CONTRATO DE OBRA No. 046-2025

OBJETO
EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS Y CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA PARA PROMOVER LA REDUCCIÓN DE RIESGOS CON ECOSISTEMAS ECO-RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) CON BIOINGENIERÍA COMUNITARIA EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO LA NONA – MUNICIPIO DE MARSELLA.

INFORME FINAL

PRESENTADO A:
EMPUMAR

PRESENTA:

SINDERRUMBE SAS

SINDERRUMBE

CONTRATO 046 DE 2025

PLAN OPERATIVO Y CRONOGRAMA.

OBJETO. EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS Y CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA PARA PROMOVER LA REDUCCIÓN DE RIESGOS CON ECOSISTEMAS ECO-RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) CON BIOINGENIERÍA COMUNITARIA EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO LA NONA –
MUNICIPIO DE MARSELLA.

ALCANCES

1. Implementación de medidas de restauración ecológica y reforestación en zonas priorizadas del área de captación, incluyendo aislamiento de áreas, establecimiento de cercas vivas y siembra de especies nativas
2. Aplicación de técnicas de bioingeniería comunitaria para el control de erosión, estabilización natural de taludes y manejo sostenible del suelo
3. Desarrollo de procesos de educación y capacitación ambiental comunitaria, orientados al fortalecimiento de capacidades locales para la conservación del recurso hídrico y la gestión del riesgo
4. Acompañamiento técnico, seguimiento y reporte de resultados, conforme a los estándares establecidos por la CARDER y EMPUMAR E.S.P.
5. Instalación de elementos de divulgación y señalización ambiental, de acuerdo con las directrices de comunicación del convenio

SINDERRUMBE

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE INVERSION SbN, EMPRESAS PÚBLICAS DE MARSELLA ESP - EMPUMAR RF LA NONA

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	ESTRATEGIA	UNIDAD	META	VR. UNIT	INVERSIÓN
CERRAMIENTO CON CERCA VIVA	Cerca en madera y estaca viva	KM	0,40	21.709.406	8.683.762
	Componente cerca viva		0,40	7.376.166	2.950.466
RENATURALIZACIÓN	Rescate, adopción y enriquecimiento	HA	2,06	22.176.558	45.683.709
BIOINGENIERÍA		GLOBAL	-		135.820.496
TERRAZA ESCALONADA		M	248	179.804	44.182.461
TRINCHO EN V		M	80	158.329	12.666.346
FILTROS		M3	84	359.447	30.193.577
MURO VIVO		M3	32	725.763	23.224.400
DISIPADORES		ML	50	84.363	4.218.125
GEOMANTO		M2	178	53.499	9.522.822
CANAL SUELO CEMENTO	Manejo de aguas parte alta	ML	60	70.213	4.212.765
BARRERAS TRANSVERSALES	6 Plantas X ML	ML	200	38.000	7.600.000
OTRAS ESTRATEGIAS: COSECHA DE AGUAS					1.660.000
MAGUERA 1/2	Manguera 1/2	ML	200	1.400	280.000
CANALETAS TECHO	Sistema de cosecha de aguas	ML	30	15.000	450.000
TANQUE ALMACENAMIENTO			1	380.000	380.000
INSTALACIONES					550.000
TRANSPORTES					
TRANSPORTES MAYORES			15	300.000	4.500.000
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS					196.347.968
ADMINISTRACIÓN	25%				49.086.992
UTILIDADES	5%				9.817.398
IVA UTILIDADES	19%				1.865.306
SUB TOTAL A Y U					60.769.696
INVERSIONES EN IMPLEMENTACIONES ACUEDUCTO LA NONA					257.117.664

CURSO DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA EN SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

CURSO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	TALLERES ESPECIALIZADOS	Taller teórico	5.470.000	2	10.940.000
	JORNADAS DE CAMPO	Jornada de campo	6.129.200	1	6.129.200
					17.069.200
VALORACIÓN, PRIORIZACIÓN Y FORMULACIÓN DOCUMENTO PROPUESTA	VALORACIÓN PARTICIPATIVA CASOS CRITICOS Y FORMULACIÓN PARTICIPATIVA PROPUESTAS COMUNITARIAS		9.050.000	1	9.050.000
Articulación actores					
Visitas de campo: casos críticos / Fincas (Min 3)					
Diseño de esquemas de intervención.					
Visitas prediales y acuerdos con propietarios.					
Microzonificación: MAPA SbN	DOCUMENTACIÓN, SIG, PROPUESTAS				
SIG: Multitemporal, Red drenaje; Coberturas; Curvas					
DOCUMENTO PROPUESTA					

SUB TOTAL CURSO DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA		26.119.200
IVA 19 % CURSO DE CAPACITACION ESPECIALIZADO	19%	4.962.648
SUB TOTAL CURSO DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADO		31.081.848

VALOR TOTAL CONTRATO: $288.199.512

RESUMEN DE LAS OBLIGACIONES DE SINDERRUMBE.

1. Dentro de los ocho (8) días siguientes a la suscripción del acta de inicio del presente contrato, el contratista deberá entregar un cronograma detallado donde se establezca las actividades a realizar de manera periódica, los recursos humanos, administrativos, técnicos, financieros que utilizará en cada una de las actividades que realizará en el marco del mismo para la ejecución del objeto contractual.
2. El contratista, deberá acreditar por medio de certificación el cumplimiento de las condiciones técnicas requeridas, tales como (capacidad técnica, operativa, administrativa y logística) para la ejecución del objeto contractual.
3. Manejar adecuadamente los recursos del contrato, únicamente para el objeto acordado.
4. Atender las visitas de campo por parte de la supervisión e interventoría del contrato en las zonas donde se ejecute la obra
5. Presentar a EMPUMAR informes de ejecución de obra e informes financieros con los respectivos soportes y avances de ejecución a través de la interventoría designada por EMPUMAR.
6. Presentar los informes mensuales y un informe final en el que se detalle el cumplimiento del objeto y el producto final del contrato, en el cual se incluya registro fotográfico de las actividades de la obra, actas de obra, pagos de aportes a la seguridad social, fotografía de la valla informativa del proyecto, certificado de paz y salvo del pago de aportes a cajas de compensación familiar, certificado de pago de aportes al SENA, paz y salvo de la Oficina de Trabajo, bitácora de obra, acta de entrega de las obras a la comunidad.
7. Apoyar la gestión oportunamente de las autorizaciones, permisos, certificaciones, y licencias y otros que se requieran para las obras requeridas de acuerdo con lo establecido en el cuadro de cantidades
8. El contratista seleccionado deberá cumplir con la normatividad vigente relacionada con aspectos ambientales de seguridad y salud en el trabajo y garantizar la calidad de las obras
9. Ejecutar las obras (ítems); teniendo en cuenta la adecuada implementación del Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y el Plan de Manejo Ambiental, los cuales deberán ser revisados y aprobados por la interventoría y la supervisión antes del inicio de las obras y cuya ejecución deberá reportarse mediante informes para el pago de actas y el recibo final de las mismas.
10. Dar cumplimiento con todos los requerimientos establecidos por la ley para el desarrollo del contrato (aportes SENA, ICBF, parafiscales, y los demás que se deriven de la celebración del contrato).
11. Realizar antes del inicio de las obras, las respectivas señalizaciones, cerramientos y dar a conocer la información necesaria que permita garantizar los niveles de seguridad mínimos para la población aledaña y evitar situaciones de riesgo.
12. Para la finalización del presente contrato de obra pública, el contratista deberá presentar certificación del contador sobre el estado de las obligaciones de las relaciones contractuales y el estado de sus empleados que indique que está a paz y salvo. De lo contrario se considera como un incumplimiento contractual.
13. Apoyar en el trámite de las servidumbres a que haya lugar para el cumplimiento del contrato correspondiente
14. El contratista escogido deberá garantizar que velará por el uso de los elementos de protección personal requeridos para la ejecución de objeto contractual, por la aplicación de la debida

señalización y cumplimiento de las normatividades establecidas para el desarrollo de las actividades acá estipuladas

15. El contratista deberá garantizar que el material de los escombros será colocado en lugar autorizado; para la ejecución del contrato, deberá presentar los soportes del debido transporte de escombro y demás reglamentados.
16. La bitácora será llevada por el contratista, a la cual se le podrá hacer control y seguimiento por parte de la interventoría y las Empresas Públicas de Marsella –EMPUMAR E.S.P.
17. El contratista, se compromete a cumplir con las normas, procesos y procedimientos aplicable al Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y declara conocer el sistema integrado de gestión implementado en las Empresas Públicas de Marsella –EMPUMAR E.S.P.- y los mecanismos relacionados con el trámite de quejas que puedan constituir conductas de acoso laboral o sexual.

EQUIPO DE TRABAJO DE SINDERRUMBE.

Cantidad	Cargo a desempeñar	Perfil Profesional	Experiencia General como profesional	Experiencia especifica Como
1	Coordinador	Juan Armando Sinisterra Reyes, Administrador agropecuario	10 años	Coordinador o director en Diez proyectos ejecutados y terminados sobre restauración ecológica, Bioingeniería y Reconversión productiva agropecuaria con participación de comunidades.
1	Profesional pregrado.	Alejandro Cárdenas, Ingeniero ambiental.	3 años	Profesional de apoyo con experiencia en proyectos de Bioingeniería, reconversión Productiva (ganadería, aguacate y caficultura) y restauración ecológica.
1	Profesional pregrado	Mercedes Restrepo, Administración financiera.	10 años	Profesional para fortalecimiento de comunidades y organizaciones locales con experiencia en Gestión integral de cuencas y trabajo con comunidades.
1	ASESOR Profesional en Geología	Valentina Sánchez, Título en Geología	2 años	Profesional en Geología con experiencia relacionada con Gestión del Riesgo por procesos erosivos y/o estabilización de taludes. Por lo menos un proyecto ejecutado y terminado
1	Profesional pregrado	Esteban Sinisterra, Título en Administración de Empresas	2 años	Profesional en Administración de Empresas con experiencia en Manejo de personal, labores logísticas y en proyectos de estabilización de taludes utilizando Geomantos.

CRONOGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN OPERATIVO.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

OBJETO: EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO Y CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA PARA PROMOVER LA REDUCCIÓN DE RIESGO CON ECOSISTEMAS ECO-RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) CON BIOINGENIERÍA COMUNITARIA EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO LA NONA - MUNICIPIO DE MARSELLA.

ESTRATEGIAS Y ACCIONES	ACCIONES Y MEDIOS	NOV				DIC				ENE				FEB				DURACION SEMANAS
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ACTA DE INICIO	FIRMA DEL ACTA DE INICIO																	1
PLAN OPERATIVO	PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN SUPERVISOR																	1
ARTICULACIÓN EQUIPO: interinstitucional e interdisciplinario	CARDER, ALCALDIA, EMPUMAR																	2
IDENTIFICACION DE ACTORES LOCALES ESTRATEGICOS Y VINCULACIÓN EQUIPOS																		
IDENTIFICACION ACTORES LOCALES																		2
VINCULACION Y AFILIACION DE OPERARIOS																		2
PROGRAMA DE CAPACITACION	TALLERES TEORICOS																	6
VALORACION SITIOS CRITICOS PRIORIZADOS	JORNADAS PRÁCTICAS																	2
	VISITAS DE CAMPO																	2
IMPLEMENTACIONES SbN																		
BIOINGENIERIA COMUNITARIA																		13
CERRAMIENTOS PROTECTORES																		6
RENATURALIZACION																		8
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA																		
TALLERES TEORICOS	CNG,S, JAL Y OTRAS CON POTENCIAL																	
JORNADAS DE CAMPO	CONSTRUCCION SBN																	
VISITAS DE VALORACION A SITIOS CRÍTICOS PRIORIZADOS	TALLERES TEORICOS																	
DOCUMENTO VALORACION Y PROPUESTA	PROPUESTA IMPLEMENTACIÓN SBN																	
OTROS PRODUCTOS E INFORMES																		
ENTREGA DE INFORMES DE AVANCE																		
ENTREGA DE INFORME FINAL																		

SINDERRUMBE

PORCENTAJE DE AVANCE DE OBRA

PRESUPUESTO SbN, EMPRESAS PÚBLICAS DE MARSELLA ESP - EMPUMAR RF LA NONA				OBRA EJECUTADA
SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	**ESTRATEGIA**	**UNIDAD**	**META**	**% DE AVANCE**
CERRAMIENTO CON CERCA VIVA	Cerca en Madera y Estaca Viva	KM	0,4	**100%**
	Componente Cerca Viva		0,4	**0%**
RENATURALIZACIÓN	Rescate, adopción y enriquecimiento	HA	2,06	**51%**
BIOINGENIERÍA		GLOBAL		
TERRAZA ESCALONADA		M	310,90	**100%**
TRINCHO EN V		M	170	**100%**
FILTROS		M3	30	**100%**
MURO VIVO		M3	32	**100%**
GEOMANTO		M2	245,19	**100%**
BARRERAS TRANSVERSALES	6 Plantas X ML	ML	200	**100%**
TRANSPORTES				
TRANSPORTES MAYORES			15	**100%**

CURSO DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA EN SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA				OBRA EJECUTADA
				% DE AVANCE
CURSO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	TALLERES ESPECIALIZADOS	Taller Teórico	2	**100%**
	JORNADAS DE CAMPO	Jornada de Campo	1	**100%**
	VALORACIÓN PARTICIPATIVA, CASOS CRÍTICOS Y FORMULACIÓN PARTICPATIVA PROPUESTAS COMUNITARIAS		1	**100%**
Articulación actores				
Visitas de Campo: Casos Críticos / Fincas (3 min)				
Diseño de esquemas de intervención				
Visitas prediales y acuerdos con propietarios				
Microzonificación: Mapa SbN	DOCUMENTACIÓN, SIG, PPTAS			
SIG: Multitemporal, Red drenaje, Coberturas, Curvas				
DOCUMENTO PROPUESTA				
SUBTOTAL CURSO DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA				
IVA CURSO 19%				
TOTAL CURSO CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA				

EQUIPO DE TRABAJO EN OBRA

Personal en obra	Cantidad
COORDINADOR DE OBRA	1
MAESTRO DE OBRA (BIOINGENIERO)	2
OPERARIOS	11
TOTAL, PERSONAL EN OBRA	14

Durante la ejecución del contrato se priorizó la vinculación de mano de obra no calificada proveniente de la vereda La Convención, con el propósito de fortalecer la participación de la comunidad local en el desarrollo de las actividades del proyecto. Esta estrategia buscó no solo generar oportunidades de empleo para la población del sector, sino también promover procesos de transferencia de conocimientos y fortalecimiento de capacidades locales.

A través de la participación directa en las labores de campo, los trabajadores de la vereda adquirieron experiencia práctica en la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), así como en técnicas de bioingeniería aplicada a la estabilización de taludes, control de procesos erosivos y restauración ecológica. De igual manera, se promovieron prácticas asociadas a procesos de renaturalización y recuperación de funciones ecosistémicas en áreas intervenidas.

Como resultado, el proyecto contribuyó a dejar una capacidad instalada en la comunidad, representada en conocimiento técnico y experiencia operativa en la ejecución de este tipo de intervenciones ambientales, lo cual facilita la replicabilidad y sostenibilidad de futuras acciones de gestión del riesgo y restauración ecológica en el territorio.

Situación inicial del proceso de inestabilidad Predio la Julita.

Descripción general del proceso de inestabilidad, Finca La Julita, Vereda la Convención Marsella - Risaralda. En la vereda La convención vía al rayo, se presenta un deslizamiento recurrente, que evidencia afectaciones anteriores. El desconfinamiento desde la base de la ladera aledaña a la Quebrada La Nona acciono la reptación del conjunto del terreno, afectando la banca de la vía y los potreros del talud superior. En la parte alta se evidencian grietas de tensión abiertas y profundas y el desplome de toda la masa del terreno.

Se trata de un movimiento en masa muy activo y potente del conjunto del terreno, favorecido por factores como la deforestación, la ocupación de drenajes naturales, la compactación por sobrepastoreo y el corte de la ladera para la vía y accionado por la fuerte temporada invernal que ha prevalecido en la región y por la alteración de los flujos de las aguas territoriales. En la imagen se identifican los citados factores antrópicos tensionantes, las grietas de tensión por el desconfinamiento desde la base y el desplome profundo de la masa.



Este proceso representa un alto riesgo de afectaciones colectivas por taponamientos en la vía interveredal (usada como vía alterna al municipio de Marsella ante los taponamientos recurrentes en la vía principal) y por los daños sobre la bocatoma del acueducto La Nona.

Situación en la parte alta del movimiento en masa, con agrietamientos típicos de un proceso de reptación, al perder la estabilidad desde la base de la ladera. Se identifican dos deslizamientos activos en el cuerpo del talud de corte de la vía, coincidentes con los conos de descarga de los drenajes naturales ocupados con potreros y una potente masa fallada saturada colonizada por gramíneas con escaso sistema radical. Todo el terreno evidencia vegetación propia de un nivel freático alto.



SINDERRUMBE





Detalle de las grietas de tracción de la parte alta. Según informes de campo de CARDER, se observó una rápida evolución en un corto período entre noviembre y diciembre de 2024, evidenciado por un mayor hundimiento, dilatación y profundidad. *Fuente dato: Informes de visita CARDER, Alcaldía y CDGDR Marsella*.

Situación en el talud inferior de la vía. Se considera que el movimiento de la parte baja se correlaciona directamente con el desconfinamiento del conjunto de la ladera. La línea de falla trasciende la vía y ocasionó la destrucción de un tramo de la placa huella. En esta sección de terreno, se identifican dos descargas de agua de escorrentía de la propia vía identificadas como agentes causales. La transversal se encuentra taponada e inoperante. El terreno ha sido colonizado rápidamente por gramíneas de porte alto que no ofrecen la protección ni la regulación hídrica requerida.

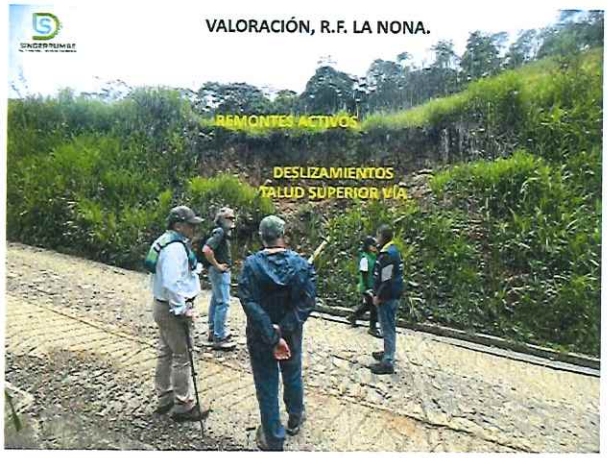






Imagen panorámica del conjunto del terreno fallado. Se identifica la ubicación de la transversal con descole sobre el talud ribereño correspondiente a las franjas protectoras de la quebrada. Con la fotointerpretación multitemporal se puede determinar que este terreno fue desprovisto de la vegetación original riparia, que ofrece reguladora y protectora, fragilizando el terreno.

Sitio de colapso de una sección de placa huella por donde trasciende la sección fallada (fractura y discontinuidad del terreno; cambio abrupto y ruptura del concreto), los deslizamientos activos en el talud superior y el terreno fallado en la parte alta. La colonización con gramíneas limita la sucesión natural, no representa avance en el proceso de estabilización natural y es susceptible de reactivarse.



Deslizamientos con remontes superiores activos y masas saturadas sin elemento de confinamiento que brinden estabilidad a la base. Se identifican dos focos de inestabilidad con procesos de remontamiento superior activo por caída en bloques de terreno.



Presencia de musgos, vegetación propia de terrenos saturados y con nivel freático alto. El remonte activo ocasionó la caída de la cerca protectora en alambre de púa. Se observa al menos una manguera de conducción de agua sobre terrenos fallados, que podría representar riesgo ante la posibilidad de presentar fugas y desempates.



Las descargas de flujos potentes de escorrentías provenientes de la vía se asocian directamente como detonante del deslizamiento del talud inferior.

Las descargas de flujos potentes de escorrentías provenientes de la vía se asocian directamente como detonante del deslizamiento del talud inferior. Sobre el terreno fallado confluyen el descole de la trasversal y las descargas de las cunetas. Se observan sedimentos arrastrados por los flujos descontrolados y sin manejo adecuado y empleo indiscriminado de herbicidas en áreas de abastecimiento hídrico.



Descole de la transversal y descarga de cunetas sobre el talud inferior fallado.





Los deslizamientos en el talud inferior de la vía se correlacionan directamente con la perdida de estabilidad del conjunto de la ladera por el fallamiento desde la parte baja aledaña a la quebrada La Nona. En las imágenes de CARDER tomadas en diciembre de 2024 se aprecia el deslizamiento activo, favorecido por la prevalencia de gramíneas de porte alto (escaso sistemas de anclaje mecánico del suelo y mínima funcionalidad hidráulica), la erradicación casi total de la vegetación original protectora y reguladora propia de corredores ribereños y la presencia de agrietamientos y hundimiento de masas. Sobre esta sección del terreno fallado confluyen las descargas provenientes de la vía identificadas como detonantes.

SINDERRUMBE

Descripción de las intervenciones contrato 046 – 2025.

Resumen de actividades e intervenciones

Se continúa Se culminó satisfactoriamente la ejecución del Contrato No. 046 de 2025, suscrito entre EMPUMAR E.S.P. y Sinderrumbe S.A.S., cuyo objeto consistió en la implementación de obras de mitigación y reducción del riesgo por movimientos en masa mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) en la vereda La Convención, sector La Nona, predio La Julita, en el municipio de Marsella, Risaralda.

La intervención tuvo como objetivo principal reducir las condiciones de inestabilidad geomorfológica y degradación del suelo que se presentaban en el área, asociadas a procesos erosivos, saturación hídrica del terreno y movimientos en masa, los cuales representaban una amenaza significativa para la infraestructura vial rural, la estabilidad de los taludes circundantes y, de manera crítica, la seguridad de la bocatoma del acueducto municipal, localizada aguas abajo en la quebrada La Nona. La persistencia de estas condiciones comprometía potencialmente la continuidad en la provisión del servicio de abastecimiento de agua potable para el municipio de Marsella, así como la estabilidad de la banca de la vía rural adyacente.

En este contexto, se diseñó e implementó una intervención integral de recuperación ecohidrológica y estabilización bioingenieril del terreno, la cual abordó de manera simultánea las causas generadoras del proceso de inestabilidad y las áreas directamente afectadas, permitiendo restablecer progresivamente las condiciones de estabilidad del sistema suelo–vegetación–agua.

Para la ejecución del proyecto, el área de intervención fue organizada bajo tres estrategias principales de Soluciones Basadas en la Naturaleza, orientadas a la recuperación funcional del ecosistema y la estabilización de los procesos geomorfológicos:

1. Implementación de técnicas de bioingeniería comunitaria en zonas degradadas por erosión hídrica superficial y procesos de movimiento en masa.

2. Construcción de una estructura tipo Muro Vivo (gavión híbrido vegetado) en el talud superior de la vía para estabilización estructural y control de desprendimientos.

3. Renaturalización y restauración ecológica de áreas previamente utilizadas para ganadería extensiva, orientadas a su reconversión hacia zonas de protección hídrica y conectividad ecológica.

Las actividades de intervención iniciaron en noviembre de 2025, bajo la dirección del equipo técnico de Sinderrumbe S.A.S., logrando la vinculación de 10 operarios locales pertenecientes a la vereda y sectores circundantes, quienes participaron activamente en las labores de obra y recibieron capacitación práctica en la implementación de técnicas de bioingeniería y soluciones basadas en la naturaleza, fortaleciendo así las capacidades locales en gestión del riesgo y restauración ambiental.

