



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Boletín Ambiental



BIORUTA
TRANSVERSAL DE CALDAS

Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- Sede Manizales

190 | abril de
2022

Bio-Ruta Transversal de Caldas una alternativa de movilidad sostenible

De Vía a Bío entre los ríos Magdalena y Cauca del trópico
andino en Colombia

IDEA

Instituto de Estudios Ambientales

Bio-Ruta Transversal de Caldas una alternativa de movilidad sostenible

De Vía a Bío entre los ríos Magdalena y Cauca del trópico andino en Colombia

Unión Temporal Bio-Ruta Transversal de Caldas, Arista Ingeniería SAS *

info@aristaingenieria.net
www.aristaingeniería.net

Para descargar el boletín:

► [Http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html](http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html)

Presentación

Este boletín ambiental del IDEA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales resume el proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas. Proyecto concebido, diseñado y estructurado por un amplio equipo interdisciplinario de profesionales que, con el liderazgo del ingeniero Jorge Eduardo Arbeláez de Arista Ingeniería SAS, logró integrar saberes y recursos propios hasta tener aprobada hoy la fase de prefactibilidad ¹, estudios de factibilidad y significativos avances en la gestión de la futura construcción.

La Bio-Ruta Transversal de Caldas conectará las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena caldense atravesando la cordillera Central por los municipios de La Dorada, Victoria, Marquetalia, Samaná, Manizales, Pensilvania, Marulanda, Neira y Manizales; disminuirá las distancias intermunicipales y mejorará sustancialmente la comunicación e integración del Departamento y de sus municipios con la capital Manizales, potenciando múltiples motores de desarrollo, entre ellos: infraestructura, negocios verdes, logística comercial, agroindustria, tecnología, cultura, turismo y empresa.

1. Introducción

“El ser humano se ha desviado del proceder de la naturaleza, también en cuanto a la forma de desplazarse en el territorio. El modelo de movilidad debería imitar el de las aves migratorias y fauna en general para satisfacer sus necesidades con impacto positivo sobre naturaleza y biotopos. El producto de su desplazamiento es sinérgico (transporte de semillas, abono, fecundación) y respetuoso con el medio”.

Javier Álvarez Del Castillo

1. Etapa de Prefactibilidad Bio-Ruta Transversal de Caldas, aprobada Gobernación de Caldas el 22 de enero de 2022.

En Colombia, la construcción de la infraestructura vial ha estado asociada a impactos ambientales negativos que no compensan los esperados efectos positivos del crecimiento económico generado por las vías en el corto y medio plazo. Si bien, el modelo utilitario de “construir vías para el progreso” fue relevante y determinante para inducir el “desarrollo” de determinadas regiones, que tuvo su razón de ser en el pasado, es claro que hoy no le aporta al equilibrio ambiental-social-económico necesario para su desarrollo territorial sostenible.

Así como el río Magdalena no puede seguir siendo una simple cinta divisoria receptora de desechos, y a la vez, fuente de acueductos rurales de asentamientos ubicados a lo largo de su cauce, las vías de intercomunicación territorial rural-urbana deben superar la mera función de intercambio de pasajeros y mercancías para convertirse en espacios vitales de integración con un inmenso potencial ambiental social y económico para la sostenibilidad territorial local de incidencia global.

Es necesario revertir la manera como se planifica, diseña y construye la infraestructura vial en Colombia en busca del nuevo equilibrio tecnobiológico que no solo mitigue y minimice los impactos antrópicos propios de su construcción, sino que permita recuperar, conservar y valorar los ecosistemas que soportan las actividades propias de la comunicación vial para avanzar hacia un sistema moderno y sostenible de movilidad.

La Bio-Ruta Transversal de Caldas se proyecta como una alternativa que responde al modelo ambiental “Ecosistema-Cultura”², para el cual la adaptación al medio natural, ineludible para el bienestar humano, debe hacerse transformando los ecosistemas sin sobrepasar sus límites.

2. Antecedentes

Visionarios caldenses idearon los diferentes sistemas de transporte

2. Modelo Ecosistema- Cultura, Augusto Ángel Maya Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Universidad Nacional de Colombia. 1990.

apropiados para cada momento histórico y tecnológico con el fin de asegurar el desarrollo socioeconómico de Manizales y su región. A continuación, se comentan algunos de esos momentos, por considerar que son antecedentes significativos de la Bio-Ruta Transversal de Caldas.

En 1849, producto de la colonización antioqueña, se fundó Manizales, en el cruce de los caminos que iban por la cordillera Central hasta Cartago, en el extremo norte del Valle del Cauca, y por el río Cauca hacia el sur. Posteriormente a su fundación, a partir de las expediciones de los ciudadanos antioqueños Antonio María Arango y Manuel María Grisales se inició la conexión al Magdalena por el Camino Real del Ruiz con la intención de promover el comercio entre los pueblos del extremo sur de la antigua Antioquia y los ribereños del río Magdalena y, generar una ruta con menor porción terrestre y mayor área fluvial hacia Suramérica.

En 1885, Manizales ya se comunicaba con Ambalema, que, en aquel momento, era la tercera ciudad mercantil de la República. La apertura de esta ruta desde el valle del río Magdalena hasta Manizales, unida con el valle del río Cauca, convirtió a Manizales en un importante eje socioeconómico que llegó a alcanzar, en esa época, el 8 % del Producto Interno Bruto (PIB) del País.

Entre 1926 y 1927, se inauguraron obras tan importantes y retadoras como el cable aéreo Manizales-Mariquita, de 80 km de longitud, considerado como el más largo del mundo, que transportó la producción del café de la región desde Manizales hasta el entonces navegable río Magdalena y el Ferrocarril de Caldas con una línea entre Manizales y Cartago que conectaba con el Ferrocarril del Pacífico.

En 1930, Emilio Latorre, Gobernador de Caldas, solicitó al Gobierno Nacional la construcción de la carretera al Magdalena y a Bogotá; solicitud que fue apoyada por la Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales (SMP), presidida por Agustín Gutiérrez, argumentando la necesidad de “pasar de la herradura al automóvil”. Esta ruta, a la que se denominó Transversal de Caldas, empezó a construirse en los años 40, uniendo los valles de los ríos Magdalena y Cauca, y los municipios con sus capitales.

En 1952, la SMP presidida por Gustavo Robledo retomó y lideró la Transversal de Caldas entre múltiples proyectos de desarrollo, conservación y mantenimiento de infraestructura vial, al considerarlo como “un proyecto de vital interés económico y social para el departamento de Caldas”.

En 1995, durante la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Miel I, el ingeniero Jorge Eduardo Arbeláez, teniendo en cuenta que la Transversal de Caldas se encontraba en muy mal estado, insistió en la importancia de construir una vía adecuada a los sistemas modernos de transporte para conectar los municipios caldenses con su capital Manizales.

