

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.4 GEOMORFOLOGÍA



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área
oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva
Esperanza 500 kV

UPME 07 2016

TCE-ET2B-GPB00-0001-1A

Control de Cambios GEOMA

FECHA
31/07/2019

VERSIÓN
V1

DESCRIPCIÓN
Sin modificaciones

ELABORADO POR:
M. Martínez

REVISADO POR:
A. Zambrano

APROBADO POR:
L. Guayara

Control de Revisiones TCE

FECHA
31/07/2019

VERSIÓN
V1

DESCRIPCIÓN
Aprobado

ELABORADO POR:
GEOMA S.A.S.

REVISADO POR:
L. López

APROBADO POR:
L. Montenegro

CONTENIDO

5.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	7
5.1	Medio Abiótico.....	7
5.1.4	Geomorfología.....	7
5.1.4.1	Unidades Geomorfológicas	7
5.1.4.2	Morfografía	36
5.1.4.3	Morfodinámica	41
5.1.4.4	Estudio Multitemporal.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	110



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Unidades Geomorfológicas	7
Tabla 5-2 Rango de pendientes en el Área de Influencia	36
Tabla 5-3 Fenómenos de Remoción en Masa FMR, identificados en el área de estudio	42
Tabla 5-5 Relación de Imágenes Utilizadas	54
Tabla 5-6 Relación de Imágenes Utilizadas	64
Tabla 5-7 Relación de Imágenes Utilizadas	67
Tabla 5-8 Relación de Imágenes Utilizadas	70
Tabla 5-9 Relación de Imágenes Utilizadas	83
Tabla 5-10 Relación de Imágenes Utilizadas	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Geomorfología Área de Influencia	10
Figura 5-2 Geomorfología Área de Influencia	11
Figura 5-3 Geomorfología Área de Influencia	12
Figura 5-4 Geomorfología Área de Influencia	13
Figura 5-5 Geomorfología Área de Influencia	14
Figura 5-6 Esquema ladera estructural y de contrapendiente de cuesta.....	15
Figura 5-7 Colina remanente muy disectada (Dcremd)	27
Figura 5-8 Lomerios poco disectados (Dlpd).....	29
Figura 5-9 Lomo Residual (DIres)	30
Figura 5-10 Panorámica del Cauce del Río Magdalena	35
Figura 5-11 Mapa de pendientes en el área de influencia	37
Figura 5-12 Mapa de pendientes en el área de influencia	38
Figura 5-13 Mapa de pendientes en el área de influencia	39
Figura 5-14 Mapa de pendientes en el área de influencia	40
Figura 5-15 Mapa de pendientes área de influencia	41
Figura 5-16 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Reptación.....	46
Figura 5-17 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Flujo de detritos	47
Figura 5-18 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Escarpe Antiguo	48



Figura 5-19 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia	49
Figura 5-20 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia	50
Figura 5-21 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia	51
Figura 5-22 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia	52
Figura 5-23 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia	53
Figura 5-25 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA A	54
Figura 5-26 Imagen Área de Análisis – A en el año 1974.....	55
Figura 5-27 Imagen del Área de Análisis – A en el año 1995.....	56
Figura 5-28 Imagen del Área de Análisis – A en el año 2017.....	57
Figura 5-29 Zona 1, Área de Análisis A – Año 1974.....	58
Figura 5-30 Zona 1, Área de Análisis A – Año 1987.....	59
Figura 5-31 Zona 1, Área de Análisis A – 2017	60
Figura 5-32 Zona 2, Área de Análisis A – Año 1974.....	61
Figura 5-33 Zona 2, Área de Análisis A – Año 1995.....	62
Figura 5-34 Zona 2, Área de Análisis A – Año 2017.....	63
Figura 5-35 Río Cauca – Cruce 1, año 1986	64
Figura 5-36 Río Cauca – Cruce 1, año 2003	65
Figura 5-37 Río Cauca – Cruce 1, año 2014	66
Figura 5-38 Río Cauca – Cruce 2, año 1986	67
Figura 5-39 Río Cauca – Cruce 2, año 1995	68
Figura 5-40 Río Cauca – Cruce 2, año 2014	69
Figura 5-41 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal, ZONA C	70
Figura 5-42 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2003.....	71
Figura 5-43 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2014.....	72
Figura 5-44 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017.....	73
Figura 5-45 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017.....	74
Figura 5-46 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017.....	75
Figura 5-47 FRM Flujo de Detritos 010 – Año 2017.....	76
Figura 5-48 Flujo de Detritos 010 – Año 2014.....	77
Figura 5-49 Flujo de Detritos 009 – Año 2017.....	78
Figura 5-50 Flujo de Detritos 009 – Año 2014.....	79
Figura 5-51 Flujo de Detritos 008 – Año 2017.....	80
Figura 5-52 Flujo de Detritos 008 – Año 2014.....	81



Figura 5-53 Flujo de Detritos 001 y 002 – Año 2017	82
Figura 5-54 Flujo de Detritos 001 y 002 – Año 2014.....	83
Figura 5-55 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 1970	84
Figura 5-56 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 1984	85
Figura 5-57 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 2016	86
Figura 5-58 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA E – RFPP CARB.....	87
Figura 5-59 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 1975.....	88
Figura 5-60 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 1987	89
Figura 5-61 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 2017	90
Figura 5-62 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975	91
Figura 5-63 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987	92
Figura 5-64 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – 2017	93
Figura 5-65 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975	94
Figura 5-66 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987	95
Figura 5-67 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 2017	96
Figura 5-68 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975	97
Figura 5-69 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987	98
Figura 5-70 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 2017	99
Figura 5-71 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA E – DMI TEQUENDAMA Y C. MANJUÍ.....	100
Figura 5-72 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 1975.....	101
Figura 5-73 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 1987.....	102
Figura 5-74 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 2017.....	103
Figura 5-75 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1975.....	104
Figura 5-76 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1987.....	105
Figura 5-77 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – 2017	106
Figura 5-78 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1975.....	107
Figura 5-79 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1987.....	108
Figura 5-80 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 2017	109

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5-1 Espolón (Ses)	16
Fotografía 5-2 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc).....	17
Fotografía 5-3 Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).....	18



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Fotografía 5-4. Sierra Homoclinal (Ubicación Torre 165).....	19
Fotografía 5-5 Ladera Estructural de Sierra Homoclinal (Sshle).....	20
Fotografía 5-6 Flujo de Lava Característico	21
Fotografía 5-7 Flujo Piroclástico (Vfp) y escarpe de flujo piroclástico (Vfpe).....	22
Fotografía 5-8 Flujo lahárico aterrazado (Vfla).....	23
Fotografía 5-9 Escarpe de Erosión Mayor (Deem)	24
Fotografía 5-10 Sierra Residual (Dsr)	25
Fotografía 5-11 Sierra Denudada (Dsd)	26
Fotografía 5-12 Ladera Moderada (Dlm).....	26
Fotografía 5-13 Loma Residual (Dlor)	31
Fotografía 5-14 Depósitos coluviales inactivos (Dcoi)	32
Fotografía 5-15 Abanico aluvial. Abanicos de Lérida y Armero, Valle Medio del Magdalena en límites con Cordillera Central.	34
Fotografía 5-16 Abanico aluvial. CCH027	34
Fotografía 5-17 Terrazas Fluviales de Acumulación Antigua (Fta).....	34

LISTADO DE ANEXOS

A5.1.1_a Formatos Campo



5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 Medio Abiótico

5.1.4 Geomorfología

El objetivo principal para el desarrollo de la cartografía y el levantamiento geomorfológico del área de influencia del Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016, está dirigido a registrar la información de las formas del terreno, los materiales que lo componen, y los procesos superficiales que los afecten, y así jerarquizar categorizar y conceptualizar las geoformas de la cuenca según la metodología de Carvajal, 2011. La geomorfología es la información básica para el manejo ambiental y territorial de un territorio, dado el carácter de geoindicador que tiene la superficie terrestre al mostrar los más recientes cambios geológicos, propios de la dinámica tanto interna como externa de la tierra. Los mapas y estudios geomorfológicos son herramientas esenciales para diagnosticar el uso y manejo de las tierras, ya que permiten señalar las áreas críticas en relación con los fenómenos erosivos, avalanchas, inundaciones y zonas inestables, además de indicar la forma más acertada de explotar los recursos naturales, lo que los convierte en el punto de partida de la planeación del desarrollo del territorio y de los planes de prevención y atención de desastres.

Dado que el área de estudio es tan extensa y atraviesa grandes provincias geológicas y a su vez las unidades geomorfológicas encontradas reflejan esos escenarios geológicos, tales como los relieves montañosos de origen sedimentario, volcánico y metamórfico, valles de ríos como el del Río Magdalena, Río Cauca; éstos generan planicies aluviales extensas, , del mismo modo se ha caracterizado por la presencia de procesos endógenos y exógenos generadores o modificadores de relieves, como parte de los Andes septentrionales, se encuentran bloques con historias de evolución diferentes.

5.1.4.1 Unidades Geomorfológicas

De acuerdo con la jerarquización geomorfológica (SGC, 2012), el área de influencia se localiza en la Geomorfoestructura correspondiente a la parte más septentrional del cinturón orogénico de los Andes, en las Provincias geomorfológicas del Valle del Cauca, Cordillera Central, Valle del Magdalena y Cordillera Oriental (Carvajal et al., 2003).

En el área de estudio se evidencian claramente cuatro ambientes morfogenéticos principales, responsables de la construcción de las geoformas presentes (Región): un ambiente denudacional, donde se han dado procesos de meteorización, erosión y fenómenos de remoción en masa, un ambiente fluvial correspondiente a los cauces de los ríos actuales, un ambiente volcánico relacionado con flujos piroclásticos y rocas ígneas intrusivas, ocasionados por la actividad volcánica de la zona y un ambiente estructural, donde actúan y han actuado las fuerzas de la dinámica interna de la tierra, cuyo origen está asociado a procesos endógenos, los cuales hacen que productos originados en el interior de la tierra ahora se encuentren en el exterior, como se presenta a continuación.

Tabla 5-1 Unidades Geomorfológicas

PROCESOS GEODINÁMICOS	AMBIENTES MORFOGENÉTICOS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO
Internos	Estructural	Cuestas	Ladera de Contrapendiente de Cuesta	Sc1c
			Cuesta	Sc



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

PROCESOS GEODINÁMICOS	AMBIENTES MORFOGENÉTICOS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO
Internos	Estructural	Cuestas	Espolón	Ses
			Espinazo	Se
			Ladera Estructural de Cuesta	Scle
		Sierras Denudadas	Ladera contrapendiente sierra sinclinal	Ssslc
			Ladera estructural de sierra sinclinal	Sssle
			Sierra y lomo de presión	Sslp
		Sierra Homoclinal Denudada	Sierra Homoclinal	Ssh
			Ladera de Contrapendiente de Sierra Homoclinal	Sshlc
			Ladera Estructural de Sierra Homoclinal Denudada	Sshle
	Volcánico	Flujo de Lava	Flujo de Lava	Vfl
			Escarpe de Flujo de Lava	Vfle
		Flujo Piroclástico	Flujo lahárico aterrazado	Vfla
			Escarpe de flujo lahárico aterrazado	Vflae
			Flujo Piroclástico Aterrazado	Vfp
			Escarpe de Flujo Piroclástico Aterrazado	Vfpe
Manto de Piroclastos	Vmp			
Externos	Denudacional	Ladera Denudada	Escarpe de Erosión Mayor	Deem
			Sierra Denudada	Dsd
			Ladera Moderada	Dlm
			Ladera erosiva	Dle



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

PROCESOS GEODINÁMICOS	AMBIENTES MORFOGENÉTICOS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO
Externos	Denudacional	Ladera Denedada	Sierra Residual	Dsr
		Lomas y Colinas	Colina remanente muy disectada	Dcremd
			Loma denudada	Dld
			Lomo denudado bajo de longitud larga	Dldebl
			Lomo denudado moderado de longitud larga	Dldeml
			Lomeríos poco disectados	Dlpd
			Lomeríos disectados	Dldi
			Lomo residual	Dlres
Externos	Denudacional	Depósito Coluvial	Colina residual	Dcr
			Loma Residual	Dlor
			Depósito Coluvial Inactivo	Dcoi
			Cono y lóbulo coluvial de soliflucción	Dco
	Fluvial	Abanicos	Abanico Aluvial	Faa
		Planicies y Deltas Lacustrinos	Valle Aluvial	Fpla
			Terrazas fluviales de acumulación antigua	Ftan
Cauce Aluvial	Fca			

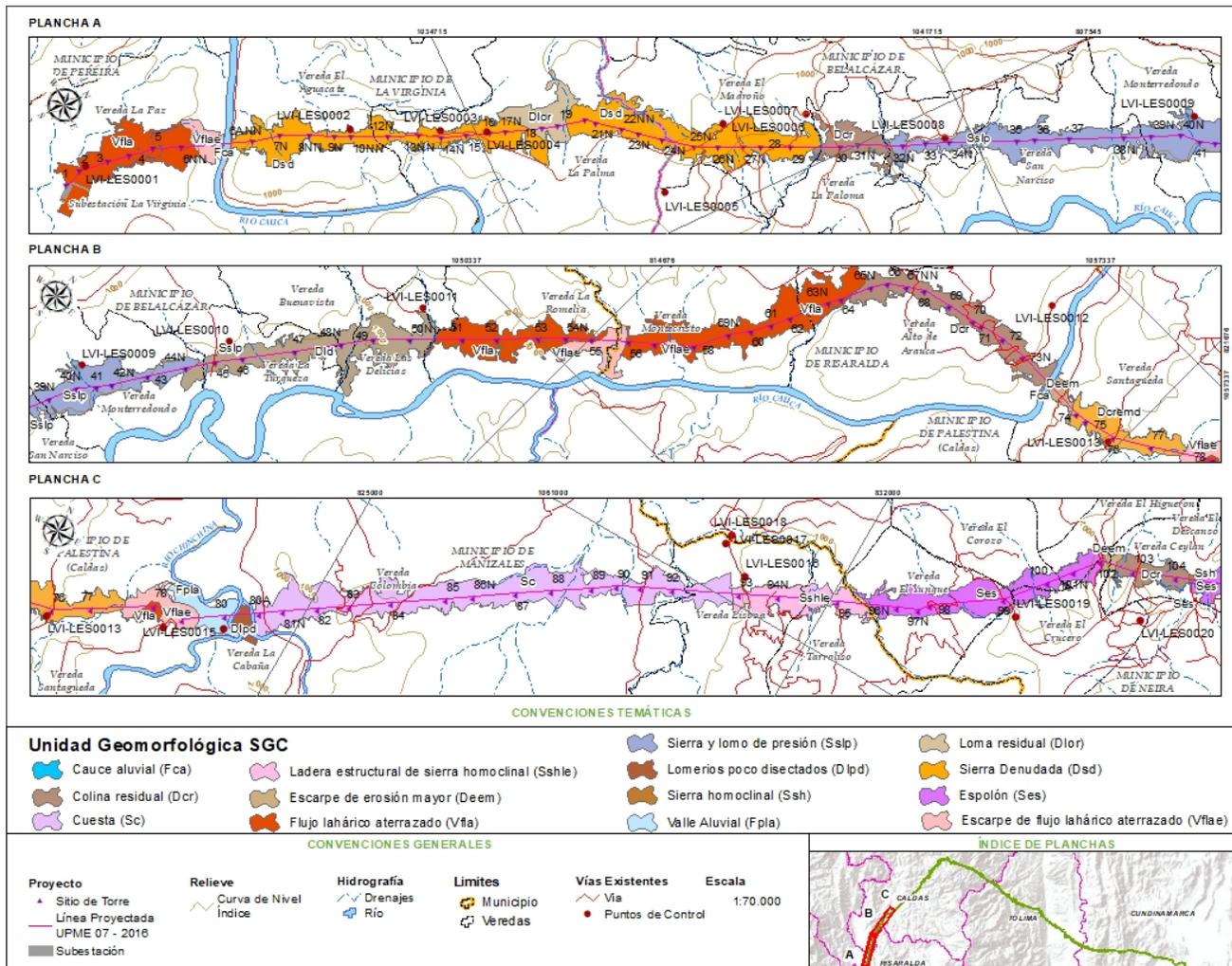
Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

Inicialmente se presenta una consideración morfogénica determinante para las estructuras en el área de estudio; de esta manera los relieves pueden ser diferenciados como de Origen Estructural (procesos asociados a esfuerzos tectónicos), de Origen Denudacional (Procesos Erosivos) y de Origen volcánico (flujos y acumulación). Todas las unidades y los procesos que las generaron, se encuentran interrelacionados entre sí. Corresponden a geoformas asociadas a desgaste de masa, influenciadas por erosión lineal y procesos denudativos propios de las lluvias que se presentan en la zona.

A continuación se presentan las unidades geomorfológicas identificadas durante la fase de campo para el área de influencia (ver Anexo A5.1.1_a Formatos Campo), dado que esta área corresponde a una franja alargada, el mapa geomorfológico se ha dividido en seis (6) salidas gráficas en sentido occidente – oriente, para una mejor visualización (Ver Figura 5-1 a Figura 5-5).

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

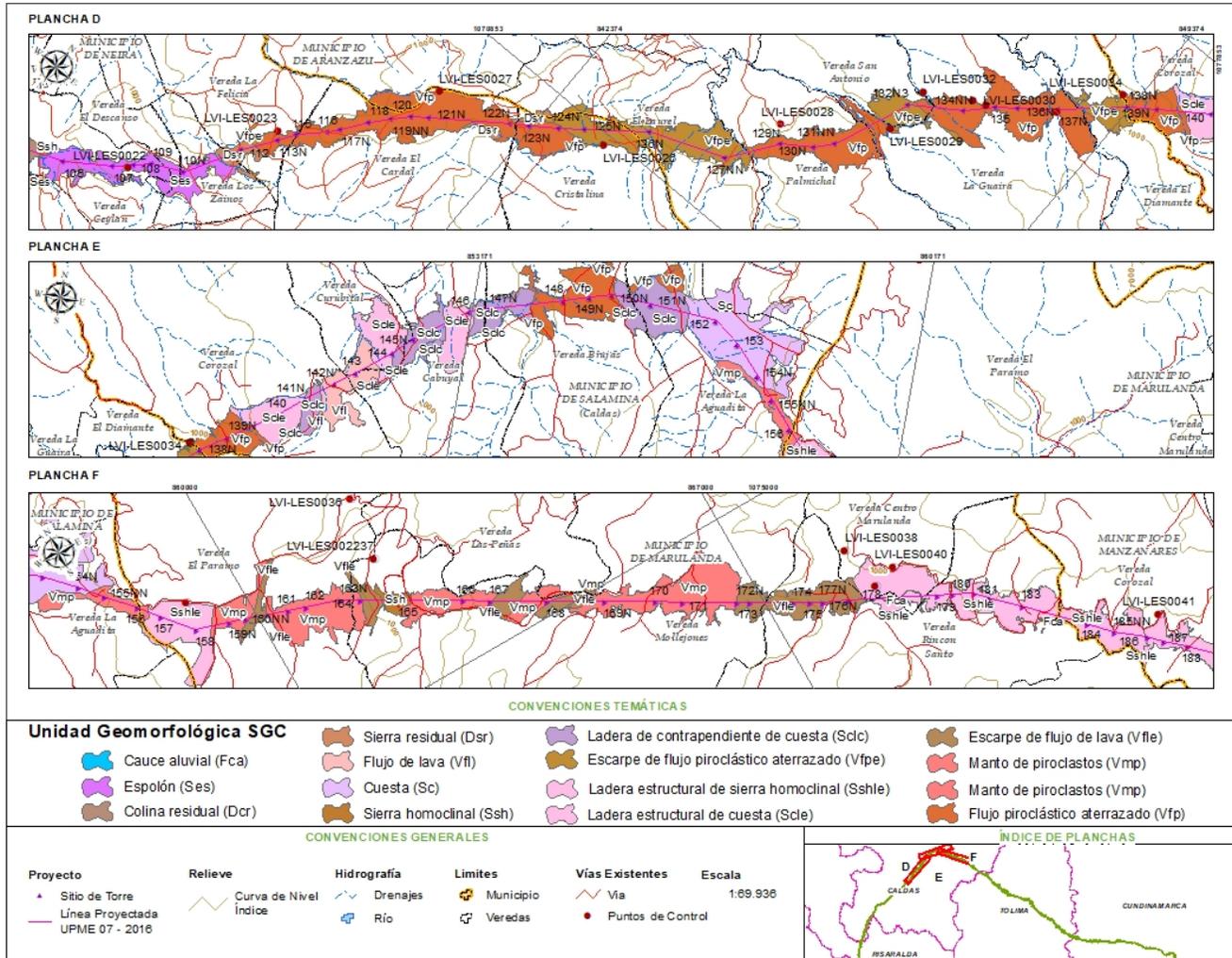
Figura 5-1 Geomorfología Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

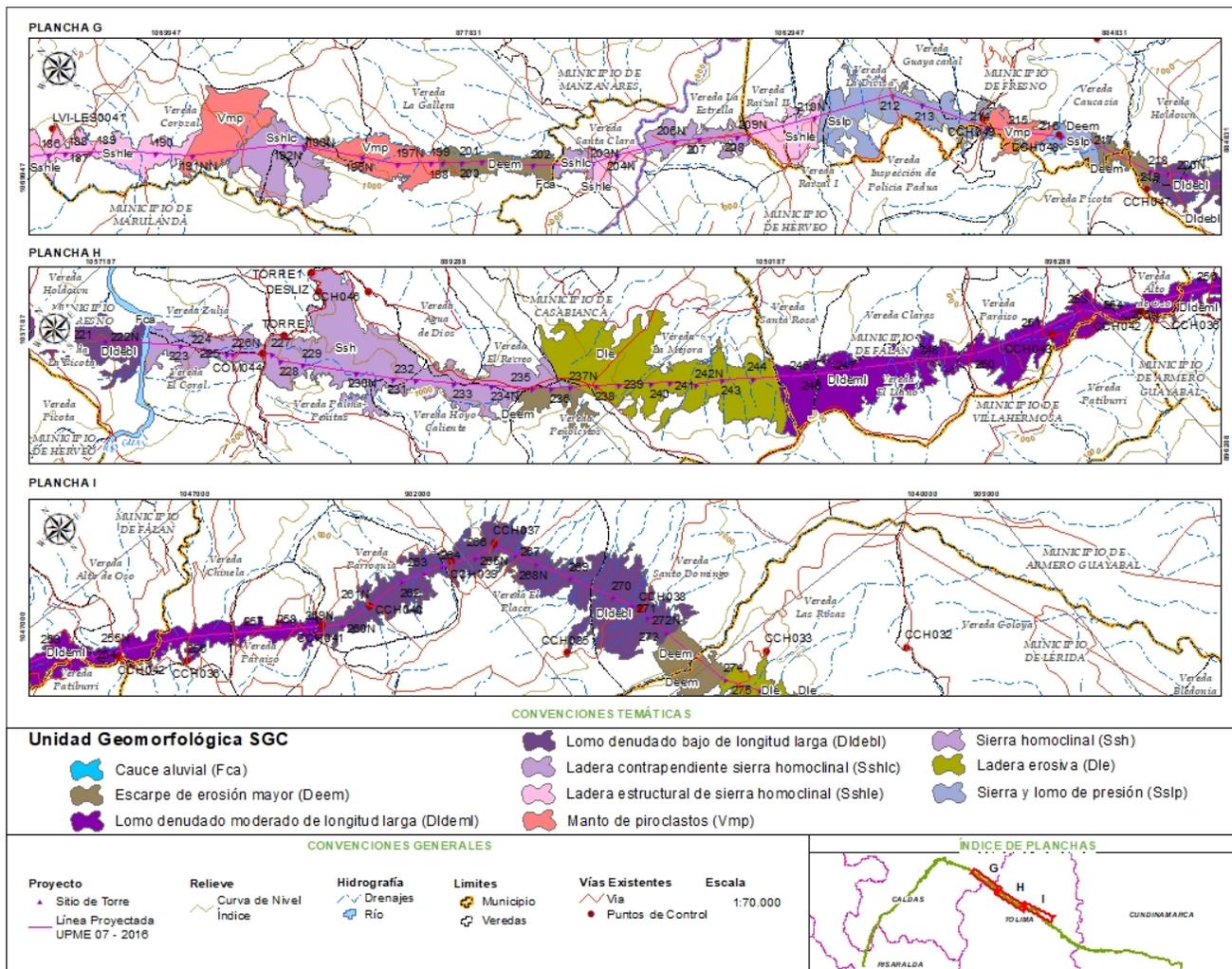
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-2 Geomorfología Área de Influencia



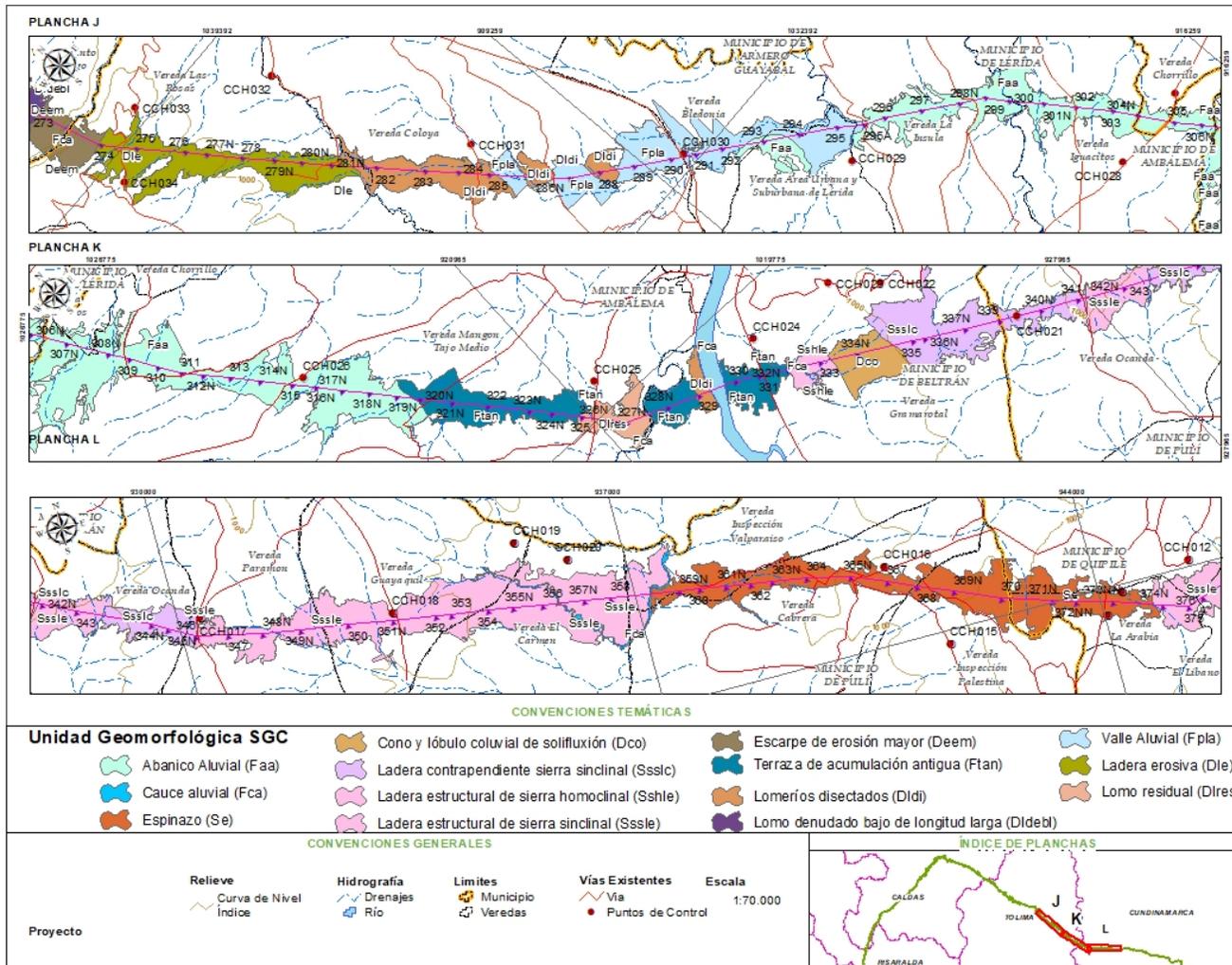
Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

Figura 5-3 Geomorfología Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

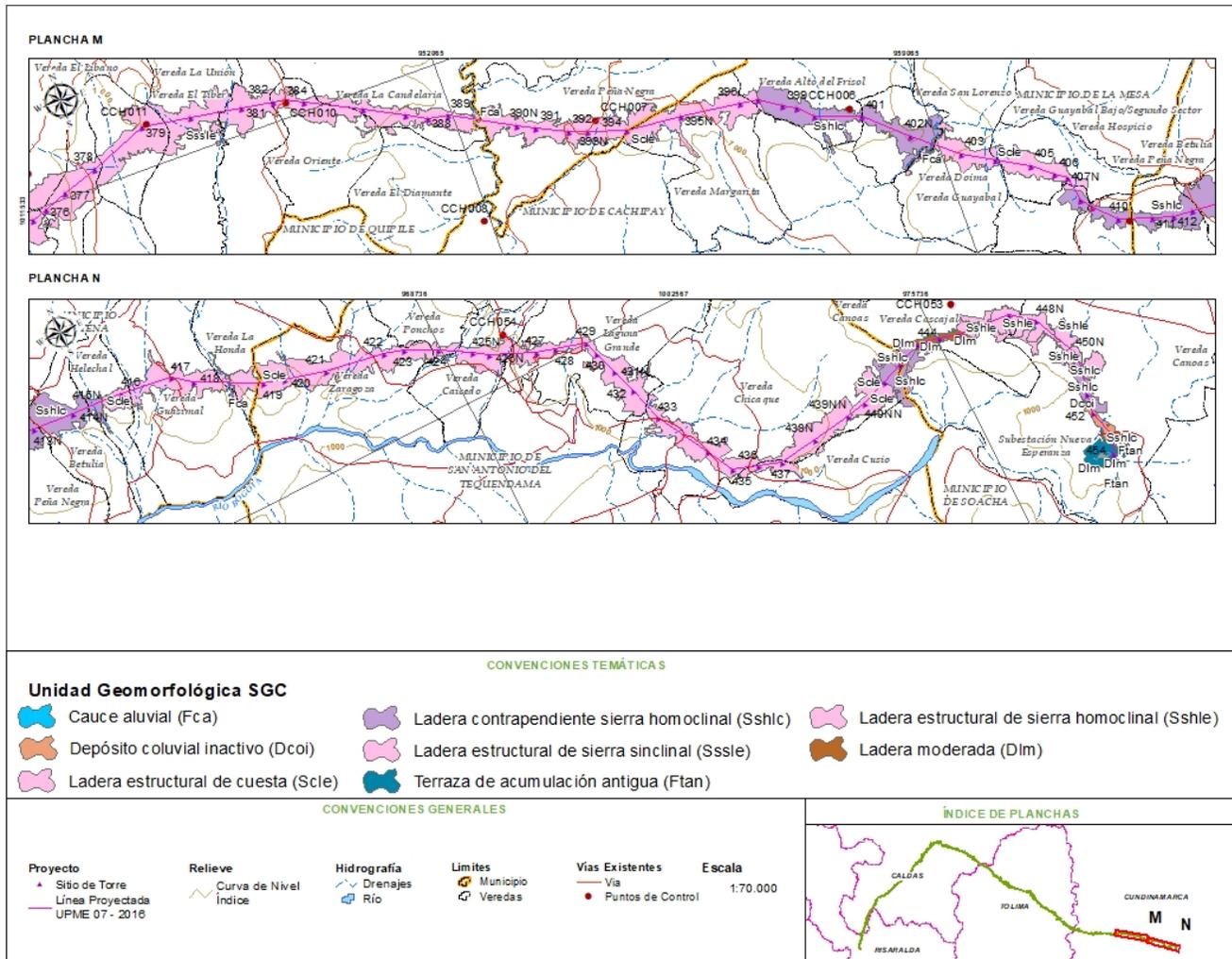
Figura 5-4 Geomorfología Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-5 Geomorfología Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2018.

5.1.4.1.1 Geofomas de Origen Estructural

Corresponde a las geofomas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos, está definida principalmente por su litología de areniscas y arcillas intercaladas que genera una disposición estructural, y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en alto grado por los procesos de denudación.

a. Cuestas

- Cuesta (Sc)

Esta geofoma se reconoce en el Municipio de Salamina, en la vereda La Aguadita, en los sitios de torre 152 y 153, sobre la margen derecha de la quebrada Yolombal, a una altura de 2700 msnm. Litológicamente se

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

desarrolla sobre la Formación Abejorral (Kia) consistente en lutitas negras, ocasionalmente pizarrosas, localmente con fósiles de edad Albiano-Aptiano (Bürlg y Radelli, 1962), con intercalaciones de conglomerados cuarzosos con cantos de rocas metamórficas y lentes de areniscas de tono claro, la edad de la unidad se ubica sobre el Berriasiano - Albiano (González, 1993).

Geomorfológicamente la unidad se caracteriza por ser una sierra asimétrica levemente disectada, de morfología alomada, la cual presenta un índice de contraste con el relieve moderado, constituida por laderas con índices de inclinación muy inclinados, de longitudes moderadas en promedio 800 m y de formas cóncavas. La principal característica de esta unidad es que se desarrolla sobre rocas sedimentarias donde el basculamiento de las capas está en un rango entre 17% y 46% y en el mismo sentido al de la pendiente del terreno.

- Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc)

Se ubican en el Municipio de Salamina, en las veredas Corozal, Cabuyal, Brujas y la aguadita, sobre la margen izquierda de las quebradas Cucubilal, El Uvito y Los Charcos, a una altura de 2600 msnm. Litológicamente las unidades están constituidas por la formación Abejorral (Kia) consistente en lutitas negras en parte pizarrosas, localmente con fósiles de edad Albiano-Aptiano (Bürlg y Radelli, 1962), con intercalaciones de conglomerados, ocasionalmente se encuentra recubierta por depósitos piroclásticos.

Geomorfológicamente la unidad se caracteriza por ser una forma de relieve donde se encuentran rocas sedimentarias, con superficies verticales con índices de inclinación escarpados, donde las longitudes promedio son de 400 metros, y cuya forma es irregular, donde las capas de roca se disponen en sentido opuesto a la inclinación del terreno.

Figura 5-6 Esquema ladera estructural y de contrapendiente de cuesta



Fuente: SGC, 2014

- Ladera estructural de cuesta (Sclc)

Esta georforma se encuentra en el Municipio de Salamina, vereda Cabuyal, hacia la margen derecha de las quebradas Cucubilal, El Uvito y El Castillo, a una altura de 2600 msnm. Litológicamente las unidades esta constituidas por la formación Abejorral (Kia) consistente en lutitas negras en parte pizarrosas, localmente con fósiles de edad Albiano-Aptiano (Bürlg y Radelli, 1962), con intercalaciones de conglomerados cuarzosos con cantos de rocas metamórficas y lentes de areniscas de tono claro, la edad de la unidad se ubica sobre el Berriasiano - Albiano (González, 1993), además de sobre las rocas del Complejo Quebrada Grande en su miembro (Kvc), constituido por flujos interestratificados de lavas submarinas de composición básica (diabasas, espilitas y basaltos) que presentan localmente efectos dinámicos.

Geomorfológicamente la unidad se caracteriza por ser una forma de relieve generada donde se encuentran rocas sedimentarias, cuyas características son; superficie inclinada con índices de inclinación muy inclinados

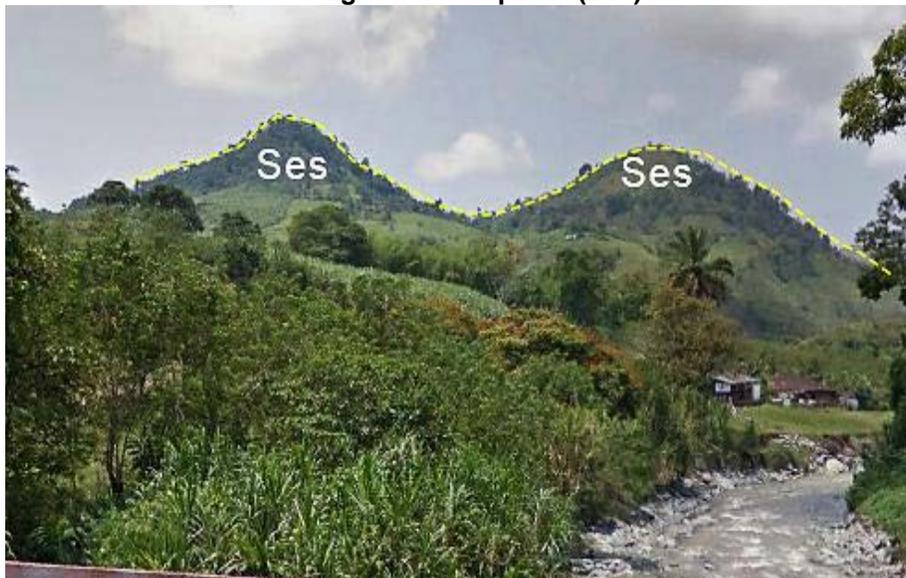
(20% a 26%), de longitudes muy largas y cuya forma es irregular, la capas de roca se disponen en el mismo sentido a la inclinación del terreno, estas capas de roca poseen buzamiento bajos, estas laderas son disectadas por drenajes menores que en conjunto conforman un patrón de drenaje de tipo subparalelo.

- **Espolón (Ses)**

Esta unidad se localiza en el Municipio de Neira, como salientes de longitud >2000 m y de 1000 m de ancho, desarrolladas sobre rocas de la Formación Anfibolitas Saussuríticas (Kach) y Esquistos Anfibólicos (Kea) del Complejo Arquia, enmarcadas por las Fallas de Piedecuesta y La Merced.

Geomorfológicamente la unidad se define como salientes de morfología alomada, caracterizadas por tener laderas de forma convexas a rectas, de longitud larga (500 – 1000 m) a muy larga (1000 – 2500 m) de pendiente abrupta (28% - 36%) a muy abrupta (38% - 57%) y crestas subredondeadas. Se presentan predominantemente en dirección E-W y se disponen perpendiculares a la tendencia estructural general de la zona, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos.

Fotografía 5-1 Espolón (Ses)



Municipio: Neira, Vereda El Páramo.
Fuente: SGC, 2014

- **Espinazo (Se)**

Esta unidad geomorfológica se localiza hacia el costado suroriental de los Municipios de Pulí y San Juan de Río Seco, sobre rocas de la Formación La Cira (Tsc) constituida por un complejo de arcillas azulosas alteradas con areniscas que contienen varios horizontes gasterópodos y lamelibranquios en capas de margas y calizas impuras, la unidad geomorfológica se caracteriza por ser una sierra simétrica y/o asimétrica, elongada de cresta aguda, definida por la intercalación de estratos de unidades con diferente resistencia siendo la arcilla el estrato más erosionable, dispuestos en ladera estructural en un patrón escalonado de planchas o chevrones, labrados por la escorrentía, con rangos de pendientes que oscilan entre los 17% y 57° con un patrón de drenaje de dendrítico a subdendrítico, este espinazo hace parte del flanco occidental del sinclinal de Guaduas.

b. Sierras Denuadas

▪ Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc)

Esta unidad geomorfológica se localiza en gran parte en los Municipios de Pulí, San Juan de Río Seco y Beltrán sobre rocas de la formación San Juan de Río Seco (Tis), compuesta principalmente por conglomerados con intercalaciones de lutitas y areniscas; en menor proporción la unidad se encuentra hacia el costado suroccidental del Municipio de Líbano, sobre Rocas con Metamorfismo Regional (Trev) Esquistos verdes compuesto principalmente por: albita, epidota, clorita y actinolita, esta unidad geomorfológica se identifica por presentar laderas cortas a moderadamente largas de 400 m de altura, de forma irregular y escalonada, presenta rangos de pendiente que oscilan entre los 57% y 100% de abruptas a escarpadas, con patrón de drenaje paralelo; es generada por procesos erosivos en los estratos que están dispuestos en sentido contrario a la pendiente del terreno, los estratos de la contrapendiente poseen inclinaciones que oscilan entre 57% y 100%; la actividad tectónica de la unidad está relacionada con fallas de tipo local.

Fotografía 5-2 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc)



Municipio: Pulí, Vereda Loma Larga
Fuente: SGC, 2014.

▪ Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle)

Esta unidad geomorfológica se localiza en los Municipios de Pulí y San Juan de Río seco sobre rocas de la Formación de La Cira (Tsc) que consiste en un complejo de arcillas azulosas alteradas con areniscas que contienen varios horizontes gasterópodos y lamelibranquios en capas de margas y calizas impuras; la unidad es una ladera inclinada en la misma dirección de la inclinación de los estratos, estos presentan un buzamiento promedio de 42° NE, las laderas son de formas convexas y tipo convexas convergente, con índice de inclinación de tipo moderado entre 36% y 57% de moderada a abrupta, la ladera es de longitud moderada, con patrón de drenaje subparalelo; sobre la unidad geomorfológica debido a procesos denudativos se está generando suelos residuales los cuales llevan a que se presenten fenómenos de remoción en masa como:

deslizamientos en cuña, deslizamientos traslacionales, deslizamientos rotacionales producto del tectonismo y fallamiento presente en el área.

Fotografía 5-3 Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle)



Municipio: San Juan de Río Seco
Fuente: SGC, 2014.

- Sierra y lomo de presión (Sslp)

Unidad geomorfológica localizada en el área de influencia del proyecto sobre el Departamento de Tolima, municipio de Herveo, hacia la parte NE y SW de la cabecera municipal, haciendo parte de la vereda El Placer, de la vereda El Peam y de la vereda El Salado. Geológicamente estas unidades esta constituidas por rocas del Complejo Cajamarca consistente en una secuencia polimetamórfica localizada al oriente de la Falla San Jerónimo, afectada localmente por diaforesis y metamorfismo dinámico y que para la zona corresponde con Pq; cuarcitas y cuarcitas micáceas con transición local a esquistos cuarzosos, además de las rocas del complejo Quebrada Grande el cual está constituido por Ksc; areniscas, shales negros, areniscas feldespáticas, lentes de chert y calizas, afectadas por metamorfismo dinámico y conservando rasgos sedimentarios originales. Estas unidades están siendo afectadas por el Sistema de Fallas Silvia Pijao, además por la Falla de Palestina, la Falla de San Jerónimo entre otras menores asociadas a las anteriores.

Geomorfológicamente la unidad se define como prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada, que presentan un índice de contraste con el relieve muy alto, con interfluvios agudos, las laderas de la unidad son de longitudes largas con índices de inclinación muy abrupta, su origen se debe a levantamientos asociados a zonas de compresión, donde la combinación de movimientos verticales y de rumbo generan fallamientos intensos dando lugar a este tipo de geoformas. Deslizamientos rotacionales, caída de rocas, caída de detritos y flujo de detritos son procesos que reflejan la inestabilidad de la unidad.

- c. Sierra Homoclinal Denudada

- Sierra Homoclinal (Ssh)

Unidad geomorfológica localizada sobre el Municipio Marulanda, hacia la parte norte y noreste de la cabecera municipal, Vereda Mollejones, cercanos al sitio de torre 165, la altura máxima que alcanza la unidad en este punto es de 3600 msnm. Litológicamente están constituidas por las rocas del Complejo Cajamarca el cual está constituido por una secuencia polimetamórfica localizada al oriente de la Falla San Jerónimo, afectada

localmente por diaforesis y metamorfismo dinámico, y que localmente corresponde con las Metasedimentitas de Marulanda (Pmm), que son rocas de muy bajo a bajo grado de metamorfismo, que conservan en parte la textura clástica del sedimento original, además de las rocas del complejo Quebrada Grande constituido por Ksc; areniscas, shales negros, areniscas feldespáticas.

Geomorfológicamente esta unidad se define como prominencias topográficas ligeramente asimétricas, con morfología montañosa, las cuales presentan un índice de contraste con el relieve muy alto, con interfluvios subredondeados, las laderas de la unidad son de longitudes largas con índices de inclinación muy abrupta, donde la característica principal es que la foliación de los esquistos del Grupo Cajamarca y la estratificación de las rocas del Complejo Quebrada Grande están buzando en una misma dirección, por lo general con buzamientos mayores a 90%.

Fotografía 5-4. Sierra Homoclinal (Ubicación Torre 165).