Previo al inicio de las obras de estabilización, se realizó una evaluación técnica de los factores detonantes del proceso de inestabilidad, identificándose múltiples agentes condicionantes y desencadenantes, entre los que se destacan:

- Colmatación y deterioro estructural de una obra de drenaje transversal existente, localizada en el punto crítico del talud negativo de la vía. Esta estructura presentaba obstrucción por acumulación de sedimentos y fracturas estructurales, lo que impedía el adecuado tránsito hidráulico del agua proveniente de la escorrentía superficial de la vía.

- La vía rural funcionaba como un canal artificial de escorrentía, con una longitud aproximada de 600 metros sin puntos intermedios de descarga, lo cual generaba concentración de caudales con alta energía erosiva y arrastre de material sedimentario, aumentando la presión hidráulica en el punto de descarga.

- En la parte alta del talud se identificó un uso del suelo asociado a ganadería extensiva, con evidencias de compactación, pisoteo del ganado ("pata de vaca") y pérdida de cobertura vegetal, factores que favorecen la disminución de la infiltración y el incremento de escorrentía superficial.

- En la parte baja de la vía se localiza la quebrada La Nona, donde se evidenció socavación hídrica del pie del talud, generando procesos de desconfinamiento del terreno, agravados por el aporte concentrado de agua proveniente del drenaje transversal y de la escorrentía vial.

Estas condiciones combinadas propiciaron la saturación progresiva del suelo y la pérdida de resistencia al corte del material, desencadenando el proceso de movimiento en masa registrado en el sector.

Una vez identificados y abordados los factores causales, se procedió a desarrollar la intervención en el predio La Julita, organizando las obras en cinco zonas estratégicas de intervención:

1. Estabilización del talud negativo de la vía

En la zona inferior de la vía, próxima a la quebrada La Nona, se implementaron técnicas de bioingeniería para estabilización del terreno saturado, que incluyeron:

- Construcción de sistemas de drenaje tipo filtro para facilitar la evacuación de aguas subsuperficiales.

- Implementación de terrazas escalonadas de estabilización, orientadas a reducir la pendiente efectiva del talud y mejorar el confinamiento del suelo.

- Instalación de geomanto o geomalla de control de erosión en sectores con pendientes críticas, favoreciendo la estabilización superficial del suelo.

- Establecimiento de cobertura vegetal con especies nativas de alto potencial bioingenieril, caracterizadas por sistemas radiculares profundos y alta capacidad de evapotranspiración.

Adicionalmente, se construyó un enrocado estructural en concreto reforzado, destinado a captar y conducir de forma segura el caudal proveniente de la tubería transversal, garantizando su descarga controlada hacia la quebrada La Nona.

2. Construcción de Muro Vivo (gavión híbrido vegetado)

En el talud superior de la vía, donde se había presentado un desprendimiento de suelo y cobertura vegetal asociado a un drenaje natural, se construyó una estructura de Muro Vivo híbrido con un volumen aproximado de 32 m^3, utilizando material pétreo y material filtrante, con el objetivo de confinar el talud y restablecer su estabilidad estructural.

Como complemento, se construyeron terrazas laterales con sistemas de drenaje filtrante, permitiendo captar y conducir las aguas de escorrentía hacia la cuneta de la vía de manera controlada, reduciendo la presión hídrica sobre la estructura. También se instaló geomanto en el talud superior de alta pendiente para favorecer la revegetación y el control de la erosión superficial.

SINDERRUMBE

3. Intervención en zona de potrero (parte alta)

En la zona alta del predio se identificaron grietas de asentamiento longitudinales de aproximadamente 20 metros de longitud y hasta 1 metro de profundidad, evidenciando procesos incipientes de inestabilidad del terreno.

Para mitigar esta condición se implementaron:

- Drenajes tipo espina de pescado, destinados a interceptar y conducir las aguas subsuperficiales hacia la cuneta de la vía.
- Construcción de terrazas escalonadas de confinamiento del terreno.
- Instalación de trinchos con vertedero, orientados a disipar la energía de la escorrentía superficial.

Adicionalmente, en el drenaje natural presente en esta zona se desarrolló un sistema escalonado de trinchos con vertedero, desde la zona boscosa superior hasta el punto de entrega a la vía, permitiendo disipar la velocidad del agua, controlar la erosión y conducir los flujos de manera regulada.

Toda el área intervenida fue objeto de siembra con especies nativas aptas para procesos de bioingeniería y restauración ecológica.

4. Implementación de ventana de fragmentación hidráulica en la vía

Con el fin de reducir la concentración de escorrentía superficial en la vía, se construyó una ventana de fragmentación hidráulica aproximadamente 100 metros aguas arriba del punto crítico.

Esta estructura permite interceptar y dividir el flujo de agua que se desplaza longitudinalmente por la vía, reduciendo su volumen y velocidad antes de alcanzar el área afectada. El agua captada es conducida hacia un sistema de trinchos con vertedero, que permiten su disipación progresiva y conducción segura hacia un punto de descarga estable.

En esta zona también se realizaron siembras en alta densidad de vegetación nativa, contribuyendo a la estabilización del suelo y a la regulación del ciclo hidrológico local.

5. Renaturalización y restauración ecológica del predio

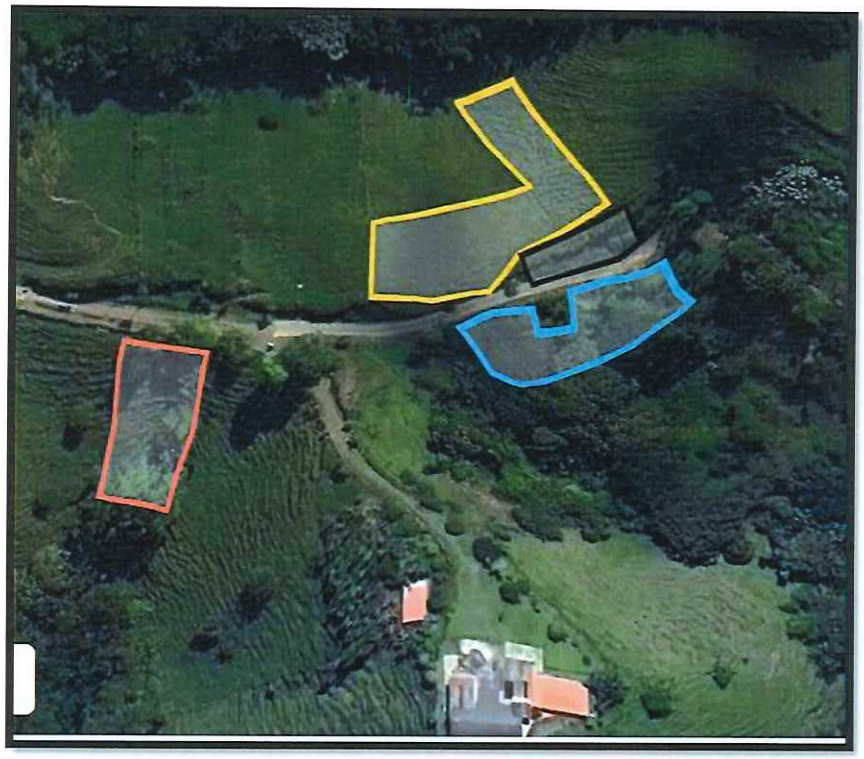
Finalmente, se implementó un proceso de restauración ecológica integral en el predio La Julita, especialmente en las áreas previamente destinadas a ganadería extensiva, las cuales fueron reconvertidas a zonas de protección hídrica y restauración ecosistémica.

Las acciones incluyeron:

- Rescate y conservación de la vegetación existente (arbustiva y arbórea).
- Enriquecimiento vegetal con especies nativas, orientadas a fortalecer la sucesión ecológica natural.
- Transformación del uso del suelo hacia áreas de protección estricta y recarga hídrica, fundamentales para la protección de la bocatoma del acueducto municipal.
- Consolidación de corredores de conectividad ecológica en el paisaje.

En términos generales, la intervención realizada en el predio La Julita constituyó una actuación integral de estabilización geotécnica, restauración ecológica y gestión ecohidrológica del territorio, permitiendo recuperar áreas degradadas, reducir la susceptibilidad a movimientos en masa y fortalecer la resiliencia del ecosistema frente a eventos hidrometeorológicos extremos.

Es importante destacar que la totalidad del personal operativo fue contratado localmente, perteneciente a la vereda y sectores cercanos, lo cual contribuyó significativamente a la dinamización de la economía rural y al fortalecimiento de capacidades comunitarias en técnicas de bioingeniería y gestión del riesgo. De igual manera, los insumos utilizados en la obra, como guadua, madera y materiales de ferretería, fueron adquiridos a proveedores del municipio de Marsella, promoviendo así encadenamientos productivos locales y desarrollo territorial.



Zonas Intervenidas con Bioingeniería (Terrazas escalonadas, Trinchos en V, Filtros, Geomanto y Muro vivo).	
	Zona Potreros Parte alta, (área de grietas y drenaje natural.
	Muro vivo hibrido.
	Zona Parte Baja de la Vía.
	Zona Ventana de fragmentación.

Distribución de las obras ejecutadas por Zonas Bioingeniería

1. **Terrazas Escalonadas**

Ejecución en terrazas de empotramiento profundo 310,90 m, meta total, distribuida en las siguientes zonas:

Terrazas escalonadas Parte Baja Negativo de la vía.

Terrazas escalonadas Z.N Parte Baja	
181,1	metro lineal





Terrazas escalonadas Zona alta de potrero en donde se presentaban las grietas.

Terrazas escalonadas, Z.N Parte Alta Grietas	
103,2	metro lineal








Terrazas escalonadas de empotramiento profundo en zona de muro vivo en los laterales.

Terrazas escalonadas, ZN, Muro Vivo	
62,05	metro lineal



2. Trinchos en V:

Ejecución en Trinchos con Vertedero 170 m, distribuidos en las siguientes zonas:

Trinchos en V, Zona Parte Baja Negativo de la Vía

Trinchos con Vertedero, Parte Baja	
11,3	metro lineal






Trinchos en V, Zona Alta Drenaje natural

Trinchos con Vertedero, Parte Alta, Drenaje Natural	
94,1	metro lineal






Trinchos en V, Zona Ventana de Fragmentación de la Vía.

Trinchos con Vertedero, Parte Baja Ventana Fragmentación	
50,4	metro lineal







3. Filtros: Ejecución en filtros 31 m3, distribuidos en las siguientes zonas:

Filtros, Zona parte baja de la Vía o negativo de la vía.

Filtros ZN, Parte Baja Vía.	
6,144	m3









Filtros, Zona Parte Alta potrero Grietas.

Filtros, Parte Alta, ZN, Grietas	
25,376	m3









Filtro, espaldar Muro vivo.

Filtros ZN, Muro Vivo.	
4,32	m3









4. Muro Vivo (Gaviones): 32 m3
muros vivos con material filtrante y suelo.

Muros vivos	m3
Material Filtrante, 7 unidades de 2*1*0,5	8
Muro Vivo Completo, 12 unidades de 2*1*1	24








CONTEGRAL













5. **Instalación de Geomanto: 245,19 m2, distribuido en las siguientes zonas:**

Geomanto, parte baja o negativo de la via.

Geomanto Parte Baja Vía	M2
61,6	









Geomanto, Zona Muro Vivo.

Geomanto ZN, Muro Vivo	M2
158,54	









Geomanto, Zona Transversal Vía.

Geomanto ZN, Muro Vivo	M2
35,06	






6. Cerramiento con Cerca Viva: 0,4 km




















7. Renaturalización: 2,06 ha

Se realiza la implementación de un proceso de renaturalización ecológica en el predio La Julita, ubicado en la vereda La Convención del municipio de Marsella, en el marco del Contrato 046 de 2025, suscrito entre Empumar y Sinderrumbe S.A.S. Esta intervención forma parte de las estrategias de gestión del riesgo y restauración ecosistémica, orientadas a la recuperación de áreas degradadas y a la protección de la zona de influencia de la bocatoma del acueducto municipal. En el predio La Julita se proyecta la incorporación de vegetación nativa en las bioestructuras previamente construidas, así como en las áreas actualmente destinadas a potreros. Esta intervención implica un proceso de reconversión del uso del suelo, pasando de un sistema productivo de ganadería extensiva a un uso del suelo orientado a la protección y restauración ambiental, con énfasis en la regulación hidrológica, la estabilización de suelos y la recuperación de la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Como parte del proceso técnico, se realizó una selección de especies vegetales nativas con características funcionales adecuadas para procesos de restauración ecológica y sucesión natural asistida. Durante la caracterización se identificaron especies pertenecientes a diferentes estratos vegetacionales (arbustivo y arbóreo), lo cual permite estructurar un sistema vegetal más complejo y resiliente, favoreciendo la recuperación de la estructura del suelo, el incremento de la biodiversidad y el restablecimiento de procesos ecológicos fundamentales.

La vegetación cumple un rol fundamental en la recuperación de áreas degradadas, ya que contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mediante procesos como la incorporación de materia orgánica, la generación de cobertura vegetal, la reducción de la erosión superficial, la regulación hídrica y el aumento de la infiltración. Adicionalmente, el cambio en la vocación del predio hacia un uso de suelo de protección permitirá consolidar un ecosistema con función reguladora y protectora de la fuente hídrica que abastece el acueducto municipal.

Dentro del proceso de intervención se definieron dos componentes principales para la implementación de la siembra de vegetación:

1. Integración de vegetación en bioestructuras

Todas las bioestructuras implementadas dentro del proceso de estabilización del terreno incorporan siembras en alta densidad de especies arbustivas y arbóreas, así como estacas vivas y barreras transversales con

gramíneas estabilizadoras como el vetiver (Chrysopogon zizanioides). Estas especies presentan características funcionales favorables para procesos de bioingeniería, tales como:

- Sistemas radiculares profundos y altamente fibrosos que incrementan la resistencia mecánica del suelo.
- Alta capacidad evapotranspiradora, contribuyendo a la regulación del contenido de humedad en el terreno.
- Propiedades estabilizadoras y de retención de sedimentos.
- Alta adaptabilidad a condiciones de suelos degradados.

Es importante resaltar que, desde el enfoque de bioingeniería aplicada a la estabilización de laderas, las bioestructuras cumplen inicialmente una función estructural transitoria, mientras que la vegetación se consolida como el componente estructural permanente, encargado de garantizar la estabilidad del suelo a mediano y largo plazo mediante el desarrollo de sus sistemas radiculares y la cobertura vegetal.

2. Proceso de renaturalización del predio

El proceso de renaturalización busca recuperar progresivamente las áreas que actualmente presentan uso ganadero extensivo, transformándolas en un bosque de protección hídrica y ecológica asociado a la zona de captación del acueducto municipal.

Para ello se desarrollan acciones de restauración ecológica asistida, que incluyen:

- Identificación y conservación de la vegetación nativa existente con interés ecológico dentro del predio.
- Liberación o plateo de individuos vegetales que presentan competencia con pasturas invasoras.
- Aplicación de fertilización orgánica para favorecer el establecimiento y crecimiento de las especies.
- Enriquecimiento forestal mediante siembra de especies nativas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del área.

Estas acciones permiten acelerar los procesos de sucesión ecológica, mejorar la estructura y fertilidad del suelo, aumentar la retención hídrica, y generar un corredor de conectividad ecológica que facilite el flujo de biodiversidad entre fragmentos de vegetación natural cercanos.

En conjunto, el proceso de renaturalización del predio La Julita constituye una estrategia integral de restauración ecosistémica y gestión del riesgo, que no solo contribuye a la estabilización de suelos y mitigación de procesos erosivos, sino también a la protección de la fuente hídrica y al fortalecimiento de los servicios ecosistémicos asociados al territorio.

SINDERRUMBE

Renaturalización

1. **Zona de potreros**

2. **Zona parte baja de la vía**



Vegetación Utilizada

Nombre y descripción

Imagen

Arboloco: El Arboloco (Montanoa quadrangularis) es un árbol nativo de los Andes, presente en Colombia, Venezuela y Ecuador. Es una especie pionera de rápido crecimiento, fundamental para la restauración de ecosistemas y la protección de fuentes hídricas.

Características Principales

Altura: Alcanza fácilmente los 10 metros, aunque en condiciones óptimas puede ser más alto.

Hábitat: Crece en zonas disturbadas con alta exposición solar, desde los 1.200 hasta los 3.000 m.s.n.m..

Ecología: Se le conoce como "árbol fertilizador" porque mejora las condiciones del suelo para otras especies. Posee un sistema radicular abundante que ayuda a regular el ciclo del agua y controlar la erosión.



Camargo: El término "Camargo" en Colombia se utiliza principalmente como un nombre común para referirse al arboloco (Smallanthus pyramidalis), un árbol nativo de la región andina.

Características del Árbol Camargo (Arboloco)

Nombre Científico: Smallanthus pyramidalis (familia Asteraceae). En algunas regiones también se asocia con la especie Verbesina crassiramea.

Dimensiones: Es un árbol de tamaño mediano que alcanza generalmente entre 10 y 20 metros de altura.

Tronco y Madera: Su tronco es recto y tiene la particularidad de ser ahuecado o poseer una médula blanda (sustancia esponjosa) en su interior.

Rango General: Se encuentra mayoritariamente entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Siete Cueros: El siete cueros (Tibouchina lepidota) es un árbol ornamental nativo de los Andes, especialmente común en Colombia, reconocido por su espectacular floración violeta y su corteza que se desprende en múltiples capas.



Características Principales

Este árbol es un símbolo de la biodiversidad andina y se distingue por los siguientes rasgos:

Corteza: Su nombre común proviene de su tronco rojizo, cuya corteza se exfolia en capas delgadas y sucesivas (como "siete pieles").

Rango de altitud: Crece principalmente entre los 1.300 y 3.200 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tamaño: Generalmente alcanza entre 6 y 12 metros de altura, aunque en condiciones óptimas puede llegar hasta los 20 metros.

Ecológico: Es fundamental para restaurar bosques, proteger fuentes hídricas y atraer polinizadores como abejas y aves

Guamo Santafereño: El guamo santafereño (Inga bogotensis o Inga ornata, según la clasificación regional) es un árbol nativo de los Andes colombianos, altamente valorado por su papel ecológico y su fruto comestible. Es especialmente reconocido en la región andina por ser la especie de guamo más común en sistemas productivos.



Características Principales

Nombre científico: Comúnmente identificado como Inga bogotensis o Inga ornata.

Altura y crecimiento: Es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar hasta los 20-30 metros de altura.

Fruto (La Guama): Produce vainas alargadas y verdes que contienen semillas recubiertas por una mota blanca y dulce (mucílago), la cual es comestible y muy apreciada.

Hábitat: Se desarrolla bien en climas templados y fríos, adaptándose desde el nivel del mar hasta los 1.900 - 2.500 metros de altitud

Azuceno: El azuceno (específicamente la especie Tabernaemontana litoralis) es un árbol nativo de Suramérica, perteneciente a la familia Apocynaceae, valorado tanto por su fragancia como por sus funciones ecológicas en sistemas agroforestales.



Rango de Altura: Generalmente entre 4 y 8 metros, pudiendo llegar hasta los 12 metros en condiciones ideales.

Distribución altitudinal: Crece desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, siendo común en áreas tropicales.

Características: Es un árbol pequeño o arbusto de crecimiento rápido, nativo de América, con flores blancas muy fragantes.

Roble de altura: La importancia ecológica del roble de tierra fría (Quercus humboldtii) es inmensa, ya que actúa como una especie piedra angular en los ecosistemas de alta montaña. Su presencia garantiza la supervivencia de muchas otras formas de vida.
Altura máxima: Generalmente alcanza entre 20 y 25 metros, aunque en condiciones óptimas de bosques primarios puede llegar hasta los 30 metros.
Diámetro del tronco: Puede desarrollar un tronco robusto de hasta 1 metro de diámetro.
Crecimiento: Es de crecimiento lento a moderado. Durante sus primeros años se enfoca en establecer un sistema radicular fuerte antes de ganar altura rápidamente.



Chachafruto: El chachafruto (Erythrina edulis), también conocido como balú, pajuro o fríjol de árbol, es una leguminosa nativa de los Andes de enorme valor nutricional y ecológico. Es considerado por muchas comunidades como el "árbol de la vida" debido a su capacidad de proporcionar sustento incluso en condiciones difíciles.
Rango Altitudinal: Su distribución óptima está entre los 1,200 y 2,600 m s. n. m.
Protector del Agua: Se le conoce como "madre de agua" porque ayuda a la protección de nacimientos, quebradas y ríos, manteniendo la humedad incluso en sequías.
Conservación de Suelos: Se utiliza frecuentemente en laderas para detener la erosión, sostener la tierra en zonas de fallas geológicas y como cerca viva.
Refugio de Biodiversidad: Sus llamativas flores rojas atraen polinizadores, y el árbol ofrece sombra y refugio a diversas especies de aves y otros animales silvestres



Níspero: El níspero es un árbol frutal perenne valorado tanto por su fruto dulce como por su uso ornamental. Aunque el nombre se usa para diferentes especies según la región, el más común globalmente es el níspero japonés (Eriobotrya japonica)
Refugio y Alimento para Aves: Sus frutos maduran a principios de primavera, proporcionando energía temprana a aves migratorias y locales. Además, su follaje perenne y denso ofrece protección contra depredadores y clima adverso durante todo el año
Control de Erosión: Gracias a su sistema radicular, ayuda a estabilizar suelos en zonas de ladera
Rango Global: Se encuentra comúnmente entre los 0 y los 2,400 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Sauce: El Sauce Criollo (Salix humboldtiana) es un árbol nativo de América Latina, único en su género que es originario de esta región. Es ampliamente reconocido por su crecimiento rápido y su estrecha relación con cuerpos de agua.



Origen y Hábitat: Es nativo desde México hasta el norte de la Patagonia argentina. Habita naturalmente en riberas de ríos, arroyos y zonas inundables, ayudando a prevenir la erosión del suelo.

Apariencia: Posee un tronco de corteza rugosa y profundamente surcada. Sus ramas son delgadas, flexibles y con hojas estrechas y alargadas (lanceoladas) de color verde claro.

Crecimiento: Es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar alturas considerables en pocos años.

Ecología: Funciona como sitio de nidificación y alimento para diversas especies de aves e insectos, formando comunidades biológicas en ecosistemas ribereños

Guamo Macheto: El guamo macheto (o guamo machete) es un árbol leguminoso nativo de América Central y del Sur, científicamente conocido como Inga spectabilis o Inga densiflora, famoso por sus vainas largas y aplanadas que se asemejan a un machete.



Dimensiones: El árbol puede alcanzar entre 15 y 20 metros de altura. Produce vainas verdes o marrón amarillentas que pueden medir hasta 1 metro de largo.

Fruta: El interior de la vaina contiene una pulpa blanca y algodonosa que rodea las semillas. Su sabor es dulce, similar al helado de vainilla, lo que le otorga el nombre en inglés de "Ice Cream Bean".

Crecimiento: Es un árbol de crecimiento rápido que suele empezar a dar frutos entre los 3 y 5 años después de la germinación.

Guayabo Nativo: El Guayabo común (Psidium guajava) es un árbol frutal y forestal nativo de la América tropical. En Colombia, es una especie emblemática tanto por su valor alimenticio como por sus aplicaciones en la medicina tradicional y la restauración de suelos.



Altitud: Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2.400 msnm.

Clima: Prospera en climas cálidos, semicálidos y templados, con temperaturas óptimas alrededor de los 18 °C a 30 °C.

Hábitat: Es una especie pionera que crece rápidamente en áreas abiertas, bordes de caminos, potreros y huertos caseros.

Especies Utilizandas en Cerca viva y Barreras Transversales, por esquejes (estacas).