En 1998, la SMP presidida por Fernando Álvarez, propuso nuevamente la ampliación y pavimentación de la Transversal de Caldas entre La Felisa en La Merced, pasando por Salamina, Marulanda, Manzanares, Marquetalia y Victoria y terminando en la Dorada para unir las dos troncales longitudinales que tiene Colombia y conectar los municipios del norte con los del oriente para generar una integración territorial del Departamento.

En 2014, en el programa de candidatura a la Gobernación de Caldas, el ingeniero Jorge Eduardo Arbeláez incorporó el concepto Bio-Ruta al proyecto vial Transversal de Caldas, como alternativa de movilidad sostenible para el Departamento. El concepto “Bío”, fue desarrollado en 1995 por el Grupo de Estudios Ambientales Urbanos (GEA-UR) de la Universidad Nacional de Colombia, con la dirección de la doctora arquitecta Luz Stella Velásquez.

En 2018, la Sociedad Caldense de Ingenieros Civiles, presidida por la ingeniera Claudia Pilar Calderón, y la empresa constructora Arista Ingeniería SAS, representada por el ingeniero Jorge Eduardo Arbeláez, convocaron a empresarios, políticos, académicos, ingenieros y ambientalistas a un “diálogo de saberes” para reflexionar sobre la problemática de comunicación vial del Departamento y validar la pertinencia del proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas, así como, redefinir determinantes de diseño y construcción para la movilidad y conectividad que requería para el desarrollo sostenible de Caldas.

A partir del año 2019, Arista Ingeniería SAS asumió el proyecto con el liderazgo de Jorge Eduardo Arbeláez quien motivó a más de 100 profesionales voluntarios para elaborar y estructurar la propuesta técnica de la Bio-Ruta Transversal de Caldas, inspirada en el mismo objetivo de aquellos visionarios regionales y locales: "... unir, atravesando la cordillera, el territorio entre el Magdalena y el Cauca pero con conceptos y tecnologías del siglo XXI...".

En 2022, la Gobernación de Caldas, en cabeza del arquitecto Luis Carlos Velásquez, aprobó la fase de prefactibilidad del proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas; proyecto que, liderado por el ingeniero Jorge Eduardo Arbeláez de Arista Ingeniería SAS, avanza significativamente en la fase de factibilidad técnica, jurídica y financiera, para, en Alianza Público Privada de Iniciativa Privada (APP-IP) iniciar su construcción.

3. Justificación

El departamento de Caldas tiene actualmente una población de 1 008 344 y ocupa un área de 7 888 km² en el centro occidente de la región andina de Colombia. Su diversidad ecosistémica y cultural se expresa en 13 cuencas hidrográficas que nacen, en su mayoría, en el macizo Cumanday o Gran Tama del complejo volcánico Ruiz-Tolima; complejo que se localiza en las cordilleras Central, Occidental y sus espolones, albergando ecosistemas tan importantes como los páramos, las zonas nevadas, las estrellas fluviales y los valles aluviales de las dos grandes hoyas hidrográficas del país (Magdalena y Cauca), hacia las cuales drena toda la malla hídrica del Departamento. Esta diversidad se ve afectada por la manera como se llevan a cabo las obras y acciones de desarrollo, casi siempre sin valorar la capacidad de soporte de los ecosistemas para recibir los impactos negativos. Igualmente, las actividades agropecuarias impactan y reducen los ecosistemas originales a relictos boscosos aislados y con muy poca cobertura. "El desconocimiento y falta de valoración cultural de esta diversa oferta ecosistémica, presente en las laderas y valles de esta Ecorregión Andina, ha inducido a que nuestros patrimonios naturales, agua, suelo, biodiversidad y los sistemas culturales y socioeconómicos,

se encuentren en un proceso de deterioro y retroceso que colocan en entredicho las estrategias adoptadas para implementar las políticas de desarrollo con equidad, competitividad y sostenibilidad, las cuales han de garantizar la mejora y sostenimiento de una calidad de vida óptima para las actuales y futuras generaciones” (M R de Fraume, 2009).

Si bien, lo anterior ha sido una constante en el ámbito nacional y regional, existen ejemplos de infraestructuras viales reconocidas por su alto valor paisajístico derivado de su diversidad ecosistémica y su trazado ajustado a los antiguos caminos de herradura, como es el caso de la actual vía Manizales-Mariquita. No obstante, para las actuales necesidades de comunicación y desarrollo, esta vía no cumple con los requerimientos técnicos de pendientes, radios de curvatura, amplitud de calzada, velocidad y consumo de combustible propios de una vía primaria moderna. Esto ha generado que los diferentes municipios queden cada vez más aislados de su capital Manizales y relegados del desarrollo económico, a pesar de su potencial como eje físico de economía y movilidad, por tener una localización privilegiada entre tres de las principales ciudades del país (Cali, Bogotá y Medellín). Caldas requiere reconectar sus municipios con su capital, y a su vez, conectarse con los principales proyectos viales nacionales para recuperar la relevancia económica que tuvo en la primera mitad del siglo XX.

A pesar de que gran parte de la población tiene como principal fuente de ingresos la agricultura y la ganadería, que según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), generan el 21 % del PIB departamental, la dificultad del transporte deprime este sector de la economía caldense. Tanto Manizales como los demás municipios de Caldas son básicamente importadores de alimentos frescos y procesados que provienen en su mayoría de Bogotá, Cali y Medellín.

Otro sector que ha sido afectado por el estado de la infraestructura es el turismo; pese a ser una de las regiones más llamativas por su biodiversidad, variedad de entornos, productos artesanales, patrimonio arquitectónico y por su declaratoria como Patrimonio de la Humanidad por la Unesco, las posibilidades turísticas no se han desarrollado por la deficiente infraestructura de transporte, la desconexión vial y el escaso

desarrollo logístico, que limita el turismo nacional e internacional de enfoque ecológico, agroturístico, científico y cultural.

Frente a las últimas mediciones del Índice de Competitividad (IDC) 2020, Caldas, en 13 pilares que miden el comportamiento de cada departamento, se ubicó en el primer lugar como el mejor entorno para realizar negocios, en el tercer lugar en salud y en adopción de tecnologías de la información y las comunicaciones, y en el cuarto lugar en innovación, dinámica empresarial, educación superior y formación para el trabajo. Si bien, es significativo su desempeño y se mantiene en el top diez de los departamentos más competitivos al ocupar la posición número siete con un puntaje general de 6.22, Caldas en el pilar de sostenibilidad ambiental registra una calificación de 3,63 sobre 10, ubicándose el puesto 31 de la clasificación general entre 33 departamentos y ocupando el puesto 27 en proporción de áreas protegidas.

Es claro que un proyecto de comunicación vial integral como la Bio-Ruta ayudará a superar los desafíos más significativos que enfrenta el departamento de Caldas para mejorar su competitividad, tanto en lo fundamental de construir infraestructura de alta calidad proyectada al futuro, como por su aporte integral a la sostenibilidad ambiental.