Municipio: Marulanda, Vereda Mollejones
Coordenadas: E: 865991 N: 1077144
LVI-LES0037 Azimut 170
Fuente: GEOMA S.A.S., 2018.

- **Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)**

Esta unidad geomorfológica se localiza en el Municipio de Manzanares sobre la vereda La Gallera, se identifica únicamente en el AI en cercanía a los sitios de torre 197N. Geológicamente esta geoforma se ha desarrollado sobre rocas del Complejo Cajamarca consistente en una secuencia polimetamórfica localizada al oriente de la Falla San Jerónimo, afectada localmente por diaforesis y metamorfismo dinámico, esta secuencia está conformada por las Metasedimentitas de Marulanda (Pmm), que son rocas de muy bajo a bajo grado de metamorfismo, que conservan en parte la textura clástica del sedimento original, además de la unidad Pes, consistente en esquistos cuarzo-sericíticos, micáceos y cuarzosos, filitas y cuarzo-filitas, y el Complejo Quebradagrande (Ksc) que corresponde con areniscas, shales negros, areniscas feldespáticas, y el miembro Kvc, conformado por flujos interestratificados de lavas submarinas de composición básica.

Geomorfológicamente la unidad se define como superficie subvertical con índices de inclinación muy escarpados, cuyas longitudes pueden variar cortas a moderadas, estas laderas tienen forma recta. La característica principal de la geoforma es que los estratos del Complejo quebrada Grande y las capas del Complejo Cajamarca se disponen con una inclinación que va en sentido contrario de la inclinación de terreno.

- **Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)**

Esta unidad geomorfológica se localiza en el municipio de Marulanda sobre la vereda El Páramo (sitios de torre 157 y 158), y la veredas Centro Marulanda y Rincón Santo, igualmente sobre el municipio de Manzanares en la vereda El Toro (Sitios de torre 178 a 185NN); Geológicamente esta geoforma se ha desarrollado sobre rocas

del Complejo Cajamarca consistente en una secuencia polimetamórfica localizada al oriente de la Falla San Jerónimo, afectada localmente por diaforesis y metamorfismo dinámico, esta secuencia está conformada por Metasedimentitas de Marulanda (Pmm), que son rocas de muy bajo a bajo grado de metamorfismo, que conservan en parte la textura clástica del sedimento original, Pes; esquistos cuarzo-sericíticos, micáceos y cuarzosos, filitas y cuarzo-filitas, además del Complejo Quebrada Grande (Ksc).

Geomorfológicamente la unidad se define como superficie inclinada con índices de inclinación muy abruptos y de longitudes que pueden variar de largas a muy largas, estas laderas por lo general tienen forma convexa. La característica principal de la geoforma es que la foliación de las rocas del Grupo Cajamarca y la estratificación del Complejo Quebrada Grande se disponen en el mismo sentido a la inclinación de terreno. Sobre algunas de estas unidades se han identificado caídas de roca, caída de detritos y flujos de tierra.

Fotografía 5-5 Ladera Estructural de Sierra Homoclinal (Sshle)



Municipio: Marulanda, Vereda: El Páramo
Coordenadas: E: 859134 N: 1078034
LVI-LES0035 Azimut 250
Fuente: GEOMA S.A.S., 2018

5.1.4.1.2 Geoformas de Origen Volcánico

La Cordillera Central debe en parte su relieve a los procesos volcánicos que sucedieron luego de la principal fase de levantamiento. Regionalmente el área se enmarca en el Complejo Volcánico Ruiz –Tolima, compuesto principalmente por los volcanes de Cerro Bravo, Cerro Tesorito, El Gualí, Nevado del Ruíz, (y sus conos adventicios La Piraña y La Olleta), El Cisne, Santa Isabel, Santa Rosa, Quindío, Nevado del Tolima y Machín.

Estas unidades geomorfológicas fueron originadas como resultado de la actividad volcánica, la cual incluye erupciones explosivas y/o efusivas, además de aquellas geoformas generadas por acumulación de la remoción de productos volcánicos.

a. Flujo de Lava

▪ Flujo de Lava (Vfl)

Esta geoforma se localiza sobre el municipio de Salamina, en las veredas Curubital, Corozal y Cabuyal, en inmediaciones a los sitios de torre 142 y 143. Geomorfológicamente se caracteriza por ser una superficie irregular y lobulada, con un índice de contraste del relieve muy bajo, además está limitada por escarpes de

longitudes cortas. El origen de estas unidades se debe a la extrusión de lavas de diferente composición provenientes de cuellos volcánicos, estas lavas enmascaran la topografía pre existente del sector.

- **Escarpe de flujo de lava (Vfle)**

Unidad geomorfológica localizada en el Municipio de Marulanda, en las veredas El Páramo, Mollejones y Rincón Santo. Geológicamente están constituidas por Flujos Andesíticos Reciente (Qa) asociados a cuellos volcánicos, además de Flujos de Lodo Volcánico (Qfl) que son depósitos compuestos principalmente de cenizas, arenas, fragmentos y bloques de rocas volcánicas bien sorteadas con clastos de pómez de tono claro y que esporádicamente presenta intercalaciones de lavas andesíticas.

Geomorfológicamente se caracteriza ser una superficie subvertical, con índices de inclinación muy escarpados, de longitudes cortas y de forma recta, estos escarpes limitan los flujos de lava a los cuales están asociados, su génesis se asocia al enfriamiento y reología de los flujos de lava provenientes del complejo volcánico Ruiz Tolima

Fotografía 5-6 Flujo de Lava Característico



Municipio: Marulanda, Vereda: El Páramo
Fuente: SGC, 2014.

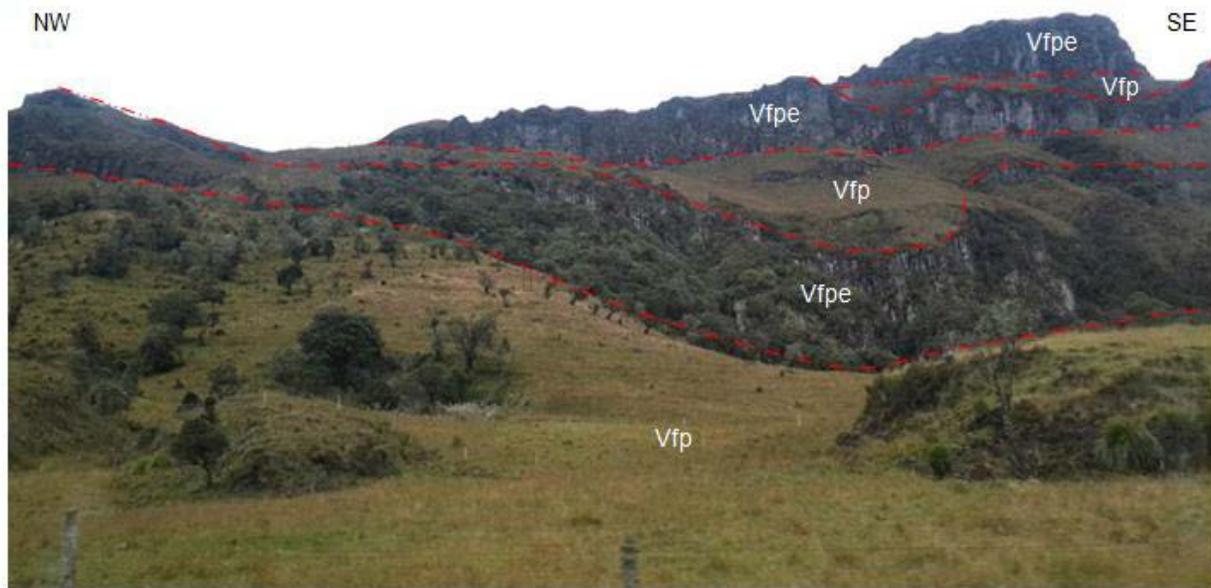
- b. **Flujo Piroclástico**

- **Flujo piroclástico aterrazado (Vfp)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Neira, en las Veredas Cardal y La Cristalina, en los sitios de torre 122N a 124N; en el municipio de Aranzazu, en las veredas Palmichal y Diamante, sobre los sitios de torre 130 a 137N y finalmente en el municipio de Salamina, en las veredas Corozal (138N y 139N), Brujas (148 – 150N) y Aguadita en inmediaciones del sitio de torre proyectado 151. Estas unidades están litológicamente constituidas por Flujos de Lodo Volcánico (Qfl) que son depósitos compuestos principalmente de cenizas, arenas, fragmentos y bloques de rocas volcánicas bien sorteadas con clastos de pómez de tono claro. Esporádicamente presenta intercalaciones de lavas andesíticas.

Geomorfológicamente se caracteriza por ser una superficie de aspecto tabular, la cual esta suavemente inclinada y limitada por escarpes de flujos piroclástico aterrazado, el origen de esta unidad se relaciona con la acción del Complejo Volcánico Cerro Bravo, y al Complejo Volcánico Ruiz Tolima los cuales produjeron y expulsaron depósitos piroclásticos tipo nubes ardientes que viajaron por la vertientes y se acumularon y depositaron sobre las partes más bajas, estos depósitos van quedando elevados conforme los drenajes por los que se encausaron recobran su cauce. Estas geoformas enmascaran y suavizan la topografía preexistente. Sobre algunas de estas unidades se encuentran reptaciones de suelo.

Fotografía 5-7 Flujo Piroclástico (Vfp) y escarpe de flujo piroclástico (Vfpe)



Municipio: Villamaría, Vereda: El Balcón
Fuente: SGC, 2014.

- **Escarpe de flujo piroclástico aterrazado (Vfpe)**

Unidad geomorfológica localizada sobre el Municipios de Aránzazu, en las veredas El Laurel (125N – 127N), Palmichal, San Antonio, La Guaira y El Diamante (138N). Estas unidades están litológicamente constituidas por Flujos de Lodo Volcánico (Qfl) que son depósitos compuestos principalmente de cenizas, arenas, fragmentos y bloques de rocas volcánicas bien sorteadas con clastos de pómez de tono claro, y que esporádicamente presenta intercalaciones de lavas andesíticas.

Geomorfológicamente se caracteriza por ser una superficie inclinada subvertical, de pendientes escarpadas, de longitudes cortas y de formas rectas. Estas unidades se ubican limitando a los flujos piroclásticos aterrazados que los generan. El origen de esta unidad se relaciona con la acción del Complejo Volcánico Cerro Bravo, que junto al Complejo volcánico Ruiz Tolima produjeron y expulsaron depósitos piroclásticos tipo nubes ardientes que viajaron por las vertientes y se acumularon y depositaron sobre las partes más bajas, estos depósitos van siendo erosionados por los drenajes por donde se encausaron, generando dichos escarpes.

- **Manto de piroclastos (Vmp)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Salamina, vereda La Aguadita, (torre 156) y en el municipio de Marulanda, en las veredas El Páramo (161 a 163N) y Mollejones (166, 168, 169N a 171). Litológicamente está constituida por Rocas Piroclásticas (Qto), que son depósitos no consolidados compuestos de cenizas, lapilli y cantos de pumita, localmente presentan lentes arenosos de origen glaciar. Esta geoforma sigue la morfología preexistente.

Geomorfológicamente corresponden con amplias superficies de morfología ondulada, las cuales en ocasiones se encuentran aterrazadas, a estas unidades las componen laderas de longitudes muy largas y con índices de inclinación muy inclinada. Son unidades de extensiones kilométricas sobre la mayor parte del área, además estos mantos se encuentran disectados por drenajes menores. Su origen se debe a la expulsión de materiales piroclásticos principalmente tipo nubes piroclásticas a través de una chimenea volcánica, y su posterior transporte y depositación sobre zonas amplias, suavizando la topografía. A esta unidad geomorfológica se asocian deslizamientos rotacionales, flujos de lodo, flujos de detritos, flujos de tierra, entre otros.

- Flujo lahárico aterrazado (Vfla)

Esta unidad se localiza paralela al Ríos Cauca en el área de influencia del proyecto. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por la red de drenajes que conforman la cuenca hidrográfica de los ríos. Estos depósitos así acumulados van quedando elevados conforme la corriente hídrica va erosionando y recobrando su cauce, generando los escarpes de flujo lahárico aterrazado (Vflae).

Geomorfológicamente se define como un lóbulo alomado de aspecto tabular de pendiente plana a suavemente inclinada (>9%), limitado por escarpes de diferente altura.

Fotografía 5-8 Flujo lahárico aterrazado (Vfla)



Municipio: Chinchiná
Fuente: SGC, 2014.

- Escarpe de Flujo lahárico aterrazado (Vflae)

Geoforma localizada paralela al Río Cauca, en los Municipios de Risaralda y Benalcázar. Su génesis está asociada a la incisión y socavación de las corrientes de los ríos, en los depósitos de un lahar o flujo de escombros.

Geomorfológicamente esta unidad se caracteriza por sus Laderas muy abruptas (38% – 57%) a escarpadas (58% – 100%) de longitud corta (50 – 250 m) a moderadamente largas (250 – 500 m) y altura baja (50 – 250 m), de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de remanentes de un depósito de flujo lahárico. Esta unidad geomorfológica presenta dos movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional, caída de detritos y caída de rocas.

5.1.4.1.3 Geoformas de Origen Denudativo

a. Laderas denudadas

▪ Escarpe de erosión mayor (Deem)

Geoforma ubicada en el municipio de Manzanares, vereda La Gallera, en los sitios de torre 199 a 202; geomorfológicamente esta unidad presenta un índice de contraste de relieve moderado, con índices de inclinaciones de ladera escarpadas, y con longitudes cortas a moderadas, estas laderas son de forma cóncava debido a la acción erosiva de los drenajes que las generan, su origen se debe a la socavación que produce una corriente de agua sobre las partes más bajas de una geoforma, que por saturación de material lo desestabiliza produciéndose caídas de material y generando dichos escarpes.

Fotografía 5-9 Escarpe de Erosión Mayor (Deem)



Municipio: Manzanares, Vereda La Gallera.
Coordenadas: E: 872250 N: 1070197
LVI-LES0041Azimut 100
Fuente: GEOMA S.A.S., 2018

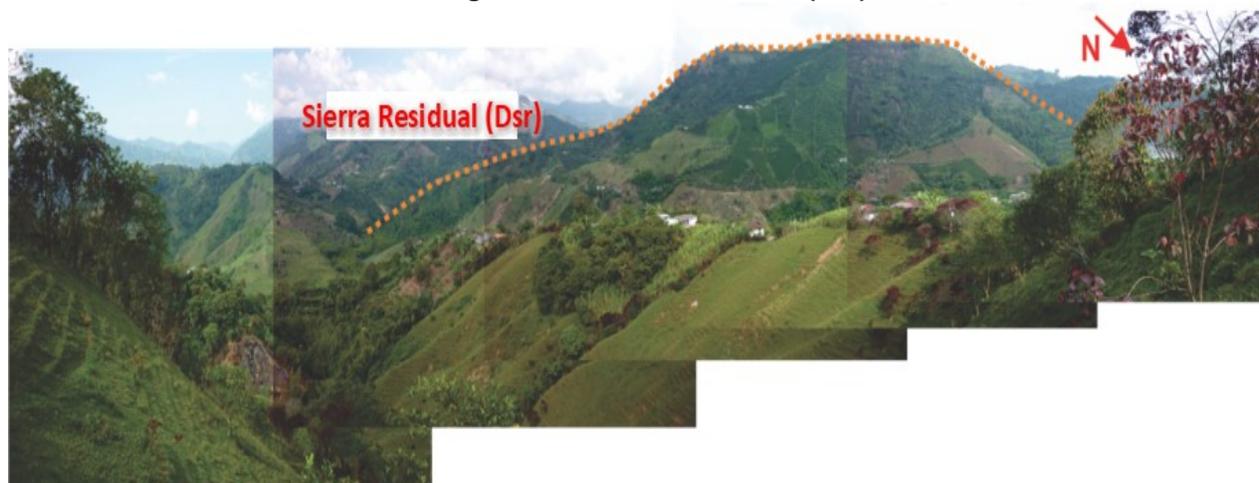
▪ Sierra Residual (Dsr)

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Este tipo de sierra se ubica sobre el municipio de Aranzazu, en la vereda el Laurel en inmediaciones del sitio de torre proyectado 122N y 123N y en el municipio de Neira, en la vereda El Cardal, en inmediaciones del sitio de torre proyectado 122N; Geológicamente la unidad se desarrolla sobre rocas como el Complejo Quebrada Grande en el miembro Ksc: Areniscas, shales negros, areniscas feldespáticas, lentes de chert y calizas, afectadas por metamorfismo dinámico y conservando rasgos sedimentarios originales y Kvc: Flujos interestratificados de lavas submarinas de composición básica (diabasas, espilitas y basaltos) con intercalaciones de Ksc. Presenta localmente efectos dinámicos, además de sobre el Stock de Manizales constituido por Tonalita biotítica equigranular de grano grueso y ocasionalmente hornbléndica, de edad cretácea (62 m.a Jaramillo, 1978).

La unidad se define como prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada con un índice de contraste del relieve alto, con interfluvios agudos y angostos, la unidad posee laderas con índice de inclinación muy abrupto, con longitudes muy largas y de forma principalmente cóncava, el origen de dichas geoformas es netamente denudacional con aporte de procesos glaciares sobre la unidad es común observar sobre la geoforma fenómenos de remoción en masa de tipo deslizamiento traslacional y caídas y flujos de detritos

Fotografía 5-10 Sierra Residual (Dsr)



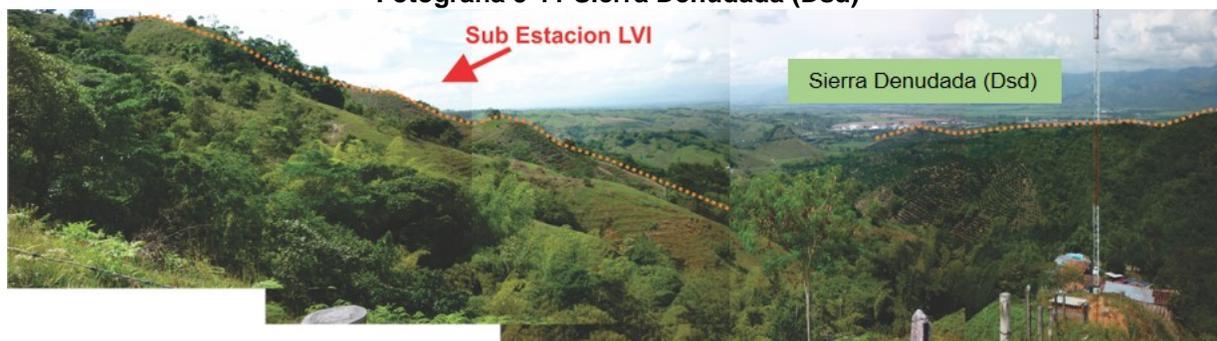
Municipio: Aranzazu, Vereda El Laurel
Coordenadas: E: 836359 N: 1063916
LVI-LES0020 Azimut 105
Fuente: GEOMA S.A.S., 2018

- **Sierra Denudada (Dsd)**

Esta geoforma se encuentra distribuida en la parte este del Municipio de la Virginia en las Veredas La Palma y La Honda. La unidad en general se presenta sobre rocas del Pórfido Andesítico de La Virginia (Tpv), con un índice de contraste de relieve alto con alturas mayores a 300 m, con pendientes que corresponden al rango de muy inclinada, que oscila entre 26% y 80%, su génesis se asocia a procesos denudativos intensos donde son recurrentes los movimientos en masa principalmente, deslizamientos de tipo rotacional y traslacional y algunas reptaciones, que van deteriorando las rocas y luego modelan la geoforma. La altura máxima a la que se encuentra la geoforma es a los 2200 msnm. El patrón de drenaje que predomina es de tipo subdendrítico y subparalelo, la incisión producida por los drenajes origina vertientes y valles en V.

En inmediaciones del río Cauca, al norte del Municipio de la Virginia, es posible la identificación de geoformas, generadas sobre flujos aluviales con niveles arenosos y conglomeráticos y flujos de escombros de tipo lahar, cerca de las Torres proyectadas N° 001 a 006, se encuentran superficies alomadas de poca altura, con formas redondeadas, fuertemente disectadas con valles estrechos (Ver Fotografía 5-11).

Fotografía 5-11 Sierra Denuada (Dsd)



Municipio: La Virginia, Vereda La Palma
Coordenadas: E: 804398 N: 1032635
Azimut 230, vista en dirección SW
Fuente: GEOMA S.A.S.

En la Fotografía 5-11 se ve en el fondo un predominio morfológico plano que pasa a sistemas de lomeríos de poca altura con cimas redondeadas en medio de los cuales se forman valles someros en “V”.

- **Ladera Moderada (DIm)**

Corresponden a laderas cuyas capas de roca se inclinan, entre 27% y 58%, en el mismo sentido de la pendiente. La morfología es ondulada, de laderas alargadas y rectilíneas, medianamente disectadas por los drenajes. Se encuentran parcialmente cubiertas por depósitos de ladera, pero no presentan signos de inestabilidad alta, excepto por erosión laminar ocasionada por actividad antrópica que propicia la pérdida de cobertura vegetal.

En el área de influencia se encuentra esta unidad al occidente en la denominada Zona A del RFPP CARB (Ver Fotografía 5-12).

Fotografía 5-12 Ladera Moderada (DIm)



Municipio de Soacha – Cundinamarca. Escala 1:25.000
Zonificación Geomecánica y Amenaza por Movimientos en Masa
Fuente: SGC, 2013

- **Ladera Erosiva (Dle)**

Esta unidad geomorfológica se localiza en el Municipio de Lérida y Casablanca, sobre rocas del Dique Andesítico (Tda), Mármol y rocas con silicatos de calcio (Trm) y Complejo Cajamarca, esta unidad geomorfológica consiste en una superficie del terreno con pendientes que oscilan entre los 17% y 57% de moderada a muy inclinada, de longitudes moderadas a extremadamente largas que oscilan entre 1.5 km y 2.5 km, de formas planas, cóncavas y convexas, con un patrón de drenaje de tipo dendrítico y paralelo con alto grado de disección, su origen se relaciona con procesos de meteorización, erosión y denudación intensos que modelan la unidad geomorfológica y además contribuyen a la formación de suelos.

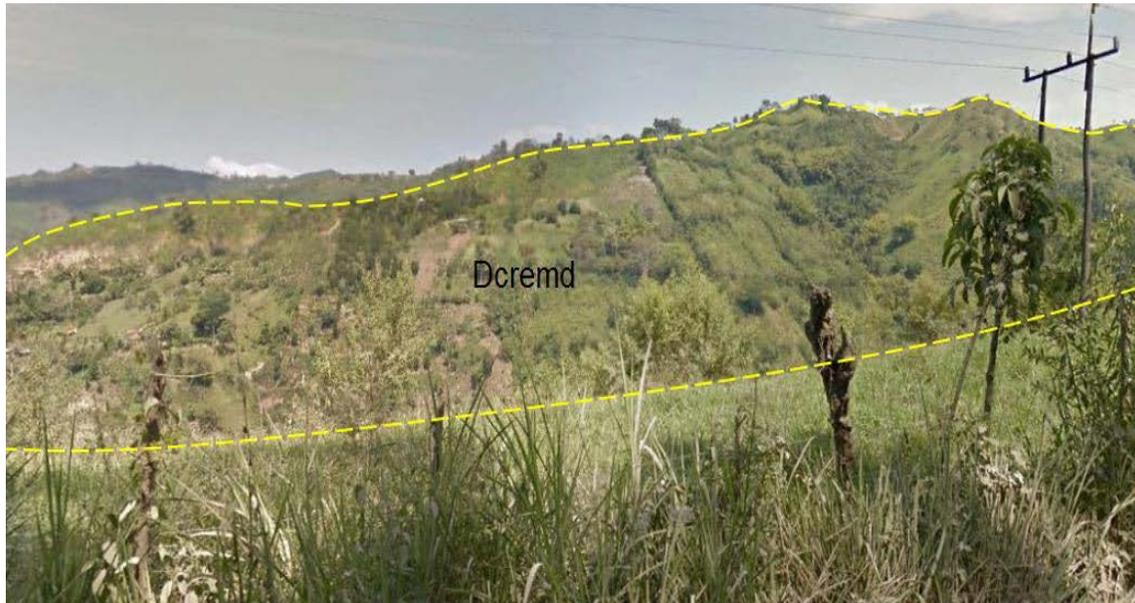
- b. **Lomas y Colinas**

- **Colina remanente muy disectada (Dcremd)**

Esta unidad se presenta como una franja alargada desde la confluencia del Río Chinchiná con el Río Cauca, en el corregimiento Arauca, jurisdicción del Municipio de Palestina, las rocas que conforman esta unidad se encuentran afectadas por el área de influencia de la Falla Puente Umbría, razón por la cual son frecuentes pequeños movimientos en masa en la vía secundaria que conduce de Belén de Umbría a Anserma.

Se trata de prominencias topográficas aisladas separadas por la red de drenajes que conforman la cuenca hidrográfica de los Ríos Risaralda y Cauca con una altura de 200 y 399 m sobre su nivel de base local, con cimas agudas limitadas por laderas largas (500 – 1000 m) a muy largas (1000 – 2500 m) de formas cóncava a convexa y pendientes que varían de abruptas (28% - 36%) a muy abruptas (38% - 58%). Estas geoformas son el producto de procesos de meteorización y erosión muy intensos por acción del drenaje sobre diabasas, basaltos, tobas y aglomerados pertenecientes a la Formación Barroso.

Figura 5-7 Colina remanente muy disectada (Dcremd)



Municipio: Arauca
Fuente: SGC, 2014.

- **Loma Denudada (Dld)**

Este tipo de geoformas se pueden presentar como franjas alargadas en dirección NNE siguiendo la tendencia estructural general de la región, desde el casco urbano del Municipio de Viterbo, hasta la Vereda Primavera, jurisdicción del Municipio de Quinchía, en la Vereda el Zancudo y siguiendo la margen derecha del Río Cauca, Municipio de Belalcázar y al sureste de la zona de estudio sobre derecha de la Quebrada Los Cuervos. Este tipo de geoformas se desarrollan en cualquier tipo de litología, en la zona de estudio se generan preferencialmente en conglomerados, areniscas y arcillolitas de las Formación La Paila (Tmp) y sobre diabasas, basaltos, tobas y aglomerados pertenecientes a la Formación Barroso (Kvb).

La geoforma se evidencia como una prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con morfología alomada de laderas de longitud cortas (50 – 250 m) a moderadamente largas (250 – 500 m) de forma convexa, el índice de relieve relativo moderado (250 – 500 m), con pendientes muy inclinadas (19% - 26%) a muy abruptas (38% - 58%). Su origen está relacionado a desgaste y modelado por los procesos denudacionales intensos. Esta unidad geomorfológica presenta dos movimientos en masa de tipo flujo de detritos, caída de rocas y reptación de suelos.

- **Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)**

Esta geoforma se localiza en los Municipios de Fresno y Armero, sobre las Cuarcitas y Cuarcitas Micaceas (Pq) del Complejo Cajamarca, se presenta como un conjunto de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con un índice de relieve bajo, con alturas menores de 250 m sobre su base local, y con pendientes que van desde los 17% a los 36%; el origen de esta geoforma está relacionado con procesos erosivos, que deterioran las rocas, y modelan esta unidad geomorfológica, además de ser afectada por acción del tectonismo regional y fallamiento.

- **Lomo denudado moderado de longitud larga (Dldeml)**

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Esta geoforma se localiza en los municipios de Falan y Armero, sobre las Cuarcitas y Cuarcitas Micaceas (Pq) del Complejo Cajamarca, cuya composición litológica se basa en sedimentos pelágicos, lutitas, limolitas, grauvacas, y se presenta como conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas con índice de relieve bajo, con alturas entre 250 m y 500 m de su nivel base local, con laderas de longitud larga que oscilan de los 700 m a 1000 m y con un patrón de drenaje dendrítico a paralelo; su origen se basa en procesos de erosión y meteorización que han degradado las rocas y contribuyen a la modelación de la unidad geomorfológica, también a esfuerzos tectónicos compresivos.

- **Lomerios poco disectados (Dlpd)**

Estas geoformas se observan en el municipio de Ambalema, la litología sobre la cual se desarrolla esta unidad son sedimentos del cuaternario y rocas sedimentarias del Terciario correspondientes a conglomerados con intercalaciones de arcillolitas de la Formación La Paila (Tmp) y el miembro de conglomerados (Tsic) la Formación Irra – Tres Puertas; en rocas metamórficas, esquistos negros y sericíticos y en rocas ígneas del Complejo Quebradagrande (Ksc).

En esta unidad se agrupan las geoformas de morfología alomada la cual se caracteriza por presentar una repetición de lomas de variada forma con cimas planas limitadas por laderas muy cortas (>50 m) a cortas (50 – 250 m), de forma convexa con pendientes que varían de muy inclinadas (19% - 26%) a muy abruptas (38% - 58%) e índice de relieve bajo (50 – 250 m), sobre la cual se desarrolla una red de drenaje anular poco denso y de valles poco profundos.

Figura 5-8 Lomeríos poco disectados (Dlpd)



Municipio: Palestina
Fuente: SGC, 2014.

- **Lomerios Disectados (Dldi)**

Este tipo de geoformas se observan en inmediaciones del casco urbano del Municipio de Chinchiná, sobre arenas tobáceas, flujos aluviales y flujos de escombros, disectados por la red de drenajes que conforman la cuenca hidrográfica del Río Campo Alegre. En la Vereda La Florida, Municipio de Belén de Umbría, en diabasas, basaltos, tobas y aglomerados pertenecientes a la Formación Barroso, disectados por la red de drenajes que conforman la cuenca hidrográfica del Río Risaralda.

La unidad se desarrolla sobre el Miembro Volcánico-Sedimentario (Tsivs) de la Formación Irra-Tres Puertas y rocas Ultramáficas De Filadelfia (Kusf), abarcando las Veredas La Palma y Mediación, jurisdicción del Municipio de Filadelfia.

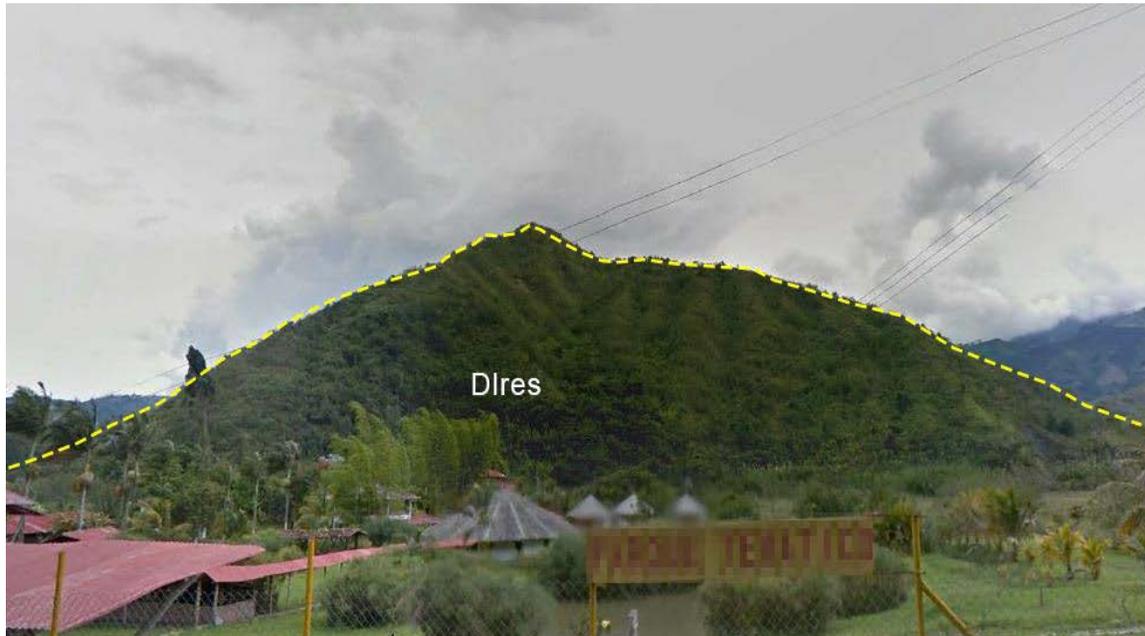
La unidad está definida como prominencias topográficas de morfología alomada caracterizada por la repetición de lomas de variadas formas con cimas planas a redondeadas limitadas por laderas cortas (50 – 250 m), de forma convexa con pendientes que varían de muy inclinadas (19% - 26%) a muy abruptas (38% - 58%). Estas geoformas son originadas en cualquier tipo de litología por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección.

- **Lomo residual (Dres)**

Esta unidad se localiza de forma dispersa en la zona de estudio, en la cuenca hidrográfica de los afluentes del Río Cauca; generadas en rocas ígneas de la Formación Barroso (Kvb), Gabros Uralíticos de Belén de Umbría (Kgub) y el Plutón Mistrató (Ttdgm); en rocas volcánico-sedimentarias de la Formación Irra – Tres Puertas (Tsivs) y en rocas metamórficas compuestas por esquistos negros y sericíticos.

Se trata de elevaciones del terreno por debajo de 200 m de altitud sobre el nivel de base local, de morfología alomada y alargada con cimas de formas subredondeadas limitadas por laderas de longitud moderadamente larga (250 – 500 m) a larga (500 – 1000 m), de forma cóncava con pendiente que varían de muy inclinada (19% - 26%) a abrupta (28% – 36%), su origen está relacionado a movimientos tectónicos de menor energía y son modeladas por efectos de procesos intensos de meteorización y erosión. Esta unidad geomorfológica presenta dos movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional, caída de tierra y flujo de tierra.

Figura 5-9 Lomo Residual (Dres)



Municipio: Belen de Umbria
Fuente: SGC, 2014.

- Colina Residual (Dcr)

Esta unidad se localiza sobre la margen izquierda Río Cauca sobre diabasas, basaltos, tobas y aglomerados pertenecientes a la Formación Barroso (Kvb). La unidad geomorfológica se define como una elevación del terreno entre 200 y 399 m sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada y amplia limitada por laderas largas (500 – 1000 m) a muy largas (1000 – 2500 m) de forma convexa a recta y pendiente que varían de muy inclinadas (19% - 26%) a muy abruptas (38% - 58%). Su origen es relacionado a procesos tectónicos relacionados a las fallas de Sevilla y Mistrató y a la acción conjunta de periodos de denudación y meteorización asociados a factores litológicos locales.

- Loma Residual (Dlor)

Esta geoforma se localiza en la Vereda Calamar, al norte del Municipio de La Virginia, sobre rocas de la Formación La Paila (Tmp), cuya litología predominante son los conglomerados intercalados con paquetes arcillosos; es una geoforma con tipo de relieve alomado, de 100 m de altura con índice de contraste de relieve moderado, las laderas de esta geoforma son longitud muy corta aproximadamente 40 m y de forma convexa, con rangos de pendientes de tipo moderada entre 30% y 40%, el desarrollo de esta geoforma contribuye a que se formen valles en V; la génesis está relacionada con procesos erosivos producto de la actividad del Río Cauca, y también por el alto grado de meteorización, la altura promedio a la que se encuentra la unidad es de 1100 msnm. (Ver **Fotografía 5-13**).

Fotografía 5-13 Loma Residual (Dlor)



Municipio: La Virginia, Vereda: Calamar Az 190°
Coordenadas: E: 806970 N: 1037058
LVI-LES 005
Fuente: GEOMA S.A.S, 2019

c. Depósito Coluvial

Son geoformas compuestas por masas de suelo, roca o mezcla de ambos, producto del desprendimiento y transporte de material a zonas topográficamente más bajas. Se presentan como grandes masas de bloques con tamaños que van desde pocos cm hasta varios m, en matriz areno-limosa principalmente.

▪ Depósitos Coluviales Inactivos (Dcoi)

Son geoformas producto de la acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca), transportados por la acción de la gravedad y el agua de zonas puntuales ligeramente más elevadas. Presentan formas irregulares y se acomodan a la pendiente existente del terreno, incluyendo laderas con pendientes suaves a moderadas. En la actualidad ya se han estabilizado y adquirido cierta compactación, por lo cual no muestran ningún tipo de actividad. Se pueden observar en la zona sur del área de influencia del proyecto, en una franja alargada, cercano al área de la subestación Nueva Esperanza (Ver Fotografía 5-14).

Fotografía 5-14 Depósitos coluviales inactivos (Dcoi)



Municipio Soacha,.Vereda: El Charquito (Peaje)
Zonificación Geomecánica y Amenaza por Movimientos en Masa
Escala 1:25.000
Fuente: SGC, 2013

- Cono y lóbulo coluvial de solifluxión (Dco)

Esta unidad geomorfológica se localiza en el municipio de Beltrán asociada a la Formación Hoyón (Tih), la cual está compuesta por conglomerados polimícticos, cuarzo-arenitas y limo-arenitas. Esta unidad geomorfológica se presenta en forma de cono o de lóbulos alomados. Los rangos de pendientes oscilan entre los 17% y 27% de bajas a moderadas. Su origen está relacionado con procesos de transporte y depositación de materiales provenientes de las partes altas y son depositados sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados sufren retrabajamiento, presenta un patrón de drenaje de subdendrítico a dendrítico, que está relacionado con los afluentes del río Magdalena.

5.1.4.1.4 Geformas de Origen Fluvial

El ambiente fluvial se ubica a lo largo de toda el área de influencia, pero con mínimas extensiones de superficie. Las geoformas de este ambiente son los cauces aluviales, las llanuras de inundación asociadas a estos cauces, las planicies aluviales confinadas, las terrazas de erosión y los escarpes de estas terrazas. Estas unidades se originan por el efecto combinado de las corrientes de agua superficiales que a medida que van erosionando los materiales por donde discurren también transportan estos materiales hacia zonas de menores pendientes para forma depósitos de tipo aluvial y por tanto geoformas del mismo tipo.

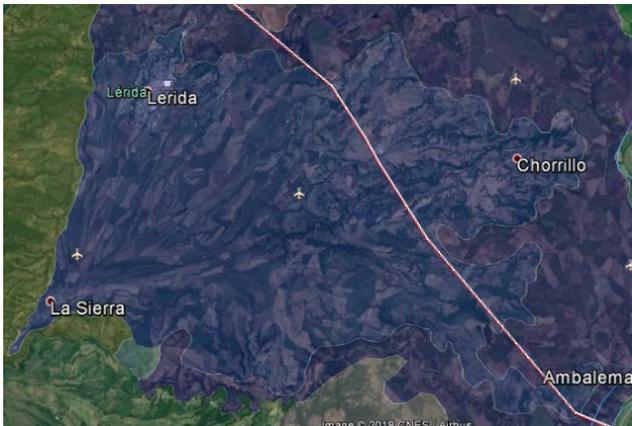
- a. Abanicos

- Abanico Aluvial (Faa)

Esta unidad se caracteriza por ser una superficie en forma de cono, de laderas cóncavas a convexas de morfología plana. Su origen es relacionado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial, donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen cortando el abanico, siendo más profundos en el

ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar varios kilómetros de largo y de ancho. Están ubicados principalmente sobre poblaciones como Lérida y Armero. Presentan pendientes bajas menores a 30°, relieves ondulados a relativamente planos con altitudes de máximo 350 m.s.n.m.

Fotografía 5-15 Abanico aluvial. Abanicos de Lérida y Armero, Valle Medio del Magdalena en límites con Cordillera Central.



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Fotografía 5-16 Abanico aluvial



Coordenadas: CCH027 E:915461 N: 1027345
 Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

b. Planicies y Deltas Lacustrino

▪ **Valle Aluvial (Fpla)**

Se localiza en el Municipio de La Virginia, relacionados al río Cauca; se presenta sobre los Depósitos de tipo aluvial (Qa1) que están constituidos por sedimentos finos tipo limos y arcillas; consiste en una franja de terreno plana baja de morfología ondulada, generalmente se encuentra al lado y lado de un cauce aluvial, se encuentra a una altura promedio de 950 m.s.n.m, con pendientes menores a 8%. En estas llanuras es común encontrar otro tipo de geoformas tales como meandros abandonados, basines, albardones y barras puntuales; presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de baja densidad, esta unidad eventualmente sufre inundaciones en los sectores más aledaños al cauce activo.

▪ **Terrazas Fluviales de Acumulación Antigua (Ftan)**

Terrazas alomadas de varios kilómetros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas. Su origen está asociado a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas, muy disectadas y localmente tectonizadas.

Se caracterizan por presentar pendientes de 9% a 18% en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 36%. La mayoría de las veces están colgadas, inclinadas y discordantes sobre rocas antiguas. Hacen parte de antiguas llanuras de inundación y abanicos aluviales que fueron basculados y sometidos a procesos denudativos intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas y localmente dómicas, asociadas con drenaje radial. Se presenta al sur del área de influencia del proyecto y sobre esta unidad se encuentra la subestación Nueva Esperanza.

Fotografía 5-17 Terrazas Fluviales de Acumulación Antigua (Fta)



Municipio de Soacha, Vereda: El Charquito
Zonificación Geomecánica y Amenaza por Movimientos en Masa
Escala 1:25.000
Fuente: SGC, 2013

- Cauce Aluvial (Fca)

Geoforma localizada sobre gran parte del área de influencia, que se caracteriza por su tipo de relieve plano, con índice de relieve muy bajo, esta geoforma corresponde con un canal de forma irregular, el cual ha sido generado por la sobre excavación de corrientes perennes o estacionales dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. En su recorrido dichos cauces transportan grandes cantidades de sedimentos que se depositan sobre zonas de menor pendiente formando otro tipo de geoformas.

Figura 5-10 Panorámica del Cauce del Río Magdalena



Coordenadas: E: 923857 N: 1018757
Fuente: GEOMA S.A.S, 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

5.1.4.2 Morfografía

El análisis de la morfografía en un área determinada hace referencia a los atributos cuantitativos y cualitativos del paisaje y están determinados por la elevación e inclinación del terreno (topografía) y la red de drenaje que lo acompaña. Para estos análisis se hace uso del procesamiento cartográfico para la generación y categorización del modelo digital de elevación disponible (DEM), para así obtener los valores de los parámetros geomorfológicos descriptivos como la inclinación y alturas del terreno.

5.1.4.2.1 Pendientes

Para el análisis y cartografía de las pendientes, se tuvieron en cuenta los rangos determinados por el IGAC y establecidos en el modelo de datos de la geodatabase, para la presentación de estudios de impacto ambiental GDB, los cuales se indican en la y se visualizan en la Figura 5-11 a Figura 5-15.

Para el área de influencia del proyecto, se observan todos los rangos de pendientes, con claras tendencias a tener pendientes altas a medias en las zonas de la cordillera oriental y central y pendientes bajas en los valles de los ríos Cauca y Magdalena.

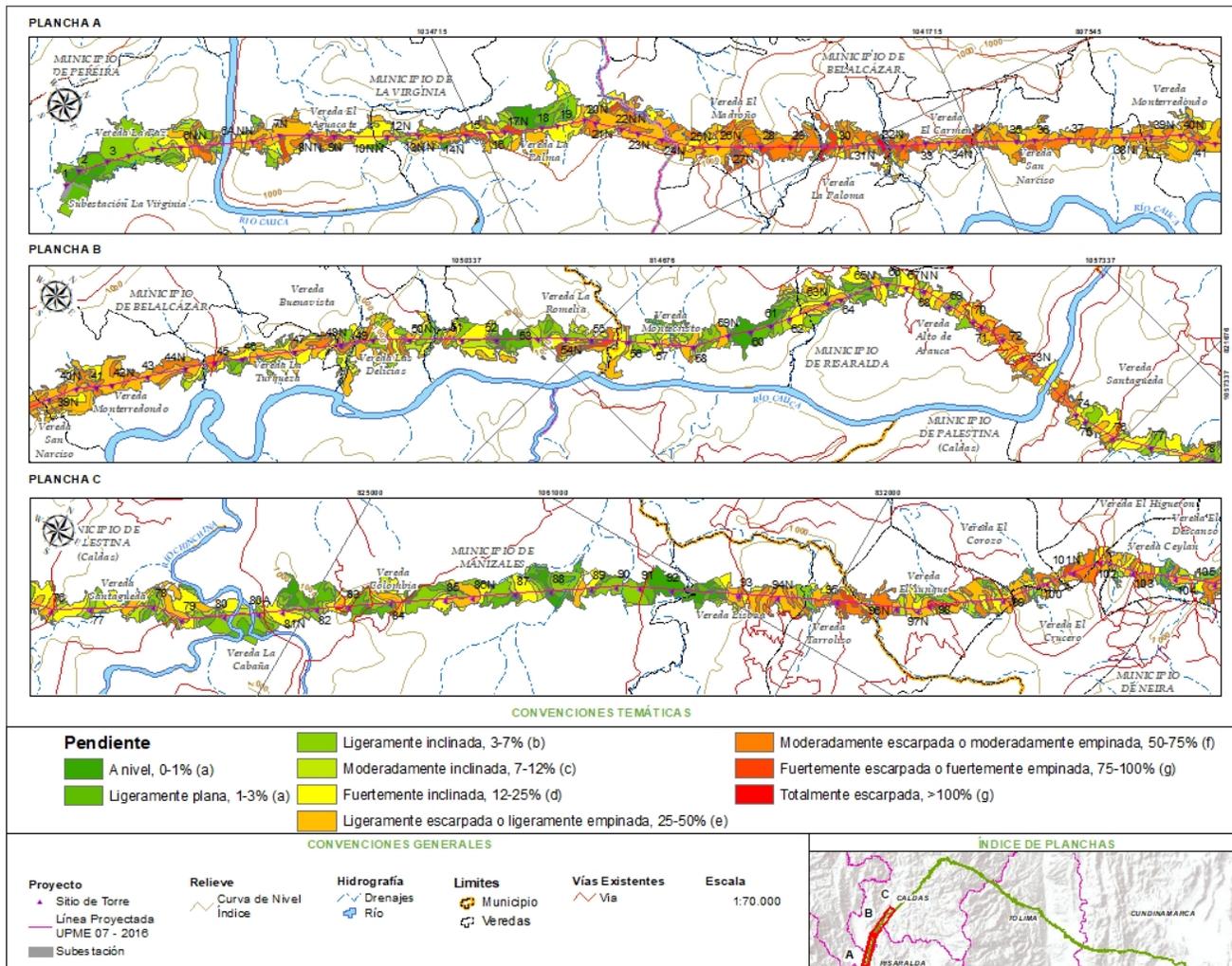
Tabla 5-2 Rango de pendientes en el Área de Influencia

INCLINACIÓN (PORCENTAJE)	DESCRIPCIÓN	Área (ha)	% del área
0 – 1%	A nivel	1197.33	10%
1 – 3%	Ligeramente plana	856.67	7%
3 – 7%	Ligeramente inclinada	1052.47	8%
7 – 12%	Moderadamente inclinada	607.12	5%
12 – 25%	Fuertemente inclinada	2078.78	17%
25 – 50%	Ligeramente escarpada	3517.4	28%
50 – 75%	Moderadamente escarpada	2270.57	18%
75 – 100%	Fuertemente escarpada	756.82	6%
>100 %	Totalmente escarpada	254.18	2%

Fuente: GEOMA, 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

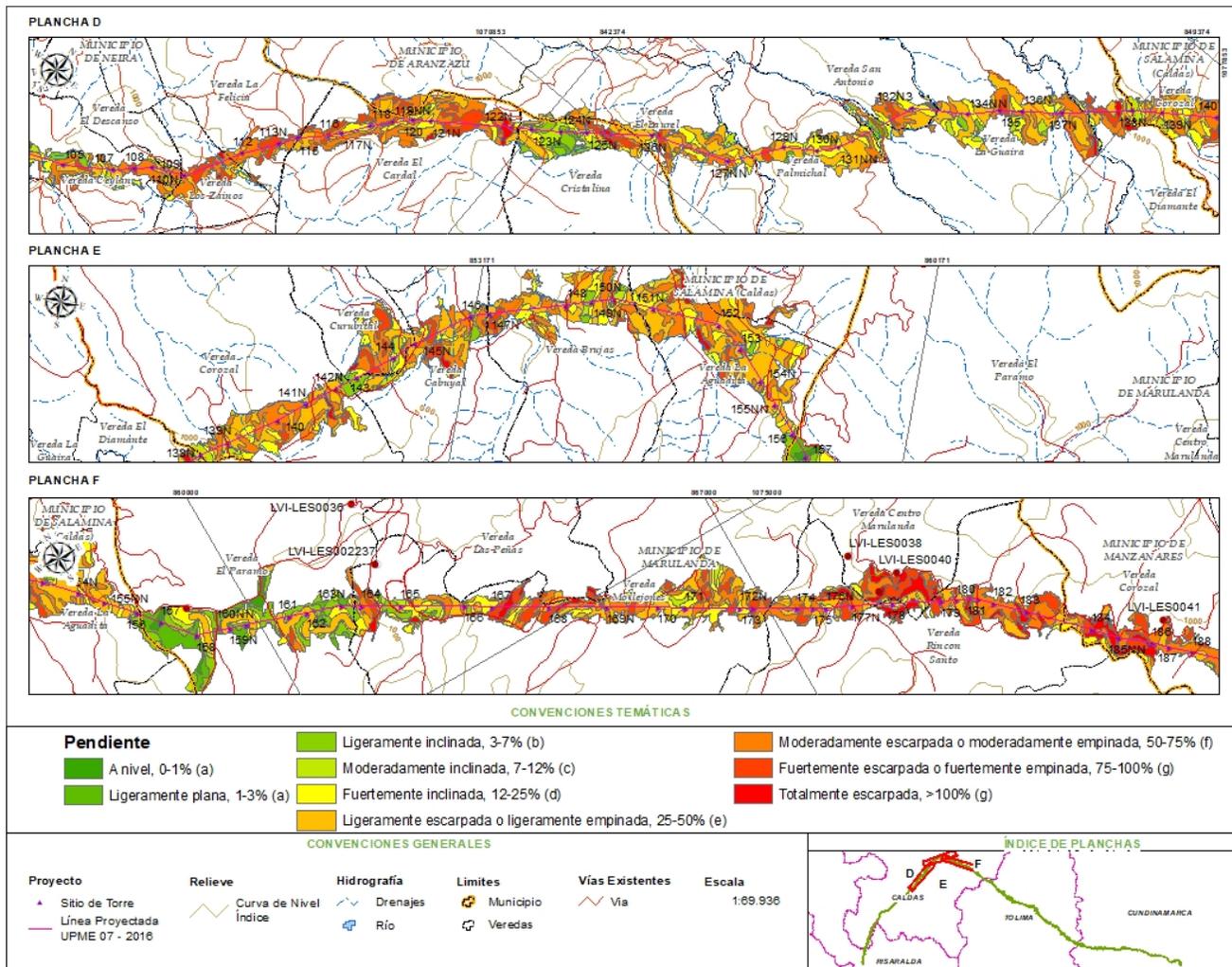
Figura 5-11 Mapa de pendientes en el área de influencia



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

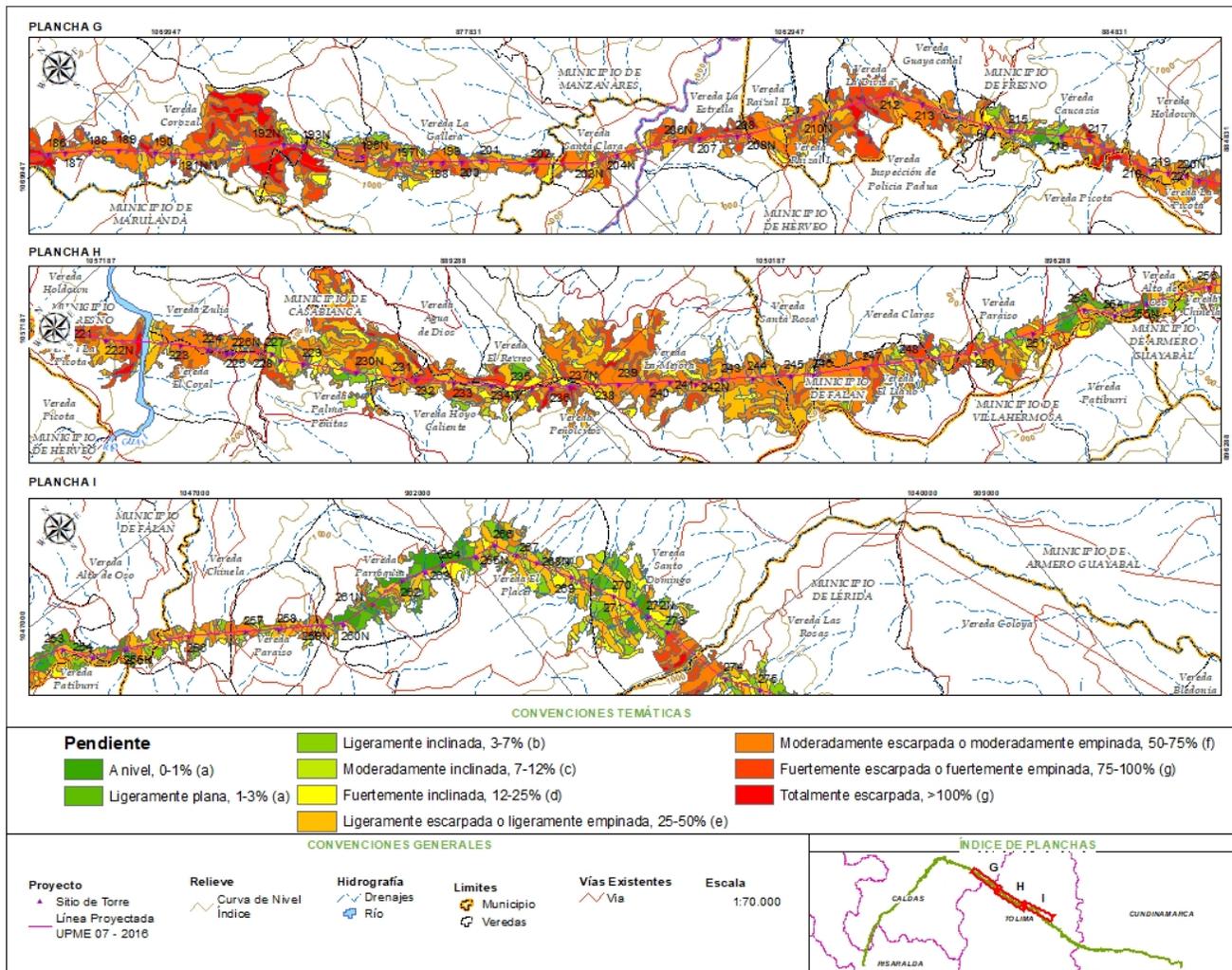
Figura 5-12 Mapa de pendientes en el área de influencia



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

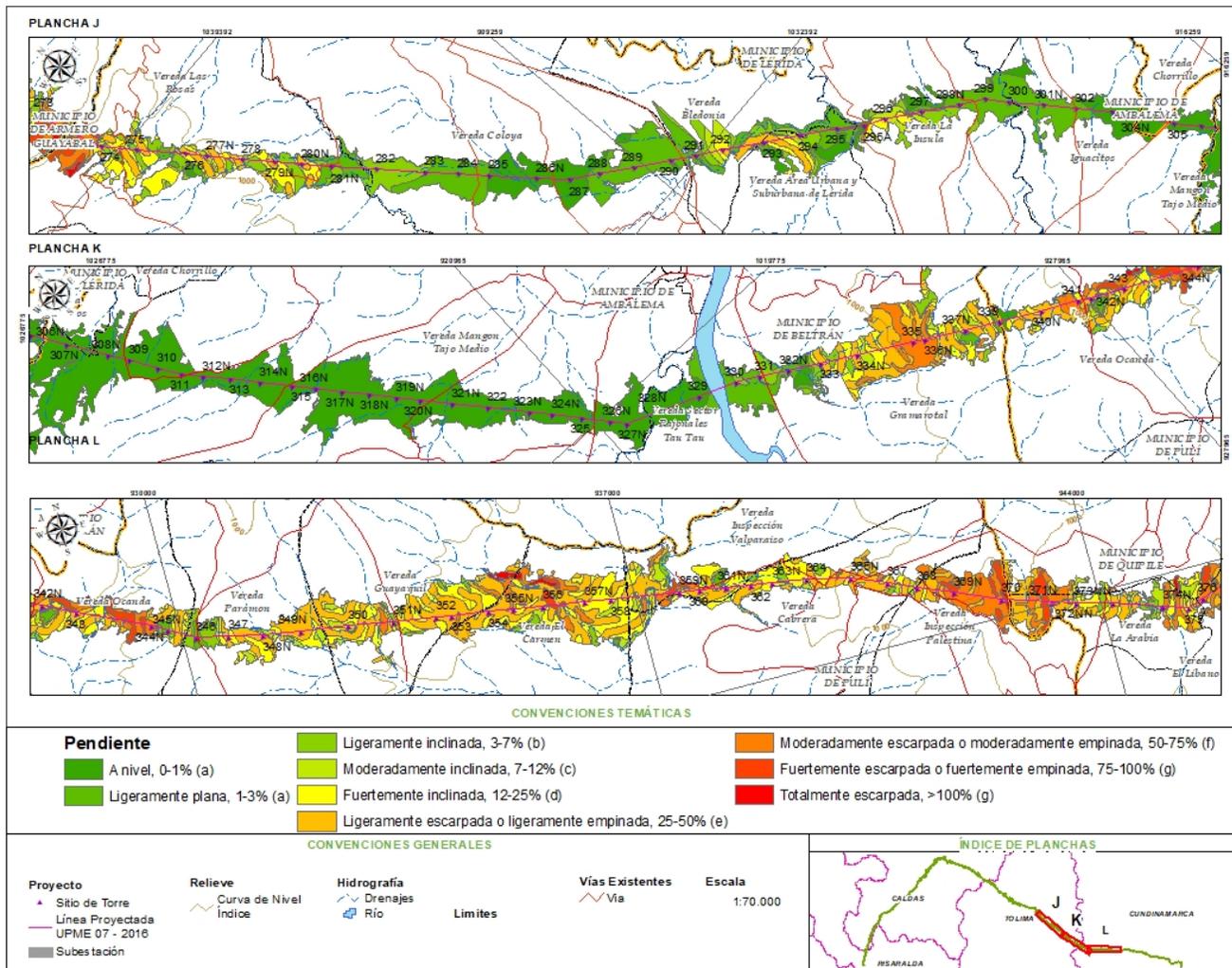
Figura 5-13 Mapa de pendientes en el área de influencia



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

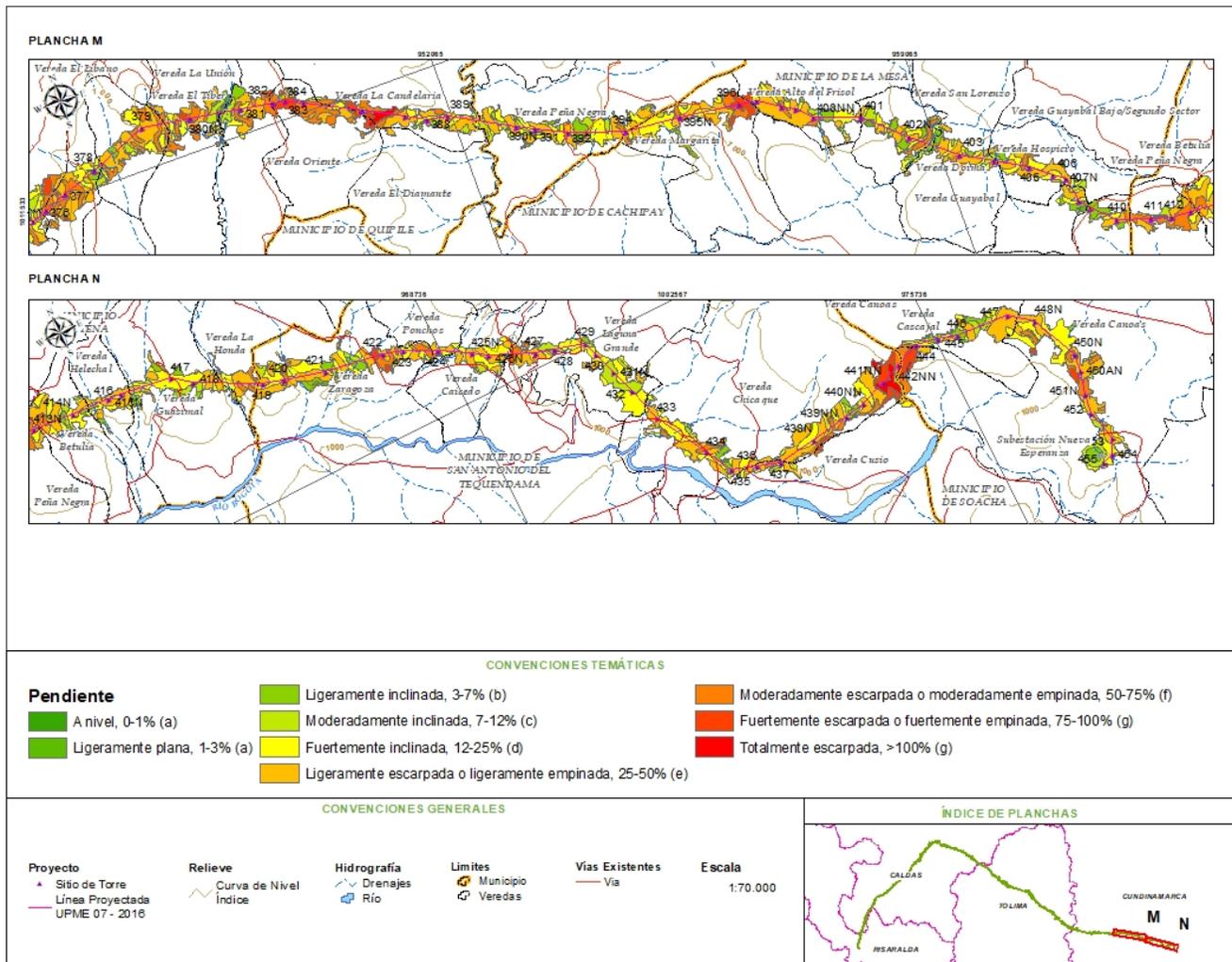
Figura 5-14 Mapa de pendientes en el área de influencia



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-15 Mapa de pendientes área de influencia



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.3 Morfodinámica

El trabajo de fotointerpretación realizado como base para las actividades en campo, dio lugar a la identificación de rasgos morfológicos derivados de procesos de remoción en masa, específicamente zonas de reptación, flujos de detritos y escarpes de deslizamientos antiguos; procesos que tuvieron lugar principalmente por el tipo de litología y la pendiente del terreno, aunados por los cambios en el uso del suelo, en donde la transición de



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

zonas de bosque a zonas de pastoreo, originan pérdidas en la firmeza del suelo acelerando los procesos erosivos.

Se identificaron en total 137 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR para el área de influencia del proyecto, en la Tabla 5-3, se presenta un resumen de los puntos, indicando tipo de FMR, ubicación y dimensión aproximada.

Tabla 5-3 Fenómenos de Remoción en Masa FMR, identificados en el área de estudio

TIPO	COORDENADAS MAGNAS SIRGAS BOGOTÁ		DIMENSIÓN (ha)
	Este	Norte	
FRM FLUJO DE DETRITOS	871156	1070882	0,013
FRM FLUJO DE DETRITOS 001	871225	1070713	0,133
FRM FLUJO DE DETRITOS 002	871110	1070820	0,459
FRM FLUJO DE DETRITOS 003	871098	1070896	0,101
FRM FLUJO DE DETRITOS 004	871084	1070930	0,075
FRM FLUJO DE DETRITOS 005	869253	1072375	0,420
FRM FLUJO DE DETRITOS 006	867497	1073171	0,033
FRM FLUJO DE DETRITOS 007	862086	1076207	0,294
FRM FLUJO DE DETRITOS 008	858284	1078611	0,205
FRM FLUJO DE DETRITOS 009	858272	1078852	0,055
FRM FLUJO DE DETRITOS 010	844834	1071625	0,176
FRM FLUJO DE DETRITOS 011	804700	1034370	0,045
FRM FLUJO DE DETRITOS 012	804785	1034251	0,036
FRM FLUJO DE DETRITOS 013	803918	1032136	0,086
FRM FLUJO DE DETRITOS 014	973283	999809	0,054
FRM FLUJO DE DETRITOS 015	937554	1013791	1,881
FRM FLUJO DE DETRITOS 016	878528	1063391	0,718
FRM FLUJO DE DETRITOS 017	839899	1067851	0,735
FRM FLUJO DE DETRITOS 018	808072	1041027	0,312
FRM REPTACIÓN 001	976836	1000046	0,085
FRM REPTACIÓN 002	975932	1000122	0,076
FRM REPTACIÓN 003	977394	997136	0,376
FRM REPTACIÓN 004	977364	997795	0,062
FRM REPTACIÓN 005	974240	999615	0,39
FRM REPTACIÓN 006	974494	999605	0,671
FRM REPTACIÓN 007	974443	999747	0,657
FRM REPTACIÓN 005	876848	1064557	1,381
FRM REPTACIÓN 009	876543	1064994	1,826

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

TIPO	COORDENADAS MAGNAS SIRGAS BOGOTÁ		DIMENSIÓN (ha)
FRM REPTACIÓN 010	876023	1065475	23,52
FRM REPTACIÓN 011	875729	1065902	4,544
FRM REPTACIÓN 012	871549	1070261	7,099
FRM REPTACIÓN 013	870693	1071279	12,255
FRM REPTACIÓN 014	870417	1071578	5,864
FRM REPTACIÓN 015	870105	1071808	8,423
FRM REPTACIÓN 016	869723	1072000	11,054
FRM REPTACIÓN 017	867354	1073302	58,278
FRM REPTACIÓN 018	865752	1074226	25,734
FRM REPTACIÓN 019	865327	1074595	0,489
FRM REPTACIÓN 020	864860	1074660	10,264
FRM REPTACIÓN 021	864069	1075210	41,543
FRM REPTACIÓN 022	862455	1076163	52,256
FRM REPTACIÓN 023	860132	1077259	31,061
FRM REPTACIÓN 024	858111	1078664	51,144
FRM REPTACIÓN 025	856945	1079765	23,053
FRM REPTACIÓN 026	855930	1079919	36,175
FRM REPTACIÓN 027	854717	1079756	26,021
FRM REPTACIÓN 028	853362	1079379	32,846
FRM REPTACIÓN 029	852202	1078694	18,365
FRM REPTACIÓN 030	851525	1077963	8,503
FRM REPTACIÓN 031	849338	1076086	0,581
FRM REPTACIÓN 032	847934	1075279	64,429
FRM REPTACIÓN 033	846718	1074171	16,307
FRM REPTACIÓN 034	843640	1071079	15,89
FRM REPTACIÓN 035	842356	1070151	5,523
FRM REPTACIÓN 036	805118	1034859	1,232
FRM REPTACIÓN 037	804443	1033936	5,659
FRM REPTACIÓN 038	804261	1033099	7,088
FRM REPTACIÓN 039	803899	1032461	18,358
FRM REPTACIÓN 040	803573	1031947	5,252
FRM REPTACIÓN 041	803569	1031510	4,919
FRM REPTACIÓN 042	973535	999774	1,866
FRM REPTACIÓN 043	971236	1001082	1,344
FRM REPTACIÓN 044	969644	1003058	3,726
FRM REPTACIÓN 045	968526	1003610	2,796



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

TIPO	COORDENADAS MAGNAS SIRGAS BOGOTÁ		DIMENSIÓN (ha)
FRM REPTACIÓN 046	968056	1003741	7,29
FRM REPTACIÓN 047	960746	1006560	4,804
FRM REPTACIÓN 048	959355	1007201	8,564
FRM REPTACIÓN 049	957953	1008534	0,807
FRM REPTACIÓN 050	957581	1008704	1,006
FRM REPTACIÓN 051	953615	1009744	25,792
FRM REPTACIÓN 052	949290	1011788	4,238
FRM REPTACIÓN 053	930030	1014861	19,386
FRM REPTACIÓN 054	927691	1016162	10,582
FRM REPTACIÓN 055	926644	1016757	35,022
FRM REPTACIÓN 056	915386	1026471	44,731
FRM REPTACIÓN 057	904895	1038271	101,413
FRM REPTACIÓN 058	903504	1041485	69,038
FRM REPTACIÓN 059	902381	1043576	27,992
FRM REPTACIÓN 060	891765	1048779	58,398
FRM REPTACIÓN 061	943739	1011845	19,962
FRM REPTACIÓN 062	939406	1013416	49,676
FRM REPTACIÓN 063	933125	1014439	8,556
FRM REPTACIÓN 064	890661	1049862	9,479
FRM REPTACIÓN 065	887363	1053129	10,215
FRM REPTACIÓN 066	880734	1061721	23,835
FRM REPTACIÓN 067	878838	1063282	3,309
FRM REPTACIÓN 068	872723	1069265	16,91
FRM REPTACIÓN 069	872248	1069800	11,495
FRM REPTACIÓN 070	869433	1072346	3,947
FRM REPTACIÓN 071	868718	1072902	20,127
FRM REPTACIÓN 072	846068	1072913	52,749
FRM REPTACIÓN 073	835849	1064583	4,345
FRM REPTACIÓN 074	835042	1064081	4,854
FRM REPTACIÓN 075	833126	1062321	22,895
FRM REPTACIÓN 076	815972	1052168	26,596
FRM REPTACIÓN 077	831603	1061648	15,633
FRM REPTACIÓN 078	827976	1059690	32,133
FRM REPTACIÓN 079	826625	1058711	27,912
FRM REPTACIÓN 080	823254	1056543	63,776
FRM REPTACIÓN 081	814343	1050599	25,693

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

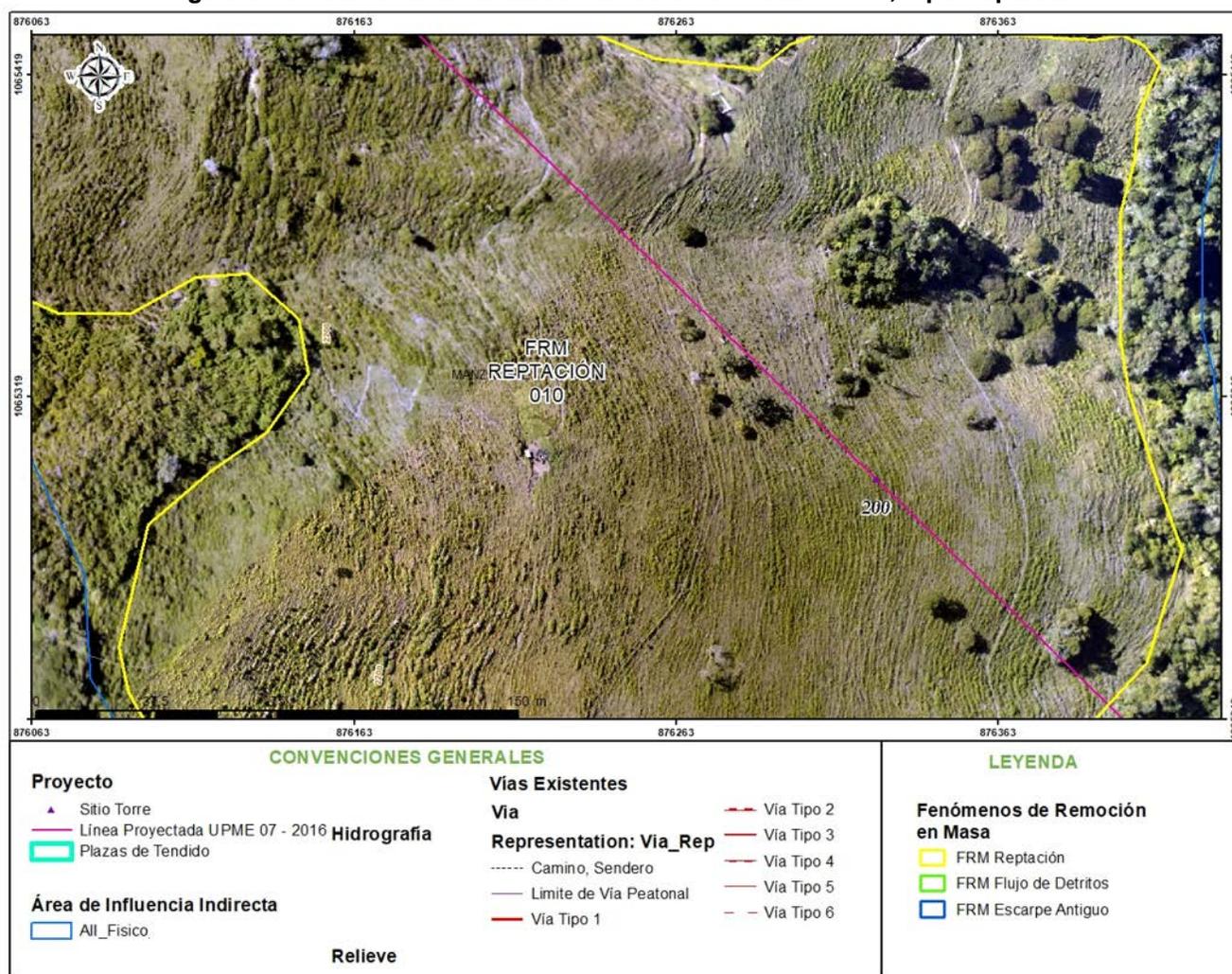
TIPO	COORDENADAS MAGNAS SIRGAS BOGOTÁ		DIMENSIÓN (ha)
FRM REPTACIÓN 082	813545	1049722	20,674
FRM REPTACIÓN 083	811622	1047648	15,359
FRM REPTACIÓN 084	811261	1047136	5,847
FRM REPTACIÓN 085	810891	1046648	20,638
FRM REPTACIÓN 086	810532	1046213	2,381
FRM REPTACIÓN 087	810707	1046093	6,24
FRM REPTACIÓN 088	810390	1045947	2,453
FRM REPTACIÓN 089	810229	1045509	4,963
FRM REPTACIÓN 091	808446	1042157	16,424
FRM REPTACIÓN 092	808021	1041061	6,368
FRM REPTACIÓN 093	807376	1039840	18,064
FRM REPTACIÓN 094	807186	1039170	6,646
FRM REPTACIÓN 095	805781	1037007	27,469
FRM REPTACIÓN 097	805409	1036678	2,258
FRM REPTACIÓN 098	886713	1053648	2,462
FRM REPTACIÓN 099	886312	1054436	6,725
FRM REPTACIÓN 100	885041	1055805	8,762
FRM REPTACIÓN 102	884595	1056161	5,972
FRM REPTACIÓN 103	882452	1059954	12,408
FRM REPTACIÓN 104	881749	1060952	22,016
FRM REPTACIÓN 105	861229	1076762	18,486
FRM REPTACIÓN 106	850917	1077320	11,177
FRM REPTACIÓN 107	803206	1030971	4,794
FRM REPTACIÓN 108	803187	1030619	12,754
FRM ESCARPE ANTIGUO 001	976045	1000126	0,011
FRM ESCARPE ANTIGUO 002	977699	997641	0,055
FRM ESCARPE ANTIGUO 003	977492	997514	0,592
FRM ESCARPE ANTIGUO 004	977457	997472	0,079
FRM ESCARPE ANTIGUO 005	870578	1071208	0,498
FRM ESCARPE ANTIGUO 006	962641	1005360	0,598
FRM ESCARPE ANTIGUO 007	961719	1005492	0,447
FRM ESCARPE ANTIGUO 008	950259	1011395	3,503
FRM ESCARPE ANTIGUO 009	877121	1064275	0,311
FRM ESCARPE ANTIGUO 010	839614	1067552	2,662

Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Teniendo en cuenta que la escala de detalle para identificar estos fenómenos es mayor a 1:1.000 y que la extensión del área de influencia del proyecto no permite mostrar cada FRM por separado, en la Figura 5-16, Figura 5-17 y Figura 5-18, se presenta un ejemplo del tipo del fenómeno identificado y en la Figura 5-19 a Figura 5-23, se presenta la ubicación general de todos los FRM inventariados. Esta misma información se presenta a detalle en el plano TCE-MP1B-LTB03-0014-0-Procesos Morfodinámicos General, y los planos TCE-MP1B-LTB03-0014A-0, TCE-MP1B-LTB03-0014B-0, TCE-MP1B-LTB03-0014C-0 y TCE-MP1B-LTB03-0014D-0, del Anexo Cartográfico

Figura 5-16 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Reptación



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

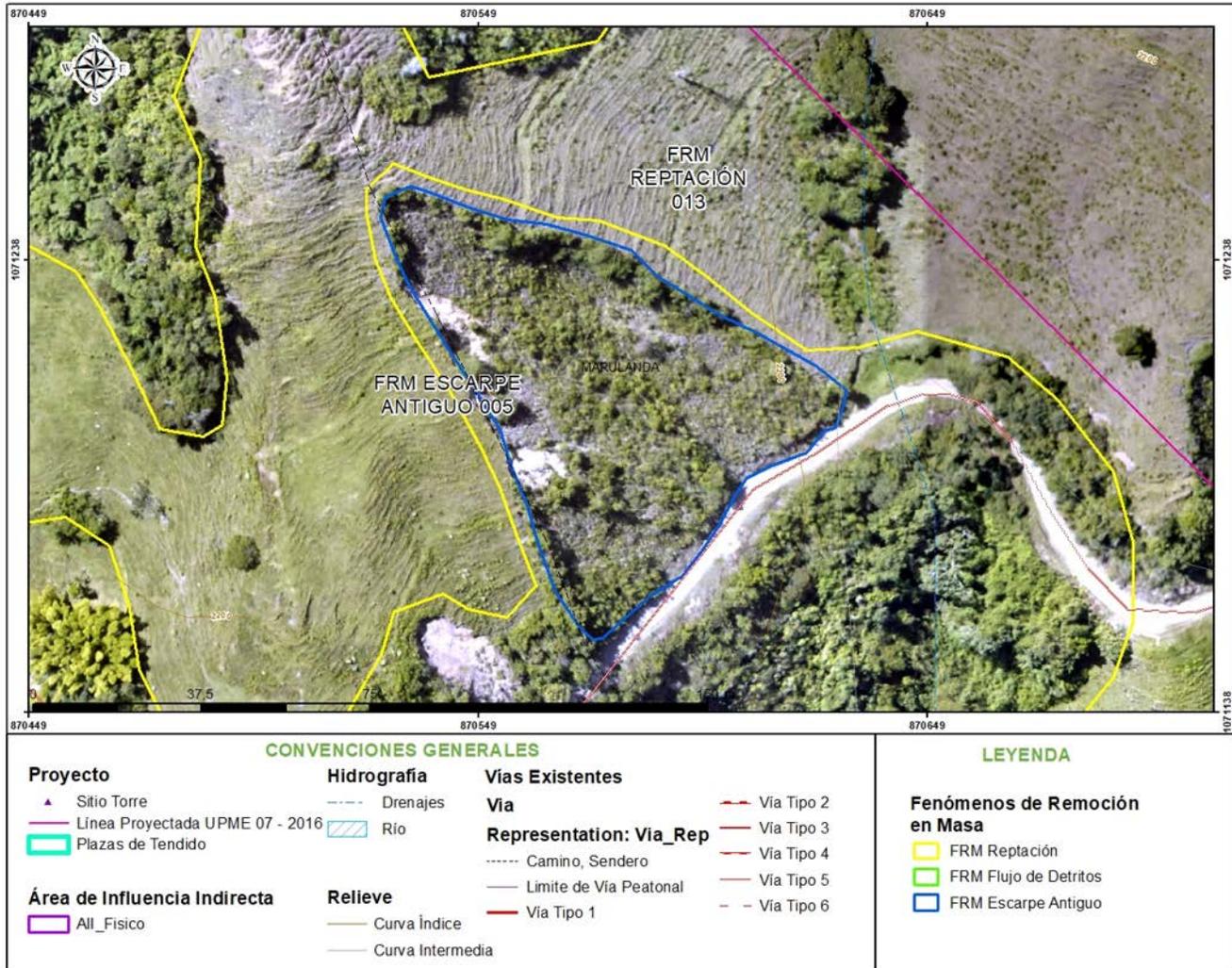
Figura 5-17 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Flujo de detritos



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

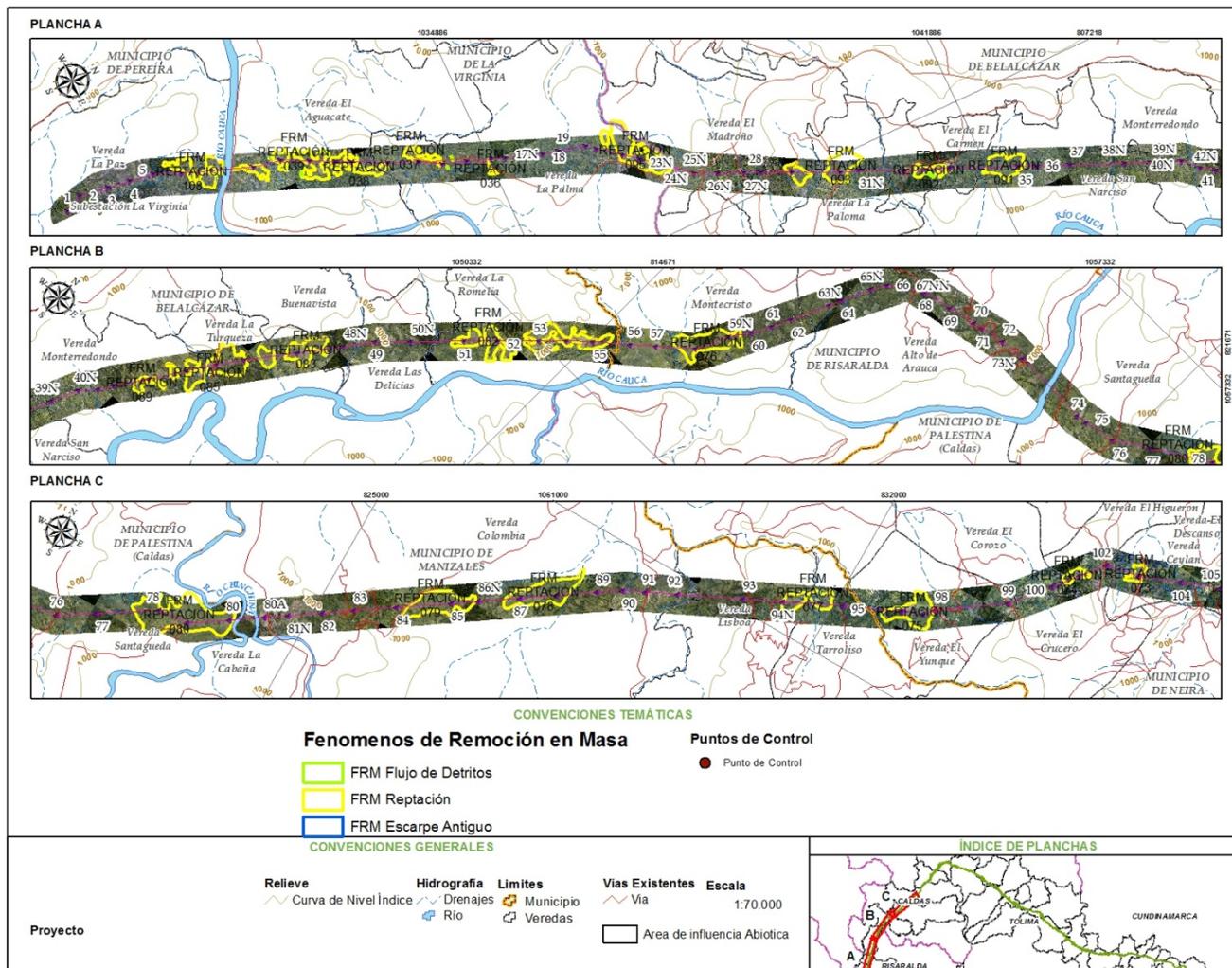
Figura 5-18 Detalle Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, Tipo Escarpe Antiguo



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

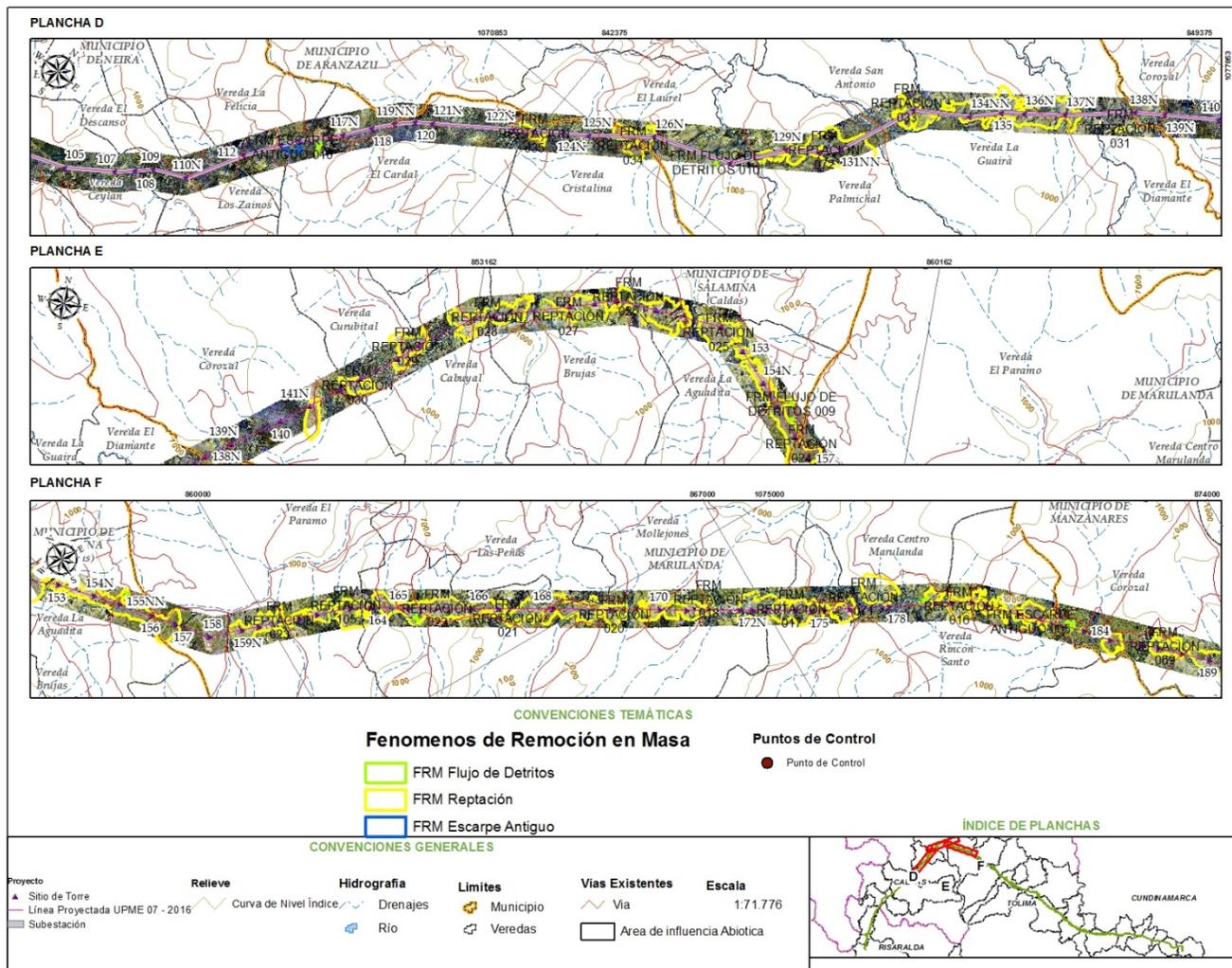
Figura 5-19 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

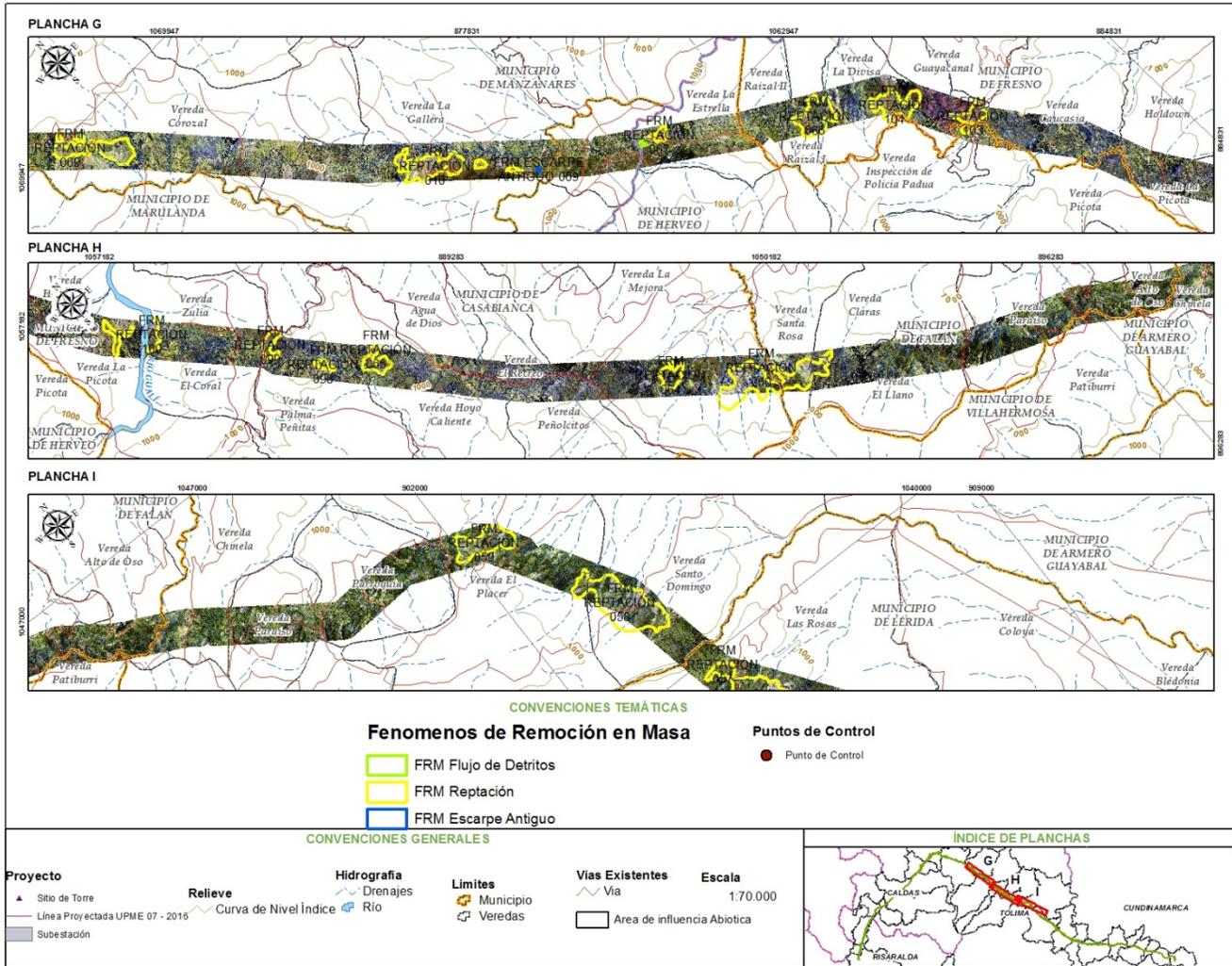
Figura 5-20 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

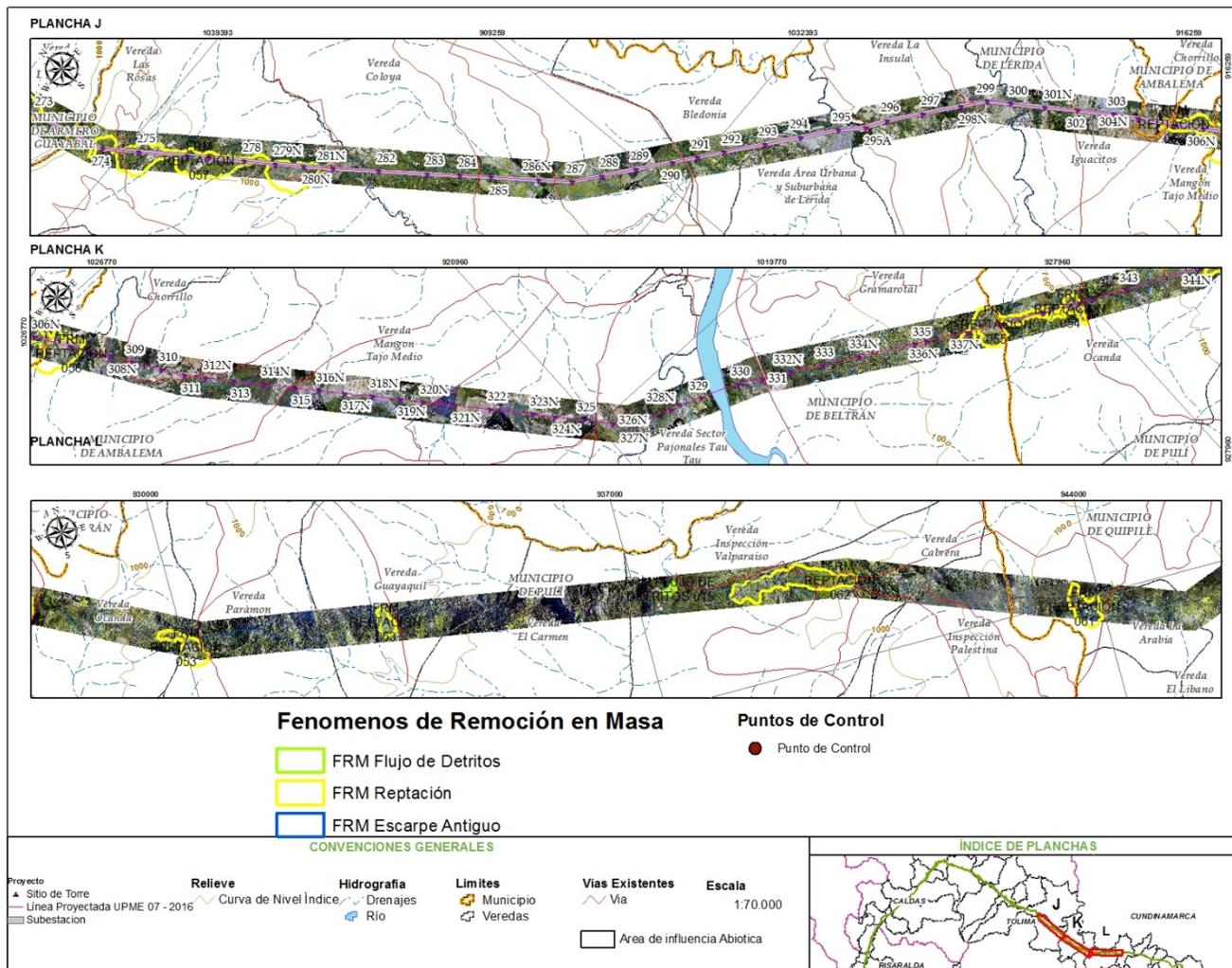
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-21 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

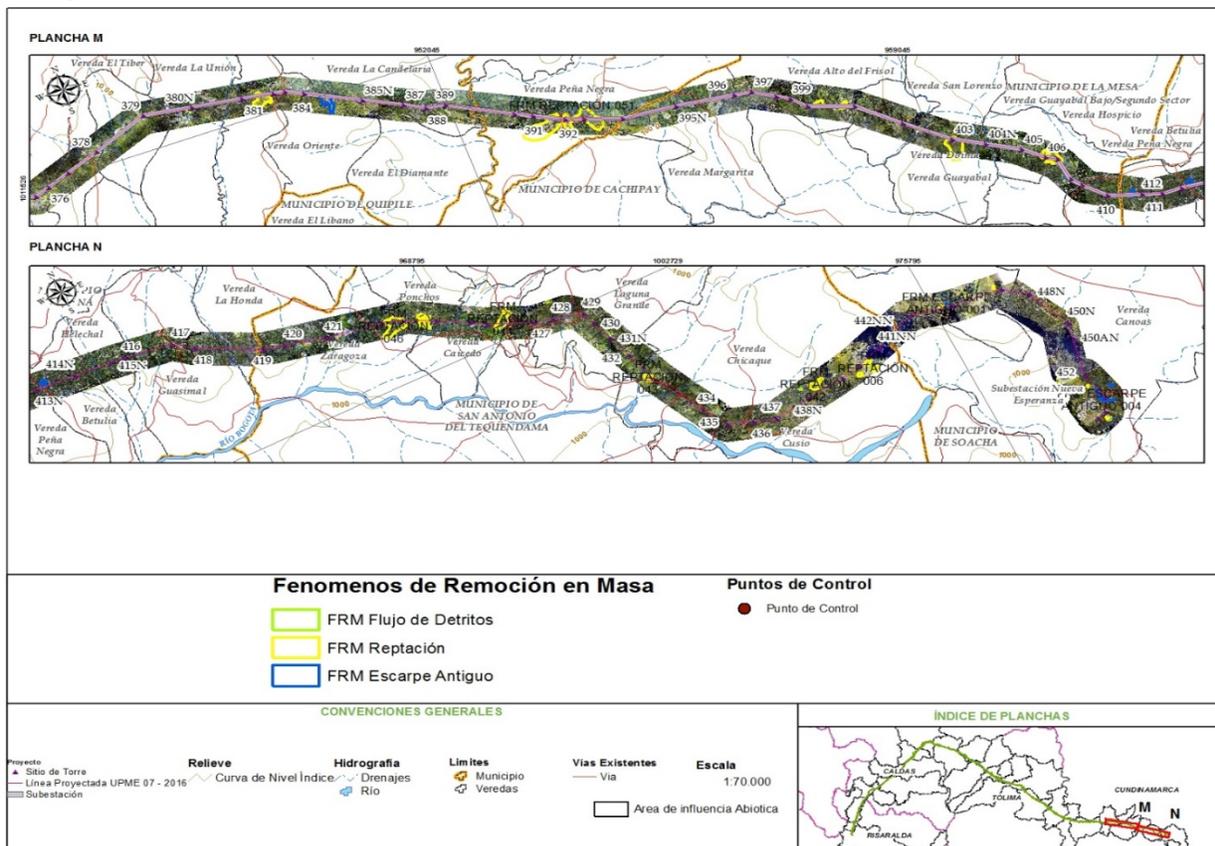
Figura 5-22 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-23 Fenómenos de Remoción en Masa – FMR, identificados en el Área de Influencia



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

5.1.4.4 Estudio Multitemporal

A continuación se presenta un análisis multitemporal de la dinámica fluvial y la estabilidad general que han presentado las unidades geomorfológicas en las últimas décadas, en el área del Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016; el objetivo de dicho análisis es identificar los principales cambios que han presentado durante un periodo de 30 años, los cursos de los cuerpos hídricos presentes y la evolución de los fenómenos de remoción en masa identificados por interpretación de imágenes e información primaria.

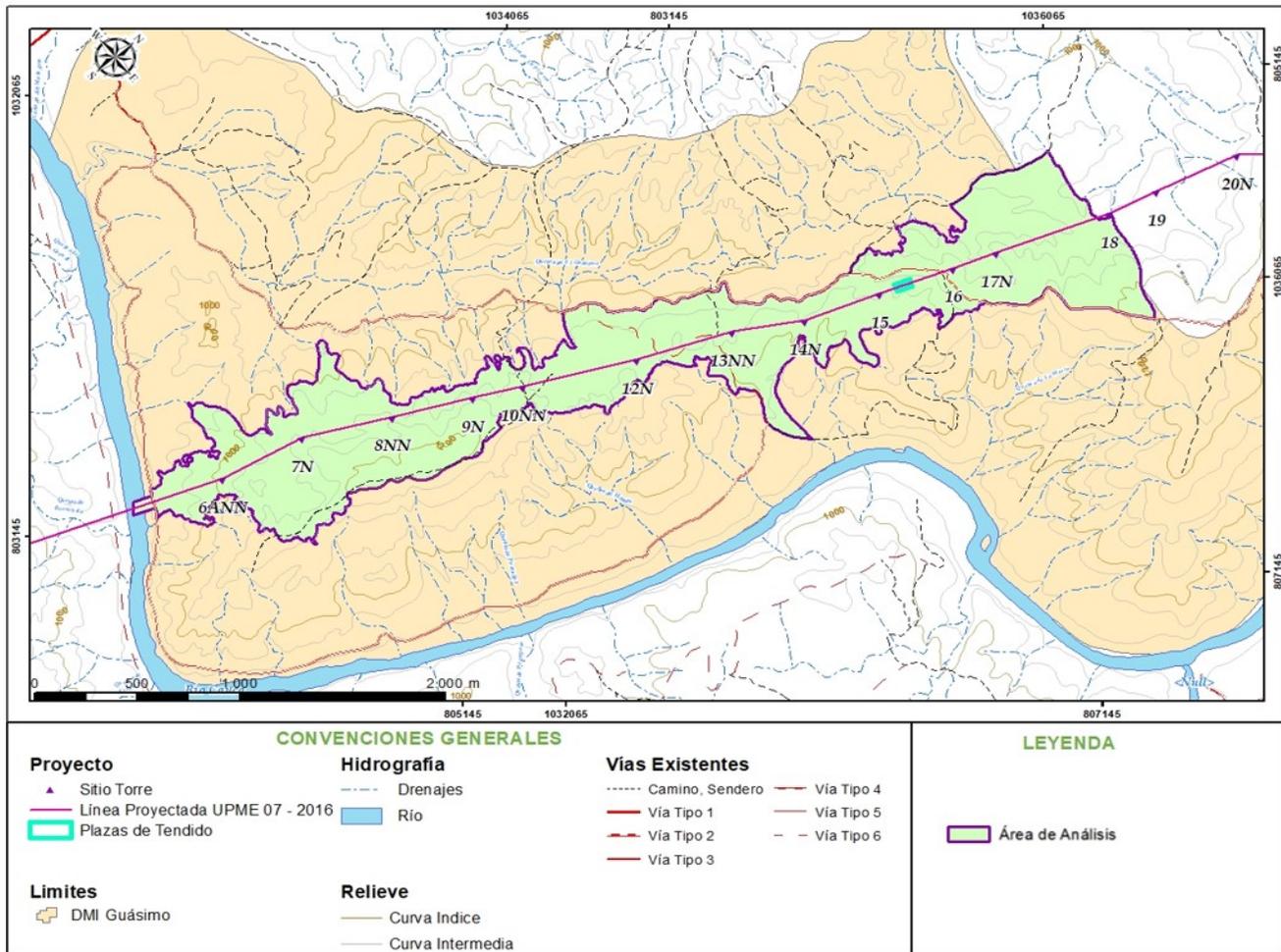
Dada la extensión del área del proyecto y de acuerdo a la información secundaria disponible, se dividió el análisis multitemporal en cinco (5) Áreas de Análisis independientes, cubriendo todos los ambientes morfogenéticos presentes a lo largo del área de influencia del proyecto.

5.1.4.4.1 Área De Análisis Multitemporal - A

Esta área está ubicada en la parte más oriental del área de influencia, en el municipio de la Virginia, en inmediaciones al Río Cauca y coincide con el área del Distrito De Manejo Integrado Guásimo, como se puede apreciar en la Figura 5-25. El análisis considera los cambios geomorfológicos, para tres periodos distintos: los años 1974, 1995 y 2017.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-24 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA A



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Para los años 1974 y 1995, se digitalizaron los fenómenos a partir de fotografías aéreas tomadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), para el año 2017 se utilizó la Ortofoto de detalle construida para el presente estudio, mediante imágenes LIDAR con resolución de 1 m. En la Tabla 5-5 se presenta el listado de las imágenes utilizadas.

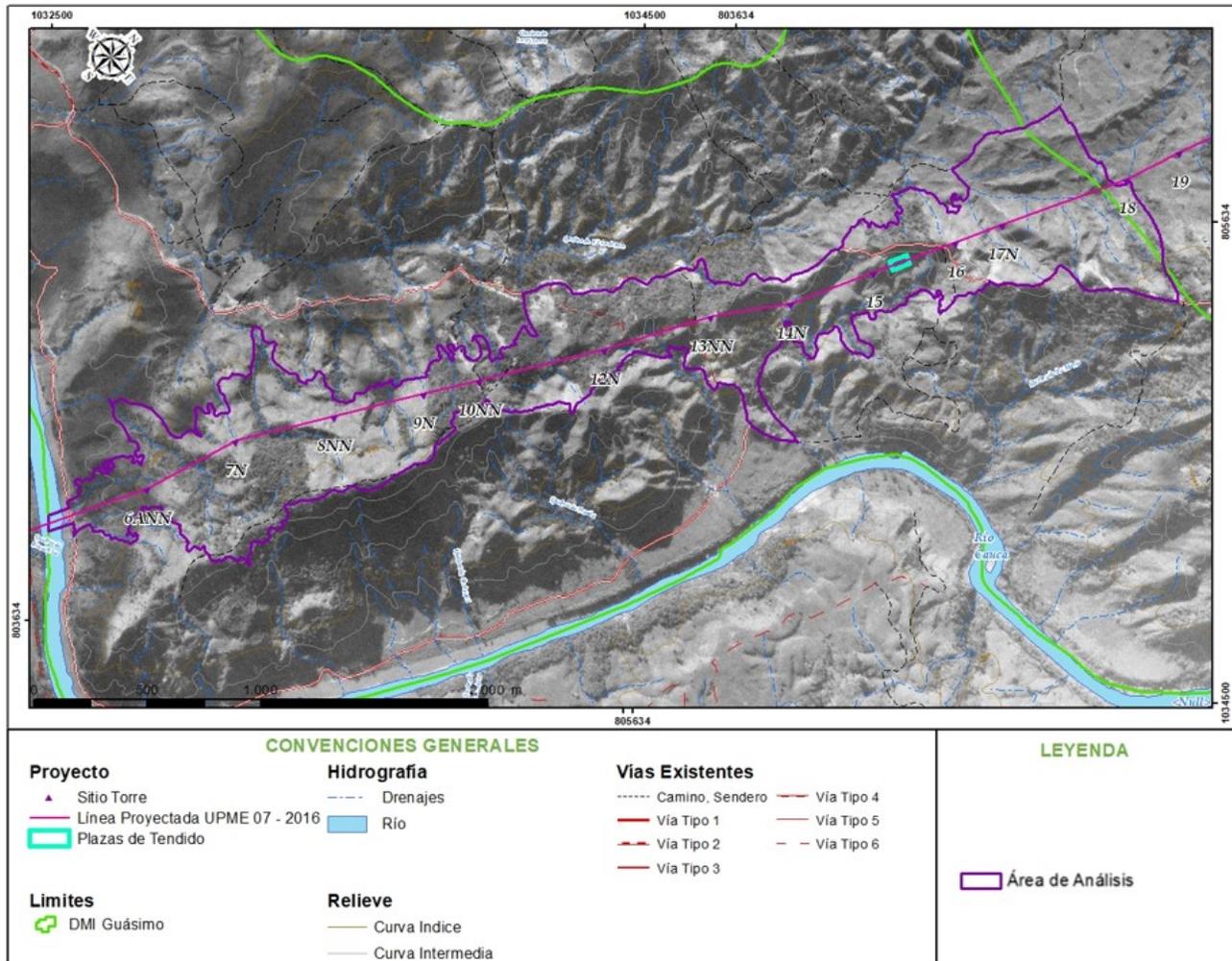
Tabla 5-4 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Fotografías Aéreas	C 1514-249	IGAC	1974
Fotografías Aéreas	C 2575-085	IGAC	1995
Ortofo Imágenes LYDAR	Resolución 1 m	TCE	2017

Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

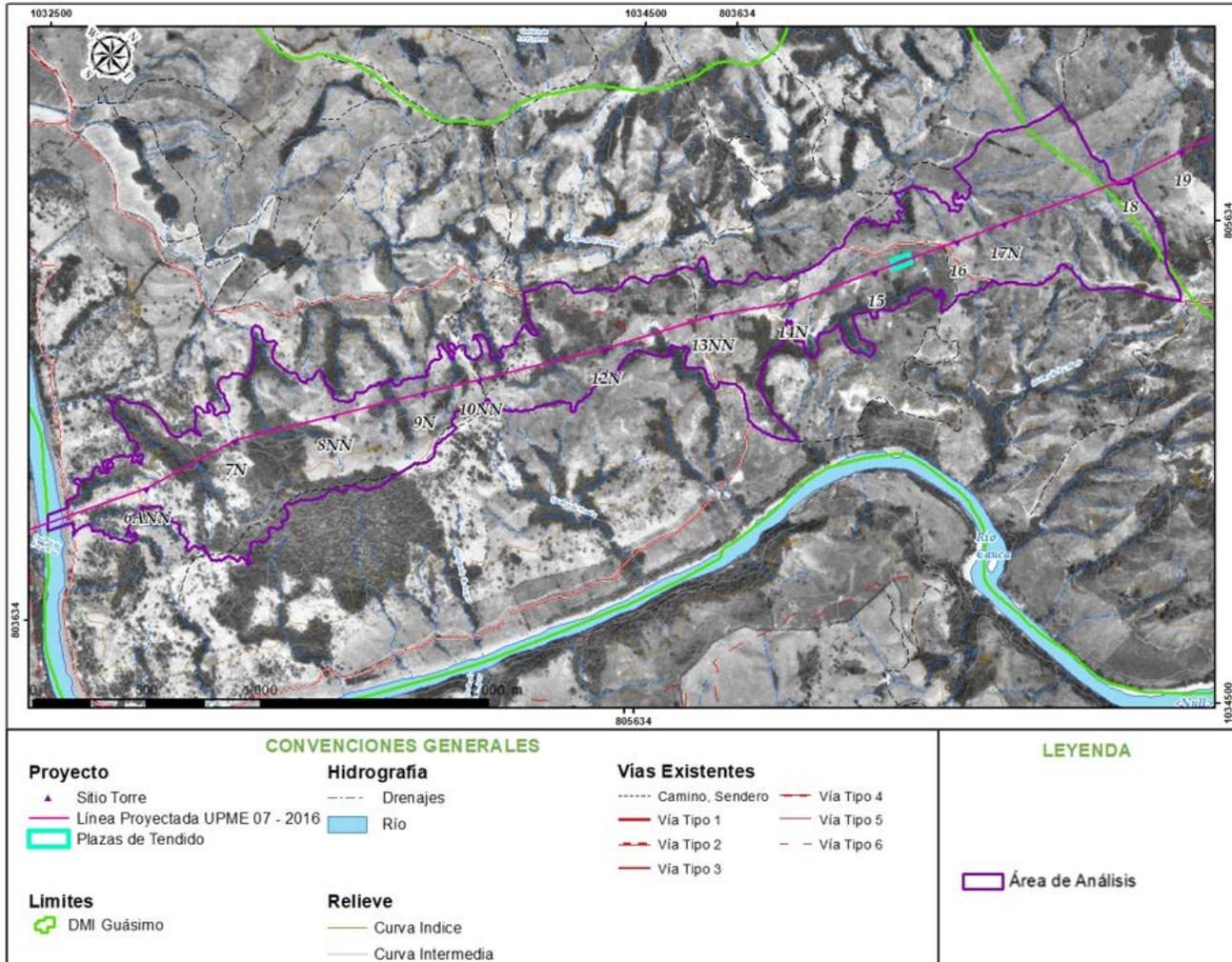
Figura 5-25 Imagen Área de Análisis – A en el año 1974



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

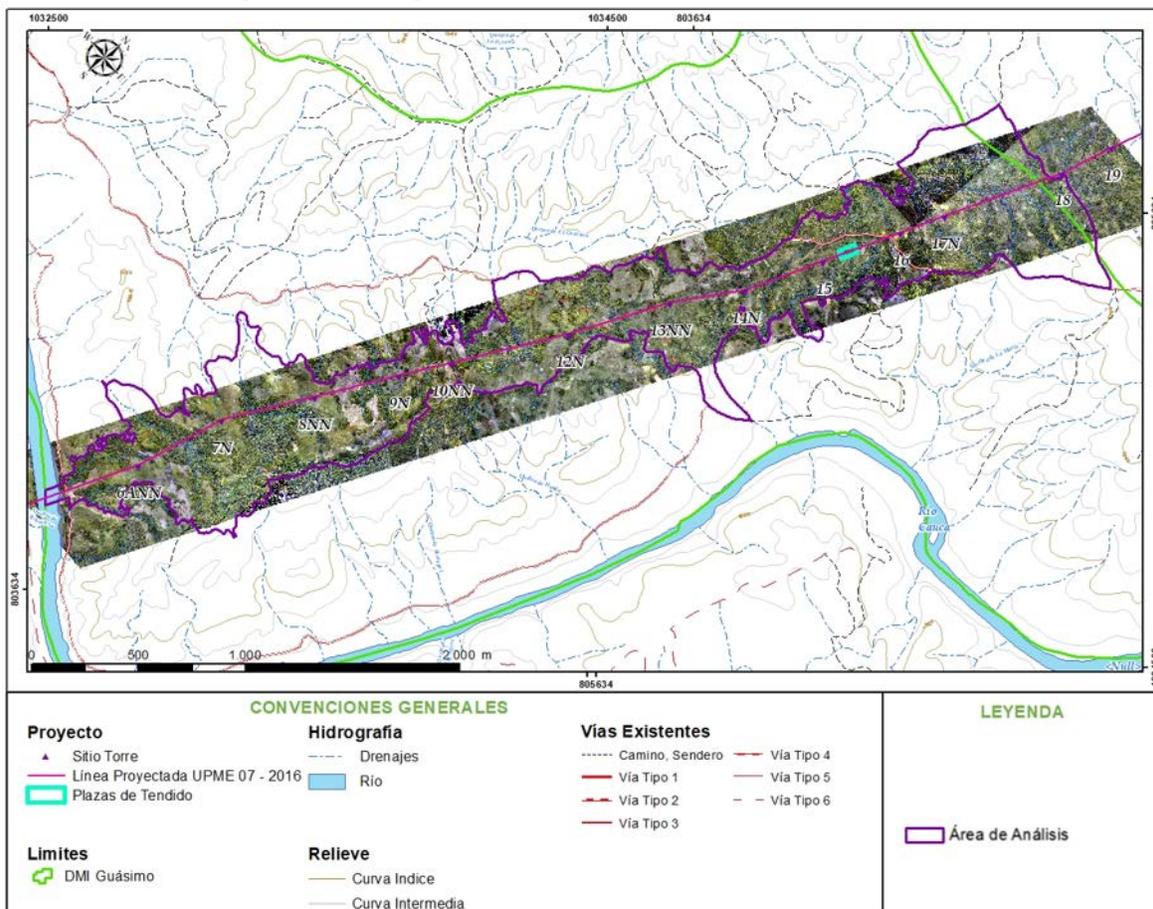
Figura 5-26 Imagen del Área de Análisis – A en el año 1995



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-27 Imagen del Área de Análisis – A en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.4.2 Dinámica de los procesos identificados en el periodo 1974 – 1995 – 2017 para el Área de Análisis A

Con base en los levantamientos geomorfológicos para el área de estudio, se analizaron los principales cambios que ha sufrido la morfología del área de influencia en el periodo de análisis, con el propósito de identificar posibles sectores que hayan presentado FRM en este periodo. Para esto, se ha subdividido el área de estudio en 2 zonas, lo cual permite la visualización de manera más sencilla de estos cambios, la zona 1 al sur del área de análisis A en dirección a la subestación La Virginia, y la zona 2, correspondiente a la zona más norte del área.

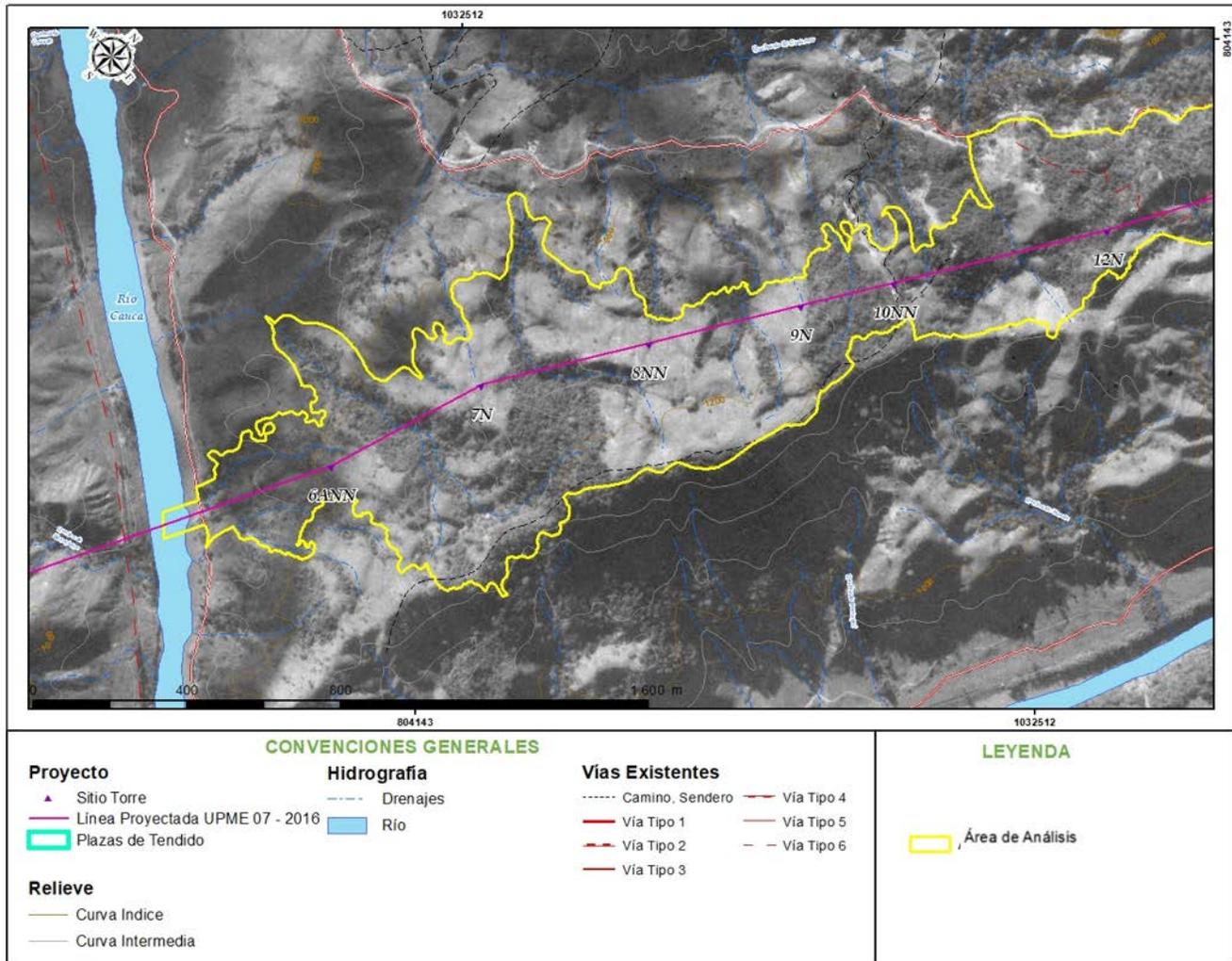
a. Zona 1

Esta zona se encuentra al sur del área de análisis A, corresponde a unidades geomorfológicas de Sierra Denedada (Dsd), Valle Aluvial (Fpla) y Cauce Activo (Fca); para el periodo analizado 1974 y 1995 no se observan FRM a la escala de detalle de las imágenes (< 1:25.000) y las coberturas presentan una leve disminución en su presencia hacia el centro del AI, para el periodo 2017 no hay cambios mayores en la cobertura y se observan áreas con FRM asociados a reptación leve, estos fenómenos corresponden a las mismas áreas sin cobertura que se presentan desde 1974, lo que puede significar que estos FRM se

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

encuentran activos desde 1974, también se observan flujo de detritos de dimensiones de 60 metros de longitud por 20 metros de ancho en la base (1:1.500); también es importante resaltar que el cauce del río Cauca, no ha presentado variaciones significativas en todo el periodo de análisis (Ver Figura 5-29 a Figura 5-31).

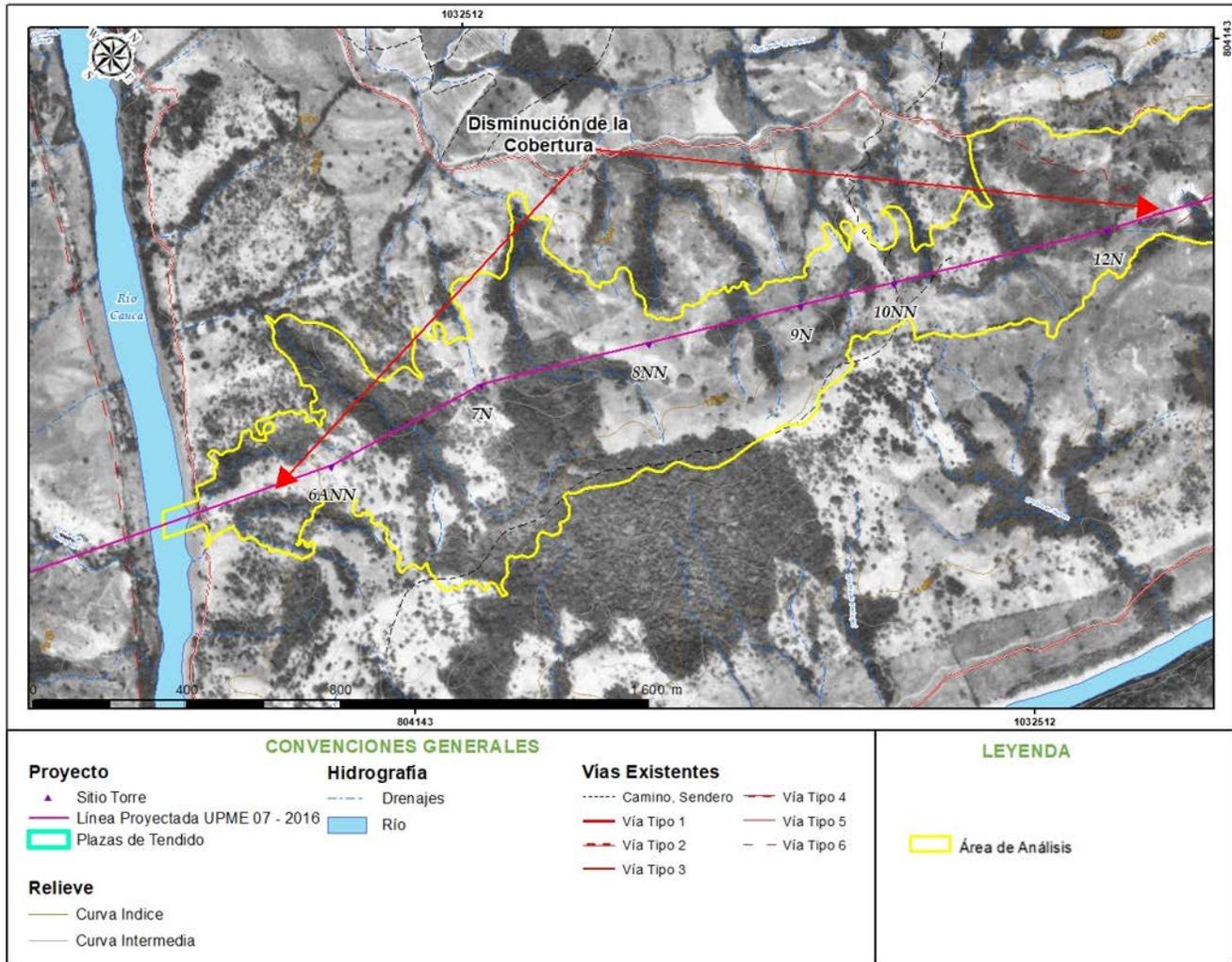
Figura 5-28 Zona 1, Área de Análisis A – Año 1974



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

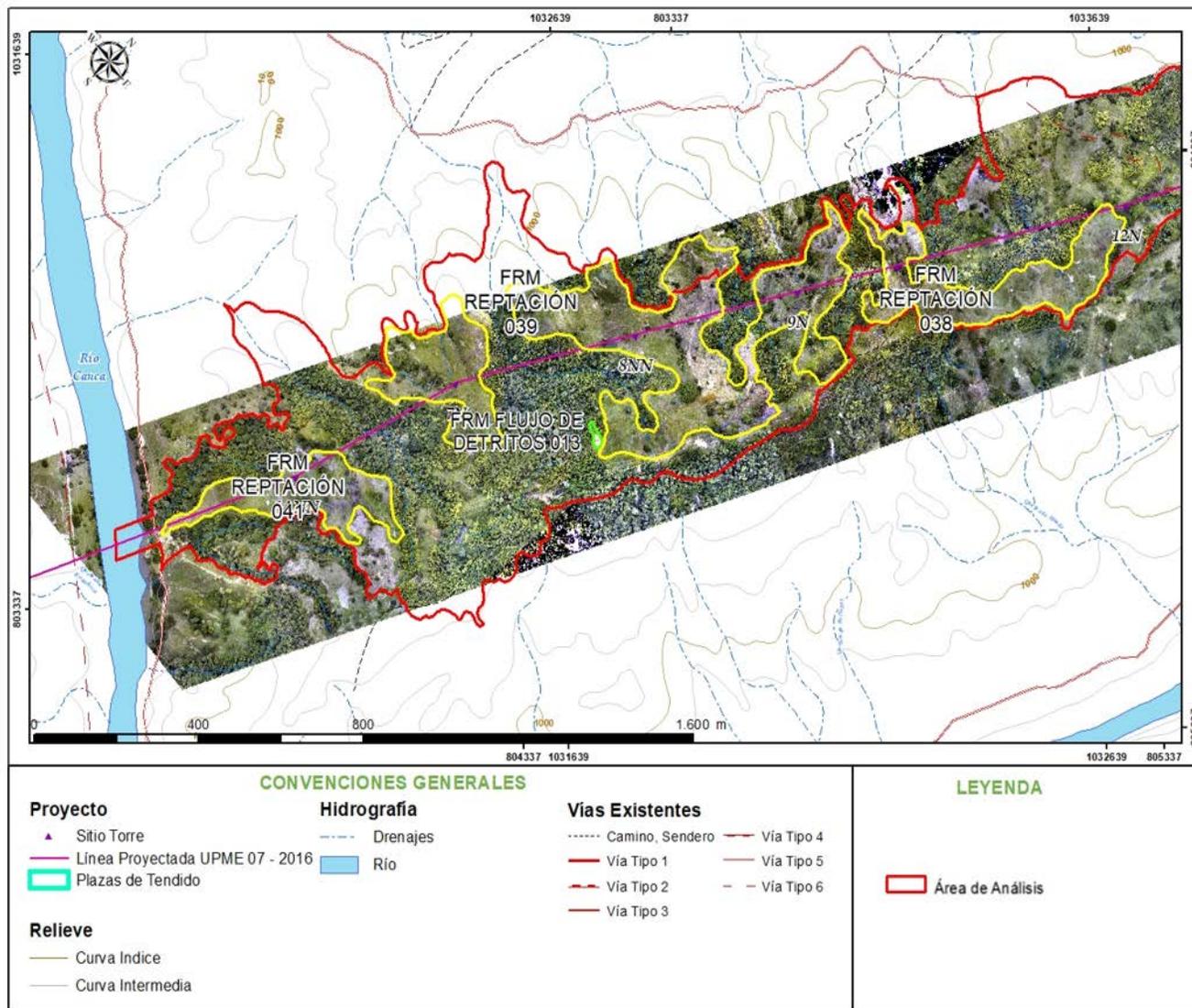
Figura 5-29 Zona 1, Área de Análisis A – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-30 Zona 1, Área de Análisis A – 2017



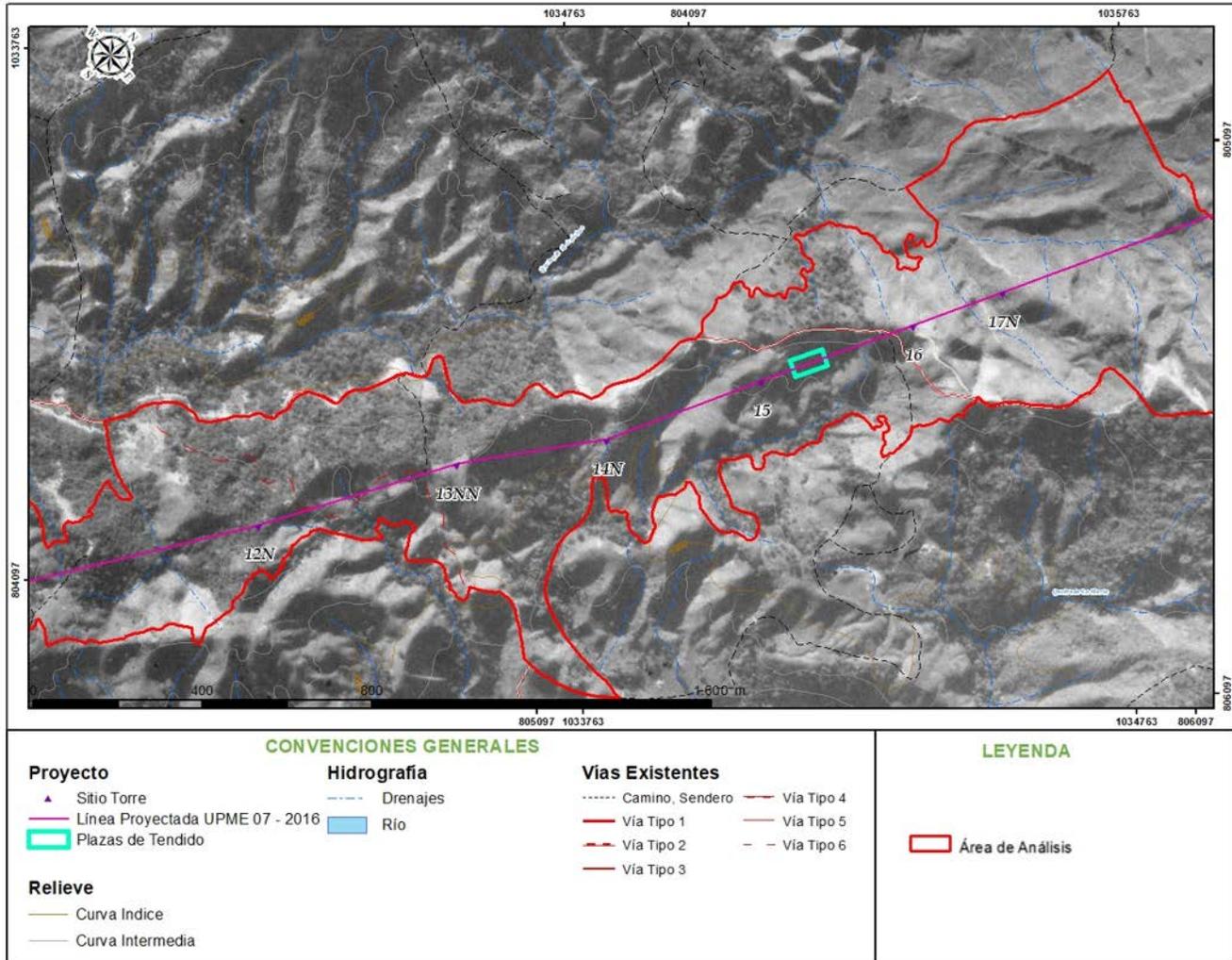
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

b. Zona 2

Es el área más al norte de la zona de estudio, corresponde a las unidades geomorfológicas de Sierra Denedada (Dsd) y Loma Residual (Dlor); en el periodo de 1975, no se identifican FRM a la escala de detalle de la imagen (Figura 5-32), para el año de 1995 se observa una disminución en el porcentaje de cobertura vegetal (Figura 5-33) y finalmente para el año 2017, fueron identificados unos FRM correspondientes a un flujo de detritos de dimensión de 70 m de longitud por 10 m de ancho en la base y zonas de reptación leves, para la zona más norte del AI se observan aumentos del porcentaje de cobertura vegetal (Figura 5-34).

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

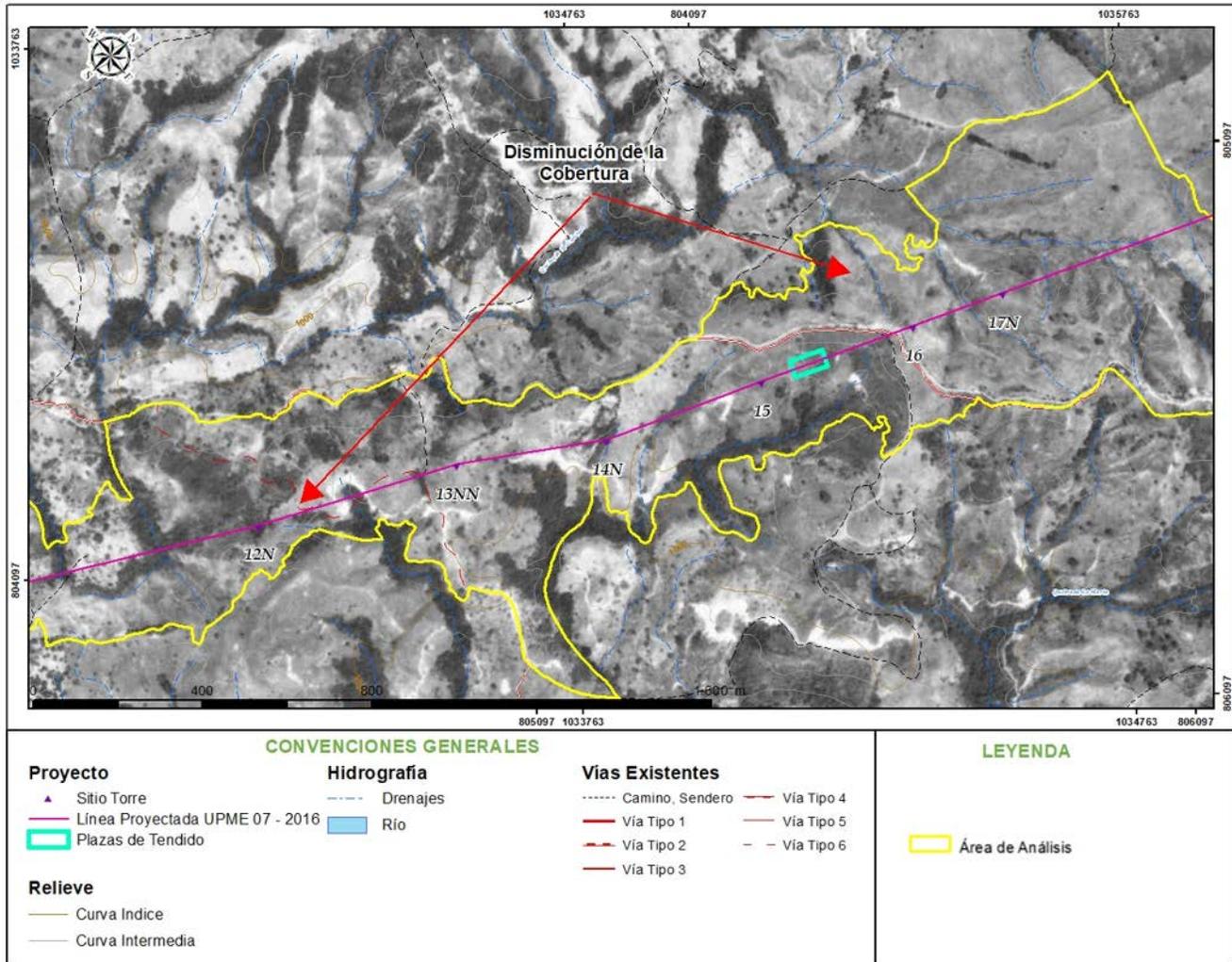
Figura 5-31 Zona 2, Área de Análisis A – Año 1974



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

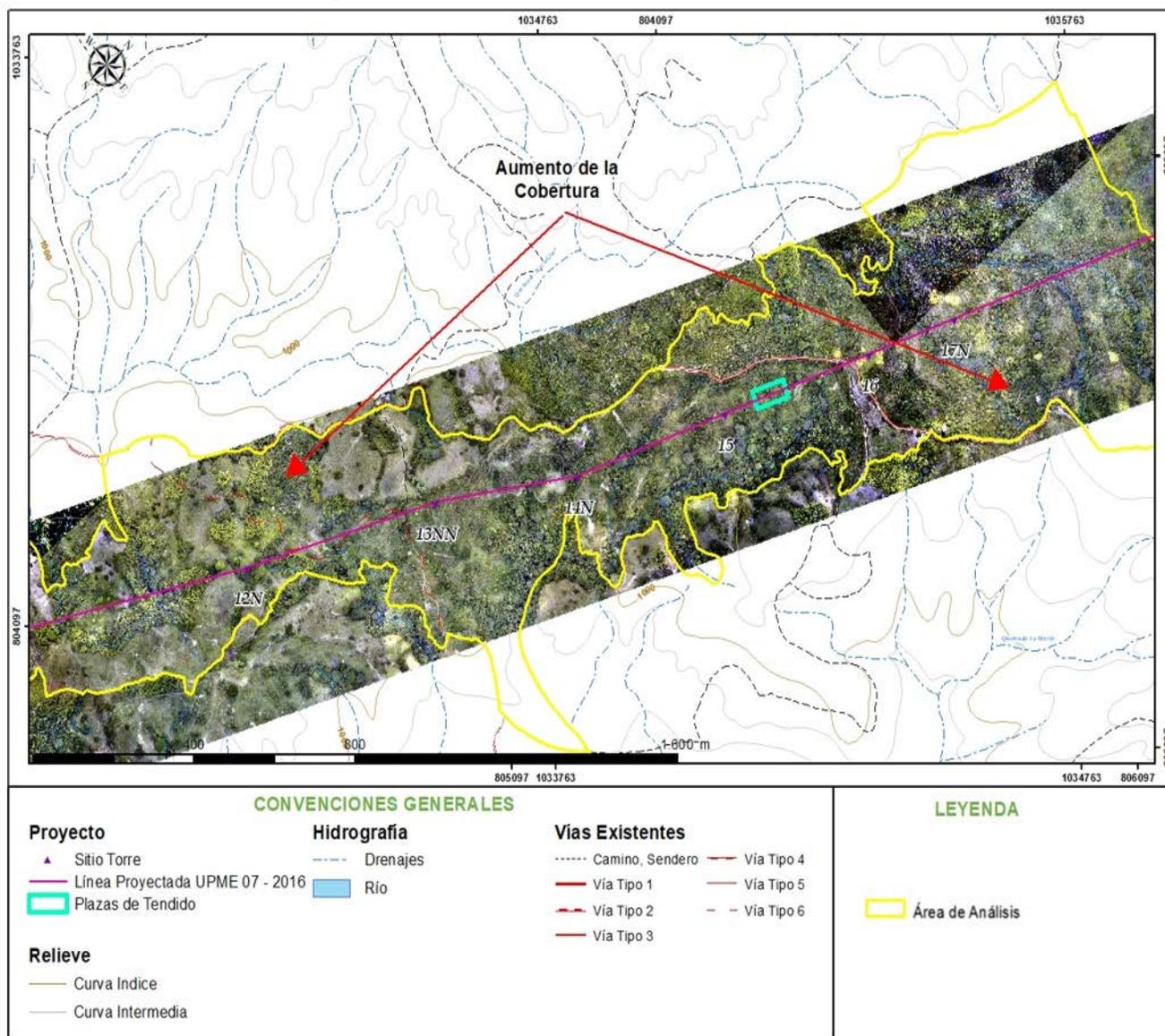
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-32 Zona 2, Área de Análisis A – Año 1995



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-33 Zona 2, Área de Análisis A – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.4.3 Área de Análisis Multitemporal – B

Esta área analizada corresponde con el cruce del trazado proyectado con el Río Cauca, el cual se da en dos puntos diferentes.

a. Río cauca – Cruce 1

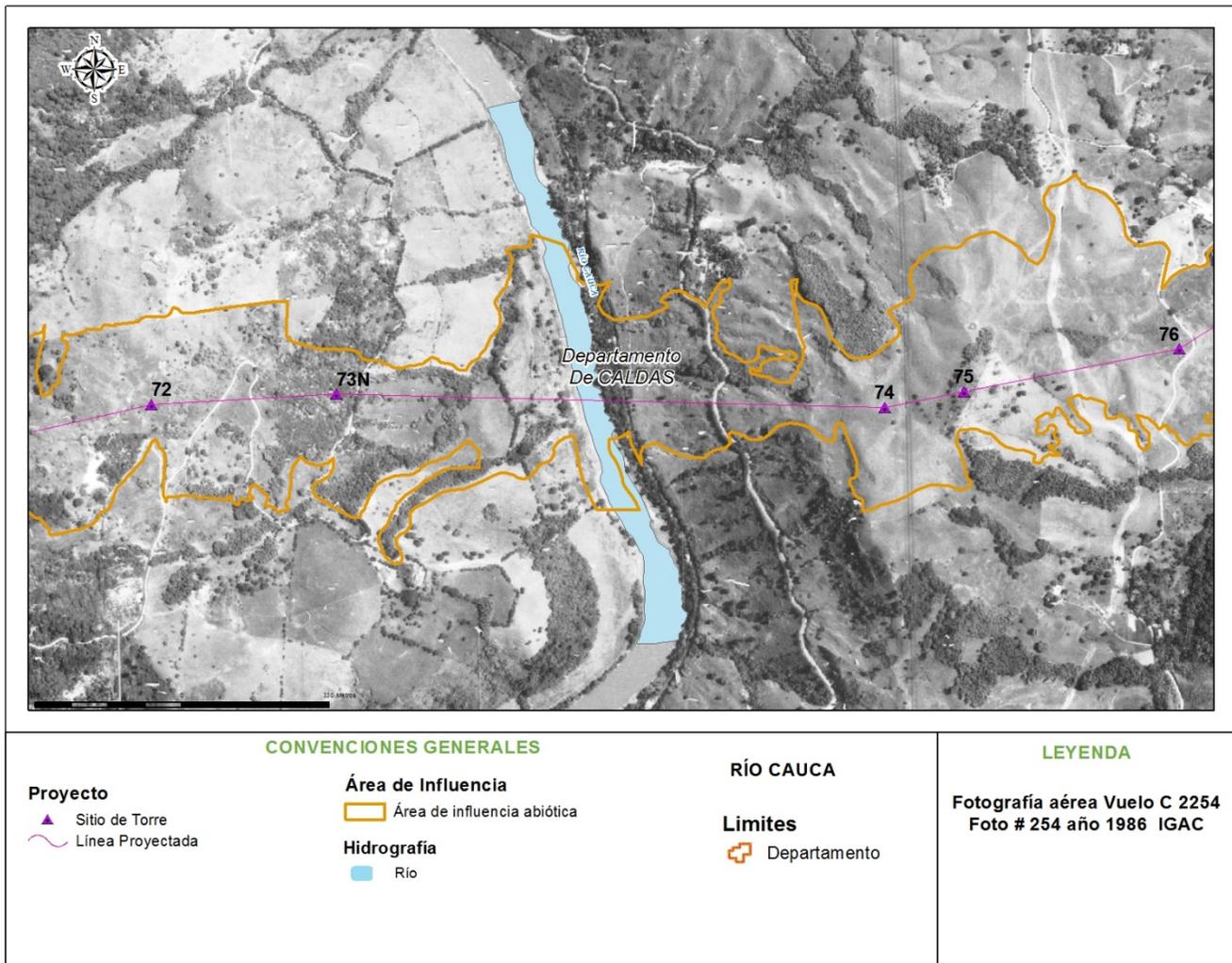
A continuación, se presenta la dinámica fluvial del Río Cauca en el denominado cruce 1 con el trazado, en la Tabla 5-6 se relacionan las imágenes utilizadas para el desarrollo del estudio.

Tabla 5-5 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Fotografías Aéreas	C 2254-254	IGAC	1986
Fotografías Aéreas	C 2699-249	IGAC	2003
Imagen Satelital	Digital Globe	ESRI	2014

Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

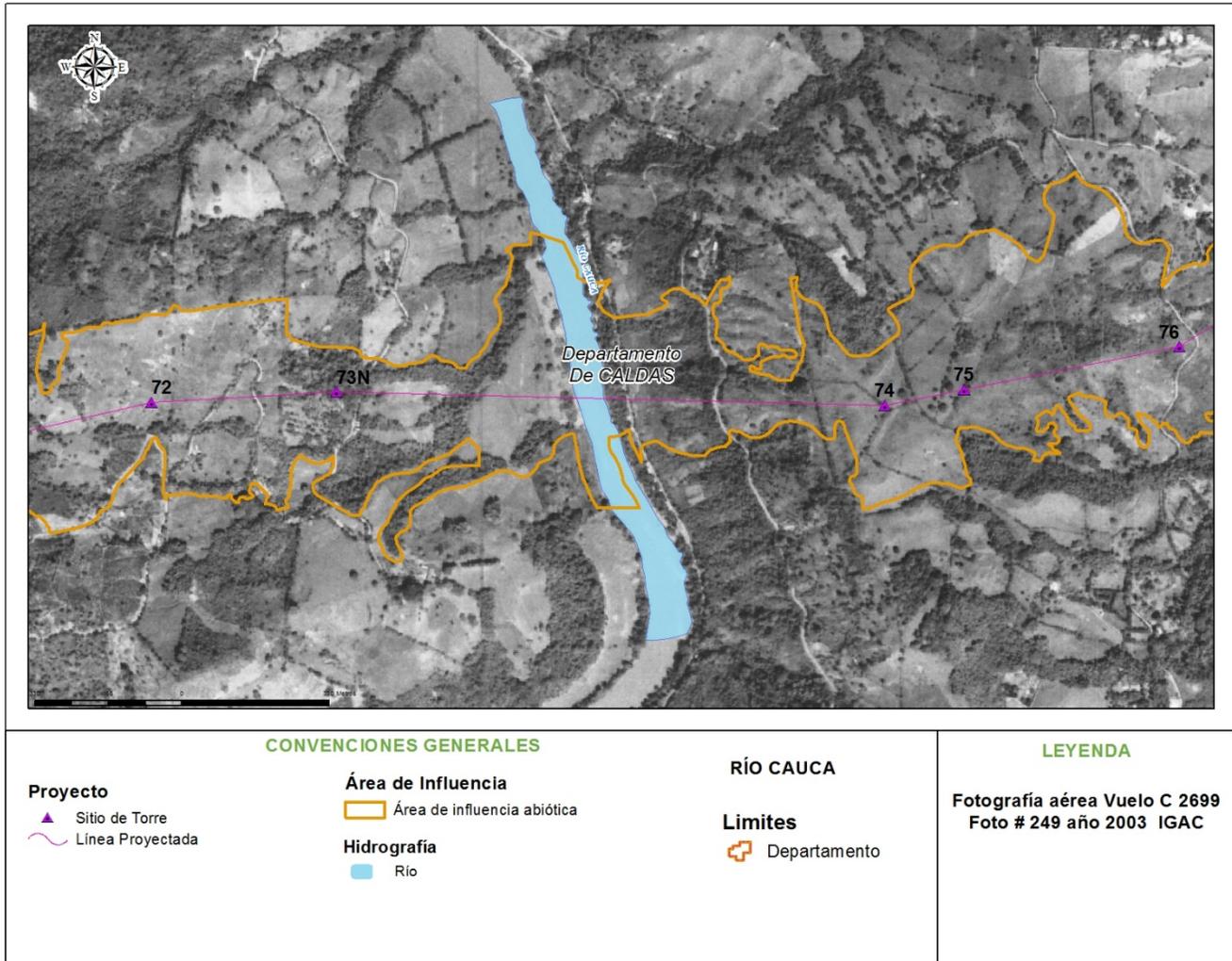
Figura 5-34 Río Cauca – Cruce 1, año 1986



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

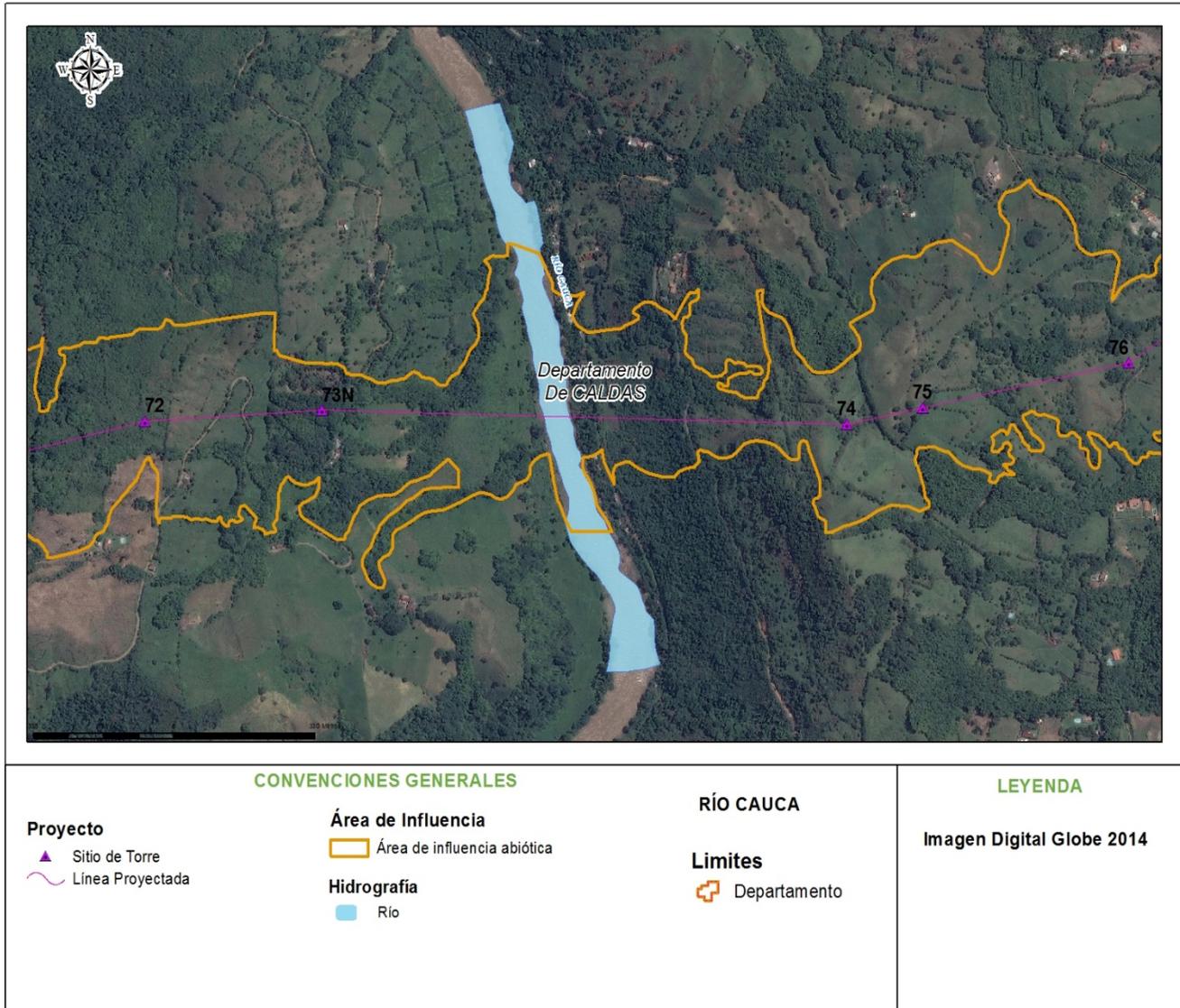
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-35 Río Cauca – Cruce 1, año 2003



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-36 Río Cauca – Cruce 1, año 2014



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

De acuerdo al análisis realizado de la dinámica fluvial del Río Cauca en el cruce 1 con el trazado, no se presentan variaciones significativas en las últimas 3 décadas y se observa que el cauce del río se ha mantenido estable para este periodo de tiempo.

b. Río cauca – Cruce 2

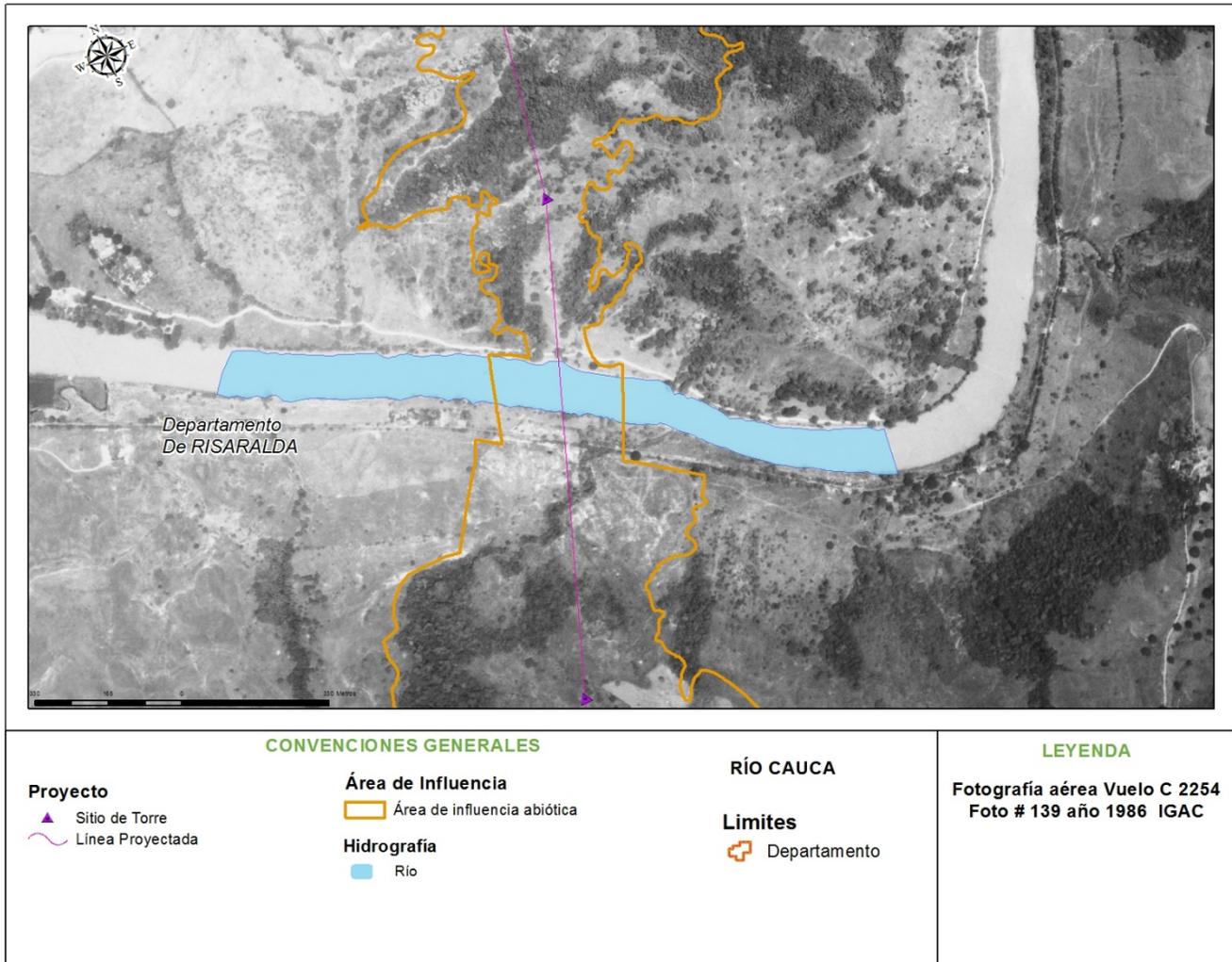
A continuación, se presenta la dinámica fluvial del Río Cauca en el denominado cruce 2 con el trazado, en la Tabla 5-7 se relacionan las imágenes utilizadas para el desarrollo del estudio.

Tabla 5-6 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Fotografías Aéreas	C 2254-139	IGAC	1986
Fotografías Aéreas	C 2575-086	IGAC	1995
Imagen Satelital	Digital Globe	ESRI	2014

Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

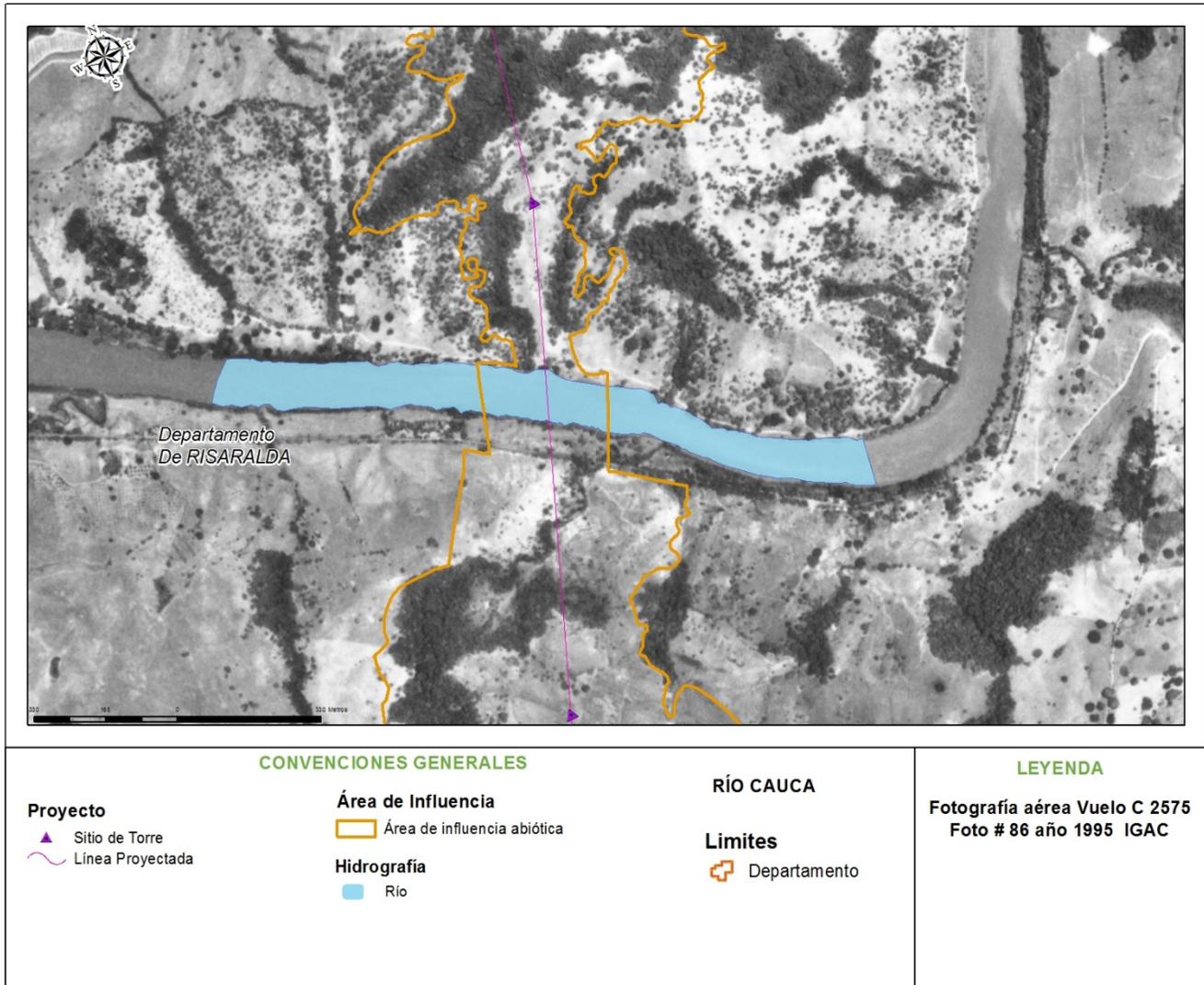
Figura 5-37 Río Cauca – Cruce 2, año 1986



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-38 Río Cauca – Cruce 2, año 1995



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-39 Río Cauca – Cruce 2, año 2014



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

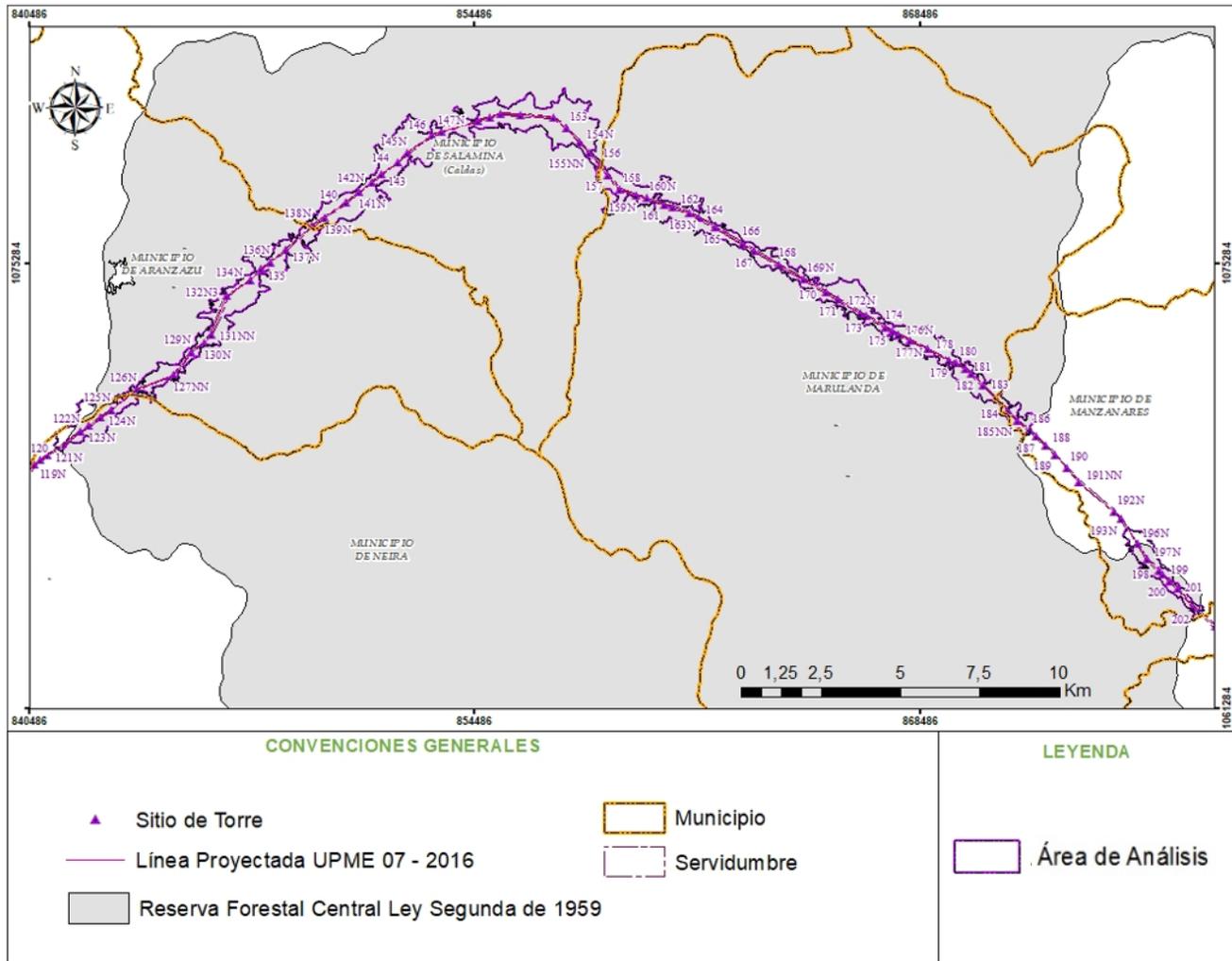
De acuerdo con el análisis realizado de la dinámica fluvial del Río Cauca en el cruce 2 con el trazado, no se presentan variaciones en las últimas 3 décadas y se observa que el cauce del río se ha mantenido estable para este periodo de tiempo.

5.1.4.4.4 Área de Análisis Multitemporal - C

Esta área está ubicada en la parte central del área de influencia del proyecto, en jurisdicción de los municipio de Neira, Aranzazu, Salamina Marulanda y Manzanares, coincide con el área de la Reserva Forestal Central De La Ley 2da De 1959, como se puede apreciar en la Figura 5-41. El análisis considera los cambios geomorfológicos, para tres periodos distintos: los años 2003, 2014 y 2017.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-40 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal, ZONA C



Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Para los años 2003 y 2014, se analizaron los fenómenos mediante imágenes satelitales y para el año 2017 se utilizó la Ortofoto de detalle construida para el presente estudio, mediante imágenes LIDAR con resolución de 1 metro. En la Tabla 5-8 se presenta el listado de las imágenes utilizadas.

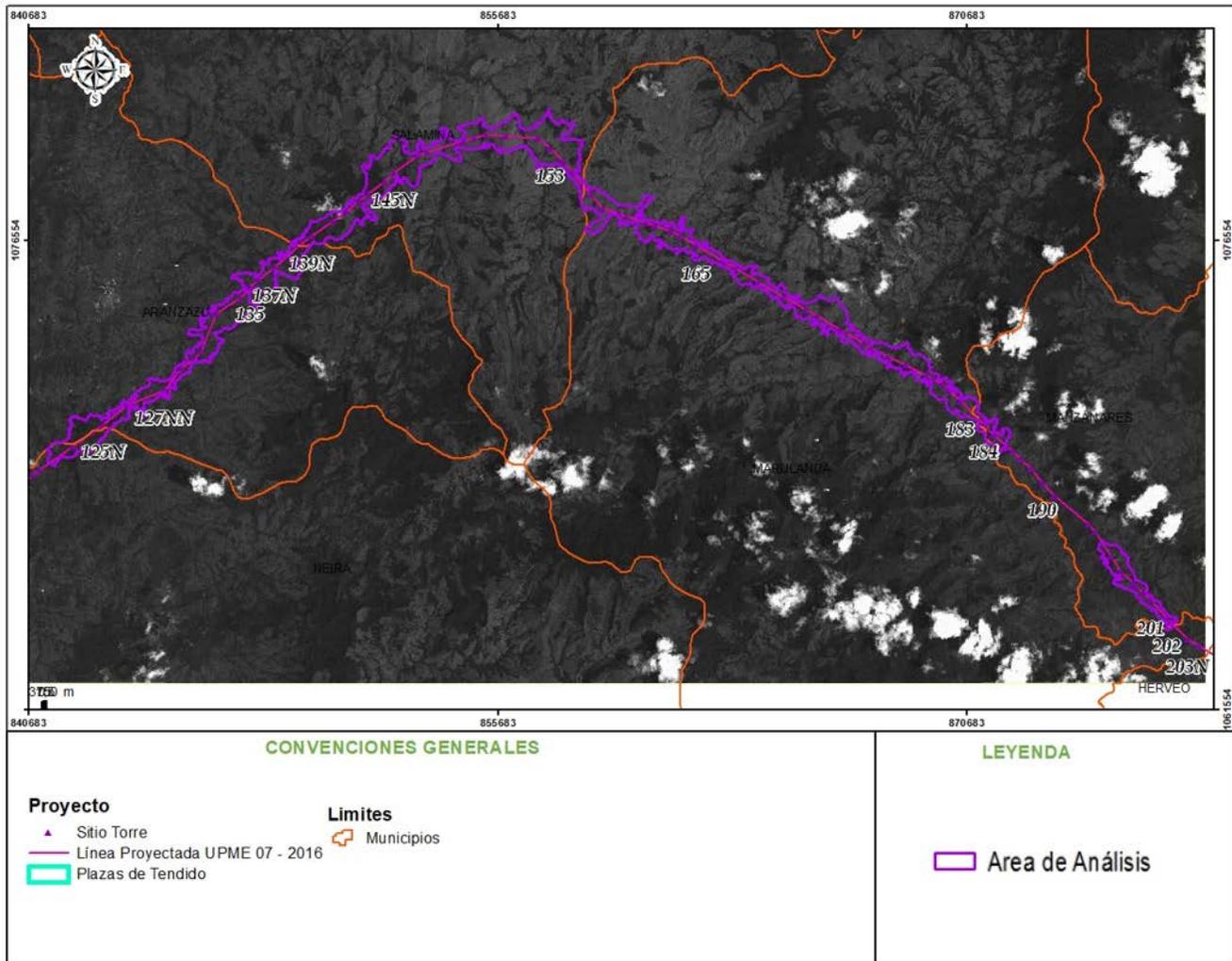
Tabla 5-7 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Imagen Fuente Spot	Path-Row 643-340	Spot Image	2003
Imagen Landsat	Digital Globe	Esri	2014
Ortofo Imágenes LYDAR	Resolución 1 m	TCE	2017

Fuente: GEOMA S.A.S. 2019.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

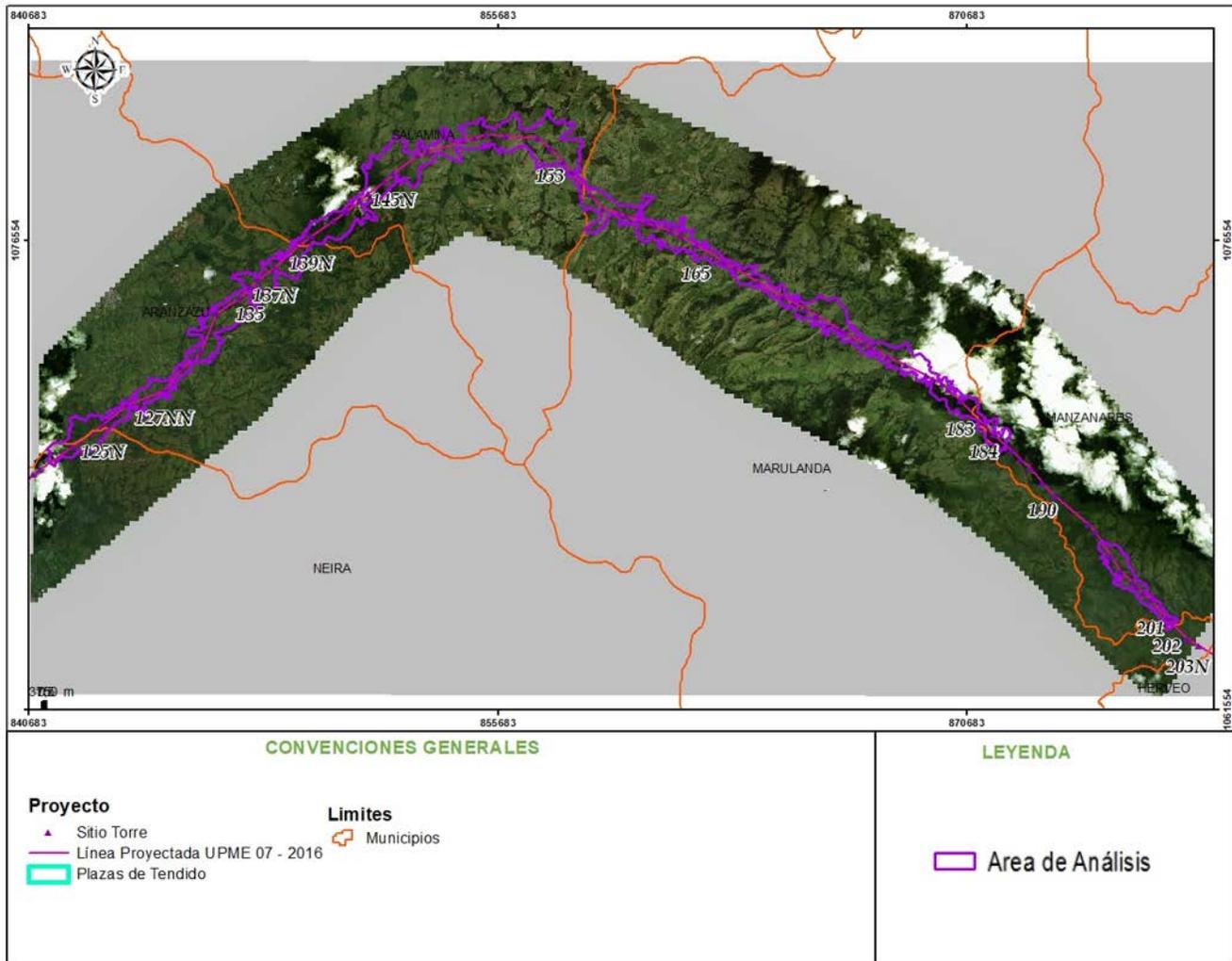
Figura 5-41 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2003



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

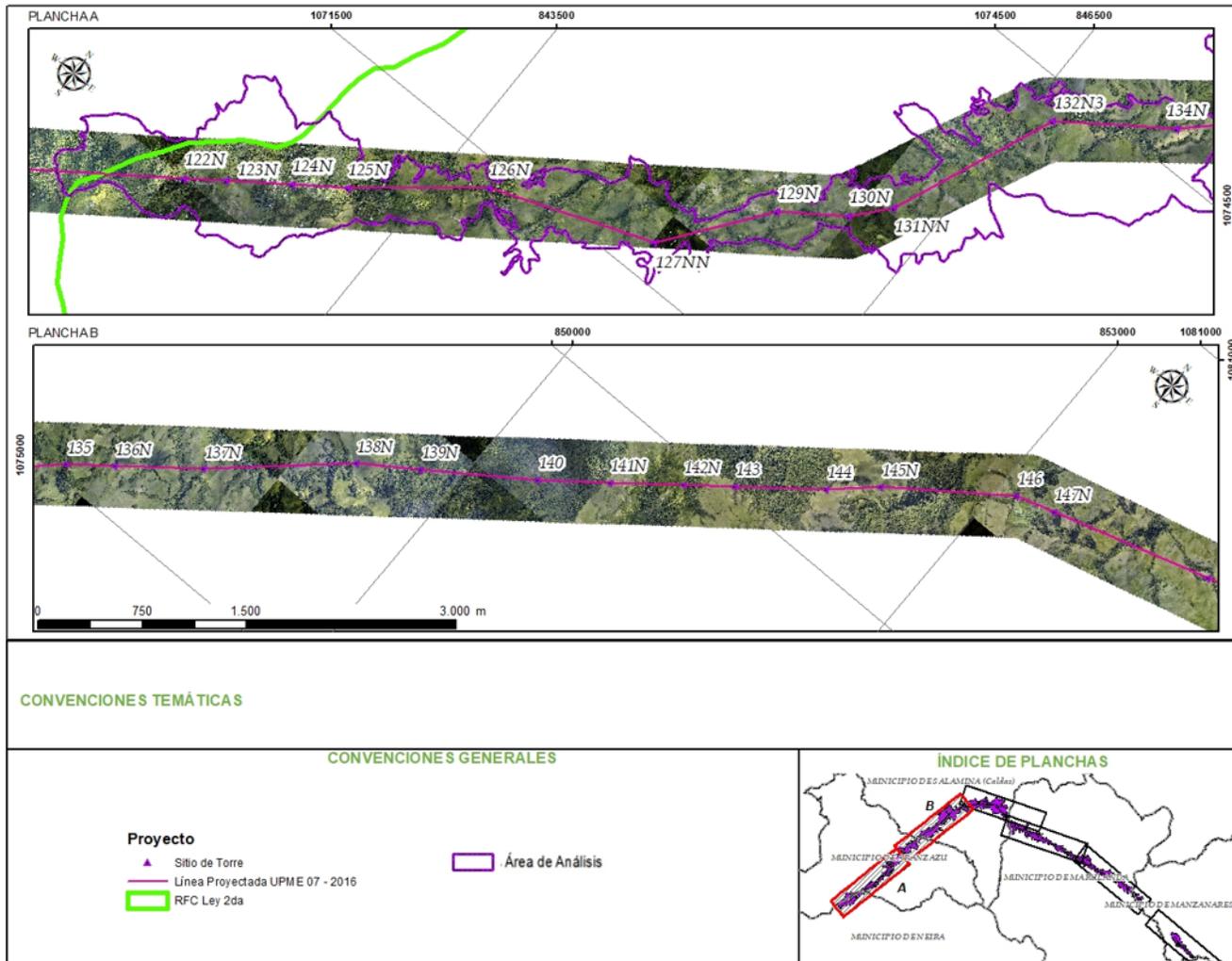
Figura 5-42 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2014



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

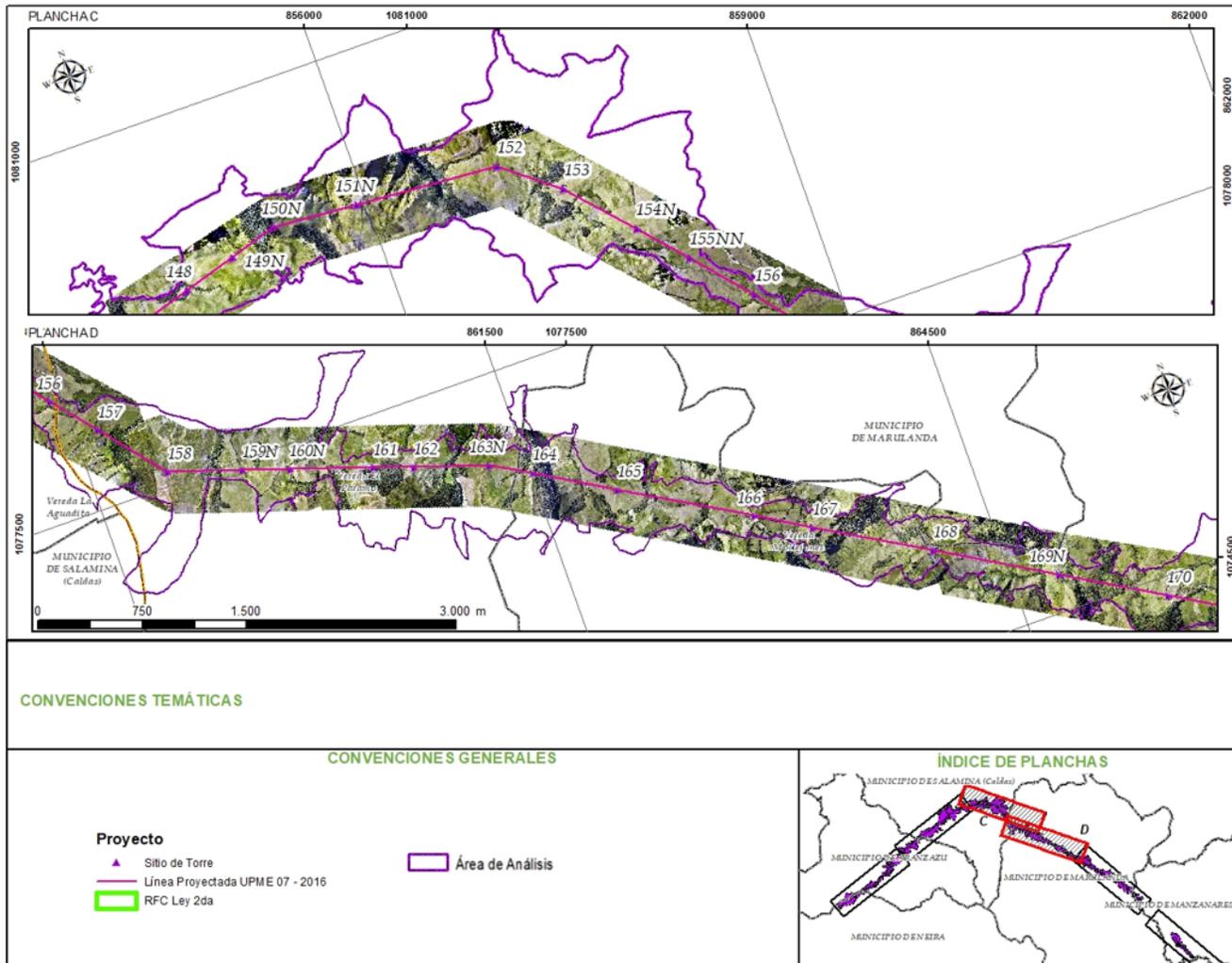
Figura 5-43 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

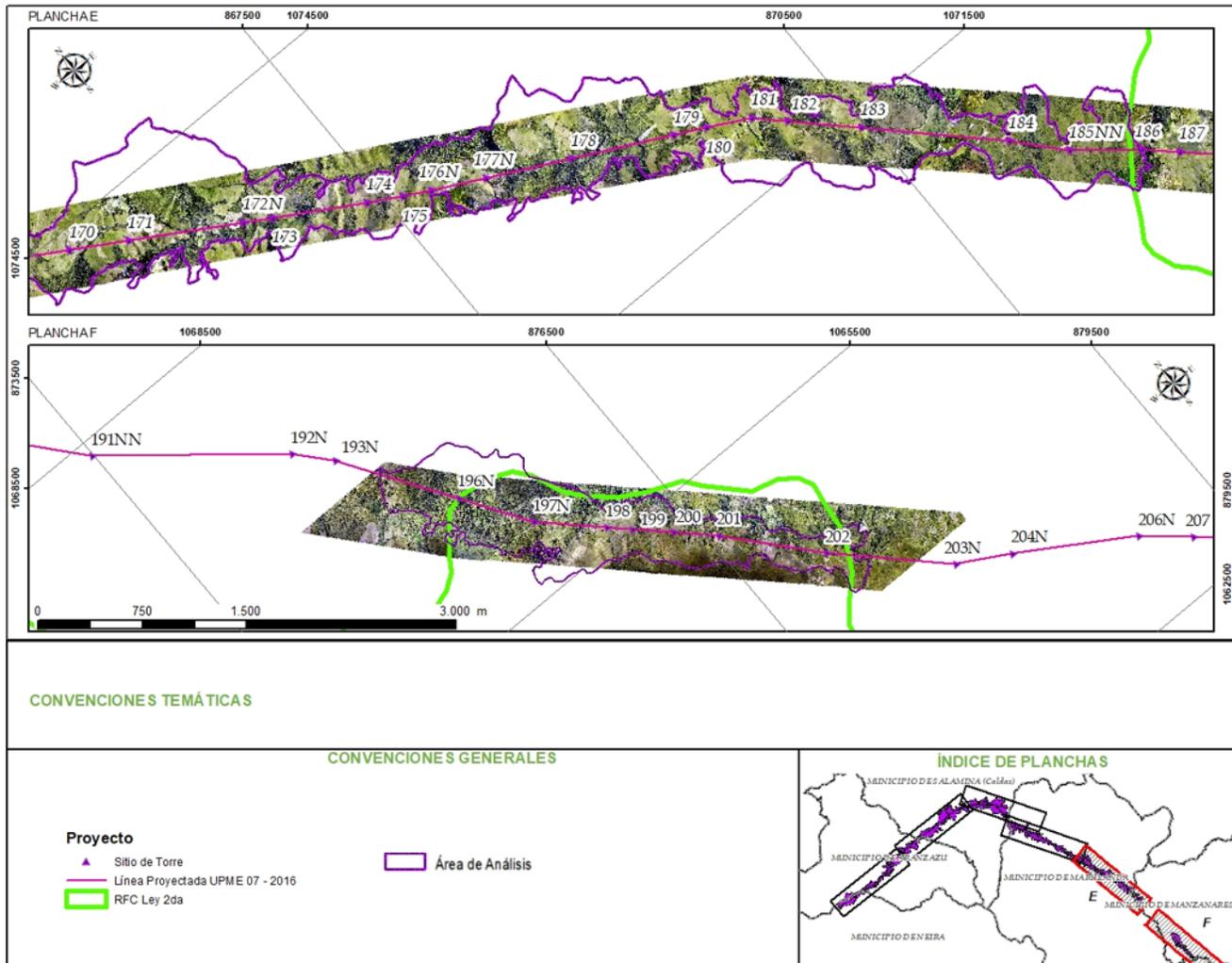
Figura 5-44 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-45 Imagen del Área de Análisis – C, en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.4.5 Dinámica de los procesos identificados en el periodo 2014 – 2017

Con base en los levantamientos geomorfológicos para el área de análisis C, se analizaron los principales cambios que ha sufrido la morfología del área de influencia en el periodo de análisis, con el propósito de identificar posibles sectores que hayan presentado cambios significativos o FRM en este periodo. Sin embargo, al ser esta área de análisis una franja alargada y extensa, se hace necesario contar con imágenes de buena resolución que permitan analizar estos fenómenos a una escala apropiada, siendo la ortofoto del año 2017 la imagen con mejor resolución, el análisis parte de los FRM tipo flujo de detritos identificados para este año y se comparan con las imágenes de los años anteriores.

Debido al gran tamaño de la imagen de los años 2014 y 2003 (los cuales cubren toda el área de estudio), y a la escala de identificación de los FRM es de detalle (>1:1.000), se presentan ligeras desviaciones en la

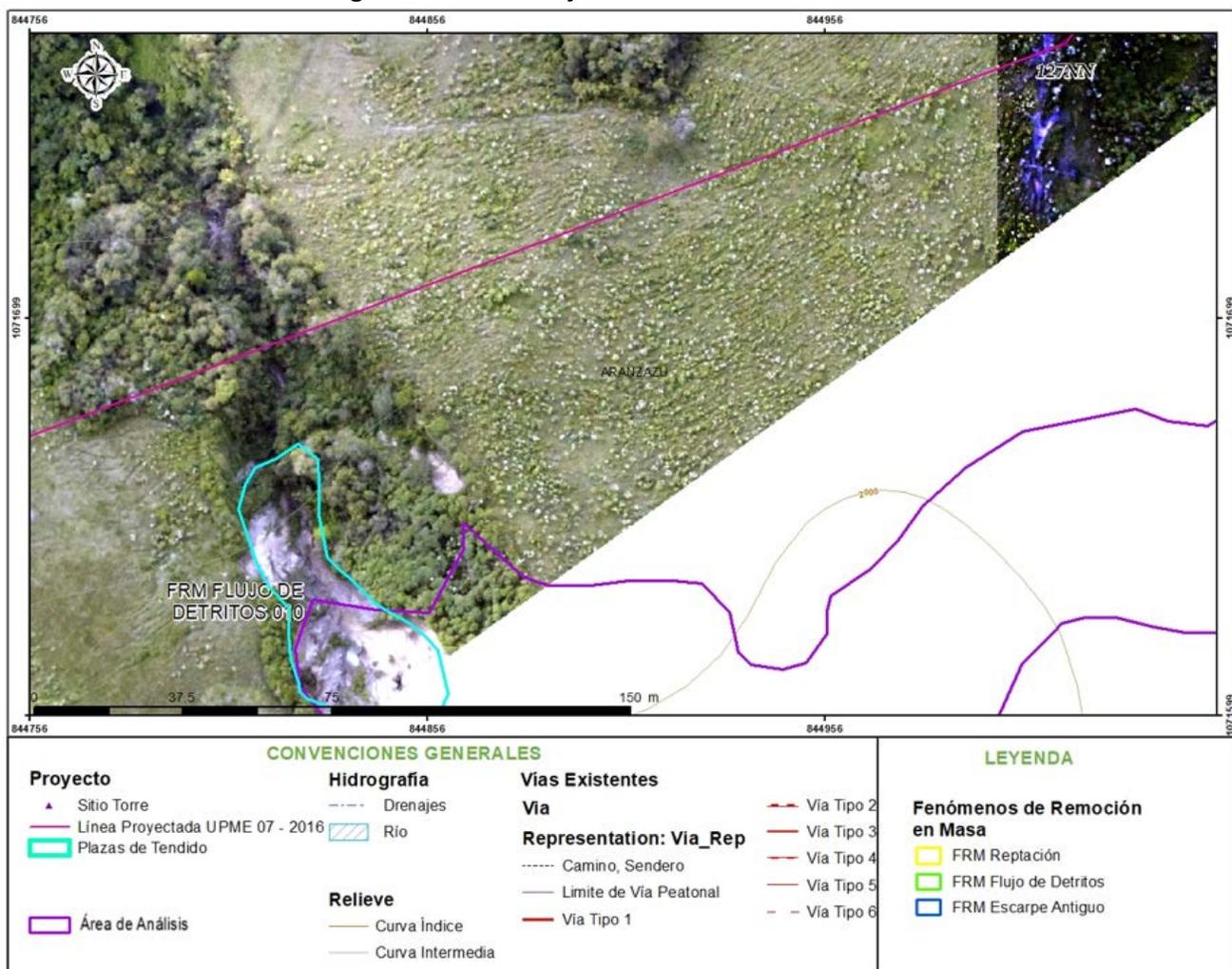
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

ubicación de los FRM por correcciones en la georreferenciación, por tal motivo se muestran los FRM del año 2017 en todas las imágenes, para poder realizar la comparación.

a. FRM Flujo de Detritos 010

Este deslizamiento se encuentra en el municipio de Aranzazu, vereda El Laurel, en inmediaciones del sitio de torre 127NN, tiene aproximadamente 70 m de largo y 29 m de ancho en su base, se observa activo en el año 2017, con vegetación hacia la copa y en las laderas del mismo. En el año 2014 el FRM se encontraba activo, y en la cabecera se observa menor vegetación, igualmente se identifican movimientos en la parte alta que se estabilizaron en el 2017, para esa fecha tenía un diámetro aproximado de 23 m en la base y 59 de largo. La resolución de la imagen del año 2003 a la escala de detalle del FRM, no permite su identificación.

Figura 5-46 FRM Flujo de Detritos 010 – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-47 Flujo de Detritos 010 – Año 2014



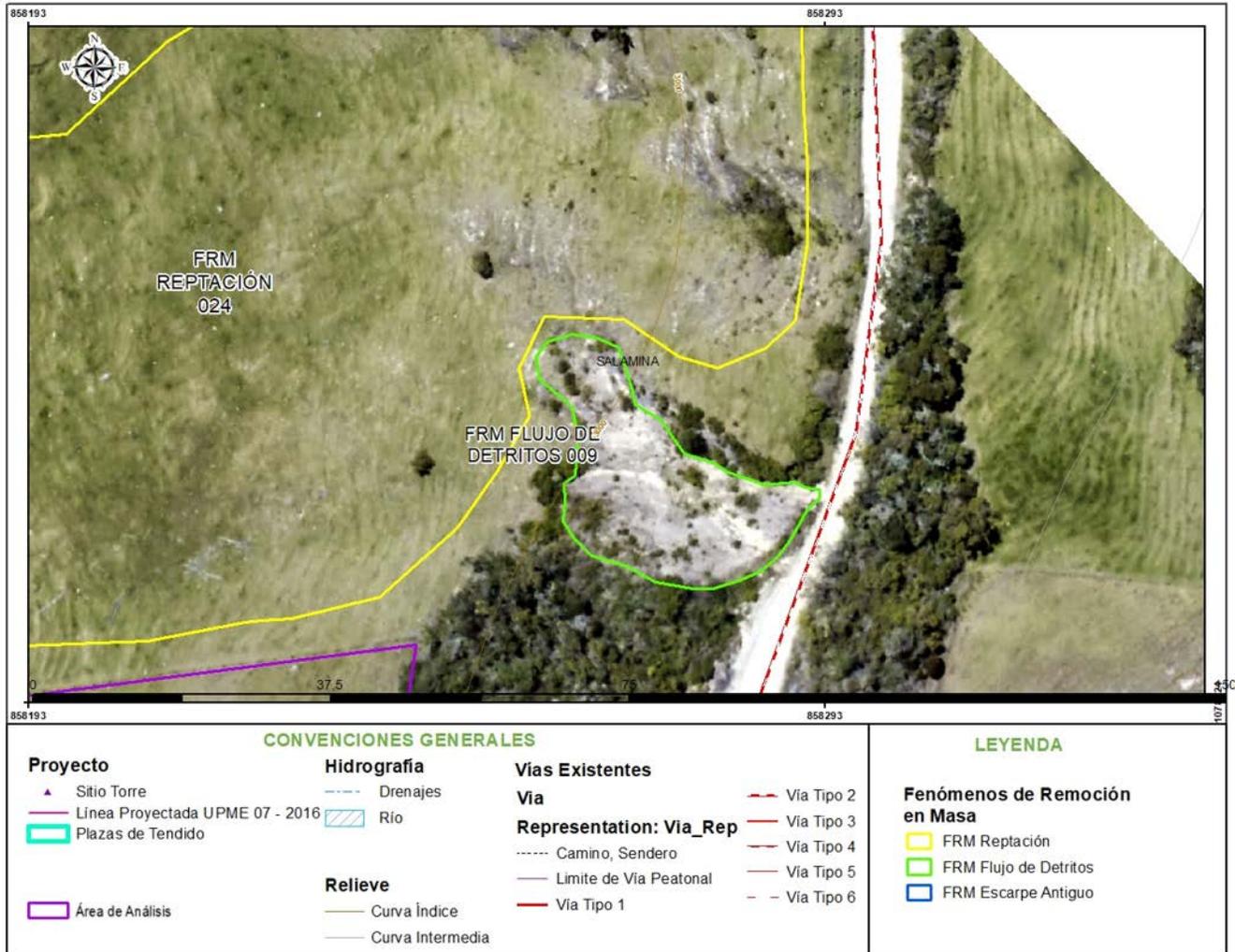
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

b. FRM Flujo de Detritos 009

Este deslizamiento se encuentra en el municipio de Salamina, vereda La aguadita, en inmediaciones del sitio de torre 155N, tiene aproximadamente 38 m de largo y 23 m de ancho en su base, se observa activo en el año 2017, con vegetación en las laderas del mismo. En el año 2014 el FRM se encontraba activo, se observa menor vegetación en las laderas, lo que indica que está en proceso de estabilización, para esa fecha tenía un diámetro aproximado de 25 m en la base y 50 de largo. La resolución de la imagen del año 2003 a la escala de detalle del FRM, no permite su identificación.

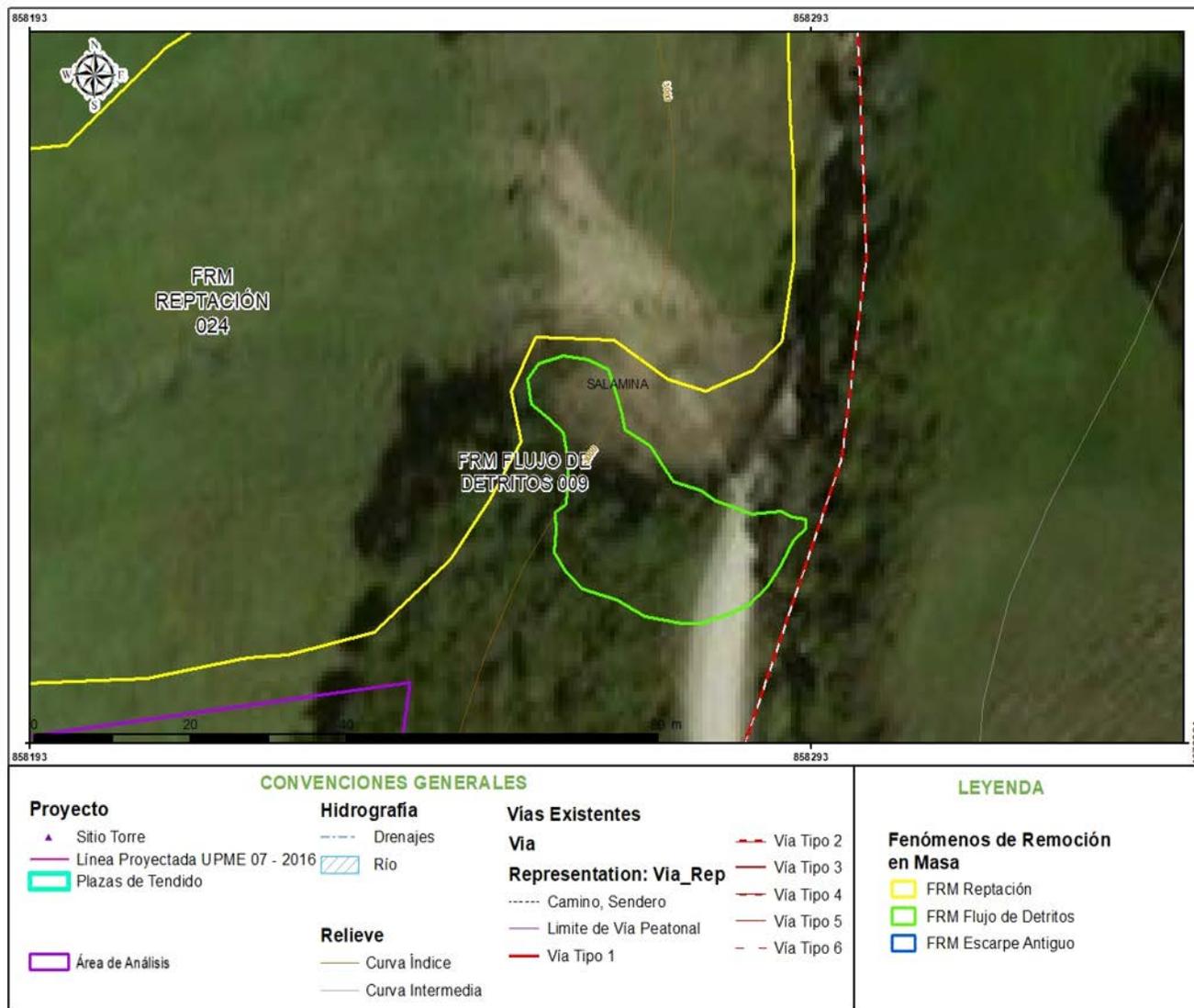
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-48 Flujo de Detritos 009 – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-49 Flujo de Detritos 009 – Año 2014



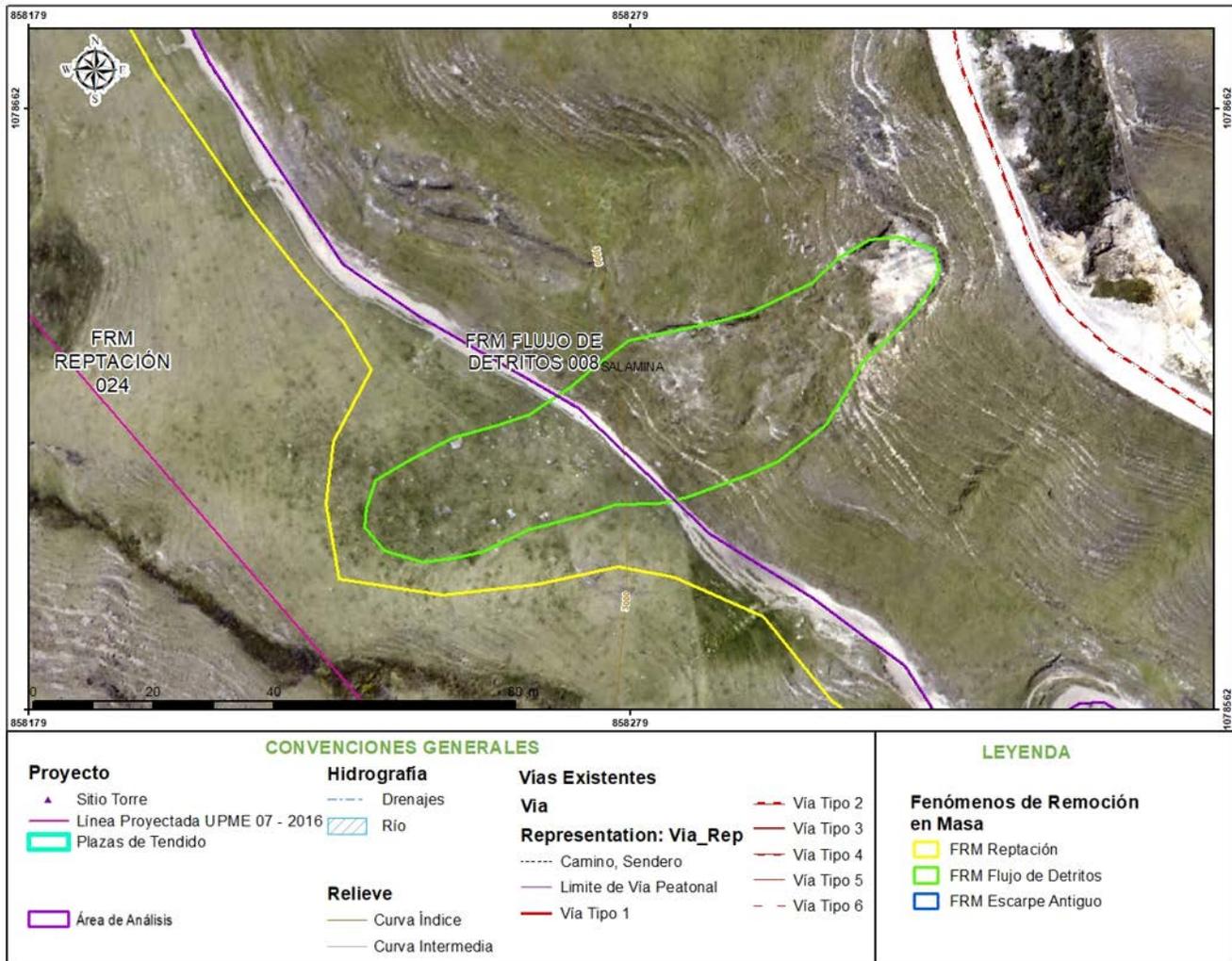
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

c. FRM Flujo de Detritos 008

Este deslizamiento se encuentra en el municipio de Aranzazu, vereda El Laurel, en inmediaciones del sitio de torre 156, tiene aproximadamente 100 m de largo y 23 m de ancho en su base, se observa activo en el año 2017, no se observa vegetación y está relacionado a los fuertes movimientos de reptación que se observan alrededor. En el año 2014 el FRM se encontraba activo, para esa fecha tenía un diámetro aproximado de 18 m en la base y 45 de largo., lo que indica que el proceso ha venido avanzando desde el año 2014. La resolución de la imagen del año 2003 a la escala de detalle del FRM, no permite su identificación.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-50 Flujo de Detritos 008 – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-51 Flujo de Detritos 008 – Año 2014



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

d. FRM Flujo de Detritos 001 - 002

Estos deslizamientos se encuentran en el municipio de Manzanares, vereda El Toro, en inmediaciones del sitio de torre 184, es una zona con presencia de varios FRM por flujo de detritos, los dos más importantes son el FRM Flujo de detritos 001, que tiene aproximadamente 83 m de largo y 18 m de ancho en su base, se observa activo en el año 2017, se observa vegetación alrededor y el FRM Flujo de Detritos 002, que tiene aproximadamente 150 m de largo y 40 m de ancho en su base. En el año 2014 la zona se encontraba estable, aunque se observan algunos lineamientos de ruptura, lo que indica que estaban iniciando los fenómenos. La resolución de la imagen del año 2003 a la escala de detalle del FRM, no permite su identificación.

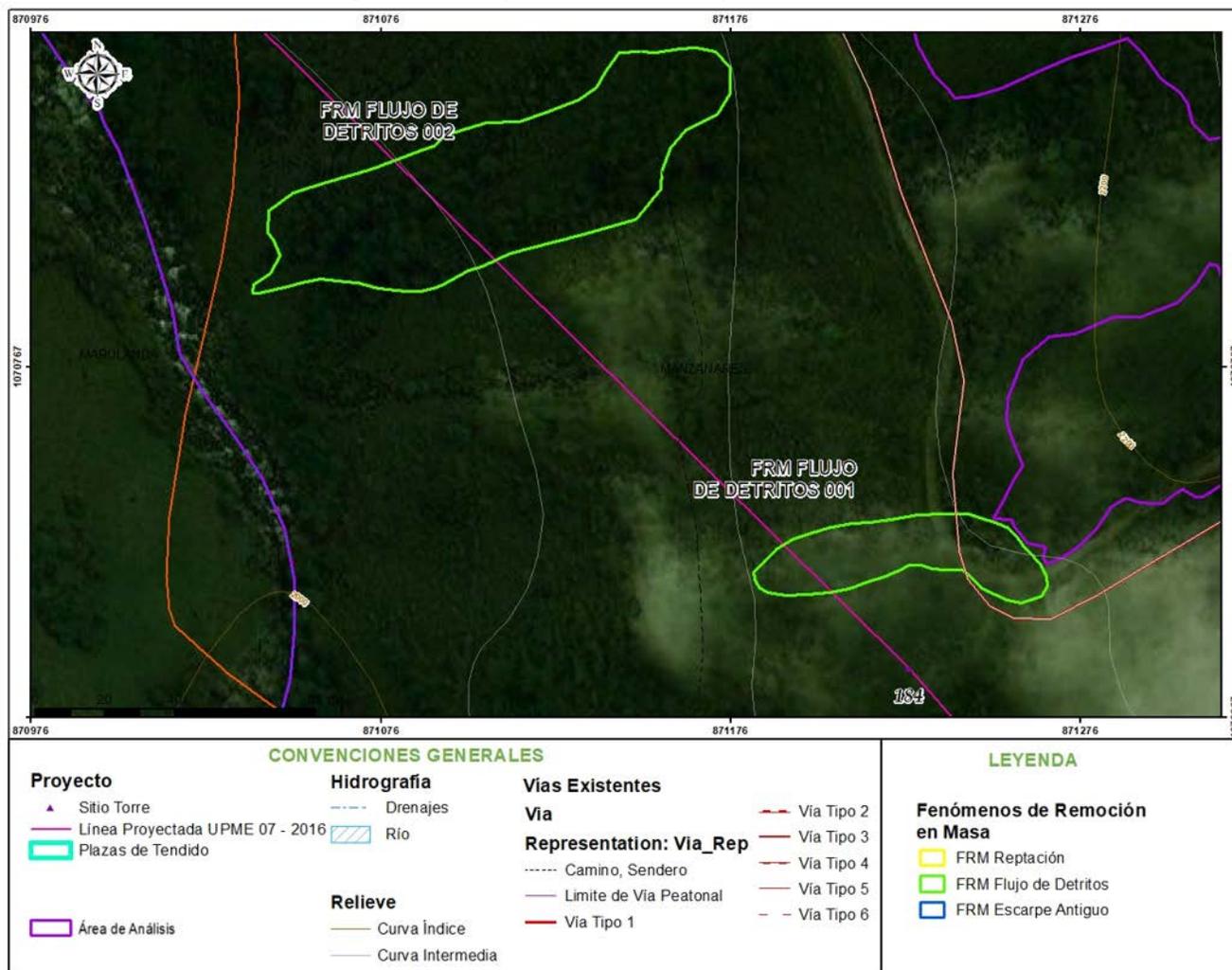
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-52 Flujo de Detritos 001 y 002 – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-53 Flujo de Detritos 001 y 002 – Año 2014



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.4.6 Área de Análisis Multitemporal – D

Esta área analizada corresponde con el cruce del trazado proyectado con el Río Magdalena, en la Tabla 5-9 se relacionan las imágenes utilizadas para el desarrollo del estudio.

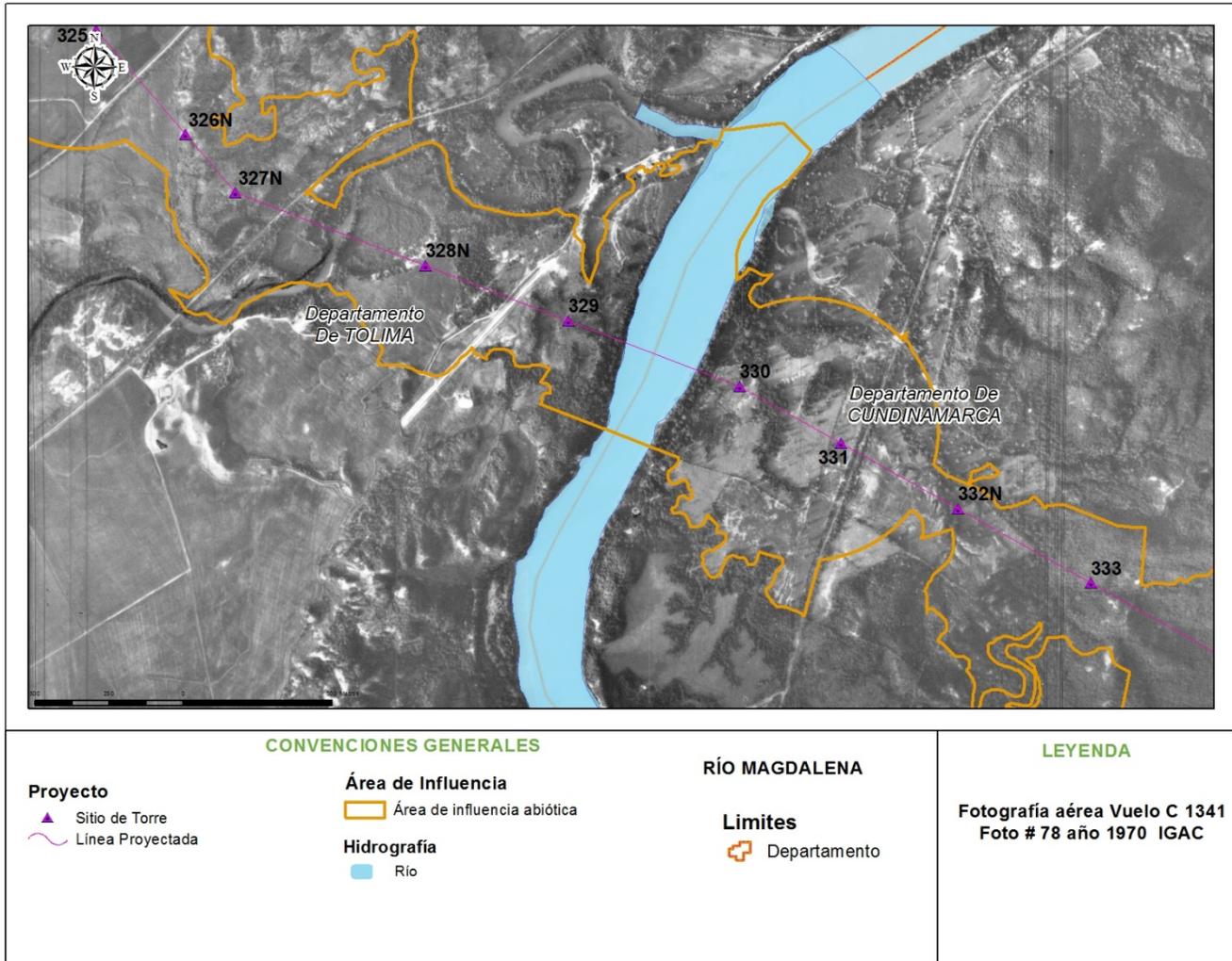
Tabla 5-8 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Fotografías Aéreas	C 1341-078	IGAC	1970
Fotografías Aéreas	C 2164-096	IGAC	1984
Imagen Satelital	Digital Globe	ESRI	2016

Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

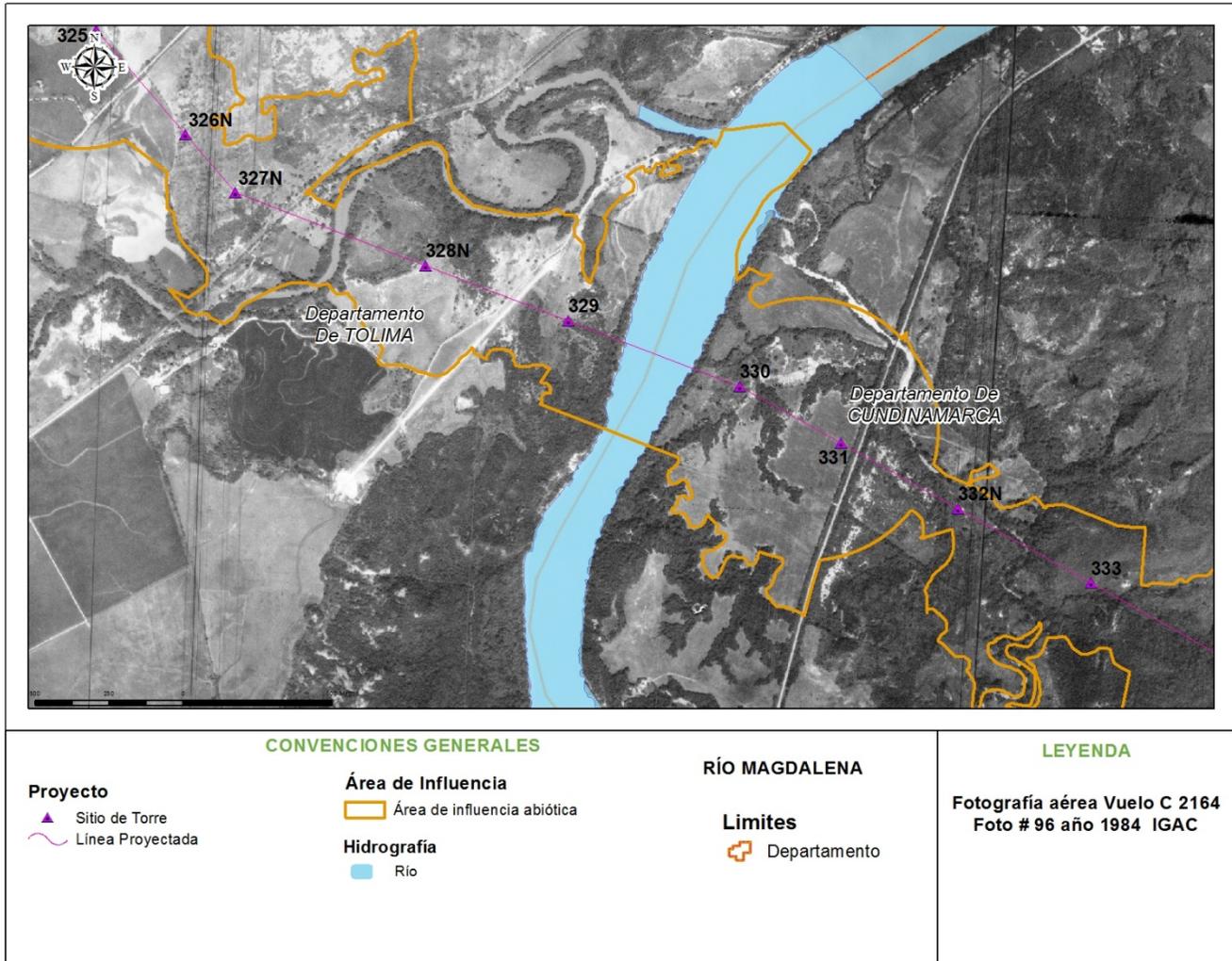
Figura 5-54 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 1970



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

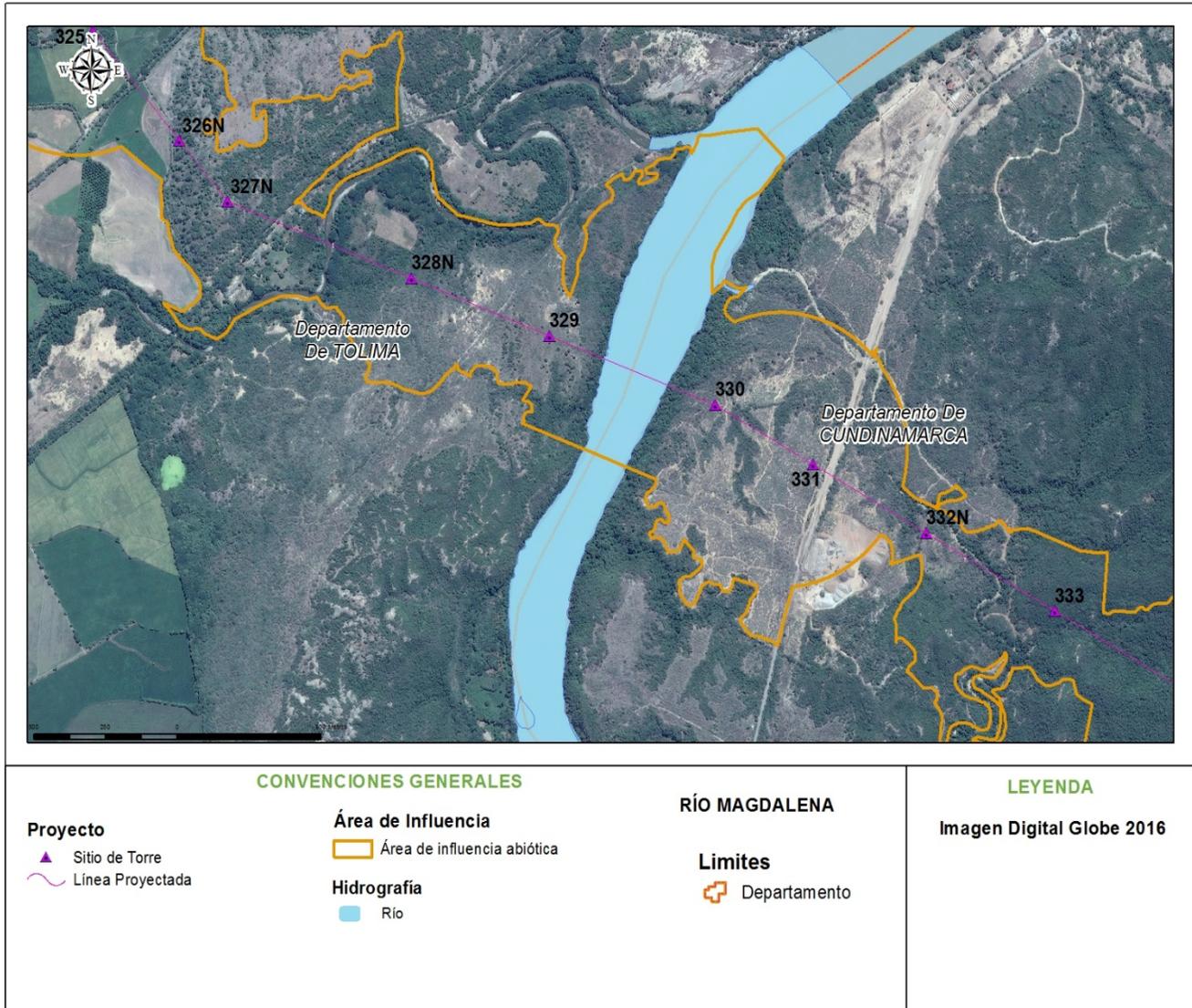
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-55 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 1984



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-56 Cruce del Trazado con el río Magdalena, Año 2016



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

De acuerdo al análisis realizado de la dinámica fluvial del Río Magdalena con el trazado del proyecto, no se presentan variaciones en las últimas 4 décadas y se observa que el cauce del río se ha mantenido estable para este periodo de tiempo.

5.1.4.4.7 Área de Análisis Multitemporal - E

El área de análisis multitemporal E, corresponde a dos zonas de Reserva Forestal en la parte occidental del área de influencia del proyecto, primero se presenta el análisis para la Reserva Protectora Productora – Cuenca Alta Del Río Bogotá (RFPP CARB) y posteriormente se presenta el análisis para el Distrito De Manejo Integrado Sector Salto Del Tequendama Y Cerro Manjui.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Para los años 1975 y 1987, se identificaron los fenómenos a partir de fotografías aéreas tomadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), para el año 2017 se utilizó la Ortofoto de detalle construida para el presente estudio, mediante imágenes LIDAR con resolución de 1 metro.

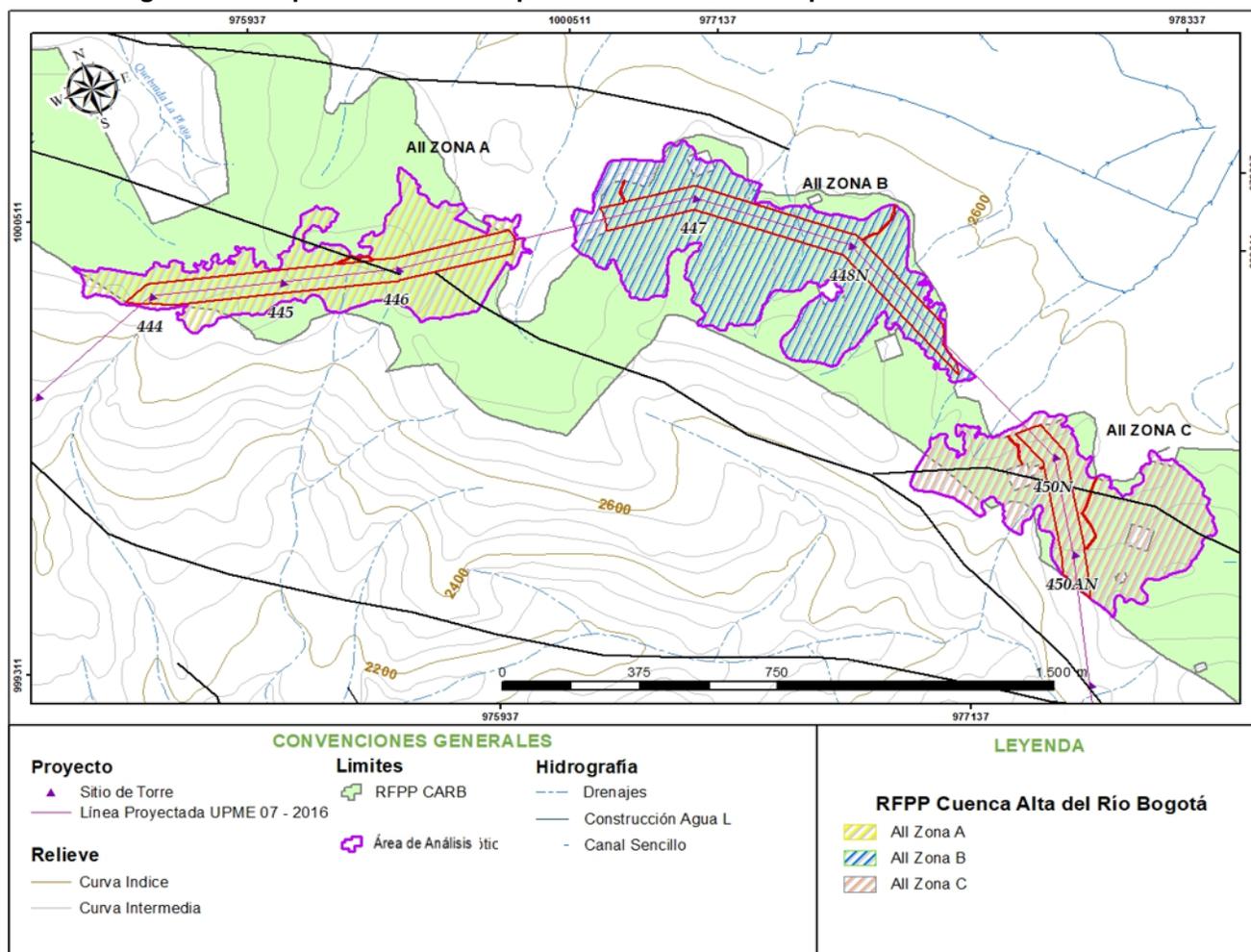
Tabla 5-9 Relación de Imágenes Utilizadas

TIPO DE IMAGEN	REFERENCIA	AUTOR	FECHA
Fotografías Aéreas	Vuelo No C 1586-080	IGAC	1975
Fotografías Aéreas	Vuelo No C 2281-150	IGAC	1987
Ortofo Imágenes LIDAR	Resolución 1 m	TCE	2017

Fuente: GEOMA S.A.S., 2019.

5.1.4.4.8 Área De Análisis E - Reserva Protectora Productora – Cuenca Alta Del Río Bogotá (RFPP CARB)

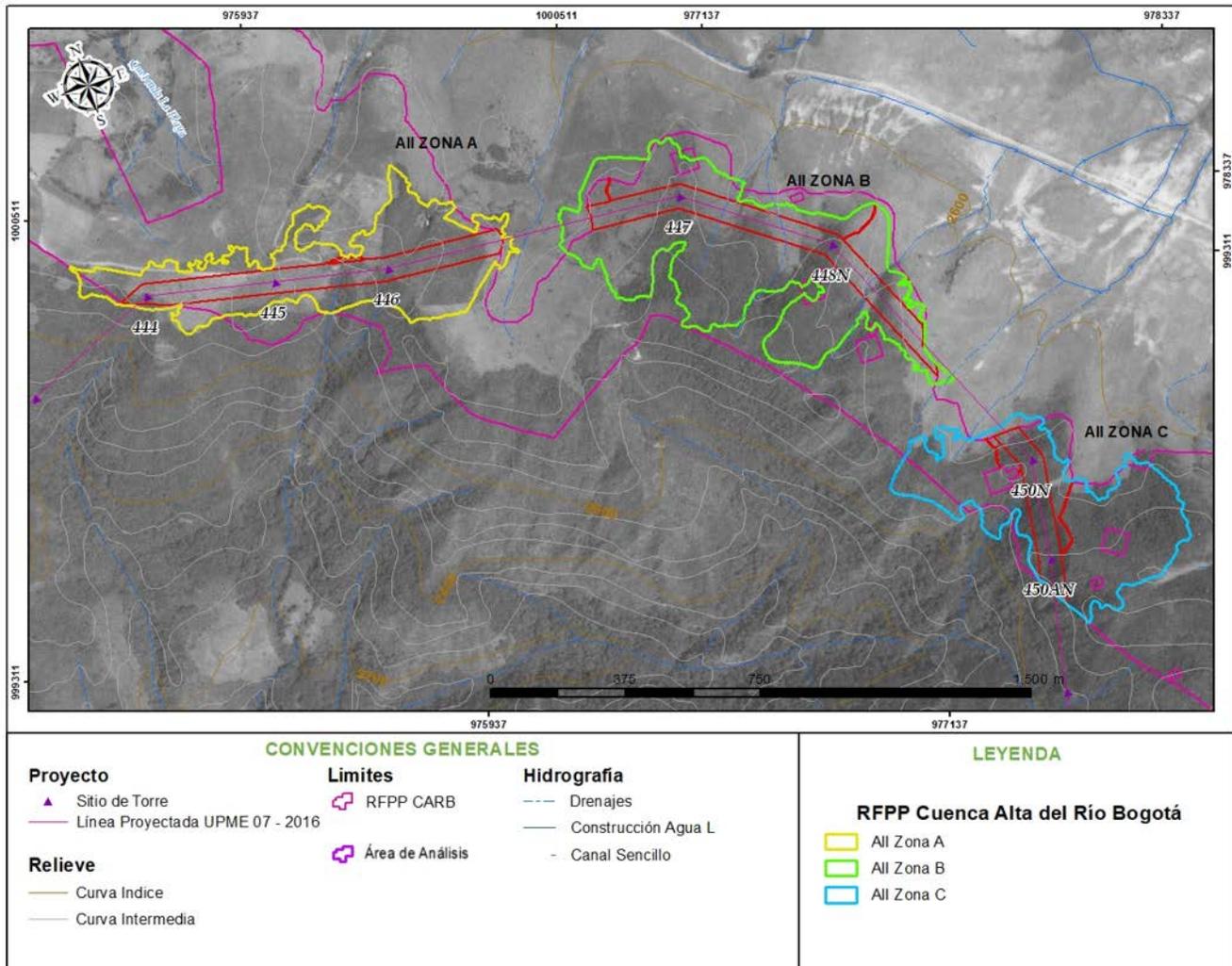
Figura 5-57 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA E – RFPP CARB



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

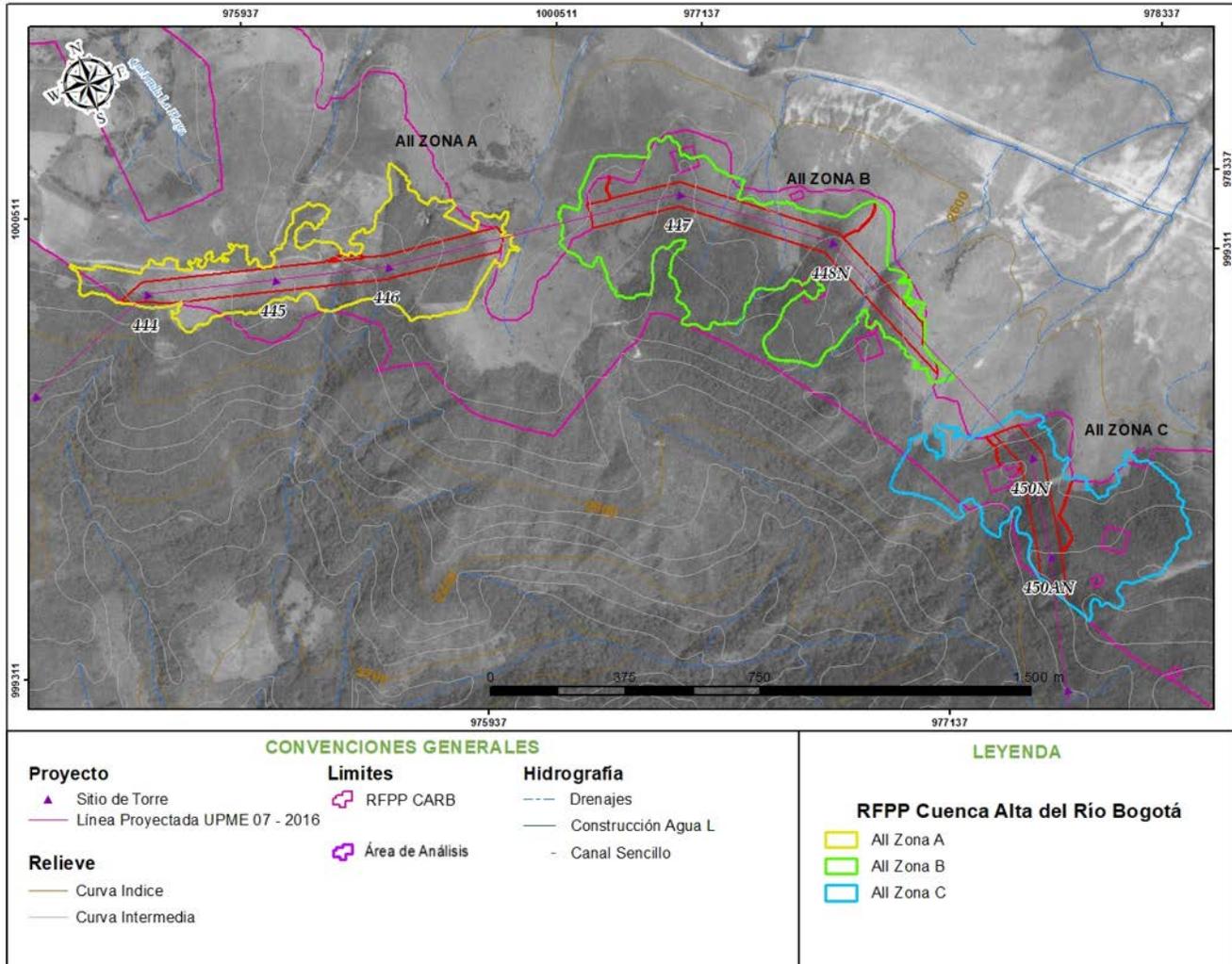
Figura 5-58 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

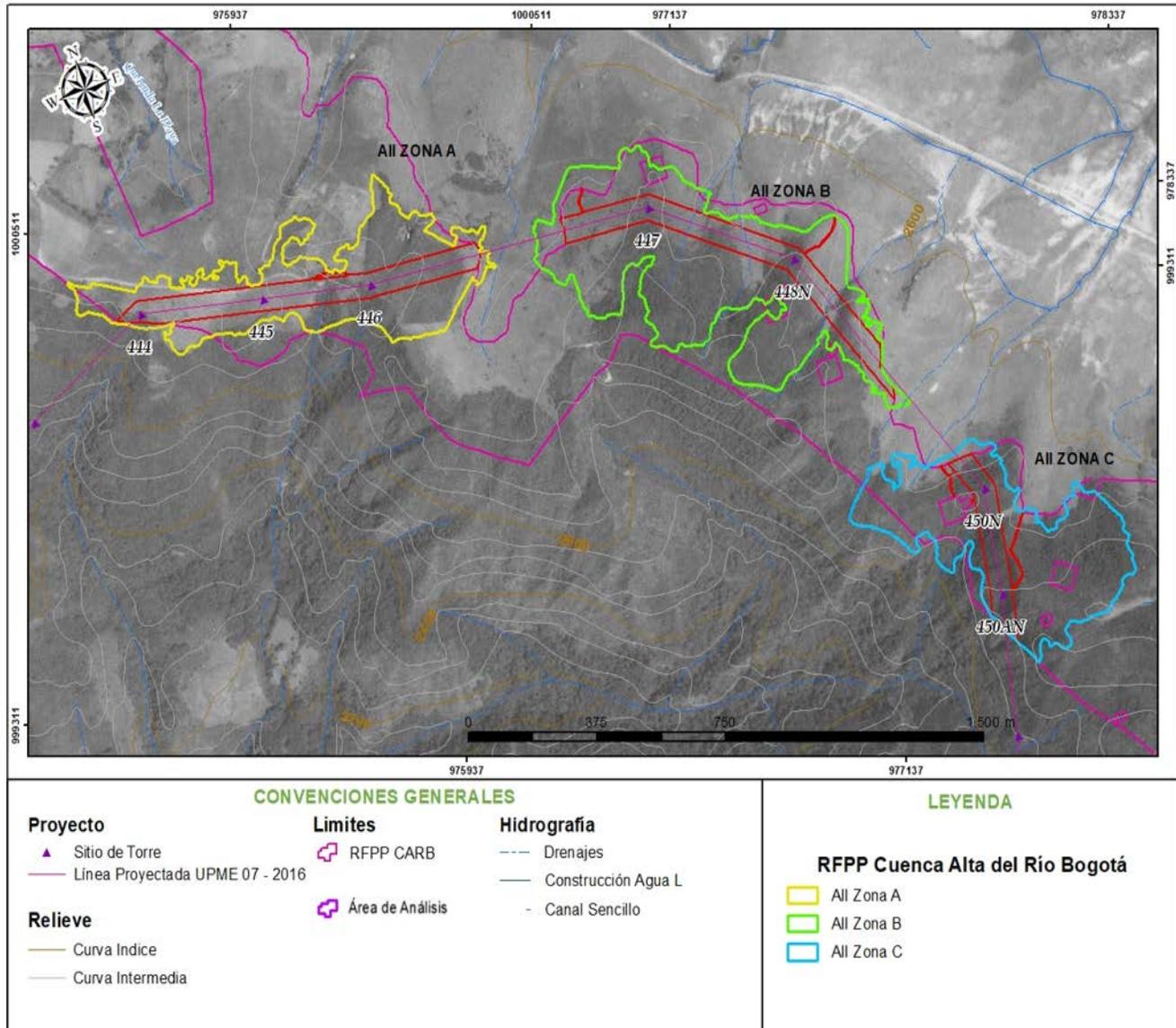
Figura 5-59 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-60 Imagen del Área de Análisis – E (RFFP CARB) en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

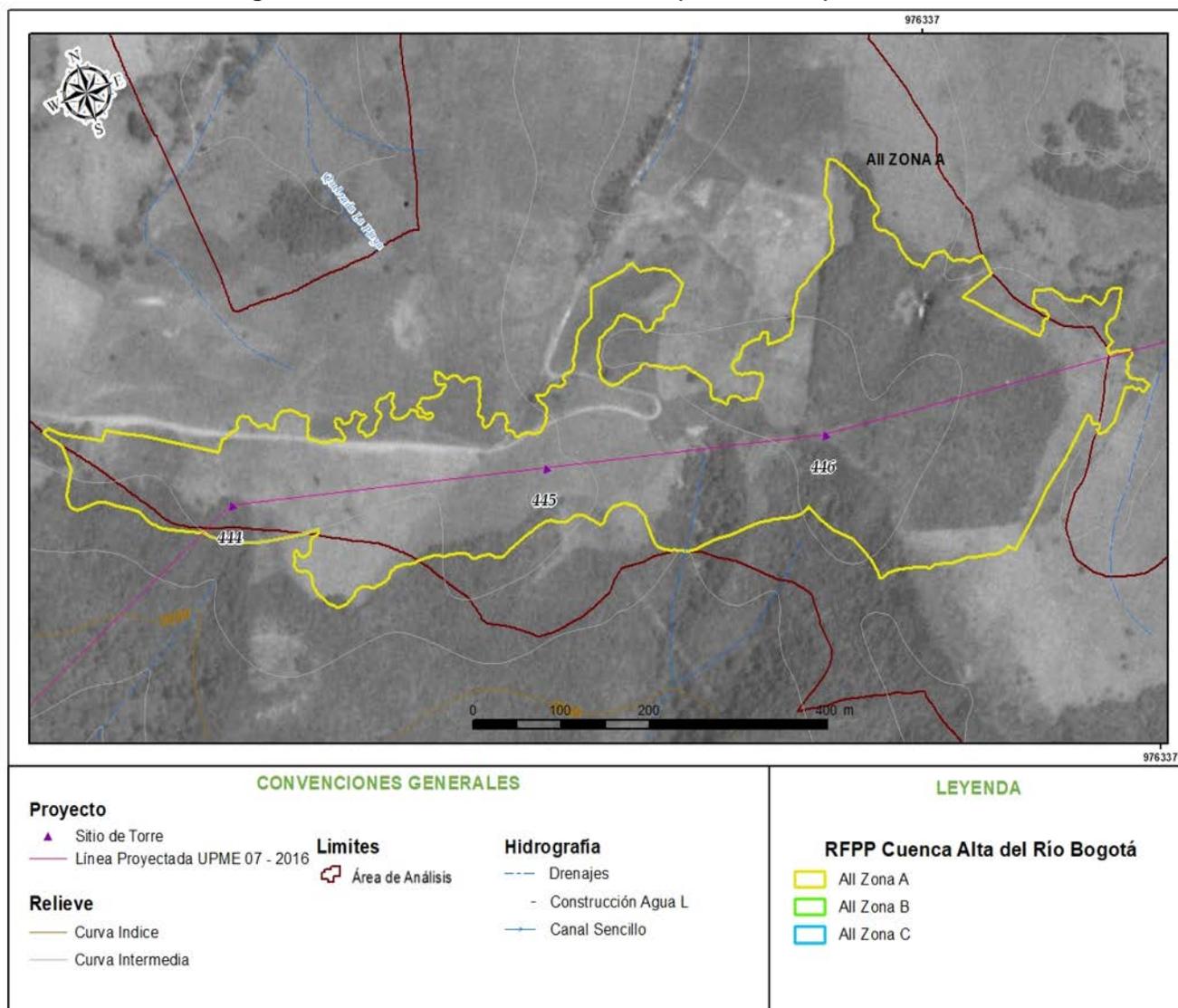
5.1.4.4.9 Dinámica de los Procesos Morfodinámicos Identificados en el Periodo 1975 – 1987 - 2017, RFFP CARB

Con base en los levantamientos geomorfológicos para el área de estudio, se analizaron los principales cambios que ha sufrido la morfología del área de influencia en el periodo de análisis, con el propósito de identificar posibles sectores que hayan presentado FRM en esa época. Para esto, se ha subdividido el área de influencia del estudio en 3 zonas, lo cual permite la visualización de manera más sencilla de estos cambios.

a. Zona A

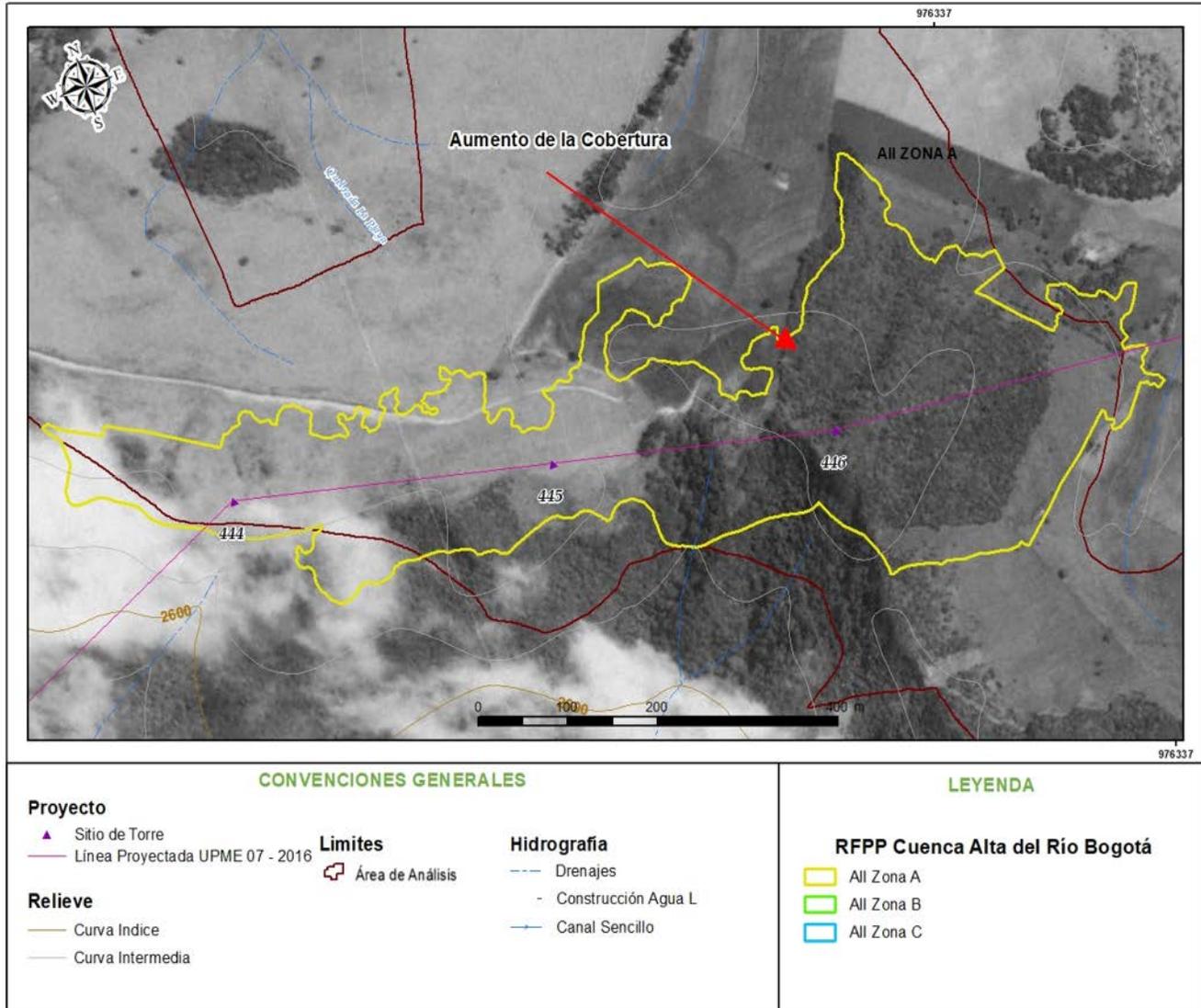
Esta zona se encuentra al norte del área de análisis E, corresponde a unidades geomorfológicas de Ladera Moderada (Dlm), Ladera de Contrapendiente de Sierra Homoclinal Denuadada (Sshcp) y Ladera Estructural de Sierra Homoclinal Denuadada (Sshle); para el periodo analizado de 1975 no se observan FRM a la escala de la fotografía (< 1:25:000), igualmente para 1987 no se observan FRM, las coberturas vegetales arbóreas se ven ligeramente incrementadas lo que significa una mayor estabilidad en el terreno por la acción de las raíces, para el periodo 2017 (en una escala de detalle aproximada a 1:2.000), se observan unas zonas con FRM asociados a reptación leve, posiblemente originados en los cambios de uso del suelo de bosques para para actividades de agricultura y ganadería, dados en la última década (Ver Figura 5-29 a Figura 5-64).

Figura 5-61 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975



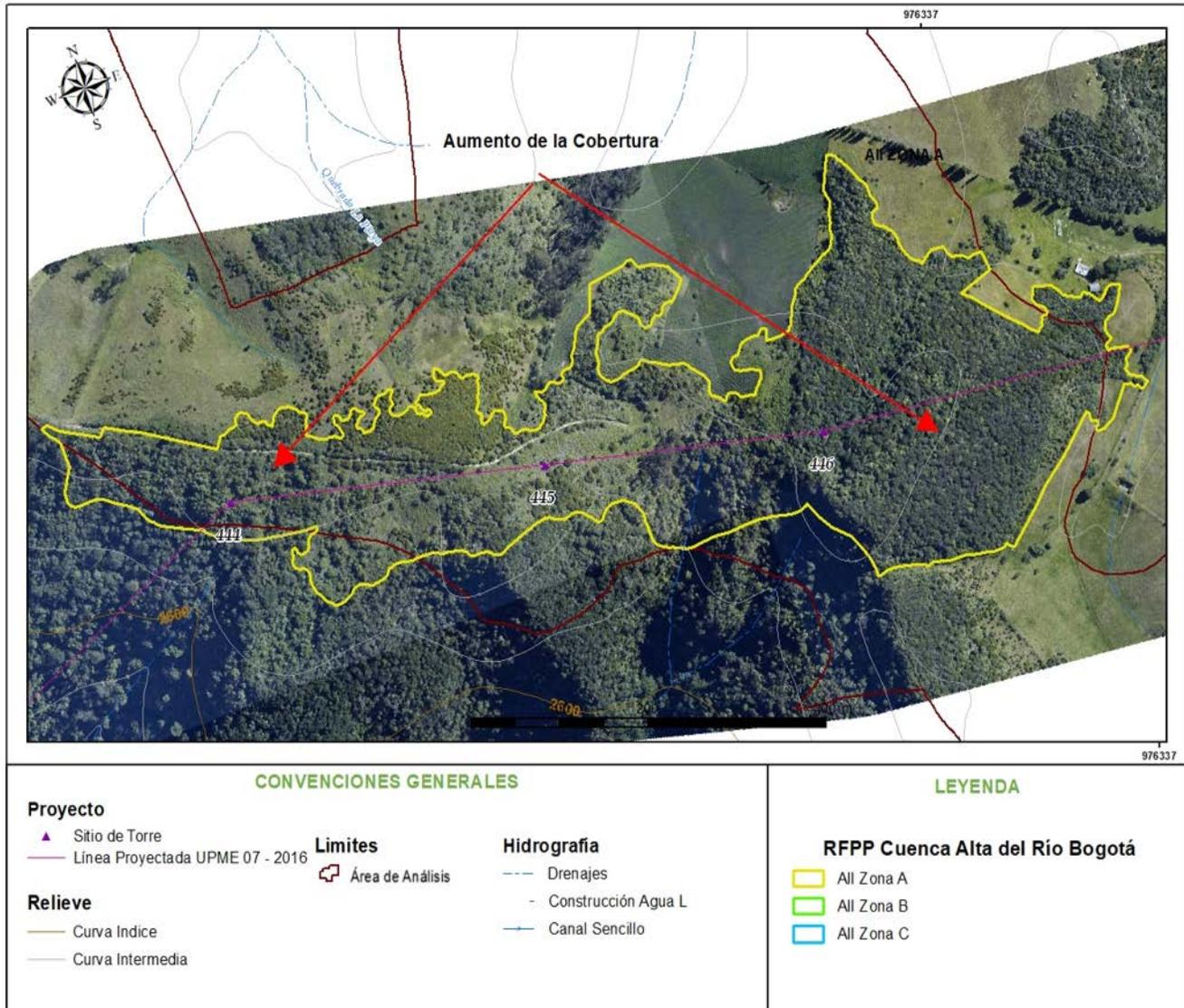
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-62 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-63 Zona A, Área de Análisis E (RFPP CARB) – 2017



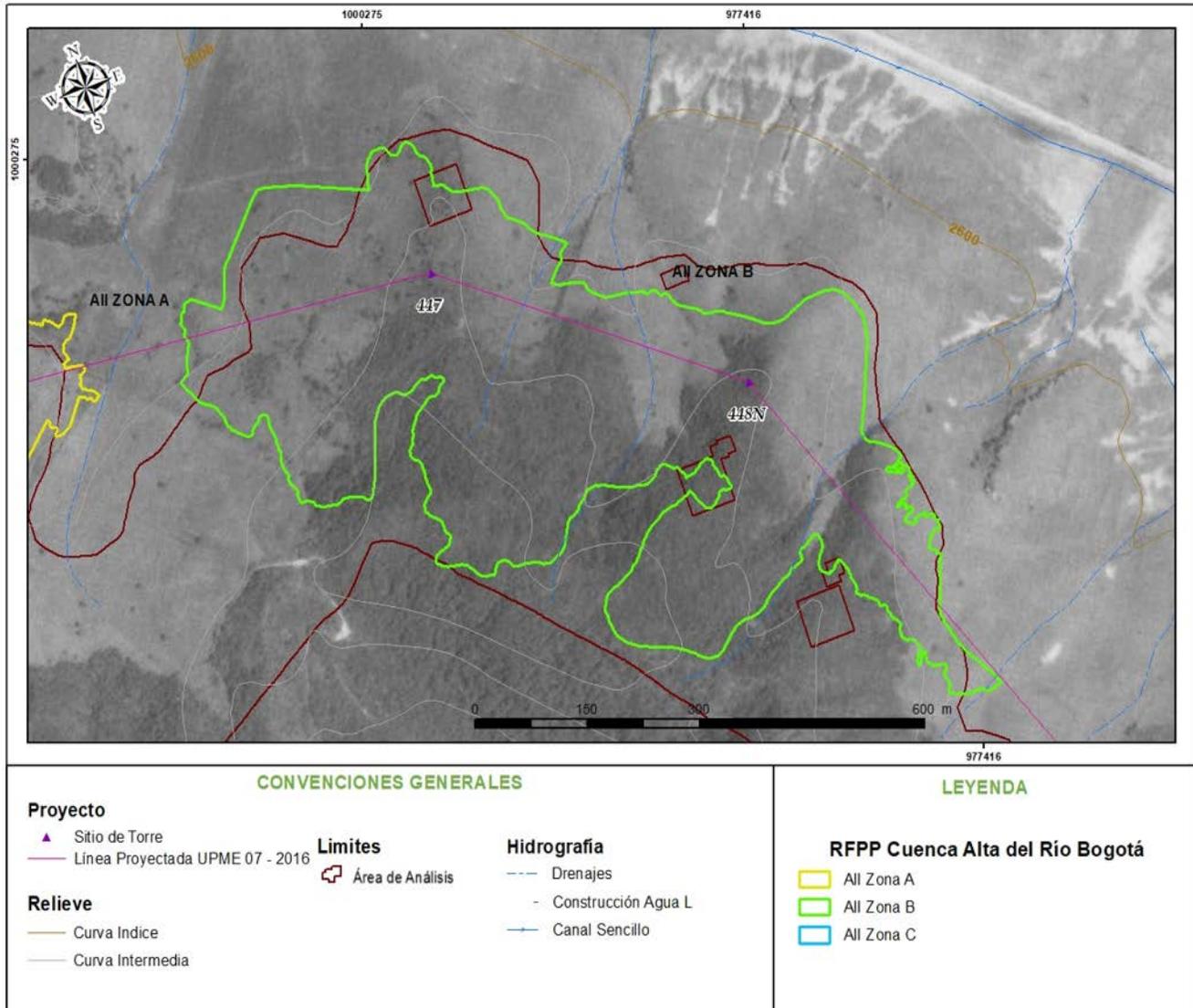
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

b. Zona B

Es el área central de la zona de estudio, corresponde a la unidad geomorfológica de Ladera Estructural de Sierra Homoclinal Denudada (Sshle) en su totalidad; en el periodo de 1975, no se identifican FRM a la escala de la imagen (<1:25.000) y la cobertura vegetal de bosque ocupa un gran porcentaje lo que supone un estabilidad geotécnica alta (Ver Figura 5-32), en el año de 1987, se observa un aumento en la presencia de la cobertura vegetal y no se identifican FRM a la escala de la imagen (<1:25.000) (Ver Figura 5-66) y finalmente para el año 2017, se identifica un FMR correspondiente a reptación, posiblemente originado por cambios en el uso del suelo y deforestación local, la cobertura de manera general mantiene su presencia en el área de estudio (Ver Figura 5-67).

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

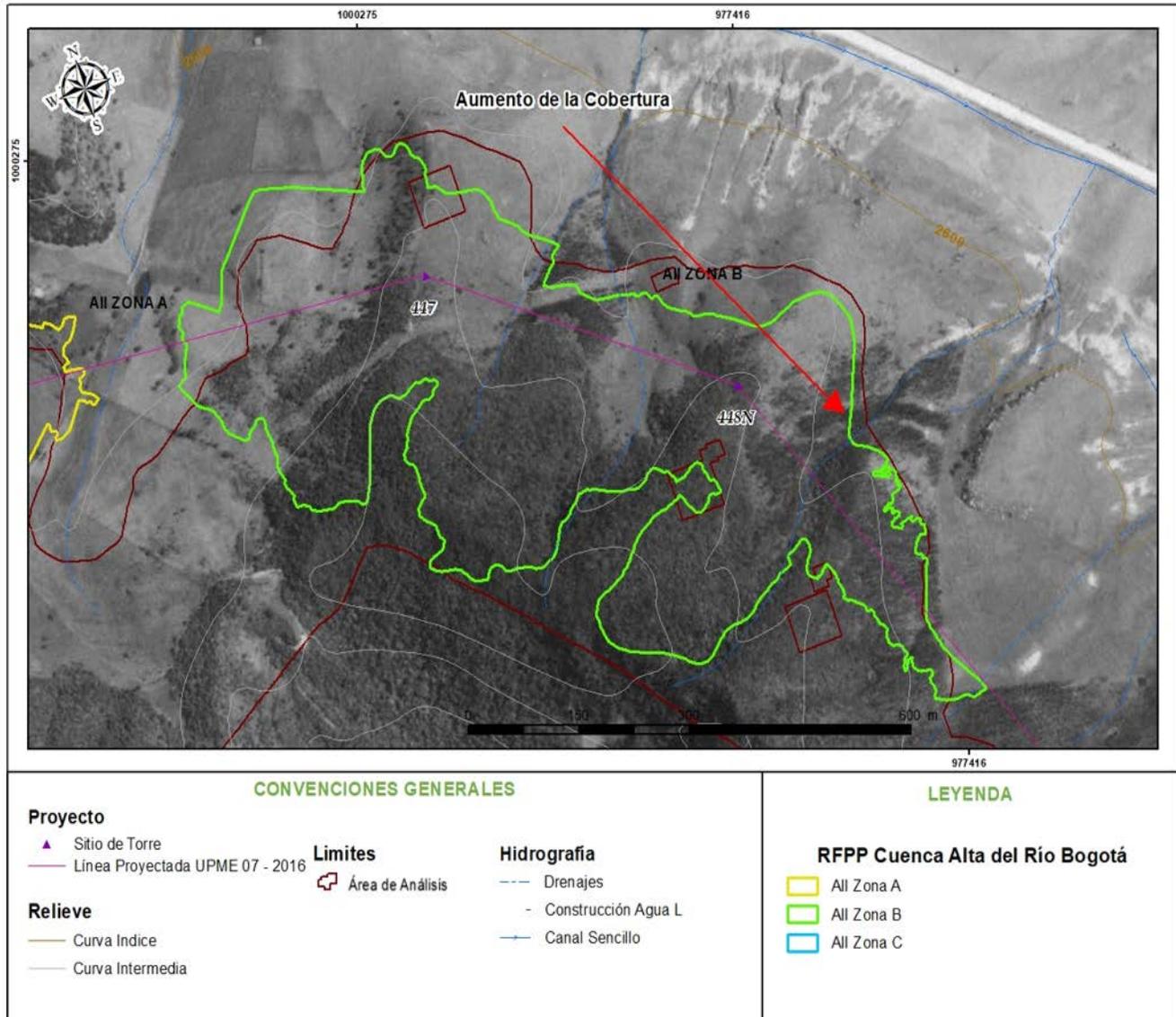
Figura 5-64 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

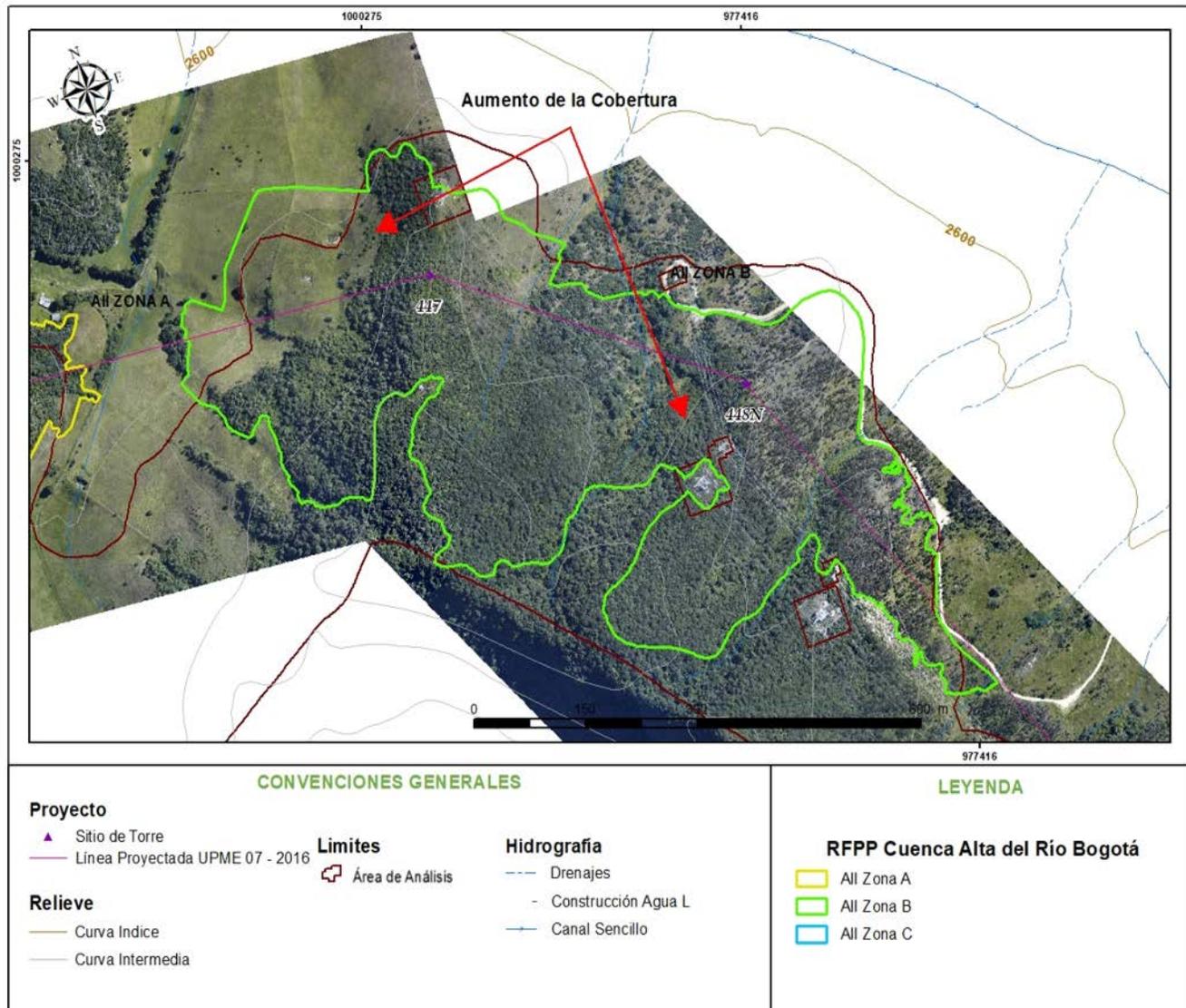
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-65 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-66 Zona B, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 2017



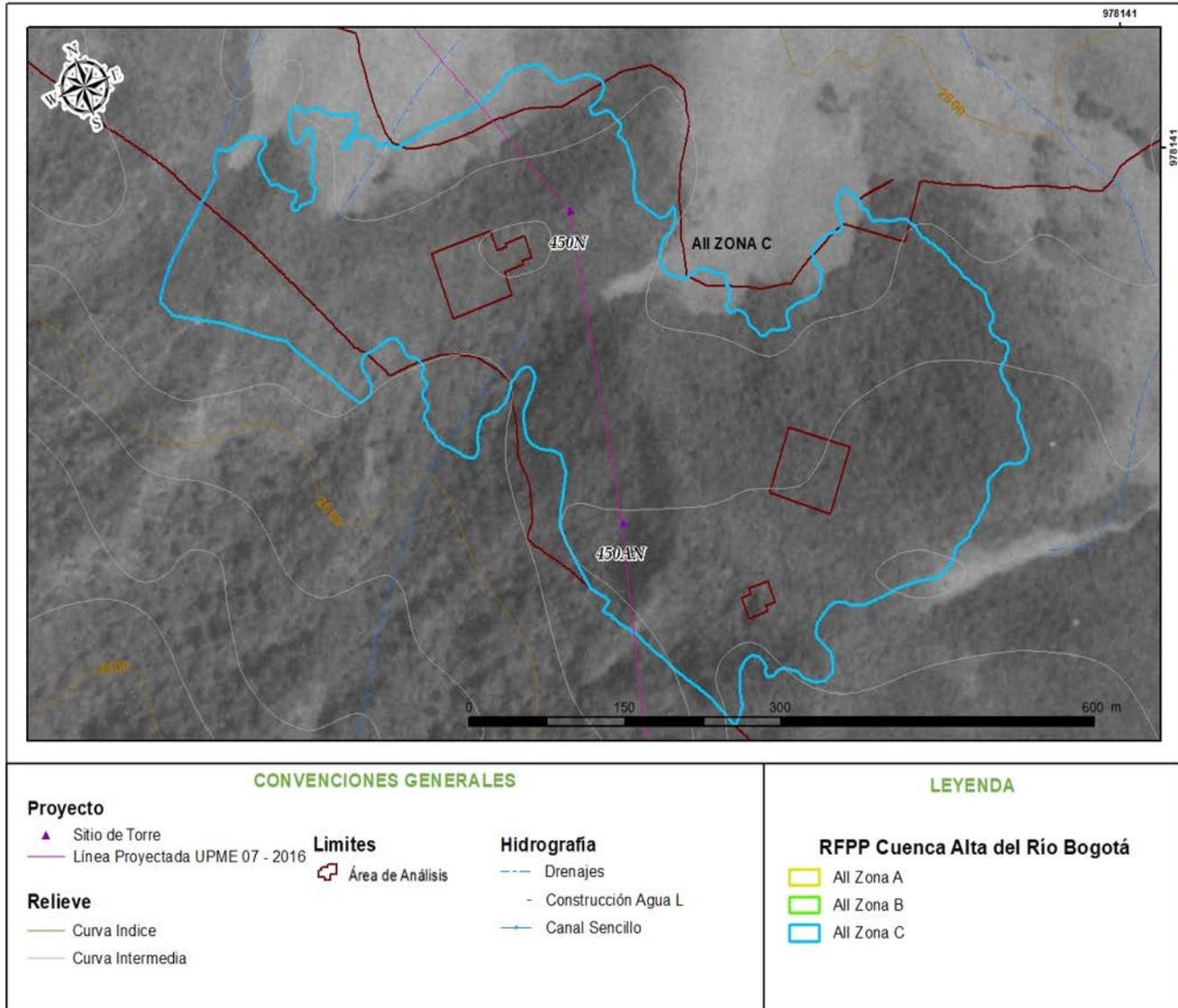
Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

c. Zona C

Es el área sur de la zona de análisis, corresponde a la unidad geomorfológica de Ladera Estructural de Sierra Homoclinal Denedada (Sshle) y Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal moderada denudada (Slcm); en el periodo de 1975, no se identifican FRM a la escala de la imagen (<1:25.000) y la cobertura vegetal de bosque ocupa un gran porcentaje lo que supone un estabilidad geotécnica alta (Ver Figura 5-68), en el año de 1987, se observa que se mantiene la presencia de la cobertura vegetal y no se identifican FRM a la escala de la imagen (<1:25.000) (Ver Figura 5-69) y finalmente para el año 2017, aunque la imagen no cubre completamente el área, se observa una disminución en la cobertura vegetal, posiblemente originado por deforestación para crear potreros por ganadería, sin embargo no se observan FRM en el sector analizado (Figura 5-70).

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

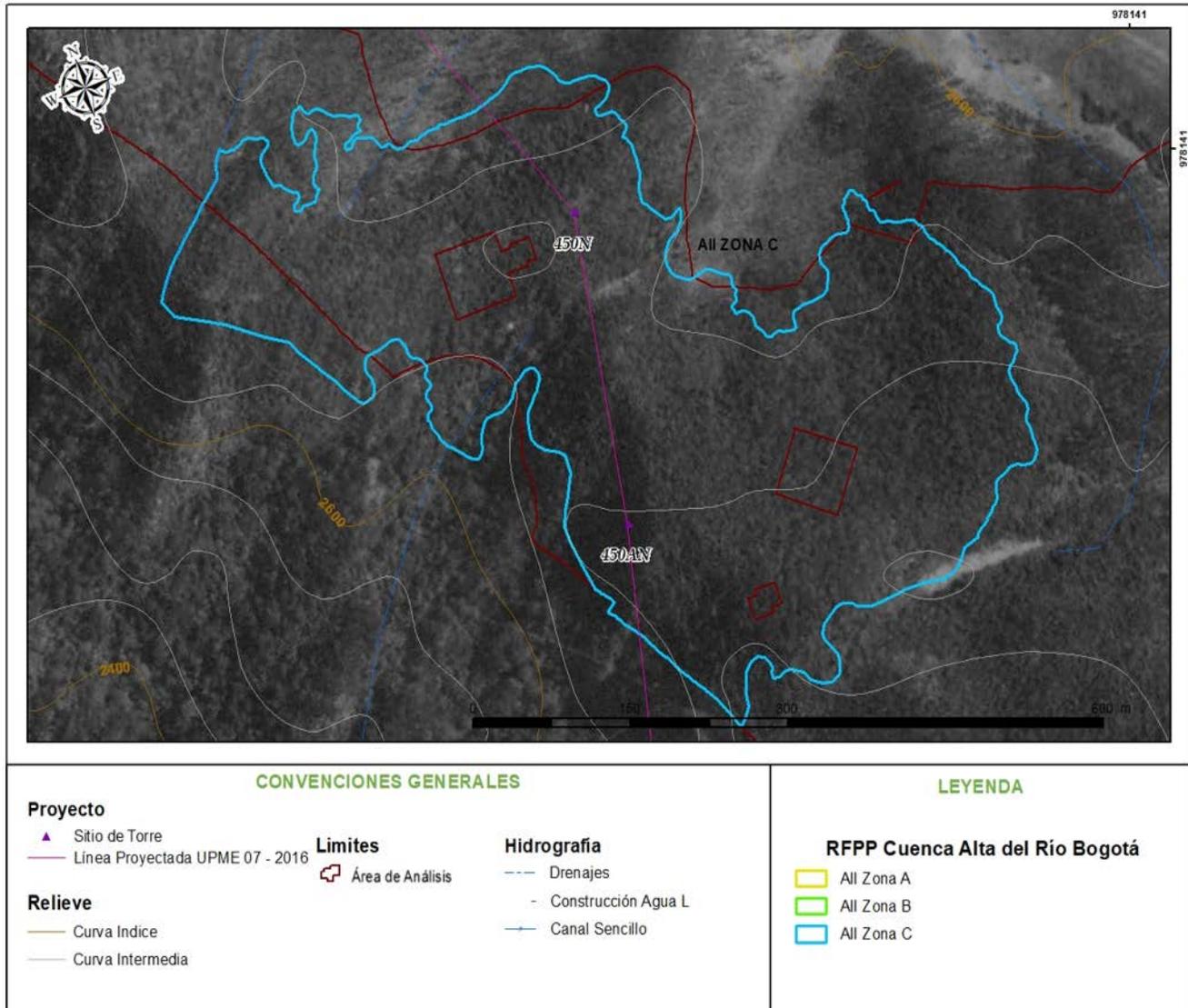
Figura 5-67 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

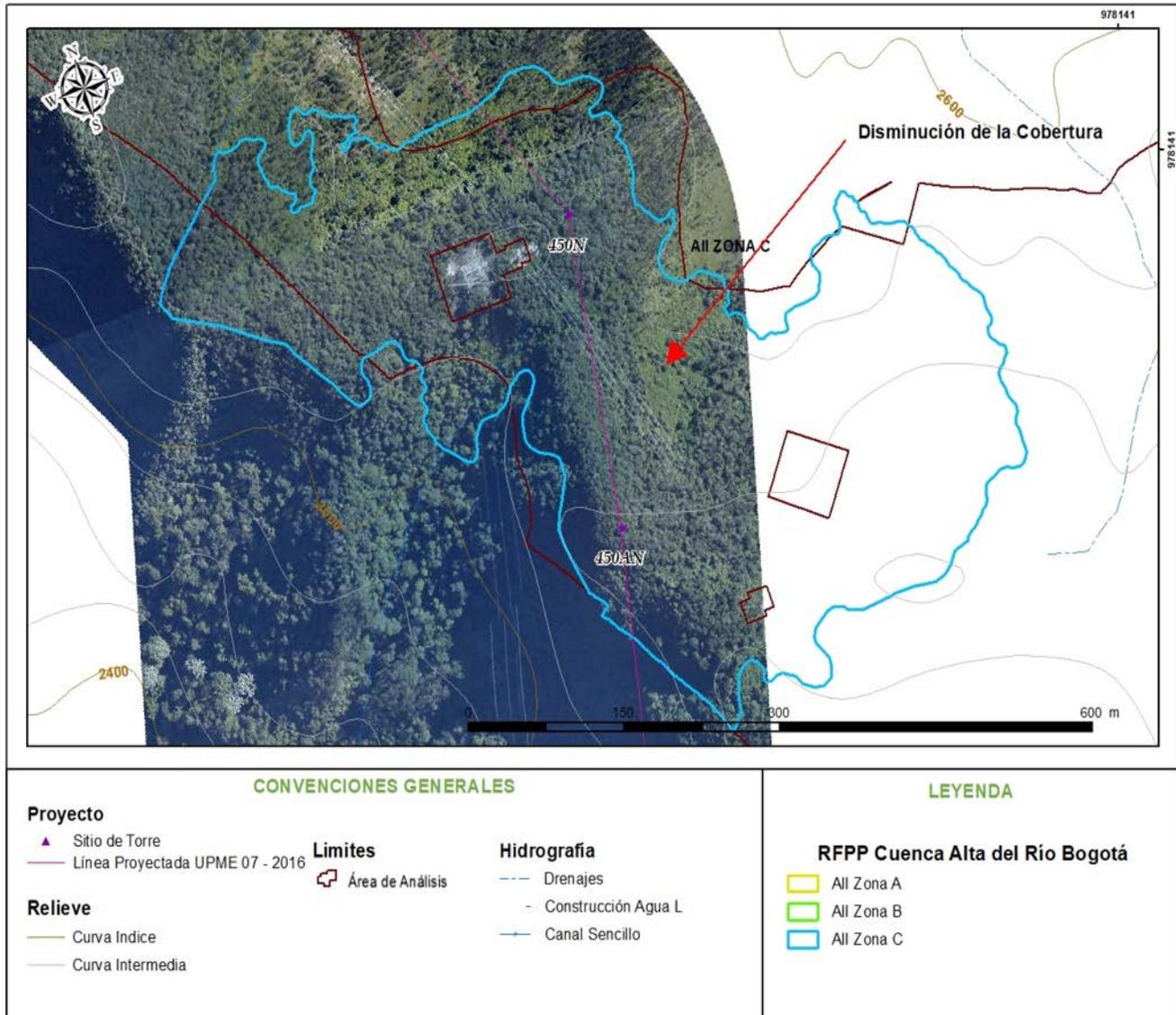
Figura 5-68 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

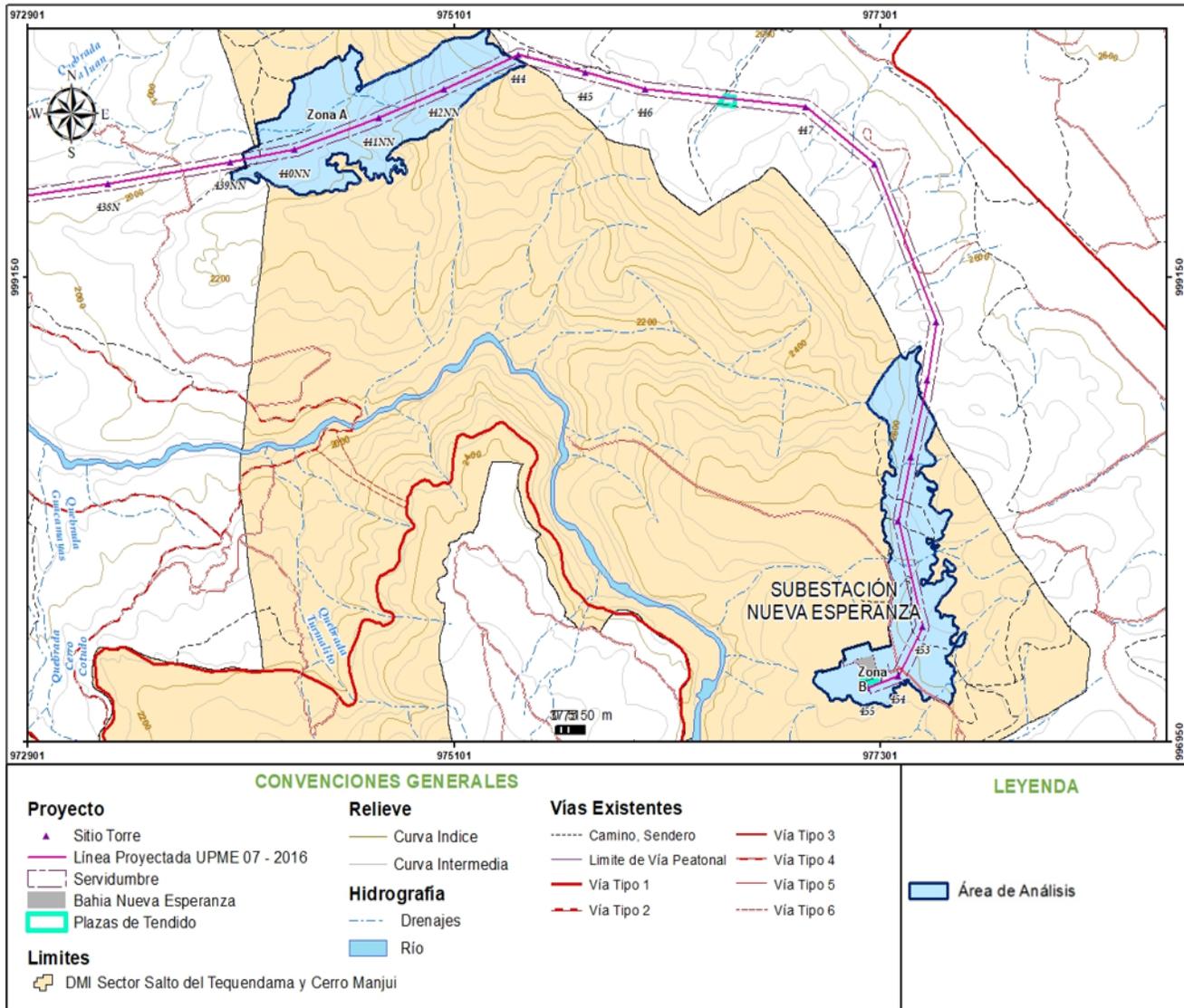
Figura 5-69 Zona C, Área de Análisis E (RFPP CARB) – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

5.1.4.4.10 Área De Análisis E - Distrito De Manejo Integrado Sector Salto Del Tequendama Y Cerro Manjui

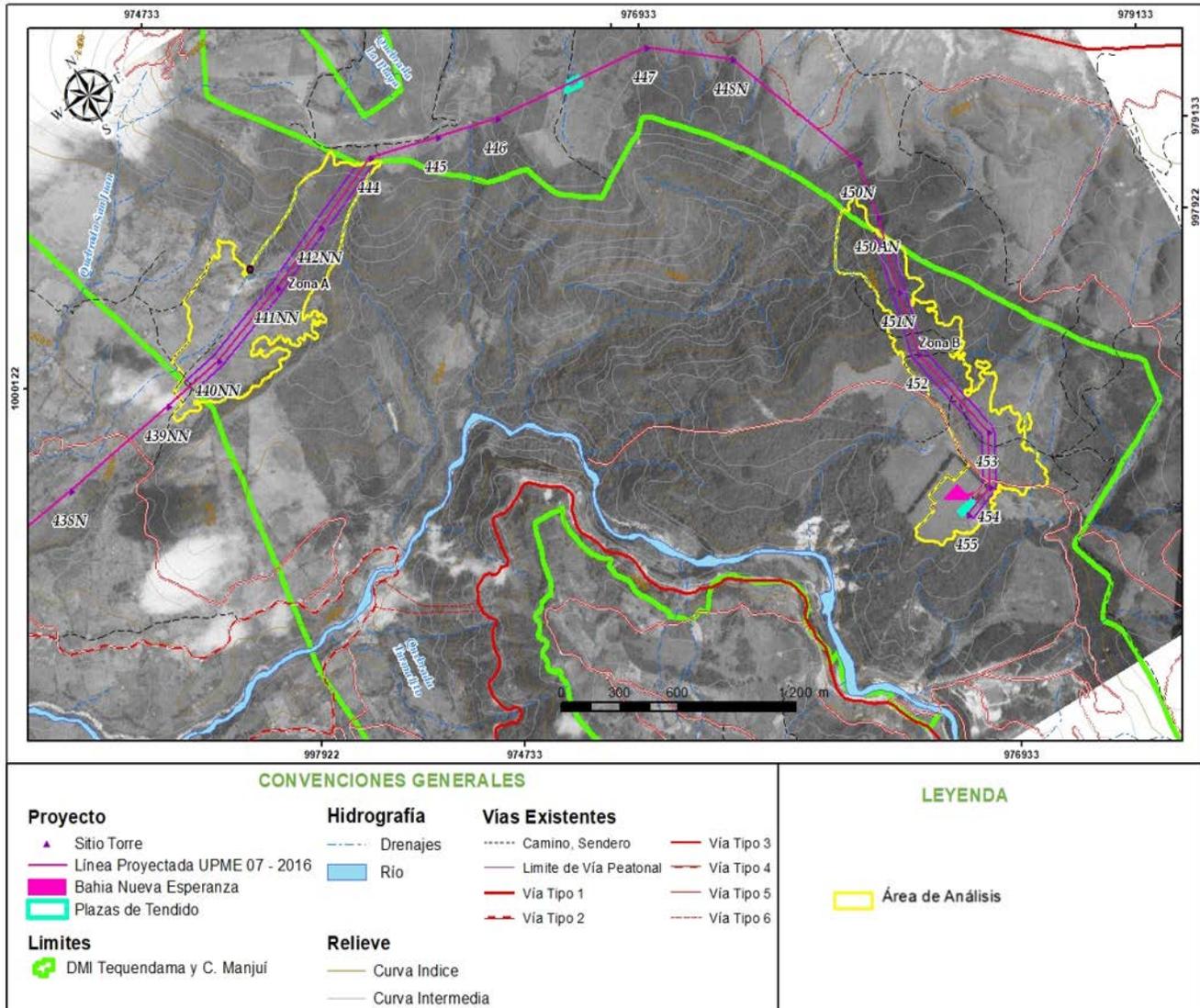
Figura 5-70 Superficie Analizada para el estudio Multitemporal ZONA E – DMI TEQUENDAMA Y C. MANJUÍ



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

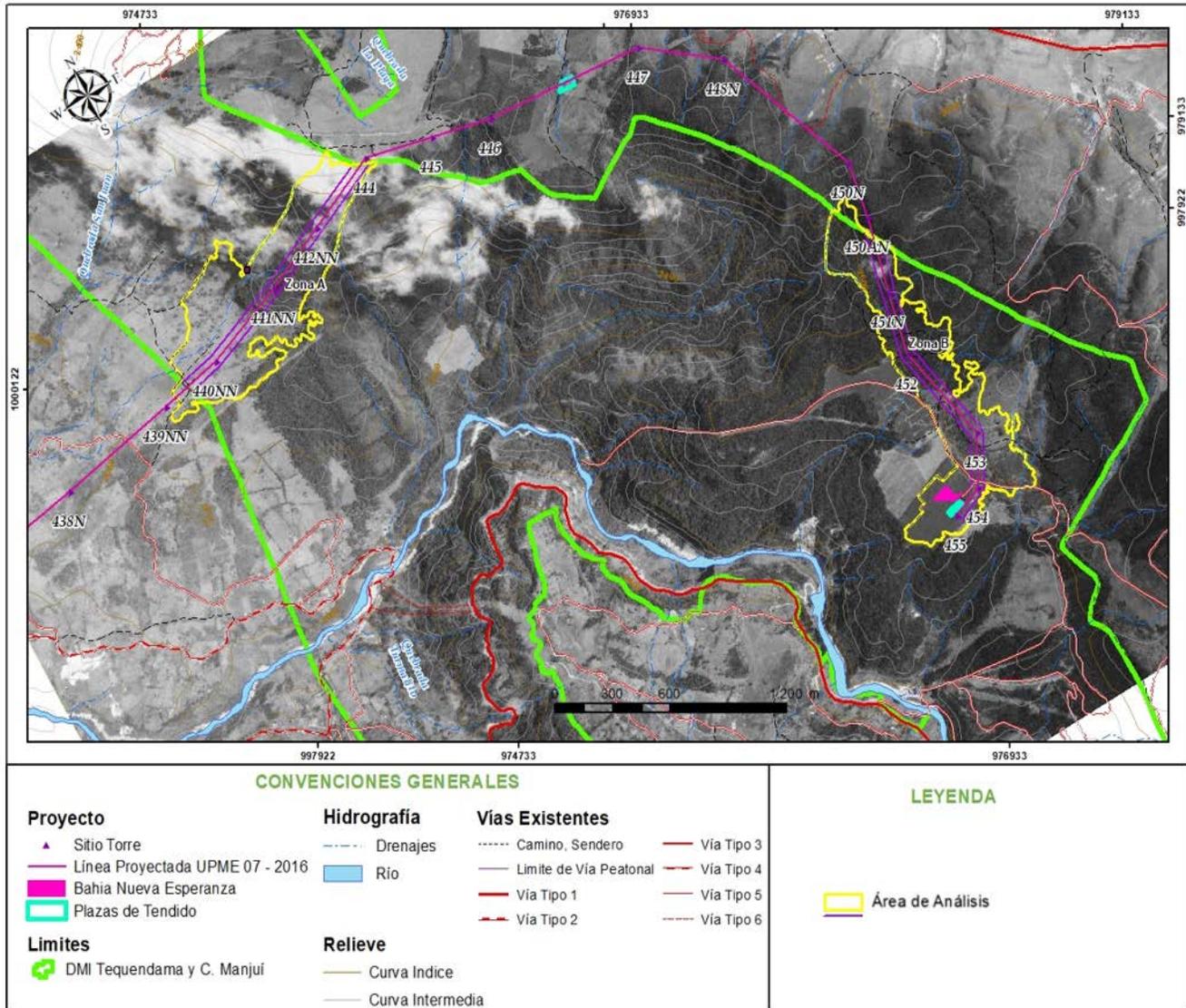
Figura 5-71 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

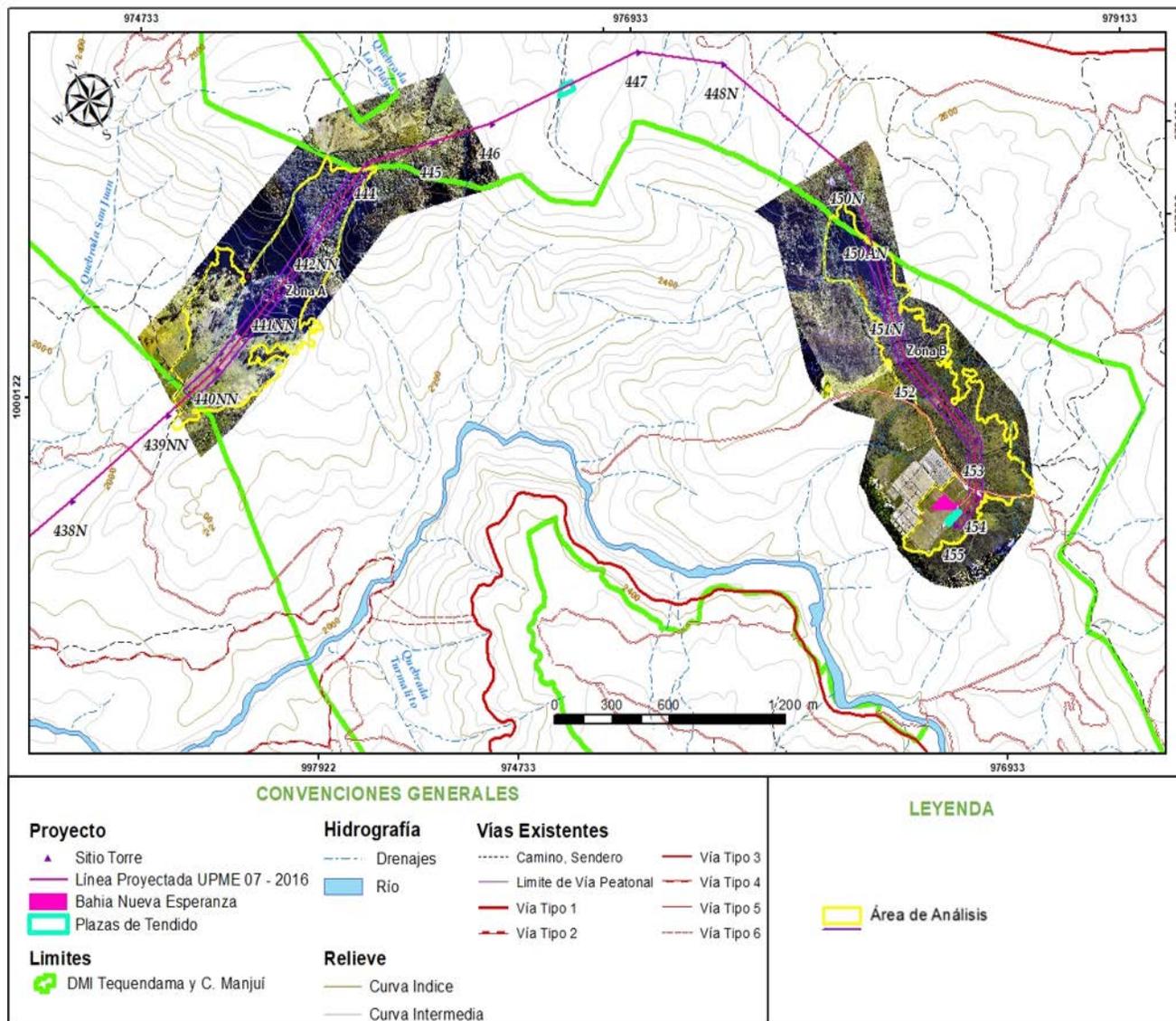
Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-72 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Figura 5-73 Imagen del Área de Análisis – E (DMI TEQUENDAMA Y C- MANJUI) en el año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

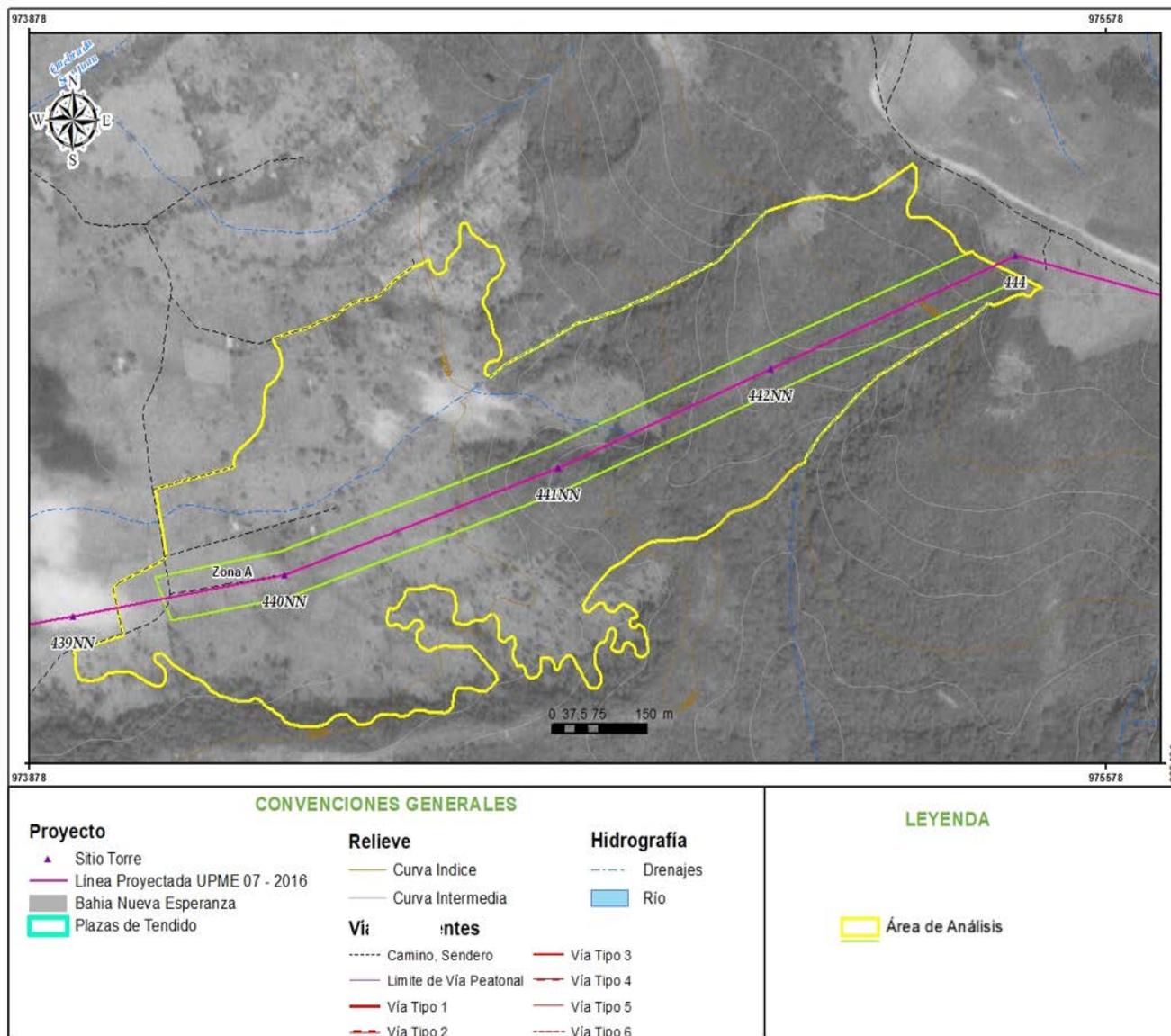
5.1.4.4.11 Dinámica de los Procesos Morfodinámicos Identificados en el Periodo 1975 – 1987 – 2017

Con base en los levantamientos geomorfológicos para el área de estudio, se analizaron los principales cambios que ha sufrido la morfología del área de influencia en el periodo de análisis, con el propósito de identificar posibles sectores que hayan presentado FRM en este periodo. Para esto, se ha subdividido el área de análisis en 2 subzonas, lo cual permite la visualización de manera más sencilla de estos cambios, la zona A al norte del área, y la zona B, correspondiente a la zona más oriental del trazado donde se encuentra la subestación Nueva Esperanza.

a. Zona A

Esta zona se encuentra al norte del área de influencia, corresponde a unidades geomorfológicas de Ladera de Contrapendiente de Sierra Homoclinal Denuadada (Sshcp), Ladera estructural de cuesta denuadada (Scle) y Ladera Moderada (Dlm); para el periodo analizado 1975 y 1987 no se observan FRM y las coberturas no presentan cambios significativos, para el periodo 2017 se observan unas zonas con FRM asociados a reptación leve, posiblemente originados en los cambios de uso del suelo de bosques para para actividades de agricultura y ganadería, dados en la última década (Ver Figura 5-29 a Figura 5-77).

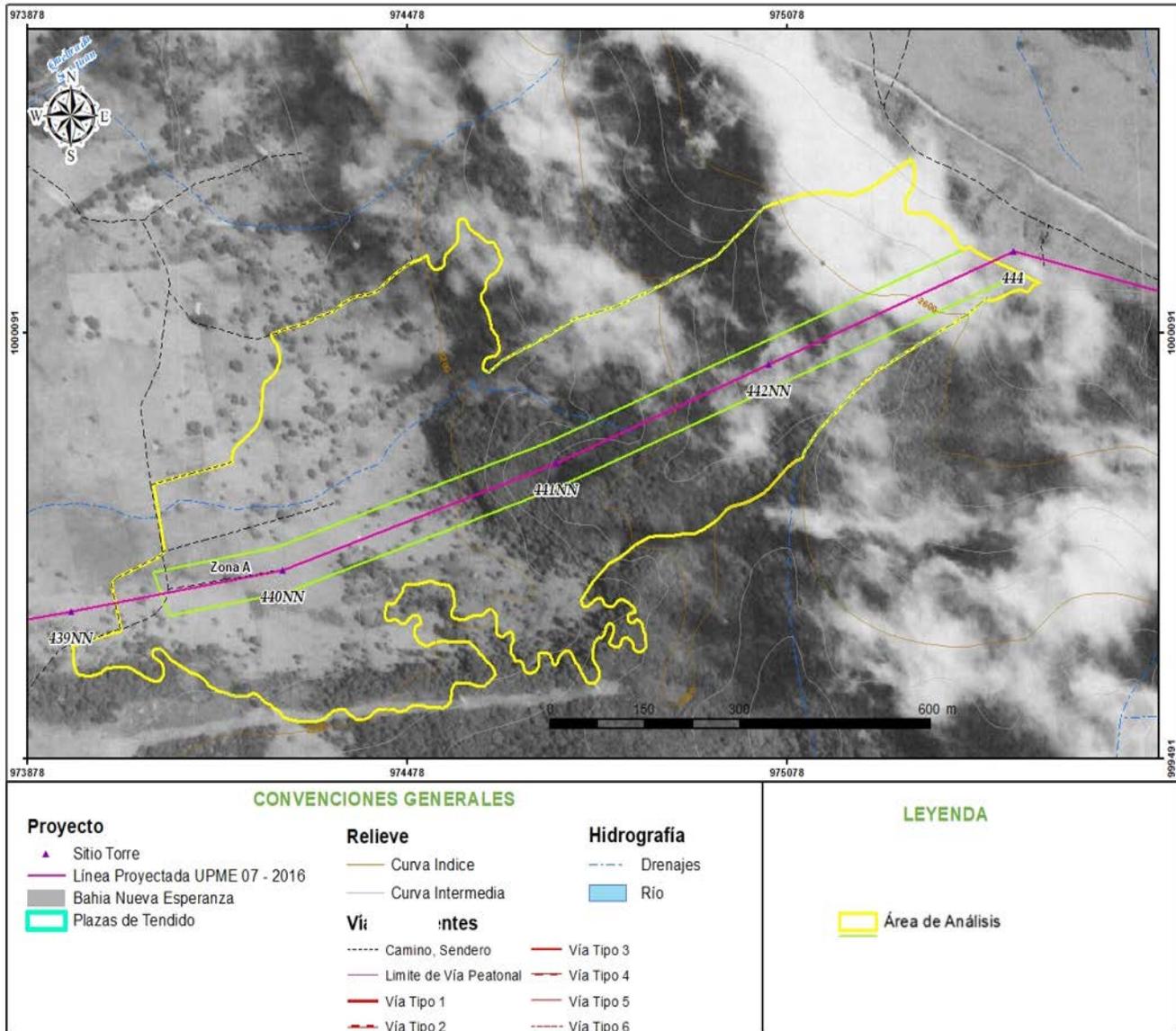
Figura 5-74 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

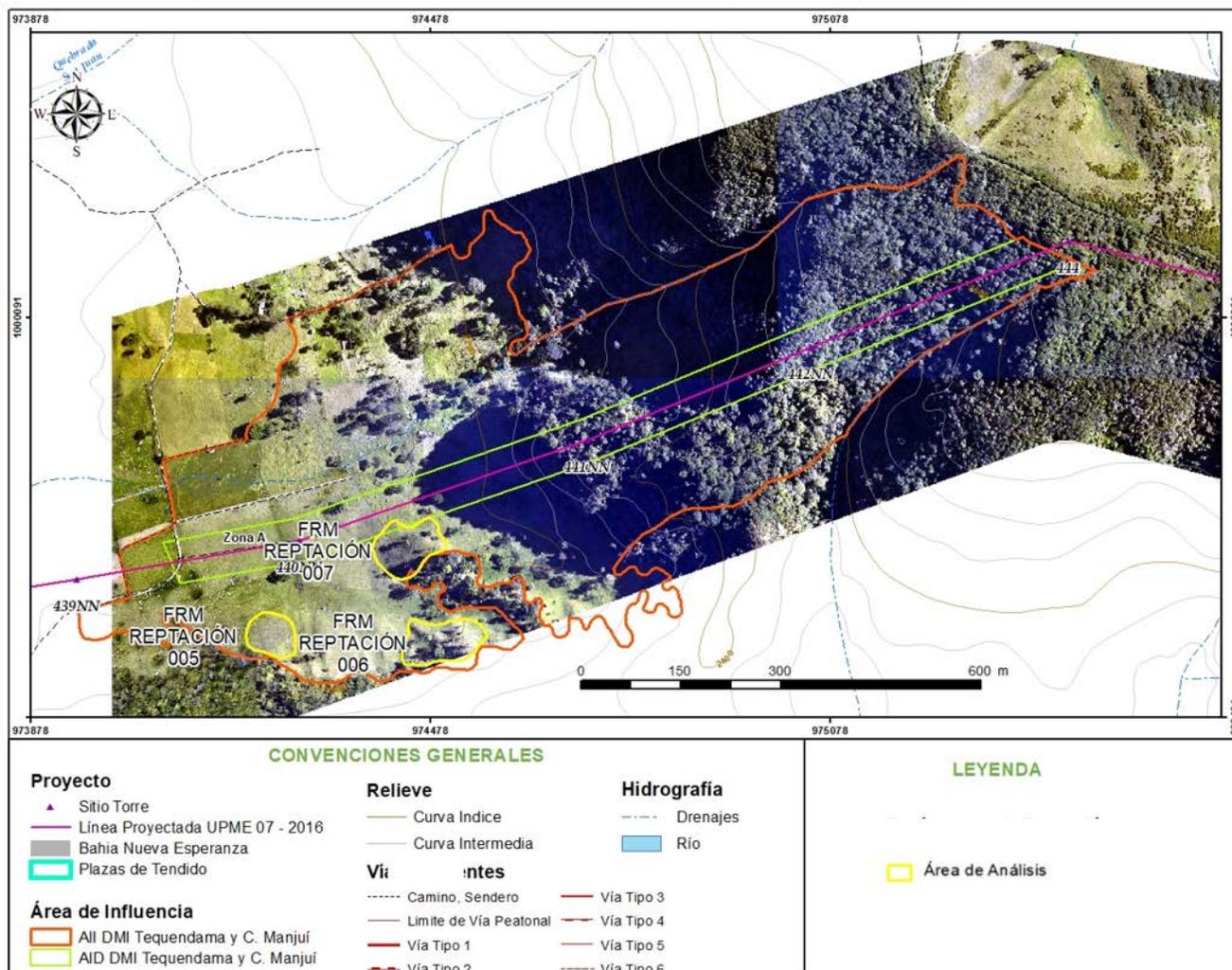
Figura 5-75 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-76 Zona A, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

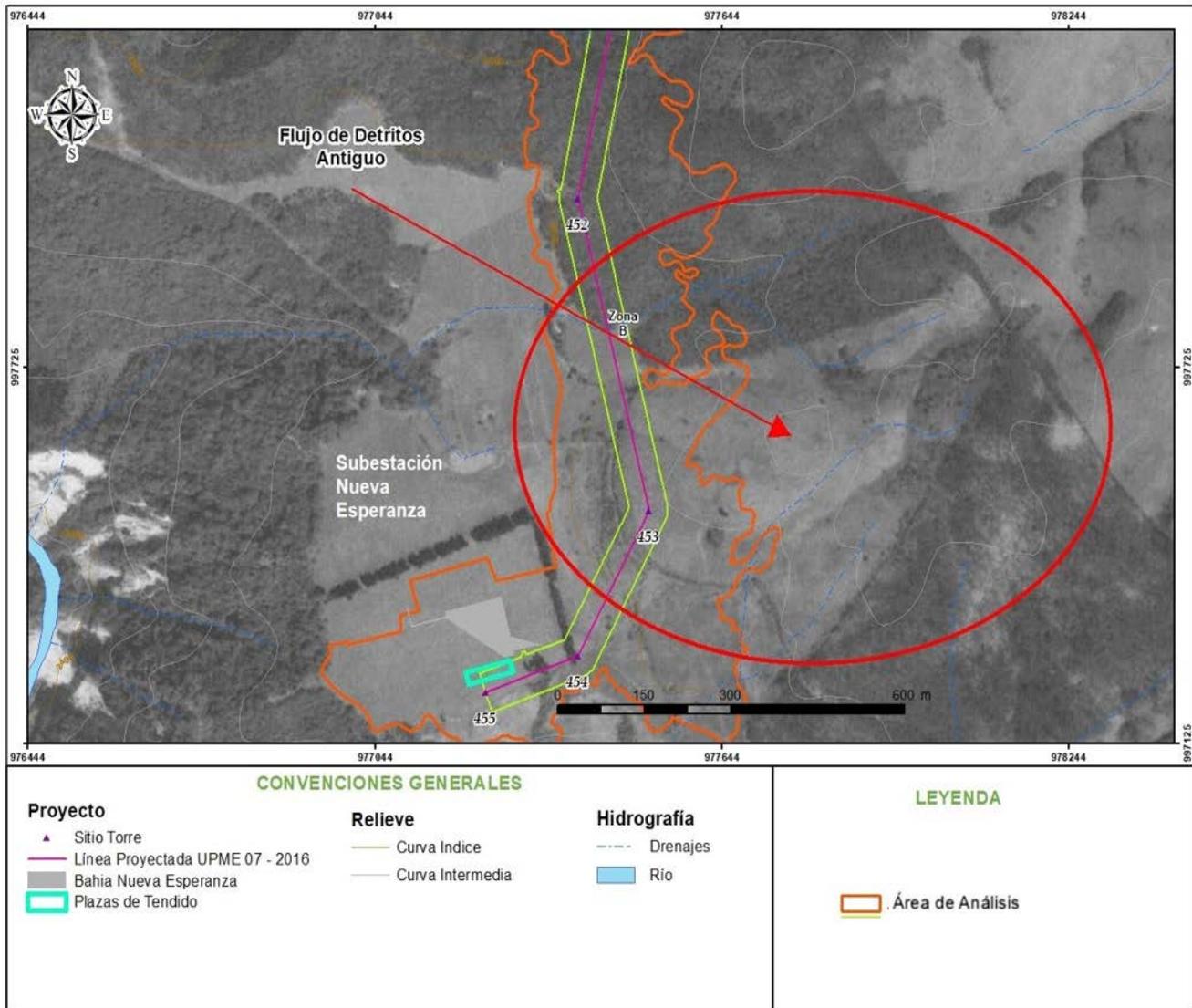
b. Zona B

Es el área más al oriente de la zona de análisis, se encuentra en inmediaciones de la Sub estación Nueva Esperanza, corresponde a las unidades geomorfológicas de Ladera Estructural de Sierra Homoclinal Denudada (Sshle), Ladera de Contrapendiente de Sierra Homoclinal Denudada (Sshcp), Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal moderada denudada (Slcm), Depósitos Coluviales Inactivos (Dcoi) y Terrazas Fluviales de Acumulación Antigua (Fta); en el periodo de 1975, se identifica un FRM correspondiente a flujo de detritos con lobulos en su base, de una dimensión de 760 metros en longitud y un ancho en su base de 340 metros, se encuentra dentro del círculo rojo (Ver Figura 5-78), en el año de 1987, este fenómeno se observa estabilizado con un aumento en la presencia de la cobertura vegetal hacia la base y el centro del FRM (Ver Figura 5-79) y finalmente para el año 2017, el FRM se encuentra totalmente estabilizado con una cobertura vegetal en casi su totalidad e identificándose únicamente los escarpes antiguos del deslizamiento, adicionalmente fueron identificados unos FRM correspondientes a zonas de reptación leves, posiblemente originados en los cambios

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

de uso del suelo de bosques para para actividades de agricultura y ganadería, dados en la última década (Ver Figura 5-80).

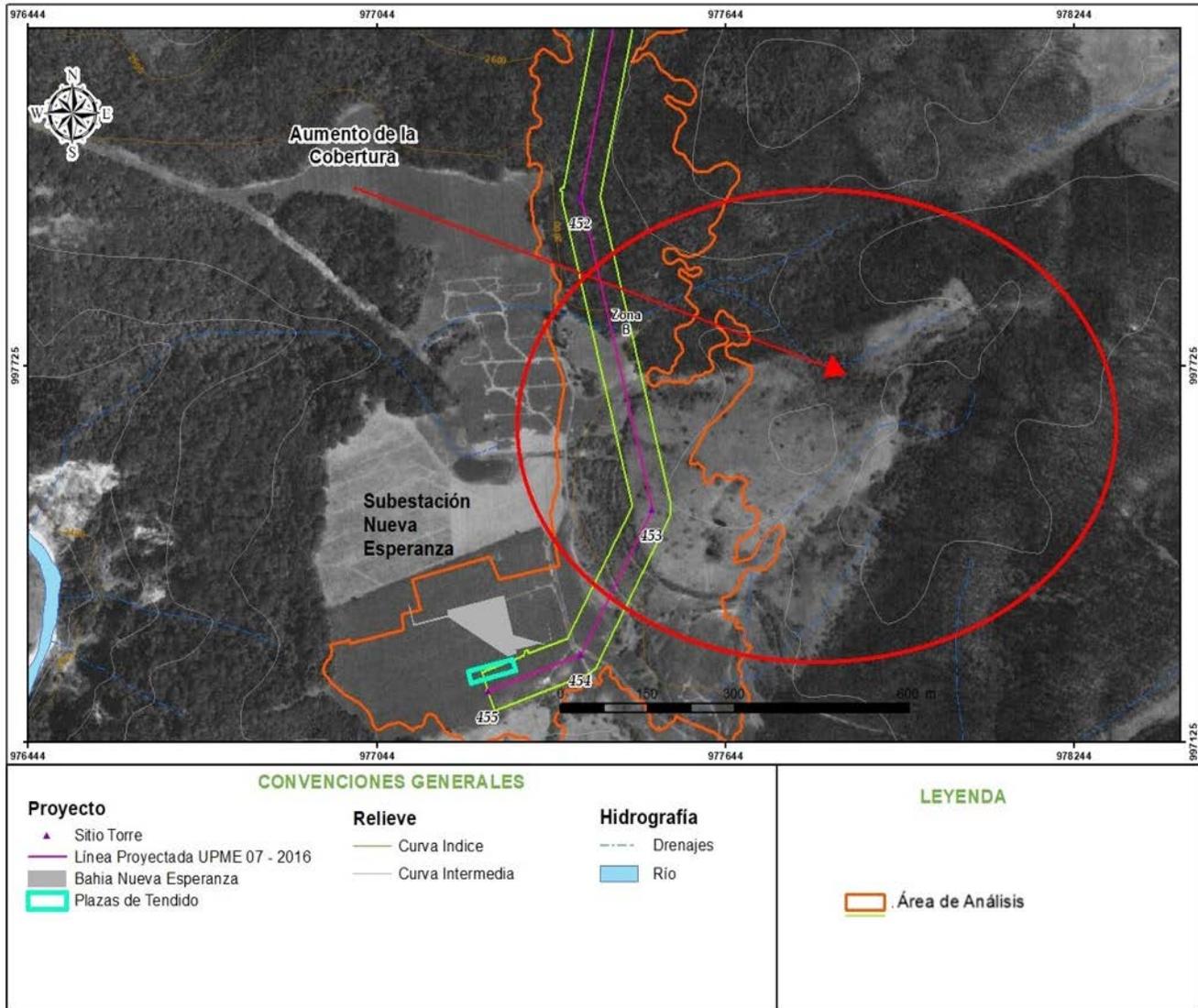
Figura 5-77 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1975



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-78 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 1987



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Figura 5-79 Zona B, Área de Análisis E (DMI Tequendama y C. Manjuí) – Año 2017



Fuente: GEOMA S.A.S., 2019

BIBLIOGRAFÍA

- CORPORACION SUNA HISCA. (1996). *Componente Biofísico Parque Ecologico Distrital de Montaña Entrenubes*. Bogota: CORPORACION SUNA HISCA.
- INGEOMINAS . (2001). *Geología de la plancha 205 Chinchina*. Bogota: Ministerio de Minas y Energia Instituto de Investigacion e Información Geocientífica Minero - Ambiental y Nuclear.
- INGEOMINAS. (1984). *Geología y Geoquímica de la Plancha 224 Pereira*. Medellin: Ministerio de Minas y Energia Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- INGEOMINAS. (2001). *Geología de las Planchas 206 Manizales y 205 Nevado del Ruiz*. Bogota: Instituto de Investigacion e Informacion Geocientifica Minero - Ambiental y Nuclear INGEOMINAS.
- INGEOMINAS. (2001). *Memoria explicativa Plancha 246 Fusagasuga*. Bogota: Ministerio de Minas y Energia Instituto de Investigacion e Información Geocientífica, Minero-Ambiental.
- INGEOMINAS. (2004). *Propuesta Metodologica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica Volumen I*. Bogota: Ministerio de Minas y Energia Instituto Colombiano de Geología y Minería Servicio Geológico.
- INGEOMINAS. (2011). *Propuesta de Estandarizacion de la Cartografía Geomorfológica en Colombia*. Bogotá: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA.
- Mojica, J. &. (1990). Estructura y Evolucion Tectonica del Valle Medio y Superior del Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana* 17, 41 - 64.
- SGC, Servicio Geologico Colombiano. (2014). *Memoria Explicativa del Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en masa Esc 1:100.000 Plancha 224-Pereira*. Sogamoso: Servicio Geologico Colombiano.
- SGC; Servicio Geologico Colombiano. (2013). *Memoria Explicativa Mapa de Geomorfolología de la Plancha 207 Departamento de Tolima, Caldas y Cundinamarca*. Bogota: Servicio Geologico Colombiano.