Nacedero: El Nacedero (Trichanthera gigantea), también conocido como Quiebrabarrigo, Yátago o Madre de Agua, es un árbol nativo de los Andes y la cuenca amazónica. Es considerado una de las especies más versátiles para la agricultura sostenible y la conservación hídrica.
Conservación de Agua: Es la especie preferida para proteger nacimientos y fuentes de agua. Su sistema radicular ayuda a mantener la humedad del suelo y previene la erosión.
Rango General: Se encuentra de forma natural y cultivada desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Lechero Rojo: El lechero rojo (Euphorbia cotinifolia), conocido en algunas zonas como liberal, es un arbusto o pequeño árbol ornamental muy valorado por sus hojas de color vino tinto, burdeos o rojizo intenso. Es una especie tropical que requiere pleno sol para mantener su color vibrante y produce un látex blanco tóxico que irrita la piel.
Follaje: Su atractivo principal son sus hojas de color rojo intenso o purpúreo, que mantienen este tono si reciben sol directo.
Tamaño: Puede crecer como un arbusto o un árbol pequeño de hasta 4 a 5 metros de altura.
Flores: Produce flores pequeñas de color amarillo o crema que contrastan con el follaje oscuro
El rango altitudinal: Se extiende principalmente desde los 250 hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm)



Matarratón: El Matarratón (Gliricidia sepium) es, junto al nacedero, uno de los árboles más importantes de la ganadería sostenible y la agroforestería en el Neotrópico. Se le conoce como el "árbol de los mil usos" por su capacidad para fijar nitrógeno y alimentar animales.
Altitud: Su rango ideal va desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm.



Resucitado: El San Joaquín (Hibiscus rosa-sinensis), también conocido en Colombia como cayeno, resucitado o rosa de China, es un arbusto ornamental de la familia Malvaceae.
Altitud: Crece con facilidad desde el nivel del mar hasta los 2,750 msnm.
Barreras Vivas Densas: Debido a su capacidad de ramificación desde la base, se utiliza para crear setos compactos que actúan como filtros contra la escorrentía, frenando la velocidad del agua de lluvia en laderas y evitando el arrastre de la capa vegetal.
Protección del Suelo: Al mantener un follaje perenne y denso, protege la estructura del suelo del impacto directo de las gotas de lluvia y mantiene la humedad, evitando el agrietamiento por sequía.



Vetiver: El Vetiver (Chrysopogon zizanioides) es considerado la herramienta de bioingeniería más potente para el control de la erosión y la estabilidad de taludes, superando a casi cualquier otra especie vegetal en eficacia y resistencia.
Altitud: Se adapta desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm.
Sistema de raices: Sus raíces no crecen hacia los lados, sino verticalmente, alcanzando profundidades de 3 a 5 metros (e incluso hasta 9 m en condiciones ideales). Esto actúa como un anclaje profundo que "amarra" el suelo inestable a capas más firmes.



Plnatas Utilizadas como coverturas Rastreras Densas en Muro Vivo y Geomanto

Philodendro: El Filodendro (Philodendron) es un género de más de 500 especies de plantas neotropicales, perteneciente a la familia de las aráceas.
Rango General: Se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm.
Especies de Alta Montaña: Algunas especies específicas de Colombia pueden encontrarse en bosques subandinos hasta los 2,400 msnm.
Hábitat: Crecen tanto en el suelo (rastreras) como sobre los árboles (epífitas o hemiepífitas), utilizando raíces aéreas para fijarse y absorber humedad.
Hereda Helix: Seguramente te refieres a la Hedera helix, conocida comúnmente como Hiedra común. Es una de las trepadoras más rústicas y utilizadas en el mundo para cubrir superficies.
Protección de Capa Superficial: Sus raíces adventicias (pequeñas raíces que salen de los tallos) se anclan con fuerza al suelo, creando una red densa que evita la erosión laminar causada por el viento y la lluvia menuda.
Control de Taludes: Al cubrir completamente el suelo, actúa como un "pavimento vegetal" que reduce el impacto de las gotas de lluvia y mantiene la temperatura del suelo estable.





Tradescantia Zebrina: La Tradescantia zebrina, conocida popularmente como Cucaracha, Pataleta o Madre de familia, es una de las cobertoras más eficaces y coloridas de la región neotropical.

Manto Protector: Al ser una planta rastrera de crecimiento acelerado, forma un "colchón" denso que protege la superficie del suelo del impacto directo de la lluvia (erosión por salpicadura).

Retención de Humedad: Al cubrir totalmente la tierra, evita la evaporación excesiva, manteniendo el suelo fresco y evitando que se agriete en épocas de sequía, lo que previene la erosión eólica.

Enraizamiento en Nudos: Cada nudo que toca el suelo genera raíces nuevas rápidamente, lo que ayuda a fijar la capa más superficial del terreno.

Principales especies pioneras Rescatadas en la Renaturalizacion

Melastomatácea: El género Miconia, perteneciente a la familia Melastomataceae, es el grupo de plantas leñosas más diverso del neotrópico y uno de los más grandes del planeta. Colombia es el país con mayor diversidad de este género, albergando alrededor de 600 especies.

Las especies de Miconia muestran una adaptabilidad extraordinaria, cubriendo casi todos los pisos térmicos:

Rango General: Desde los 0 msnm hasta los 4,000 msnm.

Ecológica: Son plantas pioneras fundamentales en la restauración de bosques, ya que crecen en suelos erosionados y atraen dispersores de semillas.



Chilca Blanca: La Chilca Blanca (Baccharis salicifolia o Baccharis dracunculifolia) es un arbusto nativo de Sudamérica, muy común en zonas andinas y riberas de ríos. Se distingue por ser una planta pionera, resistente y con un alto valor ecológico y medicinal.
Ecológico: Funciona como "árbol percha" para aves y ayuda en la regeneración de bosques al generar sombra para especies más exigentes.
Rango amplio: Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3.500 - 4.000 msnm.



Niguito: El nigüito (Miconia theizans, a veces escrito como Miconia theaezans) es un árbol o arbusto nativo de los Andes y otras regiones tropicales de América, perteneciente a la familia Melastomataceae. Es altamente valorado en ecosistemas de montaña por su capacidad para atraer fauna y su rápido crecimiento en zonas en proceso de regeneración.
Distribución: Se encuentra desde Centroamérica hasta Bolivia y Brasil. En Colombia es común en la región andina y la zona cafetera.
Altitud: Crece preferiblemente en un rango de 1.300 a 3.100 msnm.
Rol ecológico: Sus frutos son una fuente de alimento fundamental para aves frugívoras, lo que facilita la dispersión de semillas y la restauración de bosques degradados



Mora silvestre: Seguramente te refieres a Rubus urticifolius, una de las especies de mora silvestre más comunes y robustas de América Latina, distribuida desde México hasta Argentina.
En Colombia es muy conocida en zonas cafeteras y de montaña.
Rango Altitudinal y Hábitat
Altitud: Se encuentra principalmente entre los 500 y 2.500 msnm. Es una planta de clima medio a frío moderado.
Hábitat: Es una especie "colonizadora" o pionera. Aparece rápidamente en bordes de caminos, potreros abandonados y claros de bosque. Le encanta la luz solar directa.



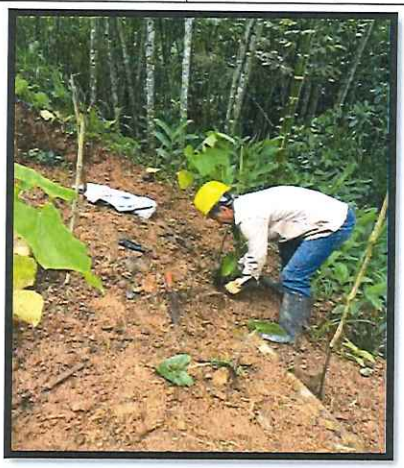
SINDERRUMBE

Siembra de vegetación en las Bio-estructuras, (Trinchos con Vertedero y Terrazas Escalonadas) y Renaturalización.

1. Siembra de Vegetación, Zona Parte baja Negativo de la vía.

Siembras en Zona Baja, Negativo de la Vía.		
Siembra de Árboles y Barreras transversal de estacas y Vetiver.		
Árboles, (unidad)	Estacas, (unidad)	Vetiver, ml
193	221	0

















2. Siembra de Vegetacion en Zona de Muro Vivo.

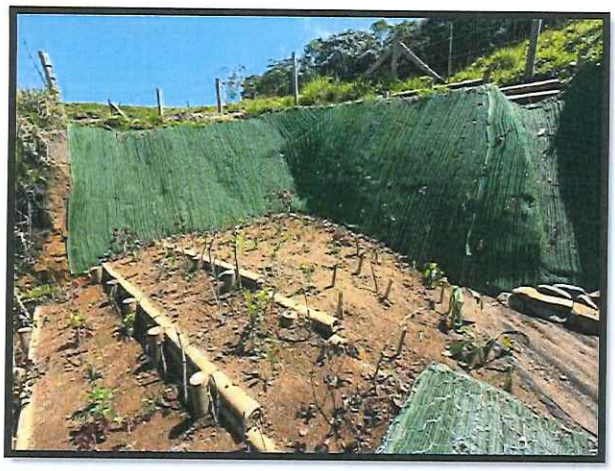
Siembras en Zona Baja, Muro Vivo.		
Siembra de Árboles y Barreras transversal de estacas y Vetiver.		
Árboles, (unidad)	Estacas, (unidad)	Vetiver, ml
215	85	0

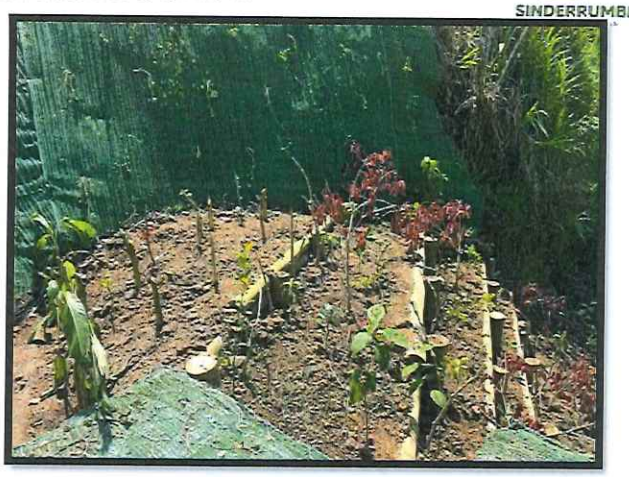


















3. Siembra de Vegetacion, Zona Alta potrero, Terrazas Escalonadas.

Siembras en Zona Alta Grietas, Terrazas Escalonadas		
Siembra de Árboles y Barreras transversal de estacas y Vetiver.		
Árboles, (unidad)	**Estacas, (unidad)**	**Vetiver, ml**
361	598	79

















4. Siembra de vegetacion, Zona Alta potrero, Drenaje Natural

1. Siembras en Zona Alta Trinchos en V, Drenaje Natural		
Siembra de Árboles y Barreras transversal de estacas y Vetiver.		
Árboles, (unidad)	**Estacas, (unidad)**	**Vetiver, ml**
175	265	195















5. Siembra de vegetacion, Zona de Ventana de Fragmentacion.

Siembras en Zona Ventana de Fragmentación		
Siembra de Árboles y Barreras transversal de estacas y Vetiver.		
Árboles, (unidad)	**Estacas, (unidad)**	**Vetiver, ml**
78	170	55











Total de siembras en Bio-estructuras y Barreras de Vetiver

Total, de árboles sembrados en Bio - estructuras. (Unidad)
2361

Total, de Barreras Transversales en Bio - estructuras. (ml)
329

Se realizao una siembra total de arboles semrados en las estruturas de empotramiento profundo 2361 arboles y arbustos con careteristicas para bioingnieria y se sembro 329 metros lineales de barreras transversales en vetiver esstan como disipadoras en los vertederos y en la zona de grietas.

Renaturalización Zona Parte Alta, Potreros.

Siembra de Árboles y enriquecimiento, Zona Alta Potreros		
Rescate de arbustos y arboles	Siembra de vegetación enriquecimiento	Total
178	872	1050


















Renaturalización Zona Parte Baja de la Vía, Potreros.

Siembra de Árboles y enriquecimiento, Zona Baja Ventana de Fragmentación		
Rescate de arbustos y arboles	**Siembra de vegetación enriquecimiento**	**Total**
67	172	239

Siembra de Árboles y enriquecimiento, Zona Baja Lado de Vivienda		
Rescate de arbustos y arboles	**Siembra de vegetación enriquecimiento**	**Total**
72	297	369












Este proceso de renaturalización se llevó acabo en el área de potreros en donde se tenía ganadería extensiva, se realiza la siembra de arboles y rescates con el objetivo de recuperar esta área y generar una recuperación inducida del terreno.

RECOMENDACIONES Y MATENIIENTOS SUGERIDOS.

En el marco de la ejecución del **Contrato 046 de 2025**, suscrito entre **Empumar** y **Sinderrumbe**, se logró dar cumplimiento integral a los objetivos contractuales establecidos, orientados a la **mitigación del riesgo por procesos de degradación del suelo y movimiento en masa** presentes en el área de intervención.

Las acciones implementadas permitieron **mejorar significativamente las condiciones de estabilidad del terreno**, mediante la ejecución de **obras de bioingeniería, control de erosión y procesos de renaturalización**, las cuales contribuyen a la recuperación progresiva de las funciones ecológicas del sitio intervenido. Estas intervenciones combinan soluciones estructurales y ecológicas, favoreciendo la **estabilización superficial del suelo, el control de escorrentías y la restauración de la cobertura vegetal**, aspectos fundamentales para la reducción del riesgo y la sostenibilidad de las obras ejecutadas.

Con el fin de **garantizar la durabilidad y el adecuado desempeño de las intervenciones implementadas**, el equipo técnico de **Sinderrumbe** recomienda establecer un **programa de mantenimiento periódico**, enfocado tanto en el manejo de las áreas renaturalizadas como en la conservación de las obras hidráulicas y de ingeniería civil existentes en el sector.

Mantenimiento del área renaturalizada

Para asegurar el adecuado establecimiento y desarrollo de la vegetación introducida y rescatada durante el proceso de renaturalización, se recomienda implementar las siguientes actividades de manejo:

- **Control de gramíneas y vegetación competidora:** realizar control de pastos mediante métodos manuales o mecánicos alrededor de las plantas establecidas, con el objetivo de reducir la competencia por nutrientes, agua y luz, favoreciendo así el crecimiento de las especies sembradas.
- **Plateo o manejo de corona en árboles:** efectuar un **plateo de aproximadamente 1 metro de diámetro alrededor de cada individuo arbóreo**, eliminando la vegetación competidora en esta área para mejorar las condiciones de desarrollo radicular y facilitar la infiltración del agua.
- **Aplicación de abonos orgánicos:** complementar el mantenimiento con la **aplicación de materia orgánica o abono orgánico**, lo cual contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la actividad biológica y favorecer el crecimiento de la vegetación establecida.

Estas actividades de mantenimiento se recomienda realizarlas **cada tres (3) meses durante el primer año posterior a la intervención**, periodo crítico para el establecimiento de la cobertura vegetal y la consolidación de los procesos de restauración ecológica.

Mantenimiento de obras hidráulicas (transversal de manejo de escorrentía)

En relación con las **obras de drenaje transversal destinadas al manejo de aguas de escorrentía provenientes de la vía**, se recomienda realizar actividades de mantenimiento preventivo que garanticen su adecuado funcionamiento hidráulico.

Específicamente, se sugiere:

- Realizar **limpiezas periódicas de las cámaras de alcantarillado y estructuras de captación**, debido a que los caudales de escorrentía que llegan a este punto suelen transportar **altas cargas de sedimentos y material fino proveniente de la vía y de las áreas circundantes**.
- La acumulación de estos sedimentos puede **reducir la capacidad hidráulica del sistema de drenaje**, afectando el flujo normal del agua y generando posibles desbordamientos o concentraciones de escorrentía que podrían impactar negativamente las **obras de bioingeniería y estabilización ubicadas en la parte baja del terreno**.

Por lo anterior, resulta **fundamental mantener estas estructuras hidráulicas en condiciones operativas y funcionales**, mediante la **remoción periódica de sedimentos y material acumulado**.

Se recomienda realizar estas labores de mantenimiento **cada dos (2) meses**, o con mayor frecuencia durante **temporadas de alta precipitación**, cuando se incrementan significativamente los caudales de escorrentía y el transporte de sedimentos.

Mantenimiento en el área Renaturalizada





Mantenimiento de control de gramíneas, plato de árbol.

Mantenimiento de Obras Civiles Existentes.







CURSO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SbN)

Se desarrolló un curso de capacitación en Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) orientado a la gestión del riesgo de desastres en áreas afectadas por procesos de degradación ambiental, particularmente aquellos asociados a movimientos en masa y procesos erosivos. Esta actividad tuvo como propósito fortalecer las capacidades técnicas e institucionales del territorio para la identificación, análisis y manejo de zonas inestables, promoviendo estrategias de intervención que integren criterios ecológicos, sociales y de sostenibilidad.

El proceso formativo estuvo compuesto por dos talleres teóricos, los cuales se llevaron a cabo en el casco urbano del municipio de Marsella. En estas jornadas participaron funcionarios de la Alcaldía Municipal, personal técnico de EMPUMAR, representantes de la CARDER, organismos de socorro como el Cuerpo de Bomberos y la Defensa Civil, así como miembros de la comunidad del municipio, generando un espacio de intercambio de conocimientos entre actores institucionales y comunitarios vinculados a la gestión del territorio.

El primer taller teórico tuvo como objetivo proporcionar un marco conceptual y contextual sobre los procesos de degradación ambiental en Colombia y en el departamento de Risaralda, abordando las principales dinámicas que favorecen la inestabilidad del terreno, tales como la deforestación, cambios inadecuados en el uso del suelo, prácticas agropecuarias intensivas y la alteración de los sistemas hidrológicos naturales. Durante esta jornada se profundizó en la interpretación de indicios geomorfológicos y ambientales que permiten identificar procesos degradativos, tales como grietas en el terreno, subsidencias, escarpes de deslizamiento, cárcavas, procesos de socavación y pérdida de cobertura vegetal. Asimismo, se analizaron las implicaciones que estos procesos tienen sobre la seguridad de las comunidades, la infraestructura y el equilibrio de los ecosistemas, destacando la importancia de una gestión preventiva del riesgo.

En el segundo taller teórico se abordaron diferentes estrategias de intervención mediante técnicas de bioingeniería y procesos de revegetalización, orientadas a la estabilización de taludes, control de erosión y recuperación de áreas degradadas. Se presentaron metodologías basadas en el uso de estructuras biotécnicas, sistemas de contención vegetados y establecimiento de coberturas vegetales nativas, que permiten mejorar la estabilidad del suelo, reducir la escorrentía superficial y restablecer funciones ecosistémicas. Adicionalmente, se discutieron herramientas para la zonificación ambiental y la planificación del uso del suelo, con el fin de orientar las actividades productivas de manera compatible con la capacidad del territorio y minimizar los impactos ambientales.

Durante esta sesión también se socializaron experiencias exitosas relacionadas con procesos de bioingeniería, reconversión productiva y restauración de áreas degradadas, destacando casos en los que la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza ha permitido reducir condiciones de riesgo, mejorar la funcionalidad ecológica del paisaje y fortalecer la resiliencia de las comunidades rurales.

Como parte del proceso formativo, se realizó además la presentación del proyecto de intervención desarrollado en la finca La Julita, ubicada en la vereda La Convención del municipio de Marsella. En esta socialización se expusieron los objetivos, criterios técnicos y parámetros de diseño de la intervención, explicando de manera detallada cada uno de los componentes implementados, tales como estructuras de bioingeniería, sistemas de estabilización y procesos de revegetalización, así como su función dentro de la estrategia integral de recuperación ambiental y mitigación del riesgo.

Finalmente, el proceso culminó con una jornada de valoración técnica de sitios con degradación ambiental dentro del municipio, caracterizados por la presencia de procesos erosivos activos y movimientos en masa. Esta actividad se realizó mediante visitas de campo con la participación de la Alcaldía Municipal, EMPUMAR y el equipo técnico de SINDERRUMBE, donde se evaluaron diferentes puntos críticos previamente identificados. A partir de esta valoración se presentaron los resultados ante los actores institucionales y se realizó un proceso de

priorización de uno de los sitios evaluados, con el fin de formular una propuesta técnica de intervención basada en Soluciones Basadas en la Naturaleza, orientada a la mitigación del riesgo y la recuperación ambiental del área afectada.

A continuación, se evidencias los 2 procesos de intervención en el proceso de capacitación especializada en curso de soluciones basadas en la naturaleza y los lugares valorados:

Curso de Soluciones Basadas En La Naturaleza, Marsella Risaralda.

El día 06 de febrero de 2026 se llevó a cabo, en las instalaciones de la Casa de la Cultura del municipio de Marsella, el segundo encuentro del Curso de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), espacio orientado al fortalecimiento de capacidades locales en gestión del riesgo, restauración ambiental y estabilización de áreas degradadas.

La jornada contó con la participación de 25 asistentes, entre los cuales se encontraban funcionarios de la Alcaldía Municipal, representantes de Empumar, organismos de socorro y atención de emergencias como la Defensa Civil y el Cuerpo de Bomberos, así como líderes comunitarios y miembros de la comunidad en general, promoviendo un enfoque participativo e interinstitucional.

Durante este segundo encuentro se abordaron de manera técnica los principales tratamientos de bioingeniería y soluciones basadas en la naturaleza, orientados a la mitigación de procesos de erosión, inestabilidad de taludes y movimientos en masa. Entre los temas desarrollados se incluyeron:

Obras de empotramiento profundo para estabilización de taludes.

- Trinchos con vertedero, destinados a la regulación y disipación de la energía de las aguas de escorrentía.
- Filtros drenantes para el manejo de áreas con alta saturación hídrica y reducción de presión de poros.
- Terrazas escalonadas, como medida de control de erosión y mejora de la estabilidad del suelo.
- Instalación de geomantos en taludes de fuerte pendiente, para protección superficial y control de erosión.
- Muros vivos y estructuras híbridas, combinando elementos estructurales y vegetación.

Procesos de renaturalización y siembras en alta densidad, orientados a la restauración ecológica y recuperación de la cobertura vegetal.

Cada uno de estos componentes fue explicado en detalle, destacando sus principios de funcionamiento, criterios de diseño, ventajas técnicas y beneficios ambientales, así como su aplicabilidad en contextos rurales y urbanos del municipio.

Adicionalmente, se presentaron experiencias exitosas de intervención, desarrolladas mediante el trabajo articulado entre entidades públicas, privadas y comunidades locales, en las cuales se han logrado resultados positivos en la restauración de áreas degradadas por procesos erosivos y movimientos en masa, a través de la implementación de bioingeniería, restauración con especies nativas, sistemas de cultivos agroforestales y cambios sostenibles en el uso del suelo. Estas experiencias han sido reconocidas por su efectividad técnica y su contribución a la sostenibilidad ambiental y social del territorio.

Finalmente, se realizó una presentación de áreas que actualmente presentan degradación ambiental, asociada a erosión y movimientos en masa, las cuales fueron previamente visitadas por el equipo técnico de Sinderrumbe, en conjunto con la Alcaldía Municipal y Empumar. Estos casos fueron socializados con el objetivo de priorizar un sector de intervención y avanzar en la formulación de una propuesta de bioingeniería comunitaria, con participación activa de la comunidad.

Al cierre de la jornada, se recibieron comentarios positivos y expresiones de agradecimiento por parte de los asistentes, quienes resaltaron la pertinencia de la información compartida y el fortalecimiento del conocimiento técnico y comunitario en soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del riesgo y la restauración ambiental.



Presentación de tratamientos en bioingeniería.



Presentación de tratamientos en bioingeniería.





Presentación de experiencias en Bioingeniería.





Presentación de Valoraciones de lugares con degradación en el municipio.

Valoración de lugares con degradación ambiental en el municipio de Marsella Risaralda.

El día 05 de febrero de 2026 se realizó una valoración técnica de áreas degradadas por procesos erosivos y movimientos en masa de interés colectivo para el municipio de Marsella, con el objetivo de identificar, caracterizar y analizar sectores críticos susceptibles de intervención mediante soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y técnicas de bioingeniería.

La jornada se llevó a cabo con la participación del equipo técnico de Sinderrumbe S.A.S., funcionarios de la Alcaldía Municipal de Marsella y personal de Empumar, realizándose visitas de campo a sitios previamente priorizados por la Administración Municipal, teniendo en cuenta criterios de riesgo, afectación a infraestructura, impacto social y nivel de degradación ambiental.

1. Vereda La Ceja

En este sector se identificó un proceso erosivo tipo cárcava remontante, activado principalmente por crecientes repentinas del drenaje natural, sumado a la escasa cobertura vegetal y a la presencia de ganadería extensiva, la cual ha generado un alto grado de compactación del suelo, evidenciado por procesos de degradación tipo "pata de vaca".

El proceso presenta una longitud aproximada de 400 metros, con un escarpe superior de cerca de 80 metros, caracterizándose

como una cárcava activa, con presencia de surcos erosivos, depósitos coluviales y pérdida progresiva de la cobertura vegetal. Esta condición representa un riesgo significativo para varias viviendas ubicadas en la parte baja del proceso, una institución educativa y la red vial cercana.
Desde el punto de vista técnico, el sector es susceptible de intervención mediante bioingeniería, incorporando obras de control de escorrentía, estabilización de taludes y restauración de la cobertura vegetal, con el fin de reducir la dinámica erosiva y mitigar el riesgo.

2. Vereda La Convención – Finca La Bella

En este predio se evidenció un movimiento en masa de tipo traslacional, asociado a cárcavas remontantes, con presencia de depósitos de material y afloramientos de agua en la zona media de la falla, lo que incrementa la inestabilidad del terreno.

El proceso afecta directamente áreas destinadas a ganadería extensiva, actividad productiva principal de la finca, la cual se ve limitada por la baja presencia de vegetación reguladora y los altos índices de actividad del movimiento. La falla presenta una longitud aproximada de 300 metros y un escarpe superior cercano a los 60 metros, con evidencias claras de actividad reciente y acumulación de material.

Este sector presenta alto potencial de intervención mediante soluciones de bioingeniería, orientadas a la estabilización del talud, manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, así como a la restauración de la cobertura vegetal, permitiendo mejorar las condiciones de estabilidad del terreno y reducir los impactos sobre la actividad ganadera.

3. Vereda Valencia

En este sector se observó una descarga concentrada de aguas provenientes de la vía, la cual, durante eventos recientes de crecientes o avenidas torrenciales, generó un aumento súbito del caudal y afectó el drenaje natural.

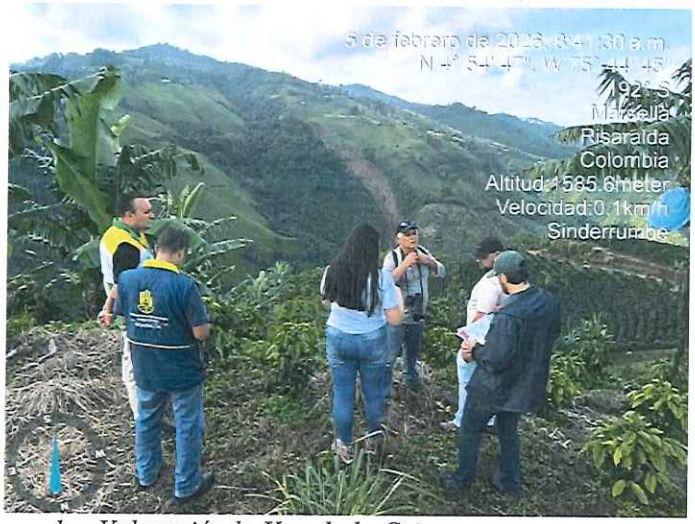
Actualmente se evidencia ingreso continuo de agua, formación de surcos erosivos y presencia de sedimentos, aunque los taludes presentan procesos de recuperación vegetal incipiente, lo que contribuye parcialmente a la estabilidad del área. No obstante, se hace necesaria una intervención técnica para la captación, conducción y disipación de la energía de las aguas de escorrentía provenientes de la vía, con el fin de reducir su velocidad erosiva y prevenir la reactivación del proceso.

4. Sector Milancito

En este sector se identificó un desprendimiento de cobertura vegetal en uno de los taludes laterales de una quebrada, asociado a procesos de socavación hídrica, escasa vegetación estabilizadora y aportes adicionales de agua provenientes de viviendas y cubiertas (techos), los cuales incrementan la saturación del suelo y la vulnerabilidad del talud.

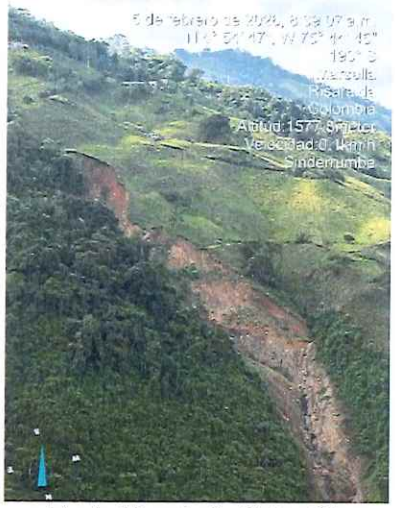
Este proceso representa un riesgo para varias viviendas del sector y para la vía Marsella–Chinchiná, constituyéndose en un punto crítico desde el punto de vista de seguridad y movilidad. El sitio presenta viabilidad técnica para la implementación de soluciones de bioingeniería, especialmente considerando que en el sector se adelantan obras de mitigación del riesgo, lo cual permitiría una intervención complementaria e integrada.

Todos los sectores visitados serán socializados y valorados técnicamente en el marco del segundo encuentro del proceso de formación en Soluciones Basadas en la Naturaleza, con el fin de priorizar un área de intervención y avanzar en la formulación de una propuesta de bioingeniería comunitaria, orientada a la reducción del riesgo, la restauración ambiental y la protección de la población e infraestructura del municipio de Marsella.





1. *Valoración la Vereda la Ceja.*





1. *Valoración la Vereda la Ceja, Cárcava activa drenaje natural y ganadería.*





1. *Valoración la Vereda la Ceja, Cárcava activa drenaje natural y ganadería.*





2. *Valoración la Vereda la Convención la Nona, Cárcava activa, afloramiento de agua y ganadería.*





2. *Valoración la Vereda la Convención la Nona, Cárcava activa, desplome y depósitos de material.*



2.. *Valoración la Vereda la Convención la Nona, Cárcava activa, afloramiento de agua y ganadería.*





2.. Valoración la Vereda la Convención la Nona, Cárcava parte baja vía y afloramiento de agua.





2.. Valoración la Vereda la Convención la Nona, Cárcava parte baja vía y afloramiento de agua.





3. *Valoración la Vereda Valencia, Descole agua de escorrentía de la vía.*

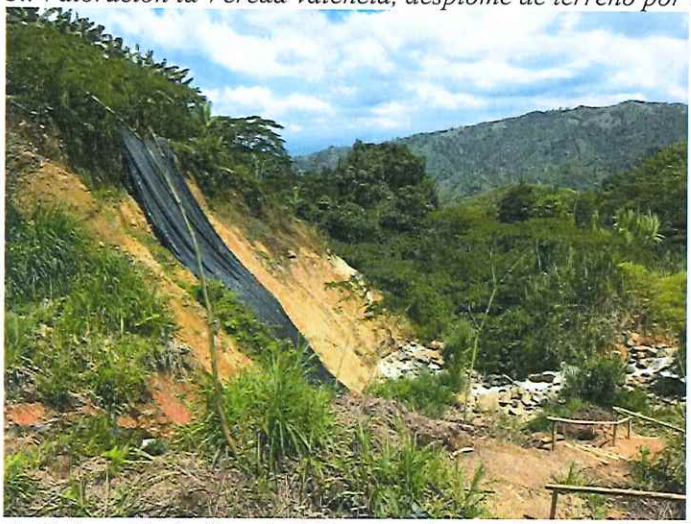



3.. Valoración la Vereda Valencia, descole y desprendimiento de capa vegetal.





3.. Valoración la Vereda valencia, desplome de terreno por intervención en drenaje natural.




4.. Valoración la Vereda Milancito, desprendimiento de suelo y vegetación.



4.. Valoración la Vereda Milancito, desprendimiento de suelo y vegetación.

Comité técnico Visita de CARDER

El día 22 de enero del presente año se recibió visita técnica de seguimiento y supervisión por parte de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, encabezada por el ingeniero Juan Pablo Ocampo, en compañía de su equipo de trabajo conformado por los profesionales Santiago Castillo y Daniela Calle. La visita fue atendida y acompañada en obra por el equipo técnico de Sinderrumbe S.A.S. Durante la jornada se realizó un recorrido integral por la totalidad del área de intervención, con el propósito de verificar en campo los avances físicos y técnicos relacionados con la implementación de obras de bioingeniería, entre las cuales se destacan: trinchos en "V", conformación de terrazas, instalación de filtros drenantes, cerramiento protector, instalación de Geomanto, construcción de muros vivos y renaturalización.

Para cada uno de los componentes ejecutados se efectuó una revisión detallada del estado de avance, validando tanto las cantidades de obra ejecutadas como la correcta aplicación de la metodología de intervención definida en el diseño técnico. Así mismo, se analizó el comportamiento de las estructuras implementadas, evidenciándose una mejora significativa en las condiciones de estabilidad del terreno, así como la funcionalidad hidráulica y geotécnica de las obras, contribuyendo a la mitigación de los procesos de degradación e inestabilidad presentes en el área. Durante el recorrido también se socializaron los criterios técnicos para los acabados finales de cada una de las intervenciones, y se recibieron observaciones y recomendaciones técnicas por parte del equipo profesional de la CARDER, las cuales serán consideradas dentro del proceso de cierre y ajuste final de las obras.

Posteriormente, se llevó a cabo una presentación técnica por parte de Sinderrumbe S.A.S., en la cual se expusieron los porcentajes de avance por componente, los cuales ya habían sido corroborados previamente en campo durante la visita. Finalmente, se informó que el proyecto tiene como fecha estimada de finalización el 20 de febrero del presente año, contemplando la ejecución completa de todos los componentes establecidos en el contrato.









PROCESO SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

CONTROL DE ASISTENCIA A EVENTOS EXTERNOS

Nombres y apellidos	Número de identificación	Sexo		Entidad, Organización a la que pertenece	Municipio	Zona de residencia	Caracterización de Usuarios												Nivel de Escolaridad				Correo electrónico institucional	Teléfono fijo/celular	Firma
				Carder	Pei																				
				Sinderrumbe	Cali																				
				CARDER	Pei																				
		X	X	CARDER	Pereira	X																X			
		X		Sinderrumbe	Manizales	X																X			
		X		Sinderrumbe	Cali	X																X			

Listado de Asistencia de Visita de Carder.

Anexo1. Listado de asistencia de Valoraciones Municipio de Marsella.

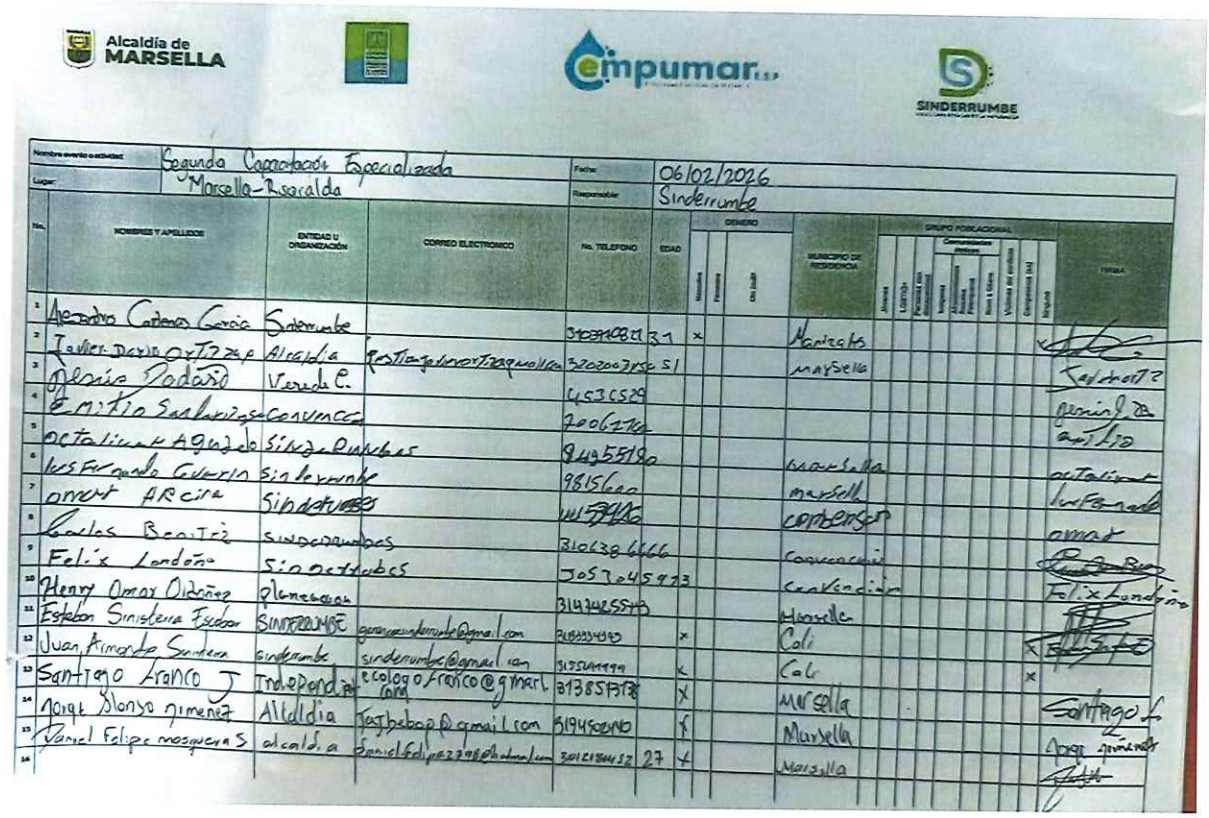
Alcaldía de MARSELLA

empumar E.S.P

SINDERRUMBE

Nombre evento o actividad:	Priorización y Valoración CONT 046-2025			Fecha:	05/02/2026																									
Lugar:	Marsella - La Convención - Nona - La Ceja			Responsable:	Sinderrumbe SAS																									
No.	NOMBRES Y APELLIDOS	ENTIDAD U ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	No. TELEFONO	EDAD	GENERO			MUNICIPIO DE RESIDENCIA	GRUPO POBLACIONAL																				FIRMA
						Masculino	Femenino	Otro Cuál?		Mujeres	LGBTIQ+	Personas con discapacidad	Comunidades étnicas																	
													Indígenas	Afrodescendientes	Raizales Palenqueros	Rom o Gitana	Víctimas del conflicto	Campesinos (as)	Ninguno											
1	Luis Gonzaga Oyanca	independiente		3104339849					Marsella																					Luis Oyanca
2	Jesus Cadavid	Propietario		3163562406		x			Marsella																					
3	Alexander Cardenas Garcia	Sinderrumbe	ingcambientalsinderrumbe@gmail.com	3103148874	37	x			Montenegro																				x	Alexander C.
4	DANIEL VELEZ ARISTIZABAL	ALCALDIA	Planeacion@marsella-risaralda.gov.co	3137107744	38	x			Marsella																				x	
5	MariaDelMar Moncada V	EMPUMAR	operativaempumar@gmail.com	3133985207	28		x		Marsella																				x	
6	Javier Dario Ortiz Zapata	Alcaldía	gestiontalwarm17.2@gmail.com	3202003458	51	x			marsella																					Javier.ortiz
7	Jorge Alonso Jiménez	Alcaldía	jajbebop@gmail.com	3194502440	46	x			Marsella																					Jorge A Jiménez
8	Maria Judy Montoya	oficina la bella		3173563466	15		x		Vereda la convención																				x	Maria Judy
9	Esteban Sinisterra E.	Sinderrumbe	gerenciasinderrumbe@gmail.com	3183334343	28	x			Cali																				x	
10	Juan Armando Sinisterra	Sinderrumbe	sinderrumbe@gmail.com	3155244444	60	x			Cali																				x	
11	Carlos Beritez	Sinderrumbe				x			Tulua																				x	
12	Octaliver Agudelo	Sinderrumbe				x			Marsella																				x	octaliver
13	Omar Arcila	Sinderrumbe				x			Marsella																				x	omar ARCILA
14	Felix Antonio Londoño	Sinderrumbe				x			Marsella																				x	Felix Londoño
15	Luis Guarin	Sinderrumbe				x			Marsella																				x	
16	German Pineda	Vereda Valeria		3117237371		x			Marsella																				x	

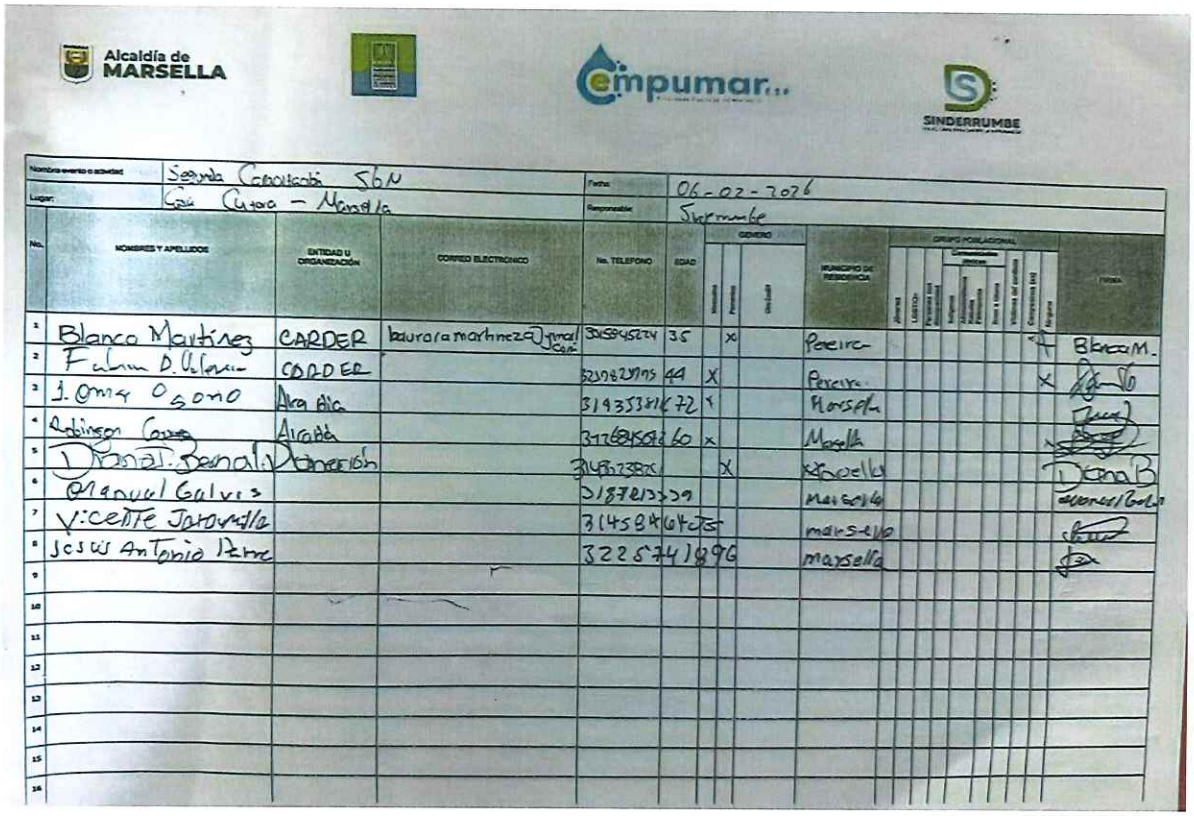
Anexo 2. Listado de asistencia de Capacitación Soluciones Basadas en la Naturaleza SbN, Municipio de Marsella.



Alcaldía de MARSELLA — empumar — SINDERRUMBE

Nombre evento o actividad: Segunda Capacitación Especializada — Fecha: 06/02/2026
Lugar: Marsella-Risaralda — Responsable: Sinderrumbe

No.	NOMBRES Y APELLIDOS	ENTIDAD U ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	No. TELEFONO	EDAD	GENERO: Masculino	GENERO: Femenino	GENERO: Otro (cual)	MUNICIPIO DE RESIDENCIA	GRUPO POBLACIONAL	FIRMA
1	Alexandra Cadena García	Sinderrumbe		3104408271	31	x			Manizales		
2	Javier David Ortiz Zapata	Alcaldía	gestiongambientalmarsella	3202003758	51				marsella		
3	Alexis Dodaro	Vereda C.		4537529							
4	Emilia Saldarriaga Cardenas			2006276							
5	octaviano Agudelo	Sinderrumbes		3145518a							
6	Luis Fernando Guerrero	Sinderrumbe		9815600					marsella		
7	omar Arcila	Sinderrumbes		3113					marsella		
8	Carlos Benitez	sinderrumbes		3106386666					comercio		
9	Felix Londoño	Sinderrumbes		3053045973					Convencion		
10	Henry Omar Olarte	Planeacion		3143425543					Manizales		
11	Esteban Sinisterra Escobar	SINDERRUMBE	gerenciasinderrumbe@gmail.com	3103334983		x			Cali		
12	Juan Armando Sinisterra	sinderrumbe	sinderrumbe@gmail.com	3135444999		x			Cali		
13	Santiago Franco J	Independiente	ecologofranco@gmail.com	3138557378		x			Marsella		
14	Jorge Alonso Jimenez	Alcaldia	Jorjebap@gmail.com	3194500490		x			Marsella		
15	Daniel Felipe Mosquera S	alcaldia	Daniel.felipe2398@hotmail.com	3012184527	27	x			Marsella		
16											

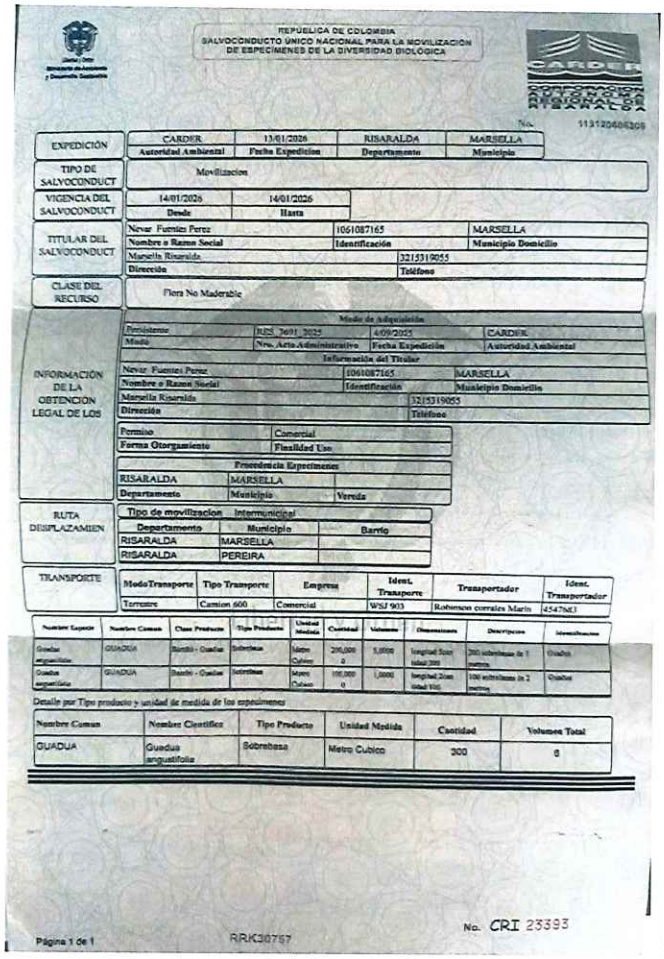


Alcaldía de MARSELLA — empumar — SINDERRUMBE

Nombre evento o actividad: Segunda Capacitación SbN — Fecha: 06-02-2026
Lugar: Casa Cultura - Marsella — Responsable: Sinderrumbe

No.	NOMBRES Y APELLIDOS	ENTIDAD U ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	No. TELEFONO	EDAD	GENERO: Masculino	GENERO: Femenino	GENERO: Otro (cual)	MUNICIPIO DE RESIDENCIA	GRUPO POBLACIONAL	FIRMA
1	Blanca Martinez	CARDER	laura.ramartinez@gmail.com	3135945224	35		x		Pereira		
2	Fulvia D. Ulloa	CARDER		3209829705	44	x			Pereira		
3	J. Omar Osono	Alcaldía		3193538172	72	x			Marsella		
4	Sabinson Cano	Alcaldía		3176885086	60	x			Marsella		
5	Daniel. Bonilla Donneson			3145273806			x		Marsella		
6	Manuel Galvis			3187213339					Marsella		
7	Vicente Jaramillo			3145846475					marsella		
8	Jesus Antonio Itzre			3225741896					marsella		
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Anexo 3. Permisos de aprovechamiento de Guadua para Bioingeniería (Salvoconducto).



REPUBLICA DE COLOMBIA
SALVOCONDUCTO UNICO NACIONAL PARA LA MOVILIZACION DE ESPECIMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA

CARDER
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE RISARALDA

No. 113120660309

EXPEDICIÓN	CARDER	13/01/2026	RISARALDA	MARSELLA
	Autoridad Ambiental	Fecha Expedicion	Departamento	Municipio
TIPO DE SALVOCONDUCT	Movilizacion			
VIGENCIA DEL SALVOCONDUCT	14/01/2026	14/01/2026		
	Desde	Hasta		
TITULAR DEL SALVOCONDUCT	Nevar Fuentes Perez	1061087165	MARSELLA	
	Nombre o Razon Social	Identificación	Municipio Domicilio	
	Marsella Risaralda	3215319055		
	Dirección	Teléfono		
CLASE DEL RECURSO	Flora No Maderable			

INFORMACIÓN DE LA OBTENCION LEGAL DE LOS

Modo de Adquisición

Permisonte	RES_3691_2025	4/09/2025	CARDER
Modo	Nro. Acto Administrativo	Fecha Expedición	Autoridad Ambiental

Información del Titular

Nevar Fuentes Perez	1061087165	MARSELLA
Nombre o Razon Social	Identificación	Municipio Domicilio
Marsella Risaralda	3215319055	
Dirección	Teléfono	

Permiso	Comercial
Forma Otorgamiento	Finalidad Uso

Procedencia Especimenes

RISARALDA	MARSELLA	
Departamento	Municipio	Vereda

RUTA DESPLAZAMIEN — Tipo de movilizacion: Intermunicipal

Departamento	Municipio	Barrio
RISARALDA	MARSELLA	
RISARALDA	PEREIRA	

TRANSPORTE

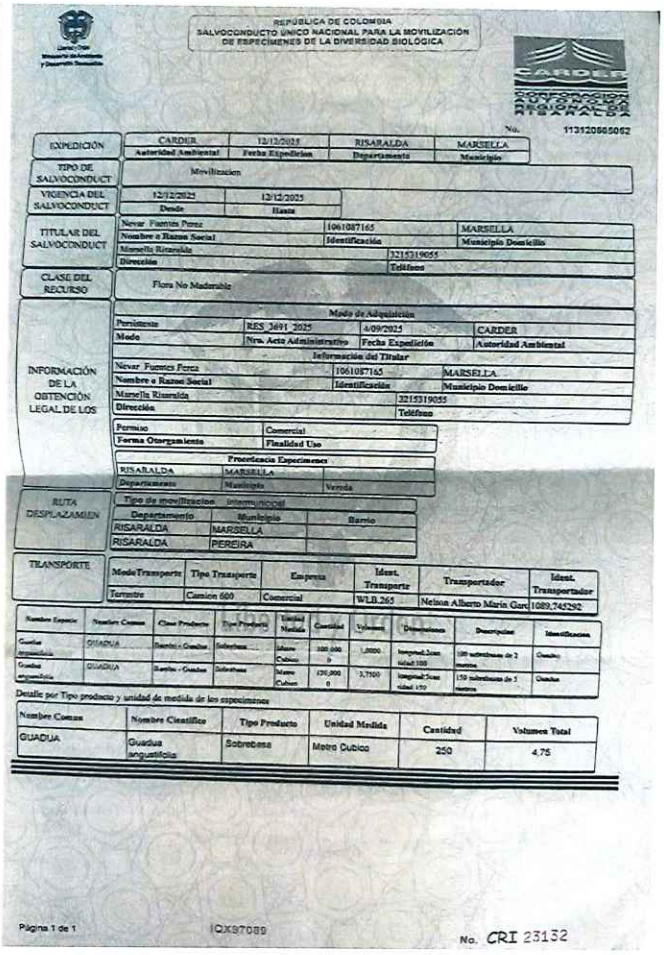
ModoTransporte	Tipo Transporte	Empresa	Ident. Transporte	Transportador	Ident. Transportador
Terrestre	Camion 600	Comercial	WSJ 903	Robinson corrales Marin	4547861

Nombre Especie	Nombre Comun	Clase Producto	Tipo Producto	Unidad Medida	Cantidad	Volumen	Dimensiones	Descripcion	Identificacion
Guadua angustifolia	GUADUA	Bambú - Guadua	Sobrebasa	Metro Cubico	200,000 0	0,0000	longitud 3cm total 200	200 subretenas de 1 metros	Guadua
Guadua angustifolia	GUADUA	Bambú - Guadua	Intermedias	Metro Cubico	100,000 0	1,0000	longitud 2cm total 100	100 subretenas de 2 metros	Guadua

Detalle por Tipo producto y unidad de medida de los especimenes

Nombre Comun	Nombre Cientifico	Tipo Producto	Unidad Medida	Cantidad	Volumen Total
GUADUA	Guadua angustifolia	Sobrebasa	Metro Cubico	200	0

Página 1 de 1 RRK30767 No. CRI 23393



REPUBLICA DE COLOMBIA
SALVOCONDUCTO UNICO NACIONAL PARA LA MOVILIZACION DE ESPECIMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA

CARDER
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE RISARALDA

No. 113120665062

EXPEDICIÓN	CARDER	12/12/2025	RISARALDA	MARSELLA
	Autoridad Ambiental	Fecha Expedicion	Departamento	Municipio
TIPO DE SALVOCONDUCT	Movilizacion			
VIGENCIA DEL SALVOCONDUCT	12/12/2025	12/12/2025		
	Desde	Hasta		
TITULAR DEL SALVOCONDUCT	Nevar Fuentes Perez	1061087165	MARSELLA	
	Nombre o Razon Social	Identificación	Municipio Domicilio	
	Marsella Risaralda	3215319055		
	Dirección	Teléfono		
CLASE DEL RECURSO	Flora No Maderable			

INFORMACIÓN DE LA OBTENCIÓN LEGAL DE LOS

Modo de Adquisición

Permisonte	RES_3691_2025	4/09/2025	CARDER
Modo	Nro. Acto Administrativo	Fecha Expedición	Autoridad Ambiental

Información del Titular

Nevar Fuentes Perez	1061087165	MARSELLA
Nombre o Razon Social	Identificación	Municipio Domicilio
Marsella Risaralda	3215319055	
Dirección	Teléfono	

Permiso	Comercial
Forma Otorgamiento	Finalidad Uso

Procedencia Especimenes

RISARALDA	MARSELLA	
Departamento	Municipio	Vereda

RUTA DESPLAZAMIEN — Tipo de movilizacion: Intermunicipal

Departamento	Municipio	Barrio
RISARALDA	MARSELLA	
RISARALDA	PEREIRA	

TRANSPORTE

ModoTransporte	Tipo Transporte	Empresa	Ident. Transporte	Transportador	Ident. Transportador
Terrestre	Camion 600	Comercial	WLB 265	Nelson Alberto Marin Gar	1089,745292

Nombre Especie	Nombre Comun	Clase Producto	Tipo Producto	Unidad Medida	Cantidad	Volumen	Dimensiones	Descripcion	Identificacion
Guadua angustifolia	GUADUA	Bambú - Guadua	Sobrebasa	Metro Cubico	250,000 0	1,0000	longitud 2cm total 100	100 subretenas de 2 metros	Guadua
Guadua angustifolia	GUADUA	Bambú - Guadua	Sobrebasa	Metro Cubico	150,000 0	3,7500	longitud 3cm total 150	150 subretenas de 3 metros	Guadua

Detalle por Tipo producto y unidad de medida de los especimenes

Nombre Comun	Nombre Cientifico	Tipo Producto	Unidad Medida	Cantidad	Volumen Total
GUADUA	Guadua angustifolia	Sobrebasa	Metro Cubico	250	4,75

Página 1 de 1 IQX97089 No. CRI 23132

Anexo 4. Acta de recibido de obra de Comunidad de la vereda la convención en la finca la Julita.

empumar

Alcaldía de MARSELLA

SINDERRUMBE

ACTA DE RECIBO A SATISFACCIÓN COMUNIDAD BENEFICIADA CONT 046 – 2025

CONTRATANTE	EMPRESAS PÚBLICAS DE MARSELLA E.S.P.
CONTRATISTA	SINDERRUMBE SAS
OBJETO	EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS Y CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA PARA PROMOVER LA REDUCCIÓN DE RIESGOS CON ECOSISTEMAS ECO-RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) CON BIOINGENIERIA COMUNITARIA EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO LA NONA – MUNICIPIO DE MARSELLA
PLAZO	CUATRO (04) MESES

La comunidad beneficiada declara que **recibe a satisfacción las obras ejecutadas y talleres recibidos en el Marco del Contrato 046-2025,** las cuales fueron las siguientes:

- 0.4 Km de Cerramiento con Cerca Viva
- 2.06 Hectáreas (Ha) Renaturalización.
- 339,26 Mts de Terrazas Escalonadas.
- 170 Mts de Trinchos en V.
- 30 Mts^3 de Filtros.
- 32 Mts^3 de Muro Vivo
- 150 Mts^2 de Geomanto
- 200 Metros de Barreras Transversales.
- 2 Talleres Especializados de Soluciones Basadas en la Naturaleza
- 1 Jornada de Campo
- 1 Jornada de Valoración y Priorización Participativa.

En el Municipio de **Marsella, Risaralda,** a los **02** días del mes de **Marzo** de **2026**, Los miembros de la comunidad beneficiada por el proyecto 046 – 2025 que tiene como objeto "Ejecución de Medidas Correctivas de Reducción de Riesgos y Capacitación Especializada para promover la reducción de riesgos con ecosistemas ECO-RRD y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) con Bioingeniería comunitaria en el área de Captación del Acueducto La Nona – Municipio de Marsella". **Manifiestan que:**

1. Las Obras ejecutadas fueron verificadas.
2. Su funcionamiento y condiciones generales son correctas.
3. Las obras cumplen con el objetivo para el cual fueron construidas.

empumar

Alcaldía de MARSELLA

SINDERRUMBE

Representantes de la Comunidad

NOMBRE	No. CÉDULA	FIRMA
Elsa Nora Lopez Valencia	25.078.970	Elsa Nora López
Jhon Jaime Carmona	98.15813	Jhon Jaime Carmona
Felix Londoño V.	18 511 671	Felix Londoño V.
Edier De Jesus Cubillos	74198627	Edier de jesus cubillos
Pablo Emilio Sabaraiga	70063142	Pablo Emilio Sabaraiga

JUAN ARMANDO SINISTERRA REYES
REP LEGAL
SINDERRUMBE SAS
C.C 16.275.772

CONTRATO DE OBRA No. 046-2025

OBJETO
EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS Y CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA PARA PROMOVER LA REDUCCIÓN DE RIESGOS CON ECOSISTEMAS ECO-RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) CON BIOINGENIERÍA COMUNITARIA EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO LA NONA – MUNICIPIO DE MARSELLA.

INFORME DE MANTENIMIENTOS
RENATURALIZACIÓN
OBRAS CIVILES EXISTENTES.

PRESENTADO A:
EMPUMAR

PRESENTA:

SINDERRUMBE SAS

ENFOQUE CONCEPTUAL DE LA RENATURALIZACIÓN.

La estrategia implementada en la Reserva La Nona se denomina **Renaturalización,** es un proceso que busca restituir al ecosistema la autonomía para regularse por sí mismo, al controlar sistemáticamente los factores tensionantes que provocaron la degradación y promover su restauración. Este método difiere de una reforestación convencional, que se enfoca en la revegetalización de áreas degradadas exclusivamente. con especies arbóreas.

Métodos y técnicas empleadas en R.N. La Nona:

- Rescate de vegetación con alto valor ecológico y ecosistémico.
- Reintroducción de plantas nativas claves.
- Diseño espacial que se condiciona a la presencia de estas plantas valiosas y la alta densidad.
- Preservar y promover la mayor cantidad de plantas multistrata: rastrero, herbáceo, arbustivo y arbóreo.
- En este sentido, adquieren especial valor plantas comúnmente denominadas "rastrojos", que resultan especialmente funcionales en la reiniciación de los ciclos naturales por su rol en la cadena alimenticia y el restablecimiento del habitad.
- No se emplean herbicidas, pesticidas y agroquímicos.

MANTENIMIENTOS.

Sin embargo, debe considerarse que la Renaturalización es un proceso complejo, sucesional e integral, que requiere de asistencia y mantenimientos en sus fases tempranas. En el caso de la Reserva Natural La Nona se sugiere que los mantenimientos sean adelantados por personal con conocimiento en las plantas nativas y naturalizadas promovidas que sepa identificar la vegetación de alto valor ecológico y ecosistémico. En este caso, no pueden emplearse prácticas como la desyerba indiscriminada con guadaña o el uso de herbicidas. Las prácticas de mantenimiento deben ser manuales. En este sentido, se recomienda considerar a personas de la misma comunidad que participaron como operarios durante la ejecución, quienes son conocedores del enfoque y de la ubicación de las plantas.

Personal capacitado perteneciente a la comunidad de Marsella.

Nombre	# Celular
Luis Fernando Guarín	323 – 376 - 8206
Felix Antonio	305 – 304 - 5993
Omar	301 – 105 - 9005

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO REQUERIDAS.

Mantenimiento de la vegetación.

Implica acciones clave para garantizar la restauración y conservación, incluyendo la limpieza de vegetación no deseada (mínimo 3 veces el primer año), rescate de nuevas plantas sucesionales y resiembras.

- Desyerbas manuales para control de Vegetación no deseada. Corresponde a la limpieza de platos de 1 metro en el entorno a las plantas. Se plantea la necesidad de adelantar mínimo 7 plateos durante los primeros 24 meses de desarrollo de la renaturalización (3 en 2026 y 4 en 2027) .
- Rescate y adopción (plateo y abono) de nuevas plantas sucesionales.
- Fertilización: Aplicación de 300 a 500 gramos de abono orgánico en el plato de cada planta.
- Resiembra: Reemplazar plántulas que no sobrevivan y reposición de estacas sin rebrotes.

Mantenimiento de las cercas protectoras. Verificar el estado de los aislamientos de las siembras que aseguren su protección y sostenimiento. Se deben reponer los postes y el alambre en caso de encontrar averías.

Mantenimiento de superficies con geomanto. Sobre los taludes o el Muro revestido con geomanto no se deben realizar desyerbas con guadaña que ocasionan daños físicos y rupturas al material.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS.

SINDERRUMBE	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS							
	AÑO : 2026				AÑO 2: 2027			
	PERÍODO LLUVIAS		PERÍODO LLUVIAS		PERÍODO LLUVIAS		PERÍODO LLUVIAS	
ACTIVIDAD	SEM 1 MARZO	SEM 1 MAYO	SEM 1 SEPT	SEM 1 DIC	SEM 1 MARZO	SEM 1 MAYO	SEM 1 SEPT	SEM 1 DIC
SIEMBRA	☺							
PLATEO		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
FERTILIZANTE		☺		☺		☺		☺
RESCATES		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
CERCAS		☺		☺		☺		☺

Mantenimiento de obras hidráulicas (transversal de manejo de escorrentía)

En relación con las **obras de drenaje transversal destinadas al manejo de aguas de escorrentía provenientes de la vía**, se recomienda realizar actividades de mantenimiento preventivo que garanticen su adecuado funcionamiento hidráulico.

Específicamente, se sugiere:

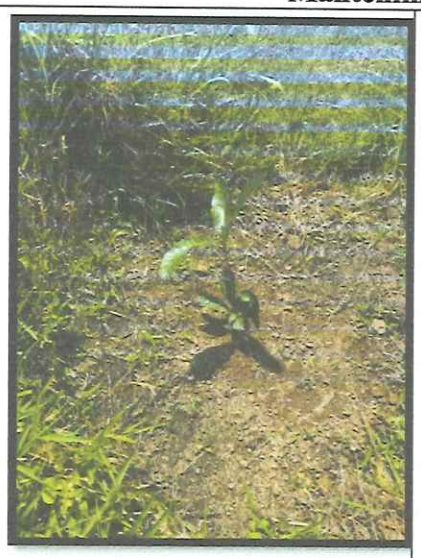
- Realizar **limpiezas periódicas de las cámaras de alcantarillado y estructuras de captación**, debido a que los caudales de escorrentía que llegan a este punto suelen

transportar **altas cargas de sedimentos y material fino proveniente de la vía y de las áreas circundantes.**

- La acumulación de estos sedimentos puede **reducir la capacidad hidráulica del sistema de drenaje**, afectando el flujo normal del agua y generando posibles desbordamientos o concentraciones de escorrentía que podrían impactar negativamente las **obras de bioingeniería y estabilización ubicadas en la parte baja del terreno.**

Por lo anterior, resulta **fundamental mantener estas estructuras hidráulicas en condiciones operativas y funcionales**, mediante la **remoción periódica de sedimentos y material acumulado.**

Se recomienda realizar estas labores de mantenimiento **cada dos (2) meses**, o con mayor frecuencia durante **temporadas de alta precipitación**, cuando se incrementan significativamente los caudales de escorrentía y el transporte de sedimentos.

Mantenimiento en el área Renaturalizada		
		Mantenimiento de control de gramíneas, plato de árbol. Plateo Manual y aplicación de fertilizante orgánico.
Mantenimiento de Obras Civiles Existentes.		



Descolmatacion y retiro de material de sedimento, proveniente del agua de escorrentia del la via.

Ubicación Espacial de la Vegetación y Especies Utilizadas.

Renaturalización

Se realiza la implementación de un proceso de renaturalización ecológica en el predio La Julita, ubicado en la vereda La Convención del municipio de Marsella, en el marco del Contrato 046 de 2025, suscrito entre Empumar y Sinderrumbe S.A.S. Esta intervención forma parte de las estrategias de gestión del riesgo y restauración ecosistémica, orientadas a la recuperación de áreas degradadas y a la protección de la zona de influencia de la bocatoma del acueducto municipal. En el predio La Julita se proyecta la incorporación de vegetación nativa en las bioestructuras previamente construidas, así como en las áreas actualmente destinadas a potreros. Esta intervención implica un proceso de reconversión del uso del suelo, pasando de un sistema productivo de ganadería extensiva a un uso del suelo orientado a la protección y restauración ambiental, con énfasis en la regulación hidrológica, la estabilización de suelos y la recuperación de la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Como parte del proceso técnico, se realizó una selección de especies vegetales nativas con características funcionales adecuadas para procesos de restauración ecológica y sucesión natural asistida. Durante la caracterización se identificaron especies pertenecientes a diferentes estratos vegetacionales (arbustivo y arbóreo), lo cual permite estructurar un sistema vegetal más complejo y resiliente, favoreciendo la recuperación de la estructura del suelo, el incremento de la biodiversidad y el restablecimiento de procesos ecológicos fundamentales.

La vegetación cumple un rol fundamental en la recuperación de áreas degradadas, ya que contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mediante procesos como la incorporación de materia orgánica, la generación de cobertura vegetal, la reducción de la erosión superficial, la regulación hídrica y el aumento de la infiltración. Adicionalmente, el cambio en la vocación del predio hacia un uso de suelo de protección permitirá consolidar un ecosistema con función reguladora y protectora de la fuente hídrica que abastece el acueducto municipal.

Dentro del proceso de intervención se definieron dos componentes principales para la implementación de la siembra de vegetación:

1. Integración de vegetación en bioestructuras

Todas las bioestructuras implementadas dentro del proceso de estabilización del terreno incorporan siembras en alta densidad de especies arbustivas y arbóreas, así como estacas vivas y barreras transversales con gramíneas estabilizadoras como el vetiver (Chrysopogon zizanioides). Estas especies presentan características funcionales favorables para procesos de bioingeniería, tales como:

- Sistemas radiculares profundos y altamente fibrosos que incrementan la resistencia mecánica del suelo.

- Alta capacidad evapotranspiradora, contribuyendo a la regulación del contenido de

humedad en el terreno.

- Propiedades estabilizadoras y de retención de sedimentos.
- Alta adaptabilidad a condiciones de suelos degradados.

Es importante resaltar que, desde el enfoque de bioingeniería aplicada a la estabilización de laderas, las bioestructuras cumplen inicialmente una función estructural transitoria, mientras que la vegetación se consolida como el componente estructural permanente, encargado de garantizar la estabilidad del suelo a mediano y largo plazo mediante el desarrollo de sus sistemas radiculares y la cobertura vegetal.

2. Proceso de renaturalización del predio

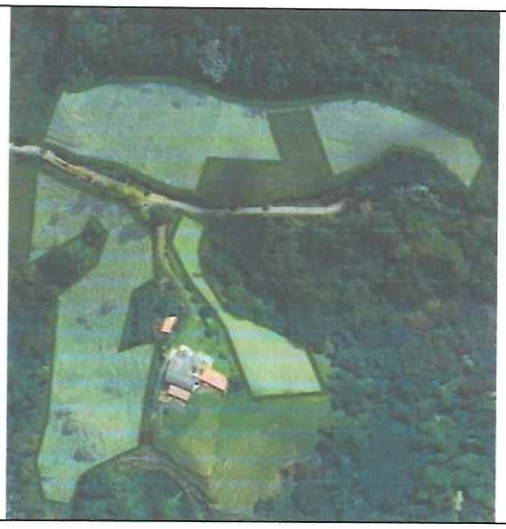
El proceso de renaturalización busca recuperar progresivamente las áreas que actualmente presentan uso ganadero extensivo, transformándolas en un bosque de protección hídrica y ecológica asociado a la zona de captación del acueducto municipal.

Para ello se desarrollan acciones de restauración ecológica asistida, que incluyen:

- Identificación y conservación de la vegetación nativa existente con interés ecológico dentro del predio.
- Liberación o plateo de individuos vegetales que presentan competencia con pasturas invasoras.
- Aplicación de fertilización orgánica para favorecer el establecimiento y crecimiento de las especies.
- Enriquecimiento forestal mediante siembra de especies nativas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del área.

Estas acciones permiten acelerar los procesos de sucesión ecológica, mejorar la estructura y fertilidad del suelo, aumentar la retención hídrica, y generar un corredor de conectividad ecológica que facilite el flujo de biodiversidad entre fragmentos de vegetación natural cercanos.

En conjunto, el proceso de renaturalización del predio La Julita constituye una estrategia integral de restauración ecosistémica y gestión del riesgo, que no solo contribuye a la estabilización de suelos y mitigación de procesos erosivos, sino también a la protección de la fuente hídrica y al fortalecimiento de los servicios ecosistémicos asociados al territorio.

1. **Zona de potreros** 2. **Zona parte baja de la vía**		

Vegetación Utilizada	
Nombre y descripción	**Imagen**
Arboloco: El Arboloco (Montanoa quadrangularis) es un árbol nativo de los Andes, presente en Colombia, Venezuela y Ecuador. Es una especie pionera de rápido crecimiento, fundamental para la restauración de ecosistemas y la protección de fuentes hídricas. **Características Principales** **Altura:** Alcanza fácilmente los 10 metros, aunque en condiciones óptimas puede ser más alto. **Hábitat:** Crece en zonas disturbadas con alta exposición solar, desde los 1.200 hasta los 3.000 m.s.n.m.. **Ecología:** Se le conoce como "árbol fertilizador" porque mejora las condiciones del suelo para otras especies. Posee un sistema radicular abundante	

	que ayuda a regular el ciclo del agua y controlar la erosión.	
	Camargo: El término "Camargo" en Colombia se utiliza principalmente como un nombre común para referirse al arboloco (Smallanthus pyramidalis), un árbol nativo de la región andina. **Características del Árbol Camargo (Arboloco)** **Nombre Científico:** Smallanthus pyramidalis (familia Asteraceae). En algunas regiones también se asocia con la especie Verbesina crassiramea. **Dimensiones:** Es un árbol de tamaño mediano que alcanza generalmente entre 10 y 20 metros de altura. **Tronco y Madera: Su** tronco es recto y tiene la particularidad de ser ahuecado o poseer una médula blanda (sustancia esponjosa) en su interior. **Rango General:** Se encuentra mayoritariamente entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar (msnm).	
	Siete Cueros: El siete cueros (Tibouchina lepidota) es un árbol ornamental nativo de los Andes, especialmente común en Colombia, reconocido por su espectacular floración violeta y su corteza que se desprende en múltiples capas. **Características Principales** Este árbol es un símbolo de la biodiversidad andina y se distingue por los siguientes rasgos: **Corteza:** Su nombre común proviene de su tronco rojizo, cuya corteza se exfolia en capas delgadas y sucesivas (como "siete pieles"). **Rango de altitud:** Crece principalmente entre los 1.300 y 3.200 metros sobre el nivel del mar (msnm). **Tamaño:** Generalmente alcanza entre 6 y 12 metros de altura, aunque en condiciones óptimas puede llegar hasta los 20 metros. **Ecológico:** Es fundamental para restaurar bosques, proteger fuentes hídricas y atraer polinizadores como abejas y aves	

	Guamo Santafereño: El guamo santafereño (Inga bogotensis o Inga ornata, según la clasificación regional) es un árbol nativo de los Andes colombianos, altamente valorado por su papel ecológico y su fruto comestible. Es especialmente reconocido en la región andina por ser la especie de guamo más común en sistemas productivos. **Características Principales** **Nombre científico:** Comúnmente identificado como Inga bogotensis o Inga ornata. **Altura y crecimiento:** Es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar hasta los 20-30 metros de altura. **Fruto (La Guama):** Produce vainas alargadas y verdes que contienen semillas recubiertas por una mota blanca y dulce (mucílago), la cual es comestible y muy apreciada. **Hábitat**: Se desarrolla bien en climas templados y fríos, adaptándose desde el nivel del mar hasta los 1.900 - 2.500 metros de altitud	
	Azuceno: El azuceno (específicamente la especie Tabernaemontana litoralis) es un árbol nativo de Suramérica, perteneciente a la familia Apocynaceae, valorado tanto por su fragancia como por sus funciones ecológicas en sistemas agroforestales. **Rango de Altura:** Generalmente entre 4 y 8 metros, pudiendo llegar hasta los 12 metros en condiciones ideales. **Distribución altitudinal:** Crece desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, siendo común en áreas tropicales. **Características:** Es un árbol pequeño o arbusto de crecimiento rápido, nativo de América, con flores blancas muy fragantes.	

Roble de altura: La importancia ecológica del roble de tierra fría (Quercus humboldtii) es inmensa, ya que actúa como una especie piedra angular en los ecosistemas de alta montaña. Su presencia garantiza la supervivencia de muchas otras formas de vida. **Altura máxima:** Generalmente alcanza entre 20 y 25 metros, aunque en condiciones óptimas de bosques primarios puede llegar hasta los 30 metros. **Diámetro del tronco:** Puede desarrollar un tronco robusto de hasta 1 metro de diámetro. **Crecimiento:** Es de crecimiento lento a moderado. Durante sus primeros años se enfoca en establecer un sistema radicular fuerte antes de ganar altura rápidamente.	
Chachafruto: El chachafruto (Erythrina edulis), también conocido como balú, pajuro o fríjol de árbol, es una leguminosa nativa de los Andes de enorme valor nutricional y ecológico. Es considerado por muchas comunidades como el "árbol de la vida" debido a su capacidad de proporcionar sustento incluso en condiciones difíciles. **Rango Altitudinal:** Su distribución óptima está entre los 1,200 y 2,600 m s. n. m. **Protector del Agua:** Se le conoce como "madre de agua" porque ayuda a la protección de nacimientos, quebradas y ríos, manteniendo la humedad incluso en sequías. **Conservación de Suelos:** Se utiliza frecuentemente en laderas para detener la erosión, sostener la tierra en zonas de fallas geológicas y como cerca viva. **Refugio de Biodiversidad:** Sus llamativas flores rojas atraen polinizadores, y el árbol ofrece sombra y refugio a diversas especies de aves y otros animales silvestres	

	Níspero: El níspero es un árbol frutal perenne valorado tanto por su fruto dulce como por su uso ornamental. Aunque el nombre se usa para diferentes especies según la región, el más común globalmente es el níspero japonés (Eriobotrya japonica) **Refugio y Alimento para Aves:** Sus frutos maduran a principios de primavera, proporcionando energía temprana a aves migratorias y locales. Además, su follaje perenne y denso ofrece protección contra depredadores y clima adverso durante todo el año **Control de Erosión:** Gracias a su sistema radicular, ayuda a estabilizar suelos en zonas de ladera **Rango Global:** Se encuentra comúnmente entre los 0 y los 2,400 metros sobre el nivel del mar (msnm).	
	Sauce: El Sauce Criollo (Salix humboldtiana) es un árbol nativo de América Latina, único en su género que es originario de esta región. Es ampliamente reconocido por su crecimiento rápido y su estrecha relación con cuerpos de agua. **Origen y Hábitat:** Es nativo desde México hasta el norte de la Patagonia argentina. Habita naturalmente en riberas de ríos, arroyos y zonas inundables, ayudando a prevenir la erosión del suelo. **Apariencia**: Posee un tronco de corteza rugosa y profundamente surcada. Sus ramas son delgadas, flexibles y con hojas estrechas y alargadas (lanceoladas) de color verde claro. **Crecimiento:** Es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar alturas considerables en pocos años. **Ecología:** Funciona como sitio de nidificación y alimento para diversas especies de aves e insectos, formando comunidades biológicas en ecosistemas ribereños	

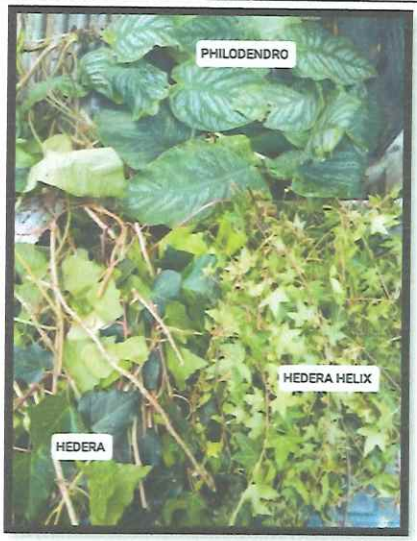
Guamo Macheto: El guamo macheto (o guamo machete) es un árbol leguminoso nativo de América Central y del Sur, científicamente conocido como Inga spectabilis o Inga densiflora, famoso por sus vainas largas y aplanadas que se asemejan a un machete. **Dimensiones:** El árbol puede alcanzar entre 15 y 20 metros de altura. Produce vainas verdes o marrón amarillentas que pueden medir hasta 1 metro de largo. **Fruta:** El interior de la vaina contiene una pulpa blanca y algodonosa que rodea las semillas. Su sabor es dulce, similar al helado de vainilla, lo que le otorga el nombre en inglés de "Ice Cream Bean". **Crecimiento:** Es un árbol de crecimiento rápido que suele empezar a dar frutos entre los 3 y 5 años después de la germinación.	
Guayabo Nativo: El Guayabo común (Psidium guajava) es un árbol frutal y forestal nativo de la América tropical. En Colombia, es una especie emblemática tanto por su valor alimenticio como por sus aplicaciones en la medicina tradicional y la restauración de suelos. **Altitud:** Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2.400 msnm. **Clima:** Prospera en climas cálidos, semicálidos y templados, con temperaturas óptimas alrededor de los 18 °C a 30 °C. **Hábitat:** Es una especie pionera que crece rápidamente en áreas abiertas, bordes de caminos, potreros y huertos caseros.	
Especies Utilizandas en Cerca viva y Barreras Transversales, por esquejes (estacas).	
Nacedero: El Nacedero (Trichanthera gigantea), también conocido como Quiebrabarrigo, Yátago o Madre de Agua, es un árbol nativo de los Andes y la cuenca amazónica. Es considerado una de las especies más versátiles para la agricultura sostenible y la conservación hídrica. **Conservación de Agua:** Es la especie preferida para proteger nacimientos y fuentes de agua. Su sistema radicular ayuda a mantener la humedad del suelo y previene la erosión. **Rango General:** Se encuentra de forma natural y cultivada desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar (msnm).	

Vetiver: El Vetiver (Chrysopogon zizanioides) es considerado la herramienta de bioingeniería más potente para el control de la erosión y la estabilidad de taludes, superando a casi cualquier otra especie vegetal en eficacia y resistencia.
Altitud: Se adapta desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm.
Sistema de raices: Sus raíces no crecen hacia los lados, sino verticalmente, alcanzando profundidades de 3 a 5 metros (e incluso hasta 9 m en condiciones ideales). Esto actúa como un anclaje profundo que "amarra" el suelo inestable a capas más firmes.

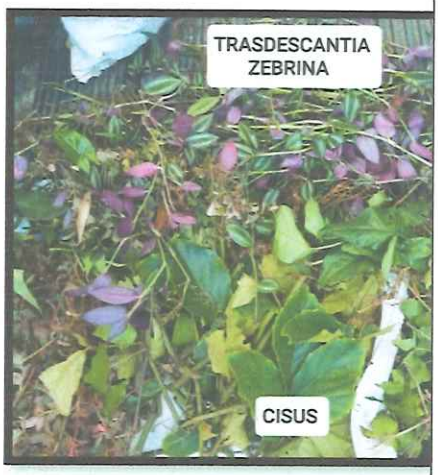


Plnatas Utilizadas como coverturas Rastreras Densas en Muro Vivo y Geomanto

Philodendro: El Filodendro (Philodendron) es un género de más de 500 especies de plantas neotropicales, perteneciente a la familia de las aráceas.
Rango General: Se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm.
Especies de Alta Montaña: Algunas especies específicas de Colombia pueden encontrarse en bosques subandinos hasta los 2,400 msnm.
Hábitat: Crecen tanto en el suelo (rastreras) como sobre los árboles (epífitas o hemiepífitas), utilizando raíces aéreas para fijarse y absorber humedad.



Hereda Helix: Seguramente te refieres a la Hedera helix, conocida comúnmente como Hiedra común. Es una de las trepadoras más rústicas y utilizadas en el mundo para cubrir superficies.
Protección de Capa Superficial: Sus raíces adventicias (pequeñas raíces que salen de los tallos) se anclan con fuerza al suelo, creando una red densa que evita la erosión laminar causada por el viento y la lluvia menuda.
Control de Taludes: Al cubrir completamente el suelo, actúa como un "pavimento vegetal" que reduce el impacto de las gotas de lluvia y mantiene la temperatura del suelo estable.



Tradescantia Zebrina: La Tradescantia zebrina, conocida popularmente como Cucaracha, Pataleta o Madre de familia, es una de las cobertoras más eficaces y coloridas de la región neotropical.
Manto Protector: Al ser una planta rastrera de crecimiento acelerado, forma un "colchón" denso que protege la superficie del suelo del impacto directo de la lluvia (erosión por salpicadura).
Retención de Humedad: Al cubrir totalmente la tierra, evita la evaporación excesiva, manteniendo

el suelo fresco y evitando que se agriete en épocas de sequía, lo que previene la erosión eólica. Enraizamiento en Nudos: Cada nudo que toca el suelo genera raíces nuevas rápidamente, lo que ayuda a fijar la capa más superficial del terreno.	
Principales especies pioneras Rescatadas en la Renaturalizacion	
Melastomatácea: El género Miconia, perteneciente a la familia Melastomataceae, es el grupo de plantas leñosas más diverso del neotrópico y uno de los más grandes del planeta. Colombia es el país con mayor diversidad de este género, albergando alrededor de 600 especies. Las especies de Miconia muestran una adaptabilidad extraordinaria, cubriendo casi todos los pisos térmicos: **Rango General**: Desde los 0 msnm hasta los 4,000 msnm. **Ecológica:** Son plantas pioneras fundamentales en la restauración de bosques, ya que crecen en suelos erosionados y atraen dispersores de semillas.	
Chilca Blanca: La Chilca Blanca (Baccharis salicifolia o Baccharis dracunculifolia) es un arbusto nativo de Sudamérica, muy común en zonas andinas y riberas de ríos. Se distingue por ser una planta pionera, resistente y con un alto valor ecológico y medicinal. **Ecológico**: Funciona como "árbol percha" para aves y ayuda en la regeneración de bosques al generar sombra para especies más exigentes. **Rango amplio:** Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3.500 - 4.000 msnm.	

	Niguito: El nigüito (Miconia theizans, a veces escrito como Miconia theaezans) es un árbol o arbusto nativo de los Andes y otras regiones tropicales de América, perteneciente a la familia Melastomataceae. Es altamente valorado en ecosistemas de montaña por su capacidad para atraer fauna y su rápido crecimiento en zonas en proceso de regeneración. **Distribución**: Se encuentra desde Centroamérica hasta Bolivia y Brasil. En Colombia es común en la región andina y la zona cafetera. **Altitud**: Crece preferiblemente en un rango de 1.300 a 3.100 msnm. **Rol ecológico:** Sus frutos son una fuente de alimento fundamental para aves frugívoras, lo que facilita la dispersión de semillas y la restauración de bosques degradados	
	Mora silvestre: Rubus urticifolius, una de las especies de mora silvestre más comunes y robustas de América Latina, distribuida desde México hasta Argentina. En Colombia es muy conocida en zonas cafeteras y de montaña. Rango Altitudinal y Hábitat **Altitud:** Se encuentra principalmente entre los 500 y 2.500 msnm. Es una planta de clima medio a frío moderado. **Hábitat:** Es una especie "colonizadora" o pionera. Aparece rápidamente en bordes de caminos, potreros abandonados y claros de bosque. Le encanta la luz solar directa.	

VALORACIÓN DEL PROCESO DE INESTABILIDAD DE SUELOS Y PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN BIOLÓGICA CON ENFOQUE REDUCCIÓN DE RIESGOS BASADO EN ECOSISTEMAS Y MEDIANTE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA SBN CON LAS COMUNIDADES EN LA VEREDA LA CONVENCIÓN, FINCA LA BELLA, MARSELLA, RISARALDA.

CONTRATO 046 DE 2025 EMPUMAR - SINDERRUMBE

ELABORADO POR: SINDERRUMBE SAS

SINDERRUMBE
SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

PEREIRA, MARZO DE 2026

SINDERRRUMBE SAS
Cel 315 524 9999 – 3113650346
Av. Las Américas 18 – 26 Edificio Torre de Cali Oficina 401 SIE
sinderrumbe@gmail.com gerenciasinderrumbe@gmail.com

OBJETIVO. Valorar la problemática ambiental y presentar la propuesta técnica y financiera de implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza para un movimiento en masa que afecta la finca La Bella, vereda La Convención del municipio de Marsella, departamento de Risaralda.

DATOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO Y VALORACIÓN.

LOCALIZACIÓN: Finca La Bella, vereda La Convención, municipio de Marsella, Risaralda.
Coordenadas: 4°53'23.0" N 75°43'53.0" W
ASNM: 1.786 m.s.n.m.
RELIEVE Y PENDIENTE: Moderadamente escarpado a escarpado.
TIPO DE DRENAJES: Red de drenaje natural de la ladera destruido, transformados en potreros.
T° PROMEDIO: Entre 17° y 22°C. *Fuente: Ideam*
RÉGIMEN LLUVIAS: 2.000 a 2.500 mm/año. Régimen bimodal (5) con un fuerte, concentrado y prolongado período de lluvias (pico en octubre) *Fuente: Ideam*
SUELOS: Cenizas volcánicas sobre arcillas rojas de esquistos y diabasas. Suelos ácidos. Alta capacidad de retención de humedad. Suelos degradados, muy compactados, con erosión tipos pata de vaca y en surcos.
Uso actual: Ganadería extensiva. Deforestación generalizada y ocupación de zonas de recarga y de la red de drenaje natural de la ladera.
Vocación del suelo: Forestal, áreas provisoras de servicios ambientales, Sistemas agroforestales SAF y Sistemas Silvopastoriles SSP.

IMAGEN SATELITAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.



Panorámica del área de estudio en la vereda La Convención, Finca La Bella. Se sombrea en color amarillo el área aproximada afectada con el movimiento en masa, los usos del suelo en ganadería extensiva y caficultura y la vía inter veredal afectada con el movimiento. *Google foto.*

BIENES, SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA EN RIESGO:

- Vía entre vereda La Convención – El Rayo.
- Relictos de bosque y nacimientos de agua que abastece a 8 familias.
- Áreas productivas.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA VALORACIÓN.

1- **Revisión de información de fuentes primarias.**
   - Contexto y características generales de la zona de estudio (altitud, clima, suelos, geología, geomorfología) Fuentes: Carder, IGAC y Cenicafé.
   - Registros pluviométricos, mapas de SIG y registros multitemporales
   - Revisión de mapas de riesgo y vulerabilidad del Servicio Geológico Colombiano y Sistema Integral de Riesgos Siar.
2- **Recorridos de campo.** Reconocimiento en terreno realizados en compañía de los funcionarios de CARDER, de la Alcaldía municipal y miembros de la comunidad.

En este documento propuesta se valora la problemática por inestabilidad de suelos y se plantean Soluciones basadas en la Naturaleza SbN a partir de la revisión de información y de la inspección visual detallada en campo de indicios de origen:

Hidrológicos: Estado de la red hídrica natural; análisis del comportamiento de los flujos territoriales; Inventarios de aguas; infraestructura hidráulica de las vías.
Botánicos: Bioindicadores, Bosque de referencia más próximo y vegetación encontrada en el sitio del problema.
Edáficos: Procesos activos, surcos, cárcavas, erosión laminar, sedimentación,
- Agrietamiento, dilataciones, cambios abruptos, reptación y formas lóbuladas.

Ocupación y Usos del suelo. Usos del suelo: anterior y actual.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INESTABILIDAD DEL SUELO.

En la vereda La Convención se presenta un movimiento en masa de categoría MUY SEVERO, con rasgos geomorfológicos asociados movimiento traslacional con desplazamiento de una masa de gran magnitud de materiales blandos y a lo largo de un drenaje de topografia ondulada. Es un movimiento accionado y lubricado por el flujo de escorrentías proveniente de drenajes de la parte alta de la ladera y por la saturación de la masa en la parte baja, donde arrastró parte de la capa vegetal.





Panorámica general del movimiento en masa. Las flechas azules ilustran el sitio de ingreso de las escorrentías provenientes del drenaje del área de captación en la parte alta. Se identifican indicios de actividad como el remontamiento de escarpes superior y laterales y el desplome en bloques de terreno. En la parte baja se ubica el tramo de la vía La Convención – El Rayo destruido.

Relación Causa: Efecto. Se identifican los factores tensionantes de origen antrópico y natural que interactúan e inciden para accionar el movimiento.
Factores antrópicos: Relacionados con el uso y manejo en ganadería extensiva; deforestación generalizada; Potrerización de drenajes naturales; degradación física del suelo y erosión por terraceo o tipo pata de vaca; compactación por sobrepastoreo.
Factores de origen natural. Tipo de suelo; Relieve y pendientes; Aguas de escorrentía y subsuperficiales y las lluvias extremas. Las flechas azules ilustran el tránsito de las aguas de escorrentía y su ingreso descontrolado por el sitio donde se detona el movimiento en masa. Identificar las causas es fundamental para el diseño acertado de las Soluciones basadas en la Naturaleza SbN



Pérdida del equilibrio ecosistémico y de la capacidad de regulación hídrica en el conjunto de la ladera.

REGISTRO MULTITEMPORAL COMPARATIVO. La foto interpretación de las imágenes multitemporales del área de estudio permite comprender de mejor manera los factores causales:

Situación en el año 2015. Se identifica el uso del suelo en ganadería extensiva (deforestación para potreros) en la Finca La Bella. Se demarcan los flujos territoriales del agua de escorrentía sobre drenajes naturales desprovistos de vegetación protectora y reguladora. Las flechas azules ilustran el tránsito de aguas desde el área de captación hasta la zona de la fallada delineada en color rojo. Se identifica la vía terciaria afectada y en la vertiente opuesta, la finca vecina también con ganadería extensiva. *(Google 2015)*



Situación en el año 2024. Aunque la imagen de 2024 es anterior a la ocurrencia del movimiento en masa en 2025 revela con exactitud el punto de inicio del proceso de inestabilidad (círculo rojo). Del otro lado del parteaguas de la ladera se observa la reconversión productiva de la finca vecina desde ganadería extensiva hacía caficultura. No se registran procesos de inestabilidad o degradación del suelo, a pesar de estar expuesta al mismo régimen drástico de lluvias. *(Google 2024)*







SECCIÓN PARTE ALTA. Área de captación y regulación hídrica sin vegetación reguladora y protectora y predominio de gramíneas. Pérdida de la capacidad de regulación del conjunto de la ladera. Red de drenajes convertidos en potreros. Compactación extrema del suelo, infiltración mínima.





SECCIÓN PARTE ALTA. Red de drenajes convertidos en potreros. Compactación del suelo y pérdida de la capacidad de infiltración. Grandes caudales de escorrentías son captados, conducidos descontrolada e instantáneamente y descargados en puntos frágiles ladera abajo.





SECCIÓN CABECERA: En la cabecera del deslizamiento traslacional se evidencia remontamiento activo y caída de bloques. La falla por reptación de la masa en el sector medio del movimiento se propagó como un movimiento retrogresivo ladera arriba, ocasionado desplome de grandes bloques de terreno.





SECCIÓN PARTE MEDIA: El movimiento de gran escala ladera abajo:110 mt longitud x 45 mt ancho x 2 mt profundidad, con una estimación rápida de 9.900 m3. Se acciona por el tránsito de grandes caudales instantáneos, la presencia de aguas subsuperficiales y el corte para la vía de la parte baja.





SECCIÓN PARTE BAJA. Corresponde al tramo de la vía totalmente destruido. El corte del talud superior de la vía y la presencia de nacimientos de agua exacerban el riesgo del movimiento.





SECCIÓN PARTE BAJA. Pérdida total de la banca de la vía entre La Convención y El Rayo. Se requiere adecuación mecanizada e integrar obras civiles a las SbN para la rehabilitación del paso.

CARTOGRAFÍA.

MAPAS DE CURVAS A NIVEL Y DRENAJES.



Mapa de curvas a nivel. En sombreado amarillo el cuerpo del movimiento. Se señalan los drenajes naturales ubicados sobre el área de influencia y de captación de aguas de la falla.

MAPA DE DRENAJES NATURALES Y CURVAS DE NIVEL SOBRE FOTO SATELITAL.



Mapa de la red de drenajes naturales. En el mapa de la derecha se ubica la localización del movimiento en masa y de los deslizamientos principales sobre la red de drenajes de la ladera.

PROPUESTA DE ECO RRD Y SBN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA Y LA ESTABILIZACIÓN BIOLÓGICA DEL TERRENO.

IDEA PRINCIPAL. Como idea central y estrategia principal se propone operar bajo el enfoque de recuperar el funcionamiento ecosistémico Eco RRD de la ladera mediante Soluciones basadas en la Naturaleza SbN con participación comunitaria: **(1) Bioingeniería** en los sitios críticos de inestabilidad **Área Núcleo, (2)** Renaturalización, Cerramiento protector y conformación de Bosque protector para corredores de conectividad ecológica en el **Área de Captación y los Drenajes naturales (3)** Reconversión productiva hacía Sistemas Silvopastoriles y Sistemas Afroforestales y **(4)** Obras civiles complementarias para la rehabilitación del paso en la vía inter veredal.

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA SUGERIDAS PARA LA ESTABILIZAR LA VÍA LA CONVENCIÓN – EL RAYO, FINCA LA BELLA.

ALGUNAS DEFINICIONES:

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA, SBN.

Las SbN son un conjunto de acciones o políticas que aprovechan el poder de la naturaleza o que se apoyan en ecosistemas para enfrentar algunos de nuestros desafíos socio ambientales más urgentes:

- Amenaza de la disponibilidad del AGUA y ALIMENTOS.
- Reducción del RIESGO de DESASTRES NATURALES.
- CAMBIO CLIMÁTICO.

ENFOQUE CONCEPTUAL DEL Eco RRD y las SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

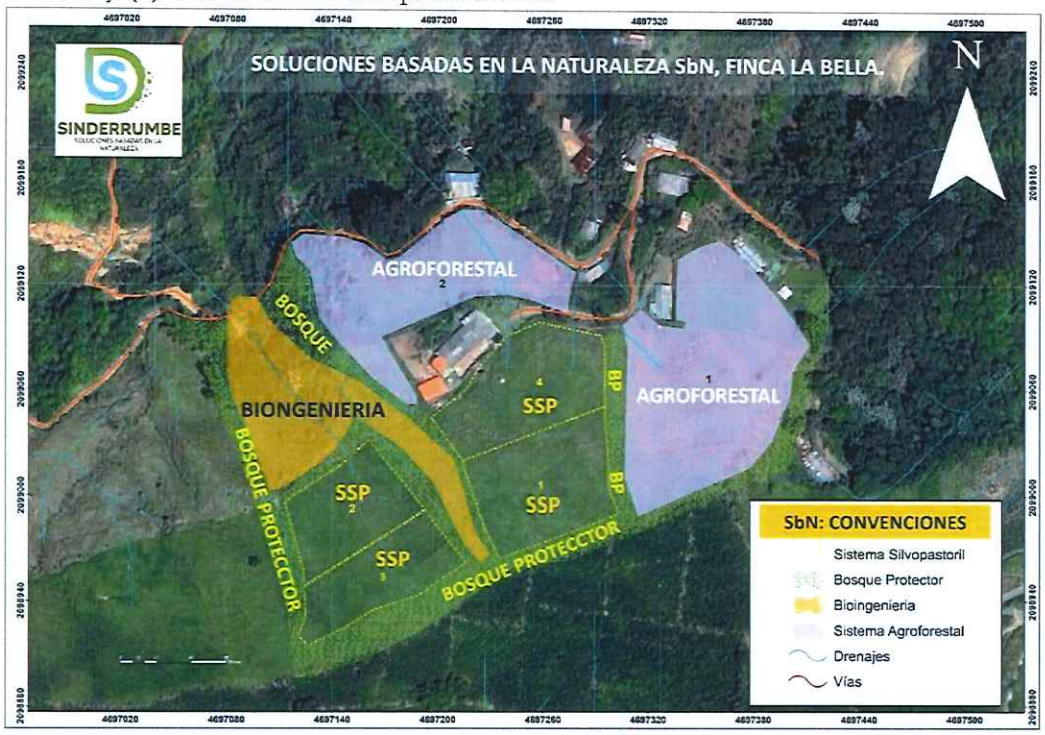
1. MICROZONIFICACIÓN ALREDEDOR DEL AGUA: Planear, ordenar y microzonificar el territorio con participación autoridades, comunidades y propietarios. Se consideran aspecto como:
2. SUSTRACCIÓN DE RED HÍDRICA DE LA LADERA: Protección mediante cerramientos de áreas estratégicas para la provisión de Servicios ambientales esenciales como el AGUA.
3. RENATURALIZACIÓN: Proteger la vegetación existente (Cerramientos, Rescate, adopción y mantenimiento de pioneras de sucesión espontánea) y enriquecimiento con siembra de nativas y naturalizadas en alta densidad.
4. CAMBIO DE USO Y MANEJO DEL SUELO, Promover la Reconversión productiva en las fincas con usos del suelo insostenible hacia Sistemas Silvopastoriles y Sistemas Agroforestales.
5. BIOINGENIERÍA COMUNITARIA: Estabilizar zonas con deslizamientos activos con Soluciones basadas en la Naturaleza como Bioestructuras y Biométodos asociadas a siembras en alta densidad.
6. El área de captación es la superficie que intercepta lluvias y es muy importante como elemento de cálculo del volumen de lluvia que se pueden acumular en las precipitaciones. En GdeR entonces, el área de captación la constituyen también elementos captadores como por ejemplo las vías, viviendas y los espacios artificializados.

Previo al diseño de las SbN sugeridas se realizó un trabajo de aprestamiento en terreno con el propósito de:

- Identificar a los actores sociales del territorio.
- Valorar en campo el área de influencia y los sitios críticos afectados con el movimiento en masa que representan riesgos para la comunidad (beneficio colectivo).
- Determinar los factores tensionantes que afectan o pueden afectar las áreas a restaurar (expansión de la frontera; sobre carga de UGG y sobrepastoreo; quemas; aplicación de herbicidas entre otras).
- Identificar la composición y estructura de los ecosistemas a intervenir.
- Explorar el potencial de cambios de uso y de manejo con los propietarios.
- Identificar especies nativas y/o naturalizadas de alto valor ecológico: distribución, suelos, clima, condiciones para su desarrollo, etapa sucesional.

DISEÑO DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

La concepción de la propuesta parte de la **MICROZONIFICACIÓN** del área de influencia y del área degradada y se enfoca en recuperar el funcionamiento ecosistémico y la capacidad reguladora del conjunto de la ladera (Eco RRD). Se plantea operar un cambio de uso a escala: , **(1) Cerramientos protectores** con cercas vivas **(2) Renaturalización**: Liberando los potreros colindantes con los cuerpos de agua para transformarlos en Bosques protectores y reguladores y en Corredores de conectividad ecológica; **(3) Bioingeniería** las áreas degradadas con procesos erosivos y de movimientos en masa **(4) Reconversión productiva:** Sistemas Silvopastoriles SSP y Sistemas Agroforestales SAF en las zonas de vocación para usos productivos y **(5) Obras civiles** complementarias.



Ubicación espacial simulada de las estrategias sugeridas para Reducción del Riesgo con Ecosistemas Eco RRD y Soluciones basadas en la Naturaleza SbN para el caso de la vía entre La Convención – El Rayo, finca La Bella, Marsella, Risaralda.

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza **SbN** sugeridas para la vereda La Convención, Finca La Bella parten del enfoque de Reducción de riesgos basado en Ecosistemas **Eco RRD** bajo la evaluación de la relación CAUSA: EFECTO. En este sentido, las SbN propuestas son elementos que se adicionan o restauran el paisaje alrededor del agua, buscando aumentar la conectividad funcional del paisaje, brindar sostenibilidad a los usos productivos del suelo, proveer hábitat para la biodiversidad nativa y rehabilitar la vía interveredal afectada.

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA SUGERIDAS PARA VÍA LA CONVENCIÓN – EL RAYO, FINCA LA BELLA.

(1) CERRAMIENTOS PROTECTORES con alambre de púa y cercas vivas. Se plantean cerramientos protectores en las áreas naturales de conservación del predio donde haya acceso al pastoreo de animales o donde persistan otros tensionantes activos en zonas estratégicas para recuperar el ciclo de regulación hídrica de la ladera.



Los cerramientos protectores aportan a la conectividad de zonas claves identificadas en la etapa de diseño de las SbN. Estos cerramientos ofrecen protección inmediata y favorecen los procesos de restauración espontánea cuando limitan o controlan los agentes causantes de la degradación (como es el caso de pastoreo animales, quemas periódicas y presencia de especies invasoras entre otras).

Cantidad cerramientos cercos: 2,3 kilómetros

(2) CORREDORES DE CONECTIVIDAD, RENATURALIZACIÓN Y BOSQUE PROTECTOR BP.

La VEGETACIÓN es el elemento principal para lograr la estabilización definitiva y la integración ecológica, funcional y paisajística de los terrenos afectados por procesos erosivos severos y por derrumbes. La consolidación de un conglomerado de vegetación nativa o naturalizada, preferencialmente de múltiples estratos de desarrollo como arbóreo, arbustivo, herbáceo y de coberturas rastreras densas aumenta la resistencia al fallamiento o fractura del suelo y ofrece el equilibrio ecosistémico que promueven las plantas. Con el desarrollo de la vegetación se reduce progresivamente la probabilidad de degradación de los suelos, al recuperarse la FUNCIÓN MECÁNICA como es la cohesión y anclaje del suelo y la FUNCIÓN HIDRÁULICA: interceptación de las lluvias, disipación y evotranspiración entre otras.

MAPA MICROZONA PARA CORREDORES Y BOSQUE PROTECTOR BP-



Ubicación espacial simulada de la estrategia de Corredores de conectividad con Bosque protector para el caso de la vía entre La Convención – El Rayo. **Cantidad Bosque protector: 1,29 Hectáreas.**

La estrategia de RENATURALIZACIÓN propuesta integra el rescate y la adopción de plantas pioneras de alto valor presentes en las áreas a intervenir con la siembra o enriquecimiento de plantas nativas de vivero. Se busca incorporar especies de flora local a esos remanentes o fragmentos de bosque, que pueden ser poco abundantes o están sin representación en algunos sitios. Muchas de las especies amenazadas presentan muy bajas poblaciones, están representadas por pocos individuos, la producción de semillas es baja o es depredada antes de la dispersión primaria; otras especies se ven afectadas por no encontrar sitios adecuados para la germinación y establecimiento, o porque los dispersores de sus semillas ya no se encuentran en esas áreas (mamíferos, aves frugívoras grandes).

(3) BIOINGENIERÍA COMUNITARIA.

Las bioestructuras de empotramiento profundo son tratamientos restaurativos denominadas vivas al emplearse para su construcción materiales vegetales como trozas de guadua o troncos rollizos, que son complementadas con la siembra de plantas en alta densidad que asumen las funciones estabilizadoras en relativo poco tiempo y se convierten en el componente estructural de refuerzo y estabilización de laderas y taludes. La función principal de las bioestructuras es el manejo de las escorrentías y de las aguas subsuperficiales o internas. El empleo de estructuras y controles vivos o biomecánicos garantizan un manejo adecuado de las aguas, que refuerzan y brindan estabilidad del terreno mientras se establece y arraiga la vegetación.

MAPA MICROZONA PARA CORREDORES Y BOSQUE PROTECTOR BP-



Ubicación espacial simulada de la estrategia de BIOINGENIERÍA COMUNITARIA para el caso de la vía entre La Convención – El Rayo. **Área núcleo a intervenir: 0,663 Hectáreas.**

BIOESTRUCTURAS DE EMPOTRAMIENTO PROFUNDO SUGERIDAS (APU)

TRINCHOS VIVOS CON VERTEDERO O TRINCHOS EN V.

Los Trinchos con vertedero son estructuras biomecánicas construidas en guadua que se establecen en forma escalonada a través de la pendiente, sobre el curso principal de los drenajes naturales principales o secundarios. Son de reducida altura efectiva pero de empotramiento profundo tanto en los lados como en el fondo, razón por la cual la mayor parte de la guadua que se emplea debe quedar enterrada. No se requieren elementos de amarre de los entramados como alambre o puntillas.



Excavaciones para instalar los trinchos profundos.



Empotramiento profundo.



Estado final de la obra, se siembra densamente.

Funciones Trinchos con Vertedero.

- Disminuir la velocidad erosiva del agua de escorrentía.
- Controlar el crecimiento en profundidad de cauces y lechos, la amplitud de surcos y la formación de cárcavas.
- Retener partículas del suelo, mejorar la regulación hídrica del terreno y favorecer el desarrollo de núcleos de vegetación.

TERRAZAS ESCALONADAS DE EMPOTRAMIENTO PROFUNDO.

Estructuras biomecánicas construidas con guadua con las que se reduce gradualmente la pendiente con la conformación de balcones escalonados que luego son sembrados densamente con cobertura vegetal de distintos estratos: rastrero denso, arbustos y árboles. No son obras de contención y por eso su altura efectiva debe ser la menor que sea posible. La mayor parte de la guadua empleada queda enterrada y sólo una parte menor (3 a 4 guaduas) queda expuesta.





Terrazas escalonadas de empotramiento profundo sembradas en alta densidad.

Funciones.

- Reducir la pendiente y brindar una base o pie estable en taludes o base de laderas.
- Favorecer la acumulación de sedimentos y mejorar la regulación hídrica del terreno.
- Contribuir al desarrollo de núcleos de vegetación rastrera, arbustos y árboles.





Terrazas escalonadas de empotramiento profundo.

SISTEMAS DE DRENAJE MEDIANTE FILTROS VIVOS.

Descripción: Zanjas interconectadas en el sentido de la pendiente, que se rellenan con camas sobrepuestas de guadua, roca o híbridos (con estos materiales), que posteriormente se cubre con material vegetal con capacidad de rebrote.

Función: Evacuación rápida de las aguas internas que saturan y deslizan el terreno y conducción hasta lugares seguros tales como drenajes naturales y cunetas.



Sistema de filtos vivos en espina de pescado





Apertura de zanja y disposición del entramado en roca o guadua.

DISIPADORES SIMPLES.

Son estructuras sencillas que se ubican en sentido transversal a la dirección de las corrientes superficiales sobre surcos, cunetas y zonas de tránsito de las aguas de escorrentías para incrementar la rugosidad del terreno. Se construyen con elementos naturales disponibles como piedras, troncos o trozas de guadua y se ubican en el área de captación, las zonas de tránsito y los sitios de acumulación de las escorrentías. Pueden ser simples si son superficiales o dobles si requieren empotrarlos a mayor profundidad.



Funciones.

- Controlar la erosión hídrica por incremento de la rugosidad del terreno y reducción de la velocidad del agua de escorrentía.
- Disminuir la velocidad y desviar escurrimientos hacia sitios protegidos.
- Favorecer la infiltración, retener humedad y sedimentos

MUROS VIVOS, MUROS FILTRANTES Y MUROS HÍBRIDOS.

Son muros conformados por Gaviones rellenos de suelo roca o mixtos. Se trata de cajas de forma prismática rectangular de malla de alambre de triple torsión (2mX1mX1m), rellena de sacos de suelo que se implementan de manera escalonada a través de la pendiente de taludes verticales. Se emplea sustrato de suelo que debe estar disponible en el sitio de trabajo. Internamente se amarran con tensores y velas para darle horma y garantizar la durabilidad. Adicionalmente, cada malla va recubierta por un geomanto que proporciona mayor durabilidad al gavión y propicia el desarrollo de la vegetación sembrada sobre sí mismo. El muro se siembra con vegetación reguladora y ornamental.





Muros vivos.

GEOMANTOS.

El revestimiento de taludes con Geomanto ofrece protección física inmediata, evita el desprendimiento de rocas y favorece el arraigo de vegetación propia de taludes. Estos materiales garantizan una duración mínima de entre 15 y 20 años. El bio manto brinda una protección contra la erosión severa, permite la aireación y evotranspiración del agua que satura el suelo y promueve el desarrollo de la vegetación entre las cavidades que posee. Se aplica abono hidratado y enriquecido con semillas de plantas nativas pioneras.





Recubrimiento protector con Geomanto, siembra de Barreras transversales con plantas y aplicación de abono semillado bajo el Geomanto.

(4) RECONVERSIÓN PRODUCTIVA.

CAMBIO DE USOS: Cambio de uso y de manejo del suelo en el área de influencia, promoviendo la reconversión productiva de ganadería extensiva hacia Sistemas Silvopastoriles **SSP** (Subdivisión de potreros; Rotación con cercas eléctricas con panel solar; Conformación de corredores de conectividad con árboles nativos, Bancos lineales con plantas forrajeras y Bebederos sustitutos) y de monocultivos y cultivos limpios hacia Sistemas Agroforestales **SAF**.

4.1 SISTEMAS SILVOPASTORILES.

MODELO: Franjas para sub división y rotación de potreros y siembra de árboles nativos y forrajeros en su interior.

Para rehabilitar el funcionamiento ecosistémico se deben incorporar cambios de manejo de la ganadería que incorporen además buenas prácticas culturales. Se plantea excluir los drenajes naturales como áreas productivas con cercas con alambre de púa y estacas vivas para futuro reemplazo.

Para compensar las áreas que se liberan de pastoreo y garantizar que no se expanden los potreros, se plantea reconvertir un área demostrativa hacía SSP Sistemas Silvopastoriles. Estos SSP consisten en disponer unas franjas dentro de los potreros, con cerca eléctrica alimentada por un kit panel solar y con bebederos sustitutos que provean de agua al ganado que actualmente accede directamente hasta las fuentes hídricas.

Este sistema permite mitigar los efectos negativos de la ganadería extensiva por (1) introducir árboles nativos y forrajeros, (2) mejorar la productividad ganadera, (3) reducir la compactación con la rotación del ganado entre subdivisión de potreros y (4) por la protección a las fuentes hídricas, debido a los cerramientos protectores y a la ubicación de bebederos sustitutos móviles.



Franjas para Sistema Silvopastoril. CVC, RH+ y SINDERRUMBE, Bitaco 2021



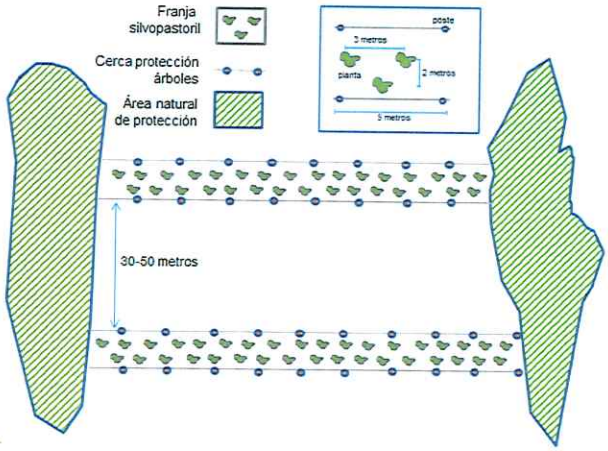
Sistema de panel solar para rotaciones. CVC, RH+ SINDERRUMBE Bitaco



Bebedero sustituto. CVC, RH+ SINDERRUMBE Bitaco 2021

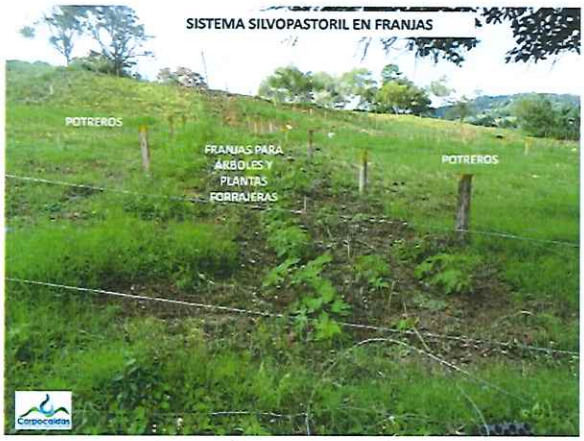
Para el caso de la finca La Bella se propone establecer franjas de árboles sobre áreas de praderas dedicadas a ganadería extensiva desprovistas de árboles y pendiente promedio inferior al 50%, para aumentar la conectividad entre áreas naturales aisladas, principalmente bosques ribereños o fragmentos de bosque representativos del predio, aportando alimento, movilidad o refugio a la fauna. La instalación de franjas de árboles protegidas con cercas eléctricas facilita la rotación de

las praderas; aumenta la productividad del sistema gracias al mejoramiento del entorno de los animales (reducción del stress calórico), aporte de forraje, fijación de nitrógeno al suelo por parte de algunas especies; y favorece la protección del suelo y la regulación hídrica. Se utilizan especies crezcan a campo abierto, que puedan ofrecer tanto alimento o refugio a la fauna como utilidad al propietario del predio (forraje, madera, frutos, etc.).



Cerca protección árboles. Para la protección de los árboles se instalarán cercas eléctricas con las siguientes especificaciones:

- Longitud aislamiento por hectárea: 600 metros (300 por franja por 2 lados).
- Distancia entre postes hincados: 5 metros.
- Distancia entre pie de amigos: 50 metros
- Número de hilos de alambre cerco: 2
- Poste de madera, largo 1,6 metros,
- Instalación del kit de cerca eléctrica (impulsor con panel solar 30-50 Km según área a atender, accesorios que permitan dejar funcional la cerca eléctrica –impulsor, panel, tensores, aisladores, etc.).





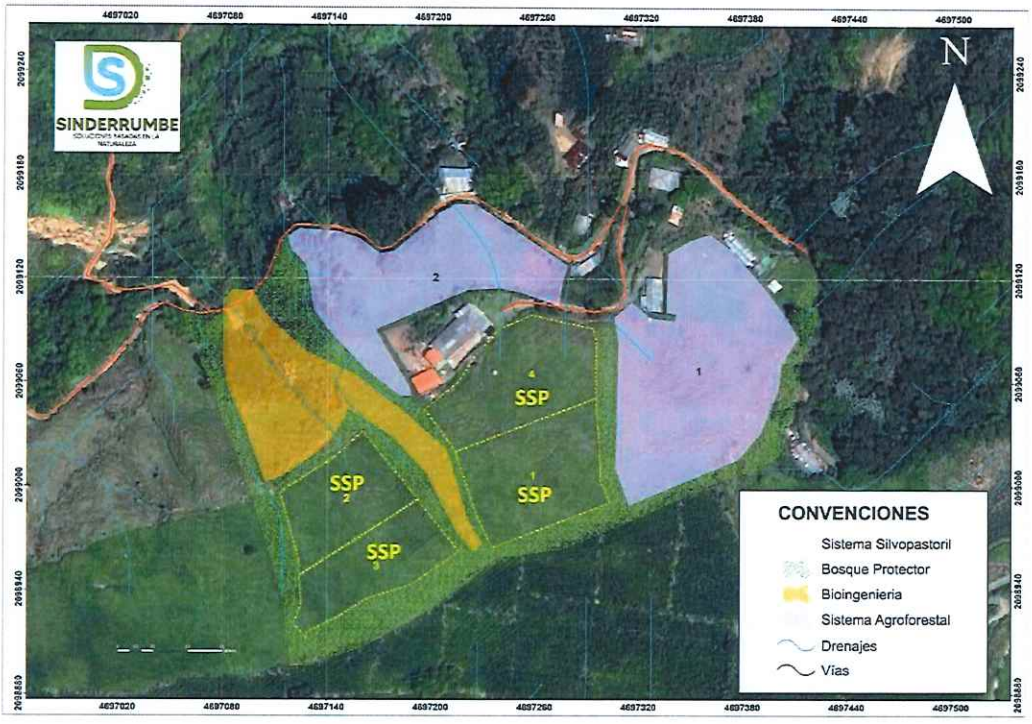
La reconversión productiva hacia Sistemas Silvopastoriles, SSP.





El Sistema Silvopastoril SSP con franjas de subdivisión y para rotación permite liberar las áreas de funcionamiento hídrico de las laderas ocupadas con potreros, incrementar la conectividad ecológica y mejorar la productividad de las fincas ganaderas.

MAPA MICROZONA PARA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA HACIA SSP.



Ubicación espacial simulada de la estrategia de BIOINGENIERÍA COMUNITARIA para el caso de la vía entre La Convención – El Rayo. **Área intervenir SSP: 1,56 Hectáreas.**

4.2 SISTEMA AGROFORESTAL

Combinación de cultivos y especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, que pueden ser maderables, frutales o forrajeras y contribuyen a la conectividad de áreas naturales, ofrecen

ingreso económico, alimento y refugio a fauna y se integran a los otros componentes del diseño en Finca La Bella. La forma, densidad y tamaño de la copa de los árboles son factores claves a analizar para realizar una buena combinación y dependerá de los requerimientos o tolerancia de sombra del cultivo.

MODELO:

COMPONENTE	EJEMPLO	DENSIDAD
Cultivo principal.	Aguacate, Frutales; Café.	238 por hectárea
Barrera transversal.	Citronela, Limoncillo, Vetiver	5 franjas de 100 m de longitud cada 20 mts
Cultivo transitorio.	Maíz, Yuca, Frijol.	0,25 de hectáreas por Ha de cultivo principal



Microzona de los SAF, **Área total: 1,81 hectáreas**



Sistema agroforestal con policultivos.

ASPECTOS FINANCIEROS

CANTIDADES DE OBRA
PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSIÓN
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS APU

PROYECCIÓN DE CANTIDADES DE OBRA.

CANTIDADES DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

ESTRATEGIAS	UNIDAD	META
CERRAMIENTO PROTECTOR	KM	1,8
RENATURALIZACIÓN:BP	HA	1,29
SISTEMA AGROFORESTAL	HA	1,81
SISTEMA SILVOPASTORIL	HA	1,56
BIOINGENIERÍA	GLOBAL	

PROYECCIÓN DE CANTIDADES DE OBRA BIOINGENIERÍA

PROYECCIÓN CANTIDADES DE OBRA RESERVA FORESTAL LA NONA					
BIOESTRUCTURA		112	55	65	232
		SECC ALTA	SECC MEDIA	SECC BAJA	TOTAL
TRINCHOS CON VERTEDERO	METRO	224,0	48	165,0	437,0
DISIPADORES	METRO		40	80	120
TERRAZAS ESCALONADAS	METRO		180	360	540
FILTROS TIPO FRANCÉ	M3		165	130	295
MUROS FILTRANTES	M3		82,5	32,5	115
MUROS VIVOS SUELO	M3		137,5	130	267,5

PROYECCIÓN DE CANTIDADES DE SIEMBRAS.

CANTIDADES DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

ESTRATEGIAS	UNIDAD	TOTAL PLANTAS
CERRAMIENTO PROTECTOR	KM	720
RENATURALIZACIÓN:BP	HA	987
SISTEMA AGROFORESTAL	HA	7.037,28
SISTEMA SILVOPASTORIL	HA	811,20
SIEMBRA ÁRBOLES		900
BARRERAS CON PLANTAS		750
REVEGETALIZACIÓN ESTACAS		1.400
TOTAL OBRA Y SIEMBRA SBn LA BELLA, MARSELLA		**12.605**

PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSIÓN.

ECO RRD Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA LA CONVENCIÓN, FINCA LA BELLA, MARSELLA

PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSIÓN				
SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	**ESTRATEGIA**	**UNIDAD**	**META**	**INVERSIÓN**
CERRAMIENTO CON CERCA VIVA	Cerca en madera y estaca viva	KM	1,80	$ 51.530.276
SISTEMA SILVOPASTORIL EN FRANJAS	Franjas dobles y Banco lineal	HA	1,50	$ 37.773.244
SISTEMA AGROFORESTAL		HA	1,80	$ 38.198.170
RENATURALIZACIÓN	Rescate, adopción y enriquecimiento	HA	1,20	$ 27.326.743
BIOINGENIERÍA		GLOBAL	-	$ 597.970.546
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 752.798.978**
ADMINISTRACIÓN	23%			$ 173.143.765
UTILIDADES	7%			$ 52.695.928
IVA UTILIDADES	19%			$ 10.012.226
SUB TOTAL A Y U				**$ 235.851.920**
INVERSIONES EN VÍA LA CONVENCIÓN - EL RAYO FINCA LA BELLA				**$ 988.650.898**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

RENATURALIZACIÓN.

RENATURALIZACIÓN: RESCATE Y ADOPCIÓN DE PLANTAS PIONERAS Y SIEMBRA DE PLANTAS NATIVAS

COSTO POR HECTAREA

Densidad de siembra 810 árboles/ha (SIEMBRA DE NATIVAS DE VIVERO 550 Y 300 NATIVAS PIONERAS RESCATADAS)

Pesos 2024

DETALLE	CANT/Ha	UNIDAD	VALOR/UNIT	TOTAL/Ha
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1 MANO DE OBRA				
ROCERIA ALTA para adecuación	5	Jornal	100.962,0	504.810,0
TRAZO	1	Jornal	100.962,0	100.962,0
AHOYADO	6	Jornal	100.962,0	605.772,0
PLATEO.	3	Jornal	100.962,0	302.886,0
FERTILIZACION	1	Jornal	100.962,0	100.962,0
SIEMBRA	6	Jornal	100.962,0	605.772,0
RESIEMBRA	2	Jornal	100.962,0	201.924,0
TRANSPORTE (menor)	4	Jornal	100.962,0	403.848,0
CONTROL FITOSANITARIO	2	Jornal	100.962,0	201.924,0
SUBTOTAL MO	**30**			**3.028.860**
1.2 INSUMOS				
PLANTULAS DE 1 MT (incluye 10% pérdidas)	500,0	PLANTULA	16.000,0	8.000.000
RESCATE NATIVAS PIONERAS	200,0	PLANTA	9.000,0	1.800.000
PLANTONES	65,0	PLANTA	60.000,0	3.900.000
ABONO SEMILLADO PARA DISPERSIÓN	10,0	KG	70.000,0	700.000
FERTILIZANTE COMPUESTO (50 GR /Plantula)	40,0	KGR	4.504,0	180.160
CONTROLADOR ORGANICO DE PLAGAS	6,0	LIBRAS	44.075,0	264.450
CONTROLADOR DE ARVENSES	4,0	LTS	39.843,0	159.372
CAL DOLOMITA (300gr/planta)	186,0	KGR	359,0	66.774
SUBTOTAL INSUMOS				**15.070.756**
SUBTOTAL DIRECTOS				**18.099.616**
2. COSTOS INDIRECTOS				
HERRAMIENTAS (5% MO)				151.443
TRANSPORTE GENERAL DE LOS INSUMOS (30%COSTO INSUMOS)				4.521.227
SUBTOTAL INDIRECTOS				**4.672.670**
COSTO TOTAL ESTABLECIMIENTO POR HECTÁREA				**22.772.286**
				0
			VR UNITARIO POR HA	**22.772.286**

SISTEMA SILVOPASTORIL SSP.

COSTO UNITARIO ESTABLECIMIENTO VIGENCIA 2026
SISTEMA SILVOPASTORIL: FRANJAS DOBLES, KIT SOLAR, BANCO LINEAL CON FORRAJES
Especificaciones y condiciones técnicas

Item	Unidad	Cantidad	Especificación
Unidad de costo	Hectárea	1	Intervención en praderas con pendiente promedio inferior al 50% y menos de 30 árboles/Ha; siembra en tres bolillos 3x2 m ó 5x2,5x5 m; franjas espaciadas entre 30-50 metros siguiendo curva de nivel. Bancos lineales en bordes externos con plantas forrajeras
Número de plantas por hectárea	Plantón 1 mt altura	200	
Bancos lineales: Plantas forrajeras	Plantas	400	
Porcentaje plantas especies nativas	%	60%	
Porcentaje plantas especies introducidas	%	40%	
Porcentaje de reposición plantas	%	10%	
Abono orgánico compostado por Ha	Kilo	601	500 gramos por planta (fondo hoyo).
Micorriza por Ha	Kilo	12	20 gramos por planta a la siembra.
Control fitosanitario por Ha	Kilo	1	Control de enfermedades o plagas.
Hidroretenedor por Ha	Kilo	3,0	5 gramos por planta a la siembra.
Inductor de enraizamiento	Kilo	2,0	Hormona de enraizamiento material vegetativo
Aislamiento por hectárea	Metro	600	Poste de madera, largo 1,6 metros, mínimo 50% de postes aserrados a 4 caras (ángulo 90°) y los restantes aserrados mínimo a dos caras (ángulo 90°); 10 cm en cada cara aserrada y espesor (medida en la punta más delgada del poste sin considerar corteza).
Distancia entre postes hincados	Metro	5	
Postes hincados por hectárea	Poste	120	
Distancia entre pie de amigos	Metro	40	
Pie de amigos por hectárea	Poste	15	
Número de hilos de alambre	Hilo	2	Alambre galvanizado liso calibre 12, resistencia +140 kgf/mm2
Alambre galvanizado por Ha	Kilo	60	
Grapa por Ha	Kilo	2	
Impermeabilizante postes por Ha	Galón	1,8	Aplicar mezcla 1:1 por inmersión sobre 80 cm de la base del poste sin corteza.
Disolvente impermeabilizante por Ha	Galón	1,8	
Pintura señalización postes	Frasco	1	Pintar logo No. contratación y año.
Cerca eléctrica (valor proporcional por Ha)	Kit	1	Impulsor con panel solar, tensores, aisladores, manguera, accesorios general. 1 kit alcance 30 kms (18 hectáreas)

META CONVENIO

No.	Item	Unidad	Cantidad	Costos Unitarios	Valor/hect
1	**Mano de obra**				
1.1	Adecuación sitios siembra	Sitio	3	100.962	323.078
1.2	Demarcación sitios siembra	Sitio	2	100.962	171.635
1.3	Ahoyado siembra	Hoyo	3	100.962	323.078
1.4	Plateo siembra	Planta	3	100.962	312.982
1.5	Siembra	Planta	3	100.962	312.982
1.6	Ahoyado resiembra	Planta	0,3	100.962	30.289
1.7	Resiembra	Planta	0	100.962	30.289
1.8	Fertilización	Planta	2	100.962	151.443
1.9	Control fitosanitario	Planta	2	100.962	151.443
1.10	Ahoyado cerco	Hoyo	6	100.962	605.772
1.11	Hincado postes	Poste	6	100.962	605.772
1.12	Impermeabilización postes	Poste	2	100.962	201.924
1.13	Transporte menor cerco	Kilo	16	100.962	1.615.392
1.14	Transporte menor siembra	Kilo	7	100.962	706.734
1.15	Instalación cerca eléctrica	Metro	15	100.962	1.514.430
	Subtotal mano de obra				**7.057.244**
2	**Materiales e insumos**				
2.1	Plantas	Unidad	220	12.500	2.750.000
	Estacas Banco Forrajes Lineal	Material vgetativo: estacas, rizomas	300	7.392	2.217.600
2.2	Abono orgánico compostado	Kilo	601	2.100	1.261.050
2.3	Hidroretenedor	Kilo	3,0	130.000	390.000
2.4	Micorriza	Kilo	12	24.000	288.000
2.5	Plaguicida	Kilo	1	85.000	85.000
	Hormona enraizamiento	kilo	1	62.000	62.000
2.6	Poste de madera 1,6x0,1x0,1 m	Poste	135	28.000	3.780.000
2.7	Alambre galvanizado cal. 12	Rollo	60	19.400	1.164.000
2.8	Grapa 1-1/4"	Kilo	2	24.000	48.000
2.9	Impermeabilizante madera	Galón	1,8	65.000	117.000
2.10	Disolvente impermeabilizante	Galón	1,8	25.000	45.000
2.11	Cerca eléctrica	1 kit alcance 30 km 18 has	1	560.000	560.000
	Bebedero sustituto	Kit	4	480.000	1.920.000
	Subtotal materiales e insumos				**14.687.650**
3	**Otros costos directos**				
3.1	Herramientas	5%	1	352.862	352.862
3.2	Transporte insumos	9%	1	1.321.889	1.321.889
	Sobreacarreos: hombro/mula	12%	1	1.762.518	1.762.518
	Subtotal otros costos directos				**3.437.269**
	Total Costos Directos				**25.182.162**
	VALOR TOTAL				**25.182.162**

SISTEMA AGROFORESTAL SAF.

SISTEMA AGROFORESTAL POLICULTIVOS
COSTO POR HECTAREA 2026
CULTIVO PRINCIPAL: Densidad de siembra 625 árboles/ha (4X4 METROS)
5 Franjas de Barreras trasnversales con herbáceas: Citronela, Limoncillo, Vetiver o similar

DETALLE	CANT/Ha	UNIDAD	VALOR/UNIT	TOTAL/Ha
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1 MANO DE OBRA				
TRAZO Y ROCERIA	3	Jornal	100.962,0	302.886,0
AHOYADO	4	Jornal	100.962,0	403.848,0
PLATEO	3	Jornal	100.962,0	302.886,0
FERTILIZACION	2	Jornal	100.962,0	201.924,0
SIEMBRA	10	Jornal	100.962,0	1.009.620,0
RESIEMBRA	3	Jornal	100.962,0	302.886,0
TRANSPORTE PLANTULAS (menor)	5	Jornal	100.962,0	504.810,0
CONTROL FITOSANITARIO	4	Jornal	100.962,0	403.848,0
UNA LIMPIA O PLATEO (Primer mantenimiento para fertilizar)	6	Jornal	100.962,0	605.772,0
SUBTOTAL MO	**40**			**4.038.480**
1.2 INSUMOS				
PLANTULAS (incluye 10% pérdidas)	688	Arbol	12.500	8.600.000
BARRERAS TRANSVERSALES	3.000	Planta esqueje	850	2.550.000
CULTIVO TRANSITORIO: MAÍZ, FRIJOL	0,25	HA	6.000.000	1.500.000
FERTILIZANTE Compuesto (45 a 60 dias de sembrados)	24	KGR	4.850	116.400
CAL DOLOMITA	66	KGR	450	29.700
CONTROLADOR ORGANICO DE PLAGAS	3,0	KGR	46.085,0	138.255
CONTROLADOR DE ARVENSES	3,0	LTS	42.600,0	127.800
SUBTOTAL INSUMOS				**13.062.155**
SUBTOTAL DIRECTOS				**17.100.635**
2. COSTOS INDIRECTOS				
HERRAMIENTAS	5%			201.924
TRANSPORTE INSUMOS	30%			3.918.647
SUBTOTAL INDIRECTOS				**4.120.571**
COSTO TOTAL ESTABLECIMIENTO Y PRIMER MANTENIMIENTO				**21.221.206**

BIOINGENIERIA. APU BIOESTRUCTURAS.
TRINCHOS CON VERTEDERO

APU OBRAS DE BIOINGENIERÍA DE EMPOTRAMIENTO PROFUNDO - COSTOS DIRECTOS
TRINCHO CON VERTEDERO ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1. MATERIALES	SUPUESTO / DESCRIPCIÓN	Unidad	Vr Unit	TRINCHO EN V Cant.	TRINCHO EN V Vr. Mt
GUADUA TIPO BIOINGENIERÍA:					
Trozas verticales	GUADUA Trozas para pilares	ML	3.500	5	17.500
Trozas horizontales	GUADUA Trozas para entramado	ML	3.500	10	35.000
		SUB TOTAL MATERIALES			**52.500**
2. MANO DE OBRA					
ADECUACIONES					
Adecuación del terreno	Limpieza terreno	Jornal	100.962	0,06	6.058
Excavaciones	Ahoyado	Jornal	100.962	0,4	40.385
Relleno	Relleno con suelo del sitio	Jornal	100.962	0,2	20.192
Compactación	Compactación y empotramiento	Jornal	100.962	0,1	10.096
Adecuación de los materiales	Corte y sellado	Jornal	100.962	0,1	10.096
Demarcación			100.962	0,05	5.048
CONSTRUCCIÓN					
Armado de la estructura	Dispos. - ajuste de materiales (1,5 hr)	Jornal	100.962	0,3	30.289
		SUB TOTAL MANO DE OBRA		**1,26**	**125.193**
3. TRANSPORTES MAYORES					
Transporte a obra	Transporte de carga	Gl.			592
4. HERRAMIENTAS - DOTACIÓN					
Dotación y Herramientas	Dotación , Equipo STT, Herramientas	Gl			7.512
					185.796

TERRAZAS ESCALONADAS

APU OBRAS DE BIOINGENIERÍA DE EMPOTRAMIENTO PROFUNDO - COSTOS DIRECTOS

TERRAZAS EN GUADUA - ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1. MATERIALES	SUPUESTO / DESCRIPCIÓN	Unidad	Vr Unit	TERRAZA Cant.	TERRAZA Vr. Mt
GUADUA TIPO BIOINGENIERÍA:					
Trozas verticales	GUADUA Trozas para pilares	ML	3.500	6	21.000
Trozas horizontales	GUADUA Trozas para entramado	ML	3.500	14	49.000
			SUB TOTAL MATERIALES		**70.000**
2. MANO DE OBRA					
ADECUACIONES					
Adecuación del terreno	Limpieza terreno	Jornal	100.962	0,06	6.058
Excavaciones	Ahoyado	Jornal	100.962	0,5	50.481
Relleno	Relleno con suelo del sitio	Jornal	100.962	0,2	20.192
Compactación	Compactación y empotramiento	Jornal	100.962	0,1	10.096
Adecuación de los materiales	Corte y sellado	Jornal	100.962	0,1	10.096
Demarcación			100.962	0,05	5.048
CONSTRUCCIÓN					
Armado de la estructura	Dispos. - ajuste de materiales (1,5 hr)	Jornal	100.962	0,3	30.289
			SUB TOTAL MANO DE OBRA	**1,31**	**132.260**
3. TRANSPORTES MAYORES					
Transporte a obra	Transporte hasta sitio de trabajo	Gl			1.050
4. HERRAMIENTAS - DOTACIÓN					
Herramientas	Dotación , Equipo STT, Herramientas	Gl			1.068
					204.378

MURO FILTRANTE EN ROCA

MURO VIVO CON GAVIONES EN SUELO

1. MATERIALES	SUPUESTO / DESCRIPCIÓN	Unidad	Vr Unit	GAVION ROCA Cant.	GAVION ROCA Vr. ML
Material entramado					
Malla gavión	Malla triple torción 2X1X1	Malla	160.000	1	80.000
Alambre	Velas, tensores, amarres	Gl			16.000
Estopas / empaques polipropileno		Estopa	1.200		-
Hilo costura empaques					
Geotextil		Mt	18.000	3	54.000
Cimentación o revestimiento gavión piedra	Cemento	Bto	35.000	2	70.000
	Balasto	m3	45.000	0,5	22.500
	Hierro, varilla 10 mts		16.000	0,5	8.000
Geomanto		m2	26.000		
Rocas		m3	180.000	1	180.000
Material vegetal		m2	28.000		
			SUB TOTAL MATERIALES		**430.500**
2. MANO DE OBRA					
ADECUACIONES					
Adecuación del terreno	Limpieza terreno	Jornal	100.962	0,5	50.481
Excavaciones	Ahoyado	Jornal	100.962	2	201.924
Compactación	Compactación y empotramiento	Jornal	100.962		-
CONSTRUCCIÓN			-		-
Cosido empaques	Tejido manual de estopas		100.962		
Armado de la estructura	Dispos. - ajuste de materiales	Jornal	100.962	0,5	50.481
			SUB TOTAL MANO DE OBRA	**3,5**	**302.886**
3. TRANSPORTES MAYORES					
Transporte a obra	Transporte hasta sitio de trabajo	Gl			25.000
4. HERRAMIENTAS - DOTACIÓN					
Herramientas	Dotación , Equipo STT, Herramientas	Gl			15.144
					773.530

MURO VIVO EN SUELO.

MURO VIVO CON GAVIONES EN SUELO

1. MATERIALES	SUPUESTO / DESCRIPCIÓN	Unidad	Vr Unit	GAVION SUELO Cant.	GAVION SUELO Vr. ML
Material entramado					
Malla gavión	Malla triple torción 2X1X1	Malla	160.000	1	80.000
Alambre	Velas, tensores, amarres	Gl			26.000
Estopas / empaques polipropileno		Estopa	1.200	42	50.400
Hilo costura empaques					
Geotextil		Mt	18.000		-
Cimentación o revestimiento gavión piedra	Cemento	Bto	35.000		
	Balasto	m3	45.000		
	Hierro, varilla 10 mts		16.000		
Geomanto		m2	26.000	3	78.000
Rocas		m3	180.000	1	
Material vegetal		m2	28.000	1	28.000
		SUB TOTAL MATERIALES			262.400
2. MANO DE OBRA					
ADECUACIONES					
Adecuación del terreno	Limpieza terreno	Jornal	100.962	0,5	50.481
Excavaciones	Ahoyado	Jornal	100.962	2	201.924
Compactación	Compactación y empotramiento	Jornal	100.962	0,8	80.770
CONSTRUCCIÓN			-		-
Cosido empaques	Tejido manual de estopas		100.962	0,2	20.192
Armado de la estructura	Dispos. - ajuste de materiales	Jornal	100.962	1,5	151.443
		SUB TOTAL MANO DE OBRA		6,5	504.810
3. TRANSPORTES MAYORES					
Transporte a obra	Transporte hasta sitio de trabajo	Gl			15.800
4. HERRAMIENTAS - DOTACIÓN					
Herramientas	Dotación , Equipo STT, Herramientas	Gl			25.241
					808.251

DISIPADORES SIMPLES.

APU PRINCIPALES BIOESTRUCTURAS DE EMPOTRAMIENTO PROFUNDO
DISIPADOR SIMPLE O ESCALINATA

1. MATERIALES	SUPUESTO / DESCRIPCIÓN	Unidad	Vr Unit	DISIP. SIMPLE Cant.	DISIP. SIMPLE Vr. ML
MATERIAL BIOESTRUCTURA: GUADUA					
Trozas verticales	GUADUA Trozas para pilares	ML	3.500	4	14.000
Trozas horizontales	GUADUA Trozas para entramado	ML	3.500	8	28.000
		SUB TOTAL MATERIALES			42.000
2. MANO DE OBRA					
ADECUACIONES					
Adecuación del terreno	Limpieza terreno	Jornal	100.962	0,02	2.019
Excavaciones	Ahoyado	Jornal	100.962	0,0375	3.786
Adecuación de los materiales	Corte y sellado	Jornal	100.962	0,0375	3.786
Demarcación			100.962	0,02	2.019
CONSTRUCCIÓN					
Armado de la estructura	Dispos. - ajuste de materiales (1,5 hr)	Jornal	100.962	0,0625	6.310
		SUB TOTAL MANO DE OBRA		0,1775	17.921
3. TRANSPORTES MAYORES					
Transporte a obra	Transporte hasta sitio de trabajo	Gl			300
4. HERRAMIENTAS - DOTACIÓN					
Herramientas	Dotación , Equipo STT, Herramientas	Gl			217
					60.438