El siguiente gráfico resume, en un árbol de problemas, las necesidades a satisfacer:



Gráfico 1. Árbol de problemas Bio-Ruta Transversal de Caldas Fuente: elaboración propia (2019)

4. Los “diálogos de saberes” en la propuesta y definición del proyecto

Durante el proceso de propuesta y diseño del proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas se realizaron tres “diálogos de saberes” que permitieron el debate sobre la problemática de movilidad y conectividad del Departamento y el consenso sobre las alternativas de solución.

El primer diálogo de saberes enuncia los principales problemas de la estructura vial del Departamento, de acuerdo con la visión de académicos, ambientalistas, empresarios e ingenieros locales, que se resume así:

Para los académicos:

- Los esquemas de costo estatal que son excesivamente altos.
- Debería utilizarse la ingeniería local de calidad con ventajas comparativas para reducción de costos.
- Los costos de transporte no pueden superar la capacidad de pago de la región.
- La cadena decisoria en los contratos de obras es muy costosa, e ineficiente, y los contratistas lo aprovechan.
- El balance ambiental de los proyectos debe ser lo más alto posible para aprovechar bien los recursos que se invierten en ellos; llevar los proyectos en la parte ambiental a la compensación.
- La infraestructura tiene dos propósitos, uno es bajar los costos de producción, en este caso los costos de transporte y, el otro es generar flujo económico; mientras más recursos se queden en la región más efectiva es esa inversión.
- La contratación en el país entra en el círculo perverso de la subcontratación que genera un aumento significativo del costo final del proyecto.

- La corrupción, un tema que nos preocupa a todos, y que es la generadora de la mayoría de trastornos. Las soluciones que han tratado de implementar agravan el problema en vez de aliviarlo.

Para los ambientalistas:

- La propuesta de infraestructura vial debería cumplir con los criterios de sostenibilidad exigidos contemporáneamente, buscando el equilibrio entre eficiencia y conservación del entorno.
- Incluir una franja de terreno suficientemente amplia para realizar proceso de reforestación y restauración que conecte los ecosistemas y compense el posible daño ambiental que genere la construcción.
- Un derecho de vía de 300 metros, variables de acuerdo con la hidrología y las divisorias de agua.
- Dos calzadas vehiculares, una vía de ferrocarril y ductos para redes y servicios.
- Separar las calzadas: una mayor a quince (15) metros que preste servicio en doble vía para dos carriles vehiculares, dos de subida y uno de bajada, mientras se construye la segunda calzada de la autopista.
- Cuando se construya en su totalidad la doble calzada se habilitará un carril para bicicletas y otro para motos, completamente independientes.
- Estar alerta ante la disminución de la flora y la fauna y los recursos genéticos para evitar la introducción y la propagación de enfermedades y plagas.
- Cuidar de no afectar la estética de los paisajes naturales, culturales y de los asentamientos humanos.
- Evitar la acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos, desperdicios, escombros.

Para los empresarios:

- Evaluar los proyectos existentes, entre ellos el del ferrocarril.
- Proponer una mejor alternativa a los trazados propuestos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en etapa de prefactibilidad, dado que no integra los municipios de Caldas con Manizales, exceptuando La Dorada.
- Se requiere, como mínimo, de la interacción entre los organismos agropecuario, educativo y gubernamental, con el objeto de ofrecer apoyo económico, logístico y capacitación sobre procesos y productos.
- El Departamento requiere proyectos integrales que permitan generar servicios y desarrollos tecnológicos dándole importancia a todas las partes implicadas dentro de la cadena de valor y la apertura de oportunidades.
- El crecimiento de la agroindustria rural se convierte en un propósito interinstitucional y multidisciplinario.
- El departamento de Caldas requiere un desarrollo logístico para la articulación de la producción agroindustrial y el consumo, del cual hace parte fundamental la infraestructura vial, que le permita a los municipios conectar económicamente con su capital, disminuir costos y abrir mercados nacionales e internacionales.

Para los ingenieros:

- Integrarse con las vías construidas y proyectadas en fase de prefactibilidad.
- Considerar las diferentes propuestas de ferrocarril.
- Conectar el Magdalena con el Cauca y La dorada con el kilómetro 41 de Manizales.
- Unirse como gremio para participar activamente y viabilizar el proyecto.

- Evitar la multiplicidad de estructuras administrativas que incrementan exageradamente los costos y aumentan el tiempo alargando innecesariamente las decisiones.
- Utilizar la ingeniería regional para disminuir significativamente los costos del proyecto.
- Optimizar la estructura de costos, dado que en Colombia el costo directo es la cuarta parte del costo final del proyecto. Mientras que en Europa se construye a 269 000 dólares el kilómetro de calzada, el promedio en Latinoamérica es de 1 200 000 dólares y, en Colombia se alcanzan cifras hasta de 6 000 000 de dólares.
- Superar la visión restringida del corto plazo y las limitaciones en la capacidad de ejecución y puesta en marcha de las obras.

En el segundo diálogo de saberes, con el liderazgo de la Sociedad Caldense de Ingenieros Civiles, los participantes avanzaron en la definición de los lineamientos jurídicos, académicos, técnicos y ambientales que orientaron la estructuración del proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas como una Iniciativa Privada de Alianza Público Privada (APP-IP). El resultado se sintetiza en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Síntesis de lineamientos para la Bio-Ruta Transversal de Caldas
Segundo diálogo de saberes

LINEAMIENTOS JURÍDICOS	LINEAMIENTOS ACADÉMICOS	LINEAMIENTOS TÉCNICOS	LINEAMIENTOS AMBIENTALES
Evitar el traslado del riesgo de los proyectos, su excesivo costo y su ineficiencia.	Restablecer la comunicación económica y cómoda entre los municipios del departamento y su capital con el fin de recobrar el comercio de 300 000 personas de la zona de influencia directa.	Aprovechar la economía de escala para suministrar y/o proveer los equipos a los contratistas, el hierro y cemento comprado al por mayor.	Concepto de Bio-Ruta como el equilibrio entre todos los actores vivos que requieren un medio ambiente sostenible y/o sustentable.
Determinar la forma de contratación por sectores geográficos y especialidades constructivas, con el fin de permitir el aporte de la ingeniería y contratistas regionales. Contratos al alcance de la ingeniería regional.	Aprovechar el conocimiento de la región y el producto de años de investigación aplicada desde la Corporación Regional Autónoma para la Defensa de las ciudades de Manizales, Salamina y Aranzazu (GRAMSA) que fue pionera en el conocimiento de la bioingeniería.	Tener flexibilidad en las variaciones de los diseños que necesariamente se dan en la construcción de la obra.	La posibilidad de desplazar el eje de la vía sin repercusiones ambientales, contractuales y económicas ante la aparición de imprevistos arqueológicos y/o ambientales.
Realizar la gerencia y administración directa del proyecto para evitar la doble subcontratación de los grandes contratos o concesiones.	Restablecer el corredor logístico que atraviese el triángulo de oro del país (Medellín, Cali y Bogotá).	Aplicar la experiencia del programa: "Combos de maquinaria amarilla", diseñado y aplicado en el Departamento como experiencia de éxito en el país, en cuanto a la administración, operación y mantenimiento de maquinaria.	Evitar y mitigar el daño ambiental y procurar invertir los máximos recursos en compensación en la franja verde biodiversa.
Cadenas decisorias cortas y efectivas, interventoría con capacidad en campo.	Recobrar la posición de centro de comercio del área de influencia que históricamente definió el territorio del departamento de Caldas.	Contratación de forma directa del talento humano regional tanto en los diseños como durante la construcción de la obra.	La protección de los humedales de las partes bajas, al no utilizarlas para escombreras y/o botaderos de materiales de excavación.

