrogeología, amenazas geológicas y exploración de recursos del subsuelo.

En primer lugar, se le explicó el objetivo y el alcance del proyecto, seguido de la presentación de las tarjetas y los paneles de manera presencial. Posteriormente, se le envió un correo con un documento en formato Word, que contenía las imágenes de cada uno de los paneles. Además de los cuatro paneles mencionados anteriormente, el correo incluía los paneles principales que se desarrollaron para todos los miradores identificados hasta el momento en el área del Cañón, como parte del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha.

Figura 51. Documento con correcciones realizadas para los paneles.



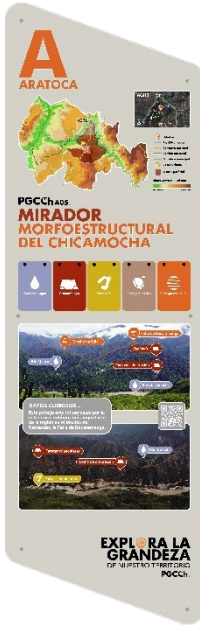
Para consultar todos los documentos relacionados con la validación de la información de los paneles interpretativos diseñados para los miradores, diríjase al **Apéndice N**.

5.4.2.3. Maquetación final

Una vez realizada la validación de la información con los estudiantes y el profesor, se llevaron a cabo las correcciones necesarias para cada uno de los paneles, lo que dio como resultado lo que se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Tabla de maquetación final de paneles.

Paneles interpretativos para miradores			
Nombre	Tipología	Nombre	Tipología



Principal Panel 1.1

Correcciones realizadas

Se realizó un mapa con indicador de altitud y georreferenciado la georuta a la que pertenece el mirador. Se intercambiò la posición de las tarjetas por temas ergonómicos y de fácil manipulación. Se disminuyó el tamaño de los íconos de observables para facilitar la visión del entorno, se agregó traducción al inglés en las tarjetas.



Estructura Panel 3

Correcciones realizadas

Se intercambiò la sección de tectónica y fallas para relacionarlo con la estructura de la Tierra. Se modificaron las jerarquías y tamaños de los textos de definición de la estructura de la Tierra, se utilizò un gráfico nuevo para relacionar la litosfera, se utilizò un gráfico nuevo para las placas tectónicas y fallas geológicas.

Nombre Tipología

Conceptos Panel 2

Correcciones realizadas

Se realizaron ajustes de redacción y tamaño de letra para facilitar la legibilidad, así mismo se quitaron algunas sombras fuertes que no dejaban percibir de manera correcta las imágenes. Se cambiò la imagen de la cabra por la de una ceiba barrigona.



Nombre Tipología

Evolución Panel 2

Correcciones realizadas

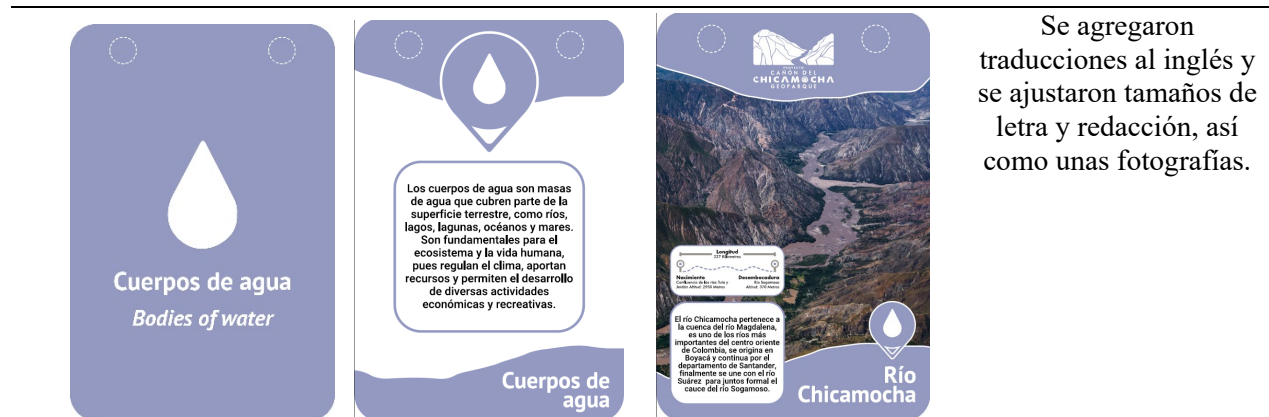
Se intercambiò la sección de rocas y ciclo de rocas para relacionarlo de manera directa con la evolución geológica del planeta, se ajustaron algunos tamaños de letra e íconos.



Nombre

Tarjetas de observables

Descripción



Se agregaron traducciones al inglés y se ajustaron tamaños de letra y redacción, así como unas fotografías.

Nota. Elaboración propia. Visualización maquetación final.

5.4.3. Maquetación paneles sistema señalético

Teniendo en cuenta la estética, los componentes, la iconografía y los demás elementos gráficos utilizados en la maquetación de los paneles interpretativos para miradores, se diseñaron los paneles correspondientes al sistema señalético. A continuación, se presentan los diferentes paneles, junto con la tipología de cada uno y el tipo de señalética al que pertenece. Cada diseño mostrado en la Tabla 12 representa un único ejemplo de su respectiva tipología de panel.

Tabla 12. Tabla de maquetación de paneles para el sistema señalético.

Señalética informativa para municipios			
Nombre	Tipología	Nombre	Tipología
Principal	Panel 1	Conceptos	Panel 2
Descripción		Descripción	

Nombre: Principal

Tipología: Panel 1

Descripción: This panel provides a comprehensive overview of Barichara, including a map, a QR code for more information, and detailed sections on tourism, culture, and commerce.

Panel informativo que nos muestra de manera georreferenciada los lugares de interés cultural, turístico y gastronómico dentro del casco urbano de los municipios pertenecientes al Geoparque, así mismo, posee un QR directo a la página web con el fin de conocer más sobre el Geoparque.



Panel interpretativo e informativo que transmite los conceptos principales de los geoparques, así mismo, nos presenta los tipos de patrimonios presentes dentro de los recursos del Cañón del Chicamocha.

Señalética informativa de georuta

Señalética informativa de geositio



Nombre Georuta
Tipología Panel 2

Descripción

Panel informativo ubicado de manera estratégica en el inicio de cada georuta, con el fin de proveer a los visitantes toda la información posible sobre la georuta que van a realizar: información técnica, recorrido, observables, geositios y características especiales de cada georuta.



Nombre Geositio
Tipología Panel 2

Descripción

Panel informativo que contiene la información de cada uno de los geositios pertenecientes a las distintas georutas, en este panel se puede apreciar un texto descriptivo en el que se informa a los visitantes sobre la importancia geológica de este geositio y todo lo que ofrece, así mismo, con un mapa se da la referencia geográfica de ubicación.

Señalética interpretativa de observables

Señalética orientativa de sendero

Nombre Observable
Tipología Panel 2

Descripción

Nombre Senderos
Tipología Panel 2

Descripción



Panel informativo sobre cada uno de los posibles observables existentes en el entorno natural del Geoparque, se subdivide en cada una de las categorías de observables identificadas, y dependiendo a la categoría se diseña el tipo de información a mostrar.



El panel orientativo para senderos se presenta en dos versiones: el de la izquierda, para señalética con base de tapia pisada, y el de la derecha, para señalética vertical de poste. Ambos incluyen flechas para orientar a los turistas, así como información técnica sobre la duración, dificultad y distancia del recorrido. Estas dos opciones ofrecen flexibilidad para adaptarse al espacio disponible.

Señalética orientativa de carretera

Señalética informativa de fachadas



Nombre	Tipología
Carretera	Panel 2.1 Panel 4.1

Descripción
La señalética orientativa para carretera consta de dos versiones: el panel de la izquierda, tipo 2.1, con base de tapia pisada, y el panel de la derecha, tipo 4.1, modular. La modularidad del panel 4.1 permite instalar varios paneles en señalética vertical de poste según sea necesario. Estas opciones ofrecen flexibilidad, permitiendo elegir la más adecuada según el espacio disponible.



Nombre	Tipología
Fachada	Panel 4

Descripción
Panel informativo que facilita a los visitantes la identificación de lugares de interés y se ubica en las fachadas. Se divide en dos tipos: lugares generales y lugares particulares. La principal diferencia es que, en los lugares particulares, se agrega el identificativo del municipio, ya que estos lugares solo se encuentran en esa localidad.

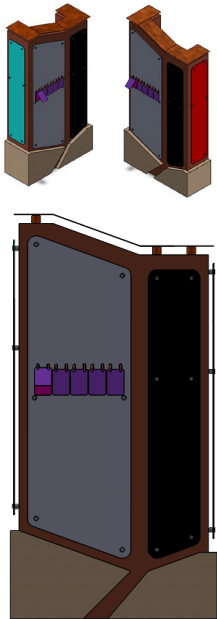




Nota. Elaboración propia.








5.4.4. Configuración de diseño para la manufactura

Con base en los conceptos formales definidos para los contenidos del sistema señalético, se inició el proceso de diseño para manufactura (CAx), implementando herramientas CAD y CAE. Mediante el modelado CAD (Computer-Aided Design), se dio continuidad a la etapa de diseño y prototipado, permitiendo visualizar y verificar los componentes del sistema antes de su construcción. Para este propósito, se utilizó SolidWorks, un software avanzado de modelado paramétrico que facilita la creación de representaciones digitales precisas en tres dimensiones.

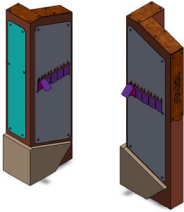

El propósito del modelado 3D en este contexto fue múltiple. En primer lugar, se realizó para obtener las dimensiones reales de todo el sistema señalético, permitiendo tener una idea más precisa de cómo se verían los paneles y sus elementos en un entorno real. Además, el modelado 3D permitió realizar simulaciones y verificaciones de los materiales, asegurando que la elección de estos fuera adecuada para las condiciones de uso previstas. También, se buscó la posterior generación de renders realistas que facilitarían la presentación y evaluación del diseño. En resumen, la construcción de modelos 3D ayudó a prevenir posibles problemas y garantizar que el sistema de señalética cumpliera con los objetivos funcionales y estéticos del proyecto.

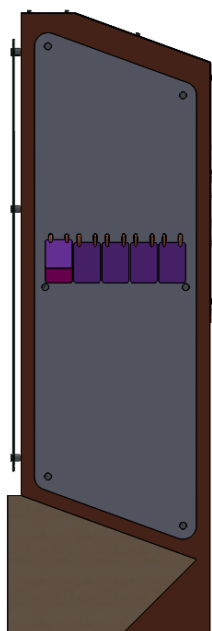
Tabla 13. Tabla de componentes de modelado 3D y sus respectivos materiales.









Señalética Interpretativa para miradores grandes		Componentes		
		<p>ETP1. Estructura doble “L” de tapia pisada</p>	<p>Dimensiones 2.30 m x 1.10 m x 0.40 m Área 8.08 m2 Volumen 0.6591 m3</p>	<p>Material: Tierra apisonada provisionada del lugar de instalación</p>
		<p>BPB1. Base de piedra tipología 1</p>	<p>Dimensiones 0.5 m x 0.7 m x 0.40 m x 0.05 m de espesor</p>	<p>Material: Piedra de Barichara (Arenisca)</p>
		<p>BPB2. Base de piedra tipología 2</p>	<p>Dimensiones 0.5 m x 0.7 m x 0.40 m x 0.05 m de espesor</p>	<p>Material: Piedra de Barichara (Arenisca)</p>
		<p>P1.1. Panel principal</p>	<p>Dimensiones 187.5 cm x 60 cm x 0.6 cm</p>	<p>Material: Acrílico/PVC/Polipropileno/ Lamina metálica 6mm de grosor, perforado y cortado, con adhesión de</p>

	P2. Panel Conceptos Panel Evolución	Dimensiones 160 cm x 30 cm x 0.6 cm	vinilo con técnica tipo espejo para el panel.
	P3. Panel Estructura	Dimensiones 167.8 cm x 30 cm x 0.6 cm	
	SES. Soportes Estructura Superior	Dimensiones 2" x 50 mm x 3mm (5 unidades)	Material: Tubo de acero galvanizado estructural con forma redonda, acabado con pintura electrostática.
	ES. Estructura Superior	Dimensiones 116 cm x 43 cm x 0.3 cm	Material: Lamina de acero galvanizado calibre 11, acabado con pintura electrostática.
	TO. Tarjetas de observables	Dimensiones 10 cm x 15 cm x 2 mm (40 unidades)	Material: Acrílico 2mm con impresión doble cara
	SUTO. Soportes abrazaderos en U tarjetas de Observables	Dimensiones 8mm x 80mm x 10mm (10 unidades)	Material: Acero inoxidable Tornilla tuerca
	DT. Distanciador para panel	Dimensiones 25,4 mm x 47 mm x 25,4 mm (24 unidades)	Material: Acero inoxidable Tornilla tuerca

Señalética Interpretativa para miradores pequeños

Componentes			
	ETP1. Estructura "L" de tapia pisada	Dimensiones 2.30 m x 0.70 m x 0.40 m Área 5.31 m2 Volumen 0.451 m3	Material: Tierra apisonada provisionada del lugar de instalación
			

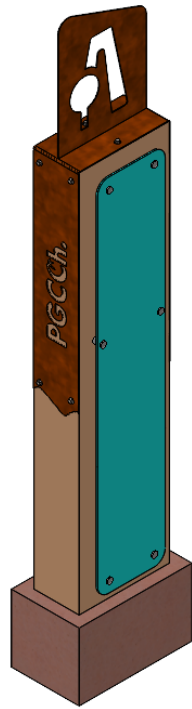
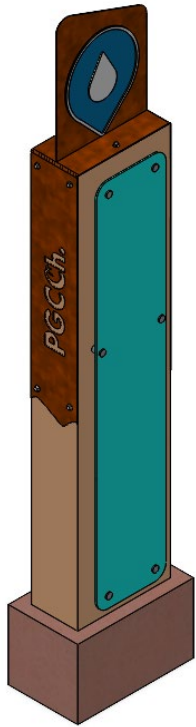


	BPB1. Base de piedra tipología 1	Dimensiones 0.5 m x 0.7 m x 0.40 m x 0.05 m de espesor	Material: Piedra de Barichara (Arenisca)
	P2. Panel Conceptos	Dimensiones 160 cm x 30 cm x 0.6 cm	Material: Acrílico/PVC/Polipropileno/ Lamina metálica 6mm de grosor, perforado y cortado, con adhesión de vinilo con técnica tipo espejo para el panel.
	P1.1. Panel principal	Dimensiones 187.5 cm x 60 cm x 0.6 cm	
	TSES. Tornillo de anclaje antirrobo	Dimensiones 3/8" x 3" diámetro Exterior:3/8" Empotramiento en Concreto: 47 mm	Material: Tornillo autoroscante de acero inoxidable con resistencia sísmica.
	ES. Estructura Superior	Dimensiones 115,3 cm x 70,3 cm x 20 cm x 0,3 cm	Material: Lamina de acero galvanizado calibre 11, acabado con pintura electrostática.
	TO. Tarjetas de observables	Dimensiones 10 cm x 15 cm x 2 mm (40 unidades)	Material: Acrílico 2mm con impresión doble cara
	SUTO. Soportes abrazaderos en U tarjetas de Observables	Dimensiones 8mm x 80mm x 10mm (10 unidades)	Material: Acero inoxidable Tornilla tuerca
	DT. Distanciador para panel	Dimensiones 25,4 mm x 47 mm x 25,4 mm (24 unidades)	Material: Acero inoxidable Tornilla tuerca

Señalética Interpretativa para
observables

Señalética Informativa
para Geositios

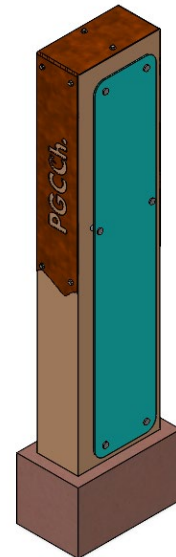
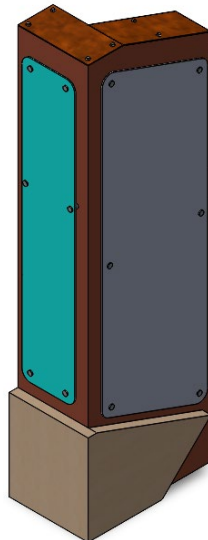
Señalética Informativa
para Georutas



**Señalética Entrada al
Geoparque**

**Señalética Informativa
para Municipios**

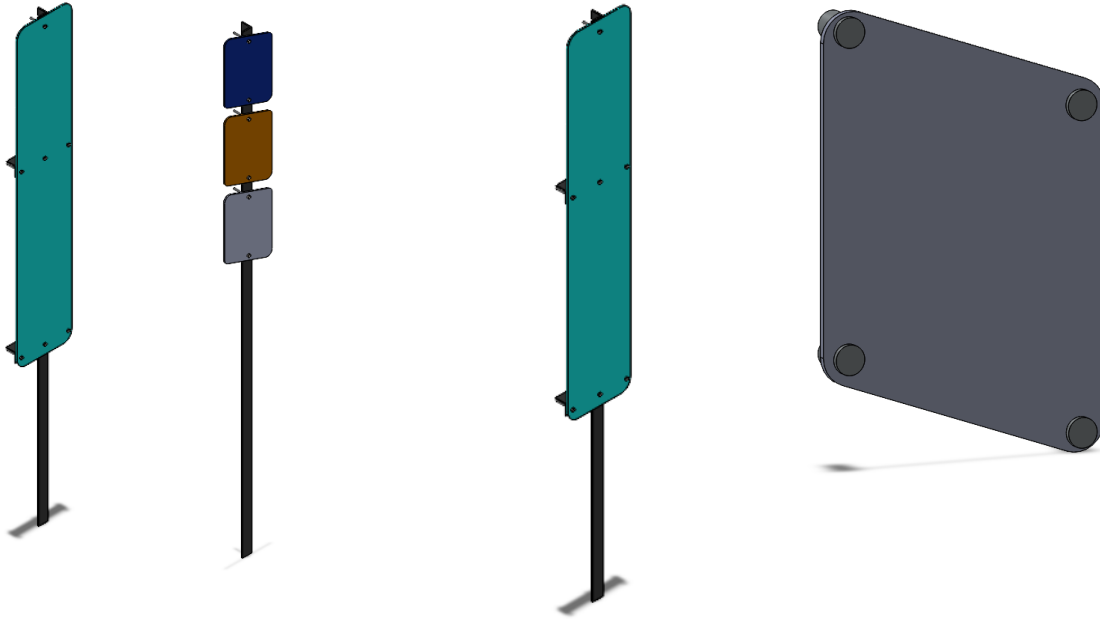
**Señalética Orientativa
para Senderos**



**Señalética Orientativa para
Carretera Nacional**

**Señalética Informativa de
Geositos para Carretera**

**Señalética Informativa
de Fachadas**



Nota. Elaboración propia.

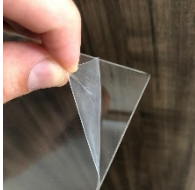
5.4.5. Verificaciones y comprobaciones

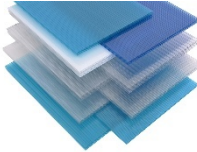
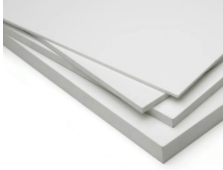


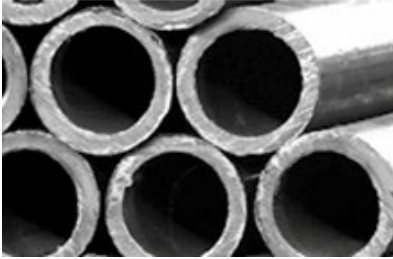


5.4.5.1. Verificaciones por literatura

5.4.5.1.1. Vida útil de materiales

Una vez determinados los materiales que se utilizarán en cada uno de los componentes de las diferentes señaléticas, se lleva a cabo una revisión para estimar el tiempo de vida útil de cada material. Esto permite conocer, en términos de años, la durabilidad de cada componente (Tabla 14). En el caso de los paneles, esta revisión se realizó para los cuatro materiales propuestos. Así mismo, la tabla incluye algunos procesos que se emplearán en la fabricación de la señalética, con el propósito de analizar cómo estos influyen en la durabilidad de los componentes a lo largo del tiempo (Tabla 15).

Tabla 14. *Tabla de materiales y procesos.*

Materiales y procesos		
Nombre	Imagen	Duración Estimada
Acrílico transparente 6mm / 2mm		<ol style="list-style-type: none"> Vida útil: 10-15 años en exteriores (dependiendo de exposición UV y mantenimiento). Restauración: Pulido para remover rayones o amarillamiento.