<p>Tener flexibilidad en las variaciones de los diseños que necesariamente se dan en la construcción de la obra.</p>	<p>Entender el afán histórico de los caldenses de ser o estar sobre la vía comercial y, en consecuencia, acometer grandes proyectos de conexión dentro del departamento. Conexión al Magdalena (Ambalema) por el que terminó llamándose “Camino Real del Ruiz”, Ferrocarril de Caldas, unión de Manizales con La Virginia, puerto sobre el río Cauca que conectaba la ruta del sur; Cali, Buenaventura, Guayaquil, etc. Cable Aéreo Manizales Mariquita, Transversal de Caldas.</p>	<p>Compra directa de los equipos de excavación, transporte y procesamiento de materiales. Compra y/o construcción de formaletas y encofrados, equipos de transporte vertical, grúas, plantas de energía, equipos de ventilación, drenaje, subestaciones de energía, etc.</p>	<p>Concepto de franja verde como método de compensación del posible daño ecológico durante la construcción y/o la operación y aprovechamiento de la vía, y aguas arriba como control de caudales. La franja verde en las cabeceras de los taludes reduce las fuentes exógenas que pueden producir inestabilidad y daños y flexibiliza el diseño geométrico y su adaptación ambiental. La franja verde aportará a la conexión y recuperación de ecosistemas del Departamento. Respeto por el patrimonio ambiental, procura de recuperar y articular ese patrimonio ambiental.</p>
<p>Reducir la posibilidad de reclamaciones por parte de los contratistas de obra disminuyendo los valores de los contratos al sacar los equipos de la contratación.</p>			<p>La posibilidad de no comprar ni demoler las casas dentro de la franja de terreno como posibilidad futura de desarrollo turístico o cuidadores de bosques; una gran fuente de generación de empleo.</p>
			<p>Los depósitos laterales y la disminución de los costos de transporte de material de excavación.</p>

Fuente: elaboración propia (2019)

En un tercer diálogo de saberes, que contó con la participación de expertos de la Cátedra Unesco en Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Cataluña, se especificaron los atributos ambientales que debería tener la Bio-Ruta Transversal de Caldas para ingresar a la categoría de una vía sostenible; atributos que se compararon con los de una vía convencional del contexto internacional. La síntesis comparativa se resume en el siguiente cuadro:

ATRIBUTOS	Bio-Ruta	VÍA CONVENCIONAL
Balance de emisiones contaminantes cero	Integra un entorno vegetal natural suficiente para absorber la totalidad de las emisiones de CO ₂ y otros gases contaminantes para conseguir un balance cero de emisiones.	No Aplica
	Crea sumideros de CO ₂ excedentarios que permiten entrar en el mercado de bonos de carbono, posibilitando la rentabilidad para su mantenimiento. Aporta al enfriamiento del planeta.	
Balance energético	Tendrá en su recorrido las plantaciones de producción de energía limpia que se necesiten para abastecer de la energía eléctrica y térmica que requieran las estaciones de servicio, vehículos compartidos, estaciones de recarga de baterías.	No Aplica
	Energía Fotovoltaica.	
	Energía térmica de concentración solar.	
Vehículos eficientes	Debe estar preparada y promover el uso de vehículos eficientes energéticamente, de bajo consumo de combustible, híbridos, eléctricos y uso compartido de vehículos.	No Aplica
Adaptación a los biotipos y conservación de la biodiversidad	Considera la biodiversidad ecosistémica para la conservación de la flora y fauna de cada zona de vida.	No Aplica
	Dispone de servidumbres de paso para la fauna autóctona, sean pasillos aéreos o subterráneos (ecoductos), con distancias apropiadas a las necesidades del entorno.	
	Desarrolla silvicultura con especies autóctonas, especialmente, con mayor capacidad de absorción de CO ₂ .	
	Toponimia: el territorio deberá nombrarse y dividirse administrativamente en función de las características biogeográficas.	
Valoración del paisaje	El paisaje es determinante del proyecto, desde su concepción y trazado hasta su construcción.	El trazado acostumbra a seguir y adaptarse a las cuencas hídricas
	El trazado se ciñe y adapta a las características biogeográficas de las cuencas hídricas.	
Consumo de proximidad	La producción hortícola y agrícola apuesta por usos sostenibles; abastecerá la demanda de los paradores de servicio, estimulando el consumo de proximidad.	No Aplica

Transporte de información	Integrada en la Bio-Ruta o paralela a ella, se construirán las instalaciones necesarias para la circulación de información telemática, a través de fibra óptica. El “transporte de bits” a alta velocidad sustituye el transporte de personas y contribuye al “enfriamiento del planeta”.	En ocasiones en paralelo a la ruta se establecen líneas de transporte de electricidad y de datos.
	Los vehículos que circulen, y las mercancías tendrán acceso a sistemas 5G de comando, gestión y localización.	
	Incorpora una red de observatorios ambientales y estaciones bioclimáticas con fines científicos y didácticos para el monitoreo y difusión.	
Materiales	Utiliza materiales constructivos naturales y de reciclaje.	Existen algunas experiencias de uso de materiales de reciclaje para la rodadura o calzada.
	Contempla el uso de pavimentos de rodadura naturales (MAPIA).	En ocasiones se respetan las construcciones y vías existentes.
	Utilización de materiales reciclados como grano procedente de la trituración de neumáticos para moldear vallas de seguridad (quitamiedos) y señalización.	
	Atiende lógicas constructivas del pasado, presente y futuro.	
Economía de recursos	El balance cero de emisiones y energía, el uso de vehículos eficientes, la atención a la biodiversidad, la integración predial y el consumo de proximidad, la implementación de un sistema de transporte de información, la ampliación 3D de la Bio-Ruta; el diseño atendiendo a la dimensión temporal y el uso de materiales naturales y de reciclaje garantizan el ahorro constructivo, de uso y mantenimiento y maximizan el beneficio global a corto, medio y largo plazo en un balance clásico económico, y en mayor medida, si interiorizamos las externalidades.	Se contabiliza como prioritario el coste / beneficio económico- monetario. En ocasiones se respetan las construcciones y vías existentes

Fuente: elaborado por Javier Álvarez Del Castillo y Luz Stella Velásquez, Cátedra Unesco en Sostenibilidad Universidad Politécnica de Cataluña (2019)

Finalmente, como resultado de los “diálogos de saberes” se llegó, en consenso, a la siguiente definición enmarcada en el contexto de política actual sobre desarrollo sostenible:

“La Bio-Ruta Transversal de Caldas debe ser un espacio de interacción de sistemas biofísicos y socioculturales, concebido, diseñado y construido tanto para la movilidad de personas y mercancías como para facilitar la conservación de la flora y la fauna asociadas al ecosistema que la soporta. Este modelo alternativo de infraestructura vial integrará en equilibrio objetivos económicos, sociales y ambientales y aportará al desarrollo territorial sostenible de Caldas y su región”.

En este sentido, incorpora la definición del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), sobre corredores biológicos: “Espacios en donde se unen dos o más ecosistemas, paisajes o hábitats que fueron desconectados debido a las diversas actividades humanas como la agricultura, la ganadería, la urbanización, o inclusive, las obras de infraestructura como carreteras o represas. Por medio de estos pasajes, los animales pueden trasladarse de un territorio a otro y buscar nuevas oportunidades para su supervivencia, pues factores como el calentamiento global, la escasez de comida o el choque con humanos los obligan a desplazarse. Los corredores biológicos son utilizados para unir dos áreas protegidas existentes”. Por consiguiente, se puede concluir que la Bio-Ruta Transversal de Caldas será en un futuro un importante y vital corredor biológico multifuncional.

5. El contexto político-territorial

El compromiso de la Bio-Ruta con la sostenibilidad se inscribe en los distintos contextos político-territoriales, así:

En el contexto internacional se articula a La Agenda 2030 —Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Uni-

das (ONU)— y los países miembros, entre ellos, Colombia. Igualmente, responde a la urgencia de construir una óptima infraestructura de comunicación vial de los municipios de Caldas que hacen parte del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia (PCCC) UNESCO (Resolución 2079 de 2011), del cual son atributos tanto el patrimonio natural como el cultural.

En el contexto nacional acata la Constitución Política de Colombia de 1991 que introduce el Desarrollo Sostenible como meta para la sociedad tal y como se asume en el actual “Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”, que en su pacto transversal por la sostenibilidad incluye: “Producir conservando y conservar produciendo”, y “Transporte y logística por la competitividad y la integración regional”.

En el contexto regional responde al “Plan de Gestión Ambiental Regional 2020- 2031, PGAR”, en las siguientes líneas programáticas: Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial, Riesgos Ambientales y Cambio Climático y se consideran los planes de ordenamiento territorial municipales.

En el contexto departamental el Plan de Desarrollo de Caldas, 2020–2023, “Unidos es Posible” incluye como proyecto estratégico, la Bio-Ruta: “Acompañaremos la gestión del gremio de la ingeniería caldense, teniendo como hoja de ruta el “diálogo de saberes sobre el desarrollo vial y de movilidad de Caldas”, con el fin de estructurar el proyecto “Bio-Ruta Transversal de Caldas”, el cual busca crear un corredor biológico de 300 metros de ancho por 150 kilómetros de longitud, con transversales subterráneas y elevadas. Este proyecto pretende reducciones significativas de los tiempos de viaje desde los diferentes municipios de Caldas a la capital Manizales”.

Finalmente, en el contexto municipal, la Bio-Ruta Transversal de Caldas se integra al Plan de Ordenamiento Territorial, (POT), al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) o a los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), de los municipios que atraviesa, según corresponda.



Gráfico 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU) integrados en los objetivos de la Bio-Ruta Transversal de Caldas

Fuente: Organización de las Naciones Unidas -ONU- (2018)

6. Estudios y estructuración del proyecto

Con la dirección de Arista Ingeniería SAS y la participación de profesionales y expertos de múltiples disciplinas se elaboraron los estudios de las dimensiones social, económica, ambiental y técnica del proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas.

A continuación, se comenta de manera general, el contenido de la caracterización física, biótica, socioeconómica, y una síntesis que destaca su localización estratégica y las características determinantes de su trazado.

6. 1. Estudio geomorfología, geología estructural y geotecnia

El estudio geomorfología, geología estructural y geotecnia se realizó con información secundaria del Servicio Geológico Colombiano, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Corporación Autónoma Regional de Caldas, (Corpocaldas), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (IDEAM), y diferentes universidades con estudios realizados en sectores puntuales. A partir de allí se obtuvo una cartografía preliminar escala 1:100.000 que permitió tener un panorama geológico y geotécnico en las diferentes zonas por donde pasará la Bio-Ruta en un área de 145 kilómetros de longitud por el límite cartográfico establecido para corredores viales geotécnicos (incluye cartografía desde la divisoria hasta el valle, dependiendo del eje de la vía proyectada), como parte del estudio para la construcción del eje vial denominado “Bio-Ruta Transversal de Caldas” en el departamento de Caldas. El componente geomorfológico contiene el mapa de subunidades geomorfológicas y el mapa morfodinámico a escala cartográfica 1:100.000, el componente de geología a escala cartográfica 1:100.000 y el componente geotécnico a escala cartográfica 1:25.000.

El componente geológico:

- Identifica y describe la estratigrafía presente en la “Bio-Ruta Transversal de Caldas” en un buffer de 10 km para escala 1:100.000 y utilizando la metodología de límites cartografiables para corredores geotécnicos viales.
- Discrimina las características composicionales y texturales de las unidades geológicas, clasificándolas litológicamente como aporte

al entendimiento de la génesis y la evolución del suelo actual desde el punto de vista geológico.

- Analiza la geología estructural y tectónica de cada zona a fin de brindar una herramienta fundamental en los estudios de amenazas relacionadas con movimientos telúricos y su distribución espacial, así como para tener criterios de qué obras estructurales se deben implementar en cada trayecto vial.

El componente geotécnico:

- Propone las actividades para el levantamiento de la información de geología para ingeniería.
- Elabora la cartografía en fase II de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) a escala 1:25.000 a lo largo del corredor vial propuesto.
- Determina los aspectos geotécnicos del corredor vial e identifica sitios críticos.
- Recomienda las soluciones de estabilización de laderas en sectores inestables.
- Localiza posibles sitios para botaderos y fuentes de material.