Polipropileno		<p>1. Vida útil: 10-15 años en exteriores (dependiendo de exposición UV y mantenimiento).</p> <p>Restauración: Pulido para remover rayones o amarillamiento.</p>
PVC		<p>1. Vida útil: 25-50 años dependiendo del tipo (rígido o flexible) y la exposición.</p> <p>2. Restauración: Reemplazo de piezas dañadas; difícil de restaurar por desgaste.</p>
Acero galvanizado calibre 11		<p>1. Vida útil: 20-50 años (depende del grosor del recubrimiento y exposición a humedad o salinidad).</p> <p>2. Restauración: Pintura anticorrosiva o galvanización en caliente.</p>
Perfil tipo L de acero - 2" x 2" x 5/16" - 2" x 2" x 1/8"		<p>Sin recubrimiento:</p> <p>1. Ambientes secos: 25-50 años.</p> <p>2. Ambientes húmedos o marinos: 5-10 años.</p> <p>Con galvanizado:</p> <p>3. Ambientes secos: 50-75 años.</p> <p>4. Ambientes húmedos o marinos: 15-30 años.</p> <p>Con pintura anticorrosiva: 15-25 años en exteriores.</p>
Tubo estructural redondo de acero galvanizado PTE RED 2"		<p>1. 50-75 años si no se daña el recubrimiento galvanizado durante la instalación.</p> <p>2. La vida útil puede reducirse si las uniones soldadas no reciben un tratamiento adecuado, ya que la soldadura elimina la capa galvanizada en el área afectada.</p> <p>3. Considera recubrir el tubo con una capa adicional de pintura epóxica o poliuretano resistente a la humedad.</p>
Tierra compacta (Tapia pisada)		<p>1. Vida útil: Más de 50 años con mantenimiento adecuado.</p> <p>2. Restauración: Reaplicación de capas superficiales con mezcla similar y sellado para proteger contra humedad.</p>
Piedra de Barichara (Arenisca)		<p>1. Vida útil: Centenaria, pero susceptible a erosión en ambientes húmedos.</p> <p>2. Restauración: Limpieza y aplicación de consolidantes o sellantes especializados.</p>

Distanciadores de aluminio

1. Aluminio: 10-25 años, dependiendo de la exposición a la intemperie y la corrosión. En ambientes corrosivos o marinos, su vida útil puede reducirse, pero es resistente a la oxidación.

Tornillo autoroscante 3/8" x 3"

1. En exteriores, en zonas costeras o industriales, puede reducirse a 10-20 años si no se toman medidas de protección.
2. No se requiere brocas especiales; Instalar utilizando brocas dentro de las tolerancias de tamaño de la norma ANSI.
3. Calificado para condiciones de carga sísmica, estática y cargas de viento.
4. Recubrimiento en Zinc

Perno 5/16" x 1" HBOLT 0.3125-24x3x3-C

1. Vida útil promedio: 50 a 75 años.
2. El galvanizado protege el perno contra la oxidación y la corrosión, y en condiciones controladas, el desgaste es mínimo.

Soldadura MIG

1. Con una correcta reparación del recubrimiento galvanizado y mantenimiento adecuado, el acero galvanizado soldado puede mantener una vida útil de:
2. Ambientes secos: 30-60 años.
3. Ambientes húmedos o corrosivos: 10-25 años, dependiendo del nivel de exposición y protección.

Impresión UV sobre rígidos

1. Con protección: 5-7 años. El laminado o barniz UV ayuda a prevenir la decoloración, la abrasión y el daño por exposición a los rayos solares, humedad y condiciones climáticas extremas.

Pintura electrostática con acabado de óxido superficial

1. 10-20 años. La capa de óxido superficial, combinada con un recubrimiento protector (como un barniz o sellador UV), ofrece una mayor resistencia a la abrasión, la decoloración y la corrosión, lo que

prolonga la vida útil en entornos exteriores.

Nota. Elaboración propia. [Bibliografía información.](#)

5.4.5.2. Verificación por simulación

Este método se utiliza para simular el entorno al que estará expuesto el elemento y sus condiciones (Valero, 2004). Para este proceso de simulación, se trabajará con las señaléticas interpretativas para miradores, debido a que esta tipología del sistema señalético tiene mayor exposición a la presión dinámica causada por los vientos en el área del Geoparque Cañón del Chicamocha. La carga de presión dinámica se calcula como la mitad de la densidad máxima del aire, multiplicada por el cuadrado de la velocidad máxima del viento registrada en Los Santos por el IDEAM, tomando como referencia los datos obtenidos en Los Santos, Santander (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Educación matemática para la carga de presión dinámica (q) es:

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2$$

Donde:

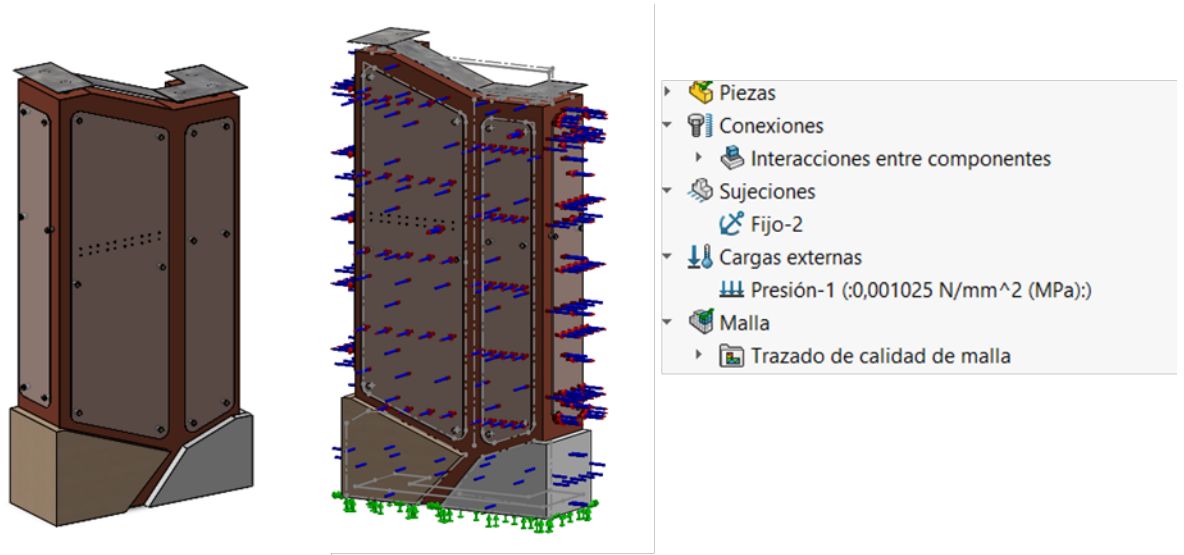
q = carga de presión dinámica (Pa)

ρ = densidad del aire ($\frac{kg}{m^3}$)

V = velocidad del viento ($\frac{m}{s}$)

Las dos señaléticas tanto para miradores pequeños como grandes, fueron modeladas y simuladas utilizando el software SolidWorks Simulation, y las propiedades de los materiales se presentan en la Tabla 15. Se aplicó una carga distribuida de 102.5 [Pa] sobre cada una de las caras de los paneles y la estructura de tapia pisada. La base de la estructura de tapia y la piedra Barichara, se asumieron como contacto fijo al terreno.

Figura 52. Modelado de la señalética para miradores grandes.



Nota. Elaboración propia.

La simulación y análisis realizada es una simulación de pandeo, la cual permitió ver el comportamiento y desplazamiento relativo de los paneles interpretativos por acción de los vientos y cargas que reciben por su entorno, tomando en cuenta su valor AMPRES, lo cual nos ayuda a evidenciar el desplazamiento relativo para determinar las cargas y lugares propensos a soportar mayor cantidad de pandeo en los paneles. Así mismo, se realizaron diferentes simulaciones cambiando el material de cada panel, variando entre acrílico, polipropileno, PVC y lámina de acero galvanizada, con el fin de seleccionar el material con mayor resistencia y menor posibilidad de pandeo frente a las fuerzas presentes en su lugar de instalación. Las propiedades físicas de cada material serán tomadas del catalogo de materiales que posee Solidworks Simulation.

Tabla 15. *Tabla de propiedades de los materiales de los paneles.*

Señalética Interpretativa para miradores grandes			Materiales
Componente	Propiedades		
Estructura Tapia Pisada	Propiedad	Valor	Unidades
	Módulo elástico	54.78	N/m ²
	Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
	Módulo cortante		N/m ²
	Densidad de masa	2400	kg/m ³
	Límite de tracción		N/m ²
	Límite de compresión		N/m ²
	Límite elástico		N/m ²
	Coefficiente de expansión térmica	1.7	/K
	Conductividad térmica		W/(m·K)

Concreto
 Nota: Se utiliza este material con ajustes en sus propiedades físicas para simular de manera similar un muro de tapia pisada (tierra compactada). (Rodríguez, Wilson. 2009).

Base 1 Piedra

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	60.55	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.2	N/D
Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	2250	kg/m ³
Límite de tracción		N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)

Ladrillo

Nota: Se utiliza este material con ajustes en sus propiedades físicas para simular de manera similar a la piedra de Barichara (arenisca).

Base 2 Piedra

Estructura Superior

Soporte ES

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	7870	kg/m ³
Límite de tracción	356900674.5	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	203943242.6	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)

Acero

galvanizado

Panel (4)

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	3000000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.35	N/D
Módulo cortante	890000000	N/m ²
Densidad de masa	1200	kg/m ³
Límite de tracción	73000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	45000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	5.2e-05	/K
Conductividad térmica	0.21	W/(m·K)
Calor específico	1500	J/(kg·K)

**Acrílico
impacto alto-
medio**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	896000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.4103	N/D
Módulo cortante	315800000	N/m ²
Densidad de masa	890	kg/m ³
Límite de tracción	27600000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.147	W/(m·K)
Calor específico	1881	J/(kg·K)

Polipropileno

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2410000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3825	N/D
Módulo cortante	866700000	N/m ²
Densidad de masa	1300	kg/m ³
Límite de tracción	40700000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.147	W/(m·K)
Calor específico	1355	J/(kg·K)

PVC

Acero galvanizado

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	7870	kg/m ³
Límite de tracción	356900674.5	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	203943242.6	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)

Distanciador

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.05e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	8e+10	N/m ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	625000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	530000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.15e-05	/K
Conductividad térmica	49.8	W/(m·K)

Acero Inoxidable AISI 1045 estirado en frío**Tarjeta Observable**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	3000000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.35	N/D
Módulo cortante	890000000	N/m ²
Densidad de masa	1200	kg/m ³
Límite de tracción	73000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	45000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	5.2e-05	/K
Conductividad térmica	0.21	W/(m·K)
Calor específico	1500	J/(kg·K)

Acrílico**Abrazadera U**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.05e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	8e+10	N/m ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	625000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	530000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.15e-05	/K
Conductividad térmica	49.8	W/(m·K)

Acero Inoxidable AISI 1045 estirado en frío

Nota. Elaboración propia.

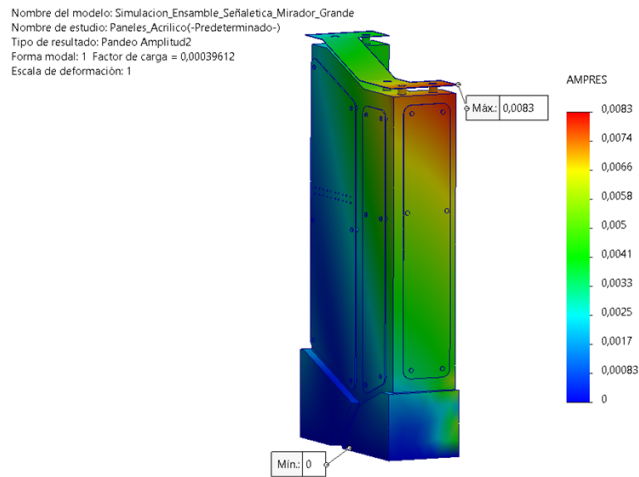
5.4.5.2.1. Resultados de simulación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las simulaciones del ensamble completo de la señalética, con cada uno de los posibles materiales de los paneles interpretativos y sus respectivas deformaciones.

5.4.5.2.1.1. Acrílico

Al realizar la simulación con el material acrílico en los paneles interpretativos, se evidenció una mayor concentración y probabilidad de pandeo en la zona superior derecha del panel de evolución, obteniéndose un valor máximo de 0,0083 AMPRES.

Figura 53. Resultado gráfico de la simulación con paneles en material acrílico.

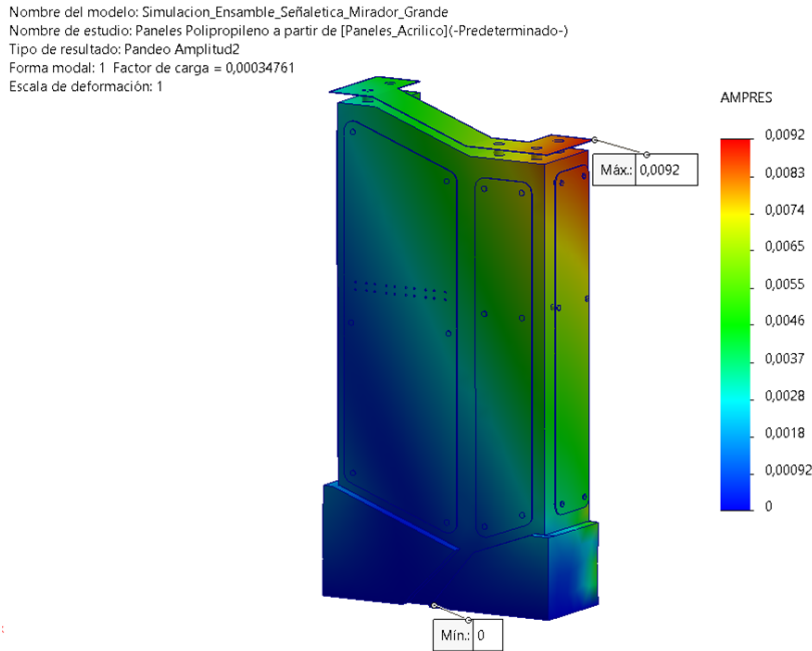


Nota. Elaboración propia.

5.4.5.2.1.2. Polipropileno

Al realizar la simulación con el material polipropileno en los paneles interpretativos, se evidenció una mayor concentración y probabilidad de pandeo en la zona superior derecha del panel de evolución, obteniéndose un valor máximo de 0,0092 AMPRES.

Figura 54. Resultado gráfico de la simulación con paneles en material polipropileno

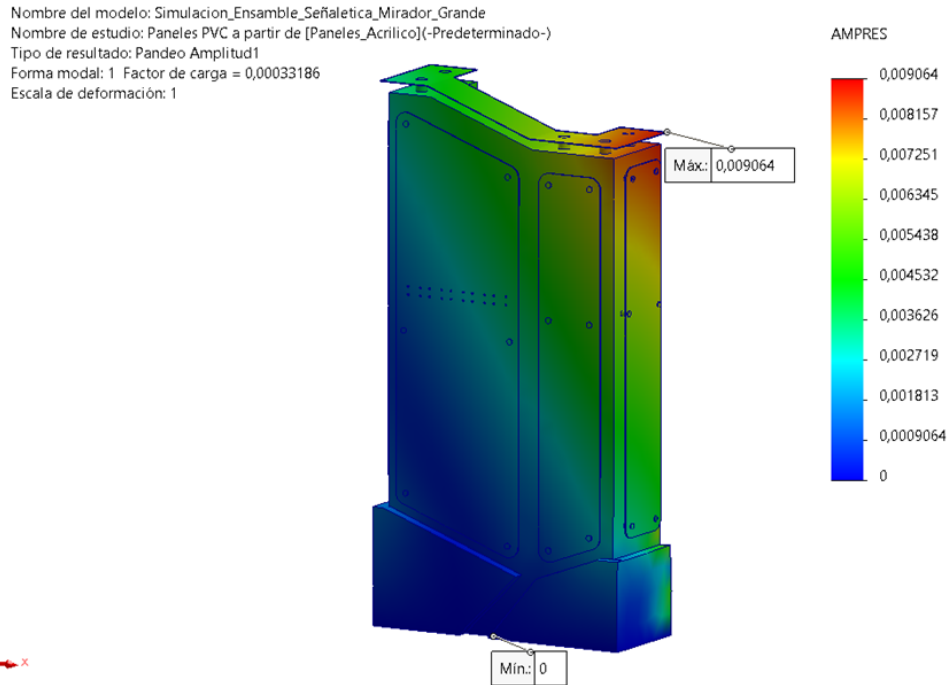


Nota. Elaboración propia.

5.4.5.2.1.3. PVC rígido

Al realizar la simulación con el material PVC rígido en los paneles interpretativos, se evidenció una mayor concentración y probabilidad de pandeo en la zona superior derecha del panel de evolución, obteniéndose un valor máximo de 0,0090 AMPRES.

Figura 55. Resultado gráfico de la simulación con paneles en material PVC rígido.

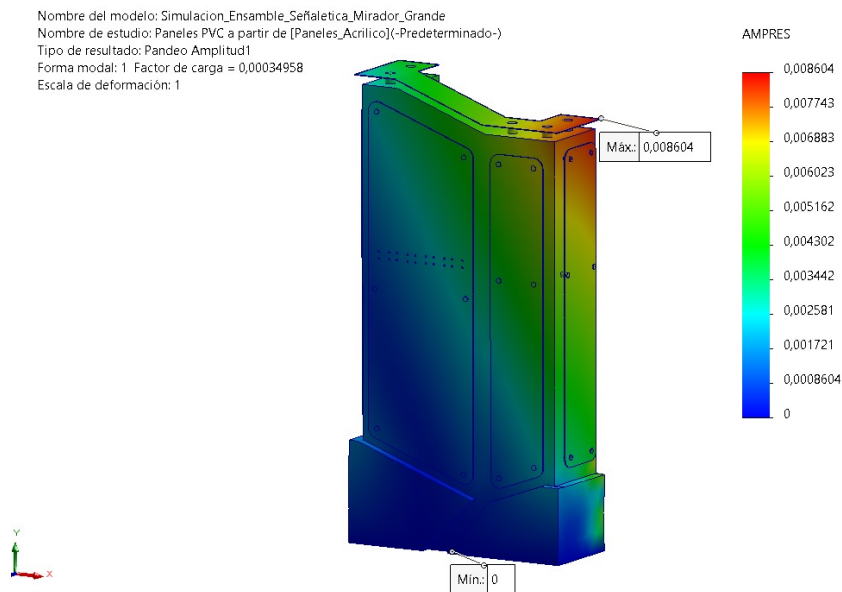


Nota. Elaboración propia.

5.4.5.2.1.4. Acero galvanizado

Al realizar la simulación con el material lámina de acero galvanizado en los paneles interpretativos, se evidenció una mayor concentración y probabilidad de pandeo en la zona superior derecha del panel de evolución, obteniéndose un valor máximo de 0,0084 AMPRES.

Figura 56. Resultado gráfico de la simulación con paneles en material acero galvanizado



Nota. Elaboración propia.

Al realizar la simulación con los diferentes materiales en los paneles interpretativos, se evidenciaron resultados similares en cuanto a las zonas de la estructura señalética y los paneles que reciben mayor carga y probabilidad de pandeo. La zona más afectada corresponde a la parte superior derecha de la cara lateral derecha, donde se encuentra el panel interpretativo de evolución. Al analizar los resultados obtenidos de la simulación y contrastarlos con los resultados de la vida útil de los materiales propuestos, se concluye en utilizar para los paneles interpretativos el material acrílico de 6 mm, debido a su versatilidad, larga duración y resistencia a la intemperie. Además, al ser un material ampliamente comercializado, facilita la producción a gran escala no solo para los paneles de las señaléticas interpretativas de los miradores, sino también para otras señaléticas del sistema señalético.

5.4.5.3. Verificaciones por modelado CAD

Debido a la implementación de diferentes tipos de construcción según el tipo de señalética perteneciente al sistema señalético, es necesario identificar las propiedades físicas clave de cada componente. Para ello, se utiliza el modelado CAD de cada señalética. Las propiedades físicas que se tendrán en cuenta para este análisis son tres: peso, volumen y área superficial, las cuales se considerarán según su relevancia en cada componente.

Teniendo en cuenta la diversidad de componentes y su materialidad, algunos de los cuales no se transportan fabricados, sino que se construyen en el sitio de instalación, como las estructuras de tapia pisada y las bases de piedra de Barichara, el peso no es relevante en estos casos. En cambio, los datos de área superficial y volumen son más importantes. Por otro lado, para componentes como paneles, estructuras de acero, soportes, entre otros, el peso es un factor crucial al momento de su transporte al sitio de instalación. A continuación, se describirán los pesos, áreas superficiales y volúmenes correspondientes a cada elemento que compone el sistema señalético, haciendo énfasis en los componentes principales únicamente.

Tabla 16. *Tabla de propiedades físicas de los componentes.*

Señalética Interpretativa para miradores grandes			
Componente	Peso (kg)	Volumen (m³)	Área Superficial (m²)
Estructura Tapia Pisada	---	659	80,8
Base 1 Piedra	22,5	22,5	10,4
Base 2 Piedra	16,3	16,3	7,8
Estructura Superior	1,09	---	7,4

Soporte ES	0,02	---	---
Panel Principal	6	---	20,6
Panel Conceptos	2,8	---	9,7
Panel Estructura	2,9	---	10
Panel Evolución	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---
Tarjeta Observable	0,02	---	0,30
Abrazadera U	0,01	---	---

Señalética Interpretativa para miradores pequeños

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	-	404,8	53,1
Base 1 Piedra	22,5	22,5	10,4
Estructura Superior	1,0	-	7,3
Tornillo autoroscante	-	-	-
Panel Principal	6	---	20,6
Panel Conceptos	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---
Tarjeta Observable	0,02	---	0,30
Abrazadera U	0,01	---	---

Señalética Entrada al Geoparque

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	---	471,1	65,5
Base 1 Piedra	22,5	22,5	10,4
Base 2 Piedra	16,3	16,3	7,8
Estructura Superior	1,3	---	10,4
Tornillo autoroscante	---	---	---

Señalética Informativa para Municipios

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	-	404,8	53,1
Base 1 Piedra	22,5	22,5	10,4
Estructura Superior	1,0	-	7,3
Tornillo autoroscante	-	-	-
Panel Principal	6	---	20,6
Panel Conceptos	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---

Señalética Informativa para Georuta

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	---	159,9	25,7
Base Piedra	21	21	9,8
Estructura Superior	1,25	---	8,6
Placa Superior Icono	0,45	---	3,12
Tornillo autoroscante	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---

Señalética Informativa para Geositio

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	---	159,9	25,7
Base Piedra	21	21	9,8
Estructura Superior	1,25	---	8,6
Placa Superior Icono	0,45	---	3,12
Tornillo autoroscante	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---

Señalética Informativa para Observable

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	---	159,9	25,7
Base Piedra	21	21	9,8
Estructura Superior	1,25	---	8,6
Placa Superior	0,45	---	3,12
Indicador de Ubicación	0,21	-	2
Icono Observable	0,05	-	0,29
Tornillo autoroscante	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---

Señalética Informativa para Geositio/Observable/Georuta en carretera nacional

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura	11,5	1,6	5,9
Tornillo antirrobo	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7

Señalética Orientativa para senderos

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura Tapia Pisada	---	159,9	25,7
Base Piedra	21	21	9,8
Estructura Superior	1,25	---	8,6
Tornillo autoroscante	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7
Distanciador	0,01	---	---

Señalética Orientativa grande en carretera nacional

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura	11,5	1,6	5,9
Tornillo antirrobo	---	---	---
Panel Principal	2,8	---	9,7

Señalética Orientativa modulable en carretera nacional

Componente	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Área Superficial (m ²)
Estructura	10,2	1,4	4,8
Tornillo antirrobo	---	---	---
Panel Principal	0,46	---	1,6

Señalética Informativa para fachadas			
Componente	Peso (kg)	Volumen (m³)	Área Superficial (m²)
Distanciador	0,01	---	---
Panel Principal	0,46	---	1,6

Nota. Elaboración propia.

5.4.5.4. Guía para el proceso de construcción de estructuras de tapia pisada

Uno de los materiales base elegidos para el diseño y construcción del sistema señalético es la tapia pisada. Para la creación de las diferentes estructuras de tapia pisada que componen las señaléticas del Geoparque, es necesario realizar prototipos a escala real. Por ello, se desarrolla una guía teórica para las personas encargadas de la producción de las estructuras de tapia pisada, dado que el proceso es complejo y requiere mano de obra especializada. En este caso, no se incluirá la parte práctica de la construcción de un tapial debido a varios factores. En primer lugar, el uso de materiales autóctonos, como la tapia pisada, requiere la contratación de obreros especializados, lo que incrementa significativamente los costos del proyecto (**Apéndice U**). Además, la instalación de señalética en un mirador demanda avales y autorizaciones específicas, retrasando considerablemente los plazos. Finalmente, al ser un producto permanente en un espacio público, existen riesgos como el vandalismo y la necesidad de aprobación por parte de la comunidad local.

En primer lugar, la fabricación de un tapial requiere el uso de materiales como paneles de madera o láminas metálicas, reforzados con barras de acero o perfiles para asegurar la estabilidad. El ensamblaje de estos materiales se lleva a cabo con herramientas como martillos, taladros y sierras. Una vez construido, el tapial se instala en el lugar destinado para el proyecto, verificando que esté nivelado y adecuadamente anclado.

Para la elaboración del tapial se necesitan los siguientes elementos:

Materiales:

1. Paneles de madera o láminas metálicas.
2. Barras o perfiles de acero para refuerzo estructural.
3. Tornillos, clavos y cables tensores para unir y reforzar las piezas.

Herramientas:

1. Martillos, taladros y sierras para cortar y ensamblar el molde.
2. Plomadas y niveles para asegurar la alineación.
3. Llaves ajustables y anclajes metálicos para fijar el tapial al terreno.

El diseño del tapial debe garantizar estabilidad y resistencia para soportar la presión ejercida durante la compactación de la tierra.

Figura 57. Esquema estructural de tapial tradicional y tapial tipo L.



Nota. Castillo Pérez, N. 2019.

Figura 58. Fotografía de un tapial armado y un muro de tapia pisada recién hecho.



Nota. Tomado de Castillo Pérez, N. 2019.

Así mismo, construir un muro de tapia pisada implica una serie de etapas que garantizan la calidad y durabilidad de la estructura. Cada fase del proceso, desde la preparación de los materiales

hasta la instalación final, debe ser ejecutada con precisión para asegurar que el muro cumpla con los estándares de resistencia y adaptación al entorno.

Etapas 1: Preparación de la tierra

1. Seleccionar una mezcla adecuada de tierra, con proporciones balanceadas de arcilla y arena.
2. Tamizar la tierra para eliminar partículas grandes e impurezas.
3. Mezclar la tierra con agua en recipientes hasta obtener una consistencia adecuada.

Etapas 2: Compactación dentro del tapial

1. Colocar la tierra en capas dentro del tapial, asegurando un espesor uniforme.
2. Compactar cada capa con herramientas específicas como pisones manuales o mecánicos.
3. Usar plomadas y niveles para garantizar que el muro se mantenga recto y estable.

Etapas 3: Acabado del muro

1. Retirar cuidadosamente el tapial una vez que la tierra esté completamente compactada.
2. Alisar la superficie con espátulas o cepillos, dependiendo del acabado deseado.
3. Aplicar tratamientos protectores, como selladores, para aumentar la durabilidad frente a la humedad.

Este proceso combina técnicas tradicionales con prácticas sostenibles, utilizando los recursos locales de manera eficiente. Las tierras del Cañón del Chicamocha, por ejemplo, son ideales para este tipo de construcción debido a su composición rica en arcilla y arena, lo que facilita la cohesión y estabilidad del muro.

Figura 59. Fotografía de un tapial armado y un muro de tapia pisada recién hecho.






Nota. Elaboración propia.

5.4.5.4.1. Caracterización de terreno

Para garantizar la calidad y estabilidad de los muros de tapia pisada en las diferentes zonas del Cañón del Chicamocha, donde se instalan las señaléticas que requieren este tipo de muro, es necesario realizar pruebas de campo para evaluar las propiedades físicas de la tierra disponible en cada terreno. Estas pruebas permitirán determinar si el material local cumple con los requisitos necesarios para la construcción o si será necesario ajustar su composición. Los detalles de las pruebas y los resultados esperados se encuentran en la Tabla 17.

Tabla 17. *Tabla de pruebas de caracterización de terreno.*

Nombre de la prueba	Foto	Procedimiento	Resultados y su interpretación
Pruebas de la Bola		Preparar una mezcla, también humedecida al 10% de su volumen, dejándola reposar a la sombra durante 30 minutos. Al hacer en las manos una bola, esta no debe ensuciarlas; al ocurrir, se debe a exceso de agua y se debe preparar nuevamente	La bola debe mantener su forma sin desmoronarse. Si la bola se rompe fácilmente, indica poca arcilla. Si muestra grietas al secarse, hay exceso de arcilla.

		<p>Preparar una mezcla, también humedecida al 10% de su volumen, redondearla y apretarla manualmente, que al dejarla caer al piso desde altura de 1 mt. no se estalle o desintegre totalmente. Cuando ocurra lo contrario, se estará logrando una óptima mezcla de tierras.</p>	<p>La humedad se puede comprobar así: Si se desbarata completamente significa que requiere más agua. Si se aplasta sin desarmarse, la mezcla tiene exceso de agua. Si se descompone entre 3 a 5 partes se obtuvo la humedad apropiada</p>
<p>Prueba del Rollito</p>		<p>Fabricar un rollo de 3 cms de diámetro por 25 cms de longitud. Sobre una superficie plana, se coloca para empujarlo lentamente al vacío, y medir el pedazo que se rompe.</p>	<p>Si es menor a 5 cms, la tierra es demasiado arenosa. Si es superior a 20 cms, la tierra es demasiado arcillosa. Se ha experimentado que la medición entre 8 y 14 cms es de tierra óptimas. La operación debe realizarse hasta 3 veces y establecer un promedio de la medición.</p>
<p>Prueba de la Masa</p>		<p>Fabricar varias pastillas redondas de 5 cm de diámetro por 1 cm de espesor. Dejarlas secar a la sombra durante 24 horas e ir observando los fenómenos de retracción o encogimiento, que, de no alcanzar más de 2 mm, se consideran aceptables para su uso.</p>	<p>Es arenosa, si no hay retracción y es fácil al rompimiento para convertirse en polvo. Es limosa, al existir retracción entre 2 y 5 mm y se facilita su rompimiento. Es arcillosa, si existe una retracción notable -entre 5 y 10 mm o más- y su dureza dificulta convertirla en polvo.</p>

Nota. Adaptado de Higuera, J, sf.

Si la tierra disponible en el sitio no cumple con los estándares, se procederá a seguir los siguientes pasos:

1. Mezcla de materiales

1. Añadir arena si el contenido de arcilla es excesivo.
2. Incorporar arcilla si el contenido de arena es demasiado alto.
3. Tamizar la tierra para eliminar partículas grandes o impurezas.

2. Uso de suelos de otros terrenos

1. Importar tierra de zonas cercanas que cumplan con los criterios establecidos.

3. Estabilización de la tierra

1. Agregar estabilizantes como cal o cemento en proporciones bajas (2 %-5 %) para mejorar la cohesión y durabilidad.

4. Reevaluación

1. Repetir las pruebas (bola, rollito, masa) con la tierra ajustada para verificar que cumpla con los requisitos mínimos antes de usarla.

5.4.5.4.2. Construcción de futuros prototipos

La construcción de señalética en tapia pisada en sitios como miradores, geositios y otros lugares donde se instale cualquier tipo de elemento de tapia pisada, requiere un proceso estandarizado que garantice estructuras funcionales, sostenibles y adaptadas a las particularidades del entorno. Los procesos de diseño, instalación y cimentación de los diferentes muros de tapia pisada que se utilizarán en el sistema señalético se encuentran a detalle visitando el manual señalético del **Apéndice O**. Esta estandarización que proporciona el manual señalético asegura la calidad del trabajo, facilita su replicabilidad y promueve la conservación del patrimonio cultural y natural mediante técnicas tradicionales.

La inclusión de las comunidades locales fortalece su sentido de pertenencia y compromiso con los espacios intervenidos. Además, fomenta el uso de recursos locales, el aprendizaje de técnicas constructivas y la apropiación de los resultados, involucrándolas activamente en el proyecto y en su mantenimiento.

A continuación, se presenta una guía detallada paso a paso que abarca la caracterización de las tierras, la preparación de materiales y la construcción de los muros, incluyendo estrategias para integrar a la comunidad en todas las etapas (Tabla 18).

Tabla 18. *Guía de proceso para prototipado en tapia pisada*

Nº	Etapa/Proceso	Descripción	Participación de la comunidad
1	Revisión del diseño y verificación de parámetros	1. Se revisan los planos y diseños de las señaléticas, verificando que cumplan con las especificaciones de dimensiones, resistencia y ubicación. 2. Se inspecciona el terreno para evaluar su estabilidad y adecuación al proyecto.	Se identifican las áreas donde la comunidad local puede participar en las actividades constructivas, asegurando su integración desde el inicio.

2	Caracterización del terreno	<p>1. Pruebas de campo: Se aplican pruebas básicas como la bola, el rollito y la masa para determinar la idoneidad de la tierra disponible, considerando la proporción adecuada de arena, arcilla y limo.</p> <p>2. Ajustes en la mezcla: Si la tierra no cumple con los estándares, se realizan ajustes añadiendo cal, arena o arcilla según sea necesario.</p> <p>3. Documentación: Se registran los resultados de las pruebas para futuras referencias y aseguramiento de la calidad.</p>	La comunidad participa activamente en estas pruebas, aprendiendo a identificar y ajustar las características del suelo.
3	Preparación de la mezcla	<p>1. Tamizado y limpieza: Los materiales se limpian y tamizan para eliminar partículas no deseadas y obtener una mezcla homogénea.</p> <p>2. Hidratación: Se añade agua de manera controlada hasta obtener una mezcla con la plasticidad necesaria para la compactación.</p> <p>3. Proporciones estándar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arena: 40%-50%. - Arcilla: 25%-30%. - Limo: 20%-25%. 	Talleres prácticos permiten a la comunidad aprender a preparar la mezcla, promoviendo el conocimiento técnico.
4	Preparación del terreno y montaje del molde (tapial)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se limpia y nivela el terreno para garantizar una cimentación estable para la estructura. 2. Se ensamblan los moldes o tapiales, asegurando su correcta alineación y firmeza. 3. Los moldes deben ser desmontables, facilitando el trabajo por capas. 	La comunidad colabora en el montaje del tapial, adquiriendo habilidades sobre el uso y mantenimiento de los moldes.
5	Construcción del muro	<p>1. Colocación de la mezcla: Se introduce la mezcla en capas de 10-15 cm dentro del molde.</p> <p>2. Compactación: Cada capa es compactada uniformemente utilizando herramientas manuales o mecánicas para evitar vacíos.</p> <p>3. Proceso modular: Se repite el proceso hasta alcanzar la altura requerida, permitiendo que cada capa frague correctamente.</p>	Se asignan turnos comunitarios para participar activamente en la compactación y levantamiento del muro.
6	Acabados y protección del muro	<p>1. Recubrimientos: Se aplican acabados naturales como cal o yeso para proteger el muro contra la humedad y la erosión.</p> <p>2. Decoración: Se incorporan elementos culturales propios de la comunidad, integrando a artesanos locales en esta etapa.</p>	Talleres comunitarios se enfocan en enseñar técnicas de acabados y protección.
7	Verificación final y mantenimiento	<p>1. Inspección: Se revisa la calidad estructural y estética del muro terminado.</p>	Capacitación: Se entrena a la comunidad en el mantenimiento de las

2. Documentación: Se elaboran reportes técnicos del proceso para garantizar la replicabilidad en otros sitios.	estructuras, incluyendo reparaciones menores y cuidado preventivo.
---	--

Nota. Elaboración propia.

La participación de la comunidad local es esencial para el éxito del proyecto, ya que su inclusión está pensada para promover una mayor apropiación de las estructuras. Al involucrar a los miembros de la comunidad en cada etapa del proceso, se fomenta un fuerte sentido de pertenencia hacia las obras realizadas. Además, la comunidad se beneficia de la oportunidad de fortalecer sus habilidades mediante talleres y actividades prácticas, lo que les permite adquirir conocimientos técnicos aplicables en otros proyectos futuros. Por último, se busca conservar la identidad cultural de la región al integrar elementos decorativos propios del entorno, lo que refuerza la conexión de las estructuras con su contexto cultural y natural.

5.4.6. Versión final del sistema señalético

A continuación, se presentan los diseños finales de cada una de las señaléticas pertenecientes al sistema señalético, tanto de manera conjunta como individual (Figura 60), con el objetivo de proporcionar una visualización lo más cercana posible a la realidad de sus componentes físicos, mecánicos y visuales, así como su coherencia y cohesión con las demás señaléticas. Estas visualizaciones se realizaron mediante renders utilizando el software Keyshot 11. Las imágenes presentadas no reflejan de manera idéntica el resultado final en construcción, ya que pueden existir variaciones en la percepción visual de algunos materiales y sus acabados en las estructuras de tapia pisada y piedra de Barichara, debido a su componente artesanal, lo que podría ocasionar cambios mínimos en el acabado final (Tabla 19). Para acceder a los renders, se puede consultar a través del siguiente enlace: [Render Sistema Señalético](#)

Figura 60. Render final de vista frontal del sistema señalético completo.



SISTEMA SEÑALÉTICO



Nota. Elaboración propia.

Tabla 19. *Tabla de sistema señalético final.*

Señalética Interpretativa para miradores grandes	Señalética Interpretativa para miradores pequeños
<p>Descripción</p> <p>Señalética interpretativa que genera una experiencia didáctica para los visitantes de los miradores del geoparque gracias a sus 4 paneles interpretativos repletos de contenido sobre los recursos, patrimonios, historia, elementos geológicos, datos geográficos, etc. sobre nuestro Cañón del Chicamocha. Construido en el mirador mediante una planificación que integra la comunidad local en su construcción utilizando la técnica ancestral de la tapia pisada, y materiales como la piedra de Barichara. Así mismo, contiene elementos de fijación y protección para los paneles y la estructura de tapia pisada. La distribución de sus paneles interpretativos está pensada con el fin de crear un</p>	<p>Descripción</p> <p>Versión reducida de la señalética interpretativa para miradores, apta para miradores que disponen de un espacio menor para su instalación, es por esto que se utiliza una estructura de tapia pisada más angosta pero que mantiene su estructura formal y coherencia con la versión grande. Se utilizan únicamente los paneles de conceptos y el principal de cada mirador. Se utiliza un módulo de piedra de Barichara únicamente, y para su recubrimiento superior se utiliza una estructura de acero galvanizado que a diferencia de la versión grande estará pegada y anclada a la estructura de tapia pisada. Se busca brindar una experiencia similar en todos los miradores dependiendo de</p>



recorrido continuo y libre donde se aprenderá de conceptos básicos, información particular del mirador, aprender sobre los observables que vemos desde el mirador, reconocer los fundamentos básicos de la estructura y división geográfica de la tierra, así mismo aprender sobre los tipos de roca que han marcado la evolución del Cañón del Chicamocha a lo largo de los años.



su afluencia, espacio y sobre todo capacidad de retención de personas, es por esto que se implementará en miradores donde las personas no puedan permanecer el tiempo suficiente para interpretar 4 paneles.

Señalética Entrada al Geoparque

Descripción



Señalética diseñada específicamente para implementarse como elemento identificativo del comienzo del perímetro del Geoparque, en lugares como carreteras nacionales, senderos y carreteras con el fin de dar a conocer a las personas que a partir de ese punto están ingresando al perímetro o espacio geográfico del geoparque Cañón del Chicamocha, consta de una estructura de Tapia pisada empotrada y sostenida por dos módulos de tapia pisada. Así mismo en la misma tapia pisada posee un bajo relieve del isologotipo del geoparque, y un texto de bienvenida, posee un recubrimiento superior y lateral de acero galvanizado con el branding mínimo del proyecto.

Señalética Informativa para municipios

Descripción



Señalética perteneciente a la tipología de las informativas, permite a los visitantes del Geoparque situados en los parques principales de los diferentes municipios poder informarse en primera instancia de los conceptos generales del Geoparque en el que se encuentran situados, posteriormente en su panel principal encontrarán información específica del municipio en el que se encuentran, se utiliza un mapa de su casco urbano identificando cada uno de los sitios de interés turístico, gastronómico y cultural, a su vez posee una descripción, dato o información del municipio en el que se encuentra. Diseñado utilizando de manera modular con el fin de utilizar el mismo sistema de construcción de la señalética interpretativa para miradores pequeños, la única diferencia se

encuentra en su apartado gráfico.

Señalética Informativa para Georuta



Descripción

Señalética informativa que brinda la información necesaria en los puntos de inicio de cada una de cada Georuta perteneciente al perímetro del geoparque, cumple la función de indicar el recorrido, ubicación, dificultad, tiempo, y toda la información necesaria para que los visitantes se informen sobre el recorrido y lo que verán a lo largo de su camino.

Está estructurada mediante una base de piedra de Barichara en un formato de caja que da estructura a la tapia pisada continua, la cual está cubierta por una estructura de acero galvanizado, aprovechando la estructura superior se utiliza una placa del mismo acero soldado y perforado con el icono que representa a las georutas, en la cara frontal de la señalética se observa el panel que contiene la información de la Georuta.

Señalética Informativa para Geositio



Descripción

Señalética informativa estructurada de manera modular basándose en los componentes de la señalética informativa para Georuta, con la diferencia en su componente superior, la placa identificativa en este caso tendría el icono de Geositio en vez del de Georuta. Se busca con esta señalética instalar referencias en cada Geositio, con el fin de conectarlos dentro del sistema señalético con la Georuta, así mismo los visitantes podrán identificar e informarse sobre el lugar en el que están y su valor como Geositio dentro del geoparque. Esta señalética está planteada para Geositio que cumplan con características de espacio, terreno y condiciones externas aptas para poder construirse, de lo contrario se utilizará otra versión de esta misma señalética que será presentada más adelante.

Descripción



Señalética de tipología interpretativa para los observables, esta señalética está directamente relacionada en el sistema señalético con la señalética interpretativa de miradores, un elemento importante poseen las señaléticas de miradores son las tarjetas y sección de observables, es por esta razón que la señalética interpretativa de observables servirá como complemento de información y geolocalización de cada uno de los posibles observables, de esa manera se podrán identificar y conocer los distintos recursos y elementos geológicos, biológicos y culturales que se encuentran dentro del perímetro del Geoparque.

Estructuralmente maneja el módulo de base y estructura de tapia pisada de las señaléticas informativas de Georuta y Geositio, con la diferencia que en estructura superior tendrá un componente identificativo de los observables utilizando el icono de ubicación y en su interior el icono e cada categoría de observables, en su panel interpretativo se encontrará información amplia del observable, así como datos, geolocalización y descripciones, su maquetación y estructura de la información varía dependiendo del tipo de observable.

Descripción



Señalética de tipología orientativa específicamente para senderos, es decir, se excluyen todo tipo de carreteras principales, avenidas, carreteras nacionales y municipales, esto con el fin de integrar la señalética con un módulo estructural de tapia y piedra como las señaléticas informativas/interpretativas de Georuta y Geositio, con la diferencia de no tener en su estructura superior la placa identificativa. La versión que se presenta en la imagen es la versión e señalética orientativa que incluye un mapa para geolocalización del sendero ancestral que se quiere realizar, junto a su información técnica respectiva.

Señalética Informativa para Geositio/Georuta/Observable en Carretera Nacional



Descripción

Tipología de señalética enfocada en brindar una alternativa adecuada a las normativas del manual de señalización vial nacional del 2015 adaptando su estructura y materiales para poder ser instaladas en terrenos con menos espacio y perteneciente a carreteras nacionales, municipales y departamentales. En este caso se presenta la versión correspondiente a las señaléticas interpretativas /informativas para Geositio/Georuta y Observables, consta de una base de perfil L de acero y dos crucetas soldadas perpendicularmente para dar soporte al panel informativo, el cual está instalado mediante tornillo autoroscante antirrobo. Para la instalación de estas señaléticas se obtiene respaldo de cada uno de los requisitos del Manual de señalización vial nacional para ubicar los puntos geográficos y zonas donde si podrá ser instalada, y así mismo seguir cada uno de sus pasos de diseño e instalación de las señaléticas en carreteras nacionales, esto con el fin de dar una alternativa viable para la interpretación e identificación de los sitios de interés geológico que están ubicados a borde de carretera y/o sitios de terreno y espacio



Señalética Orientativa en Carretera Nacional



Descripción

Tipología de señalética enfocada en brindar una alternativa adecuada a las normativas del manual de señalización vial nacional del 2015 adaptando su estructura y materiales para poder ser instaladas en terrenos con menos espacio y perteneciente a carreteras nacionales, municipales y departamentales. En este caso se presenta la versión correspondiente a las señaléticas orientativas, consta de una base de perfil L de acero y dos crucetas soldadas perpendicularmente para dar soporte al panel informativo, el cual está instalado mediante tornillo autoroscante antirrobo. Para la instalación de estas señaléticas se obtiene respaldo de cada uno de los requisitos del Manual de señalización vial nacional para ubicar los puntos geográficos y zonas donde si podrá ser instalada, y así mismo seguir cada uno de sus pasos de diseño e instalación de las señaléticas en carreteras nacionales, esto con el fin de dar una alternativa viable para la orientación hacia municipios, siendo ubicadas en lugares que están a borde de carretera y/o sitios de terreno y espacio complejo para la instalación de la versión normal de tapia pisada.

complejo para la instalación de la versión normal de tapia pisada.

Señalética Orientativa Modular	Señalética Informativa para fachadas
	<p>Descripción</p> <p>Versión e señalética orientativa basada en los componentes principales de la señalética orientativa para carreteras nacional, con la diferencia que su estructura de perfil L posee unas perforaciones diferentes con el fin de implementar un sistema modular de orientación que varía entre la orientación hacia municipios, Geositio y observables.</p>
	<p>Descripción</p> <p>Señalética de tipología informativa diseñada con el fin de aportar información y coherencia en los lugares como restaurantes, parques, museos, cajeros, y demás establecimientos dentro de los municipios del Geoparque, existen dos versiones, dependiendo de la tipología del lugar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lugares propios de cada municipio (Restaurantes, Parques, etc.) 2. Lugares generales que no varían su nombre entre municipios (Cajeros automáticos, paradas de bus, terminales de transporte, etc.)

Nota. Elaboración propia.

5.4.7. Manual señalético

Se ha desarrollado un manual completo sobre todo el sistema señalético, la portada de este manual se presenta en la Figura 61, y su contenido completo se encuentra en el **Apéndice O**. El contenido abarca desde los componentes, como logotipo, tipografía, colores de marca, iconografía general y pictogramas, hasta el diseño de mapas y gráficos educativos para los paneles. También incluye las distintas tipologías de señalética, como la interpretativa, identificativa, orientativa e informativa, y aborda en detalle los diferentes tipos de señalética diseñados para miradores grandes y pequeños, observables, entradas, senderos, carreteras orientativas, georutas, geositios, y más, además de los anclajes necesarios para su correcta instalación en suelo, pared y carretera. Finalmente, se presenta la distribución de las señaléticas en los diferentes lugares del entorno.

Figura 61. Portada Manual Señalético.



Nota. Elaboración propia.

5.5. Validar

5.5.1. Validación A: Protocolo de validaciones de la información

5.5.1.1. Validación A: Objetivo de la validación

Evaluar el impacto de los paneles de señalética interpretativa en el Cañón del Chicamocha, midiendo el conocimiento adquirido por los participantes antes y después de la visualización de los paneles, así como la percepción estética y emocional generada por estos. En el **Apéndice P**, se encuentran todos los documentos e información relacionada a la validación realizada con los paneles interpretativos.

5.5.1.2. Validación A: Actividades

1. Conocimientos previos: Evaluar el conocimiento inicial de los participantes sobre los temas de los paneles interpretativos mediante un cuestionario en línea previo a la intervención.
2. Conocimientos posteriores: Medir el conocimiento adquirido tras analizar los paneles interpretativos mediante un cuestionario en línea posterior a la intervención.
3. Evaluación formal-estética: Recopilar retroalimentación sobre la percepción estética y emocional de los paneles mediante escalas Likert y evaluación de emociones en un cuestionario especializado.

5.5.1.3. Validación A: Variables a evaluar

1. Nivel de conocimiento: De tipo cuantitativa discreta, con clasificación de puntajes (bajo, intermedio, avanzado, completo).
2. Percepción estética y emocional: Cualitativas ordinales (escalas Likert) y nominales (emociones evocadas).

5.5.1.4. Validación A: Tratamientos

1. Cuestionario pre: Evalúa los conocimientos previos de las personas sobre los temas.
2. Cuestionario post: Evalúa los conocimientos inmediatos adquiridos de las personas posterior a la visualización e interpretación de los paneles de la señalética interpretativa para Miradores

5.5.1.5. Validación A: Hipótesis de validación

1. Hipótesis nula: Los paneles no generan un cambio significativo en el conocimiento.
2. Hipótesis alternativa: Los paneles generan un aumento significativo en el conocimiento.

5.5.2. Validación A: Ejecución de la prueba

Se realizaron pruebas en tres sesiones a través de la plataforma Zoom, con la participación de 40 personas en total. La actividad inició con una presentación en diapositivas que brindó un contexto sobre el geoparque, explicó el objetivo del proyecto y se destacó su propósito: promover el reconocimiento del patrimonio geológico mediante el geoturismo. A continuación, se expusieron los elementos del sistema señalético, describiendo brevemente su función, el tipo de señalética al que pertenecen y su ubicación propuesta.

Figura 62. Evidencia de la presentación del contexto durante la reunión en Zoom.



Nota. Elaboración propia.

Al finalizar esta introducción, se dio inicio a la Actividad 1, un cuestionario diseñado para evaluar los conocimientos previos de los participantes sobre el Cañón del Chicamocha y conceptos asociados al geoparque. Se pidió a los participantes que respondieran basándose únicamente en sus conocimientos, sin consultar fuentes externas.

Figura 63. Formulario 1: Validación conocimientos previos.

Validación de conocimientos previos

Este formulario tiene como objetivo evaluar los conocimientos previos sobre los temas relacionados con el patrimonio geológico que serán abordados en los paneles diseñados para la señalética interpretativa en los miradores del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha. Su participación es crucial para comprender el nivel de conocimiento inicial de los participantes sobre estos temas y permitirá ajustar los contenidos gráficos y la información de los paneles de manera más efectiva. La información recopilada se usará exclusivamente para fines académicos y contribuirá a la mejora continua del diseño y la comunicación del proyecto. Agradecemos su tiempo y disposición para participar en esta validación.

🕒 15 minutos

Se trata de un formulario con tiempo.

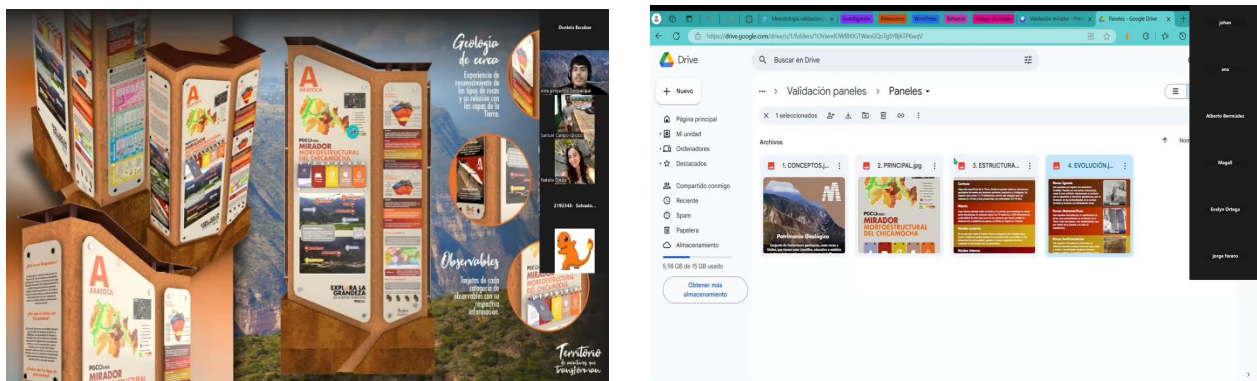
Una vez que empieces, no podrás pausar el temporizador. No se preocupe, Forms le proporciona un recordatorio de último minuto antes del envío. Las respuestas se enviarán automáticamente cuando se agote el tiempo. Prepárate antes de empezar a administrar el tiempo de envío.

Haga clic para empezar

Nota. Elaboración propia. [Formulario](#)

Una vez completada la Actividad 1, se explicó el enfoque en la señalética interpretativa para miradores, justificando esta elección por ser los geositos más abundantes en el cañón, con fácil acceso a los recursos patrimoniales del Chicamocha y una alta afluencia de visitantes. Tras esta explicación, se presentó la alternativa de señalética interpretativa, destacando sus cuatro paneles principales: Conceptos, Principal, Estructura y Evolución. Los participantes recibieron un enlace a un drive con las imágenes de los paneles, permitiéndoles leer su contenido.

Figura 64. Presentación de los paneles de la señalética interpretativa para miradores grandes.



Nota. Elaboración propia. [Paneles](#)

Posteriormente, se realizó la Actividad 2, que consistió en responder las mismas preguntas de la Actividad 1. Estas preguntas, basadas en la información presentada en los paneles, tenían como objetivo evaluar si los participantes lograron reconocer los recursos y elementos del

patrimonio geológico, así como la georreferencia del mirador utilizado, tras la lectura de los paneles.

Figura 65. *Formulario 2: Validación conocimientos posteriores.*

Validación de conocimientos

Este formulario tiene como objetivo evaluar el impacto de los contenidos presentados en los paneles diseñados para la señalética interpretativa en los miradores del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha. Su colaboración es fundamental para medir el nivel de comprensión adquirido tras analizar la información proporcionada en los paneles. Los resultados permitirán identificar fortalezas y áreas de mejora en los aspectos gráficos, estéticos y de contenido informativo. La información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos y contribuirá al perfeccionamiento del diseño y la comunicación del proyecto. Agradecemos su tiempo y disposición para participar en esta etapa de validación.

15 minutos

Se trata de un formulario con tiempo.

Una vez que empieces, no podrás pausar el temporizador. No se preocupe, Forms le proporciona un recordatorio de último minuto antes del envío. Las respuestas se enviarán automáticamente cuando se agote el tiempo. Prepárate antes de empezar a administrar el tiempo de envío.

[Haga clic para empezar](#)

Nota. Elaboración propia. [Formulario](#)

Al finalizar la Actividad 2, se compartió el formulario de la Actividad 3, diseñado para recopilar retroalimentación sobre la percepción estética y emocional de los paneles. Este formulario permitió obtener una evaluación integral de la impresión formal y estética que la señalética presentada generó en los participantes.

Figura 66. *Formulario 3: Validación formal estética.*

Validación Formal Estética

Este formulario tiene como objetivo evaluar la percepción estética y gráfica de los paneles diseñados para la señalética interpretativa en los miradores del Proyecto Geoparque Cañón del Chicamocha. Su colaboración es fundamental para analizar la calidad visual, la coherencia estética y la efectividad comunicativa de los paneles. Los resultados permitirán identificar fortalezas y áreas de mejora en el diseño y presentación de los elementos gráficos. La información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos y contribuirá al perfeccionamiento del diseño y la experiencia visual del proyecto. Agradecemos su tiempo y disposición para participar en esta etapa de validación.

* Obligatorio

Consentimiento Informado

Dando cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 1581 de 2012, "Por el cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales" y de conformidad con lo señalado en el Decreto 1377 de 2013.

1

Teniendo en cuenta lo anterior, autoriza usted de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca para tratar sus datos personales de acuerdo con su Política de Tratamiento de Datos Personales para los fines relacionados con el proyecto de grado. *

Sí autorizo

No autorizo

Nota. Elaboración propia. [Formulario](#)

5.5.3. Validación A: Resultados de la validación

La validación se realizó con una muestra de 40 participantes con perfiles variados en edad y profesión, lo que permitió evaluar la señalética en diferentes niveles de experiencia y conocimiento. La medición de resultados se basó en el conteo de errores y aciertos, identificando patrones de comprensión y dificultad en la interpretación del sistema. Se observó una mejora promedio en los conocimientos adquiridos tras la exposición a los paneles de la señalética interpretativa para miradores, junto con una evaluación de su percepción formal-estética, lo que permitió ajustar y optimizar su diseño final.

Tabla 20. Porcentaje de mejora en las respuestas entre la Actividad 1 y la Actividad 2.

Resultados por participante			
P	Puntos totales		% de mejora
	Pre	Post	
1	12	20	66.7%
2	12	25	108.3%
3	27	28	3.7%
4	14	29	107.1%
5	15	29	93.3%
6	19	30	57.9%
7	18	27	50.0%
8	12	30	150.0%
9	14	31	121.4%
10	18	28	55.6%
11	18	31	72.2%
12	14	31	121.4%
13	9	26	188.9%
14	9	25	177.8%
15	20	30	50.0%
16	10	30	200.0%
17	17	24	41.2%

18	11	29	163.6%
19	23	25	8.7%
20	21	31	47.6%
21	25	31	24.0%
22	16	25	56.3%
23	15	28	86.7%
24	14	28	100.0%
25	11	29	163.6%
26	14	18	28.6%
27	17	26	52.9%
28	13	22	69.2%
29	17	29	70.6%
30	18	20	11.1%
31	25	28	12.0%
32	11	28	154.5%
33	12	30	150.0%
34	11	25	127.3%
35	14	30	114.3%
36	23	30	30.4%
37	15	29	93.3%
38	16	26	62.5%
39	13	29	123.1%
40	15	16	6.7%

Nota. Elaboración propia.

5.5.3.1. Validación A: Análisis de los resultados de la actividad 1 y la actividad 2

5.5.3.1.1. Validación A: Distribución de participantes según el nivel de conocimiento

En esta sección, se presenta la distribución de los participantes en diferentes niveles de conocimiento, según los resultados obtenidos en el cuestionario previo (pre) y el posterior (post) a la lectura de los paneles. La Tabla 21 muestra el número de participantes en cada nivel de

conocimiento: Bajo, Intermedio, Avanzado y Completo, tanto antes como después de la intervención.

1. Bajo conocimiento (0-12 puntos): Nivel limitado de comprensión de los temas tratados.
2. Conocimiento intermedio (13-21 puntos): Conocimiento moderado, pero con áreas para mejorar.
3. Conocimiento avanzado (22-30 puntos): Comprensión sólida de los conceptos presentados.
4. Conocimiento completo (31 puntos): Comprensión total y precisa de todos los conceptos evaluados.

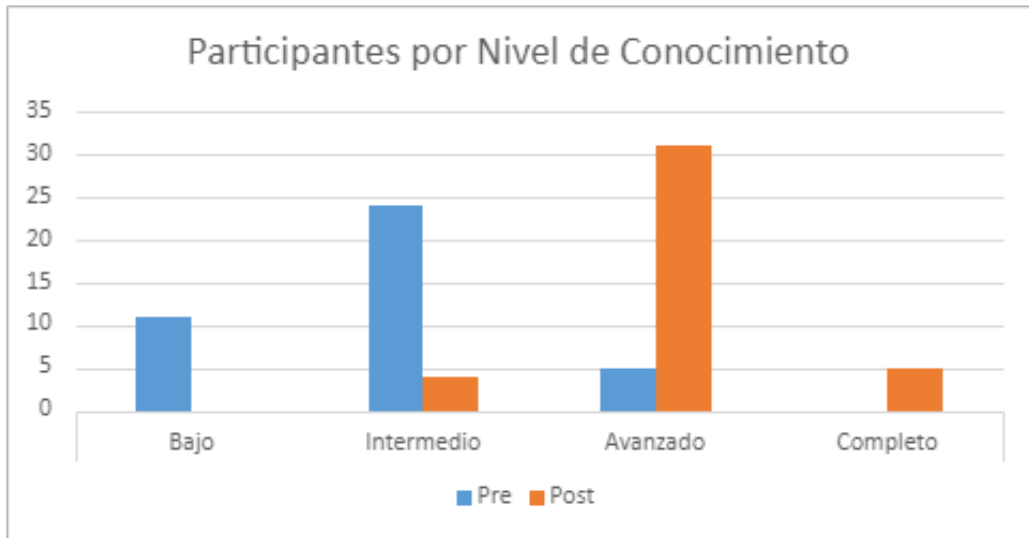
Tabla 21. *Tabla Nivel de conocimiento.*

Nivel de Conocimiento				
Cuestionario	Bajo	Intermedio	Avanzado	Completo
Pre	11	24	5	0
Post	0	4	31	5

Nota. Elaboración propia.

Además, se utilizó un gráfico de barras (Figura 67) para comparar visualmente la distribución de los participantes en los diferentes niveles de conocimiento. Este gráfico permite observar de manera clara las variaciones en el número de participantes que avanzaron en su nivel de conocimiento, proporcionando una representación visual del impacto de los paneles en el reconocimiento de las temáticas tratadas.

Figura 67. *Gráfico de barras Nivel de conocimiento.*



Nota. Elaboración propia.

Antes de la intervención, la mayoría de los participantes se encontraba en el nivel **intermedio**, con **24 participantes (60%)**. Tras la intervención, el **77.5%** de los participantes alcanzó el nivel **avanzado**, con **31** participantes en este nivel. Además, un **12.5%** logró el nivel **completo**, alcanzando **5** participantes este nivel.

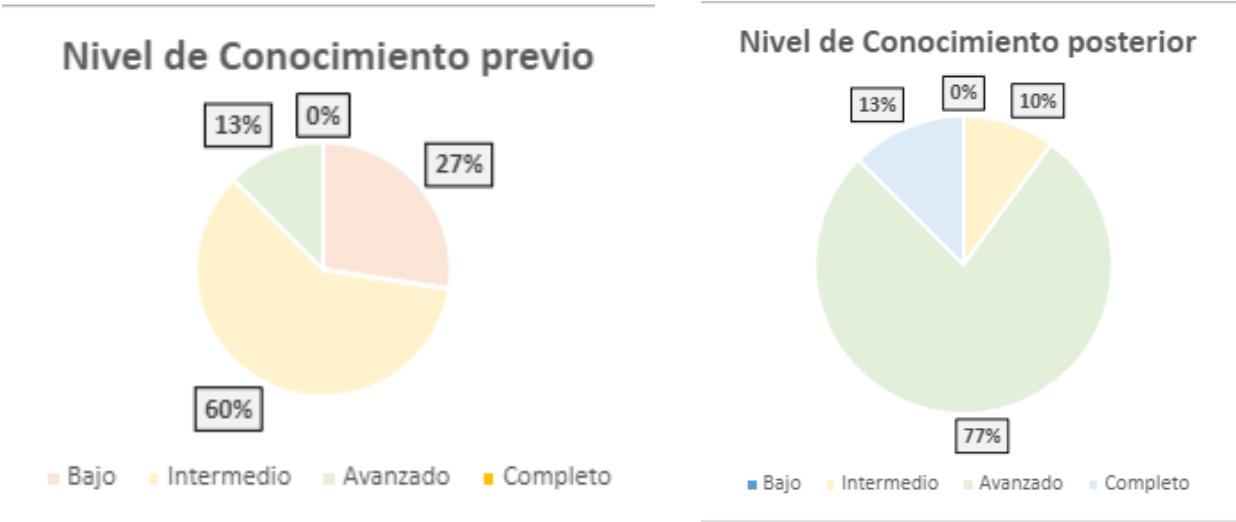
5.5.3.1.2. Validación A: Frecuencias

Tabla 22. Tabla Frecuencias.

Cuestionario	Frecuencias			
	Bajo	Intermedio	Avanzado	Completo
Pre	27.5%	60.0%	12.5%	0.0%
Post	0.0%	10.0%	77.5%	12.5%

Nota. Elaboración propia.

Figura 68. Gráficos de torta de nivel de conocimiento previo y nivel de conocimiento posterior.



Nota. Elaboración propia.

Se observó una mejora significativa en los niveles de conocimiento, reflejada en la disminución del porcentaje de participantes en los niveles bajo e intermedio, mientras que los niveles avanzado y completo mostraron un incremento notable.

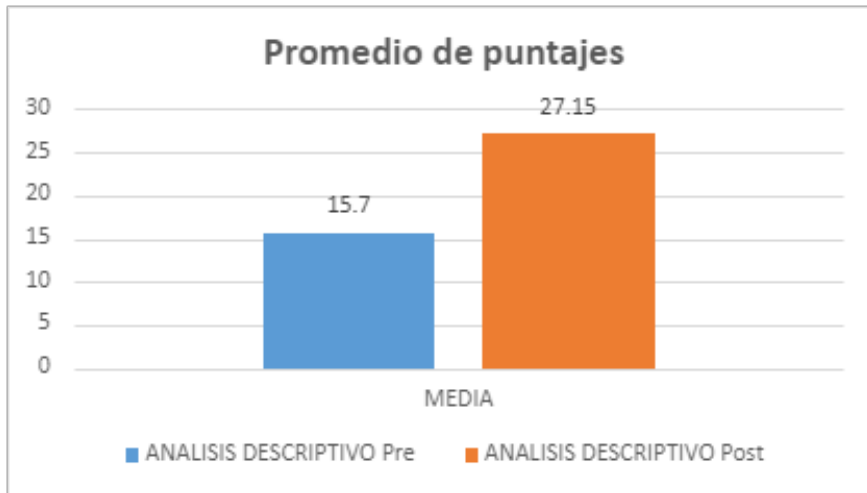
5.5.3.1.3. Validación A: Media de puntaje

Tabla 23. Tabla Media de puntaje

Cuestionario	Promedio	% de mejora
Pre	15.7	
Post	27.15	72.9%

Nota. Elaboración propia.

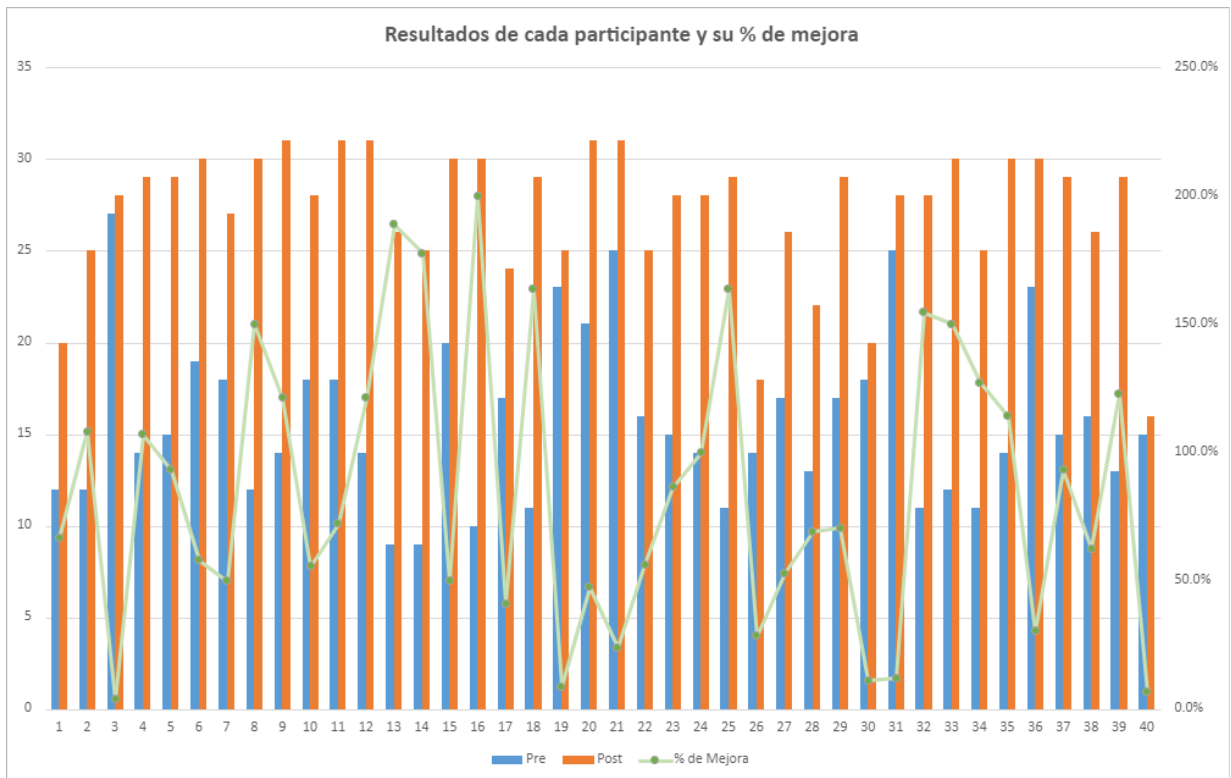
Figura 69. Gráfico media Promedio de puntajes



Nota. Elaboración propia.

El puntaje promedio mostró un incremento del **72.9%** tras la intervención, lo que refleja una mejora considerable en el nivel de conocimiento de los participantes sobre los temas tratados.

5.5.3.1.4. Validación A: Resultados por participante



Nota. Elaboración propia.

Ejemplo de mejora individual:

1. Participante 1: Mejoró de 12 a 20 puntos, lo que representa un aumento del 66.7%.

2. Participante 3: Mejoró de 27 a 29 puntos, lo que representa un incremento del 7.4%.

3. Participante 13: Mejoró de 13 a 29 puntos, lo que equivale a un aumento del 123.1%.

Estos ejemplos ilustran la variabilidad en las mejoras individuales, con algunos participantes mostrando avances significativos, mientras que otros experimentaron un aumento más moderado en su puntaje.

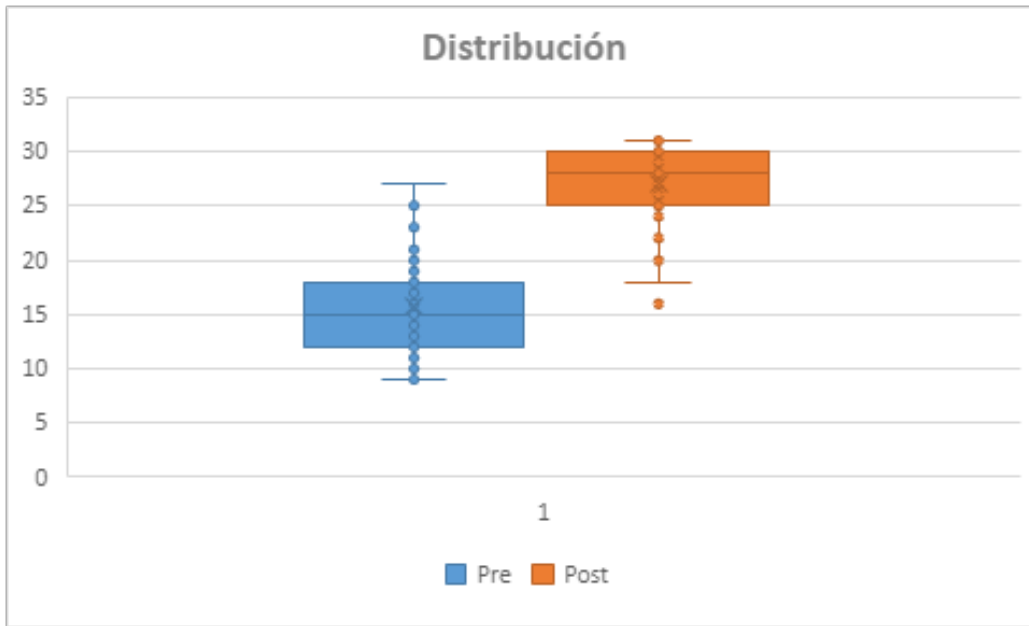
5.5.3.1.5. Validación A: Análisis descriptivo

Tabla 24. *Tabla Análisis descriptivo.*

Análisis descriptivo		
	Pre	Post
Media	15.7	27.15
Mediana	15	28
Moda	14	29
Máximo	27	31
Mínimo	9	16
Rango	18	15
Varianza	20.27	13.67
Desviación estándar	4.50	3.70
Cuartil 1	12	25
Cuartil 2	15	28
Cuartil 3	18	30

Nota. Elaboración propia.

Figura 70. *Diagrama de cajas y bigotes.*



Nota. Elaboración propia.

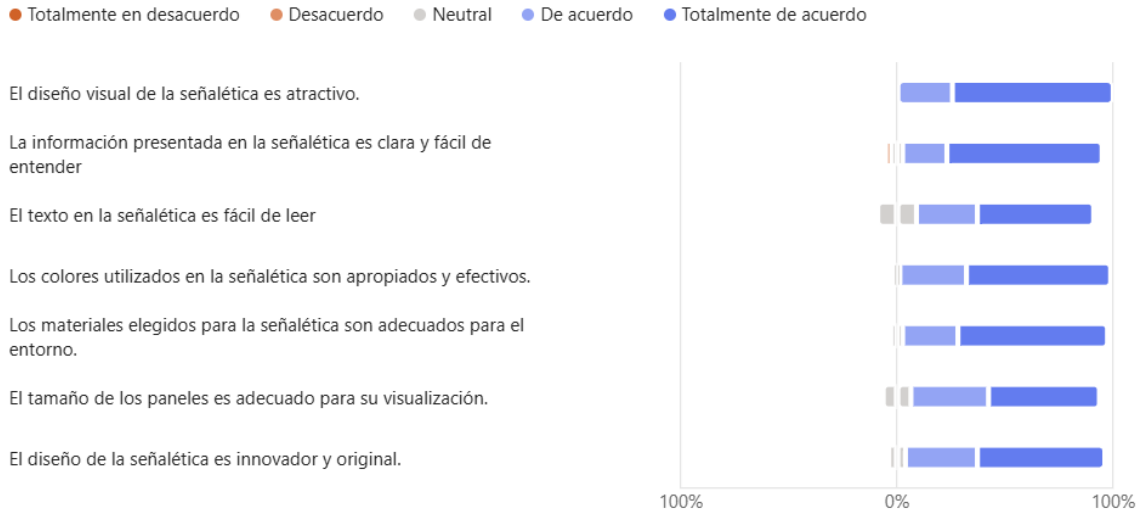
La interpretación del diagrama de caja y bigotes muestra que, tras la intervención, se observó una disminución en la variabilidad de los puntajes. Esto sugiere una mayor homogeneidad en los resultados, ya que los participantes lograron puntuaciones más cercanas entre sí, evidenciando una mejora generalizada en el nivel de conocimiento alcanzado.

5.5.3.2. Validación A: Análisis de los resultados de la actividad 3: Validación formal estética

En esta sección se presenta el análisis de los resultados de la **validación formal-estética** de la señalética interpretativa en los miradores y del sistema señalético completo. La evaluación se centró en los aspectos visuales, formales y emocionales del diseño, utilizando una escala de Likert para medir la percepción de los participantes. Además, se les pidió identificar los valores y sensaciones que el diseño evocaba. La validación se realizó con la misma muestra de 40 participantes, lo que permitió evaluar la percepción del sistema en un grupo diverso en edad y profesión. Los resultados permiten evaluar la efectividad del diseño y su integración en el entorno, así como la cohesión del sistema señalético en su conjunto.

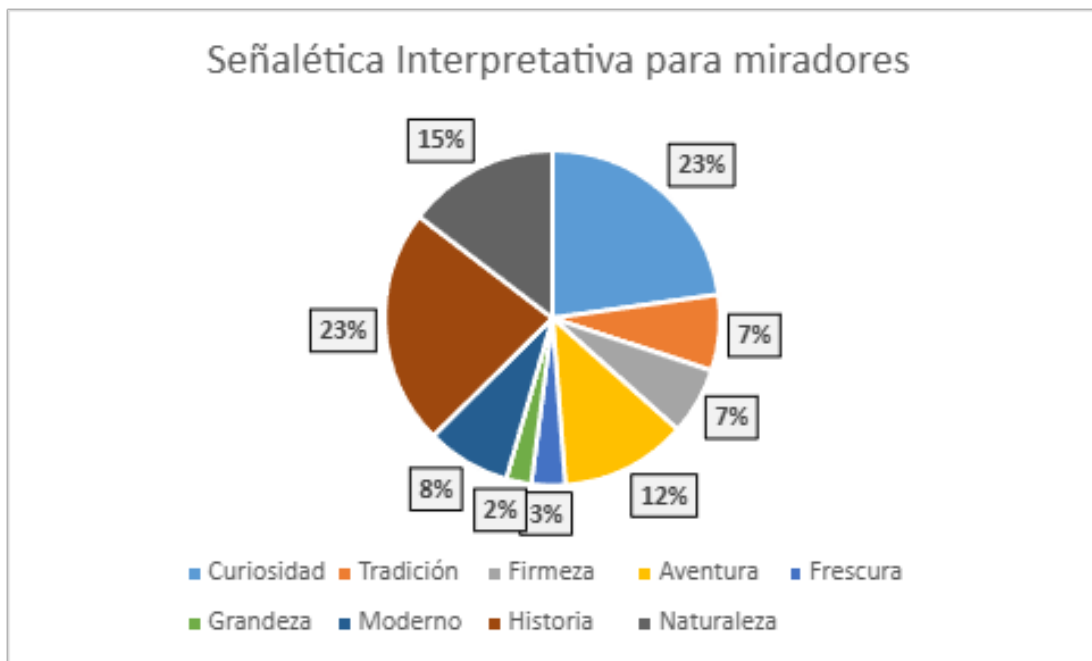
5.5.3.2.1. Validación A: Señalética interpretativa para miradores

Figura 71. Gráfico de barras Evaluación visual y formal. Señalética miradores



Nota. Elaboración propia.

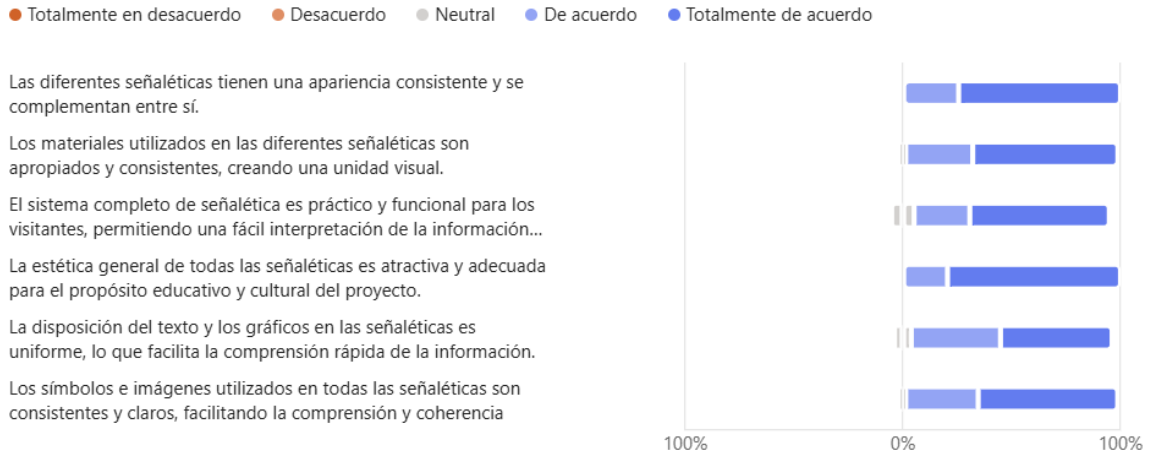
Figura 72. Gráfico de torta Distribución de valores y sensaciones evocadas. Señalética miradores



Nota. Elaboración propia.

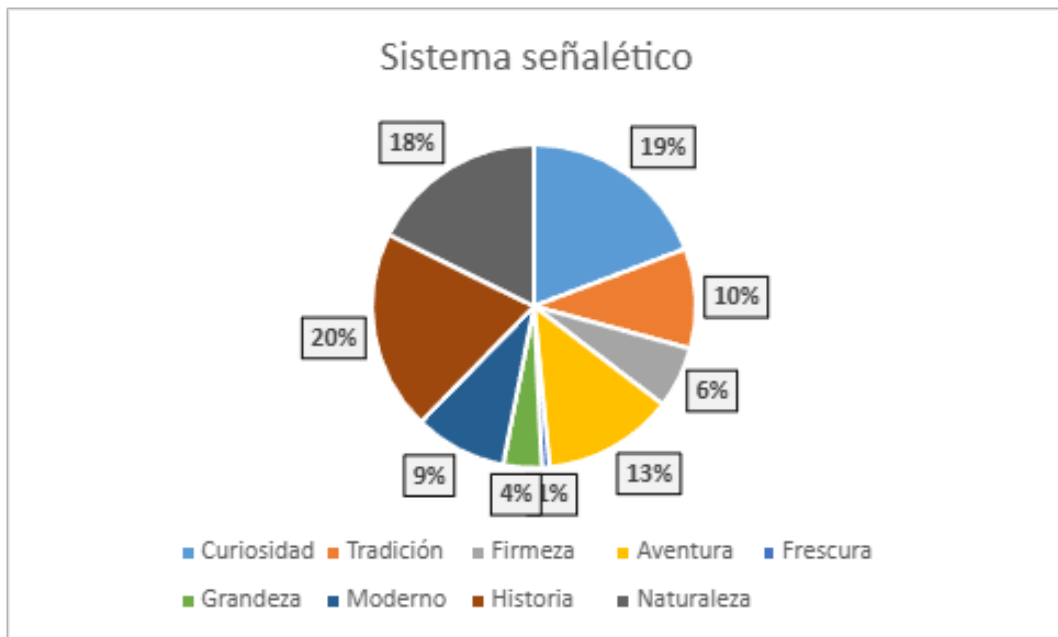
5.5.3.2.2. Validación A: Sistema señalético

Figura 73. Gráfico de barras Evaluación visual y formal. Sistema señalético



Nota. Elaboración propia.

Figura 74. Gráfico de torta Distribución de valores y sensaciones evocadas. Sistema señalético



Nota. Elaboración propia.

5.5.4. Validación A: Conclusiones de la validación

Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en el conocimiento de los participantes sobre el patrimonio del Cañón del Chicamocha tras la implementación de los paneles de la señalética interpretativa para miradores. Se observó un aumento del 72 % en el nivel de comprensión después de la visualización e interpretación de cada panel.

La disminución de la desviación estándar y la varianza postintervención indica que la mayoría de los participantes lograron un nivel de conocimiento más homogéneo. Antes de la intervención, se notaba una mayor concentración en el primer cuartil, lo que sugería que los participantes poseían un conocimiento limitado dentro de la escala intermedia. Sin embargo, tras la interpretación de los paneles, la distribución de los participantes se desplazó al tercer cuartil, reflejando un notable aumento en la comprensión y situándolos en el nivel de conocimiento avanzado.

Un número considerable de participantes mostró mejoras destacadas, con incrementos individuales superiores al 100 %. Un ejemplo claro es el Participante 13, quien aumentó su puntuación de 13 a 29 puntos, lo que representa una mejora del 123,1 %. Este cambio puede atribuirse, en parte, a la ausencia de estrategias previas de reconocimiento patrimonial en el Cañón del Chicamocha, lo que resalta la necesidad de implementar un sistema señalético como el propuesto.

En cuanto a los aspectos formales y estéticos, los resultados también fueron positivos, tanto al evaluar la señalética interpretativa para miradores de manera aislada como al evaluar el sistema señalético en su conjunto. Los participantes consideraron que el diseño visual de los paneles es atractivo y adecuado al entorno. Las palabras que los participantes asociaron con mayor frecuencia al sistema señalético y a la señalética para miradores fueron "Historia", con un 20% y 23% de menciones, respectivamente, seguidas de "Naturaleza" y "Curiosidad".

A la luz de estos resultados, se puede concluir que se ha cumplido con la hipótesis alternativa de validación: los paneles señaléticos interpretativos generaron un aumento significativo en el nivel de conocimiento de los participantes. Esto queda demostrado por la mejora porcentual en el conocimiento y la homogeneización del nivel de comprensión entre los participantes. Estos hallazgos respaldan la eficacia de los paneles interpretativos de la señalética para miradores en la transmisión de información y en el fortalecimiento del reconocimiento patrimonial. No obstante, se prevé realizar un análisis similar con una población más diversa y amplia para evaluar también la accesibilidad a la información.

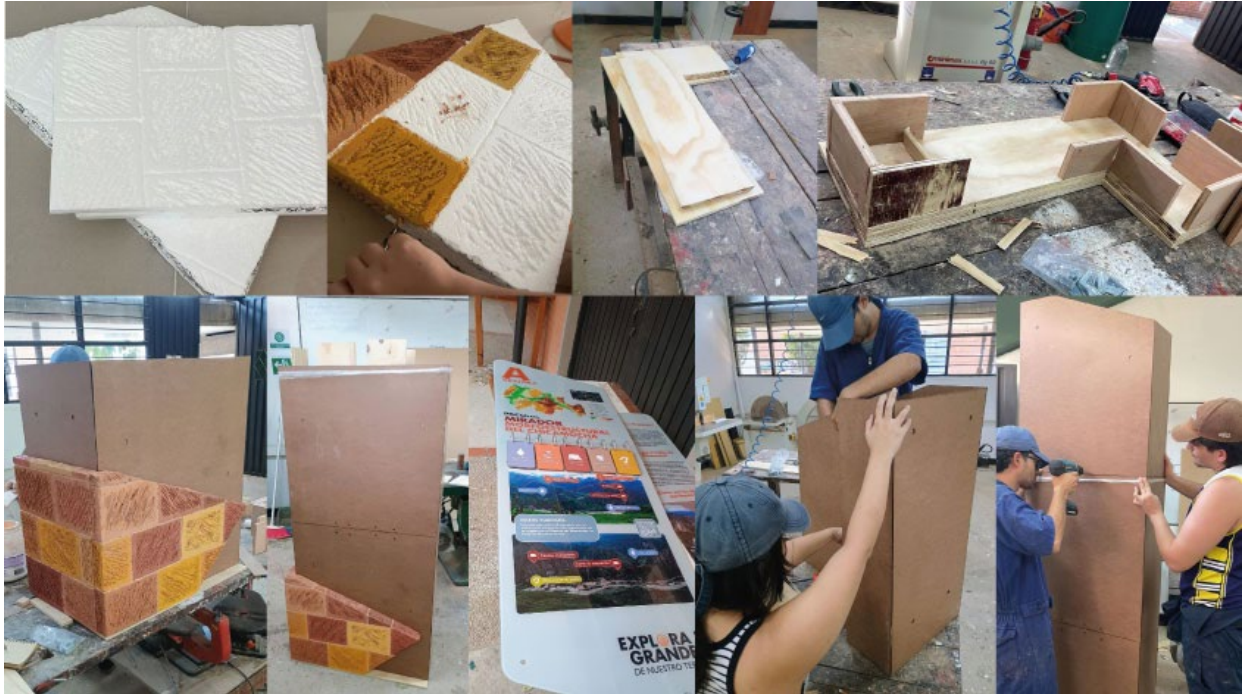
5.5.5. Validación B: Protocolo de validaciones del modelo de apariencia

5.5.5.1. Validación B: Construcción modelo de apariencia

La señalética seleccionada para la elaboración del modelo de apariencia corresponde a la propuesta diseñada para los miradores pequeños. Esta decisión se fundamenta en que los miradores

son el eje central de nuestro proyecto y representan el elemento clave para el reconocimiento del patrimonio geológico. Además, se optó por esta alternativa porque constituye el modelo mínimo viable, permitiendo validar su efectividad y funcionalidad con recursos optimizados.

Figura 75. Proceso de construcción del modelo de apariencia



Nota. Elaboración propia.

La construcción del modelo de apariencia se dividió en tres partes: la base, la sección media y la parte superior. Esta división permite que la señalética sea desmontable, facilitando su transporte debido a su altura total de 2.30 metros, lo cual hace inviable trasladar la estructura en una sola pieza.

Los materiales empleados en este modelo de apariencia fueron seleccionados para simular los elementos del diseño original:

- 1. Base:** Simulación de piedra Barichara realizada con icopor.
- 2. Estructura de tapia pisada:** Fabricada en MDF.
- 3. Estructura superior:** Simulación en cartón piedra.
- 4. Paneles:** Se utilizó acrílico cristal de 3 mm de espesor, con impresión espejo, para ambos paneles (principal y de conceptos), optando por un espesor menor al contemplado en el prototipo funcional.
- 5. Tarjetas de información observable:** Elaboradas en cartón piedra con laminado mate.

6. Distanciadores y soportes en U: Estos componentes corresponden a las piezas reales que serán usadas en el prototipo funcional.

7. Estructura interna: Construida con triplex para proporcionar estabilidad y facilitar el ensamblaje entre las tres secciones del modelo.

Figura 76. Modelo de apariencia



Nota. Elaboración propia.

5.5.5.2. Validación B: Objetivo de la validación

El objetivo principal es observar y analizar la interacción de los usuarios con el modelo de apariencia en su entorno real. Para ello, se optó por un enfoque de experimento semiestructurado, no participativo, en el cual los autores del proyecto llevaron a cabo una actividad de observación directa, sin intervenir o interactuar con los usuarios, pero realizando un autoreporte en donde se recolectan los datos necesarios. Para acceder a todos los documentos de la validación, consultar el **Apéndice Q**. Los objetivos específicos de la validación son:

1. Determinar la cantidad de usuarios que interactúan con el modelo, analizando tanto el acercamiento como la interacción visual.
2. Identificar las personas que interactuaron o tuvieron contacto con las tarjetas observables del panel principal.
3. Medir el tiempo promedio de interacción de los usuarios con el modelo.

4. Detectar posibles obstrucciones o factores que puedan dificultar la interacción efectiva del usuario con el modelo.
5. Observar si los usuarios muestran interés en el artefacto y cómo se expresa este interés, ya sea mediante su comportamiento o gestos.
6. Evaluar el nivel de interés de los usuarios por la información contenida en el artefacto y la forma en que esta información se presenta.

5.5.5.3. Validación B: Hipótesis

1. Hipótesis nula: Los turistas no demuestran interés en la señalética presente en los miradores, ni se sienten motivados a interactuar con ella, ya sea a través de observación visual o interacción física. La señalética no genera un impacto significativo en su experiencia.
2. Hipótesis alternativa: Los turistas muestran un interés genuino por la señalética ubicada en los miradores, se sienten atraídos por ella y participan activamente, ya sea observándola detenidamente o interactuando físicamente con los elementos, lo que mejora su experiencia en el espacio.

5.5.5.4. Validación B: Unidad experimental

La unidad experimental de este estudio está conformada por turistas cuyas edades oscilan entre los 15 y los 50 años, seleccionados por su interés en explorar paisajes y visitar miradores. Este grupo se caracteriza por percibir los viajes como una oportunidad para el aprendizaje, el crecimiento personal y la expresión de su conexión con el entorno. La elección de este perfil se fundamenta en su motivación intrínseca para interactuar activamente con elementos interpretativos vinculados a los paisajes y miradores turísticos. Además, su diversidad en términos demográficos y psicográficos asegura una representación amplia y relevante, alineada con los objetivos del experimento de validación, permitiendo así obtener datos significativos y aplicables al contexto de señalética interpretativa en estos espacios.

5.5.5.5. Validación B: Tratamiento de datos

Tabla 25. *Tabla de tratamiento de datos*

Dato a evaluar	Tipo de dato	Herramienta para medir el dato	Medición del dato
----------------	--------------	--------------------------------	-------------------

Reconocimiento del modelo como punto de información	Categorico (Sí/No)	Observación directa y entrevistas rápidas	Registro binario y resumen de respuestas
Acercamiento de las personas al modelo	Cuantitativo discreto	Cámara de monitoreo y autoreporte	Conteo del número de personas
Interacción física con elementos no didácticos	Cuantitativo discreto y categorico (Sí/No)	Observación directa y conteo visual	Conteo del número de interacciones y registro binario
Interacción física con elementos didácticos	Categorico y textual (descriptivo)	Observación directa y notas en campo	Registro binario y descripción breve de las interacciones
Intercambio de información entre personas	Textual y categorico	Observación directa y grabación de audio	Registro descriptivo y conteo de casos observados
Gestos o acciones positivas relacionadas con la información	Categorico (Sí/No) y textual (descriptivo)	Observación directa y videogración	Registro binario, descripción de gestos o acciones
Gestos o acciones negativas relacionadas con la información	Categorico (Sí/No) y textual (descriptivo)	Observación directa y videogración	Registro binario, descripción de gestos o acciones
Fotografías tomadas del objeto	Cuantitativo discreto	Cámara de monitoreo y autoreporte	Conteo del número de fotografías tomadas
Interrupciones durante la prueba	Categorico (Sí/No)	Observación directa y notas en campo	Registro binario y descripción breve de la causa
Razones observables para desistir de la interacción	Textual (descriptivo)	Entrevistas rápidas y observación directa	Registro de razones citadas o inferidas
Duración promedio de interacción	Cuantitativo continuo	Cronómetro y observación directa	Medición en segundos o minutos
Emociones percibidas en los usuarios	Categorico (emociones: alegría, interés, etc.)	Observación directa y análisis de expresiones faciales	Identificación de emociones más comunes

Nota. Elaboración propia.

5.5.6. Validación B: Ejecución con la guía de observación de campo

Debido a que se optó por un enfoque de experimento semiestructurado y no participativo, en el cual solo se realiza la observación sin intervención directa, se utilizará una guía de autoreporte para los evaluadores. A continuación, se presentará la ficha detallada:

Tabla 26. *Guía de autoreporte*

Guía de observación y autoreporte

Hora				
Lugar				
Herramientas usadas para el autoreporte				
Ejecución de la validación				
Preguntas de autoreporte				
Pregunta	Sí	No	¿Cuántas?	Observaciones
¿Cuántas personas asistieron al lugar durante la jornada de 9:00 am a 12:00 m?				
¿Reconocen las personas el modelo como un punto que proporciona información?				
¿Las personas se acercaron a ver el modelo?				
¿Las personas tuvieron interacción física con los elementos no didácticos?				
¿Las personas tuvieron interacción física con los elementos didácticos?				
¿Cuánto tiempo en promedio estuvieron las personas interactuando con el modelo?				

¿Las personas compartieron algún tipo de información entre sí?
¿Cómo?

¿Las personas realizaron algún gesto o acción positiva relacionada con la información presentada?

¿Las personas realizaron algún gesto o acción negativa relacionada con la información presentada?

¿Las personas tomaban fotografías del objeto?

¿Existieron interrupciones durante la prueba?

¿Existe alguna razón observable acerca de por qué el usuario desiste de la interacción?

Comentarios adicionales

Nota. Elaboración propia.

La prueba fue realizada un día Miércoles 15 de febrero de 2025, por motivos de disponibilidad y con el fin de poder observar la afluencia de personas turistas en un día de poca afluencia y de temporada baja, esto sirve para ver su comportamiento y cuanto es el mínimo de personas que pueden llegar a visitar el sitio, se llevó a cabo en el municipio de Aratoca, a orillas de la vía nacional que conduce a San Gil, justo antes del desvío hacia Cepitá. La llegada al Mirador Morfoestructural del Chicamocha fue a las 8:45 am (para obtener más información sobre este mirador, consulte el **Apéndice J**, geositio: Mirador Morfoestructural del Chicamocha). La instalación del prototipo se realizó alrededor de las 9:30 am. Los primeros visitantes comenzaron a llegar de manera paulatina, siendo principalmente motociclistas y familias que viajaban en automóvil, los cuales se estacionaron para descansar y disfrutar de la vista que ofrece el mirador. A partir de ese momento, se empezaron a tomar datos, grabaciones y a analizar el comportamiento de los visitantes, comenzando con el primer visitante que llegó y finalizando a las 12:00 pm. El punto de referencia para este mirador es el monumento ubicado en él, junto con la tradición de los viajeros de detenerse en este sitio, ya que no hay otra forma de llegar al lugar.

5.5.7. Validación B: Resultados de la validación

Tabla 27. Resultados recopilados de la guía de autoreporte

Resultados Guía de observación y autoreporte	
Hora	9:00 am - 12:00 m
Lugar	Mirador Morfoestructural del Chicamocha, vía Nacional Piedecuesta - San Gil
Herramientas usadas para el autoreporte	Modelo de apariencia de señalética interpretativa para miradores / Celular / Libreta / Lapicero / Vehículo para transporte / Cronómetro / Laptop portátil
Ejecución de la validación	La prueba fue realizada en el municipio de Aratoca, en orillas de la vía nacional que conduce a San Gil, metros antes del desvío a Cepitá, la hora de llegada al Mirador Morfoestructural del Chicamocha (6°48'28"N 73°00'10"W) fue a las 8:45 am, Se realizó la instalación del prototipo aproximadamente a las 9:00 am, al lugar empiezan a llegar visitantes de manera lenta, siendo la mayoría motociclistas y familias que realizan su viaje en automóvil, se estacionan para descansar y

deleitarse con la vista que ofrece el mirador. Se empiezan a tomar datos, grabaciones y analizar el comportamiento de las personas desde el primer visitante que llegó terminando a las 12.00 m. El punto de referencia para los turistas que desean ir a este mirador es el monumento que se encuentra en él, y la tradición de los viajeros por parar en este sitio, de lo contrario, no existe otra forma de llegar al lugar sin utilizar herramientas como Google maps.

Preguntas de auto reporte

Pregunta	Sí	No	¿Cuántas?	Observaciones	%
¿Cuántas personas asistieron al lugar durante la jornada de 9:00 am a 12:00 m?	-	-	21	La mayoría de los visitantes llegaba en motocicleta, mientras que el resto lo hacía en grupos familiares en automóvil, estacionándose en el lugar.	100
¿Reconocen las personas el modelo como un punto que proporciona información?	x		20	Al llegar, las personas suelen admirar primero el paisaje y luego se acercan al modelo. En grupo familiar, leen y comentan la información disponible. Cuando	95,2
¿Las personas se acercaron a ver el modelo?	x		18	hay niños, muestran curiosidad por tocarlo, mientras que los más jóvenes tienden a acercarse rápidamente para observarlo de cerca.	85,7
¿Las personas tuvieron interacción física con los elementos no didácticos?	x		12	Tocaron tanto la estructura principal como la de roca, además de interactuar con los paneles y gráficos.	57,1

¿Las personas tuvieron interacción física con los elementos didácticos?	x	11	El uso de las tarjetas fue principalmente iniciado por los jóvenes y niños, quienes las leían y luego invitaban a sus padres a hacer lo mismo.	52,4
¿Cuánto tiempo en promedio estuvieron las personas interactuando con el modelo?	x	6:48 m	Las personas pasaron la mayor parte de su tiempo interactuando con los elementos didácticos, dedicando un análisis y lectura más detallada, así como con el panel de conceptos, que era el que más tiempo les ocupaba durante su experiencia.	
¿Las personas compartieron algún tipo de información entre sí? ¿Cómo?	x	12	Las personas compartieron verbalmente la información que habían leído, respondiendo preguntas sobre el lugar con datos adquiridos de la señal y señalando el objeto como referencia. A menudo compararon la información gráfica con el paisaje, mostrando agrado, fascinación y curiosidad. Los gestos de sorpresa, expectativas y atracción fueron comunes, junto con sonrisas. También utilizaron las tarjetas de observables para identificar elementos en el entorno, lo que les permitió relacionar la información con el paisaje de manera más interactiva, acercándose a una	57,1

			distancia aproximada de 3 metros para observar con mayor detalle.	
¿Las personas realizaron algún gesto o acción positiva relacionada con la información presentada?	x	14	"Tan bonitas esas tarjetas". Al escuchar la palabra "geositio", preguntaron si había más y cuántos, mientras alternaban entre leer la información, observar el paisaje y regresar a la señal para leer nuevamente. Les pareció bonito, y le tomaron fotos, ya sea al objeto en sí o incluyéndose en las fotografías.	66,7
¿Las personas realizaron algún gesto o acción negativa relacionada con la información presentada?	x	2	Algunos gestos negativos por no alcanzar a leer de manera correcta alguna información.	9,5
¿Las personas tomaban fotografías del objeto?	x	5	La mayoría posaba en la parte del panel que sale su nombre y alrededor de la estructura.	23,8
¿Existieron interrupciones durante la prueba?	x	-		-
¿Existe alguna razón observable acerca de por qué el	x	1	Prisa por irse.	4,76

**usuario desiste de la
interacción?**

Comentarios adicionales

Hay que analizar los fuertes vientos de la zona con un equipo especializado y expertos profesionales en el tema para caracterizar esta información valiosa para las fichas de caracterización del geositio, se debe adecuar su accesibilidad al mirador y aplanar la zona para crear un sitio de visualización e interpretación más amplio, en cuanto a la señalética, ocurren algunos problemas con la identificación para el uso del QR por temas de contraste, así como con la lectura de algunos conceptos en los paneles interpretativos.

*Nota. Elaboración propia. Para acceder a todos los documentos de la validación, consultar el **Apéndice Q**.*

Figura 77. Evidencias de la prueba



Nota. Elaboración propia.

5.5.8. Validación B: Conclusiones de la validación

La validación del modelo de señalética interpretativa en el Mirador Morfoestructural del Chicamocha permitió evaluar su efectividad en un entorno real. Durante la jornada, asistieron 21 personas, en su mayoría familias y motociclistas que hicieron una pausa para disfrutar del paisaje.

El 95.2% de los visitantes reconocieron el modelo como un punto informativo, y el 85.7% se acercaron a interactuar con él, lo que refleja su capacidad para captar la atención.

El diseño promueve la interacción física con elementos no didácticos, como la estructura principal y los gráficos (57.1%), y con elementos didácticos, como las tarjetas de observables (52.4%). Estas últimas resultan especialmente atractivas para niños y jóvenes, quienes las usaron para llamar la atención de sus familiares. Además, el 57.1% de los visitantes compartieron verbalmente la información adquirida, comparándola con el paisaje y mostrando agrado, fascinación y curiosidad.

Un 66.7% de los usuarios realizó gestos positivos, como sonrisas y expresiones de sorpresa, mientras alternaban entre leer, observar el entorno y volver a la señalética. El 23.8% tomó fotografías del modelo, destacando su atractivo visual. No obstante, el 9.5% presentó dificultades para leer ciertos conceptos, y se observó un bajo uso del código QR.

Se identificaron retos relacionados con el viento y la accesibilidad del mirador, que podrían afectar la experiencia. En conclusión, el modelo demostró ser una alternativa efectiva para señalética interpretativa en miradores, con un diseño atractivo y funcional que fomenta la interacción y el aprendizaje. Las mejoras en la claridad de conceptos, accesibilidad del sitio y usabilidad de recursos digitales fortalecerán su impacto.

5.6. Diseño para la manufactura (Design for Manufacturing)

En esta sección se presentará el proceso de Diseño para la Fabricación (DFM), donde se detallan los aspectos técnicos necesarios para la ejecución del proyecto. A través de planos técnicos, fichas señaléticas, cartas de producción, diagramas de ensamble y una tabla de costos, se proporciona una visión integral de las especificaciones y el plan de fabricación de los componentes del sistema señalético. Este enfoque permite optimizar la viabilidad y eficiencia del proyecto, asegurando que todos los elementos sean producidos conforme a los estándares establecidos.

5.6.1. Planos técnicos

Se presentan los planos técnicos correspondientes al diseño y desarrollo de todo el sistema señalético. Estos planos incluyen los detalles precisos de las estructuras, dimensiones, materiales y especificaciones técnicas de cada componente diseñado. Los planos son una herramienta fundamental para la correcta implementación y ejecución del proyecto de sistema señalético para

el Geoparque, ya que proporcionan una guía visual y detallada para la fabricación de cada uno de los componentes que constituyen las diferentes señaléticas.

Un ejemplo de los planos técnicos se presenta en la Figura 78, y su contenido completo se puede consultar en el **Apéndice R**.

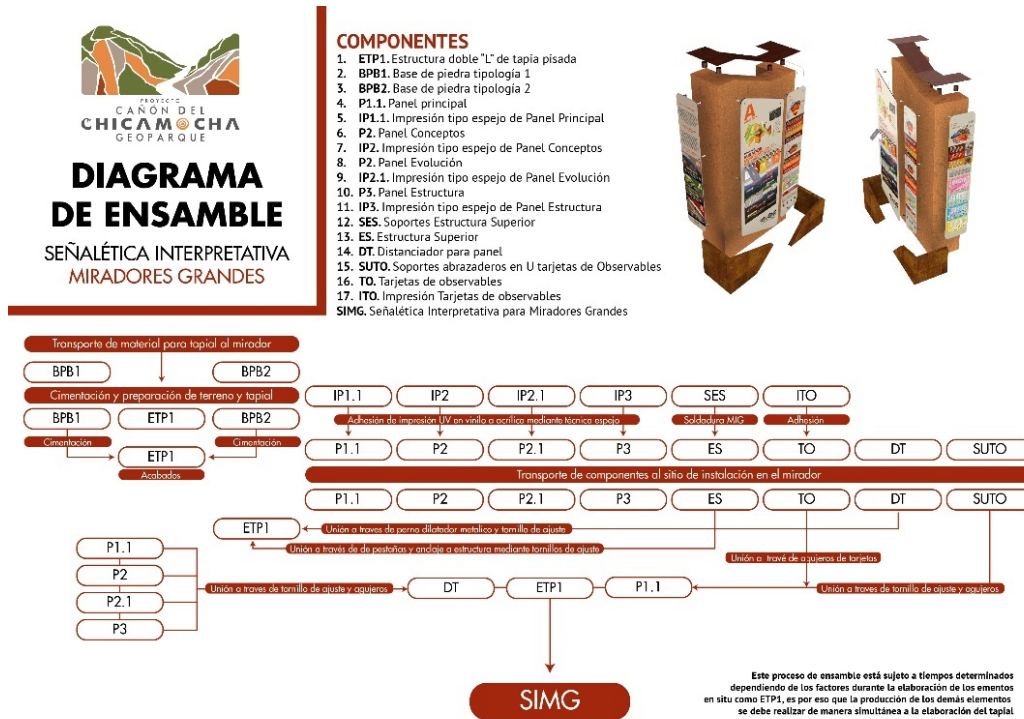
Figura 78. Ejemplo de Planos Técnicos Sistema Señalético Geoparque Cañón del Chicamocha.



Nota. Elaboración propia.

5.6.2. Fichas señaléticas

Las fichas señaléticas se han elaborado para cada uno de los elementos del sistema señalético, proporcionando una descripción detallada de las características clave de cada pieza. En cada ficha se incluyen los siguientes detalles: el nombre de la señalética, los componentes que la conforman, los materiales utilizados en su fabricación, las dimensiones específicas, los colores empleados, así como la relación entre los diferentes elementos del sistema. Esta información permite tener una visión clara y precisa de cada señalética, facilitando su fabricación y ensamblaje. En la Figura 79 se presenta un ejemplo de la ficha señalética interpretativa para los miradores grandes y pequeños, ilustrando cómo se organizan y presentan estos datos.



Nota. Elaboración propia. Todos los diagramas de ensamble se encuentran en el Apéndice T.

5.6.4. Tabla de costos

En esta sección se presentan los costos estimados de cada una de las señaléticas que conforman el sistema señalético diseñado. Los costos se encuentran organizados por categorías: materias primas, insumos, nómina, transporte de materiales y lotes de producción, permitiendo un análisis detallado de cada componente y su impacto en el costo total.

Es importante mencionar que los costos reflejados son aproximados y variables, sujetos a cambios dependiendo de factores como la disponibilidad de materiales, las condiciones locales y las tarifas vigentes al momento de la ejecución. Esta sección busca proporcionar una base de referencia para entender la inversión requerida en el proyecto, con la flexibilidad de ser ajustada según el contexto, cambios y necesidades específicas que en un futuro surjan.

Para más detalle, los datos completos están disponibles en el **Apéndice U**.

Figura 81. Ejemplo tabla de costos

TABLA DE COSTOS						
Señalética interpretativa para miradores grandes						
Materiales y procesos						
Componente	Dimensiones	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo total (COP)	
Estructura tapia pisada	2,30 m x 1,10 m x 0,40 m (Área 0,98 m²)	m²	3,08	\$118.000	\$363.240	
Base 1 (Piedra Banchara)	0,5 m x 0,7 m x 0,05 m	Unidad	1,00	\$70.000	\$70.000	
Base 2 (Piedra Banchara)	0,5 m x 0,7 m x 0,05 m	Unidad	1,00	\$70.000	\$70.000	
Panel conceptos	160 cm x 30 cm x 0,6 cm	Unidad	1,00	\$38.000	\$38.000	
Panel evolución	160 cm x 30 cm x 0,6 cm	Unidad	1,00	\$38.000	\$38.000	
Panel principal	167,5 cm x 60 cm x 0,6 cm	Unidad	1,00	\$410.000	\$410.000	
Panel estructura	197,8 cm x 30 cm	Unidad	1,00	\$380.000	\$380.000	
Distancias	28,4 mm x 47 mm x 25,4 mm	Unidad	24,00	\$1.300	\$31.200	
Estructura superior	115 cm x 43 cm x 0,3 cm	Unidad	1,00	\$650.000	\$650.000	
Soportes	2" x 50 mm x 3 mm	Unidad	5,00	\$10.000	\$50.000	
Tarjetas observables	10 cm x 15 cm x 2 mm	Unidad	40,00	\$4.360	\$174.400	
Soportes tipo U	Soportes para tarjetas	Unidad	10,00	\$3.200	\$32.000	
Total por unidad				\$2.872.400	\$2.872.400	
Total por lote				\$14.362.000	\$14.362.000	
Nómina				5	\$4.396.900	\$21.964.500
Rol	Actividad	Cantidad	Horas estimadas	Tarifa Hora (COP)	Costo total (COP)	
Diseñador industrial	Diseña los detalles desde el concepto hasta los planos técnicos, selección de materiales, valido prototipos y supervisa la instalación para asegurar coherencia estética y funcional.	2	24	\$30.000	\$1.440.000	
Ingeniero civil	Evalúa el terreno, diseña estructuras, realiza cálculos estructurales, supervisa la construcción y valida la calidad de los materiales y procesos constructivos.	1	12	\$37.500	\$450.000	
Técnico en construcción	Construye la tapia pisada, realiza orientaciones, ensambla soportes y paneles, y coordina tareas con electricista en soldadura y acabados.	1	24	\$15.025	\$378.000	
Técnico en acabados	Aplica pintura y tratamientos en estructuras metálicas. Realiza pintura para acrílicos, y revisa detalles finales para cumplir con los requisitos de calidad.	1	18	\$14.375	\$258.750	
Técnico en soldadura	Fabrica y ajusta estructuras metálicas mediante soldadura MIG, garantiza la resistencia de las uniones, y coordina en el montaje de los componentes.	2	8	\$17.500	\$280.000	
Coordinador del proyecto	Planifica actividades, supervisa recursos y cronogramas, resuelve conflictos, comunica avances con stakeholders y valida la instalación final.	1	30	\$37.500	\$1.125.000	
Auxiliar de obra	Apoya en la manipulación de materiales, prepara áreas de trabajo, mezcla materiales básicos y ayuda a los técnicos durante las instalaciones.	3	30	\$9.375	\$843.750	
Cantero	Corta, lija y pule piedra Banchara para las bases, asegurando acabados uniformes e instala las bases en las orientaciones de forma precisa.	1	12	\$12.500	\$150.000	
Total por unidad				\$984.400	\$984.400	
Total por lote				\$4.922.000	\$4.922.000	
Transporte						
Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo Total (COP)	
Transporte materiales	Viajes necesarios a los diferentes puntos de instalación	Viaje	6	\$250.000	\$1.500.000	
Transporte de personal	Viajes necesarios a los diferentes puntos de instalación	Viaje	6	\$200.000	\$1.200.000	
Total por unidad				\$440.000	\$440.000	
Total por lote				\$2.700.000	\$2.700.000	

TABLA DE COSTOS					
Señalética interpretativa para miradores grandes					
Materiales y procesos					
Componente	Dimensiones	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo total (COP)
Estructura tapia pisada	2,30 m x 0,70 m x 0,40 m (Área 0,31 m²)	m²	5,31	\$115.000	\$603.650
Base 1 (Piedra Banchara)	0,5 m x 0,7 m x 0,05 m	Unidad	1,00	\$70.000	\$70.000
Panel conceptos	160 cm x 30 cm x 0,6 cm	Unidad	1,00	\$38.000	\$38.000
Panel principal	167,5 cm x 60 cm x 0,6 cm	Unidad	1,00	\$410.000	\$410.000
Distancias	28,4 mm x 47 mm x 25,4 mm	Unidad	24,00	\$1.300	\$31.200
Estructura superior	116 cm x 43 cm x 0,3 cm	Unidad	1,00	\$650.000	\$650.000
Tornillo acortado anillo	3/8" x 3"	Unidad	10,00	\$3.500	\$35.000
Tarjetas observables	10 cm x 15 cm x 2 mm	Unidad	40,00	\$4.360	\$174.400
Soportes tipo U	Soportes para tarjetas	Unidad	10,00	\$3.200	\$32.000
Total por unidad				\$2.050.850	\$2.050.850
Total por lote				\$10.254.250	\$10.254.250
Nómina					
Rol	Actividad	Cantidad	Horas estimadas	Tarifa Hora (COP)	Costo total (COP)
Diseñador industrial	Diseña los detalles desde el concepto hasta los planos técnicos, selección de materiales, valido prototipos y supervisa la instalación para asegurar coherencia estética y funcional.	2	24	\$30.000	\$1.440.000
Ingeniero civil	Evalúa el terreno, diseña estructuras, realiza cálculos estructurales, supervisa la construcción y valida la calidad de los materiales y procesos constructivos.	1	12	\$37.500	\$450.000
Técnico en construcción	Construye la tapia pisada, realiza orientaciones, ensambla soportes y paneles, y coordina tareas con electricista en soldadura y acabados.	1	18	\$15.025	\$270.450
Técnico en acabados	Aplica pintura y tratamientos en estructuras metálicas. Realiza pintura para acrílicos, y revisa detalles finales para cumplir con los requisitos de calidad.	1	18	\$14.375	\$258.750
Técnico en soldadura	Fabrica y ajusta estructuras metálicas mediante soldadura MIG, garantiza la resistencia de las uniones, y coordina en el montaje de los componentes.	2	8	\$17.500	\$280.000
Coordinador del proyecto	Planifica actividades, supervisa recursos y cronogramas, resuelve conflictos, comunica avances con stakeholders y valida la instalación final.	1	24	\$37.500	\$900.000
Auxiliar de obra	Apoya en la manipulación de materiales, prepara áreas de trabajo, mezcla materiales básicos y ayuda a los técnicos durante las instalaciones.	3	24	\$9.375	\$875.000
Cantero	Corta, lija y pule piedra Banchara para las bases, asegurando acabados uniformes e instala las bases en las orientaciones de forma precisa.	1	12	\$12.500	\$150.000
Total por unidad				\$887.000	\$887.000
Total por lote				\$4.435.000	\$4.435.000
Transporte					
Concepto	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo Total (COP)
Transporte materiales	Viajes necesarios a los diferentes puntos de instalación	Viaje	6	\$250.000	\$1.500.000
Transporte de personal	Viajes necesarios a los diferentes puntos de instalación	Viaje	6	\$200.000	\$1.200.000
Total por unidad				\$440.000	\$440.000
Total por lote				\$2.700.000	\$2.700.000

Nota. Elaboración propia.

6. Conclusiones

En conclusión, este proyecto respondió a la pregunta de diseño planteada: **¿Cómo reconocer el patrimonio geológico mediante señalética interpretativa que involucre cualquier tipo de público, ya sea local o foráneo?** A través del desarrollo de un sistema señalético versátil, se lograron soluciones que no solo destacan y valorizan el patrimonio geológico del Cañón de Chicamocha, actualmente en proceso de reconocimiento como Geoparque Mundial ante la UNESCO, sino que también garantizan su implementación en diversos contextos, como miradores, carreteras, parques principales y fachadas. Su versatilidad radica en la posibilidad de adecuación en distintos entornos, gracias a las alternativas diseñadas para carreteras, miradores de distintos tamaños y sistemas de instalación en muros de tapia pisada, tanto en sitio como de forma continua. Además, se consideró la inclusión de contenido en inglés en elementos específicos, como las tarjetas de observables y algunos componentes orientativos, facilitando así la comprensión para visitantes extranjeros.

Aunque el enfoque principal estuvo dirigido al patrimonio geológico, el proyecto también integró el reconocimiento del patrimonio biológico y cultural, destacando la riqueza integral del territorio. Para asegurar la efectividad de los paneles interpretativos en la transmisión de

información clara y comprensible, se llevó a cabo un proceso riguroso de validación con estudiantes, expertos en diseño y geología, profesores y público general. Estas pruebas permitieron evaluar aspectos clave como legibilidad, coherencia, diagramación y comprensión del contenido. Los resultados evidenciaron un incremento en el reconocimiento y la valoración del patrimonio, confirmando que los elementos diseñados generan interés y fomentan la apropiación del territorio por parte de los visitantes.

Entre los principales entregables del proyecto se encuentran las fichas de caracterización, el manual señalético y un conjunto de diseños aplicables a distintos tipos de señalética. Estos productos no solo facilitaron la organización y documentación de la información sobre geositios y georutas, sino que también aseguraron la coherencia y replicabilidad del sistema en otros espacios. Además, la propuesta de utilizar materiales locales, como la tapia pisada y la piedra de Barichara, responde a criterios de sostenibilidad y refuerza la identidad cultural del Cañón, integrando la señalética con su entorno natural y patrimonial. Asimismo, el sistema diseñado cumple en su mayoría con las normativas del Manual de Señalización Vial de Colombia, así como con estándares básicos para la construcción en tapia pisada y otras regulaciones aplicables.

El proceso de diseño también presentó desafíos significativos, en especial la adaptación de información geológica técnica a un lenguaje accesible para públicos diversos sin comprometer su rigurosidad científica. En este sentido, las validaciones iterativas fueron fundamentales, ya que permitieron optimizar cada componente del sistema, garantizando su efectividad educativa, estética y funcional. Además, se tuvo especial cuidado en la integración armónica de la señalética en el entorno, evitando cualquier impacto negativo en el paisaje. La selección de materiales locales, la paleta de colores en armonía con el entorno y las dimensiones adaptables permitieron que las estructuras se ubicaran estratégicamente sin alterar la belleza natural del paisaje.

En definitiva, este proyecto no solo contribuyó al diseño de un sistema señalético para visibilizar el patrimonio del Cañón de Chicamocha, sino que también dejó herramientas y aprendizajes clave para el desarrollo de estrategias integrales de conservación, difusión y apropiación del patrimonio geológico, biológico y cultural. Más aún, representa un paso significativo en el proceso de reconocimiento del Cañón como Geoparque Mundial ante la UNESCO, consolidando su valor patrimonial y su relevancia tanto para las comunidades locales como para los visitantes

7. Aspectos a mejorar

Durante el desarrollo del proyecto se identificaron diversos aspectos susceptibles de mejora, los cuales podrían fortalecer la funcionalidad, adaptabilidad y sostenibilidad del sistema señalético en futuros escenarios de implementación.

En cuanto al uso de materiales, aunque la elección de la tapia pisada y la piedra de Barichara fue un acierto por su sostenibilidad y conexión con la identidad cultural del territorio, lastimosamente para fines de prototipado dentro del proyecto no se pudo realizar un prototipo con estos materiales por las razones mencionadas durante la etapa de prototipar, se propone primero realizar prototipos con materiales reales de la señalética propuesta, con el fin de realizar análisis con más aciertos con estos materiales, así mismo se puede ampliar el enfoque hacia la utilización de materiales representativos de cada sector donde se instalen las señaléticas. Por ejemplo, municipios como Cepitá, Villanueva, Los Santos y Jordán cuentan con una notable riqueza en piedras locales que podrían integrarse al diseño de las señaléticas, fortaleciendo el vínculo cultural con cada comunidad y promoviendo el uso de recursos autóctonos.

Así mismo, se considera necesario realizar análisis más específicos y detallados de los terrenos y suelos donde se colocarán las señaléticas. Este enfoque permitirá diseñar estructuras que se adapten mejor a las condiciones particulares de cada entorno, garantizando así su estabilidad y durabilidad.

Un aspecto clave para fortalecer el proyecto es la inclusión de un ingeniero civil como miembro activo del equipo. Este profesional podría aportar conocimientos esenciales en temas legales, normativos y técnicos relacionados con el cumplimiento del Manual de Señalización Vial de 2015. Su participación aseguraría que las estructuras cumplen con los requisitos exigidos a nivel nacional, además de garantizar la seguridad y legalidad en cada instalación.

Adicionalmente, es fundamental realizar evaluaciones estructurales más exhaustivas para los muros de tapia pisada, que constituyen un componente principal del sistema señalético. Dado que el Cañón de Chicamocha es una región con actividad sísmica considerable, validar el comportamiento de estos elementos en condiciones reales resulta imprescindible para asegurar su funcionalidad y resistencia a largo plazo.

Otro aspecto de mejora importante radica en la planificación y adecuación de los espacios donde se ubicarán las señaléticas. No solo es necesario instalar los elementos señaléticos, sino también garantizar que los entornos sean accesibles y seguros para los visitantes. Esto incluye

caminos, áreas de descanso, espacios para detenerse y miradores, con el objetivo de proporcionar una experiencia integral que complemente el propósito educativo y turístico del proyecto.

Además, la conexión del sistema señalético con recursos digitales, como la página web existente o aplicaciones móviles, es de vital importancia para temas de accesibilidad y difusión. Integrar códigos QR con recursos de realidad aumentada o referencias digitales en los paneles podría permitir a los usuarios ampliar la información sobre el patrimonio, acceder a mapas interactivos, planificar recorridos y disfrutar de una experiencia más enriquecedora, acorde con las necesidades de un público diverso.

Por último, se propone un cambio de algunos códigos y tintas para impresión, así como un reajuste de la posición de perforaciones para las tarjetas de observables y algunos cortes. También es necesario ajustar los tamaños y diámetros de algunas perforaciones en los paneles interpretativos.

En conjunto, estos aspectos de mejora representan oportunidades para seguir fortaleciendo el sistema señalético, no solo en términos de funcionalidad y diseño, sino también como una herramienta clave para la conservación, valorización y apropiación del patrimonio del Cañón de Chicamocha.

8. Bibliografía

Aillón, A. C., et al. (2023). Diseño de estrategias de identidad y comunicación visual para la articulación de los geositios del Geoparque Cañón del Chicamocha. Recuperado de <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/14904>

Amaya, S., Zuluaga, C.A., & Bernet, M. (2020). Different levels of exhumation across the Bucaramanga Fault in the Cepitá area of the southwestern Santander Massif, Colombia: Implications for the tectonic evolution of the northern Andes in northwestern South America. In J. Gómez & D. Mateus-Zabala (Eds.), *The Geology of Colombia, Volume 3 Paleogene – Neogene* (pp. 491–507). Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales 37. Bogotá.

Antioqueño. *Boletín de Geología*, 41(2), 103-121. <https://doi.org/10.18273/revbol.v41n2-2019006n>

Atlantic Geoparks. (2023). Geoconservación – Geopark Management Toolkit. Recuperado de <https://www.geoparktoolkit.org/geoconservation/?lang=es#GC4>

Behance. (2019). School wayfinding design / Señalización Colegio Marista - Mateo Flandoli. Recuperado de: https://www.behance.net/gallery/88157557/School-wayfinding-design-Senalizacion-Colegio-Marista?tracking_source=for_you_feed_featured_category

Brilha, J. (2015). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>

Cañón del Chicamocha. (2021, June 8). Geología - Cañón del Chicamocha. Cañón Del Chicamocha - Encanto Majestuoso. Recuperado de <https://www.destinochicamocha.com/canon-del-chicamocha/geologia/>

Cañón del Chicamocha. (2021, May 21). Clima - Cañón del Chicamocha. Cañón Del Chicamocha - Encanto Majestuoso. Recuperado de <https://www.destinochicamocha.com/prepare-su-viaje/informacion-general/clima/>

Casellas, A. (2021). Diseño emocional. Tipos de diseño. por Vicky Casellas. Arte Casellas. Recuperado de <https://artecasellas.es/como-provocar-con-el-diseno-emocional-un-vinculo-con-el-objeto-que-va-mas-alla-de-su-utilidad/>

Chapman, C. (2018). Explorando los principios gestalt del diseño. Toptal Design Blog. Recuperado de <https://www.toptal.com/designers/ui/exploring-the-gestalt-principles-of-design>

Freepik (2024) Esquema de mezcla de colores infografía | Vector Gratis. Recuperado de: https://www.freepik.es/vector-gratis/esquema-mezcla-colores-infografia_6203153.htm#fromView=search&page=1&position=0&uuid=8d505682-660a-4b85-8e9b-46398d386035&new_detail=true&query=teoria+del+color

García, C.A., Ríos, C.A., & Castellanos, O.M. (2005). Medium-pressure metamorphism in the Central Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. *Boletín de Geología*, 27(2), 43-68. Bucaramanga.

García, P. (2022). Geoparques y sostenibilidad: Un análisis desde el Cañón del Chicamocha. *Geografía y Sociedad*, 28(2), 61-75.

García, T. (2021). El Geoparque Cañón del Chicamocha como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Desarrollo Sostenible*, 7(1), 20-33.

Geoparque de Granada (2022). Diputación de Granada recibe la ayuda del GDR Altiplano de Granada para la señalización del Geoparque. Recuperado de: <https://www.geoparquedegradada.com/diputacion-de-granada-recibe-la-ayuda-del-gdr-altiplano-de-granada-para-la-senalizacion-del-geoparque/>

Geoparques España. (2024). La Red Mundial de Geoparques. Recuperado de <https://geoparques.es/la-red-mundial-de-geoparques>

Geoparque Grutas del Palacio. (2024). Geoparque Grutas del Palacio, Uruguay. Recuperado de <https://geoparque.uy/index.php/geoparque-grutas-del-palacio.htmlv>

Geoparques Mundiales UNESCO España. (2021). Geoparques Mundiales de la UNESCO en España. Recuperado de <https://geoparques.es/la-red-mundial-de-geoparques>

Global Geoparks Networks. (2022). Geopark Map-Global Network of National Geoparks. Recuperado de <http://www.globalgeopark.org/GeoparkMap/index.htm>

Gómez, J. (2021). La geoconservación como herramienta de desarrollo local en el Geoparque Cañón del Chicamocha. *Estudios de Desarrollo Regional*, 25(1), 40-55.

González, A. (2023). Innovación en la interpretación geológica a través del diseño gráfico en el Cañón del Chicamocha. *Diseño y Geología*, 2(1), 15-30.

González, F. (2020). Estrategias de marketing para la promoción del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Estudios de Marketing*, 11(2), 25-40.

González, M. (2021). Diseño visual para la interpretación geológica: El caso del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista de Diseño Geológico*, 3(2), 32-47.

Hernández, M. (2022). Educación y comunicación visual en los geoparques: El caso del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista de Educación Ambiental*, 3(4), 32-47.

Herrera, F. (2022). La estrategia del Geoparque Cañón del Chicamocha para el desarrollo del turismo geológico. *Revista de Turismo y Geografía*, 7(1), 35-50.

Hiscock, K. (2016). Dog parks in Rochester NY | Monroe County Dog Parks. Recuperado de: <https://www.rochesterrealestateblog.com/dog-parks-in-rochester-ny-monroe-county-dog-parks/>

Landezine International Landscape Award LILA (2018). Wald.Berlin.Klima. – Exhibition in the Forest. Recuperado de: <https://landezine-award.com/wald-berlin-klima-exhibition-in-the-forest/>

Lewandowski, M. (2009). Global Tectonics by Philip Kearey, Keith A. Klepeis, and Frederick J. Vine, third edition. *Global Tectonics*, 166(12), 2101-2102. <https://doi.org/10.1007/s00024-009-0539-5>

LR21. (2013). Grutas del Palacio en Uruguay reconocidas por UNESCO impulsan el turismo en Flores. Recuperado de <https://www.lr21.com.uy/placer/1130372-grutas-del-palacio-en-uruguay-reconocidas-por-unesco-impulsan-el-turismo-en-flores>

Mantilla LC, Bissig T, Valencia V, Hart CJR. (2013). The magmatic history of the California-Vetas Mining District, Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombia. *J S Am Earth Sci*, 45, 235–249.

Martínez, E. (2023). Diseño gráfico en la interpretación de geosistemas del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista Geográfica*, 39(1), 70-85.

Martínez, L. (2020). Evaluación de los geosistemas del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Boletín Geológico*, 41(3), 85-92.

Mendoza, S. (2023). Turismo geológico y el Cañón del Chicamocha. *Estudios Turísticos*, 12(3), 95-110.

Método SENDIF: Criterios para determinar el grado de dificultad de los itinerarios a pie. (2018). Recuperado de https://www.sompirineu.cat/wp-content/uploads/2018/11/MetodeSENDIF_Guia_versioWEB_ESP_EdRev.pdf.

Molina, R. (2023). La interacción de la cultura santandereana con el Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista de Cultura Regional*, 10(2), 88-104.

Nediger, M. (2023, 8 septiembre). Comunicación visual: definición, ejemplos y plantillas. Venngage Blog. Recuperado de <https://es.venngage.com/blog/comunicacion-visual/>

O'Driscoll, M. (2002). Design for manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, 122(2-3), 318-321. [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(01\)01132-3](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(01)01132-3)

Ortega, K. N., & Quezada, K. F. (2023). Diseño de un set de productos gráficos editoriales, ilustrados, sensoriales e interactivos para la experiencia de usuario dentro del Jardín Botánico de Cuenca. Trabajo de grado, Universidad del Azuay. Recuperado de: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13624>

Outside studios (2024). Swing 4 Outside Studios. Recuperado de: <https://www.outsidestudios.co.uk/swing-graphic-post>

Pérez, H. (2021). Los retos de la gestión de geoparques en Colombia. *Geoturismo y Desarrollo Sostenible*, 5(1), 15-23.

Pérez, M. (2022). Contribución del Geoparque Cañón del Chicamocha a la economía local. *Estudios Económicos*, 8(2), 12-25.

Pintetest (2024) Pin page de kllwzz. Recuperado de: <https://co.pinterest.com/pin/834573374728766310/>

Porto, J. P., & Gardey, A. (2021). Interpretación: qué es, definición y concepto. *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/interpretacion/>

Prothero, D. R., & Schwab, F. (2013). *Sedimentary Geology* (3.a ed.).

Ricœur P. (2001). *Teoría de la interpretación: discurso y excedente de sentido* (4a ed.). Siglo XXI Universidad Iberoamericana.

Rodríguez Calderón, Wilson, & Pallares Muñoz, Myriam Rocío. (2009). Calibración de modelos de elementos finitos de muros de adobe por optimización. *Ingeniería e Investigación*, 29(2), 10-19. Retrieved February 01, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092009000200002&lng=en&tlng=es.

Ríos Reyes, C. A. (2022). Contribución de la Universidad Industrial de Santander al proceso de creación y postulación del Geoparque Cañón del Chicamocha en el Dpto de Santander, Colombia ante la UNESCO.

Ríos, L. (2022). El uso de los geositios en la educación ambiental: El caso del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Boletín Ambiental*, 3(4), 12-22.

Rivera, W. C. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Comunicación*, 29(1-2020), 38-51. <https://doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>

Rodríguez, A. (2020). La influencia del diseño en la educación geológica del Cañón del Chicamocha. *Educación y Ciencia*, 15(1), 43-57.

Rodríguez, J. (2021). Implementación de nuevas tecnologías en la interpretación geológica del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Tecnologías Aplicadas*, 6(2), 80-95.

Rodríguez-García, G., Correa-Martínez, A.M., Zapata-García, G., Arango-Mejía, M.I., Obando-Erazo, G., Zapata-Villada, J.P., Bermúdez, J.G. (2020). Diverse Jurassic magmatic arcs of the Colombian Andes. *Geological Society of America Bulletin*.

Romero, R. (2020). Diseño interactivo en los geoparques: Nuevas tendencias. *Revista Digital de Diseño*, 6(3), 18-32.

Ruiz, A. (2023). Diseño de material interpretativo para el Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista de Diseño y Geografía*, 6(1), 60-73.

Ruiz, D. (2021). El impacto de la comunicación visual en la conservación geológica: Lecciones desde el Cañón del Chicamocha. *Geoparks Review*, 4(1), 50-64.

Ruiz, M. (2023). El papel del diseño en la divulgación geológica del Geoparque Cañón del Chicamocha. *Diseño y Geología*, 4(1), 40-55.

Saberes Patiamarillos (2024). Construcción tradicional. Recuperado de: <https://www.saberespatiamarillos.com/barichara-construccion-tradicional>

Sánchez, G. (2020). El impacto del Geoparque Cañón del Chicamocha en el desarrollo local. *Revista Geográfica*, 20(4), 40-52.

Sánchez, P. (2021). La importancia de la comunicación visual en los geoparques. *Estudios sobre Geoparques*, 8(1), 80-94.

Sarmiento-Rojas, L.F., Van Wess, J.D., & Cloetingh, S. (2006). Mesozoic transtensional basin history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes: Inferences from tectonic models. *J S Am Earth Sci*, 21, 383–41.

Señalización interpretativa. (s.f.). Recuperado de <https://www.miradores.net/senalizacioninterpretativa-miradores>

Sepúlveda-Jaimes, F.J. & Cabrera-Zambrano, F.H. (2018). Tomografía sísmica 3D del nido sísmico de Bucaramanga (Colombia). *Boletín de Geología*, 40(2), 15-33.

Servicio Geológico Colombiano. (2022). ¿Qué son los Geoparques? Recuperado el 2 de agosto de 2022, de Sismos de Colombia: <https://www2.sgc.gov.co/patrimonio/Paginas/que-son-los-geoparques.aspx>

Servicio Geológico Colombiano. Comité Colombiano de Geoparques - ad hoc. (s.f.). Recuperado: <https://www2.sgc.gov.co/patrimonio/Paginas/Comite-Colombiano-de-Geoparques-ad-hoc.aspx>

Servicio Geológico Colombiano. Comité Colombiano de Geoparques - Acceso, visualización y consulta de la información georreferenciada del Servicio Geológico Colombiano (2024). Recuperado de <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/paginas/geoportal.aspx>

Siravo, G., Molin, P., Sembroni, A., Fellin, M.G., & Faccenna, C. (2021). Tectonically driven drainage reorganization in the Eastern Cordillera, Colombia. *Geomorphology*, 389, 107847.

Street Furniture STREETPARK (2023). TOTEM - Information boards design by Jan Padrnos. Recuperado de: <https://www.streetpark.eu/en/product/information-boards-totem/>

Style Materials (2024). PIEDRA BARICHARA - Stylematerials.com. - Venta De Materiales De Construcción, Piedras Naturales, Pisos En Gres, Cerámica Y Porcelanato. Recuperado de: <https://stylematerials.com/producto/piedra-barichara/>

Subgerencia Geoparques, S. G. (2023). Informe final para la postulación de un geoparque en Colombia. Servicio Geológico Colombiano.

Tavera-Escobar, M. Á., & Álvarez-Ramírez, D. (2019). Geoparques en Colombia: una estrategia para la aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible - Caso: Magdalena Medio

Tocagua. (2024). Recuperado de: <https://www.tocagua.com/arquitectura.html>

Torres, R. (2023). El Geoparque Cañón del Chicamocha como fuente de inspiración para el diseño gráfico. *Diseño Gráfico y Geografía*, 2(1), 22-35.

Travel, C. (2024). El majestuoso cañón del Chicamocha - Colombia Travel. Recuperado de <https://colombia.travel/es/blog/el-majestuoso-canon-del-chicamocha>

UNESCO. (2024). La UNESCO designa 18 nuevos Geoparques. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/articulos/la-unesco-designa-18-nuevos-geoparques>

UNESCO. (2023, 20 abril). Geoparques mundiales de la UNESCO hacia un futuro sostenible. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/articulos/geoparques-mundiales-de-la-unesco-hacia-un-futuro-sostenible>

Ureña, C.L., & Zuluaga, C.A. (2011). Petrografía del Neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y Vetas – Santander. *Geología Colombiana - Edición Especial*, 36(1), 37-56.

Vega, P. (2021). Los desafíos de la geoconservación en el Geoparque Cañón del Chicamocha. *Revista Ambiental*, 2(4), 48-62.

Villalobos, D. (2023). Propuesta de gestión integral para el Geoparque Cañón del Chicamocha. *Planificación y Geoturismo*, 9(1), 5-15.

Zouros, N., & Martini, G. (2003). Introduction to the European Geoparks Network. In N. Zouros, G. Martini, & M.L. Frey (Eds.), *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting: Lesvos, Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest* (pp. 17–21).

9. Apéndices

Los archivos de cada apéndice se encuentran vinculados a un enlace y además con su respectivo documento en el repositorio institucional.

Apéndice A: Benchmarking

Se presentan algunas de las búsquedas realizadas en el estado del arte y en el análisis sistemático.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1B3vXJJ0c4sykf57MhY1DAGcy-HbOPVt-/edit?usp=drive_link&oid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true

Apéndice B: Respuestas Formulario Miradores turísticos de Santander

Se presentan los resultados obtenidos de la realización de un formulario inicial para conocer información de la relación de los miradores turísticos de Santander y el conocimiento de sus habitantes sobre estos.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HvWOH_Si0b1u8v1AAkmfuvG17Xw_i_8V/edit?usp=drive_link&oid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true

Apéndice C: Transcripción de entrevistas

Se presentan las transcripciones de las entrevistas realizadas en la salida de campo al municipio de Cepitá y socialización con estudiantes de Geología. En el siguiente enlace se puede acceder a la carpeta de las grabaciones, consentimientos y transcripción de cada entrevista realizada.

https://drive.google.com/drive/folders/10rAy2brx6uE6gcy1oms6mfyvllOXOWud?usp=drive_link

Apéndice D: Lista de Deseos

Se presenta la lista de deseos mediante la información recopilada en las entrevistas y el análisis de los usuarios objetivo.

https://drive.google.com/file/d/1PC8IeWFB6RT08a6oZ4t6SeNgF13pfDdD/view?usp=drive_link

Apéndice E: Mapas de empatía

Se presentan los mapas de empatía producto de la interpretación de la información recopilada sobre los distintos posibles usuarios arquetipo.

https://drive.google.com/file/d/1nLxRKfvLw3xdWORMEWmY-byRMXKGAjrb/view?usp=drive_link

Apéndice F: Usuarios Arquetipo

Se muestra la visualización completa de cada usuario arquetipo elaborado como producto de la interpretación de la información recopilada a lo largo del proceso de empatizar.

https://drive.google.com/drive/folders/1mDCo6O93ZkB2tEh8IywPLaWf6r57jJTj?usp=drive_link

Apéndice G: Costumer Journey Map

Se muestra de manera grafica el recorrido que realiza el usuario arquetipo al visitar un mirador especifico mediante la herramienta Costumer Journey Map.

https://drive.google.com/file/d/1dZr9UUtuDIqIUmTC4ZTAfEF5aSCSBWel/view?usp=drive_link

Apéndice H: Brief

Se presenta de manera completa la síntesis general del proyecto mediante un Brief de producto.

https://drive.google.com/file/d/1j0-IE0ofRP9TaRT5ajBJfOoHQ_4p8P0T/view?usp=drive_link

Apéndice I: Fichas de Caracterización de Georutas

Se presentan los resultados obtenidos del proceso de caracterización de Georutas mediante las fichas de caracterización.

https://drive.google.com/file/d/1WMPZWUKQ6uVTou5-SxkpAuQZoH637kw9/view?usp=drive_link

Apéndice J: Fichas de Caracterización de Geositios

Se presentan los resultados obtenidos del proceso de caracterización de Geositios haciendo énfasis en miradores turísticos, mediante las fichas de caracterización.

https://drive.google.com/file/d/11YySoKISKkgN5EiEaIdZy4njf7tykBFT/view?usp=drive_link

Apéndice K: Manual de Fichas de Caracterización

Se presenta la guía de replicabilidad de las anteriormente mencionadas fichas de caracterización mediante un manual de replicabilidad y uso de las mismas.

https://drive.google.com/file/d/1s2SQVyKtKc8nORzdWxnzK247S1x5DOKs/view?usp=drive_link

Apéndice L: Requerimientos y parámetros

Se muestra la tabla final con todos los requerimientos y parámetros que definieron las pautas para diseñar las diferentes señaléticas.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1c3tWt7OiKqS8rOXAnQRcOeCH_LsgLhm9/edit?usp=drive_link&oid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true

Apéndice M: Proceso Analítico Jerárquico

Se presenta la herramienta utilizada para realizar la selección final de la alternativa para miradores.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Ad2egWeccoYObWNRgq2btUtWumdVCMkH/edit?usp=drive_link&oid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true

Apéndice N: Validación de información de paneles

Se presenta adjunto el enlace para acceso a la carpeta con todos los documentos e información relacionada a la validación de la información de los paneles interpretativos diseñados.

https://drive.google.com/drive/folders/1VbKs3vWQDPn76LLFaWyUFY9fh7hbnbp6?usp=drive_link

Apéndice O: Manual Señalético

Se muestra el diseño final de la guía de replicabilidad, producción y uso de las señaléticas diseñadas pertenecientes al sistema señalético mediante un Manual Señalético.

https://drive.google.com/file/d/1ep8pY9q-gHS-OVPi-ZvETzP-kdlFvxXs/view?usp=drive_link

Apéndice P: Validación paneles

Se presenta adjunto el enlace para acceso a la carpeta con todos los documentos e información relacionada a la validación realizada con los paneles interpretativos.

https://drive.google.com/drive/folders/1UbzlbwIurZo5kkRfK9NMoorUlcRJeaNG?usp=drive_link

Apéndice Q: Validación modelo de apariencia

Se presenta adjunto el enlace para acceso a la carpeta con todos los documentos e información relacionada a la validación realizada con el modelo de apariencia en entorno real

https://drive.google.com/drive/folders/1cZWX8c0BS1uJ1bwUn5p0lvRA3hayDYDx?usp=drive_link

Apéndice R: Planos técnicos

Se muestra el recopilado de planos técnicos de todo el sistema señalético diseñado.

https://drive.google.com/file/d/1xrxq1fyFB_osp0eA58l4FCu91KqYNco_m/view?usp=drive_link

Apéndice S: Fichas señaléticas

Se muestra el recopilado de fichas señaléticas de todo el sistema señalético diseñado.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1D3SPSTVphpwbL7uVM9sYv6G85DYPN0MQ/edit?usp=drive_link&oid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true

Apéndice T: Diagramas de ensamble

Se muestra el recopilado de diagramas de ensamble de todo el sistema señalético diseñado.

https://drive.google.com/file/d/1Cz9dyqBhzOq1oJlRy2jX8ScCLZv_U8O7/view?usp=drive_link

Apéndice U: Tabla de costos

Se presentan las diferentes tablas de costos de cada señalética perteneciente al sistema señalético.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dJo6v5feroAneax5TmAjP_9gTzbi40-oCzBmDInZ_v4/edit?usp=drive_link

Apéndice V: Mockups

Se presenta adjunto el enlace para acceso a la carpeta con todas visualizaciones realistas tipo render y fotomontaje para dar una aproximación visual y digital del resultado final del sistema señalético diseñado.

https://drive.google.com/drive/folders/1oF5Ni2tHEdLGE2a9qeUZp5LiO3W1pQQQ?usp=drive_link

Apéndice W: Glosario

Se presenta el glosario de términos claves del proyecto.

https://docs.google.com/document/d/1a45lGHdHgGZo7UJ8_KgW02DlNgXr6Oh/edit?usp=drive_link&ouid=115422199757175269582&rtpof=true&sd=true