6. 2. El estudio ambiental

El estudio ambiental que se realizó con información secundaria obtenida de la Corporación Autónoma Regional de Caldas, (Corpocaldas), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Convención de Humedales de Importancia Internacional, (RAMSAR); entre otras fuentes, contiene:

- Las bases conceptuales de la relación ecosistema-cultura, modelo con el que se identifica el proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas, la referencia de proyectos internacionales de infraestructura

viaria sostenible y sus principios, y las políticas ambientales en los ámbitos internacional y nacional, con el fin de aportar a la visión desarrollada en los “diálogos de saberes” para orientar la formulación, estructuración y construcción del proyecto.

- La descripción del ecosistema que alberga la Bio-Ruta con sus pisos bioclimáticos y las características de las zonas de vida que comprende el departamento de Caldas.
- La Caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia de las 10 Unidades Funcionales (UF) en las que se zonificó el proyecto, teniendo en cuenta las cuencas hidrográficas, los ecosistemas, las coberturas de la tierra, las unidades territoriales y las áreas culturales asociadas a las comunidades, e identificando los biomas y ecosistemas presentes con sus características e impactos, con el fin de formular estrategias y acciones de manejo ambiental de las actividades de construcción.
- La delimitación, del Área de Influencia Directa (AID), en cada una de las UF, como el espacio fisicobiótico y socioeconómico susceptible de sufrir cambios positivos o negativos por efecto de la ejecución de las etapas de construcción y operación del proyecto, y del Área de Influencia Indirecta (AII), como el espacio donde los impactos repercuten del sitio físico del proyecto a la zona externa del AID, hasta donde se manifiestan tales impactos.
- La identificación de las condiciones del ecosistema y evaluación de la susceptibilidad, el grado de fragilidad y afectación de las áreas de manejo especial, tanto las consideradas de importancia vital por ofrecer variedad de bienes y servicios, como los ecosistemas no declarados estratégicos.

6.3. El estudio social

El estudio social se realizó con información secundaria del Plan de Desarrollo Departamental de Caldas 2020-2023, de los Planes de Desarrollo Municipal 2020–2023, POT, PBOT, EBOT de La Dorada, Victoria, Samaná,

Marquetalia, Pensilvania, Manzanares, Marulanda, Neira y Manizales; de las bases de datos y la gran Encuesta Integrada de Hogares del DANE, y del sitio web Oriente y Magdalena Caldense (OMC). La información secundaria se obtuvo del Informe Económico de la Cámara de Comercio de Manizales, Caldas, 2019 y de los Perfiles Económicos Departamentales del Ministerio de Comercio Industria y Turismo 2020; los datos del aplicativo TerriData del Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Índice Municipal de Riesgo Ajustado por Capacidades, el DNP en el año 2018, y las Cuentas Departamentales, DANE, 2019; este contiene:

- Una reseña histórica de poblamiento de los municipios que se encuentran dentro del área de influencia de la Bio-Ruta.
- Las características de la población y su dinámica estructural, que establecen la cantidad y densidad poblacional en las áreas rurales y urbanas de los municipios que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto; se describen los Índices de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y el Índice de Calidad de Vida (ICV) en estos municipios.
- El análisis socioeconómico por subregión que describe las características del empleo y la dinámica empresarial, la cobertura de servicios y un diagnóstico sectorial salud y educación. Se estima la población beneficiada por el proyecto en 711 000 habitantes de 15 municipios del Departamento.

6.4. Estructuración del proyecto

La estructuración técnica del proyecto se llevó a cabo, teniendo en cuenta, tanto las recomendaciones y reflexiones de los “diálogos de saberes” y los estudios realizados a partir de información secundaria y jornadas generales de trabajo de campo, como la identificación de objetivos a solucionar; surge, entonces, la necesidad de construir un proyecto integral y sostenible articulado en ocho motores de desarrollo.

7. Localización y características del trazado

La ubicación privilegiada del departamento de Caldas en el centro del denominado “Triángulo de Oro de Colombia: Bogotá, Cali y Medellín, lo convierten en un eje natural de la movilidad del país. La Bio-Ruta articula los principales proyectos de movilidad viales y férreos del país, la Ruta del Sol y Pacífico Tres, con los puertos en el Pacífico y la infraestructura aeroportuaria de la región. Adicionalmente, reducirán los tiempos de viaje de varias ciudades capitales con Bogotá, y será una alternativa vial al paso por La Línea.

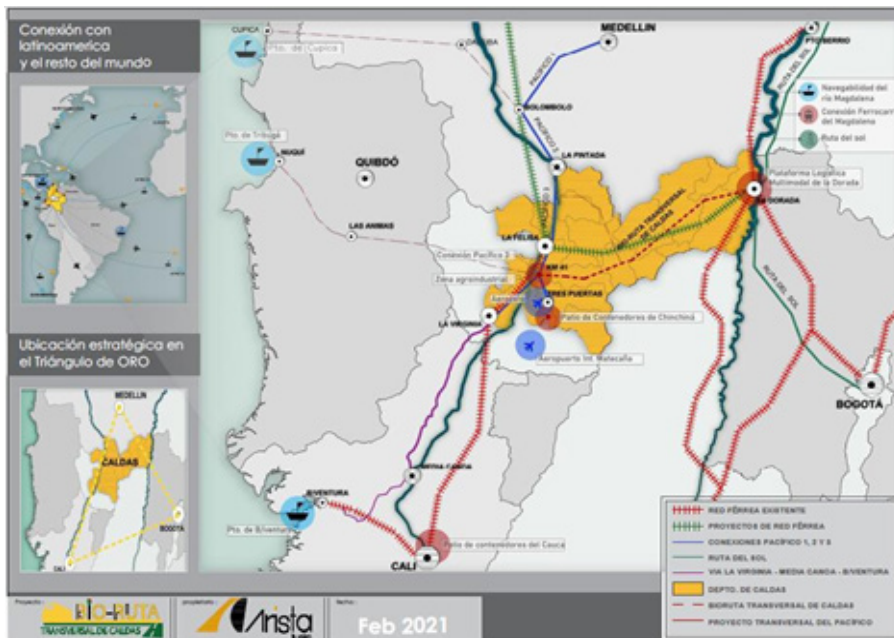


Gráfico 3. Localización del Proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas
Fuente: elaboración propia (2020)

El trazado de la Bio-Ruta Transversal de Caldas partió de la revisión de los perfiles y distancias de los tramos existentes y, de su posible rectificación para alcanzar velocidades de diseño de 80 kilómetros por hora en las partes planas y onduladas y de 60 kilómetros en las partes altas. Entre La Dorada y el kilómetro 41 de Manizales se pasa por la margen izquierda del río La Miel, aguas arriba, hasta atravesar el farallón donde nace el río, a través de un primer túnel que conducirá a Marulanda en la cuenca del río Guarinó, además de un segundo túnel de diez kilómetros. La vía continúa por el río Guacaica en su aproximación a Manizales y Neira hasta el kilómetro 41 de Manizales. Se consideró, que ninguno de los tramos debe atravesar las cabeceras municipales, para fomentar su desarrollo económico sin interferir en su conservación patrimonial.



Gráfico 4. Vista 3D doble calzada y calzada de ferrocarril
Fuente: elaboración propia (2020)



Gráfico 5. Secciones tipo Bio-Ruta Transversal de Caldas
Fuente: elaboración propia (2020)

Al reducir significativamente los tiempos de viaje hacia Manizales ninguna población de Caldas quedaría a más de dos horas de la capital del Departamento, así: Neira a 12 minutos, Viterbo y Marulanda a 43 minutos, Manzanares, Marquetalia, Victoria, Salamina, Pensilvania y Pácora a 1:30 horas, Samaná a 2 horas aproximadamente, La Dorada y Aguadas a 1:45 horas.



Gráfico 6. Disminución de tiempo entre municipios con Manizales

Fuente: elaboración propia (2020)

Es significativo el aporte al desarrollo económico del Departamento, integrando infraestructura con seis rotondas comerciales, tres centros logísticos, tres centros tecnológicos y de innovación, diez bahías turísticas y culturales para facilitar y promover el desarrollo socioeconómico con aproximadamente 50 000 empleos estructurales. A mediano plazo se proyecta la construcción de una banca para ferrocarril, para el transporte de carga, y una banca de ductos.

El Proyecto integra ocho motores de desarrollo traducidos en unidades de negocio así:

- Unidad 1. Vía de dos calzadas con 150 kilómetros de longitud.
- Unidad 2. La emisión de bonos de carbono o bonos verdes derivados de la franja verde conectora de biodiversidad de 150 kilómetros de longitud por 300 metros de ancho.

- Unidad 3. Una banca de ferrocarril de conexión oriente-occidente.
- Unidad 4. Una banca de ductos.
- Unidad 5. Un desarrollo con planificación urbanística, comercial, industrial y de negocios verdes incluidas las rotondas articuladoras.
- Unidad 6. Infraestructura y bahías comercial, industrial y turística.



Gráfico 7. Motores de desarrollo económico como unidades de negocio Bio-Ruta Transversal de Caldas
Fuente: elaboración propia (2020)

Por la singular integración ecosistémica y cultural, en 150 kilómetros de recorrido de variada condición bioclimática, alta biodiversidad y pertenencia al Paisaje Cultural Cafetero de Colombia Patrimonio de la Humanidad, se potencia la industria turística sostenible en sus distintas modalidades: científica, ecoturística, agroturística, cultural y recreativa de impacto económico y social.



Gráfico 8. Vistas de pasos de fauna, ecoductos y rotondas en conexión con los municipios que integran la Bio-Ruta Transversal de Caldas
Fuente: elaboración propia (2020)

8. Aportes de la Bio-Ruta Transversal de Caldas a la sostenibilidad

Los siguientes son aportes específicos de la Bio-Ruta Transversal de Caldas a la sostenibilidad territorial del trópico andino colombiano:

-Está concebida y diseñada como conector biológico tropical andino de alto valor en su recorrido paisajístico por los diferentes pisos ecoaltitudinales, cumpliendo una función integradora de diferentes ecosistemas y zonas de vida. Por sus determinantes geológicas e hidrológicas y énfasis en la conservación, protección y restauración ecológica, de sus casi 150 kilómetros de longitud por 300 metros de ancho, es un potencial corredor biológico multifuncional, fuente de biodiversidad, sumidero de dióxido de carbono (CO₂) y generador de balances ambientales positivos y sostenibles.

-Como franja verde cumple una función ecológica integradora y de conservación de las áreas silvestres y reservas forestales en un conjunto de ecosistemas de alto grado de diversidad bioclimática en un territorio de singular diversidad geosistémica, no obstante que su oferta ambiental no es ilimitada y la sobreexplotación es visible en su suelo, agua y clima, y sus reservas forestales y selvas están amenazadas por ampliación de la frontera agropecuaria y urbana.

-El estudio de alternativas en los diferentes pisos bioclimáticos del recorrido de la Bio-Ruta permitió definir usos potenciales sostenibles del paisaje natural y construido e identificar su transformación, según criterios productivos, para favorecer el desarrollo agroecológico y pecuario de sistemas de producción de pequeñas propiedades productoras localizadas en el rango de 530 a 2500 ms.n.m.

-Por su localización conectora estratégica será un sistema vial y de comunicación estructurante, de importancia socioeconómica y ambiental para Caldas y Colombia que logra trascender la función propia de un eje de comunicación vial departamental al integrar el río Cauca con el río Magdalena, la Ecorregión del Eje Cafetero y parte del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia (PCCC) declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Como sistema de comunicación eficiente en un trayecto transversal del territorio logra un mayor desarrollo económico (producción-distribución-consumo) con menor impacto ambiental, producto de la disminución del gasto energético y de la huella ecológica del transporte.

-Tanto la infraestructura vial como sus espacios complementarios y equipamientos, tales como: paradores turísticos, suministros de combustible, miradores, senderos para caminantes a lo largo de todo el trayecto, están determinados por las condiciones del lugar y la singularidad de un paisaje y tienen un diseño basado en los principios de la bioarquitectura en cuanto a materiales, clima, tecnologías y eficiencia energética.

-El concepto “Bío” logra cualificar el diseño en términos de sostenibilidad implementando nuevas metodologías y técnicas que permitirán resolver problemas de sobre costo durante la construcción y uso de la vía, generando beneficios económicos. En ese sentido, se avanza hacia un cambio de paradigma en cuanto a la posibilidad de construir infraestructura vial ambiental y económicamente sostenible.

-Es un proyecto de interés local del departamento de Caldas con trascendencia para la sostenibilidad ambiental global, que en opinión de expertos internacionales: “... es un modelo de infraestructura vial sostenible que cambiará la concepción tradicional del diseño de vías en Colombia y en el mundo al integrar las dimensiones técnica, ambiental, social y económica en un corredor biológico multifuncional de comunicación vial de 150 kilómetros de largo y 300 metros de ancho localizado en el biodiverso trópico andino”.

Bibliografía

Sociedad de Mejoras Públicas (SMP) de Manizales, 2012. 100 Años de Civilidad en la Construcción del Territorio. Editorial Blanecolor SAS Manizales.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Documento Técnico Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo I.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Análisis de Alternativas Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo II.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Estudios Comunes Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo III.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Componente Ambiental Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo IV.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019 Componente Infraestructura Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo V.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019 Componente Turismo y Deporte Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo VI.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Componente Logístico Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo VII.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Tecnología e Innovación Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo VIII.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Componente Cultural Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo IX.

ARISTA Ingeniería SAS 2019. Desarrollo Social Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo X.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Agroindustria y Biotecnología Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo XI.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Documento Financiero Bio-Ruta Transversal de Caldas. Tomo XII.

ARISTA Ingeniería SAS. 2019. Resumen Ejecutivo Proyecto Bio-Ruta Transversal de Caldas.

*Equipo de trabajo Unión Temporal Bio-Ruta Transversal de Caldas, Arista Ingeniería SAS:

Director-gestor-promotor: Esp. Ing. Jorge Eduardo Arbeláez

Estructuración Técnica: Mgtr. Ing. Andrés Toro

Gestión y Comunicaciones: Esp. administradora de empresas Lina Rivas

Área Ambiental

Coordinación:

PhD. Arq. Luz Stella Velásquez

Esp. Ing. ambiental Juan Felipe Ceballos

Equipo Técnico:

Mgtr. Lic. Ana Carolina Álvarez, Mgtr. Ing. Víctor Mauricio Aristizábal, Mgtr. Ing. Angélica Betancourth, Mgtr. Ing. Adrián Castaño, Mgtr. administradora agropecuaria Cristina Fraume, Mgtr. Arq. Luis Fernando García, Mgtr. abogada Luz Mary Gutiérrez, Mgtr. Ing. Daniela María Guzmán Mgtr. Arq. Valentina Hidalgo, Mgtr. Ing. Juan Camilo Jaramillo, Mgtr. Ing. químico Juan Pablo Mariscal, Mgtr. Ing. Agr. Álvaro Martínez, diseñadora industrial Daniela Morante. Mgtr. Ing. química Nini Valentina Naranjo. Esp. abogado Jaime Díaz, Esp. Ing. Adiel García, Esp. Ing. José Danilo Ocampo, Esp. contador público Álvaro Salazar, Esp. publicista Andrés Uribe. Ing. Quim. Leidy Viviana Díaz, Arq. Juliana García, Arq. Alejandra Jaramillo, Arq. Evelio Martínez, Ing. agrónomo Carlos Enrique Restrepo, Md. veterinaria Valentina Ríos, Ing. químico Manuel Alejandro Ruíz, Exp. geología María Alejandra Urueña, bióloga Daniela Velásquez.

Asesores:

Ph.D. Ing. Javier Álvarez Del Castillo, Ph.D. geógrafo Martí Boada, Ph.D. Md. Carlos Augusto González, PhD. geógrafo Ricardo Jordán, Ph.D. biólogo Jordi Morató, Ph.D. geóloga Graciela Peters, Ph.D. Arq. Joan Ramón Rosell, Mgtr. Arq. Clemencia Dobiecky, Mgtr. Ing. agrónomo José Humberto Gallego, Mgtr. urbanista Francisco Londoño, Mgtr. Ing. Fernando Mejía, Mgtr. Arq. Hilda María Posada, Mgtr. economista Melva Salazar, Esp. Arq. Clara Inés Montoya, Exp. Enrique Arbeláez.

Área Social

Coordinación:

Sociólogo Rafael Eduardo Betancourt.

Equipo Técnico:

Mgtr. Lic. D.F Ana Carolina Álvarez, Mgtr. antropóloga Viviana Andrea Arias, Mgtr. A.P Sebastián Cárdenas, Mgtr. administrador de empresas Luis Alejandro Muñoz, Mgtr. Diseño Visual. Rosario Olarte, Esp. D.F Claudia Patricia Gutiérrez, Esp. Lic. Desarrollo Familiar Olga Patricia Tamayo, Esp. T. S. Deissy Johanna Duque, sociólogo Orlando Alvarán, sicóloga Leidy Johana Arango, Ing. Lic. Viviana Castro, Lic. Desarrollo Familiar Rubén Darío Cortés, diseñador visual Andrés Garzón, ingeniero de Alimentos Julián Madrid, sicólogo Daniel Felipe Martínez, Lic. Diseño Familiar María Eugenia Morales, antropóloga Angélica Rocío Osorio, Lic. D.F Lina María Quintero.

Asesores:

Ph.D. Lic. Sergio Naranjo, Ph.D. Lic. Liliana Robledo, Mgtr. periodista Liliana María Becerra, Mgtr. Lic. Inés Sánchez.

Asesores Turismo y cultura

Esp. abogada Natalia Marulanda, economista Carlos Arboleda.

Área Administrativa y Operativa

Coordinación:

Esp. contadora pública Erika Ocampo.

Equipo Técnico:

Esp. fisioterapeuta Alejandro Díaz, Esp. Ing. civil Nathaly Rojas, Arq. Tatiana Bedoya, Arq. Laura Tatiana Cardona, Arq. María Camila Escobar, economista Yeniffer Escudero, topógrafo Julián Idárraga, Arq. Stefany Londoño, administradora María Victoria Valencia, tecnóloga Jakeline Álvarez, tecnóloga Luisa Fernanda Valencia, Exp. medios Mateo Arbeláez.

Asesores:

Mgtr. Ing. industrial Marisol Benavidez, Esp. Negocios Internacionales María José Barrero, Esp. Martha Cecilia Londoño, Esp. Arq. Danny Rojas.

Área Financiera

Coordinador: Esp. Ing. civil Jorge Eduardo Arbeláez.

Asesores:

Mgtr. economista María Helena Gómez, Mgtr. economista Carlos Holmes, Esp. Ing. civil Mauricio Duque, Esp. economista empresarial Alberto Gutiérrez.

Área Técnica e Infraestructura

Coordinadores:

Mgtr. geólogo Daniel Ceballos, Mgtr. Ing. civil Andrés Toro, Esp. Ing. civil Jorge Arbeláez.

Equipo técnico:

Ph.D. geóloga Jeny Alejandra Grajales, Mgtr. geólogo Gustavo Adolfo Trejos
Mgtr. Ing. forestal estadístico Freddy Valcárcel, Esp. geóloga Natalia Cardona, Esp. Ing. civil Santiago González, Esp. Ing. civil Luz Elena Franco García, Esp. geóloga Manuela Chavarriaga, geóloga Luz Mery Luna, geóloga Gloria Mercedes Vargas.

Asesores:

Esp. Ing. civil Jorge Alonso Aristizábal, Esp. Ing. civil Pedro José Buitrago, Esp. Ing. civil Claudia Pilar Calderón, Esp. Ing. civil Juan Alejandro Dávila, Esp. Ing. civil Andrés Marín, Esp. Ing. civil Leonardo Marulanda. Ing. electricista Jorge Eduardo Jaramillo.

Área Jurídica

Coordinación:

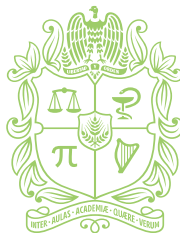
Esp. abogado Santiago Arbeláez.

Equipo Jurídico:

Esp. abogado Daniel Fernando Gutiérrez, Esp. abogado Daniel Robledo Esp. abogado Efraín Villegas, abogada Natalia Salazar.

Asesores:

Esp. Arq. abogada Patricia López.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -
Teléfono: 8879300 Ext. 50190
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas
<http://idea.manizales.unal.edu.co>
idea_man@unal.edu.co

Edición, Diseño y Diagramación: IDEA Sede Manizales
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales