

TABLA DE CONTENIDO

2	GENERALIDADES	5
2.1	ANTECEDENTES	5
2.1.1	Marco Normativo Considerado	9
2.1.2	Estudios E Investigaciones Previas	18
2.1.3	Procesos Adelantados	20
2.2	ALCANCES	21
2.2.1	Alcance.....	21
2.2.2	Limitaciones	21
2.3	METODOLOGÍA.....	22
2.3.1	Cartografía.....	28
2.3.2	Área de influencia.....	28
2.3.3	Medio Físico	31
2.3.4	Medio Biótico.....	99
2.3.5	Medio Socioeconómico	138
2.3.6	Zonificación Ambiental	156
2.3.7	Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental.....	157
2.3.8	Metodología zonificación ambiental y de zonificación de manejo de la actividad	162
2.3.9	Relación de profesionales participantes en el Estudio de Impacto Ambiental Área de Perforacion Exploratoria COR-15.....	163

INDICE DE TABLAS

TABLA 2-1 PROYECTOS DE HIDROCARBUROS ASIGNADOS POR LA ANH QUE SE ENCUENTRAN EN INMEDIACIONES DEL BLOQUE E&P COR-15	6
TABLA 3-1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES APE COR-15	8
TABLA 2-3 RELACION DEL MARCO NORMATIVO CONSIDERADO	9
TABLA 2-4 ESTRUCTURA EIA ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15	22
TABLA 2-5 LISTADO DE MAPAS INCLUIDOS EN EL ANEXO CARTOGRÁFICO	24
TABLA 2-6 FASES PARA LA ELABORACIÓN DEL EIA APE COR-15	25
TABLA 2-7 FECHAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA EN CAMPO	27
TABLA 2-8 PROCESOS A TENER EN CUENTA PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	29
TABLA 2-9 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE TERRENO	38
TABLA 2-10 CRITERIO PARA EL ESTADO DE LA SUPERFICIE	40
TABLA 2-11 ESTACIÓN, FECHAS Y TURNOS DE TOMA DE INFORMACIÓN DE AFORO VIAL	43
TABLA 2-12 ATRIBUTOS PARA LA CALIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	56
TABLA 2-13 CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	60
TABLA 2-14 ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE REFERENCIA	74
TABLA 2-15 TIPO DE MONITOREO REALIZADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	77
TABLA 2-16 TÉCNICAS EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS IN-SITU	78
TABLA 2-17 ENVASE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUPERFICIALES	78
TABLA 2-18 METODOLOGÍA DE LABORATORIO. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUPERFICIALES 79	
TABLA 2-19 TÉCNICAS Y MÉTODOS ESTANDARIZADOS EMPLEADOS EN LOS ANÁLISIS. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	81
TABLA 2-20 ENVASES Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS 82	
TABLA 2-21 ESTACIONES METEOROLÓGICAS COOMPONENTE ATMÓSFERICO	84
TABLA 2-22 ESTACIONES SELECCIONADAS Y PERIODO COMÚN DE ANÁLISIS (1996-2014)	84
TABLA 2-23 UNIDADES TAXONÓMICAS	92
TABLA 2-24 TABLA DE FERTILIDAD (IGAC, 1985)	95
TABLA 2-25 RANGOS DE APRECIACIÓN DE FERTILIDAD	95
TABLA 2-26 DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA Y USO POTENCIAL DEL SUELO	96
TABLA 2-27 CLASIFICACION DE LAS CATEGORÍAS DE REGENERACIÓN NATURAL	107
TABLA 2-28 FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO	112
TABLA 2-29 HOMOLOGACIÓN DE COBERTURAS PARA EL EIA	114
TABLA 2-30 TÉCNICA DE MUESTREO EMPLEADA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ANFIBIOS Y REPTILES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	115
TABLA 2-31 ESFUERZO DE MUESTREO Y REGISTROS DE CAPTURA DE LOS MAMÍFEROS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ÁREA DE PERFORACION EXPLORATORIA COR-15	120
TABLA 2-32 CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES	126
TABLA 2-33 ESFUERZO DE MUESTREO (TÉCNICAS DE MUESTREO)	128
TABLA 2-34 PUNTOS DE MUESTREO POR EL COMPONENTE PECES, PARA EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE PERFORACION EXPLORATORIA COR-15	133
TABLA 5-2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	138
TABLA 2-37 TEMAS, SUBTEMAS Y POSIBLES FUENTES DE INFORMACIÓN DEL COMPONENTE DEMOGRÁFICO 145	
TABLA 2-38 TEMAS, SUBTEMAS, PARÁMETROS Y POSIBLES FUENTES DE INFORMACIÓN DEL COMPONENTE ESPACIAL 149	

TABLA 2-39 TEMAS, SUBTEMAS Y POSIBLES FUENTES DE INFORMACIÓN DEL COMPONENTE ECONÓMICO
152

TABLA 2-40 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	159
TABLA 2-41 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS	162
TABLA 2-42 RELACION DE PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO	163

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1 APE DEFINIDA PARA EL BLOQUE COR-15.....	6
FIGURA 2-2 BLOQUES ALEDAÑOS AL BLOQUE COR-15.....	6
FIGURA 3-1 LOCALIZACIÓN GENERAL ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA (APE) COR-15.....	7
FIGURA 3-2 CONTRATO E&P COR-15 Y ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15	8
FIGURA 3-3 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DE LAS UNIDADES TERRITORIALES MENORES (VEREDAS) Y MAYORES (MUNICIPIOS QUE SE UBICAN DENTRO DEL APE COR-15.....	9
FIGURA 2-4 ESQUEMA METODOLÓGICO GENERAL PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	30
FIGURA 2-5 FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL COMPONENTE CIVIL	37
FIGURA 2-6 CRITERIO PARA EL ESTADO DE LA SUPERFICIE	39
FIGURA 2-7 LOCALIZACIÓN DE LA VÍA SOGAMOSO TASCO	43
FIGURA 2-8 LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE AFORO	44
FIGURA 2-9 FORMATO PARA DESCRIPCIÓN DE LAS VÍAS DEL APE COR-15.....	45
FIGURA 2-10 FORMATO PARA ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA ASOCIADA A LA VÍA.....	46
FIGURA 2-11 MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR DE CAMPO.....	47
FIGURA 2-12 MAPA RECORRIDO DE CAMPO GEOLOGÍA.....	48
FIGURA 2-13 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO DE GRANOS BASADA Y MODIFICADA DE WENTWORTH	49
FIGURA 2-14 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO DE GRANOS BASADA Y MODIFICADA DE WENTWORTH	50
FIGURA 2-15 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO DE GRANOS BASADA Y MODIFICADA DE WENTWORTH	51
FIGURA 2-16 ESQUEMA DE JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA	52
FIGURA 2-17 DIAGRAMA DE ATRIBUTOS DE LA VARIABLE GEOMORFOLOGÍA, CON SUS RESPECTIVOS PORCENTAJES	53
FIGURA 2-18 DIAGRAMA DE ATRIBUTOS DE LA VARIABLE MORFODINÁMICA Y SU RESPECTIVO PORCENTAJE 53	53
FIGURA 2-19 CLASIFICACIÓN POR RANGO DE PENDIENTES	54
FIGURA 2-20 METODOLOGÍA CONSTRUCCIÓN MAPA DE A CUENCA	55
FIGURA 2-21 FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS EROSIVOS	57
FIGURA 2-22 FORMATO DE INVENTARIO DE REMOCIÓN EN MASA	58
FIGURA 2-23 DIAGRAMA METODOLÓGICO PARA OBTENER LA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	59
FIGURA 2-24 COMPONENTES DEL PAISAJE INTRÍNSECO.....	63
FIGURA 2-25 COMPONENTES DEL PAISAJE INTRÍNSECO.....	65
FIGURA 2-26 COMPONENTES, CRITERIOS Y CALIFICACIÓN DEL PAISAJE INTRÍNSECO	66
FIGURA 2-27 COMPONENTES, CRITERIOS Y CALIFICACIÓN DEL PAISAJE EXTRÍNSECO	67
FIGURA 2-28 FASES DEL PROYECTO COMPONENTE HIDROGEOLOGÍA	68
FIGURA 2-29 FASES DEL PROYECTO COMPONENTE HIDROLOGÍA.....	72
FIGURA 2-30 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ESTACIONES CLIMATOLÓGICA.....	75
FIGURA 2-31 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ESTACIONES CLIMATOLÓGICA.....	85
FIGURA 2-32 RECOMENDACIONES PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO EN ÁRBOLES DEFORMADOS, BIFURCADOS E INCLINADOS	102
FIGURA 2-33 SISTEMA DE UBICACIÓN DE INDIVIDUOS INVENTARIADOS DENTRO DE CADA UNA DE LAS SUBPARCELAS DE UNA UNIDAD DE MUESTREO	103
FIGURA 2-34 FORMATO DE MUESTREO USADO EN CAMPO.....	106
FIGURA 2-35 PARCELAS DE MUESTREO CON DIMENSIONES DE 100 M ×10 M.....	107
FIGURA 2-36 PARCELAS DE MUESTREO CON DIMENSIONES DE 100 M ×10 M.....	107

FIGURA 2-37 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DE FLORA	108
FIGURA 2-38 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y LOS RECORRIDOS DE OBSERVACIÓN DEL COMPONENTE MAMÍFEROS	119
FIGURA 2-39 REPRESENTATIVA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO PARA LOS MAMÍFEROS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ÁREA DE PERFORACION EXPLORATORIA COR-15	120
FIGURA 2-40 FORMATO PARA EL REGISTRO DE OBSERVACIONES DIRECTAS E INDIRECTAS EN EL EIA	122
FIGURA 2-41 COLIBRÍ CORUSCANS	127
FIGURA 2-42 <i>CHLOROSTILBON POORTMANII</i>	127
FIGURA 2-43 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO MUESTREADAS POR EL COMPONENTE PECES. 132	
FIGURA 2-44 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE DEMOGRÁFICO	145
FIGURA 2-45 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE ESPACIAL SERVICIOS PÚBLICOS	147
FIGURA 2-46 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE ECONÓMICO	151
FIGURA 2-47 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE CULTURAL	154
FIGURA 2-48 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE POLÍTICO ORGANIZATIVO.....	155
FIGURA 2-49 ESTRUCTURA DEL COMPONENTE TENDENCIAS DEL DESARROLLO.....	156

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2-1 ALCANTARILLA.....	33
FOTOGRAFÍA 2-2 BOX CULVERT	33
FOTOGRAFÍA 2-3 MURO DE CONTENCIÓN	34
FOTOGRAFÍA 2-4 MURO GAVION	34
FOTOGRAFÍA 2-5 PAVIMENTO FLEXIBLE	35
FOTOGRAFÍA 2-6 PLACA HUELLA	35
FOTOGRAFÍA 2-7 CUNETA	36
FOTOGRAFÍA 2-8 PUENTE	36
FOTOGRAFÍA 2-9 PONTÓN.....	37
FOTOGRAFÍA 2-10 RECORRIDOS REALIZADOS COMPONENTE CIVIL.....	42
FOTOGRAFÍA 2-11 FORMATO PARA REGISTRO DE VOLÚMENES VEHICULARES	45
FOTOGRAFÍA 2-12 FORMATO FUNIA ADOPATADO PARA EL PROYECTO.....	70
FOTOGRAFÍA 2-13 FORMATO FUNIA ADOPATADO PARA EL PROYECTO.....	71
FOTOGRAFÍA 2-14 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	76
FOTOGRAFÍA 2-15 OBSERVACIONES DE IDENTIFICACIÓN, CAJUELA (FEBRERO 2019)	90
FOTOGRAFÍA 2-16 OBSERVACIONES DE COMPROBACIÓN, BARRENADA (FEBRERO 2019)	91
FOTOGRAFÍA 2-17 OBSERVACIONES DE DESCRIPCIÓN, CALICATA (FEBRERO 2019)	92
FOTOGRAFÍA 2-18 TRABAJO DE CAMPO CARACTERIZACIÓN DE FLORA.....	109
FOTOGRAFÍA 2-19 COBERTURA VEGETAL CARACTERIZADA BOSQUE RIPARIO	109
FOTOGRAFÍA 2-20 BUSQUEDA LIBRE Y SIN RESTRICCIONES	115
FOTOGRAFÍA 2-21 BUSQUEDA LIBRE Y SIN RESTRICCIONES.....	116
FOTOGRAFÍA 2-22 BÚSQUEDA LIBRE Y SIN RESTRICCIONES.....	116
FOTOGRAFÍA 2-23 REGISTROS DE RASTROS DE MAMÍFEROS	121
FOTOGRAFÍA 2-24 REGISTROS DE RES DE NIEBLA FAUNA	123
FOTOGRAFÍA 2-25 REGISTROS CANARESA TRAMPA FAUNA	124
FOTOGRAFÍA 2-26 REGISTROS DE ENTREVISTAS FAUNA.....	124
FOTOGRAFÍA 2-27 MUESTREO DE PECES CON ATARRAYA	134
FOTOGRAFÍA 2-28 MUESTREO DE PECES CON RED DE ARRASTRE	134
FOTOGRAFÍA 2-29 TRUCHA ARCOIRIS, ONCORHYNCHUS MYKISS	135
FOTOGRAFÍA 2-30 MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS.....	136
FOTOGRAFÍA 2-31 MUESTREO DE PERIFITON	137

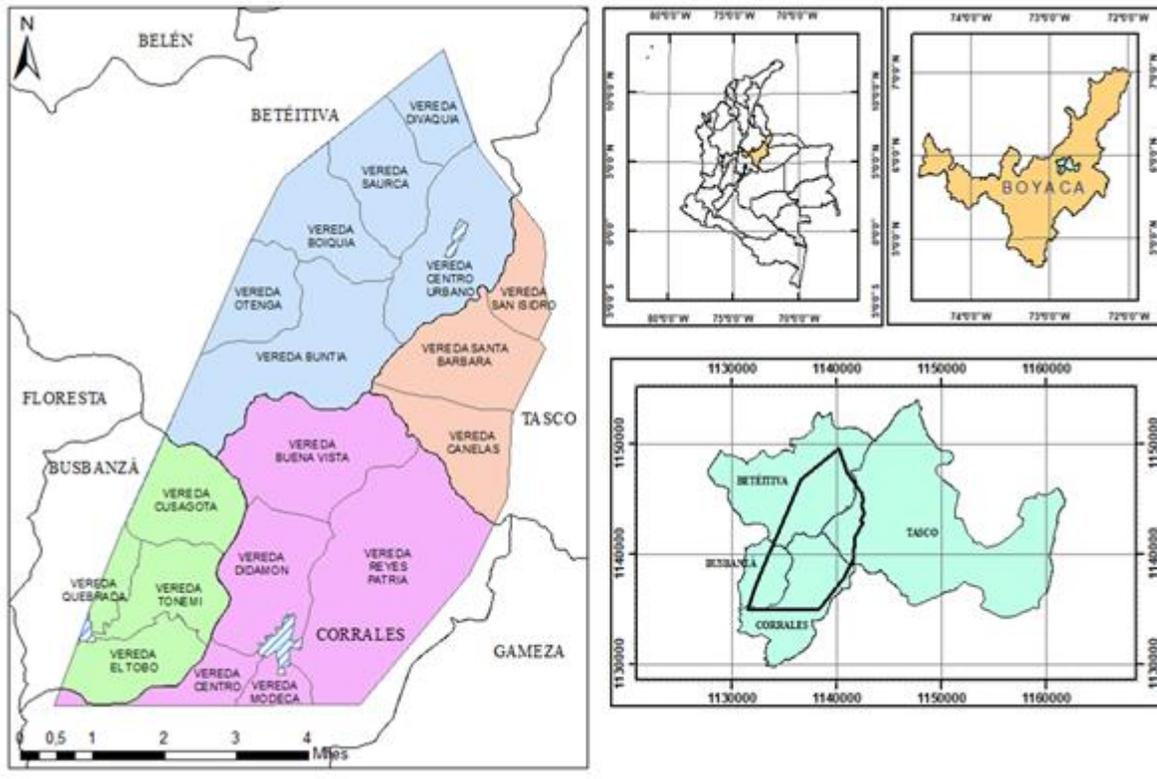
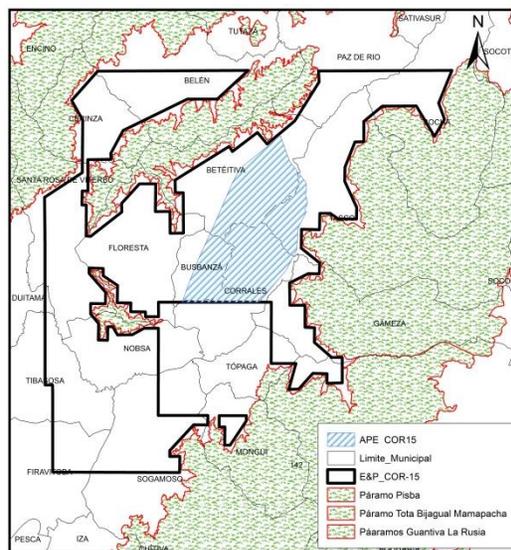


Figura 2-3 Localización General Área de Perforación Exploratoria (APE) COR-15

Fuente: Grupo SIG EIA COR-15- INCITEMA, 2019

El Área de Perforación Exploratoria COR-15 tiene una extensión total de 9.397 ha y forma parte de la superficie del contrato E&P COR-15, suscrito para exploración y producción de hidrocarburos convencionales con la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, el cual se presenta en la **Figura 2-4** y cuya copia del Contrato se presenta en el **Anexo 1**.



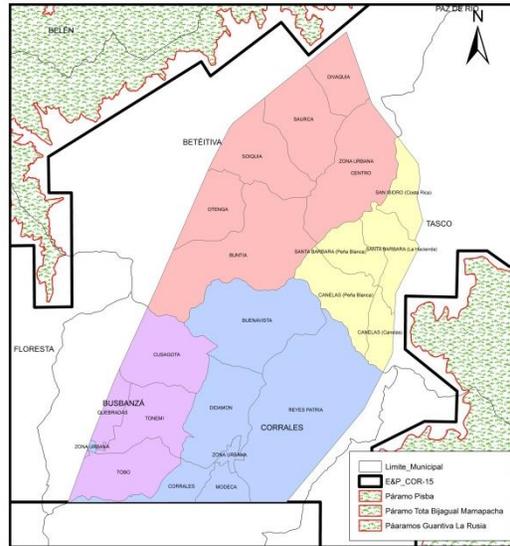


Figura 2-4 Contrato E&P COR-15 y Área de Perforación Exploratoria COR-15
Fuente: Grupo SIG EIA COR-15- INCITEMA, 2019

Las coordenadas Magna Sirgas origen Bogotá del polígono del APE COR-15 se presentan en la **Tabla 2-2**.

Tabla 2-2 Coordenadas de los vértices APE COR-15

ID	COOR_ESTE	COOR_NORTE
1	1138293,275	1134994,181
2	1131472,148	1134987,758
3	1132213,552	1137027,615
4	1132961,002	1138886,317
5	1134266,112	1141738,232
6	1135937,57	1145540,601
7	1136513,04	1146651,853
8	1136620,493	1146801,384
9	1140170,912	1149648,265
10	1140964,663	1147412,532
11	1142414,394	1145538,119
12	1142470,963	1145031,504
13	1142378,087	1144464,516
14	1142561,576	1143747,123
15	1142314,627	1143164,466
16	1142450,527	1142960,421
17	1141712,113	1141499,082
18	1141606,279	1139613,922
19	1140706,694	1137874,284

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
		Sostenible	
Decreto 2041	15/10/2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Artículos 52 Régimen de Transición; Artículo 39 sobre la modificación del Plan de Manejo Ambiental; y de acuerdo con el contenido del Artículo 39 el Título V sobre modificación de Licencias Ambientales.
Resolución 0421	20/03/2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones.
Decreto 3573	27/09/2011	Departamento Administrativo de la Función Pública	Por la cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA- y se dictan otras disposiciones.
CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS			
Resolución 1669	15/08/2017	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento Equivalente y se adoptan otras determinaciones.
Evaluación Económica de Impactos	2017	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	Criterios Técnicos Para El Uso De Herramientas Económicas En Los Proyectos Objetos De Licenciamento Ambiental
Definición de Área de Influencia	2018	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	Guía Para La Definición, Identificación Y Delimitación Del Área De Influencia
Resolución 0108	27/01/2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial	Por la cual se actualiza el Formato Único Nacional de Solicitud de Licencias Ambiental y se adoptan los Formatos para la Verificación Preliminar de la Documentación que conforman las solicitudes de que trata el Decreto 2041 de 2014 y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 1415	17/08/2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010
Resolución 1503	04/08/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
Ley 1333	21/07/2009	Congreso de la República	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones
Resolución 1552	20/10/2005	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial	Por el cual se adoptan los Manuales para Evaluación de Estudios Ambientales y de seguimiento ambiental de proyecto y se toman otras determinaciones.
RECURSO HÍDRICO			

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Decreto 1640	02/08/2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 2115	22/06/2007	Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Decreto 1575	09/05/2007	Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución 1433	13/12/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones
Resolución 865	22/07/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 155	22/01/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
Ley 373	06/06/1997	Gobierno Nacional	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. (Modificado por la Ley 1333 de 2009)
Decreto 1594	26/06/1984	Ministerio de Agricultura	Usos del agua y residuos líquidos
Decreto -Ley 2811	08/12/1974	Congreso de la República	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
VERTIMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS			
Resolución 1207	25/07/2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
Resolución 1514	31/08/2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.
Decreto 4728	23/12/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
Decreto 3930	25/10/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por lo cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI- Parte III-Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3440	21/10/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones
Decreto 3100	30/10/2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
		y Desarrollo Territorial	agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Resolución 372	06/05/1998	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
Resolución 273	01/04/1997	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).
Decreto 1594	26/06/1984	Ministerio de Agricultura	Usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 3930	25/10/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por lo cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI- Parte III-Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3440	21/10/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones
Decreto 3100	30/10/2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Resolución 372	06/05/1998	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
Resolución 273	01/04/1997	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).
Decreto 1594	26/06/1984	Ministerio de Agricultura	Usos del agua y residuos líquidos.
RESIDUOS SÓLIDOS			
Resolución 0886	27/07/2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones.
Resolución 0058	21/01/2002	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se establecen límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
Resolución 541	14/12/1994	Ministerio del Medio Ambiente	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Resolución 02309	24/02/1986	Ministerio de Salud	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4a. del Libro 1º del Decreto-Ley N. 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.
RESIDUOS ESPECIALES			

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Resolución 180005	05/01/2010	Ministerio de Minas y Energía	Por el cual se adopta el Reglamento para la gestión de los desechos radiactivos.
Decreto 4741	30/12/2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	"Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".
Resolución 02309	24/02/1986	Ministerio de Salud	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4a. del Libro 1º del Decreto-Ley N. 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.
AIRE Y RUIDO			
Resolución 1632	21/09/2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adiciona el numeral 4.5 al capítulo 4 del protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y ajustado por la Resolución 2153 de 20120 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 2154	02/11/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones
Resolución 1309	13/07/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008.
Resolución 651	29/03/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE
Resolución 650	29/03/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.
Resolución 610	24/03/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.
Resolución 909	05/06/2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 627	07/04/2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución 601	04/04/2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Decreto 979	03/04/2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifican los artículos 7º, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995 (prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire).
GESTIÓN DEL RIESGO			

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Decreto 2157	20/12/ 2017	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012
Ley 1523	24/04/2012	Congreso de Colombia	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
PLAN DE CONTINGENCIA			
Decreto 321	17/02/1999	Ministerio del Interior	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.
Resolución 181495	02/09/2009	Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos.
PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES			
Decreto 3016	27/12/2013	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales
Resolución 416	20/03/2019	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA	“Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones
APROVECHAMIENTO FORESTAL			
Decreto 1076	26/5/2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible
Decreto 1791	04/10/1996	Ministerio de Medio Ambiente.	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Resolución 1083	04/10/1996	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se ordena el uso de fibras naturales en obras, proyecto o actividades objeto de licencia ambiental.
VEDA			
Resolución 0316	1974	INDERENA	Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el aprovechamiento de las especies. Para Roble, se exceptúan de la veda los departamentos de Cauca, Nariño y Antioquia, siempre y cuando no se aproveche para la obtención de carbón, leña o pulpa
Resolución 0213	1977	INDERENA	Veda en todo el territorio nacional el aprovechamiento, transporte y comercialización, de las especies, y las declara como plantas y productos protegidos. Se exceptúan de la veda los arbustos, arbolitos, cortezas, ramajes y demás productos de los cultivos de flores y de plantas explotadas comúnmente como ornamentales, procedentes de plantaciones artificiales en tierras de propiedad privada

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Resolución 0801	1977	INDERENA	Veda de manera permanente en todo el territorio nacional, el aprovechamiento, comercialización y movilización de la especie y sus productos, y la declara como planta protegida.
Ley 61	16/9/1985	Congreso de Colombia	Declara a la especie como árbol nacional y símbolo patrio de Colombia, y prohíbe su tala de manera indefinida y en todo el territorio nacional
Resoluciones 1602 de 1995 y 020	1996	Ministerio de Ambiente	Se prohíben los aprovechamientos forestales únicos y las fuentes de impacto directo e indirecto, a excepción de las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar. Se permite el aprovechamiento forestal persistente en áreas forestales que hayan sido zonificadas como de carácter Productor. Se podrá autorizar el aprovechamiento del mangle para la obtención de beneficios comerciales del carbón y leña en áreas de manglar excluidas de veda, solamente para los grupos étnicos tradicionalmente asentados en esas áreas o sus vecindades
Resolución 572	Mayo de 2005	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Declaratoria de especies silvestres que se encuentran en amenaza en el territorio nacional
COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO			
Resolución 1428	31/07/2018	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifican los artículo 9, 10 y 12 de la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, por medio de la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones.
Resolución 1517	31/08/2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se adopta el Manual para la asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad.
INVERSIÓN DEL 1%			
Decreto 1120	29 de junio de 2017	MADS	Por el cual se modifican los numerales 3 y 4 del artículo 2.2.9.3.1.17 del Decreto 1076 de 2015 y se toman otras determinaciones
Decreto 2099	22 diciembre de 2016	MADS	Por el cual se modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la "Inversión Forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales" y se toman otras determinaciones"
Decreto 1640	02 de agosto de 2012	MADS	Fuentes de financiación del proceso de manejo y ordenación de cuencas hidrográficas. Artículo 41 y parágrafos.
Ley 1450	16 de junio de 2011	Congreso de la República	Tasas por utilización de agua y adición de parágrafos al artículo 43 de la Ley 99 de 1993. Artículo 216 y parágrafos 1, 2 y 3.
Resolución 974	1 de junio de 2007	MAVDT	Se establece el porcentaje de qué trata el literal a) del artículo 5° del Decreto 1900 de 2006. Artículo 1

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Decreto 1900	12 de junio de 2006	MAVDT	Aplicación, proyectos, liquidación y destinación de los recursos de inversión del 1%. Artículos 1, Artículo 2 y parágrafo 1, Artículo 3 y parágrafo, Artículo 5 y párrafos 1 y 2
Decreto 155	22 de enero de 2004	Presidencia de la República	Tasas por utilización de aguas y destinación del recaudo. Artículo 18
Decreto 1729	06 de agosto de 2002	Presidencia de la República	Fuentes de financiación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas. Artículo 23
Ley 373	06 de junio de 1997	Congreso de la República	Programa de uso eficiente y ahorro del agua. Protección de zonas de manejo especial.
Ley 99	22 de diciembre de 1993	Congreso de la República	Tasas por utilización de aguas. Artículo 43 y parágrafo
Decreto Ley 2811	1974	Presidencia de la República	Tasas por utilización de aguas con fines lucrativos. Artículo 159
FAUNA SILVESTRE Y RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS: ESPECIES AMENAZADAS			
Ley 611	17/8/2000	Congreso de la República	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
Decreto 4688	21/12/2005	Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial.
Decreto 3016	27/12/2013	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de estudios ambientales.
Resolución 0192	10/02/2014	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
Ley 13	15/01/1990	Congreso de la República	Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca
Ley 84	27/12/1989	Congreso de Colombia	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.
Ley 17	22/01/1981	Congreso de la República	Por la cual se aprueba la "Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres"
Decreto 1608	31/07/1978	Congreso de la República	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y CIUDADANA			
Constitución Política de Colombia	1991	Asamblea Nacional Constituyente	Art. 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Ley 21	04/03/1991	Congreso de Colombia	Art. 6. b). Establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan
Ley 70	27/08/1993	Congreso de Colombia	Art. 3. Numeral 3. La participación de las comunidades afrocolombianas y sus organizaciones sin detrimento de su autonomía, en las decisiones que las afectan y en las de toda la Nación en pie de igualdad, de conformidad con la ley. Numeral 4. La protección del medio ambiente atendiendo a las relaciones establecidas por las comunidades afrocolombianas con la naturaleza.
Decreto 2041	15/10/2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Reitera como elemento vinculante la "Participación de las comunidades" (Art. 15).
Ley 1551 art. 29	06/06/2012	Congreso de Colombia	"Por la cual se establecen las competencias de los alcaldes y como función se atribuye la expedición de certificado para acreditación de residencia a aquellas personas que residen en el territorio del área de influencia de proyectos de explotación y explotación petrolera..."
Resolución 1544	06/08/2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	En el aparte 3.1.4.2 se plantea que "durante el proceso de elaboración de los PMA específicos se informará y comunicará directamente a las comunidades potencialmente impactadas."
Decreto 890	28/03/2008	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se reglamenta la Ley 743 de 2002.
Decreto 330	08/02/2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamenta las audiencias públicas.
Decreto 2350	20/08/2003	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se reglamenta la Ley 743 de 2002.
Ley 743	05/07/2002	Congreso de Colombia	Por la cual se desarrolla el artículo 38 de la Constitución Política de Colombia en lo referente a los organismos de acción comunal.
Decreto 1753	03/08/1994	Presidencia de la Republica	Conocimiento del estado del licenciamiento por parte de los ciudadanos.
Ley 134	31/05/1994	Congreso de Colombia	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
Ley 99, Títulos X y XI	22/12/1993	Congreso de Colombia	Entre otras se dictan disposiciones acerca de los modos de participación de la comunidad a lo largo de los procesos de licenciamiento y operación de los proyectos de desarrollo.
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO			
Decreto 763	10/03/2009	Ministerio de Cultura	Modifica Ley 1185 sobre régimen especial de los bienes de interés cultural.

NORMA	FECHA	ENTIDAD	REGLAMENTA
Ley 1185	12/03/2008	Congreso de la República	Modifica Ley 397 sobre integración del patrimonio arqueológico y cultural.
Decreto 833	26/04/2002	Ministerio de Cultura	Reglamenta la ley 397 de 1997, en cuanto a términos, manejo de bienes.
Ley 397	07/08/1997	Congreso de la República	Ley General de Cultura. Art. 70 - 72 de la Constitución Política.

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

2.1.2 Estudios E Investigaciones Previas

Para el área de perforación exploratoria - APE COR 15 cuenta con estudios específicos adelantados por:

IGAC

Estudios de suelos regionales, restitución cartográfica del área, estudios de formación catastral y toma de fotografías aéreas de diversas épocas.

ANH

- **Contrato N° 085** celebrado entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos y GEOESTUDIOS LTDA, en un área de 678 km² adscritos a las planchas 152 y 172 IGAC escala 1:100.000. Julio de 2006.

INGEOMINAS: Estudios Geológicos regionales.

- Investigación Geológica e Hidrogeológica en los sectores norte y centro del Departamento de Boyacá (2007) A través del convenio específico No 015 de 2007 realizado entre el Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS (Ahora Servicio Geológico Colombiano) y la universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC se llevó a cabo la exploración básica para el conocimiento del potencial de los recursos del subsuelo, potencial de aguas subterráneas integrando los resultados dentro de modelos geológicos integrales para identificación de recursos hídricos en los sectores norte y centro del Departamento de Boyacá. La investigación incluye análisis y verificación en campo de las unidades litoestratigráficas de interés con el apoyo de caracterización petrográfica, inventarios de puntos de agua, sondeos eléctricos verticales (SEV) caracterización hidrogeoquímica, planteando así un modelo hidrogeológico conceptual con el apoyo del modelo geológico geofísico dentro del área de estudio en un área cercana a los 350km² en la denominada zona centro que comprendió los municipios de Floresta, Buzbanzá, Corrales, Nobsa, Gámeza, Tasco y Beteitiva. (INGEOMINAS - UPTC, 2007)
- Acuerdo Especifico No 023 de 2008 realizado entre la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y el Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS (Ahora Servicio Geológico Colombiano SGC), se realiza el proyecto Cartografía geológica y prospección geoquímica del Macizo de floresta. Municipios de Buzbanzá, Corrales, floresta y Beteitiva en el departamento de Boyacá. Escala 1:10.000, con salidas cartográficas escala 1:25.000. Incluye descripción macroscópica y microscópica de 61 muestras tomadas en campo y la inclusión de 164 remitidas al INGEOMINAS para la

realización de análisis geoquímico dentro del área de estudio, así como 16 columnas estratigráficas en el área de interés cuyo objetivo comprendió

- Cartografía geológica mediante el levantamiento en campo, muestreo litológico y geoquímico de 250km² de la parte NW de la plancha 172 a escala 1:10.000 e integrarla a una escala 1:25.000 para su publicación”. (UPTC - INGEOMINAS, 2010)
- Reconocimiento geoelectrico en el bloque Tasco, en jurisdicción de los municipios de Tasco, Gámeza y Corrales, en el departamento de Boyacá (2011)

Alcaldías de Tasco, Betétiva, Busbanzá, Corrales y Gámeza (Boyacá): Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo Municipal 2016-2018.

- Esquemas de Ordenamiento Territorial: La información suministrada por los Esquemas de Ordenamiento Territorial del municipios de Tasco (Municipio de Tasco, 2006), Corrales (Municipio de Corrales, 2009), Busbanza (Municipio de Busbanza , 2006), Beteitiva (Municipio de Beteitiva , 2006), está desactualizada por lo tanto sirvió para la obtención de los mapas de uso recomendado de suelos de cada uno de los municipios e información sobre fallas de la zona, pero se recomienda actualizar esta información.
- Plan de Desarrollo Municipal “Corrales Tierra De Cultura, Educación y Bienestar Para Todos, 2016-2019
- **Plan de Desarrollo Municipal “Tasco Revive, 2016-2019.**

Gobernación de Boyacá:

- Convenio específico No 015 de 2017 Realizado entre el Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS el Ahora Servicio Geológico Colombiano y la Universidad Pedagógica y Tecnológica De Colombia UPTC
- Convenio interadministrativo específico No 1610 de 2015 Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la Gobernación de Boyacá – CAR, cuyo objeto es la investigación aplicada a la modelación del territorio a partir del análisis geomorfológico del departamento de Boyacá. Modelo de levantamiento requerido por el SIMMA (Sistema de información de movimientos en Masa. (UPTC - GOBERNACION DE BOYACÁ - CAR, 2015).
- **OTDB Ordenamiento Territorial Departamental De Boyacá. 2018. La gobernación de Boyacá realizó un avance del documento Ordenamiento Territorial Departamental de Boyacá en su dimensión biofísica (Gobernación de Boyacá, 2018)**

Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ:

- Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Media del Río Chicamocha, 2009.
- Convenio interadministrativo 108-2007 celebrado entre la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y CORPOBOYACÁ (CORPOBOYACA, 2015) informes correspondientes a las fases de aprestamiento, diagnóstico, formulación y Prospectiva del POMCA de la

cuenca media del río Chicamocha -CMRCH, que incluye 32 municipios, entre ellos los de interés en el EIA: Corrales, Busbanzá, Tasco y Beteitiva.

- Identificación escenarios de riesgo para los municipios de Betétiva y Tasco, 2017
- Estudios básicos de gestión del riego para el Municipio de Betétiva, 2015.

IDEAM

- ENA 2018 (IDEAM, 2018), índice de calidad del agua –ICA, metales pesados, y proyecciones hidrológicas en el departamento de Boyacá y el sector de interés.
- Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia – 2013. (IDEAM, 2013) Zonificación de unidades hidrográficas de Colombia, a escala de cuencas del territorio colombiano a escala 1:500.000 en su jerarquía de áreas, zonas y subzonas hidrográficas para corrientes superficiales, dentro de la cual se debe enmarcar el territorio del proyecto.
- Índices De Vulnerabilidad y Riesgo Por Cambio Climáticos a partir de Análisis Estadístico Multivariado (IDEAM, 2017)

OTROS

- El Páramo de Pisba en Tasco, Resistencia Campesina frente a la Gran Minería N° 3, Asociación De Acueductos Comunitarios De Tasco (Asoactasco) 2014.

2.1.3 Procesos Adelantados

- **Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica**

Se solicitó ante el MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE el “permiso de estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, conforme con lo establecido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA en la Resolución 446 del 20 de marzo de 2019, permiso que fue otorgado mediante Resolución 416 del 20 de marzo de 2019 a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC.

Es importante anotar, que todo el trabajo de levantamiento de información primaria para Fauna y Flora se adelantó una vez se logró este permiso, iniciando recorridos la semana del 26 de marzo del 2019.

- **Certificación de presencia o ausencia de comunidades étnicas del Ministerio del Interior**

Ante la Dirección de Consulta Previa se solicitó la certificación de presencia o no de comunidades étnicas territorialmente asentadas en el área de influencia del APE COR-15. La solicitud se realizó una vez definida el área de influencia para cada componente.

La respuesta de la Dirección de consulta previa indicó mediante Certificación 0503 de septiembre 12 de 2019, que no hay presencia de comunidades indígenas, ni de comunidades negras, afrocolombianas, raizales o palenqueras. Tampoco hay presencia de comunidades Rom.

- **Plan de Manejo Arqueológico radicado en el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (en adelante ICANH)**

Ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH se radicó en julio 23 de 2019 el Plan de Manejo Arqueológico a partir de la Zonificación Arqueológica Preliminar para el Área de Perforación Exploratoria COR-15. Radicado 4162.

- **Presencia de áreas de manejo especial**

Ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente, se solicitó la presencia de áreas de manejo especial, frente a lo cual y con radicado 8201-2-16065 del 5 de septiembre de 2019, dicha dirección indica que de conformidad con lo previsto en el Decreto 3570 de 2011... Una vez revisada la información cartográfica y de acuerdo con la base de datos de ese Ministerio se encontró que el Área de Perforación Exploratoria COR-15 ..., no se traslapa con áreas de Reserva Forestal establecidas mediante la Ley 2ª de 959, ni con Reservas Forestales Protectoras Nacionales, ni con Ecosistemas Estratégicos.

2.2 ALCANCES

2.2.1 Alcance

El presente Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria COR-15, busca presentar la información establecida mediante el Decreto 1076 de 2015 de la presidencia de la República, la resolución 0421 del 20 de marzo de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual adopta los términos de referencia M-M-INA-01 para Estudios de Impacto Ambiental para Perforación Exploratoria, la Metodología General Para la Presentación de Estudios Ambientales de 2014, con el propósito de presentar la información necesaria tendiente a obtener la licencia ambiental para adelantar la perforación exploratoria en el área de interés.

2.2.2 Limitaciones

Como limitación principal del presente estudio se tiene la falta de participación de las comunidades para conocer el proyecto, pronunciarse sobre aspectos que les son de particular interés o que consideran de gran sensibilidad y hacerse más participe en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria COR-15 elaborado por la U.P.T.C.

Esta situación tiene un origen cultural y se presenta a lo largo y ancho del país en situaciones tales como los comicios electorales donde el nivel de abstencionismo oscila entre el 40 y el 60% como lo indica la Registraduría Nacional del Estado Civil. Adicional a este componente cultural, se identificó una fuerte incidencia de personas que generaron malestar y temores entre los habitantes, siendo este el caso en los municipios de Beteitiva y de Tasco, donde le decían a las comunidades que “si asistían a las reuniones que se convocaban para el estudio, le permitían al proyecto su desarrollo, ya que en esas reuniones los harían firmar y con esa firma daban autorización para el desarrollo de la actividad”.

Posteriormente, las mismas personas recurrieron a hacer señalamientos tanto a autoridades municipales como a dignatarios de juntas de acción comunal, señalándolos de haber recibido dinero por parte de la empresa para permitir las reuniones y dar permiso al proyecto, en un completo desconocimiento de las competencias de las autoridades ambientales.

No obstante, la UPTC adelantó todas las convocatorias necesarias y estableció canales de comunicación para que las personas pudiesen acceder a la información, tal como se presenta en el numeral 5.3.1 de Participación y socialización con las comunidades, para lo cual se generaron comunicaciones específicas a cada presidente de Junta de Acción Comunal con copias a la alcaldía y a la personería, con comunicaciones a las administraciones municipales, con la generación de volantes que se repartieron casa por casa, con la publicación de carteles y la contratación de voceadores para que la población conociera las fechas de las reuniones, se realizaron estrategias de información de los resultados, estas orientadas a mantener informadas a las comunidades de los resultados obtenidos en el EIA para el proyecto APE COR-15.

Para las reuniones finales, algunas personas manifestaron que no asistirían a una reunión de resultados de un trabajo “que no estaba bien hecho” ya que la UPTC no había visitado el 100% de los predios porque no se le había dado autorización. También recurrieron a manifestar malestar por cuanto no compartían que a los espacios previstos se les diera el carácter de “socialización”.

2.3 METODOLOGÍA

El Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria COR-15, el cual se realizó a partir de lo establecido en el decreto 1076 de 2015 de la presidencia de la República, y la resolución 0421 del 20 de marzo de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual adopta los términos de referencia M-M-INA-01 para estudios de impacto ambiental para la perforación exploratoria, así como los criterios incluidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el MADS mediante Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 2182 de 2016.

Es necesario mencionar que para aspectos específicos como son la Evaluación Económica de Impactos, la Compensación del Medio Biótico, la estructuración de la Geodatabase entre otros, se emplearon las guías y las resoluciones que para cada tópico desarrollo el Ministerio de Ambiente y ANLA, los cuales fueron relacionados en el numeral 2.1., correspondiente a Marco Normativo.

La estructura seguida para el presente estudio se presenta en la **Tabla 2-4** y **Tabla 2-5**.

Tabla 2-4 Estructura EIA Área de perforación Exploratoria COR-15

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
RESUMEN EJECUTIVO	
1. OBJETIVOS	
2. GENERALIDADES	
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
4. ÁREA DE INFLUENCIA	
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
	5.1 MEDIO ABIÓTICO

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	5.1.1 Geología
	5.1.2 Geomorfología
	5.1.3 Paisaje
	5.1.4 Suelos y uso de tierras
	5.1.5 Hidrología
	5.1.6 Hidrogeología
	5.1.7 Geotecnia
	5.1.8 Atmósfera
	5.2 MEDIO BIÓTICO
	5.2.1 Ecosistemas
	5.2.1.1 Ecosistemas terrestres-Flora
	5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos
	5.2.1.3 Ecosistemas terrestres-Flauna
	5.2.1.4 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas
	5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO
	5.3.1 Participación y socialización con las comunidades
	5.3.2 Componente demográfico
	5.3.3 Componente espacial
	5.3.4 Componente económico
	5.3.5 Componente cultural
	5.3.6 Componente arqueológico
	5.3.7 Componente político-organizativo
	5.3.8 Tendencias del desarrollo
	5.3.9 Información sobre población a reasentar
	5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
	6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL
	7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
	8. EVALUACIÓN AMBIENTAL
	9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO
	10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL
	11. PLANES Y PROGRAMAS
	11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
	11.1.1 Programas de manejo ambiental
	11.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	11.1.3 Plan de gestión del riesgo
	11.1.4 Plan de desmantelamiento y abandono
	11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS
	11.2.1 Plan de inversión del 1%
	11.2.2 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad
	12 Analisis de superposición de Proyectos
12. Anexos	
	Cartografía
	Capitulo 3
	Capitulo 4
	Capitulo 5
	Capitulo 6
	Capitulo 7
	Capitulo 8
	Capitulo 9
	Capitulo 10
	Capitulo 11
	Capitulo 12
13. Anexo Bibliografía	

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Tabla 2-5 Listado de Mapas Incluidos en el Anexo Cartográfico

Nº	ARCHIVO	TÍTULO	ESCALA
1	EIA_COR15_1	Localización general del proyecto	1: 25.000
2	EIA_COR15_2	Geología	1: 25.000
3	EIA_COR15_3	Geomorfología	1: 25.000
4	EIA_COR15_4	Pendientes	1: 25.000
5	EIA_COR15_5	Clasificación agrológica	1: 25.000
6	EIA_COR15_6	Uso actual del suelo	1: 25.000
7	EIA_COR15_7	Uso potencial del suelo	1: 25.000
8	EIA_COR15_8	Conflictos de uso del suelo	1: 25.000
9	EIA_COR15_9	Mapa Hidrológico	1: 25.000
10	EIA_COR15_10	Hidrogeología	1: 25.000

Nº	ARCHIVO	TÍTULO	ESCALA
11	EIA_COR15_11	Zonificación geotecnica	1: 25.000
12	EIA_COR15_12	Zonificacion climatica	1:25.000
13	EIA_COR15_13	Isotermas	1: 25.000
14	EIA_COR15_14	Cobertura vegetal	1: 25.000
15	EIA_COR15_15	Aprovechamiento y Monitoreos	1: 25.000
16	EIA_COR15_16	Mapa social	1: 25.000
17	EIA_COR15_17	Potencial arqueologico	1: 25.000
18	EIA_COR15_18	Zonificación Ambiental Área de Influencia	1: 25.000
19	EIA_COR15_19	Zonificacion de manejo	1: 25.000
20	EIA_COR15_20	Escenarios amenaza avenida torrencial	1: 25.000
21	EIA_COR15_21	Escenarios amenaza por inundación	1: 25.000
22	EIA_COR15_22	Escenarios amenaza por FRM	1: 25.000
23	EIA_COR15_23	Escenarios amenaza por incendio	1: 25.000
24	EIA_COR15_24	Esenario de riesgo por avenida Torrencial	1: 25.000
25	EIA_COR15_25	Esenario de riesgo por inundación	1: 25.000
26	EIA_COR15_26	Esenario de riesgo por FRM	1: 25.000
27	EIA_COR15_26	Esenario de riesgo por incendio	1: 25.000
28	EIA_COR15_26	Alternativas de vertimiento en suelo	1: 25.000

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

El estudio de impacto ambiental para el APE COR-15, se fundamentó en la recolección de información primaria y secundaria de los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural, de manera que el equipo interdisciplinario procesara, interpretara y analizara dicha información, en concordancia con la realidad física, biótica y social de la zona.

Las actividades realizadas para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Área de Perforación Exploratoria COR-15 se describen en la **Tabla 2-6**.

Tabla 2-6 Fases para la Elaboración del EIA APE COR-15

FASE	ACTIVIDADES REALIZADAS
Pre-Campo	<ul style="list-style-type: none"> Definición de las áreas de influencia del proyecto desde las perspectivas físico, biótica y socioeconómica, teniendo en cuenta las restricciones ambientales y legales para el desarrollo del proyecto. Recopilación de información secundaria disponible en las diferentes entidades con jurisdicción en el área de interés. Revisión de la normatividad y demás documentación referente al desarrollo del proyecto. Consecución e interpretación de imágenes y mapas disponibles del área del proyecto Definición de los alcances del proyecto. Solicitud de certificaciones sobre la existencia de comunidades étnicas, hábitats de manejo especial y demás información a tener en cuenta, dentro del Área de

FASE	ACTIVIDADES REALIZADAS
	<p>Estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> Estas actividades se realizaron entre octubre de 2018 y enero de 2019.
Fase de Campo	<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento y verificación del área de estudio y sus áreas de influencia. Verificación de la información secundaria disponible para las áreas de influencia del proyecto Levantamiento de información primaria relacionada con los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural. Ejecución de monitoreos de calidad de aguas superficiales y subterráneas y caracterización de suelos. Recorridos para la caracterización de los medios físico, biótico y socioeconómico y cultural en el área de influencia directa del proyecto. Identificación de los impactos generados por las actividades desarrolladas en la actualidad en el área de influencia de cada uno de los medios (escenario sin proyecto). Identificación de los ecosistemas y áreas sensibles a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Reconocimiento, georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura social (viviendas, escuelas, centros de salud, dispensarios, escenarios deportivos, casas comunales, entre otros). Acercamiento a las Juntas de Acción Comunal de cada una de las veredas del área de influencia directa del proyecto. Socialización del proyecto en la totalidad de veredas del área de influencia directa del proyecto; así como también en las alcaldías de los municipios del área de influencia indirecta en términos socioeconómicos. Socialización de resultados del EIA del APE COR-15, tanto con la comunidad de las veredas del área de influencia directa, como con las Alcaldías municipales del área de influencia directa en términos socioeconómicos. Diligenciamiento de las fichas veredales y generación de mapas parlantes en cada una de las veredas del área de influencia directa del proyecto. Desarrollo del taller de identificación de impactos y determinación de medidas de manejo a implementar, con la comunidad de las veredas de las áreas de influencia del proyecto.

FASE	ACTIVIDADES REALIZADAS
Fase de análisis, evaluación y formulación	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de la información recopilada durante la fase de campo, generando así la caracterización del área de influencia del proyecto y la descripción de la infraestructura vial existente • Establecimiento de las actividades a desarrollar en el proyecto y definición de sus características técnicas. • Determinación de la ubicación de ecosistemas sensibles a tener en cuenta para la elaboración de la zonificación ambiental • Elaboración de la zonificación de manejo ambiental para establecer la posibilidad o no de intervención por las actividades propias del proyecto de exploración de hidrocarburos, en virtud de sus características abióticas, bióticas, socioeconómicas y culturales. • Definición de los recursos naturales demandados por el proyecto, para la solicitud de permisos de uso y aprovechamiento. • Identificación y caracterización de los impactos ambientales que pueden generarse durante la ejecución de las actividades del proyecto. • Definición de las áreas de manejo especial y restricciones, mediante la generación de la zonificación de manejo del proyecto. • Formulación de las acciones a desarrollar para el correcto manejo ambiental del proyecto; así como para el seguimiento y monitoreo de las mismas. • Identificación de posibles riesgos en el área del proyecto y establecimiento del Plan de Contingencia. • Formulación de las medidas a implementar durante el Plan de Abandono y Restauración Final. • Formulación del Plan de Inversión del 1% y del Programa de Compensación del Medio Biótico.

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

La recopilación de la información primaria con la que se elaboró la línea base de caracterización ambiental del área de influencia directa del proyecto se llevó a cabo mediante la realización de comisiones de campo de los diferentes grupos de especialistas en el área de estudio. (Ver **Tabla 2-7**).

Tabla 2-7 Fechas de Recolección de Información Primaria en Campo

COMPONENTE	PERIODO
Geología, geomorfología y geotecnia	Noviembre de 2018 a marzo de 2019
Suelos	
Paisaje	
Hidrología	
Calidad del agua	
Hidrogeología	
Monitoreos de Calidad Ambiental	Mayo de 2019 – Diciembre de 2019
Ecosistemas terrestres (flora)	Abril a mayo de 2019 – Diciembre de 2019
Ecosistemas terrestres (fauna)	
Ecosistemas acuáticos	

Aspectos socioeconómicos	Febrero a marzo de 2019
Socialización de resultados	Primer Momento Octubre a Diciembre de 2018 Segundo Momento Junio de 2019 Terce Monento Agosto a Septiembre de 2019
Aspectos arqueológicos	Febrero a marzo de 2019

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

2.3.1 Cartografía

Para la elaboración de la cartografía del Estudio de Impacto Ambiental del Área de Perforación Exploratoria COR-15, se emplearon los siguientes elementos:

- ORTOFOTO del convenio 1610 UPTC-CAR-GOBERNACIÓN DE BOYACÁ, cuyas características son: cámara: Vexel Ultracam, Resolución radiométrica: 8 bits, Resolución espacial de: 40 cm, 4 Bandas espectrales, Fecha de la toma de las fotografías es: 14 / 12 / 2017.
- IMAGEN SATELITAL, Sensor: Sentinel 2, Agencia Espacial Europea (ESA), Resolución: 10 m, Bandas: 3, Fecha: 17 / 12 / 2017.
- Mosaico construido con Imágenes Skysat de bandas multiespectrales, ortorectificado con precisión geométrica de <10 m RMSE, con imágenes obtenidas entre junio y diciembre de 2018 suministradas por Maurel & Prom Colombia B.V.
- MODELO ELEVACION DIGITAL, Resolución Radiométrica: 8bits, Resolución espacial: 10m, Construida a partir de restitución cartográfica de fotografías aéreas.
- PLANCHAS IGAC, las planchas 10.000, 172IA1, 172IA2, 172IA3, 172IA4, 172IB1, 172IB2, 172IB3, 172IB4, 172IC1, 172IC2, 172IC3, 172IC4, 172ID1, 172ID2, 172ID3, 172ID4, 172IIA1, 172IIA2, 172IIA3, 172IIA4, 172IIC1, 172IIC2, 172IIC3, 172IIC4, 172IIIA1, 172IIIA2, 172IIIA3, 172IIIA4, 172IIIB1, 172IIIB2, 172IIIB3, 172IIIB4, 172IIIC1, 172IIIC2, 172IIIC3, 172IIIC4, 172IIID1, 172IIID2, 172IIID3, 172IIID4, 172IVA1, 172IVA2, 172IVA3, 172IVA4, 172IVC1, 172IVC2, 172IVC3, 172IVC4.

La información se trabajó en ArcGis versión 2012 y se realizaron las correspondientes actualizaciones topológicas, de toponimia, así como la construcción de los temáticos a partir del trabajo de campo de cada uno de los profesionales.

Con las imágenes y los ortofotos se realizó la actualización de vías, viviendas e infraestructura. Se realizaron procesamientos digitales para la clasificación de unidades, la cual fue verificada y ajustada con el correspondiente trabajo de campo. Igualmente, se trabajó de la mano con los diferentes equipos para la estructuración de la Geodatabase.

2.3.2 Área de influencia

Se planteó el desarrollo de tres fases metodológicas, a fin de asegurar la evaluación de los distintos impactos durante el desarrollo del proyecto APE COR-15. Esta actividad de igual forma

comprende el desarrollo de fases que están directamente vinculados en la delimitación del área de influencia. (Ver **Tabla 2-8**).

Tabla 2-8 Procesos a Tener en Cuenta para la Delimitación del Área de Influencia

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Proceso obra o actividad	Planeación, emplazamiento, instalación, construcción y montaje. Así como mantenimiento y abandono.
2	Componente medio abiótico	Hace referencia a todos los componentes susceptibles a presentar impactos a lo largo del tiempo. Geología, geomorfología, cuencas hidrográficas e hidrogeología
3	Componentes medio biótico	Hace referencia a todos los componentes susceptibles a presentar impactos a lo largo del tiempo. Fauna y flora
4	Medio Socio económico	Consta de los componentes demográfico, espacial, económico, cultural,
5	Medidas de manejo	La delimitación del área de influencia debe estar directamente enmarcada en áreas de impacto por el desarrollo del proyecto. Para formulación posterior de medidas de manejo en zonas específicas

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

A fin de dar consecución a la delimitación del área de influencia se desarrolla el proceso metodológico general que comprende tres etapas principales, establecidas en la Guía para la definición identificación y delimitación del área de influencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2018). Estas etapas comprenden actividades que van desde la recopilación de información secundaria, formulación de criterios evaluadores, caracterización, identificación de impactos, y evaluación de la dinámica medio ambiental.

Cada componente identifica dentro de su proceso metodológico los impactos relevantes derivados de la actividad petrolera, y a su vez efectuada la etapa de campo se validan estos de acuerdo a la respuesta del territorio, este proceso es de tipo iterativo, puesto que la apreciación de los impactos asociada a información primaria de terreno, varía considerablemente respecto a lo estimado preliminarmente en oficina. Por esta razón se han propuesto áreas de influencia por componente, dentro de las cuales se establecen criterios particulares derivados de la metodología general que a continuación se ilustra en la **Figura 2-6**.

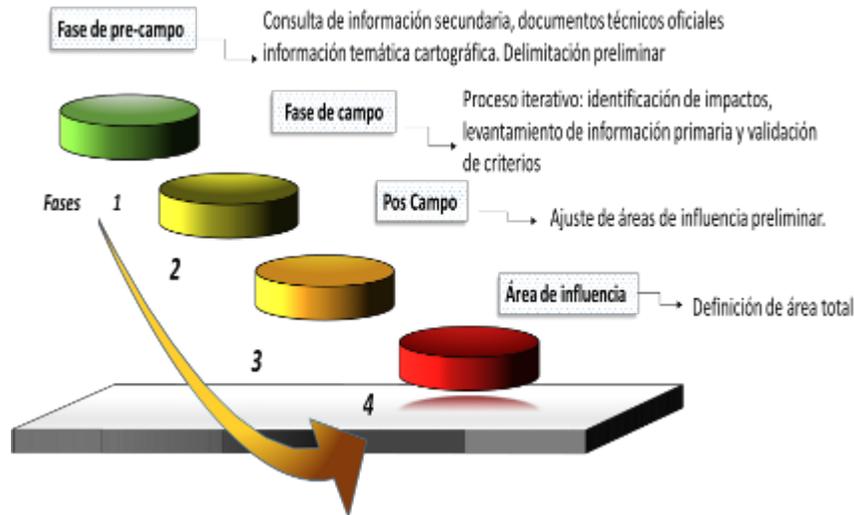


Figura 2-6 Esquema Metodológico General para la Delimitación del Área de Influencia
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

➤ Fase de pre-campo

El objetivo de esta fase consiste en la recopilación de información secundaria de tipo cartográfica, como bases topográficas, imágenes satelitales, fotografías aéreas, división político administrativas del instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), bases temáticas como planchas geológicas del Servicio Geológico Colombiano o fuentes alternas, de igual forma en esta etapa se recopilaron documentos metodológicos por componente como Guía de Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas, publicada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, POMCAS, diferentes instrumentos de ordenamiento territorial. Esta información configura el punto de partida para establecer los antecedentes técnicos y el estado actual por cada componente dentro de la zona de interés (ANLA, 2018).

Dentro de esta fase el objetivo principal es identificar potenciales aspectos que se verían afectados directa o indirectamente por la actividad petrolera, aspectos medio ambientales, puntos de interés físico, o biótico. Dentro de los objetivos principales en la fase de campo se destacan los siguientes:

A partir de esta información secundaria, identificar aspectos relevantes como: cambios de cobertura de la tierra, tramos definidos por la fisiografía de la zona, unidades territoriales, entre otros.

Establecer puntos de interés tanto físicos, como bióticos y socioeconómicos para el desarrollo del proyecto.

Identificar y definir las unidades mínimas de análisis para cada uno de los componentes (p.ej. hídrico, geológico, geomorfológico, flora, fauna, demográfico, espacial, cultural, entre otros), que se presenten.

Como relevantes para el proceso de delimitación del área de influencia

Finalmente, de esta fase y teniendo en cuenta lo anterior se procede a delimitar o definir un área de influencia por componente, derivada de información secundaria aplicando criterios técnicos, y evaluación de variables para los posibles factores que inciden en la trascendencia de los potenciales impactos.

➤ **Fase de campo**

Esta fase comprende todas las actividades encaminadas a la validación de información secundaria, evaluación de criterios, reconocimiento de área a nivel interdisciplinario de acuerdo con la información y requerimientos técnicos del proyecto a fin de evaluar la dinámica medioambiental, lo cual permite establecer puntos de control y levantamiento de información primaria que sustente o modifique la delimitación del área de influencia preliminar.

Cada uno de los criterios evaluativos formulados en la etapa anterior a nivel de componente, será verificado y calculado en visitas a la zona de interés, ajustando de esta manera la delimitación del área de influencia acorde a cada medio y su correlación con la propagación de los posibles impactos.

Durante la etapa de campo se desarrollan actividades como:

- Control de campo
- Reconocimiento de área
- Toma de registro fotográfico
- Levantamiento de información primaria
- Validación de criterios
- Definición de límites por componente

➤ **Fase de post -campo**

Esta es la última fase de la metodología general para la delimitación del área de influencia, en la cual se interpretan los resultados obtenidos de la visita de campo, de la evaluación de criterios de delimitación, así como de impactos y su trascendencia en la ejecución del proyecto.

De esta delimitación se efectúan las correspondientes correcciones o ajustes en los límites de las áreas de influencia preliminar, mediante la ejecución de procesos iterativos y aplicación de conceptos técnicos se determina el área de influencia definitiva, por componente, grupos de componentes o medios, para finalmente incorporarlas al área de influencia final para el proyecto.

Esta incorporación final se ejecuta bajo un entorno digital dentro de un sistema de información geográfico (SIG). De igual forma en esta etapa es necesario describir claramente los procedimientos que se ejecuten para establecer el área de influencia, indicando en el modelo de procesamiento de información geográfica los cálculos, funciones, ponderaciones u otros métodos que se utilicen. (ANLA, 2018).

2.3.3 Medio Físico

2.3.3.1 Componente Infraestructura

La metodología empleada está compuesta de tres fases: conceptualización, trabajo de campo y elaboración del informe. El levantamiento de información primaria en campo tuvo como objetivo

reconocer de la manera más detallada posible el estado actual de todos los corredores viales existentes en el área de interés directa y alrededores, las posibles ocupaciones de cauce.

➤ **Etapas pre campo**

Para llevar a cabo la conceptualización del proyecto se contó con información secundaria para el reconocimiento preliminar de la infraestructura del área. La información utilizada fue la siguiente:

- Cartografía base del IGAC en escala 1:100.000,
- Ortofoto de la zona de estudio.

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño; la forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones. La metodología para la inspección visual incluye la descripción completa de tres aspectos fundamentales:

- Descripción de la vía.
- Ancho de Calzada
- Capa de rodadura
- Tipo de material
- Pendiente
- Geometría de la vía.
- Estado superficial del pavimento y obras complementarias.
- Obras hidráulicas: Alcantarillas, pontones, cunetas, box coulvert, puentes, drenes, entre otros.
- Longitud de las vías
- Categorización

La descripción de la vía consiste en el registro de sus características generales, tales como: localización, sentido de circulación, límites, tipo de vía (autopista, principal, secundaria y veredal) y tipo de pavimento (flexible, placa huella, adoquín, rígido, en afirmado o en tierra u otros).

Dentro de los criterios que se deben examinar en la geometría de la vía se encuentran los siguientes: longitud del tramo, ancho de la calzada, número de carriles, ancho y altura de andenes, ancho de bermas, separador y zonas laterales.

La evaluación del estado superficial del pavimento consiste básicamente en identificar las fallas, defectos o daños que presenta, y que provocan un funcionamiento deficiente y una reducción en su vida útil.

➤ **Definición de las obras de arte recopiladas en campo**

Durante los recorridos realizados se tomó información de las obras de arte y el estado en el que se encuentran actualmente, además del estado de la vía, entre otros, a continuación, se presentan los aspectos tomados en consideración durante la evaluación de las vías:

Alcantarilla: Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. Como se muestra en la **Fotografía 2-1**.



Fotografía 2-1 Alcantarilla
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Box Culvert: Son elementos elaborados en concreto reforzado, estos componen un sistema modular en el que cada parte se conecta con el otro para formar un túnel, cada elemento se empalma con el otro a través de un espigo. Como se muestra en la **Fotografía 2-2**.



Fotografía 2-2 Box Culvert
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Muros de Contención: Son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras. En otros tipos de construcción, se utilizan para contener agua u otros líquidos en el caso de depósitos. Como se muestra en la **Fotografía 2-3**.



Fotografía 2-3 Muro de Contención
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Muro Gavión: Es una caja o cesta de forma prismática rectangular, rellena de piedra o tierra, de enrejado metálico de mimbre o alambre. Se colocan a pie de obra desarmados y, una vez en su sitio, se rellena con los materiales del lugar. Como se muestra en la **Fotografía 2-4**.



Fotografía 2-4 Muro Gavion
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Pavimento: Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir

adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñado la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

Pavimento Flexible: Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado. Como se muestra en la **Fotografía 2-5**.



Fotografía 2-5 Pavimento Flexible
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Placa huella: La placa huellas son placas en concreto reforzado dispuestas en el suelo y con una separación en piedra fija en concreto. Una placa huella es una construcción resistente al paso vehicular ligero y pesado medio. La placa huella requiere de especificaciones precisas de grosor y calidad del material para asegurar su correcta función, estabilidad y durabilidad. Como se muestra en la **Fotografía 2-6**.



Fotografía 2-6 Placa Huella
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Cuneta: Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilita el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan. Como se muestra en la **Fotografía 2-7**.



Fotografía 2-7 Cuneta
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Puente: Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m). Como se muestra en la **Fotografía 2-8**.



Fotografía 2-8 Puente
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Pontón: Estructura de drenaje cuya luz medida paralela al eje de la carretera es menor o igual a diez metros (10m). Como se muestra en la **Fotografía 2-9**.

En el Formato, se diligenciaron la totalidad de los campos de la siguiente manera:

- **Departamento:** Corresponde al nombre del departamento en el que se encuentra ubicado el municipio en estudio.
- **Municipio:** Corresponde al nombre del municipio en estudio.
- **Nombre del origen:** Corresponde al nombre del sitio en el que inicia la vía en estudio, tal y como se conoce en la región.
- **Nombre del destino:** Corresponde al nombre del sitio en el que termina la vía en estudio, tal y como se conoce en la región.
- **Código:** Identifica si el sitio de origen o destino es una vía primaria (VP), o una vía secundaria (VS), o una vía terciaria (VT), o una cabecera municipal (CM) o una vereda (VR), o un corregimiento (CR), o una vía férrea (VF), o un puerto fluvial (PF), o un puerto marítimo (PM), o un aeropuerto (AP), o una infraestructura productiva (IP), o una infraestructura social (IS), o una infraestructura educativa (IE), o un punto en el terreno no definido (ND).
- **Nombre de la vía:** Corresponde al nombre que tenga la vía en estudio, tal y como se conoce en la región. El nombre de la vía puede corresponder a los nombres de origen y destino.
- **Número asignado:** Corresponde al número que le fue asignado en el mapa vial de la red del municipio, con base en la información secundaria.
- **Código:** Corresponde al código de la vía que está conformado de la siguiente manera: El código DANE del municipio seguido de las letras VT que identifica que es una vía terciaria, un guion y las dos letras del código que identifica el sitio de origen, un guion y las dos letras del código que identifica el sitio de destino, un guion y el número asignado.
- **Fecha:** La fecha en la que se termina de elaborar el formato.
- **Número consecutivo:** Es el número entero asignado a cada punto de toma de información. Debe iniciar con el número 1 asignado al punto de origen de la vía y aumentar en orden ascendente a medida que elementos o estructuras son levantados o inventariados, hasta terminar con el último número que debe corresponder al punto de destino de la vía.
- **Lectura odómetro:** En cada uno de los puntos correspondientes al origen, en cada elemento o estructura que sea levantado y en el destino se hace una lectura del odómetro del vehículo en que se haga el desplazamiento. En caso de que el desplazamiento no se realice en un vehículo no se toma esta información.
- **Altura sobre el nivel del mar:** Se consigna la altura sobre el nivel del mar de cada uno de los puntos correspondientes al origen, de cada elemento o estructura que sea levantado y del destino de la vía en estudio, leída en el GPS.
- **Coordenadas GPS:** Se consigna la lectura del GPS respecto a la altitud y la latitud de cada uno de los puntos descritos anteriormente.
- **Ancho de calzada (m):** Se toma con cinta métrica el ancho de calzada en cada uno de los puntos descritos anteriormente; adicionalmente se toma la medida de ancho de calzada como un punto específico del número consecutivo cuando exista una distancia mayor a un kilómetro respecto de la última medida de ancho de calzada; y se toma siempre en el sitio donde visualmente se pueda determinar que hay un cambio en el ancho de calzada. En estos puntos se toma información de lectura de odómetro, altura sobre el nivel del mar y coordenadas GPS.
- **Tipo de terreno:** En cada uno de los puntos correspondientes al origen, a cada elemento o estructura que sea levantado, o a la toma del ancho de la vía y al destino, se dejara consignado el tipo de terreno, con el criterio descrito en la **Tabla 2-9**:

Tabla 2-9 Clasificación del Tipo de Terreno

TERRENO TIPO	DESCRIPCIÓN
Plano I	Terreno donde las vías presentan pendientes transversales a la vía menores iguales al % y pendientes longitudinales normalmente menores del 3%.

Ondulado II	Terreno donde las vías presentan pendientes transversales a la vía entre 5% y el 12% longitudinales típicamente del 3% al 6%.
Montañoso III	Terreno donde las vías presentan pendientes transversales a la vía entre el 12% y el 40% y longitudinales entre el 6% y el 8%.
Escarpado IV	Terreno donde las vías presentan pendientes transversales a la vía frecuentemente mayores del 40% y longitudinales mayores al 8%

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo – BID

- **Tipo de superficie:** Se consigna el tipo de superficie que presenta la vía en cada uno de los puntos en que se tome información, con el siguiente criterio:
 - **Tierra:** Si en la superficie NO se encuentran vestigios que el material natural existente haya sido cubierto con algún material granular, o con cualquier tipo de pavimento. Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde terminar el tramo en tierra.
 - **Afirmado:** Si en la superficie se puede identificar que el material natural existente fue cubierto o existe una capa de material de afirmado. Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde termina el tramo en afirmado. %
 - **Placa-huella:** Si en la superficie se identifica la existencia de un pavimento tipo placa huella. Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde termina el tramo en placa-huella.
 - **Adoquín:** Si en la superficie se identifica la existencia de un pavimento en adoquín. Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde termina el tramo en adoquín.
 - **Pav. Rígido:** Si en la superficie se identifica la existencia de un pavimento rígido (placas de concreto). Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde termina el tramo en pavimento rígido.
 - **Pav. Flexible:** Si en la superficie se identifica la existencia de un pavimento flexible. Se debe tomar la información en los puntos en donde inicia y donde termina el tramo en pavimento flexible.
 - **Otro:** Si en la superficie se identifica otro tipo de pavimento, marcar una X y en las otras columnas de tipo de superficie describir el tipo de pavimento.
 - **Estado de la superficie:** Se consigna el estado de la superficie que presenta la vía en cada uno de los puntos en que se tome información, con el criterio que se muestra en la **Figura 2-8** y **Tabla 2-10**:



Figura 2-8 Criterio para el Estado de la Superficie

Fuente: www.ingenierosmilitaresdecolombia.com

Tabla 2-10 Criterio para el Estado de la Superficie

ESTADO SUPERFICIE	CRITERIO DEL COMITÉ SUBREGIONAL PARTICIPATIVO	TIERRA	AFIRMADO	PLACA HUELLA	ADOQUÍN	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	OTRO
BUENA	Si en el Formato 18 el comité conceptuó que la vía estaba buena y además cumple con los siguientes criterios	Ninguna vía cuya superficie de rodadura este en tierra (subrasante) se calificara como buena	Menos del 10% de la superficie presenta baches y deformaciones leves	No presenta deformaciones y menos del 10% de la superficie presenta fisuras incipientes	No presenta deformaciones ni desprendimientos de adoquines y menos del 10% de la superficie presenta corrimientos menores de 1 cm	No presenta deformaciones y menos del 10% de la superficie presenta daños incipientes	No presenta deformaciones y menos del 20% de la superficie presenta daños incipientes	No presenta deformaciones y menos del 10% de la superficie presenta fisuras incipientes
REGULAR	Si en el Formato 18 el comité conceptuó que la vía estaba buena, regular o mala y además cumple con los siguientes criterios	No presenta deformaciones ni huecos	Menos del 40% de la superficie presenta baches y deformaciones medias	Menos del 30% de la superficie presenta escalonamientos o deformaciones y menos del 50% presenta grietas medias (separación menor a 0,7 cms)	Menos del 10% de la superficie presenta deformaciones o desprendimientos de adoquines y menos del 40% presenta corrimientos menores de 1 cm	Menos del 30% presenta deformaciones y menos del 50% de la superficie presenta daños	Menos del 50% presenta deformaciones y menos del 50% de la superficie presenta daños	Menos del 30% presenta deformaciones y menos del 50% de la superficie presenta daños
MALA	Si en el Formato 18 el comité conceptuó que la vía estaba mala y además cumple con los siguientes criterios	Presenta deformaciones y huecos	Más del 40% de la superficie presenta baches o más del 30% deformaciones medias o graves	Más del 30% de la superficie presenta escalonamientos o deformaciones; o más del 20% presenta grietas mayores (separación mayor a 0,7 cms)	Más del 10% de la superficie presenta deformaciones o desprendimientos de adoquines; o más del 20% presenta corrimientos mayores de 1 cm	Más del 50% presenta deformaciones y más del 50% de la superficie presenta daños	Más del 50% presenta deformaciones y más del 50% de la superficie presenta daños	Más del 30% presenta deformaciones y más del 50% de la superficie presenta daños

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo – BID

Si la percepción de la comunidad es que la vía está en buen estado, esta debe cumplir con unas condiciones básicas para ratificar que está en buen estado. Si no cumple con esas condiciones puede estar en regular o mal estado. Si la comunidad considera que la vía está en regular estado, la metodología no permite que se califique en buen estado y puede estar en regular estado o en mal estado dependiendo del cumplimiento de las condiciones establecidas. De igual manera, si la comunidad considera que la vía está en mal estado, la metodología no permite que se califique en buen estado y puede estar en regular estado o en mal estado dependiendo del cumplimiento de las condiciones establecidas.

- **Alcantarilla:** En la toma de información respecto a la existencia de la alcantarilla se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS, ancho de calzada, tipo de terreno, tipo de superficie y estado de superficie. Respecto a la alcantarilla se identifica el número de líneas de tubería y el diámetro menor de las tuberías colocadas. El estado se califica de la siguiente:

- ✓ **Buena:** Si no presenta ningún daño visible en las estructuras de entrada, o de salida, o en las tuberías y está funcionando.
- ✓ **Regular:** Si presenta algún daño en las estructuras de entrada o de salida, pero no ha perdido su funcionalidad.
- ✓ **Malo:** Si presenta daños graves en las estructuras de entrada, o de salida, o en las tuberías que afecte su funcionalidad y no capte o transporte las aguas.

- **Box Couvert:** En la toma de información respecto a la existencia de un Box Couvert se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS, ancho de calzada, tipo de terreno, tipo de superficie y estado de superficie.

Respecto al Box Couvert se identifican las dimensiones transversales de la estructura. El estado se califica de la siguiente manera:

- ✓ **Buena:** Si no presenta ningún daño visible en la estructura y está funcionando.
- ✓ **Regular:** Si presenta algún daño en la estructura, pero no presenta desplazamientos o deformaciones y no ha perdido su funcionalidad.
- ✓ **Malo:** Si presenta daños graves en la estructura que afecte su funcionalidad y no capte o transporte las aguas.

• **Muro de contención:** En la toma de información respecto a la existencia de un muro de contención se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS tomadas en el inicio del muro en el sentido del desplazamiento, ancho de calzada, tipo de terreno, tipo de superficie y estado de superficie. Respecto al muro de contención se identifica su ubicación a la derecha o a la izquierda del eje, la altura promedio, el tipo de material y su longitud medida con cinta métrica. El estado se califica de la siguiente manera:

- ✓ **Buena:** Si no presenta ningún daño visible en la estructura.
- ✓ **Regular:** Si presenta algún daño o grieta que no afecte la estabilidad de la estructura y que no presente ningún tipo de desplazamiento.
- ✓ **Malo:** Si presenta daños graves en la estructura, con desplazamientos que haga temer por su estabilidad.

• **Puente:** En la toma de información respecto a la existencia de un puente se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS tomadas en el inicio del puente en el sentido del desplazamiento, ancho de calzada que corresponde al ancho del puente, tipo de terreno, tipo de superficie y estado de superficie. Respecto al puente se identifica su longitud total con cinta métrica, medido en el eje; el número de luces y el material de la estructura. El estado se califica de la siguiente manera:

- ✓ **Buena:** Si no presenta ningún daño visible en la infraestructura, o socavación en las bases o aletas. Si no presenta daños en la estructura.
- ✓ **Regular:** Si presenta algún daño o grieta que no afecte la estabilidad de la estructura y que no presente ningún tipo de desplazamiento.
- ✓ **Malo:** Si presenta daños graves en la estructura, con desplazamientos que haga temer por su estabilidad o su adecuada operación.

• **Cuneta:** En la toma de información respecto a la existencia de cunetas se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS tomadas en el inicio de la cuneta en el sentido del desplazamiento, ancho de calzada, tipo de terreno, tipo de superficie y estado de superficie. Respecto a las cunetas se identifica su ubicación a la derecha o a la izquierda del eje en el sentido del desplazamiento, el material de que esta y su longitud medida con cinta métrica. El estado se califica de la siguiente manera:

- ✓ **Buena:** Si es cuneta revestida no debe presentar ningún daño visible en la estructura. Si es cuneta en tierra no debe presentar pérdida de la sección transversal ni obstrucciones.
- ✓ **Regular:** Si presenta algún daño o grieta que no afecte la evacuación de las aguas; o si no es revestida no presente deformaciones u obstáculos que afecten la evacuación de las aguas.
- ✓ **Malo:** Si presenta daños graves o deformaciones, o derrumbes, o vegetación que no permita la evacuación de las aguas superficiales.

- **Sitio crítico:** En la toma de información respecto a la existencia de un sitio crítico se diligencian las casillas de número consecutivo, lectura odómetro, altura sobre el nivel del mar, coordenadas GPS tomadas en el inicio del sitio crítico y en el final del sitio crítico en el sentido del desplazamiento. Se denomina sitio crítico, aquel tramo de vía cuya movilidad está restringida parcial o totalmente por un derrumbe, por una pérdida de banca, por una pérdida de estructura u otro fenómeno que haya generado dicha afectación.
- **Eta de campo:** Se realizó el trabajo de verificación en campo para determinar e inventariar los accesos, ocupaciones de cauce e infraestructura existente al interior del APE COR-15, para lograr este objetivo se realizaron dos salidas de campo, de noviembre de 2018 a marzo de 2019.

Para este trabajo se tuvo contemplado realizar recorridos por las vías de acceso existentes al APE, con el fin de identificar las condiciones actuales y sitios ambientalmente vulnerables, georreferenciando y ubicando cruces de cuerpos de agua, validando y ajustando la ubicación de cada punto planteado en la fase pre campo, evaluando así las condiciones actuales del terreno y la viabilidad de las necesidades del proyecto. (Ver **Fotografía 2-10**).



**Fotografía 2-10 Recorridos realizados
Componente Infraestructura**
Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Una vez levantada esta información en campo se realizó el procesamiento de la misma para ser incluidos en los diferentes capítulos que componen el estudio de impacto ambiental, realizar la descripción y sustentar el alcance del proyecto.

- **Estudio de tránsito:** Teniendo en cuenta la importancia de la vía y los accesos al área de estudio se definió realizar aforo a la vía Sogamoso- Tasco.

La información primaria consistió en la realización de aforos vehiculares y en la caracterización del tramo vial objeto de estudio. Para la toma de información se realizaron visitas de campo previas de la zona para caracterizar de forma general aspectos de diseño, señalización y estructura de pavimento. Una vez analizados los diferentes tópicos que interactúan en el flujo vehicular durante la etapa de reconocimiento del sector, tales como: puntos de accesos, comportamiento vehicular, modos de transporte, usos del suelo, frecuencias de paso, transitabilidad por estaciones climáticas,

etc., se identificó el punto de toma de información de los aforos vehiculares en la vía objeto de estudio.

De acuerdo con la caracterización preliminar del tramo vial en el reconocimiento preliminar, se estableció una única estación de aforos (**Figura 2-9**), que permitió realizar un registro de la circulación por el corredor vial objeto de estudio, se trata del punto del tramo más con mayor carga vehicular entre los municipios de Sogamoso y Tasco.



Figura 2-9 Localización de la vía Sogamoso Tasco

Fuente: Google Earth

Se realizaron los aforos discriminando los movimientos vehiculares por sentido de circulación, identificando los municipios de origen y destino según el tramo vial, en la **Tabla 2-11** se incluye el punto de aforo, los días y periodos de la toma de información, los cuales fueron definidos conforme la visita del lugar.

Tabla 2-11 Estación, Fechas y Turnos de Toma de Información de Aforo Vial

PERIODOS		
Viernes, 3 de mayo de 2019	Sábado, 4 de mayo de 2019	Lunes, 6 de mayo de 2019
TURNO 1: DE 6AM A 2 PM TURNO 2 DE 2PM A 10 PM TURNO 3: DE 10 PM A 6AM (sábado)	TURNO 1: DE 6AM A 2 PM TURNO 2 DE 2PM A 10 PM TURNO 3: DE 10 PM A 6AM (Domingo)	TURNO 1: DE 6AM A 2 PM TURNO 2 DE 2PM A 10 PM TURNO 3: DE 10 PM A 6AM (martes)

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Dadas las características de transitabilidad de la vía del proyecto, la estación de aforos se ubicó en el sitio donde se trató de abarcar los principales flujos vehiculares del sector.

De acuerdo con los criterios anteriores se estableció la siguiente estación de aforos:

Estación 1 (Única): Nueva Glorieta Gustavo Jiménez vía Tasco

Mediante el procesamiento de la información primaria, se procedió a caracterizar los flujos de tránsito actuales de la estación de aforos, estableciendo los volúmenes vehiculares por sentido vial, porcentajes de participación según tipo de vehículo y horas de máxima circulación.

Como resultado de las mediciones de campo se determinó el tránsito promedio diario, basado en la inspección general de la zona y de la caracterización de las condiciones del tránsito homogéneas de la zona vial identificadas. (Ver **Figura 2-10**).

Los parámetros utilizados fueron:

Identificación de variables socioeconómicas, usos del suelo y desarrollos futuros.

Caracterización vial del sector.

Conocimiento de la demanda vehicular (Estaciones de conteo) y características del tránsito.



Figura 2-10 Localización del punto de aforo

Fuente: Google Earth.

El cálculo de TPD tuvo como base los aforos realizados y consignados en el formato destinado para la captura de información (**Fotografía 2-11**) en el punto estratégico de la vía. La información recolectada se procesó y discriminó de acuerdo a los movimientos presentes en la zona y los sentidos de tránsito. Posteriormente se diferenció la tipología vehicular y se totalizaron los resultados para el día típico y el día atípico. Finalmente se totalizaron los datos de TPD con el fin de conocer el tránsito que recorre el tramo vial y se realizó una ponderación de cada sentido para conocer el TPD y la composición del tramo vial.

Fotografía 2-11 Formato para registro de volúmenes vehiculares

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

➤ **Etapa post campo**

Para el registro de las características de las vías se utilizaron los siguientes formatos (ver **Figura 2-11** y **Figura 2-12**):

ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA No. ____			
Perfil de la Vía			
Inicio:	K0+00	Área urbana o K--- + ____ Este: ____; Norte: ____	Fin: Área urbana o K--- + ____ Este: ____; Norte: ____
Foto 1		Foto 2	
Descripción	Longitud: ____	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS)
	Tipo ____ : Vía nacional pavimentada		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
	Sección de la vía: Vía en corte		
	Ancho de calzada promedio: ____ metros		
	Material de superficie		
Pendiente transversal mínima		Pendiente transversal máxima	
Tránsito Promedio			
Cunetas			

Figura 2-11 Formato para descripción de las vías del APE COR-15

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

ABSCISA	Tipo de Infraestructura (alcantarilla, boc, batea, pontón, etc)	Coordenadas		Características	Foto
		Este:	Norte:		

Figura 2-12 Formato para Estado de la Infraestructura Hidráulica asociada a la vía
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Para el procesamiento del estudio de tránsito, la información acopiada en campo se procesó en una hoja electrónica, en la que se realizaron los cálculos de los volúmenes vehiculares de máxima demanda, el factor de hora pico, el histograma de la composición vehicular y la composición modal del flujo vehicular presentado en cada uno de los movimientos.

El cálculo del TPD tuvo como base los aforos realizados en la estacione programada, dicha información fue procesada y consolidada de acuerdo con los movimientos presentes en el corredor de estudio, al norte de la Glorieta, para obtener los tráficos que circulan por sentido en el tramo vial. Los resultados se presentan por tipo de vehículo, sentido de operación y discriminados para cada día (típico y atípico).

Componente Goesferico

2.3.3.2 Geología

Se consultaron fuentes de información oficiales como el Servicio Geológico Colombiano, ANH e IGAC y otras publicaciones de carácter científico y privado. Se utilizaron los siguientes recursos bibliográficos y técnicos:

Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) WMS (web map service), <http://geocarto.igac.gov.co:8080/geoservicios/cubrimientos/wfs>.

Investigación Geológica e Hidrogeológica en los Sectores Norte y Centro del Departamento de Boyacá (2007), son estudios de cartografía geológica escala 1:25000 realizadas por el antiguo INGEOMINAS ahora Servicio Geológico Colombiano y la Escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Cartografía Geológica y Prospección Geoquímica del Macizo de Floresta (2010), realizado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y el Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS el Ahora Servicio Geológico Colombiano SGC.

➤ Etapa pre-campo

A partir de la recopilación de información secundaria, se procede a realizar la unificación y empalme de las cartografías temáticas recopiladas utilizando técnicas de foto interpretación, edición y correcciones topológicas en elementos de tipo lineal y polígono se construye versión

preliminar del mapa geológico integrando las unidades geológicas de las dos cartografías base.
(Ver **Figura 2-13**)

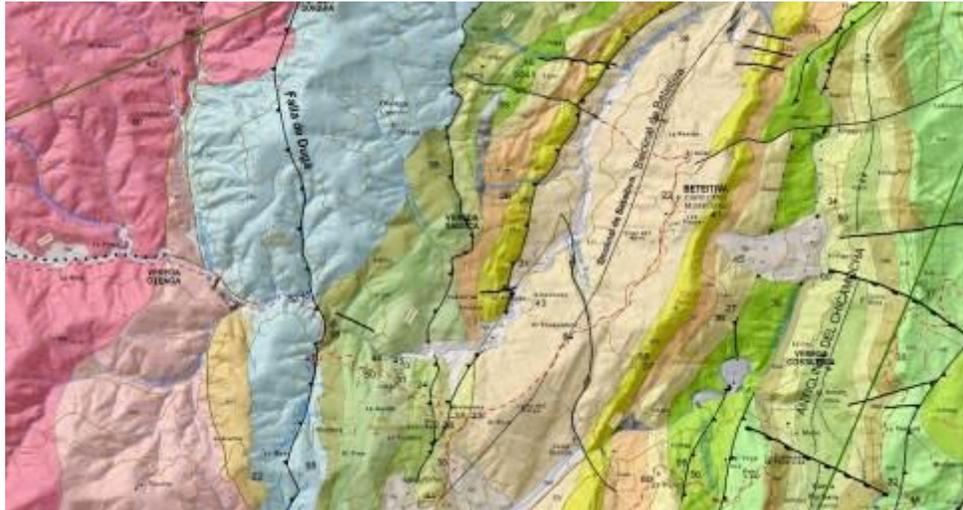


Figura 2-13 Mapa Geológico Preliminar de Campo

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

➤ **Etapas de Campo**

Para el levantamiento geoesférico se establecieron tramos para recorridos, así como también puntos críticos para visitar, aunque estos sitios son susceptibles a cambio conforman un modelo de Los puntos observados para el APE COR- 15 se presenta en la Figura 2-12.

Como resultado, se presenta en este Estudio la caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica del área de influencia, junto con su información cartográfica correspondiente.

➤ **Etapas de Post Campo**

La información recolectada es consolidada en el formato que se observa en la **Figura 2-14**. Para el levantamiento geológico se obtuvo información sobre los siguientes aspectos:

Relación entre la estación antecedente y la actual

Ubicación espacial del afloramiento.

Identificación y/o verificación de la unidad geológica.

Descripción de aspectos sedimentológicos, litológicos y estratigráficos de las unidades expuestas en el afloramiento.

Identificación y Descripción de estructuras geológicas (Contactos, Pliegues y zonas de Fallas).

Toma de Datos estructurales (Rumbo y Buzamiento).

Identificación de zonas de aspectos y elementos de tectónica y neotectónica.

Registro Fotográfico describiendo su localización y dirección de toma.

Elaboración de perfiles geológicos de campo y esquemas de secciones estructurales.

➤ **Recopilación de información en campo**

Mediante el establecimiento del marco general de las condiciones geológicas de la zona y con la definición preliminar de los recorridos y puntos de control, la recopilación de la información en campo se centra en los afloramientos de rocas o depósitos sedimentarios puesto que el contexto geológico del están representadas en su mayoría por este tipo de rocas.

Id	4	Este	1137877
Fecha	13/12/2018	Norte	1132533
Código		Cota	0451
Vereda	San Jose		
Municipio	Topaga		
Unidad Geológica	Formación Areniscas de Socha y F	Dato Estructural	
Profesional	Oscar Gaván		

Descripción geográfica
Entre las veredas San Jose y Maneca, en cercanía a una derivación del Rio Chicamocha y pasando por un sendero del sector.

Adjunto



Descripción Litológica
Contacto entre la Formación Areniscas de Socha y la Formación Guaduas, presencia de actividad minera.

Registro fotográfico: 7252-7261

Figura 2-14 Mapa recorrido de Campo Geología

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Para el tamaño de grano y la clasificación textural de rocas sedimentarias se empleó la escala de Wentworth. Este investigador, según el tamaño de grano predominante, propone los siguientes términos para la clasificación de las rocas sedimentarias (**Figura 2-15**):

- **Mud (lodo):** incluye sedimentos o partículas de tamaño menor a 0,0625 mm, entre las cuales están, arcilla, limo muy fino, fino, medio y grueso. Normalmente, solo se hace la diferencia entre limo y arcilla.

- **Sand (arena):** incluye sedimentos o partículas de tamaño mayor a 0,0625 mm hasta 2 mm, entre las cuales están, arena muy fina, arena fina, arena media, arena gruesa, arena muy gruesa.
- **Gravel (conglomerado):** incluye partículas mayores a 2mm, entre las cuales están en orden ascendente del tamaño de grano: gránulos, guijos, cantos y bloques. Un conglomerado puede ser clasto – soportado (ortoconglomerado) o matriz – soportado (paraconglomerado), también puede ser oligomíctico (fragmentos derivados de un tipo de roca) o polimíctico (fragmentos derivados de varios tipos de roca).

CLASES DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS					
	NOMBRE	DI. EN PULG.	TAMAÑO EN MILÍMETROS	DI. EN PULG.	PRODUCTO DERIVADO
GRAVA	Bloque	256,0		- 8,0	Conglomerado
	Gujarro	64,0		- 6,0	Conglomerado
	Gujo	4,0		- 3,0	Conglomerado
	Gránulo	2,0		- 1,0	Conglomerado
ARENA	Arena muy gruesa	1,0		0,0	Arena muy gruesa
	Arena gruesa	0,5	500,0	1,0	Arena gruesa
	Arena media	¼	250,0	2,0	Arena media
	Arena fina	1/8	125,0	3,0	Arena fina
	Arena muy fina	1/16	62,5	4,0	Arena muy fina
LODO	Limo grueso		31,0	5,0	Limo grueso
	Limo medio				
	Limo fino				
	Limo muy fino	1/256	3,9	0,0	
	Arcilla	< 1/256			Arcilla

Figura 2-15 Clasificación de tamaño de granos basada y modificada de Wentworth

Fuente: Instituto Colombiano de geología y minería INGEOMINAS, Toma datos en la libreta de campo, 1992

A partir de esta clasificación granulométrica, se presenta también la clasificación según la abundancia relativa de las diferentes fracciones de los fragmentos o clastos que las componen. Esto se puede observar en la **Figura 2-16**.

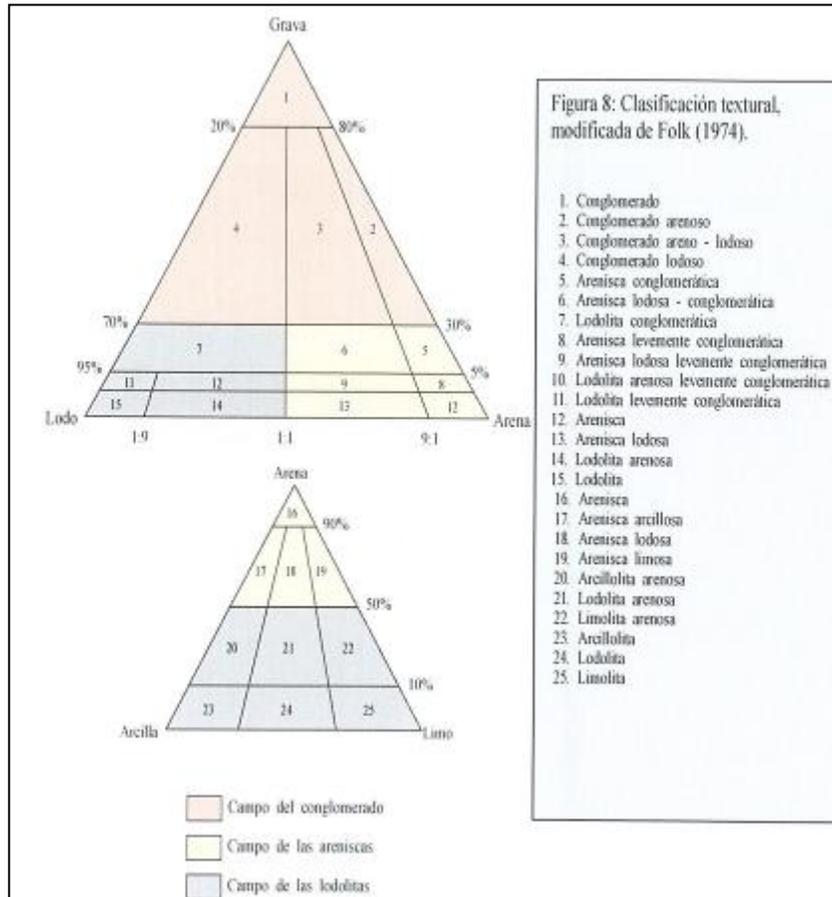


Figura 2-16 Clasificación de tamaño de granos basada y modificada de Wentworth

Fuente: Instituto Colombiano de geología y minería INGEOMINAS, Toma datos en la libreta de campo, 1992

Por otro lado, se tienen las rocas calcáreas, las cuales comprenden a las rocas sedimentarias que están compuestas principalmente por minerales de carbonato y no poseen una textura reconocible. Se conocen generalmente como calizas. Estas rocas calcáreas pueden estar constituidas por cemento calcáreo (spar) o lodo calcáreo (micirita). Así mismo, pueden o no contener material aloquímico (fragmentos de conchas), por lo cual, según los porcentajes presentes en la roca, definen el nombre de la misma, tal y como se puede observar en la metodología propuesta por Embrie y Klován (1971) ver **Figura 2-17**.

Ampliación de la clasificación de Dunham (1962) propuesta por EMBRIE y KLOVAN (1971)

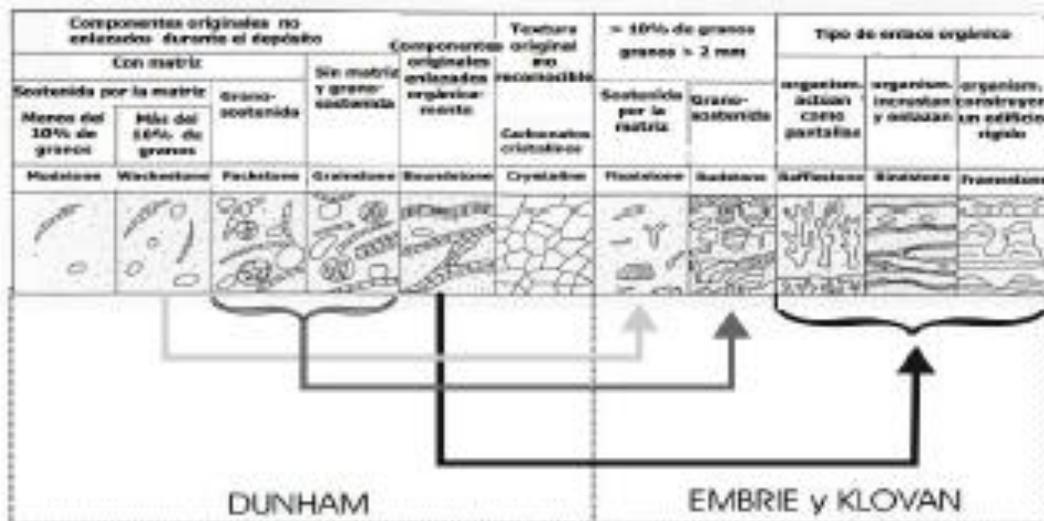


Figura 2-17 Clasificación de tamaño de granos basada y modificada de Wentworth
Fuente: Embrie y Klován, 1971

2.3.3.3 Geomorfología

La geomorfología tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre, así como la descripción, evolución y entendimiento del comportamiento actual dentro de la interacción de los diferentes procesos de tipo endógeno y exógeno. De esta forma se desarrolla la identificación y descripción de las diferentes características geomorfológicas que intervienen y se desarrollan dentro del Área de interés COR15, para posteriormente y mediante la selección de atributos de evaluación y cuantificación de susceptibilidad, establecer un insumo relevante en el cálculo de la zonificación de amenazas por movimientos en masa.

Para la caracterización de las geoformas y de su dinámica se adoptaron los lineamientos establecidos en el documento Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (Ingeominas, 2011), que está basado en el sistema del I.T.C. de Holanda, para levantamientos geomorfológicos, plasmado por Van Zuidam, et. at., (1991).

Se realizó un análisis de las formas del relieve del terreno y su comportamiento dinámico con base en la interpretación de imágenes de sensores remotos y posterior verificación de campo. Se hace énfasis en los procesos dinámicos que produzcan o que potencialmente puedan llegar a generar zonas geotécnicamente inestables.

Como resultado, se presenta un informe escrito (Caracterización del área de influencia) junto con su información cartográfica correspondiente.



Figura 2-18 Esquema de Jerarquización Geomorfológica

Fuente: *Propuesta Metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica. INGEOMINAS, 2004*

Para el desarrollo de esta temática, se aplicó el Diagrama de Atributos esquematizado en la **Figura 2-19**, el cual establece el peso porcentual de cada uno de éstos (Morfometría, Morfodinámica y Morfogénesis), dentro de la variable Geomorfología, inmersa en el Documento Metodológico del SGC, y referenciada a través del siguiente planteamiento matemático:

$$Ge = Mm (40\%) + Md (30\%) + Mg (30\%)$$

Dónde:
Ge = Geomorfología
Mm = Morfometría
Md = Morfodinámica
Mg = Morfogénesis

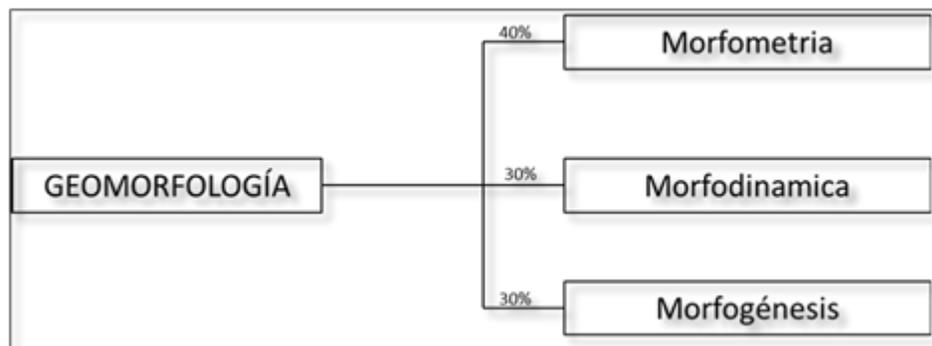


Figura 2-19 Diagrama de Atributos de la variable Geomorfología, con sus respectivos porcentajes

Fuente: Servicio Geológico Colombiano SGC, 2012, (pág. 50)

➤ MORFOMETRÍA

Define las relaciones espaciales relativas de la unidad morfológica e incluye aspectos morfográficos dentro del proceso de valoración y cuantificación. La morfometría evalúa parámetros representados en términos de pendiente, rugosidad y acuenca, usando como insumo principal el modelo digital de elevación (DEM) y que posteriormente son procesados aritméticamente. Su proceso evaluativo se esquematiza en la **Figura 2-20**.

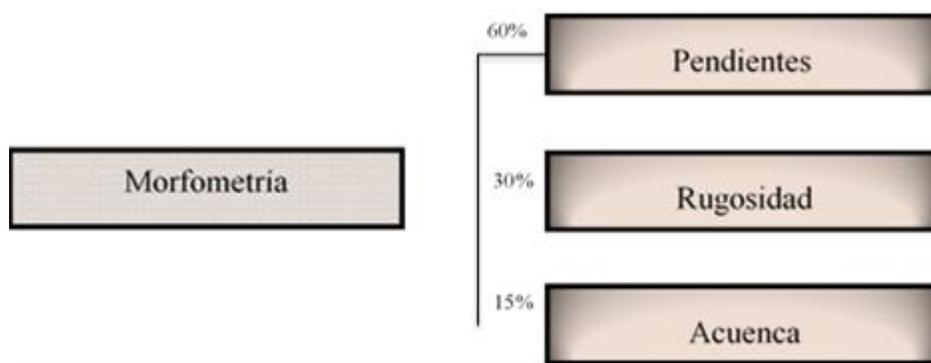


Figura 2-20 Diagrama de Atributos de la variable Morfodinámica y su respectivo porcentaje

Fuente: Servicio Geológico Colombiano SGC, 2012

$$Mm = Pe (60\%) + Ru (30\%) + Ac (10\%)$$

Dónde:
 Mm = Morfometría
 Pe = Pendientes
 Ru = Rugosidad
 Ac = Acuenca

○ Pendientes

Representa el ángulo de inclinación de las laderas, su valor se expresa en grados de 0° a 90° o en porcentaje. Se relaciona con los movimientos en masa de manera que a mayor grado de pendiente mayor es la susceptibilidad a presentar inestabilidad en algunos materiales.

Mediante procesamiento SIG se calculó el valor de las pendientes, aplicada al Modelo Digital de Elevación del Área de interés. Para obtener los valores clasificados de pendientes como se observa en la figura 2-18 y finalmente, generar el respectivo Mapa de la variable geométrica pendientes del APE COR-15, ilustrado en la **Figura 2-21**.

LEYENDA		
PARAMETRO	PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACION
Pendiente plana o suavemente inclinada	0-2	1
Pendiente inclinada	2-5	2
Pendiente muy inclinada	5-10	3
Pendiente abrupta	10-20	4
Pendiente muy abrupta	20-30	5
Pendiente escarpada	30-45	6
Pendiente muy escarpada	>45	7

Figura 2-21 Clasificación por Rango de Pendientes

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

- Rugosidad.

De acuerdo con el Documento Metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000, esta variable se define como la variación de la pendiente en un área y representa la desviación del vector normal a la superficie en cada celda, estableciendo los límites de taludes y laderas tanto en las zonas de valle como en las crestas. Esta es correlacionable con la susceptibilidad a los movimientos en masa, en el sentido en que, a mayor rugosidad, mayor favorabilidad de infiltración de agua en el terreno.

El desarrollo y cálculo del parámetro de rugosidad para el Área COR-15, se realizó mediante la implementación del SIG, dentro del cual se involucra una secuencia script que contiene el algoritmo especificado en el modelo metodológico de referencia, para finalmente obtener los valores clasificados del mapa de rugosidad.

Esta variable permite identificar la variación de la pendiente en la zona de estudio, en donde los límites de los taludes y laderas tanto en las zonas de valle como en las crestas, están claramente definidos.

Aunque en las laderas es común encontrar variabilidades de rugosidades que van desde muy alta a bajas, en las áreas de laderas escarpadas se hacen más notorias las mayores rugosidades, mientras que los interfluvios amplios y las áreas ocupadas por las partes bajas de los valles.

- Acuenca.

Hace parte de un atributo que aporta información referente a los flujos y las zonas de acumulación hídrica sobre una ladera de escorrentía. Para el cálculo de la variable Acuenca, se utiliza procesamiento SIG en el cual se involucra la evaluación de las direcciones de flujo a favor de la pendiente, las acumulaciones de las vertientes y el área mínima de análisis (Pixel); para de esta forma, establecer la estructuración de la variable ACUENCA. De este modo el área de la cuenca está relacionada con la cantidad de agua la cual es capaz de recoger e infiltrar en un terreno, a mayor superficie más agua infiltrada y más posibilidades de desarrollar inestabilidad el terreno¹.

¹ Servicio Geológico Colombiano SGC, 2012, pág. 58

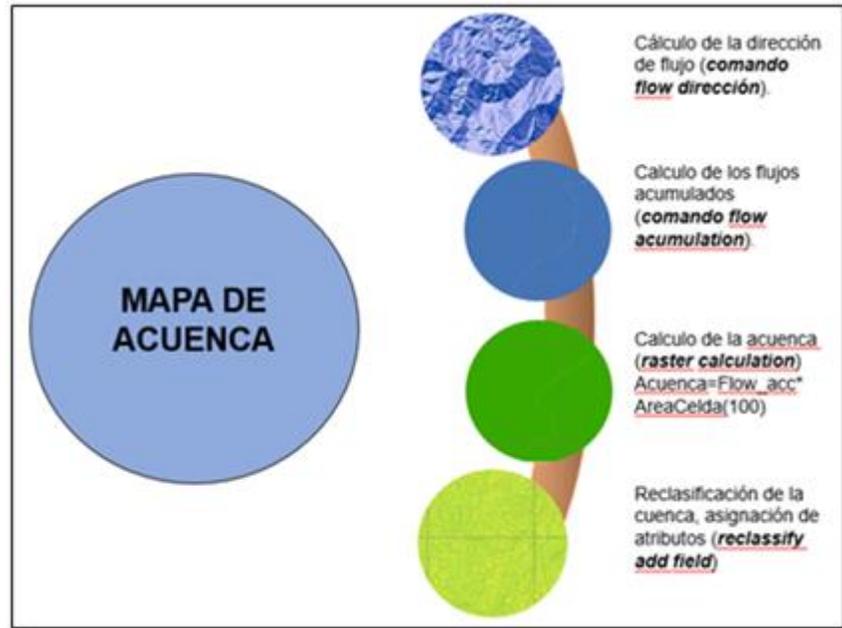


Figura 2-22 Metodología Construcción Mapa de a Cuenca

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

➤ MORFOGÉNESIS

La morfogénesis hace parte del proceso de identificación, delimitación y descripción de las formas del terreno, basado en la relación de origen y la interacción dinámica entre agentes endógenos y exógenos tales como el agua, el hielo, el viento y actividades antrópicas. Estos procesos actúan sobre la superficie terrestre en intervalos de tiempo diferentes.

La información morfogenética, se representa en forma de unidades geomorfológicas. Los parámetros de evaluación morfométrica permiten caracterizar una geoforma en su orden espacial individual y en su entorno. La morfogénesis junto a la morfocronología, recopila, explica y sintetiza la evolución geológica del relieve y sus modelados.

Para la calificación de este atributo en el APE COR-15, se consideraron las tablas de calificaciones del documento metodológico propuesto por el Servicio Geológico Colombiano (SGC). En esta guía se clasifican las unidades según el ambiente, el origen y el modelado agradacional o degradacional y según sea el caso, se le asigna un rango de calificación de susceptibilidad que va desde 0 para una susceptibilidad baja hasta 4 para rangos de susceptibilidad alta, tal y como se aprecia en la **Tabla 2-12**.

En el área COR-15, se identificaron cuatro ambientes morfogenéticos, dentro de los cuales; los ambientes glaciales estructural, denudacional y fluvial son los que predominan.

Tabla 2-12 Atributos para la Calificación de las Unidades Geomorfológicas

Ambiente	Origen	Proceso Genético	Modelado		Rango de calificación	
			Agravación	Degradación	Agradación	Degradación
Costero	0	1	1	0	2	1
Fluvial	0	1	1	0	2	1
Eólico	1	1	1	0	3	2
Karstico	1	1	1	0	3	2
Volcánico	2	0	1	0	3	2
Antrópico	2	1	1	0	4	3
Denudacional	2	1	1	0	4	3
Glacial	2	1	1	0	4	3
Estructural	3	0	0	0	4	3

ORIGEN		PROCESO GENÉTICO	
Exógeno	1	Agradacional	1
Endógeno	0	Degradacional	0

➤ MORFODINAMICA

Para el análisis de unidades geomorfológicas con énfasis en la morfodinamica se tiene en cuenta la caracterización de los procesos erosivos hídricos y de remoción en masa, predominante en el Ambiente Denudacional.

Con el fin de cartografiar de manera precisa los procesos erosivos y de inestabilidad por movimientos en masa e intervención antrópica se realiza consulta de información secundaria preliminar, que permite establecer un marco de referencia sobre el cual se fundamenta el desarrollo del análisis y posterior validación en campo. Esta primera etapa consiste en la revisión de documentos en cuanto a identificación de escenarios de riesgo, esquemas de ordenamiento territorial, estudios detallados de caracterización de movimientos en masa, estudios geomorfológicos, consulta plataforma SIMMA y DESINVENTAR, y así consolidar una base de datos Excel que contenga los inventarios de fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos para los cuatro municipios del área de perforación exploratoria COR-15. Además, se realiza solicitud de títulos mineros vigentes e históricos a la agencia Nacional de Minería en jurisdicción del APE, con el fin de facilitar el inventario minero de la zona. Para recaudar la información se utilizaron los siguientes formatos, (ver **Figura 2-23** y **Figura 2-24**):

LOCALIZACIÓN		UBICACIÓN		UNIDAD FISIOGRAFICA			
Municipio (dpto.): Corrales - Boyacá		Coordenada E:	1137037	TIPO	A	M	B
Vereda: Reyes Patria		Coordenada N:	1136490	Laderas estructurales		X	
		Altura (msnm):	2405	Escarpes estructurales			
Referente Geográfico:				Valle Coluvio-Aluvial			
Via Corrales – Tasco km 0				Valle Aluvial			
TIPO DE VEGETACIÓN		TIPO DE EROSIÓN		PROCESOS EROSIVOS			
Vegetación Herbácea	6	Erosión hídrica:	X	Socavación:			
Bosque:		Erosión fluvial:		Laminar:			
Matorrales:	10	Erosión eólica:		Hondonadas:			
Pastos:		Otra:		Surcos:		X	
Cultivos:		Procesos de sedimentación:		Terracetas:			
Sin Cobertura	84			Cárcavas		X	
GRADO DE ESTABILIDAD		MATERIALES INVOLUCRADOS		GRADO DE EROSIÓN			
Alto		Roca	X	ALTO:		X	
Medio	X	Suelo Transportado		MEDIO:			
Bajo		Material Residual	X	BAJO:			
UNIDAD GEOLÓGICA:				PENDIENTES			
Formación Concentración, de composición arcillo limosa, se encuentran inmersos bloques subangulares de composición arenosa.				ALTO:		X	
				MEDIO:			
				BAJO:			
				OBSERVACIONES: Se presentan procesos erosivos intensos en cárcavas y surcos, se acentúan en la ladera erosiva y en la ladera contrapendiente.			
Foto 1.		Foto 2.					

Figura 2-23 Formato de Inventario de Procesos Erosivos
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Todo lo anterior con el propósito de dar respuesta al alcance definido para la caracterización del componente geotécnico en los Términos de Referencia. Al incorporar los factores detonantes precipitación y amenaza sísmica se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico de la figura modificado de VARGAS (1999).

Finalmente se elabora como resultado de los trabajos de campo y la zonificación en oficina, el mapa de zonificación geotécnica en escala 1:25.000, los informes correspondientes, junto con los mapas y anexos, que cumplan con los términos de referencia.

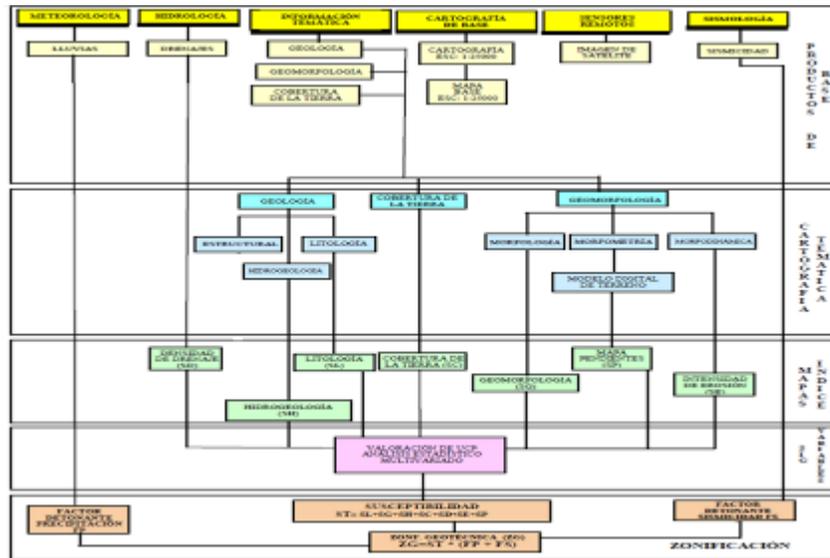


Figura 2-25 Diagrama Metodológico para obtener la Zonificación Geotécnica
Fuente: Modificado de Vargas, 1999

El procedimiento usado para realizar la zonificación geotécnica del polígono del APE es el siguiente:

Recopilación, revisión y análisis de información existente.

Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluye curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.

Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, precipitación y sismicidad; de las cuales se obtienen los mapas peso.

Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de estudio se digitalizó la información temática georreferenciada con bases de datos y atributos de cada unidad cartográfica de parámetro. Los mapas a incorporar tienen topología de línea y polígonos (unidades cartográficas temáticas).

Evaluación de variables con base en las características del área de estudio, de la densidad y calidad de los datos, se evalúa la información obtenida y se establece el método más conveniente para el análisis y determinación del peso de las variables hacia la estabilidad geotécnica.

Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semi-cuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes. Su principal característica es que es definida a partir del estudio y evaluación de los factores intrínsecos del terreno.

Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de erosión, inundaciones y procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

La zonificación geotécnica se establece en siete categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad.

Con base en las características del área de interés, de la densidad y calidad de los datos, se evalúa la información obtenida y se establece el método más acorde para el análisis y determinación del peso de las variables hacia los procesos erosivos y de remoción en masa (heurístico). Las unidades de cada mapa índice se convierten en Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP). Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se reemplazó en un SIG, de tal forma que a cada UCP se le asigna un valor entre 1 y 5, como se presenta en la **Tabla 2-13**.

Tabla 2-13 Categoría de susceptibilidad

SUSCEPTIBILIDAD	PESO
Muy Baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Este proceso se realiza en un formato ráster en el cual cada UCP está conformada por un conjunto de pixeles de igual valor.

2.3.3.5 Paisaje

De acuerdo con la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, versión 2014, de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA, adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, concerniente al Capítulo 5 (Caracterización del Área de Estudio), en los aspectos relacionados al componente 5.1 (Medio Abiótico), se incluye el tema 5.1.3 Paisaje, que integra aspectos geológicos y geomorfológicos, que condicionan potencialidades y limitaciones del uso del suelo de acuerdo con sus coberturas y procesos de ocupación y transformación del territorio.

De acuerdo con la metodología general, la caracterización del paisaje debe considerar aspectos cuantitativos y cualitativos; se deben identificar, interpretar y describir de manera integral las unidades de paisaje, involucrando factores como:

- Estructura y complejidad del paisaje (unidades y elementos del paisaje).
- Elementos discordantes y tamaño de la discordancia.
- Descripción de la compatibilidad del proyecto con el paisaje actual.

Además de la información secundaria, para este análisis se hace uso de información obtenida mediante sensores remotos en el desarrollo de los estudios, con levantamiento de información en el terreno, mediante la percepción de contrastes del entorno con la descripción del uso actual de suelo, procesos de transformación y uso actual del suelo.

Dentro de las fuentes de información recomendadas se tienen entre las fuentes principales las del IGAC, ANH, autoridades ambientales regionales (CORPOBOYACA) y locales (Alcaldías municipales de Tasco, Beteitiva, Corrales y Busbanzá). Como otras fuentes de información se encuentra el SGC, IDEAM, Empresa Acerías Paz de Río, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, entre otras instituciones universitarias e institutos de investigación. De igual manera, es de gran importancia la información actualizada aportada por convenios IGAC – Gobernación de Boyacá – UPTC, tanto de información temática como de insumos cartográficos y de sensores remotos.

Teniendo en cuenta que el estudio de la percepción del paisaje, considerado como factor medible ha ido evolucionando en las últimas décadas, sin llegar a contar con un método de trabajo normalizado, como si lo tienen algunos de los principales insumos para la valoración, como lo son los estudios geomorfológicos en cabeza del SGC, se integrarán elementos de valoración de su calidad, fragilidad y capacidad de uso.

Por otro lado, considerando los paisajes particulares de la zona de estudio, como percepción multisensorial y subjetiva del entorno, que representan los recursos bióticos, abióticos y culturales debe ser considerado en la ordenación y gestión del territorio, dado que con excepción de Busbanzá, en los otros municipios se han presentado procesos de cambios en los usos del suelo ligados a la minería a cielo abierto de explotaciones de arena y caliza principalmente, y por labores subterráneas (minería de carbón), y actividades localizadas de explotaciones de petróleo en zonas aledañas, coexistiendo con actividades agropecuarias ancestrales y de nuevos cultivos introducidos recientemente en algunos sectores.

Para la valoración de la calidad del paisaje, teniendo en cuenta las consideraciones particulares del territorio, se parte del método planteado, de una manera muy clara y precisa, por Alberruche del Campo (2005).

- Unidades de paisaje

Para delimitación, clasificación y caracterización de las unidades de paisaje se tendrá en cuenta los elementos abióticos (geología, geomorfología, suelos, red de drenaje), bióticos (cobertura) y antrópicos que conforman el territorio, incluyendo dinámicas de transformación y cambios en el uso del suelo, que hasta el día de hoy han contribuido dando forma a la imagen actual.

El carácter de las unidades de paisaje depende de las formas del relieve y modelado dominantes y de las condiciones actuales de la vegetación, sin dejar de lado la función del paisaje que está relacionada con el uso del mismo.

Es de anotar, que, en la definición de las unidades de paisaje, se debe incluir los procesos naturales ligados principalmente a las laderas del cañón del Chicamocha, representados por grandes movimientos en masa, históricamente identificados e incluso intervenidos geotécnicamente para su estabilización relativa. Se recurrirá a inventarios actuales para deslizamientos activos, y a la información secundaria levantada por Acerías Paz de Río y la UPTC, para los movimientos multitemporales.

Para la evaluación de la calidad del paisaje, existen tres tipos de métodos para la valoración de la calidad visual del paisaje: métodos directos, indirectos y mixtos. El primer tipo se caracteriza porque la evaluación del paisaje se realiza por medio de la contemplación del mismo, bien sea en el campo o por medio de alguna ayuda gráfica. Los métodos indirectos forman el grupo más numeroso de técnicas de valoración y son también los más antiguos, en ellos se utiliza el método de desagregación en componentes, categorías estéticas por medio de sistemas de agregación y métodos estadísticos de clasificación. Finalmente, los mixtos intentan combinar las ventajas inherentes a los métodos directos e indirectos, por tal razón valoran directamente y luego realizan un análisis de componentes para averiguar el peso de cada uno de ellos en el valor total (Alberruche del Campo 2005; Ramos-Fernández y González Bernáldez 1987; Villarino 1985, 1981).

Se utiliza la metodología aplicada por Delgado y Pantoja (2015), en la Valoración del paisaje en una propuesta de turismo sostenible: la “Ruta del Oro”, Nariño (Colombia). Esta metodología concordante con lo expresado por Alberruche del Campo (2002), el valor paisajístico (VPAI) expresa la calidad visual del paisaje en términos de méritos para la conservación y está dado por el valor del paisaje intrínseco (PIN) y el valor del paisaje extrínseco (PEX). El VPAI se obtiene a partir de la valoración de estos dos componentes, asignándole un peso a cada uno. El valor máximo que cada uno de ellos representa es de 0,75 y 0,25 puntos, respectivamente, como se expresa en la ecuación:

$$\text{Ecuación 1 VPAI} = 0,75 \text{ PIN} + 0,25 \text{ PEX}$$

- Paisaje intrínseco (pin)

El PIN es la percepción que, de una unidad territorial o paisajística, obtiene un observador situado en cualquier punto del entorno. Equivale, por lo tanto, a una consideración de la unidad como emisora de vistas. El PIN se obtiene en función de cinco componentes que describen las características visuales: fisiografía (FI), agua (AG), vegetación (VG), elementos artificiales (EA) y composición (CM); a cada uno de ellos, desde la calidad del paisaje y acorde con la importancia que representan en el medio, se dio un factor de ponderación, según la ecuación 2,

$$\text{Ecuación 2 PIN} = 0,1 \text{ FI} + 0,1 \text{ AG} + 0,2 \text{ VG} + 0,2 \text{ EA} + 0,4 \text{ CM}$$

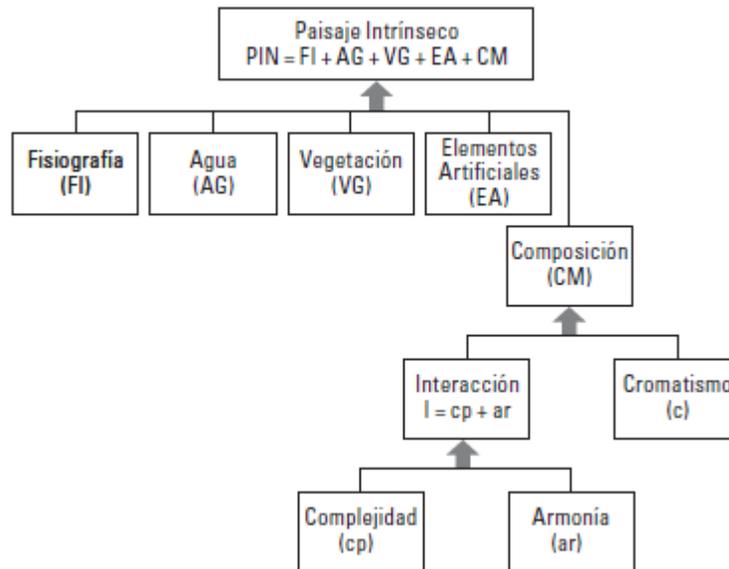


Figura 2-26 Componentes del Paisaje Intrínseco

Fuente: Alberruche del Campo, 2005

A continuación, se explica la valoración de cada uno de estos componentes:

- Valor de la fisiografía (fi)

Describe las características fisiográficas y geomorfológicas dominantes en cada sitio candidato, valorándose en función de la forma y singularidad morfológica, altura y complejidad topográfica, con una calificación máxima de 5 distribuida de la siguiente manera: para el caso de las formas, se califica con 2 si es sobresaliente; si presenta rasgos obvios, pero no resaltan, se califica con 1; si no existen rasgos sobresalientes la calificación es de 0. El otro criterio corresponde al desarrollo vertical, calificándolo con 3 cuando es accidentado/montañoso, con 2 cuando es ondulado y con 1 para el caso del llano.

- Agua (ag)

El valor se asigna por la presencia o ausencia de agua en cada atractivo potencial y por las formas en que esta se manifiesta. La calificación se encuentra entre 0 y 5, siendo 0 la más baja y 5 la más alta. Los criterios de calificación son los siguientes:

Si el agua se encuentra en forma de cascada su calificación es 5.

Si una de las fuentes primarias forma parte del atractivo su calificación es 4

Si una de las fuentes secundarias forma parte del atractivo se otorga una calificación de 3.

Si los arroyos de alta montaña forman parte del atractivo se otorga una calificación de 2.

Si no hay presencia de agua en alguna de las formas mencionadas se califica con 0.

- Valor de la vegetación (vg)

Se valora la relevancia paisajística que determinadas formaciones vegetales adquieren espacial y visualmente en cada sitio potencial y su entorno inmediato. Los criterios de valoración fueron:

Para aquellos sitios que se encuentran ubicados en bosque poco intervenido su calificación es 5.

Los sitios que se encuentran en un bosque secundario, con matorrales o con bosque plantado reciben 4.

Se califica con 3 a los sitios candidatos que se encuentran en medio de cultivos con mosaico de bosque.

Se califica con 2 cuando se encuentran entre pastizales y cultivos.

La calificación es 1 cuando el suelo está desnudo.

- Elementos artificiales (ea)

Mide el efecto de la actividad humana sobre el medio natural del sitio candidato. La calidad visual del territorio está muy influenciada por las acciones antrópicas, unas veces las modificaciones son suaves o están integradas en el medio, en otras ocasiones son generadoras de importantes alteraciones paisajísticas. Los criterios utilizados para calificar fueron:

Si hay ausencia de elementos artificiales por intervención humana su calificación es 5.

Si se presenta intervención, pero es acorde a la aptitud del suelo e integrado al paisaje su calificación es 4.

Si la intervención está acorde con la aptitud del suelo en 70% y se encuentra integrada en el paisaje su calificación es 3.

Si la intervención está acorde con la aptitud del suelo en 50% y se encuentra integrada en el paisaje su calificación es 2.

Si la intervención está acorde con la aptitud del suelo en 30% y se encuentra integrada al paisaje su calificación es 1.

Si la intervención no está acorde con la aptitud del suelo en 100% y no está integrado al paisaje su calificación es 0.

- Valor de la composición (cm)

Se define como un componente de síntesis, resultado de la combinación de los distintos elementos visuales que conforman el medio físico, biótico y antrópico, este valor surge de la agregación de dos componentes: interacción (i) y cromatismo (c). El peso que se le otorga a cada uno de ellos es de 0,6 y 0,4, respectivamente, y se expresa en la ecuación 3:

$$\text{Ecuación 3 } CM = 0,6 i + 0,4 c$$

La interacción (i), a su vez, está definida por el grado de complejidad (cp) o número de elementos que se combinan (vegetación, relieve, agua) y el grado de armonía o naturalidad (ar) en que los diferentes componentes que determinan el paisaje se han integrado, el valor para la interacción se obtiene a partir de la suma de los dos factores, se otorga un peso superior al factor armonía, ya que la naturalidad y la concordancia en que los distintos elementos que configuran el paisaje se fusionan espacialmente otorgan al paisaje una de sus principales características intrínsecas. Los valores que se asignan se muestran en la ecuación 4:

$$\text{Ecuación 4 } i = 0,3 cp + 0,7 ar$$

La valoración otorgada fue de 1 a 5, siendo 1 muy baja complejidad y muy baja armonía, y 5 muy alta. El cromatismo (c) valora el color de la composición paisajística en función de criterios de: diversidad, variabilidad estacional y contraste.⁵ El color constituye uno de los elementos visuales más importantes del paisaje. La calificación que se otorga se encuentra entre uno y cinco, siendo uno el más bajo y cinco el más alto.

- El valor del paisaje extrínseco (pex)

El PEX se define como la percepción que obtiene un observador situado en una determinada unidad paisajística del entorno que le rodea. Este concepto recoge el potencial de vistas de cada uno de los atractivos potenciales y se expresa en función de la amplitud y profundidad del campo

de visión (Pr), la calidad del tema de las vistas que se percibe (Ct) y la posición altitudinal (PO) relativa en la que se encuentra el observador. Se obtiene como resultado de aplicar la ecuación 5 que se observa en la figura 2.22.

Ecuación 5 $PEX = 0,4 Pr + 0,4 Ct + 0,2 PO$

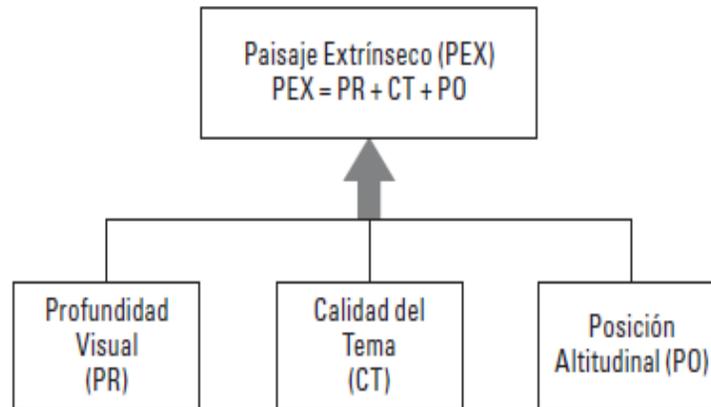


Figura 2-27 Componentes del Paisaje Intrínseco

Fuente: Alberruche del Campo, 2005

Por otra parte, los criterios para la calificación de cada uno de los componentes de la ecuación 5 son los siguientes:

- Valor de la profundidad visual (pr)

La calificación de la profundidad visual (PR) está dada por la distancia que se percibe desde cada uno de los sitios, con una valoración entre 1 y 5: siendo 1 las más inmediatas y 5 las más lejanas. Los valores asignados son los siguientes: profundidad lejana se valora con 5; media/alta distancia se valora con 4; media distancia con 3; próximas con 2 e inmediatas con 1.

- Calidad del tema (ct)

En la calidad del tema (CT) se evalúa el atractivo que puede tener un sitio potencial para atraer a posibles observadores (Alberruche del Campo 2005). Un observador se va a sentir muy atraído por el paisaje que le ofrece un parque natural o una zona monumental, sin embargo, se va a sentir mucho menos atraído por un basurero o un polígono industrial, así que la evaluación es subjetiva (Pozo Antonio 2011). Se valora de la siguiente manera: excelente se califica con 5, buena con 4, regular con 3, mala con 2 y muy mala con 1.

- Posición Altitudinal (po)

Hace referencia a la ubicación del observador, ya que de esta depende la percepción del paisaje. Posiciones superiores amplían el campo visual, posiciones inferiores incrementan el grado de cerramiento. La posición del observador en relación con el objeto observado determina los ángulos que forma su eje de visión con dicho objeto en los planos horizontal y vertical.

Los criterios de valoración fueron: si la posición es superior se califica con 5, si se encuentra a nivel se califica con 3; y si se encuentra a nivel más bajo la calificación es 1. En la **Figura 2-28** y **Figura**

2-29 se presenta un resumen de los componentes, criterios y calificación utilizados para la valoración del PEX.

Componentes	Criterios	Calificación
Pisigrafía	Formas	
	Sobresaliente	2
	Rasgos obvios pero no resaltan	1
	Sin rasgos sobresalientes	0
	Desarrollo vertical	
	Accidentado montañoso	3
	Ondulado	2
Agua	Llano	1
	Cascada	5
	Fuentes primarias	4
	Fuentes secundarias	3
	Arroyos de alta montaña	2
Vegetación	Sin presencia de agua	0
	Bosque poco intervenido	5
	Bosque secundario, matorrales o bosque plantado	4
	Cultivos con mosaico de bosque	3
	Pastizales y cultivos	2
Elementos Artificiales	Suelo desnudo	1
	Ausencia de elementos artificiales	5
	Intervención acorde con la aptitud del suelo e integrada al paisaje	4
	Intervención acorde con la aptitud del suelo en 70% e integrada al paisaje	3
	Intervención acorde con la aptitud del suelo en 50% e integrada al paisaje	2
	Intervención acorde con la aptitud del suelo en 30% e integrada al paisaje	1
Composición	Intervención no acorde con aptitud del suelo	0
	Interacción (0,3)	Complejidad/armonía
	Muy alta	5
	Alta	4
	Media	3
	Baja	2
	Muy baja	1
	Cromatismo (0,7)	Diversidad, variabilidad estacional y contraste
	Muy alta	5
	Alta	4
	Media	3
Baja	2	
Muy baja	1	

— Datos: Alberruche del Campo, 2005; Barstino, Ercila, 2004; Pozo, Antonio, 2011.

Figura 2-28 Componentes, Criterios y Calificación del Paisaje Intrínseco

Fuente: Alberruche del Campo, 2005

Componentes	Criterios	Calificación
Profundidad visual	Lejana	5
	Media alta distancia	4
	Media distancia	3
	Próximas	2
	Inmediatas	1
Calidad del tema	Excelente	5
	Buena	4
	Regular	3
	Mala	2
	Muy mala	1
Posición altitudinal	Posición superior	5
	A nivel	3
	A nivel más bajo	1

Figura 2-29 Componentes, Criterios y Calificación del Paisaje Extrínseco

Fuente: Alberruche del Campo, 2005

- Etapa pre-campo

El Paisaje Ecológico se analiza siguiendo el postulado teórico de la ecología del paisaje identificando elementos del paisaje y caracterizando preliminarmente las unidades de paisaje. Para ello se utiliza las capas temáticas de cobertura vegetal y la geomorfología dado que constituyen las propiedades emergentes de los paisajes, lo que permite reconocerlos y diferenciarlos unos de otros, las capas temáticas anteriormente mencionadas, se acoplan y procesan en el Sistema de Información Geográfica (SIG) con el fin de acondicionar un mapa y leyenda preliminar de unidades de paisaje a escala 1:25.000 para utilizar en campo.

Paralelamente sobre estas unidades se definen a partir de proyecciones de coordenadas los sitios de muestreo del paisaje en campo.

Por otro lado, se establecieron los puntos y recorridos de muestreo, teniendo en cuenta que se obtenga información de los diferentes tipos de paisajes fisiográficos y ecológicos existentes en el AI, tomando registro de la información acerca de la calidad, fragilidad, usos del suelo e impactos visibles para cada punto caracterizado.

- Etapa de campo

Se realizaron recorridos para reconocer el área de estudio, como actividad preliminar dentro de todo el AI, para ubicar los puntos de muestreo y para proyectar las actividades, tiempos de desplazamiento, logística y trabajo.

Se realizaron observaciones detalladas del paisaje visual, registro fotográfico, georreferenciado y el respectivo diligenciamiento de cada punto, en cuanto a los rasgos ambientales como calidad, visibilidad y fragilidad, usos del suelo (actividades productivas y extractivas) y grado de intervención y transformación de la cobertura vegetal original.

○ Etapa de campo

Se realizaron recorridos para reconocer el área de estudio, como actividad preliminar dentro de todo el AI, para ubicar los puntos de muestreo y para proyectar las actividades, tiempos de desplazamiento, logística y trabajo.

Etapa post campo

La delimitación, clasificación y caracterización de las unidades de paisaje, tuvo en cuenta abióticos (geología, geomorfología, suelos, red de drenaje), bióticos (cobertura) y antrópicos que conforman el territorio, incluyendo dinámicas de transformación y cambios en el uso del suelo, que han configurado las imágenes actuales.

Estas son el resultado de la superposición del mapa de coberturas de la tierra y el mapa geomorfológico. El mapa de cobertura de la tierra utilizado corresponde al levantado en el presente estudio, cuya metodología y resultados son descritos en el componente biótico, en donde, incluye los diferentes tipos de cobertura de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para estudios colombianos.

2.3.3.6 Hidrogeología

La metodología de trabajo para el componente hidrogeología se basó en los términos de referencia HI-TER-1-03 expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (IDEAM, 2014), la metodología general para la presentación de estudios ambientales elaborada igualmente por el MADS (MADS -ANLA, 2018), así como también se utilizó la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia expedida en el 2018 por el MADS y la Autoridad Nacional de Licencias ambientales –ANLA (MADS - ANLA, 2018); para la clasificación de áreas de interés hidrogeológico se siguió la guía metodológica de zonificación ambiental de áreas de interés petrolero (Delgado Rivera, 2012). Se consideraron 3 etapas para el desarrollo del proyecto en la temática de hidrogeología: etapa precampo, campo y poscampo (**Figura 2-30**).

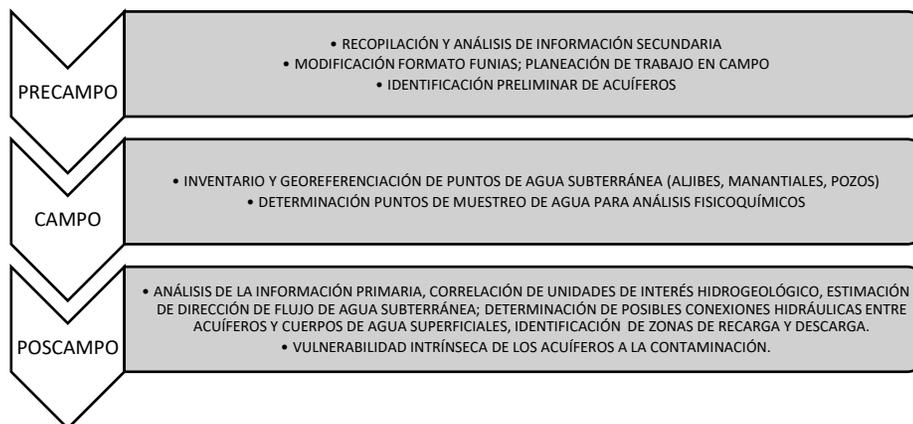


Figura 2-30 Fases del Proyecto Componente Hidrogeología
Etapa Precampo

La etapa pre-campo incluye la consulta de información a instituciones oficiales, el análisis de la información disponible, la consulta sobre disponibilidad de información de sondeos eléctricos verticales, tomografías y/u otros métodos de prospección geofísica del subsuelo en el área.

Se adaptó el formato Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS para la recolección de datos en campo, y el diseño del plan de recolección de información en campo, protocolos de toma de información en campo.

Fuentes de información de consulta hidrológica

Instituciones:

Se consultaron las instituciones oficiales que generan o disponen de la información hidrogeológica en la región en general, dentro de ellas:

- Servicio Geológico Colombiano SGC
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC
- Alcaldías Municipales de Beteitiva, Corrales, Busbanzá y Tasco
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC

Documentos consultados

Los documentos consultados incluyeron tanto las guías y metodologías expedidas por las entidades ambientales y Ecopetrol, los informes geológicos e hidrogeológicos, modelos hidrogeológicos e inventarios de puntos de agua en la región:

- Guía de Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas e Hidrogeológicas publicada por el IDEAM².
- Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. (MADS - ANLA, 2018).
- Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. (MADS - ANLA, 2018).
- Guía Metodológica de zonificación ambiental de áreas de interés petrolero (Delgado Rivera, 2012).
- Bases cartográficas del IGAC, información cartográfica oficial.
- Investigación Geológica e Hidrogeológica en los sectores norte y centro del Departamento de Boyacá (INGEOMINAS - UPTC, 2007).
- Cartografía geológica y prospección geoquímica del Macizo De Floresta (UPTC -INGEOMINAS, 2010).
- Reconocimiento geoelectrico en el bloque Tasco, en jurisdicción de los municipios de Tasco, Gámeza y Corrales, en el departamento de Boyacá (Asesorías Geológicas, 2011)
- Cartografía Geológica Cuenca Cordillera Oriental Sector Soapaga (AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS ANM - GEOESTUDIOS LTDA, 2011)
- OTDB Ordenamiento Territorial Departamental De Boyacá. (Gobernación de Boyacá, 2018).
- Esquema De Ordenamiento Territorial Municipio de Corrales (2009) (Municipio de Corrales, 2009)
- Estudio Nacional del Agua ENA (IDEAM, 2014) (IDEAM, 2018)

² IDEAM - MADS, 2013

municipio, con el fin de registrar la mayor cantidad de puntos, identificando su uso, condiciones locales, relación con el régimen de lluvias en la zona; igualmente se seleccionan puntos para toma de muestras de agua con el fin de realizar análisis fisicoquímicos con fines de interpretación hidrogeológica.

- Etapa postcampo

La etapa de poscampo incluye la integración de toda la información hidrogeológica recopilada en campo y los resultados de laboratorio, junto con la información geofísica disponible, con el fin de proceder a la interpretación para estimar o determinar:

- Caracterización fisicoquímica del agua subterránea
- Estimación de dirección de flujo del agua subterránea
- Identificación de zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos
- Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación.
- Generación de mapas temáticos (escala 1:25.000), perfiles u bloque diagrama que representa el modelo hidrogeológico conceptual.

2.3.3.7 Hidrología

La metodología de trabajo para el componente hidrológico se basó en para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, M-M-INA-01, expedidos en el año 2014 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, la Metodología General Para la Presentación de Estudios Ambientales de 2014, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 emitido por el MADS, así como también se utilizó la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia expedida en el 2018 por el MADS y la Autoridad Nacional de Licencias ambientales –ANLA (MADS - ANLA, 2018). Se consideraron 3 etapas para el desarrollo del proyecto en la temática de hidrología: etapa precampo, campo y poscampo (Figura 2-31).

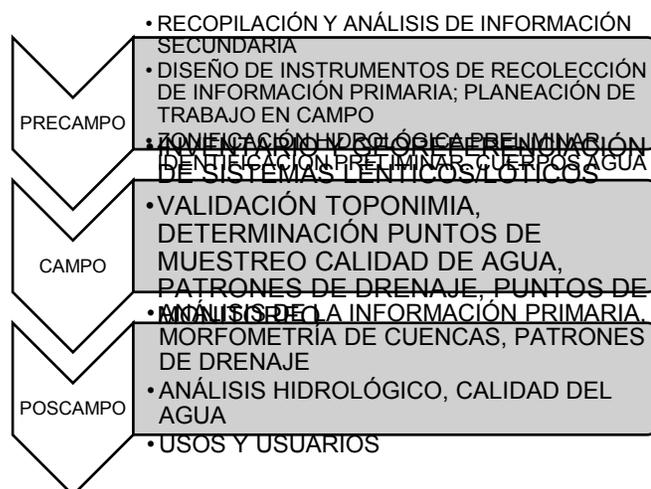


Figura 2-31 Fases del proyecto componente Hidrología
Etapa Precampo

La etapa pre-campo incluye la consulta de información a instituciones oficiales, el análisis de la información disponible, la consulta sobre disponibilidad de información hidrometeorológica en el área y la correspondiente solicitud de información ante ellas; incluye también el diseño de instrumentos de recolección de la información en campo, diseño del plan de recolección de información en campo, protocolos de toma de información en campo, ajuste y validación de los instrumentos

Fuentes de información de consulta hidrológica

Instituciones:

Se consultaron las instituciones oficiales que generan o disponen de la información hidrológica referente al área de influencia del proyecto y la región en general, dentro de ellas:

- Instituto de Hidrología; Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM
- Servicio Geológico Colombiano SGC
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ
- Empresa Colombiana de Petróleos
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC
- Alcaldías Municipales de Beteitiva, Corrales, Busbanzá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC

Documentos consultados

Los documentos consultados incluyeron tanto las guías y metodologías expedidas por las entidades ambientales y por expertos del sector de hidrocarburos, como aquellos resultantes de instrumentos de planificación como los POMCAS, los Planes de desarrollo municipal vigentes, los esquemas de ordenamiento territorial, y otros, entre los que se destacan:

- Guía de Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas publicada por el IDEAM (IDEAM - MADS, 2013).
- Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia. (MADS - ANLA, 2018).
- Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. (MADS - ANLA, 2018).
- Guía Metodológica de zonificación ambiental de áreas de interés petrolero (Delgado Rivera, 2012).
- Plan de Ordenación y Manejo ambiental de la Cuenca Media del río Chicamocha (CORPOBOYACÁ - UNIDISTRITAL, 2015)
- Bases cartográficas del IGAC, información cartográfica oficial.
- Estudios Nacionales del Agua 2010, 2014 y 2018. (IDEAM, 2014) (IDEAM, 2018),
- Índices De Vulnerabilidad y Riesgo Por Cambio Climáticos a partir de Análisis Estadístico Multivariado (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017)
- Planes de Desarrollo Municipal de los municipios localizados en la región (Tasco, Beteitiva, Corrales, Busbanzá). (Concejo Municipal de Corrales, 2016) (Concejo Municipal Tasco, 2016)

- Esquemas de Ordenamiento Territorial (Departamento de planeación, Gobernación de Boyacá, 2018).
- Estudios básicos y de gestión del riesgo Municipio de Beteitiva Decreto 1077 de 2015. (UPTC-Escuela de Ingeniería Geológica, 2018).
- Monitoreo de calidad parámetros fisicoquímicos de agua (CORPOBOYACA, 2017)
- Estudio Nacional del agua (IDEAM, 2014) (IDEAM, 2018).

Se revisó el área del proyecto para validar la ausencia de sistemas protegidos por la convención Ramsar (sistemas lénticos/lóticos). Toda la información documental debidamente analizada junto con información cartográfica del IGAC disponible a escala 1:25.000 y la información relacionada por la empresa Maurel & Prom Colombia B.V., relacionada con manejo ambiental en la etapa previa al proyecto, con el fin de identificar la red hidrográfica localizada en el área de interés, tanto de sistemas lóticos como lénticos, los cuales sirvieron como información secundaria a verificar en campo para realizar la caracterización de dichos sistemas y para realizar las delimitaciones de las cuencas en el área de influencia, estableciendo los patrones de drenaje a nivel regional, régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes de la zona de estudio.

Para describir el comportamiento hídrico de los principales cuerpos de agua existentes en el área de influencia, se adquirió la información registrada por las estaciones climatológicas de tipo limnigráficas y limnimétricas existentes del IDEAM para un periodo de 20 años, las cuales se muestran a continuación en la **Tabla 2-14**.

Tabla 2-14 Estaciones Meteorológicas de Referencia

CÓDIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	VARIABLES								
					Pt ¹	Ta ²	HR ³	E ⁴	Br ⁵	N ⁶	VvDv ⁷	P ⁸	
24030350	Duitama	583,431	-730,357	2540	x								x
24035120	Surbata_bonza	580,244	-730,745	2485	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24030640	Nimicia_esc_rural	581,569	-727,698	3200	x								x
24030560	Mongua	575,994	-727,925	2900	x								x
24030190	Mongui	572,456	-728,498	2970	x								x
24030790	Nobsa	577,342	-729,403	2500	x								x
24035150	Belencito	577,869	-728,908	2530	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24030400	Sta_rosa_viterbo	586,872	-729,858	2690	x								x
24030670	Sta_rosita	613,964	-727,710	3240	x								x
24030570	Aposentos	606,208	-726,353	2328	x								x
24030690	Curital	598,858	-726,441	3052	x								x
24030940	Sena	575,606	-729,079	2500	x								x
24030160	Tasco	590,772	-727,835	2486	x								x
24030410	Tibasosa	574,383	-730,049	2500	x								x
24030650	Tutasa	603,361	-728,556	2833	x								x
24030860	La_capilla	610,072	-728,667	2800	x								x
24035320	Sativanorte	613,000	-727,000	2594		x	x				x		x
24035170	Tunguavita	575,000	-731,200	2470		x	x	x	x	x	x	x	x
24035330	Boavita	632,619	-725,787	2150				x	x				x

(1. Precipitación, 2. Temperatura Media, 3. Humedad Relativa, 4. Evaporación, 5. Brillo Solar, 6. Nubosidad, 7. Velocidad y dirección del viento, 8. Presión Atmosférica)

Fuente: IDEAM, 2019

Adicionalmente, se identificaron las fuentes de contaminación atmosférica y de ruido, el inventario de usos y usuarios del recurso en zonas de áreas de potencial afectación en las actividades del proyecto.

Instrumentos de recolección de información en campo:

Se realizó el diseño de un instrumento de recolección de información en campo para inventario de cuerpos lénticos sistemas lótics y la adaptación del formato de inventario de usos y usuarios del recurso hídrico para captación. Igualmente se realizaron talleres con el equipo de apoyo para unificar criterios de diligenciamiento de los formatos. El instrumento diseñado para la recolección de la información se presenta en la **Fotografía 2-14**.



Fotografía 2-14 Formato de recolección de información

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- Zonificación hidrológica

Con base en la cartografía a escala 1:25.000 del IGAC, se procedió a realizar la zonificación hidrológica, enmarcando el área dentro de la jerarquía establecida por el IDEAM respecto a área hidrográfica, zona hidrográfica, Subzona hidrográfica; y para las subdivisiones menores se enmarca en la clasificación establecida por el POMCA de la cuenca media del río Chicamocha, establecida por la autoridad ambiental de la jurisdicción CORPOBOYACÁ.

Se establece como unidad básica de análisis en el componente hidrológico la Microcuenca; para su delimitación se trazan líneas por las divisorias de agua, que permiten analizar procesos asociados tales como escorrentía, erosión hídrica, producción de sedimentos, calidad del agua, etc; esto da como resultado la generación de polígonos que demarcan las unidades básicas de análisis para el área, en escala 1:25.000.

Identificación de cuerpos de agua y patrones de drenaje

Se realiza la identificación de los principales cuerpos lénticos y lóticos que componen la red hidrográfica del área, basado en la cartografía del IGAC a escala 1:25.000, para posteriormente validar en campo, tanto su localización como toponimia.

- Etapa Campo

Con los insumos establecidos en la etapa de pre-campo (mapas preliminares) se realiza la validación en campo; se realiza el recorrido del área, con el fin de validar la información secundaria consultada, georreferenciando todos los puntos de interés, validación de toponimia, inventario y georreferenciación de cuerpos lénticos y lóticos, determinación y georreferenciación de los puntos de monitoreo para calidad del agua en función de su representatividad, registro de captaciones de agua por la comunidad, el reconocimiento y validación en campo de patrones de drenaje, la determinación de puntos de toma de muestras para análisis de calidad de agua y estimación preliminar de posibles puntos de captación de agua, y demás información relevante para el análisis post-campo.

2.3.3.8 Calidad del Agua

Las campañas de muestreo y el análisis fisicoquímico se realizan a través del laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental SAS, acreditado por el IDEAM. Anexo Resultados Laboratorios.

Para el análisis previsto de calidad de agua de las fuentes en la zona de interés, se realizaron muestreos de diferentes tipos de fuente como se muestra en la **Tabla 2-15**, según las necesidades del proyecto de perforación exploratoria APE COR-15.

Tabla 2-15 Tipo de monitoreo realizado en el área de influencia

TIPO DE MONITOREO	CANTIDAD
Agua superficial	15
Agua subterránea	21
TOTAL	36

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S

Según los términos de referencia para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos M-M-INA-01 se deben caracterizar los siguientes parámetros:

Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.

Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl-), sulfatos (SO₄), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.

Caracterización bacteriológica: Coliformes totales y fecales.

Caracterización hidrobiológica: Se definirán las comunidades a muestrear con base en las características de la corriente (perifiton, bentos, macrófitas y fauna íctica).

De acuerdo con esto, la técnica de análisis empleada se llevo a cabo mediante los parámetros establecidos en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la AWWA y de la APHA”.

Mediciones In-situ

Aguas Superficiales

Las variables medidas in situ corresponden a pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Saturación de Oxígeno y Temperatura de la Muestra y Aforo de Caudal.

Las mediciones se realizaron al 25, 50 y 75% para los cuerpos de agua que tengan dimensiones menores a 5 metros de ancho, mientras que para los cuerpos de agua que registren mediciones mayores a 5 metros de ancho, el muestreo se realiza al 10, 30, 50, 70 y 90%. Así mismo, dichas lecturas se realizaron por triplicado de acuerdo con la metodología expuesta en la **Tabla 2-16**.

Tabla 2-16 Técnicas empleadas en el Análisis In-situ

PARÁMETRO	TÉCNICA	EQUIPO	UNIDADES	MÉTODO*
pH	Potenciométrico	Multiparámetros Marca YSI Código Daphnia E-TB – 1110	Unidades	SM 4500 –H + B
Conductividad	Electrométrica		µS/cm	SM 2510 – B
Oxígeno Disuelto y Porcentaje Saturación	Electrodo de membrana		mg O ₂ /L	SM 4500 O – G
Temperatura	Termométrica		°C	SM 2550 – B
Caudal	Área - Velocidad	Molinete Rickly Código Daphnia ETB – 937 y Micromolinete ETB - 144	m ³ /s	IDEAM
Olor	Organoléptica	N.A.	Aceptable	Cualitativo

* “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la APHA-AWWA-WPCF” ed. 21. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. Anexo mediciones hidrométricas. Subdirección de hidrología - IDEAM 2007

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

- Toma de muestras de agua

En los veintiséis (36) puntos ubicados dentro del área de influencia del estudio APE COR-15. se efectuó un muestreo integrado; colectando submuestras en puntos ubicados al 25, 50 y 75% o al 10, 30, 50, 70 y 90% dependiendo del ancho del cauce. De otro lado, para los análisis de Aceites y Grasas, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales y Totales, la muestra se colectó de forma puntual directamente en el envase correspondiente.

De acuerdo con los parámetros a analizar en el laboratorio dentro de la presente caracterización, la **Tabla 2-17** presenta los recipientes y preservantes que se utilizaron.

Tabla 2-17 Envase y Conservación de Muestras Físicoquímicas y Microbiológicas. Caracterización Físicoquímica de Aguas Superficiales

PARÁMETRO	VOLUMEN (mL)	TIPO DE RECIPIENTE	PRESERVANTE
Acidez, Alcalinidad, Bicarbonatos, Cloruros, DBO5, Nitratos, Nitritos, Nitrogeno Amoniacal, Sólidos Disueltos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales,	2000	Plástico	Refrigerar a 4°C

PARÁMETRO	VOLUMEN (mL)	TIPO DE RECIPIENTE	PRESERVANTE
Sulfatos, Tensoactivos (SAAM) y Turbiedad.			
Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales	1000	Vidrio	Adicionar 2 mL de HCl 1:1. Refrigerar a 4°C
Pesticidas Organofosforados y Organoclorados	1000	Plastico	Refrigerar a 4°C
Arsénico, Calcio, Cobre, Bario, Cobalto, Dureza Total, Hierro Total, Magnesio, Mercurio, Potasio, Zinc, Cromo, y Sodio.	1000	Plástico	Adicionar 1 mL de HNO ₃ 6N. Refrigerar a 4°C
Cadmio, Vanadio, Niquel, Aluminio y Plomo	1000	Plastico	Adicionar 1 mL de HNO ₃ 6N. Refrigerar a 4°C
Fosfatos	120	Vidrio	Refrigerar a 4°C
Fosforo Total, Organico e Inorganico	120	Vidrio	Adicionar 1 mL de H ₂ SO ₄ 6N. Refrigerar a 4°C
Fenoles y DQO	500	Plástico	Adicionar 1 mL de H ₂ SO ₄ 6N. Refrigerar a 4°C
COT	60	Plástico	Adicionar 1 mL de H ₂ SO ₄ 6N. Refrigerar a 4°C
Coliformes Totales	250	Plástico	Refrigerar a 4°C
Coliformes Fecales	250	Plástico	Refrigerar a 4°C
Cloro Residual			

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.AS.

- o Etapa pos-campo

La etapa de poscampo incluye entre otros, el análisis de la información recopilada en campo, el análisis morfométrico de cuencas, el tratamiento de información hidrometeorológica entregada por el Ideam, análisis de consistencia de la información, llenado de datos faltantes, análisis de caudales en las estaciones con disponibilidad de esta información, identificación de patrones de drenajes, análisis de calidad del agua y la delimitación del área de influencia del proyecto en aspectos hidrológicos.

Análisis de laboratorio

Al igual que las mediciones de campo, la totalidad de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas realizadas en el laboratorio se efectuaron siguiendo estrictamente las metodologías y técnicas aprobadas y estandarizadas por el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la APHA-AWWA-WPCF" ed. 21., tal como se muestra en la **Tabla 2-18**.

Tabla 2-18 Metodología de Laboratorio. Caracterización Fisicoquímica de Aguas Superficiales

PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO
Aluminio	mg/L	Absorción Atómica	S.M 3111-D
Acidez Total	mg CaCO ₃ /L	Titulometría	S.M 2310 B
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	Titulometría	S.M 2320 B
Arsénico	µg As/L	Absorción Atómica	SM 3500-As B

PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO
Aceites y Grasas	mg/L	Infrarrojo	SM 5520 C
Bario	mg Ba/L	Absorción Atómica	SM 3111 D
Bicarbonatos	mgCaCO ₃ /L	Titulometría – cálculo	SM 2320 B
Calcio Total	mg Ca/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cadmio	mg Cd/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cloruros	mg Cl/L	Volumetría	SM 4500 Cl-C
Carbono Orgánico Total (COT)	mg C/L	Titulometría	SM 5220 C
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	Sustrato Definido	S.M 9223 B
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Sustrato Definido	S.M 9223B
DBO ₅	mg O ₂ /L	Incubación	SM 5210 B
DQO	mg O ₂ /L	Reflujo cerrado	SM 5220 C
Hierro	mg/L	Absorción Atómica	S.M 3111-Fe B
Fenoles	mg Fenol/L	Espectrofotometría	SM 5530 C
Fosfatos	mg PO ₄ /L	Espectrofotometría	SM 4500 P - E
Fósforo Inorgánico	mg P/L	Espectrofotometría	S.M 4500 P-A
Fósforo Orgánico	mg P/L	Espectrofotometría	S.M 4500 P-A
Hidrocarburos Totales	mg/L	Extracción/ IR	S.M 5520 F
Mercurio	µg Hg/L	Absorción Atómica	S.M 3112 B
Potasio	mg K/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Magnesio	mg Mg/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Sodio	mg Na/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₄ /L	Espectrofotometría	S.M 4500 NH ₃ - C
Nitritos	mg N-NO ₂ /L	Espectrofotometría	S.M 4500-NO ₂ B
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	Espectrofotometría	S.M 4500 NO ₃ - B
Plomo	mg Pb/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Pesticidas Organoclorados	mg/L	Cromatografía de gases	S.M 6630 B / 663
Pesticidas Organofosforados	mg/L	Cromatografía de gases	S.M 6630
Sólidos Disueltos	mg/L	Electrométrica	S.M 2510 B
Sólidos Sedimentables	mL/L Hora	Físico - Cono Imhoff	S.M 2540 F
Sulfatos	mg SO ₄ /L	Turbidimetría	S.M 4500-SO ₄ E
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Gravimetría	S.M 2540 D
Sólidos Totales	mg/L	Gravimetría	S.M 2540 B
Tensoactivos	mg/L	Espectrofotometría	S.M 5540 C
Turbiedad	NTU	Nefelometría	S.M 2130-B
Cobre	mg Cu/L	Absorción Atómica	S.M 3111-B
Cromo Total	mg Cr/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Vanadio	mg/L	Absorción Atómica	SM 3111 D
Niquel	mg Ni/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cobalto	mg Co/L	Absorción Atómica	S.M 3111-B
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	Titulometría	S.M 2340 C
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	Espectrofotometría	S.M 4500 Cl-G

1 µg Hg/l = 0,001 mg Hg/l, 10 µg As/l = 0,01 mg As/l

** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” de la APHA-AWWA-WPCF, Ed.21.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

- Aguas subterráneas

Las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas realizadas en campo y laboratorio se efectuaron siguiendo estrictamente las metodologías y técnicas aprobadas y estandarizadas por el “Standard Methods for the Examination of Water and wastewater de la APHA-AWWA-WPCF” ed. 21., tal como se presenta en la **Tabla 2-19**.

Las variables registradas in situ correspondientes a pH, Oxígeno Disuelto y Temperatura del agua se midieron con un Multiparámetro marca YSI, modelo 556, código ETB - 381, previamente calibrado.

Tabla 2-19 Técnicas y métodos estandarizados empleados en los análisis. Caracterización Fisicoquímica de Aguas Subterráneas

PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	Titulometría	S.M 2320 B
Arsénico	µg As/L	Absorción Atómica	SM 3500-As B
Aceites y Grasas	mg/L	Infrarrojo	SM 5520 C
Bario	mg Ba/L	Absorción Atómica	SM 3111 D
Bicarbonatos	mgCaCO ₃ / L	Titulometría – cálculo	SM 2320 B
Calcio Total	mg Ca/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cadmio	mg Cd/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cloruros	mg Cl/L	Volumetría	SM 4500 Cl-C
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	Sustrato Definido	S.M 9223 B
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Sustrato Definido	S.M 9223B
DBO ₅	mg O ₂ /L	Incubación	SM 5210 B
DQO	mg O ₂ /L	Reflujo cerrado	SM 5220 C
Hierro	mg/L	Absorción Atómica	S.M 3111-Fe B
Fenoles	mg Fenol/L	Espectrofotometría	SM 5530 C
Hidrocarburos Totales	mg/L	Extracción/ IR	S.M 5520 F
Potasio	mg K/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Magnesio	mg Mg/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Sodio	mg Na/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Nitritos	mg N- NO ₂ /L	Espectrofotometría	S.M 4500-NO ₂ B
Nitratos	mg N- NO ₃ /L	Espectrofotometría	S.M 4500 NO ₃ - B
Plomo	mg Pb/L	Absorción Atómica	S.M 3111 B
Sulfatos	mg SO ₄ /L	Turbidimetría	S.M 4500-SO ₄ E
Turbiedad	NTU	Nefelometría	S.M 2130-B
Cromo Total	mg Cr/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Vanadio	mg/L	Absorción Atómica	SM 3111 D
Niquel	mg Ni/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Selenio	mg Se/L	Absorción Atómica	S.M 3112 B
Zinc	mg Zn/L	Absorción Atómica	SM 3111 – B
Manganeso	mg Mn/L	Absorción Atómica	SM 3111 B
Molibdeno	mg Mo/L	Absorción Atómica	SM 3111 D
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	Volumetría	SM 2340 C
RAS	N.A.	Cálculo	IGAC 2006
Porcentaje de Sodio	%	Cálculo	IGAC 2006

PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO
Intercambiable			
Sólidos Disueltos	mg/L	Electrometría	S.M 2510 B
Sólidos Suspendidos	mg/L	Gravimetría	S.M 2540 D
Sólidos Totales	mg/L	Gravimetría	S.M 2540 B
Berilio	mg Be/L	Absorción Atómica	S.M 3111B
Boro	mg B/L	Espectrofotometría	ES ISO 9390:2001
Cobalto	mg Co/L	Absorción Atómica	S.M 3111B
Litio	mg Li/L	Absorción Atómica	S.M 3500 Li B
Aluminio	mg Al/L	Absorción Atómica	S.M 3111D
Huevos de Helminto	Huevos/L	Microscopía	BaillingerModif NMX-AA-113 SCFI 1999
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	Espectrofotometría	S.M 4500 Cl-G
Acidez	mgCaCO ₃ /L	Titulometría	S.M 2310 B
Fósforo Total	mg P/L	Espectrofotometría	S.M 4500 P B,E
Fosfatos	mg PO ₄ /L	Espectrofotometría	S.M 4500-P E

"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" de la APHA-AWWA-WPCF, Ed. 21

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

- Toma de muestras

Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a analizar, se emplearon los recipientes, preservantes y la forma de conservación establecidos por el "Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater" de la APHA-AWWA-WPCF, Ed. 21, que se presenta en la **Tabla 2-20**.

Tabla 2-20 Envases y conservación de muestras. Caracterización Fisicoquímica de Aguas Subterráneas

PARÁMETRO	VOLUMEN (mL)	TIPO DE RECIPIENTE	PRESERVACIÓN / CONSERVACIÓN
Alcalinidad, Acidez, Bicarbonatos, Nitrogeno Amoniacal, DBO ₅ , Cloruros, Nitratos, Nitritos, Solidos suspendidos, Sólidos Disueltos, Turbiedad, Solidos Totales y Sulfatos.	2000	Plástico	Refrigerar a 4°C
Arsenico, Bario, Berilio, Boro, Cobalto, PSI, RAS, Cromo total, Dureza Total, Calcio, Hierro, Litio, Manganeso, Potasio, Selenio, Sodio, Magnesio y Zinc.	1000	Plástico	HNO ₃ 6N. Adicionar 1 mL. Refrigerar a 4°C
Vanadio, Aluminio, Molibdeno, Niquel, Cadmio y Plomo.	1000	Plástico	HNO ₃ 6N. Adicionar 1 mL. Refrigerar a 4°C
Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales	1000	Vidrio	Adicionar 2 mL de HCl 1:1. Refrigerar a 4°C
Fenoles y DQO	500	Plástico	Adicionar 1 mL de H ₂ SO ₄ 6N. Refrigerar a 4°C
Fósforo Total	120	Vidrio Ambar	Adicionar 1 mL de H ₂ SO ₄ 6N. Refrigerar a 4°C
Fósforos	120	Vidrio Ambar	Refrigerar a 4°C

PARÁMETRO	VOLUMEN (mL)	TIPO DE RECIPIENTE	PRESERVACIÓN / CONSERVACIÓN
Coliformes Totales y Coliformes Fecales	250	Vidrio estéril	Refrigerar a 4°C
Huevos de Helminto	2000	Plástico	Refrigerar a 4°C
Cloro Residual	120	Vidrio	Refrigerar a 4°C

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

2.3.3.9 Atmósfera

El análisis climatológico se realiza con base en las directrices nacionales impartidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, así como por los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), análisis requerido dentro de los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. El presente análisis está orientado a conocer la dinámica general de los parámetros climáticos de la zona en estudio, con el fin de suministrar criterios que permitan evaluar los efectos de la exploración sobre el área del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la metodología adelantada comprendió varias etapas:

- Selección de estaciones
- Inspección de series de datos
- Análisis de homogeneidad de los datos
- Cálculo de estadísticos básicos
- Rellenado de datos
- Caracterización climática por variables
- Zonificación climática de acuerdo con la metodología de Caldas - Lang

Salvo los cálculos adelantados para el proceso de relleno de datos de precipitación, el cálculo de la ETP y de los factores para la zonificación climática según Caldas Lang, todos los demás se realizaron con ayuda del software de inferencia estadística para el análisis de teleconexiones Jaziku (Sánchez & Corredor, 2015), desarrollado por el IDEAM.

➤ Selección de las estaciones meteorológicas

La selección de las estaciones obedece principalmente a la relación de entorno fisiográfico e hidrográfico, proximidad respecto al área de estudio y disponibilidad de datos del operador. Los registros fueron obtenidos de la red del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2015) y que cumple con lo dispuesto por la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, se preseleccionaron 90 estaciones meteorológicas del IDEAM potenciales a utilizar en el análisis. Sin embargo, se escogieron las estaciones que como máximo presentaran un faltante de datos del 20%, y adicionalmente que se encontraran en un radio máximo, medido desde el centro del área de estudio, de 30 km. Esto dado que dentro del área no se contó con estaciones meteorológicas que cumplieran con el primer requerimiento.

La **Tabla 2-21** relaciona las estaciones meteorológicas utilizadas para el presente estudio las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con la metodología previamente expuesta.

información, proceso recomendado para detectar los puntos que se separan de la tendencia de los valores máximos (por encima o por debajo) y facilitar la toma de decisiones de retención o eliminación de datos que puedan afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos (Chow, 1994) con un nivel de significancia del 10%.

Utilizando la relación de frecuencia se puede hallar los datos dudosos altos o bajos, mediante la siguiente expresión:

$$Y_H = Y + K_n + S_Y$$

Donde Y_H es el umbral dudoso alto en unidades logarítmicas Y y S_Y son variables estadísticas para un tamaño de la muestra.

Utilizando los valores K_n que contienen los valores para la prueba de datos dudosos de la tabla de U.S del Water Resources para la distribución normal. Los picos de crecientes considerados como bajos o altos se eliminan del registro.

2.3.3.10 Suelos y Usos de la Tierra

➤ Caracterización del componente suelo

El hombre necesita transformar constantemente su entorno como parte de su naturaleza creativa y constructiva, ya que el concepto de “desarrollo” implica por sí mismo un aprovechamiento de los recursos naturales en función de sus necesidades y de sus sociedades, pero no autoriza la explotación incontrolada de los mismos, ni la eliminación de otras especies como resultado del proceso. Ante el aumento considerable de los requerimientos de la sociedad sobre el ambiente biofísico y socioeconómico necesarios para mantener las actividades del hombre, se requiere la ocupación de espacios para la apropiación social que supla estos requerimientos.

En el ámbito de la explotación petrolera se pretende una adecuada articulación, no solamente de los intereses particulares, sino de perspectivas y prioridades de desarrollo a mediano o largo plazo a nivel local y/o regional, buscando siempre la preservación y protección del medio ambiente y de sus recursos naturales renovables y no renovables, bajo el marco del desarrollo sostenible.

Los proyectos petroleros impulsan el desarrollo socioeconómico local, regional o nacional; sin embargo, es necesario evaluar de forma puntual procesos y tecnologías utilizadas ante la posibilidad de generar alteraciones de los recursos naturales (agua, suelo). Esta posible alteración ambiental depende, en especial, de la oferta ambiental que presente, según la posición geográfica, la estabilidad de suelos, las características físico químicas, llegando a impactar los recursos naturales renovables en el área de influencia directa.

Para respaldar este proceso se pueden argumentar diversas acciones, pero se debe buscar un papel más activo y un enfoque más integral para el manejo de los temas referentes al uso, manejo y conservación del suelo, aclarando el papel de la actividad petrolera respecto a los impactos políticos, económicos y culturales que plantea un reto serio. Por esta razón, es indispensable ajustar varios aspectos referentes al papel del suelo en los procesos de planificación y/o verdadera vocación y de esta manera, formular planes que permitan un manejo óptimo del recurso tierra.

La primera etapa de la formulación corresponde a la caracterización de suelos y la planificación del uso de la tierra, cuya subetapa más importante hace referencia al análisis integrado del paisaje; esta se encuentra conformada por el diagnóstico, en el cual los estudios de suelos permiten el

conocimiento del patrón de distribución de los mismos, así como su oferta edáfica y con ella, la realización de las diferentes interpretaciones y mapas temáticos.

➤ **Alcance del estudio**

La caracterización edafológica es un instrumento de la ciencia del suelo que tiene que ver con la representación cartográfica de la distribución espacial de los cuerpos de suelos en la naturaleza, lo cual se logra mediante un estudio inicial del terreno sobre imágenes de sensores remotos, seguido de un análisis sistemático en el campo, que conlleva a una caracterización morfopedológica y analítica de cada una de las poblaciones de suelos delineadas y que se correlacionará en el sistema de clasificación natural.

El estudio edafológico está orientado a señalar las características físico-químicas, el patrón de distribución de los suelos en la dimensión espacial y los factores limitantes, ya que a través de él se puede plasmar en mapas las posibilidades y limitaciones de uso y manejo de las tierras.

El conocimiento del suelo permitió determinar su capacidad o potencialidad para el establecimiento de un uso adecuado, así como para lograr determinar el máximo aprovechamiento de los recursos naturales y con esto evitar deterioros irreversibles o la aparición de fenómenos perjudiciales para el medio natural o para las actividades del hombre.

Marco metodológico

Tomando como punto de partida el Estudio General de Suelos del departamento de Boyacá a escala 1:100.000, del cual se utiliza como referencia tanto las unidades cartográficas como el contenido pedológico; se realiza un ajuste cartográfico utilizando para ello el mapa de pendientes a escala 1:25.000 y posteriormente se corroboraron las unidades obtenidas a través de la interpretación fisiográfica de las imágenes disponibles del área de influencia directa. Utilizando la metodología del análisis fisiográfico propuesto por el CIAF-IGAC para determinar la relación fisiografía-suelo, se zonificó el área del proyecto en diferentes niveles de abstracción.

El análisis fisiográfico permite jerarquizar la zona del proyecto, de lo general a lo particular, en diferentes categorías; de una parte, se considera el suelo como un elemento de los paisajes fisiográficos y de la otra, el ambiente geomorfológico determinado por el relieve, el material parental, el tiempo y el clima, como los factores formadores del paisaje y de los suelos allí presentes. Se utilizará la última propuesta de análisis fisiográfico, realizada por Villota (1997), la cual define 5 niveles de clasificación de las unidades fisiográficas: provincia fisiográfica, unidad climática, gran paisaje, paisaje y subpaisaje. A continuación, se detallan las características de cada nivel categórico.

➤ **Provincia fisiográfica**

Es la primera categoría del sistema, aproximadamente corresponde a una región natural (hoy en día nombrada como región morfológica), en la cual pueden prevalecer una o más unidades climáticas, estando constituida por conjuntos de unidades genéticas de relieve con relaciones de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

Las relaciones de parentesco de tipo geológico se refieren principalmente a la litología y estructuras dominantes en los relieves iniciales, ligadas a los procesos endógenos (tectodinámicos) que los originaron. Las relaciones topográficas se consideran a nivel de macro relieve, o sea, a nivel regional y las relaciones espaciales tienen que ver con la disposición de la unidad en el contexto medioambiental.

➤ **Unidad climática**

Segunda categoría del sistema de clasificación fisiográfica, que comprende aquellas tierras cuya temperatura promedio anual y la humedad disponible son lo suficientemente homogéneas como para reflejarse en una génesis específica de los suelos y por ende, en su cobertura vegetal o en el uso actual de la tierra.

Es imprescindible involucrar criterios climáticos dentro de la clasificación fisiográfica para la cartografía de suelos y zonificación física de las tierras, considerando que existe una serie de elementos fotointerpretables que pueden conducir a la deducción de ciertos ambientes climáticos.

Para el establecimiento de provincias o unidades climáticas basadas en la temperatura ambiental y la lluvia efectiva puede recurrirse a cualquier sistema internacional o nacional de clasificación de clima, inclusive a aquellos que involucran otros parámetros climáticos como radiación solar, vientos, etc.

➤ **Gran paisaje (Unidad Genética de Relieve)**

La tercera categoría del sistema corresponde en términos geomorfológicos con la unidad genética de relieve, la cual no obstante debe ser cobijada por determinada unidad climática dentro de una provincia fisiográfica dada para ser asimilada al gran paisaje.

Bajo las condiciones anteriores, la Unidad Genética de Relieve comprende asociaciones o complejos de paisajes con relaciones de parentesco de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico.

El parentesco geogenético implica que la geomorfología general del relieve se debe a los procesos geomórficos endógenos y/o exógenos mayores que lo originaron, tales como: plegamiento, volcanismo, denudación, sedimentación, etc. El parentesco litológico se entiende a nivel de grupos de rocas: sedimentarias, ígneas y metamórficas. Las relaciones topográficas se dan a nivel de meso relieve y se refieren a la morfología general ligada a su origen.

➤ **Paisaje fisiográfico**

Corresponde a la cuarta categoría del sistema, se establece dentro de una Unidad Genética de Relieve con base en su morfología específica, a la cual se le adicionan como atributos el material y la edad, esta última en términos relativos. En consecuencia, esta categoría comprende porciones tridimensionales de la superficie terrestre, resultantes de una misma geogénesis, que pueden describirse en términos de unas mismas características climáticas, morfológicas, de material parental y de edad, dentro de las cuales puede esperarse una alta homogeneidad pedológica, así como una cobertura vegetal o un uso de la tierra similares.

➤ **Subpaisaje**

Penúltima categoría del sistema, correspondiente a una división de los paisajes fisiográficos, concebida con propósitos prácticos relacionados con el uso y manejo potencial de los suelos. Parece correlacionable con la llamada forma del terreno de otros sistemas de clasificación del relieve. Generalmente se establece recurriendo a criterios morfométricos tales como la posición dentro del paisaje, calificada con uno o más atributos, de una u otra manera relacionados con los procesos morfogenéticos activos.

➤ Especificaciones para la caracterización edafológica

Para la caracterización edafológica se seguirá la metodología y las etapas propuestas en el manual de procedimientos de la Subdirección de Docencia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en el cual se especifica que la mayor parte de los límites de suelos son delineados por fointerpretación; comprende las siguientes fases y actividades:

- Fase preparatoria
 - Definición precisa del área de estudio.
 - Obtención de material cartográfico e imagen.
 - Revisión bibliográfica de la información existente, tanto del medio físico.
- Interpretación de imágenes

La interpretación de imágenes se lleva a cabo mediante el análisis fisiográfico, el cual es un método moderno de interpretar imágenes de la superficie del terreno para establecer la relación paisaje (fisiográfico) - suelo (Villota, 1997). Este análisis, según Villota (1997), relaciona la fisiografía con el patrón de distribución de los suelos y de la cobertura vegetal natural de un área. En la interpretación fisiográfica preliminar de toda el área de estudio se identificaron y separaron paisajes, delimitando dentro de éstos las posiciones fisiográficas de Subpaisaje, con lo cual es posible diseñar una leyenda pedológica, también preliminar.

Se consultó los estudios geológicos realizados por ingenieros a escala 1:100.000 y toda la información existente en el área de estudio.

- Fase del reconocimiento preliminar

Comprende un recorrido general de la zona para identificar y comprobar la validez de las zonas de muestreo escogidas y estudiar las características generales de los paisajes y los suelos.

- Trabajo de campo

Las observaciones se realizan en levantamiento libre, según necesidad, a ambos lados de límites dudosos o bien dentro de las delimitaciones. El número de observaciones debe ser suficiente como para hacer la comprobación de los suelos reconocidos, o como para caracterizar los suelos diferentes a aquellos definidos en las mismas.

Las observaciones de identificación o detalladas (cajuelas), se realizan para establecer las características necesarias para clasificar el suelo; así mismo, el límite de variación de las unidades taxonómicas al nivel considerado y las fases de las unidades cartográficas. Son huecos cuadrados de 50 a 50 cm. de lado y 50 de profundidad para estudiar el horizonte B, o para describir los primeros 40 ó 50 cm de perfil (**Fotografía 2-15**). La observación, se completa hasta 120 cm, con la utilización del barreno.



**Fotografía 2-15 Observaciones de Identificación,
Cajuela (febrero 2019)**
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Las observaciones de comprobación (**Fotografía 2-15**), se llevan a cabo con el barreno (barrenada) que permiten la identificación de las clases de suelos (unidades taxonómicas) y unidades cartográficas, definidas previamente mediante las observaciones detalladas o las descripciones de perfiles en calicatas; estas observaciones se agruparon de acuerdo con las normas que la taxonomía Americana suministra para configurar los respectivos subgrupos, de tal manera que cada subgrupo está representado por observaciones o cateos con características similares.

Las observaciones de descripción (calicatas), se utilizan, tanto para describir en forma muy completa las características internas y externas de los pedones que conforman las unidades cartográficas, como para el muestreo de los horizontes que integran el perfil de suelo. Estas descripciones sirven para caracterizar el concepto modal de las unidades taxonómicas, tal como es la realidad de campo.

La unidad taxonómica utilizada es la familia dentro del subgrupo taxonómico, el cual está representado por un perfil modal descrito en una calicata excavada en el sitio representativo. Allí se describieron detalladamente cada uno de los horizontes y se tomaron las correspondientes muestras para ser analizadas en el laboratorio.



**Fotografía 2-16 Observaciones de Comprobación, Barrenada
(febrero 2019)**

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

En síntesis, en cada una de las unidades de paisaje delimitadas se determina:

- Patrón de distribución de los suelos.
- Relación paisaje-suelo.
- Unidades cartográficas y su composición.
- Perfiles modales y su descripción.
- Clasificación de los suelos al nivel taxonómico de familia.

Para determinar el patrón de distribución de los suelos se cada paisaje fisiográfico identificado, fue necesario realizar los diferentes tipos de observaciones (explicadas anteriormente) lo que permitió definir el contenido edafológico de cada unidad fisiográfica y de esta manera conformar la respectiva unidad cartográfica de suelos y realizar la descripción del perfil modal en cada paisaje fisiográfico (**Fotografía 2-17**).



**Fotografía 2-17 Observaciones de Descripción, Calicata
(febrero 2019)**

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

En la **Tabla 2-23** se relacionan la ubicación de cada uno de las unidades taxonómicas que fueron descritos tanto para el área de influencia directa, a los perfiles modales en cada uno de ellos se tomaron muestras de los dos primeros horizontes para análisis de laboratorio físico y químico.

Tabla 2-23 Unidades Taxonómicas

PAISAJE FISIOGRAFICO	CLIMA	CONTENIDO TAXONÓMICO		
Montañas estructurales erosiónales (M)	Muy frío húmedo (H)	Complejo: Lithic Udorthents; Oxic Dystrudepts; Afloramientos rocosos	Lithic Udorthents 45%	E
			Oxic Dystrudepts 35%	
			Afloramientos Rocosos 20%	
	Frio húmedo (L)	Asociación: Typic Hapludands; Humic Pachic Dystrudepts; Typic Dystrudepts	Typic Hapludands 50%,	V
			Humic Pachic Dystrudepts 20%	
			Typic Dystrudepts 20%	
	Frio seco (M)	Asociación: Pachic Fulvudands; Andic Dystrudepts; Humic Dystrudepts	Pachic Fulvudands 40%	V
			Andic Dystrudepts 30%	
Humic Dystrudepts 20%				
Inclusiones de Lithic Udorthents, Vertic Eutrudepts e Inceptic Hapludalfs 10%.				
Frio seco (M)	Asociación: Inceptic Haplustalfs; Lithic	Inceptic Haplustalfs 30%	A	
		Lithic Ustorthents 30%		

PAISAJE FISIOGRAFICO	CLIMA	CONTENIDO TAXONÓMICO			
		Ustorthents; Typic Dystrustepts	Lithic Dystrustepts 25% inclusiones de Andic Dystrustepts, Entic Haplustolls, Fluventic Dystrustepts y Leptic Haplusterts 15%	C	
		Asociación: Typic Haplustepts; Lithic Haplustolls; Lithic Dystrustepts	Typic Haplustepts 40%		E
			Entic Haplustolls 30%		
			Lithic Dystrustepts 20%		
		Complejo: Lithic Ustorthents; Humic Dystrustepts; Afloramientos rocosos	inclusiones de Pachic Haplustands y Fluventic Dystrustepts en 10%		E
			Lithic Ustorthents 40%		
			Humic Dystrustepts 30%		
		Complejo: Typic Ustifluvents; Fluventic Haplustepts; Aquic Haplustepts	Afloramientos Rocosos 20%		H
			inclusiones de Dystric Haplustands, Inceptic Haplustalfs y Fluvaquentic Haplustolls 10%.		
			Typic Ustifluvents 40%		
Fluventic Haplustepts 30%					
Asociación: Humic Dystrustepts; Typic Haplustalfs; Typic Haplustands	Aquic Haplustepts 20%	X			
	Inclusiones de Fluventic Dystrustepts 10%				
	Humic Dystrustepts 30%				
	Typic Haplustalfs 30%				
Valle Aluvial	Frio seco (M)	Asociación: Inceptic Haplustalfs; Lithic Ustorthents; Typic Dystrustepts	Typic Haplustands 30%	A	
			Inclusiones de Typic Ustorthents, Lithic Dystrustepts y Fluventic Haplustepts 10%		
			Fluventic Haplustepts 30%		
			Udertic Haplustepts 30%		
			Typic Dystrustepts 30%		
			inclusiones Fluvaquentic Endoaquolls y Typic Argiustolls 10%		

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

➤ Análisis de laboratorio

La caracterización e interpretación de las propiedades químicas de los suelos son elementos básicos en la evaluación de la capacidad que estos tienen para suministrar elementos a las plantas y permiten marcar pautas en las prácticas de manejo, usando correctivos de acuerdo a deficiencias y/o toxicidad encontradas. A continuación, se presenta de forma general la metodología empleada en el laboratorio para la caracterización:

Físicas: Estructura, Color, humedad, Permeabilidad, Consistencia, Plasticidad, Macro y Micro Porosidad, Compactación, Conductividad hidráulica, Densidad real, Textura, Retención de humedad, profundidad efectiva, Infiltración, temperatura y Densidad aparente.

Químicas: Nitrógeno, fósforo aprovechable y potasio disponible, pH, contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, Potencial de óxido reducción, Sodio intercambiable y Aluminio intercambiable, Saturación de Aluminio, Saturación de bases, bases intercambiables, acidez intercambiable Carbono orgánico, grasas y aceites, Hierro, Arsénico, Selenio, Bario Cadmio, Mercurio, Plomo, Cromo, Razón de Absorción del Sodio – RAS, análisis de salinidad.

Biológicas: Cuantificación de microorganismos fijadores de Nitrógeno, solubilizadores de fosfato, bacterias y actinomicetos, hongos y celulolíticos aerobios; Cuantificación de microorganismos del ciclo del Nitrógeno: nitrificantes, amonificantes (oxidantes de amonio y oxidantes de nitrito), fijadores de Nitrógeno y desnitrificantes, Evaluación de poblaciones de biota del suelo, incluye: determinación taxonómica a orden, índices de diversidad; detección y cuantificación de coliformes totales, fecales, salmonella; nitrógeno potencialmente mineralizable, fracción ligera de la materia orgánica.

Cálculo de la fertilidad natural

El cálculo de la fertilidad natural se hizo utilizando el modelo matemático planteado por el IGAC (1985), correspondiente a la siguiente ecuación:

$$F_t = (0.7F_1 + 0.3F_2) K$$

Dónde: F_t = fertilidad total hasta 50 cm; F_1 = fertilidad de 0 – 25 cm; F_2 = fertilidad de 25 – 50 cm; $K = 0.285$.

Cuando se presentan varios horizontes dentro de los dos rangos de profundidad considerados, se calcula la fertilidad de cada uno, ponderándola de acuerdo con el espesor del horizonte.

Esta cualidad se expresó en función de las características químicas más sobresalientes del suelo. Su calificación se efectuó siguiendo la **Tabla 2-24**. Las características consideradas son las siguientes:

- pH (agua 1:1).
- Saturación de aluminio (%).
- Capacidad de cambio (me/100g, NH₄OAc, pH7).
- Saturación de bases (%).
- Bases totales (meq/100g).
- Carbono orgánico (% , clima cálido).
- Potasio (meq/100g).
- Fósforo (ppm, Bray II).

Tabla 2-24 Tabla de Fertilidad (IGAC, 1985)

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		RANGOS Y PUNTAJES					
PH AGUA 1:1	Rango Puntaje	<4.5;>8.5 1	4.6-5.0;7.9-8.4 2	5.1-5.5;7.4-7.8 3	5.6-6.0 4	6.1-7.3 5	
SATURACIÓN DE ALUMINIO %	Rango Puntaje	>60 1	60-30 2	29-15 3	14-5 4	<5 5	
CAPACIDAD DE CAMBIO MEQ/100G	Rango Puntaje	<5 1	5-10 2	11-15 3	16-20 4	>20 5	
SATURACIÓN DE BASES	Rango Puntaje	<10 0.5	10-35 1.0	36-50 1.5	51-70 2.0	>70 2.5	
BASES TOTALES MEQ/100G	Rango Puntaje	<4 0.5	4-8 1.0	8.1-12 1.5	12.1-16 2.0	>16 2.5	
CARBONO ORGÁNICO %	Rango Puntaje	<0.2 1	0.2-0.5 2	0.51-1.7 3	1.71-2.9 4	>3.0 5	
POTASIO MEQ/100G	Rango Puntaje	<0.1 1	0.1-0.2 2	0.21-0.3 3	0.31-0.4 4	>0.4 5	
FÓSFORO PPM	Rango Puntaje	<10 1	10-20 2	21-30 3	31-40 4	>40 5	

Fuente: IGAC, 1985

Para calcular la fertilidad, se le asigna un puntaje de 1 a 5 a cada característica de acuerdo con la **Tabla 2-25**, el mayor valor corresponde a la condición óptima.

Tabla 2-25 Rangos de Apreciación de Fertilidad

GRADOS	APRECIACIÓN DE LA FERTILIDAD
MUY ALTA 1	>8.4
ALTA 2	8.4 – 6.8
MODERADA 3	6.7 – 5.2
BAJA 4	5.1 – 3.6
MUY BAJA 5	<3.6

Fuente: IGAC, 1985

El sistema tiene en cuenta los 50 cm superficiales, los cuales se dividen en dos capas de 0 a 25 cm (F1) y de 25 a 50 cm (F2). Para calcular F1 se hace la sumatoria de los valores de cada propiedad, se divide por el espesor considerado y el resultado se pondera por 70%; para calcular F2 se procede de igual manera, el valor final se pondera por 30%.

Para ajustar los valores a una escala de cero a 10 se multiplica la suma $0.7F1 + 0.3F2$ por la constante 0.285. Si ocurren varios horizontes dentro de los primeros 50 cm, se debe calcular la fertilidad de cada uno, ponderándolo de acuerdo al espesor del horizonte.

➤ Unidades cartográficas

El mapa de las unidades de suelos estará conformado por unidades cartográficas conocidas comúnmente como unidades de mapeo, las cuales delimitan un sector de la población de suelos que forman parte de una o varias clases taxonómicas. El contenido pedológico de las unidades de mapeo está constituido por una población de suelos que puede ser homogénea o heterogénea.

➤ Clasificación agrológica

La clasificación agrológica es una agrupación de suelos (unidades de mapeo) que se comportan de manera similar, respecto al uso y manejo, sin causar deterioro del suelo, por periodos largos. Esta agrupación permite hacer generalizaciones basadas en las potencialidades de los suelos,

limitaciones en cuanto a su uso y problemas de manejo, incluyendo los tratamientos de conservación. La base para la agrupación de los suelos por capacidad de uso la constituye las unidades de mapeo.

El sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso utilizado es el americano (Klingebiel, 1961), con algunas adaptaciones realizadas por IGAC (1973, 1975, 1997). Este sistema tiene tres categorías: clase, subclase y grupo de manejo o unidad de capacidad.

Tabla 2-26 Diagrama de Clasificación Agrológica y Uso potencial del Suelo

AUMENTAN LA INTENSIDAD DE USO →								
CLASES CAPACIDAD DE USO	VIDA SILVESTRE	PASTOREO O FORESTAL			CULTIVO			
		Limitado	Moderado	Intensivo	Limitado	Moderado	Intensivo	Muy intensivo
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								

Aumentan las limitaciones y riegos en sentido vertical y disminuye la adaptabilidad y la libertad para la elección del uso en el mismo sentido.

Fuente: IGAC, 2001

Las clases de capacidad son grupos de suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones; las subclases son grupos de suelos que poseen las mismas limitaciones tales como: erosión, exceso de agua, limitaciones en la zona radicular, limitaciones climáticas o limitaciones por pendiente; el grupo de manejo o unidad de capacidad agrupa suelos dentro de la subclase que tienen potenciales similares, así como también limitaciones y riesgos permanentes.

Las unidades de capacidad de las tierras a diferentes niveles categóricos constituyen la base para la definición y delimitación de las unidades de tierras homogéneas en limitaciones, potenciales, manejo y conservación. Estas unidades así obtenidas, para convertirlas en unidades ambientales homogéneas, se deben complementar con cobertura y uso actual de la tierra, conflictos de uso, dinámica y estabilidad.

Dicha clasificación es un aspecto relevante de los suelos ya que las características de los mismos a nivel de unidad cartográfica son la base para determinar el agrupamiento de las tierras por su grado de capacidad (clase). Tales características traducidas a términos más generales configuran tres condiciones que determinan la capacidad física de la tierra para uso agrario, las cuales son: La productividad; la cualidad del laboreo y; la cualidad de conservación.

En este tipo de agrupamiento se establecen ocho (8) categorías a nivel de clase a las normas contenidas en el manual 210 del Servicio de Conservación de los Suelos de los Estados Unidos. Las tierras de las primeras 4 clases, son apropiadas para ser cultivadas y producir cosechas remunerativamente, aplicando buenas prácticas de manejo; la producción y eficacia de la clase I es mayor que en la IV.

Las clases V, VI, VII son aptas para el desarrollo de plantas nativas de la zona y eventualmente para pastos y bosques. La clase VIII requiere prácticas demasiado costosas para su recuperación y

por tanto no ofrece utilidad inmediata, excepto la de proteger la fauna silvestre y otros recursos renovables de la naturaleza.

Las unidades de tierra básicas para la zonificación de tierras son las de capacidad de uso con el nivel de zonificación bien sea regional, nacional, departamental o municipal, complementadas con la cobertura y uso de la tierra, conflictos de uso y amenazas.

Estas unidades de tierra tienen tres categorías o niveles:

La clase por capacidad de uso se la utiliza para macrozonificación del territorio con el fin de caracterizar y determinar la potencialidad y posibilidades de uso en áreas grandes, a nivel de país o de región. Las escalas de información cartográfica y temática a utilizar pueden ser de 1:200.000 a 1:250.000 y la escala de publicación puede variar entre 1:500.000 y 1:1.500.000.

La subclase por capacidad se usa para mesozonificación del territorio y sirve como un instrumento que ayuda a optimizar la producción, recuperación de áreas degradadas, manejo de ecosistemas especiales, conservación, solución de conflictos de uso y en general a la organización del territorio. Se aplica a nivel departamental. Las escalas de información y publicación cartográfica y temática a utilizar pueden ser de 1:100.000 a 1:200.000.

El tercer nivel corresponde al grupo de capacidad, se lo usa como microzonificación, generalmente a nivel municipal. Este nivel facilita el diseño e implementación de proyectos de desarrollo en áreas específicas y permite realizar aplicaciones a nivel de zonificación agroecológica de cultivos, manejo de cuencas, trabajos de conservación de suelos entre otras. Se realiza a nivel municipal y de cuencas. La escala de información y publicación cartográfica y temática a usa puede ser 1:10.000 a 1:25.000.

➤ **Uso actual del suelo**

El Uso Actual del Suelo es el análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura o usos asociados que el hombre práctico. La importancia de este estudio se fundamenta en que la información obtenida, puede contribuir a la solución de diversos problemas de interés, tales como determinación de grados de erosión, grado de protección que la cobertura vegetal ofrece al suelo, conocimiento de los usos del suelo, determinación de áreas boscosas, protección de los nacimientos de agua, entre otros, permitiendo identificar los problemas y plantear posibles soluciones que sean sostenibles.

El uso actual del suelo se considera fundamental para la planificación del desarrollo regional, ya que refleja las condiciones del clima, el suelo con sus características particulares, su estado de conservación y/o degradación, el sistema de tenencia de las tierras, la infraestructura presente que facilita el uso y la actitud del campesino hacia la aplicación de la tecnología. En el área de estudio los factores condicionantes del uso antes mencionados, están presentes en mayor o menor grado de importancia, orientando el uso hacia unos pocos sistemas de explotación.

Para la definición del uso actual del suelo se tomó como punto de partida el mapa de clasificación de la cobertura vegetal realizado siguiendo la metodología establecida por Corine Land Cover adaptada para Colombia, mediante la interpretación visual de imágenes de sensores remotos. La leyenda nacional de coberturas de la tierra y la descripción de las unidades que se presenta en esa metodología, tomo como base los criterios y experiencias anteriores de diversas instituciones, entre las que se pueden mencionar, IDEAM, IGAC, SINCHI, HUMBOLT UAESPNN.

➤ **Conflicto de uso del suelo**

Una de las principales presiones que soporta el medio natural corresponde a la explotación de los suelos la que está representada por la explotación de las tierras en actividades productivas de tipo agropecuario principalmente, transformando las condiciones iniciales del medio conllevando a la generación de impactos negativos de tipo directo que afectan los valores ecológicos de los ecosistemas, sobre el recurso flora asociado a los bosques, la fauna asociada a esta vegetación deteriorada, el recurso agua tanto en calidad como en cantidad afectando su ciclo y por consiguiente los suelos soporte de los ecosistemas terrestres.

Este cambio de los usos y coberturas de los suelos respecto de la capacidad de uso de estas tierras, desarrolla discrepancias que se constituyen en los diversos grados de conflictos de uso del suelo y por consiguiente de las tierras, lo que da inicio al deterioro paulatino del medio.

Con base en lo anterior y como aspecto síntesis de la evaluación del recurso suelo se presentan a continuación los resultados de la evaluación de los conflictos de uso del suelo, con énfasis en el estado de aprovechamiento de las tierras.

Los conflictos ambientales por el uso de la tierra se generan por la presencia de incompatibilidades o antagonismos entre la oferta ambiental, representada en el uso potencial mayor, y la demanda ambiental representada por el uso actual de las tierras.

La determinación de los conflictos de uso del suelo se fundamenta esencialmente en un procedimiento que define una actividad de confrontación y/o cruce simultaneo de las temáticas definidas en el mapa de uso actual del suelo versus el uso potencial mayor, resultado que establece la presencia de conflictos de uso, estableciendo las desviaciones entre el aprovechamiento representado por el uso actual de las tierras y la oferta del recurso suelo.

De manera general se acepta la existencia de conflictos, cuando sucede una o varias de las siguientes situaciones posibles:

Cuando se destruye o degrada total o parcialmente un ecosistema debido a la explotación excesiva o inadecuada de sus recursos.

Cuando se subutilizan los elementos ambientales que prestan servicios a la sociedad, es decir, cuando la demanda es menor que la oferta.

Cuando se utilizan los elementos ambientales más allá de su capacidad de resiliencia, o capacidad de admitir intervención en condiciones sostenibles.

Una vez establecidos los criterios o componentes ambientales a tener en cuenta para determinar los conflictos de uso del suelo, se realizarán los análisis comparativos mediante matrices y cruces cartográficos bajo SIG que permiten identificar nuevas unidades.

La clasificación de conflictos se realizó mediante la aplicación de los criterios basada en cuatro categorías de conflictos:

➤ **Tierras sin conflicto**

Hace referencia a las tierras en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin presentar el recurso suelo deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos. Adicionalmente se incluyen las tierras definidas como subutilizadas en las cuales los suelos permiten una mayor explotación.

Tierras en conflicto bajo

Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural y el deterioro de la flora y la fauna asociada; aspectos que de no ser atendidos promoverán alteraciones mayores en el largo plazo.

Tierras en conflicto medio

Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna, promoviendo en un mediano plazo alteraciones mayores.

Tierras en conflicto alto

Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas.

2.3.4 Medio Biótico

2.3.4.1 Flora

El Inventario forestal es el método usado para conocer la información florística de los bosques naturales obteniendo información cualitativa y cuantitativa de los mismos. No solo se refiere a la evaluación individual de los árboles, a su volumen y tamaño, sino a otros elementos que caracterizan el bosque como la composición, la estructura y la función, los cuales son importantes para la toma de decisiones futuras sobre los bosques.

Un inventario forestal suministra muchos elementos de juicio en relación con el conocimiento de un bosque no solo con fines académicos o de los usuarios de las masas boscosas, sino para la toma de decisiones por parte de las autoridades nacionales y regionales. De ahí que la información acopiada no solo debe ser procesada con la única intención de conocer la oferta maderable posible de ser aprovechada del bosque, sino conocer aspectos fundamentales como la composición, estructura y la función, entre otros, de cuyo análisis se toman las decisiones en cuanto a la capacidad permisible de aprovechamiento y las técnicas de manejo o directrices para conservar o proteger las especies.

➤ **Etapas pre-campo**

En esta etapa se realizó la planeación de los aspectos relevantes para realizar la caracterización forestal en campo, para esto se determinará el área del muestreo teniendo en cuenta que se realizará un muestreo aleatorio simple, asimismo se determina las variables a medir contemplando

las recomendaciones para las mediciones. A continuación, se describen las fases de desarrollo de las actividades anteriormente mencionadas:

➤ **Determinación del área de muestreo forestal**

Para la definición de área de muestreo que cumpla los requerimientos dispuestos en los términos de referencia para Estudios de Impacto Ambiental para proyecto de perforación exploratoria, se consideró en primera instancia una metodología de muestreo aleatorio simple.

En el contexto un muestreo aleatorio simple es un esquema que constituye la base de la mayoría de los tipos de muestreo. En este caso la población se divide en N unidades de muestreo, de las cuales se toman al azar n muestras, de tal forma, que cada combinación de las n muestras, tengan la misma probabilidad de ser escogidas. Las formas de tomar las muestras pueden ser al azar, por observación empírica o por tablas de números aleatorios (Gómez, 1989). El tamaño de la muestra se calcula de acuerdo con dos casos: En el primero, se conoce el error de muestreo (E) y el nivel de confianza (1- a). El número de parcelas para la muestra está definido por:

$$n=(S^2 t^2)/E$$

Dónde: n = tamaño de la muestra; s² = varianza muestral; t = valor del estadístico t; E = error de muestreo

Extrayendo de los términos de referencia se asume:

Error de muestreo aceptable entre 15 % y 20 %.

Para la obtención de valor de probabilidad (t) en la distribución de Student, se tendrá en cuenta:

Un nivel de confianza de 95 % (según términos de referencia), lo que es igual a α : 0.05.

Un N igual al número de hectáreas obtenidas, productos de la estimación de la intensidad de muestreo de 0.1 %, por el total del área de las diferentes unidades de manejo forestales productoras para cada provincia.

La definición del valor S² se basa en concepto de la utilización en un inventario forestal de variables aleatorias de tipo continuo (x = Alturas, diámetros, área basal, volumen, etc.), es decir, que los eventos son independientes y por lo tanto no tienen efectos sobre los demás. Las variables aleatorias continuas se distribuyen bajo una distribución de probabilidad normal (Montgomery, 1991; Gómez, 1989), que en su manera más simple presenta las características de una media (0) y varianza muestral (1).

Bajo estos supuestos anteriormente expuestos, se obtuvo inicialmente área de muestreo, que es igual al producto del área de cada una de las unidades de manejo presente en cada provincia por la intensidad de muestreo (0.1%). Posterior a la obtención de valor n, se determinó el área mínima óptima para el levantamiento del inventario forestal, que cumpliera los parámetros de confianza (95 %) y Error (15 % y 20 %).

- Inventario exploratorio.

De acuerdo con el objetivo de un inventario forestal, se pueden clasificar bajo los niveles de los siguientes parámetros: a) para evaluar el potencial maderero o stock anual; b) para un plan de aprovechamiento forestal o de extracción y c) para plan de manejo forestal, el cual permite el conocimiento de la diversidad florística, el análisis de la dinámica de la población y su estructura.

Así de acuerdo con el grado de detalle en que se realizó este trabajo el inventario forestal se ubica a un nivel detalle exploratorio con un error de muestreo está entre 15-20% a un nivel de confiabilidad del 95%, que se emplea para determinar biomas y áreas con potencial para desarrollo forestal.

- Variables a medir.

Las variables más importantes para medir en un inventario forestal son el diámetro, la altura y el área basal de cada especie. Con estas variables, automáticamente se determina el número de árboles como una expresión de la densidad de la unidad de muestreo o parcela y se incluye una valoración de la calidad maderable de los árboles.

Diámetro: se realizará a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, conocido como D.A.P. (diámetro a la altura del pecho), lo cual se efectúa con cinta métrica. Se cuentan todos los árboles con diámetros a partir de 10 cm y/o 31 cm de circunferencia de acuerdo al Decreto 1791 de 1996. El diámetro es un parámetro cuantitativo más importante en un inventario forestal, debido a que puede ser medido en forma directa y por lo tanto se puede obtener datos precisos y en base en el diámetro se calcula por relación todos los demás parámetros importantes del árbol como: volumen, diámetro de copa, área basal y estimación de la edad de los individuos.

Cuando los árboles, presentan en su fuste nudos, malformaciones, bifurcaciones y contrafuertes se toma como criterio de decisión para el establecimiento del punto de referencia para la medición de diámetros, las guías propuestas por Dallmeier et al. (1992) y Condit (1995) que se presentan en la **Figura 2-34**.

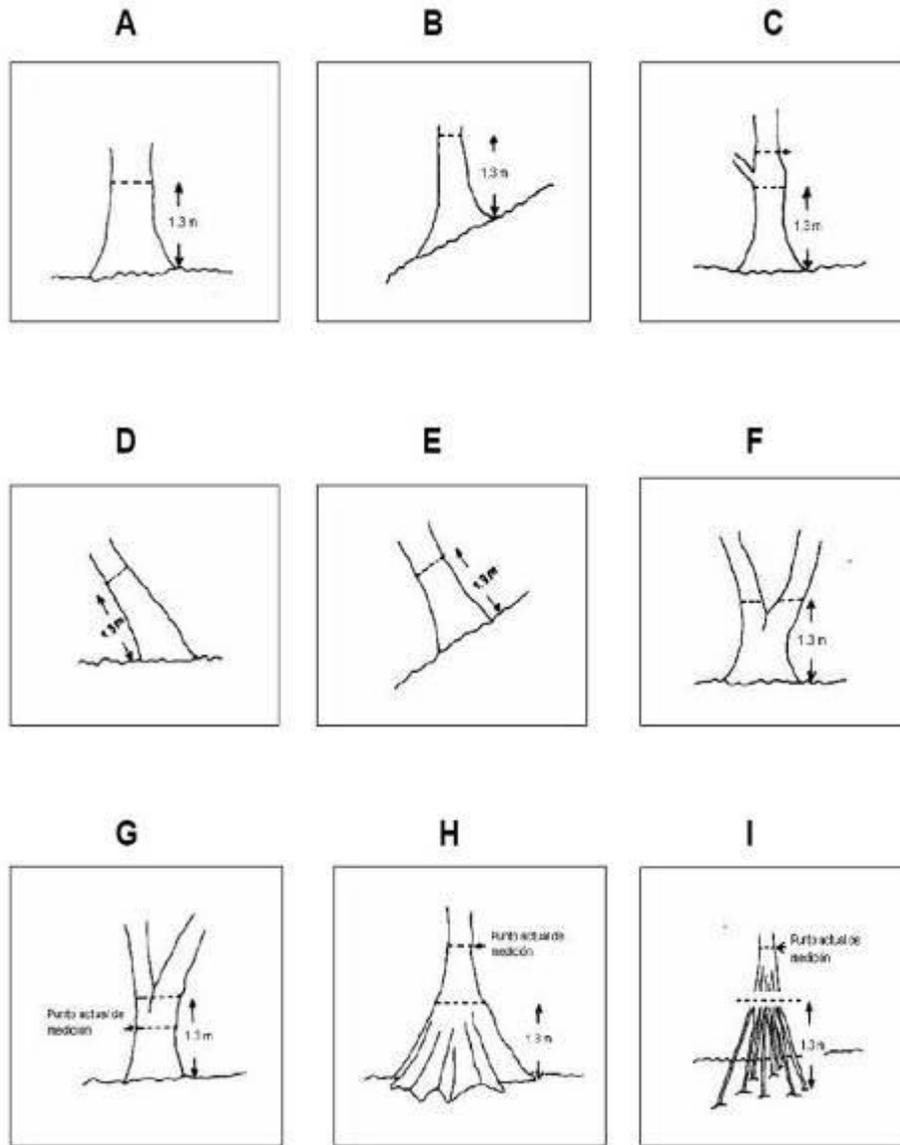


Figura 2-34 Recomendaciones para la Medición del Diámetro en Árboles Deformados, Bifurcados e Inclutados

A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1.30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1.30 m. H: Árbol

Alturas: de acuerdo con Lema (1995), la altura es la otra variable directa la cual es difícil obtenerla en campo con buena precisión, por lo cual se recurrió a las estimaciones de la misma por observación directa. La altura es una variable que se utiliza para la determinación del volumen, estudios de crecimiento, posición sociológica, estratificación y construcción de perfiles de vegetación. De acuerdo con la parte considerada en el árbol, se pueden definir las siguientes alturas:

- a) Altura total: Es la longitud que se describe desde la base del árbol sobre la superficie del suelo, hasta su ápice.
- b) Altura comercial: También es una altura que se define silviculturalmente como la longitud entre el tocón y un diámetro superior mínimo aprovechable para algún uso en particular.

Forma de y estado del fuste: se realizará una inspección de la forma del fuste si es recto, tortuoso o bifurcado, así como el estado fitosanitario presentado pudriciones ahorcamiento por lianas y bejucos.

Ubicación de los individuos en las parcelas: los individuos inventariados, serán ubicados, usando con base coordenadas relativas estimadas dentro de la cada una de la subparcela, para lo cual se toma como base el eje principal de la parcela como el eje Y y los límites de amplitud de las mismas (10 m) como el eje X (**Figura 2-35**). De esta manera se cuenta con dos ejes de referencia, que para efectos de captura de la información se registró con el número consecutivo del árbol en una grilla incluida en formulario de campo.

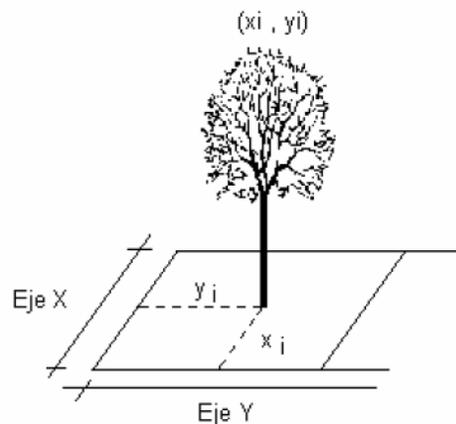


Figura 2-35 Sistema de ubicación de individuos inventariados dentro de cada una de las subparcelas de una unidad de muestreo

Dónde: Y: Brecha y/o eje principal de la parcela (5 transeptos de 10 m); X: Eje lateral de la parcela (10 m); y1 y x1: Ubicación del individuo dentro de la subparcela.

Levantamiento de las parcelas y curaduría

El área de cada parcela (unidades de muestreo) dependió del tipo fisonómico de cada formación vegetación según metodología propuesta por Rangel-Ch & Velásquez (1997); para el establecimiento de las unidades de muestreo correspondientes a formaciones boscosas, se adoptará la forma rectangular, con una longitud de 50 m de brecha o eje principal y un ancho de 20 m (10 m a cada lado de la brecha; 0.1 ha por parcela), subdividida en 10 subparcelas de 10x10 m, numeradas de 1 a 10, con el fin de registrar la regeneración e ubicación de los individuos dentro de cada subparcela.

Para las formaciones de arbustales (vegetación secundaria) se contó con áreas de 10x10 m (100 m²) y herbazales con áreas que pueden variar de 2x2 (4 m²) m o 5x5 (25 m²) m según la

continuidad de la vegetación; el número de unidades de muestreo está sujeta a modificaciones dependiendo de las condiciones del área a muestrear.

Para la posterior ubicación de las parcelas en la cartografía disponible de las unidades de ordenación forestal en las áreas forestales, se utilizaron sistemas de posicionamiento global o GPS, el cual se basa en la triangulación generada por un conjunto de satélites que para el caso del estudio se definió un mínimo de 8 y hasta 14. Lo cual permite el registro de las coordenadas geográficas en los formularios de campo, así como de forma digital en la memoria del equipo.

Para cada parcela se tomaron datos como: número de parcela; coordenadas geográficas (GPS); pendiente aproximada en grados; descripción del hábitat (datos cualitativos de presencia o ausencia de intervención humana; ganadería extensiva e intensiva: cultivos, tala y/o quemas); espesor de la materia orgánica en descomposición (humus), útiles para realizar descripciones de las áreas a muestrear.

Para cada individuo dentro de la parcela se registrará: número de individuos; forma de crecimiento: árbol, arbusto, herbácea, rasante, liana, bejuco, parásita ó epífita según los conceptos propuestos por Font-Quer (2001); descripción morfológica; altura (para hierbas y arbustos se medirá con el uso de una cinta métrica, y en el caso de árboles será estimada visualmente); cobertura (en m², sensu Rangel-Ch & Velásquez, 1997); diámetro a la altura del pecho (DAP), se tomará a especies arbóreas y el área basal (AB) a especies arbustivas.

Proceso curaduría: Del material botánico ha coleccionar se tomarán varios duplicados (2-3), en lo posible con estructuras reproductivas (flores y/o frutos). El material botánico se llevará al Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), para su correspondiente secado. La determinación de los ejemplares se realizará según literatura especializada entre las que se destacan la clave ilustrada de Gentry (1993), Flora de Colombia, Flora Neotrópica, Flora de Costa Rica, Flora de Panamá, entre otras, así como, infografía como www.tropicos.org y www.botanicus.org, para la correcta escritura de los nombres científicos. Finalmente, el material será corroborado con las colecciones y los especialistas de los Herbarios UPTC y Herbario Virtual Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Los ejemplares muestreados se depositarán en la colección del Herbario UPTC.

Adicionalmente, para especies arbóreas se registraron datos de nombre(s) común y usos conocidos (madera comercial fina, ordinaria, constituciones rurales, aprovechamiento doméstico y uso dendroenergético). Esta información es registrada en el formulario de campo.

Estimación de estructura de las formaciones vegetales

Tiene por objeto conocer la organización espacial de las especies y el número de individuos en el área objeto de estudio. Para el conocimiento estructural, se emplearon indicadores cuantitativos tales como el índice de valor de importancia (IVI).

El IVI está dado por la suma de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa y se usa para estudios descriptivos y cuantitativos de la estructura de los tipos de coberturas. Los resultados del análisis permiten deducir aspectos importantes como el dinamismo, la dominancia y las especies más representativas

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del

ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I).

Se realizó el muestreo de epifitas a partir de los siguientes componentes que se desarrollan a continuación:

Muestreo epifitas vasculares

Se desarrollará una metodología que permitió un muestreo representativo de la heterogeneidad y diversidad de este tipo de flora en el área de estudio; se muestrearán epifitas presentes en los forófitos con un DAP mayor a 10 centímetros, teniendo en cuenta la estratificación o zonificación vertical a partir de la ubicación de la epífita en el forófito, según lo propuesto por Johansson (1974). Para cada cobertura vegetal se establecieron cinco transectos de 100 m., y en cada transecto se muestrearán como máximo 10 forófitos. El material será recolectado en campo, prensado, etiquetado en papel periódico y alcoholizado, para el posterior proceso de secado en horno en el Herbario UPTC. Una vez secado, el material será identificado y posteriormente incluido a la colección de referencia.

Muestreo epifitas no vasculares

Al igual que en las epifitas vasculares, se registró la presencia de cada agregado poblacional hallado en los árboles y su respectivo porcentaje de cobertura. Para el muestreo de este grupo se utilizó una plantilla de acetato de 600 cm² superpuesta sobre el fuste del forófito; y el material vegetal ubicado dentro del cuadrante será muestreado y registrado. Para cada cobertura vegetal se establecerán cinco transectos de 100 m., y en cada transecto se muestrearán como máximo 10 forófitos. El material será recolectado en bolsas de papel de ½ Kg., las cuales serán rotuladas con toda la información necesaria para identificar el material en Herbario. El material será secado por exposición directa al sol y viento por tres días, hasta que esté completamente deshidratado. Acto seguido, el material será llevado al herbario UPTC en donde será identificado y posteriormente incluido a la colección de referencia.

Especies potenciales para conservación

Se identificaron aquellas especies con alguna categoría o grados de amenaza, endemismos (especies con distribución restringida), así como vedadas, y que puedan ser seleccionadas como objetos de conservación. Para ello se consultarán las bases de datos de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001) así como decretos y resoluciones de veda para Colombia. De las especies identificadas se realizarán fichas de manejo.

Antes de la realización de las actividades de campo se solicitó el permiso de investigación científica el cual fue obtenido mediante resolución 00416 de 20 de marzo de 2019, por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. En el Anexo 5\Capítulo 5\5.2.1.1 Ecosistemas terrestres\Permiso de Investigación. Se encuentra consignado el soporte de este permiso.

- Etapa Campo

Es importante mencionar que esta fase no se inició hasta tanto no se obtuvo el Permiso de Investigación, por lo cual solo se iniciaron las avanzadas los días:

- 23 de abril a 2 de mayo de 2019 Muestreo de Fauna y Flora
- 27 de julio de 2019 a 31 de julio de 2019 Muestreo de Flora

Inicialmente en esta etapa se realizó un recorrido preliminar en el área de interés, en donde se definieron los puntos de muestreo para cada cobertura y se llevó a cabo la captura de información primaria, por medio de la toma de puntos GPS o puntos de control, se aplicó el formulario de campo para cada punto de las coberturas presentes en el área de estudio; permitiendo así establecer las condiciones específicas de las coberturas vegetales presentes en el área de estudio.

En la **Figura 2-36** se presenta el formato en donde se registran los datos recolectados en campo.

Figura 2-36 Formato de Muestreo usado en Campo

Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Las dimensiones de las unidades de muestreo forestal a realizar en campo se realizaron de acuerdo con los siguientes criterios: Para la unidad de cobertura boscosa, se contempló un área en un rango de muestreo en metros de 100 * 100 y 50*20 para Fustal; para Latizal un área de muestreo de 5*5 metros y para Brinzal un área de 2*2 metros. Para la unidad de cobertura de vegetación secundaria baja, se contempló un área de muestreo de 10*50 metros para Fustal, para Latizal un área de 5*5 metros y 2*2 para Brinzal. Para la unidad de cobertura vegetal secundaria alta, se tomó un área de muestreo para Fustal en un rango de 100*10 y 50*20 metros, para Latizal un área de 5*5 metros y para Brinzal un área de muestreo de 2*2 metros. Por último, para la unidad de cobertura de pastos arbolados, se contempló un área de 100*10 metros para Fustal, para Latizal un área de 5*5 metros y para Brinzal un área de 2*2 metros.

Para cada uno de los individuos según su categoría se registró el número y nombre común de cada especie. Las parcelas deben incluir:

- Diez subparcelas de 10m x 10m para fustales
- Cinco (5) subparcelas de 5m x 5m para Latizales
- Cinco (5) subparcelas de 2m x 2m para Brinzales

A continuación, se plasma el primer modelo de parcela para Fustal, Latizal y Brinzal de 0.1 ha. (**Figura 2-37**).

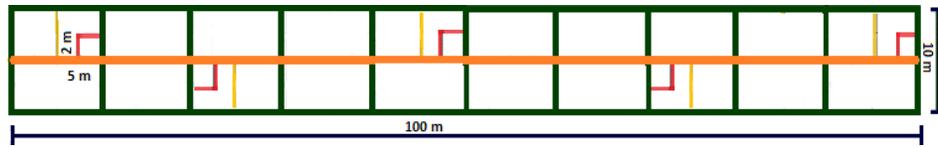


Figura 2-37 Parcelas de muestreo con dimensiones de 100 m x 10 m

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Por otro lado, en la **Figura 2-38** se proyecta el segundo modelo de parcela para Fustal, Latizal y Brinzal.

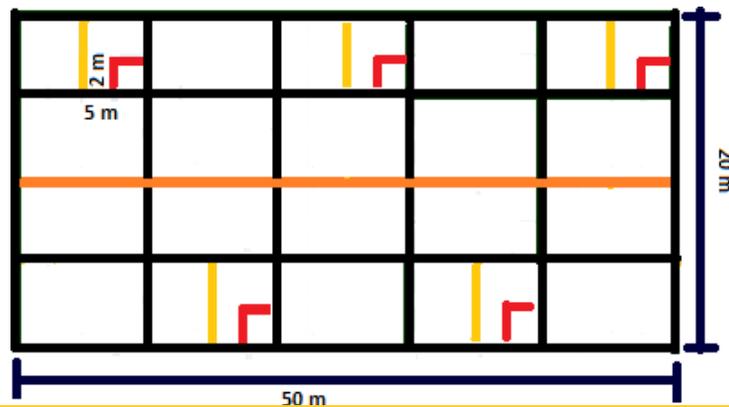


Figura 2-38 Parcelas de muestreo con dimensiones de 100 m x 10 m

Fuente: UPC - INCITEMA, 2019

Estas parcelas deben incluir:

- Cinco (5) subparcelas de 10m x 10m para fustales.
- Tres (3) subparcelas de 5m x 5m para latizales.
- Tres (3) subparcelas de 2m x 2m para brinzales

La regeneración natural se efectuó teniendo en cuenta la clasificación en la Tabla 2-27.

Tabla 2-27 Clasificación de las Categorías de Regeneración Natural

CATEGORÍA DE TAMAÑO	DIÁMETRO	TAMAÑO PARCELA	INFORMACIÓN A CAPTURAR
BRINZAL	Diámetro < 2,5 cm	Parcela de 2 x 2 m	Nombre local, Abundancia y altura total (m).
LATIZAL	Diámetro entre 2,5 y < 10 cm	Parcela de 5 x 5 m	

Fuente: M-M-INA-01

La **Fotografía 2-18** y **Fotografía 2-19** presentan la forma de registro de información de la Regeneración Natural en las coberturas vegetales objeto de inventario en el Proyecto.

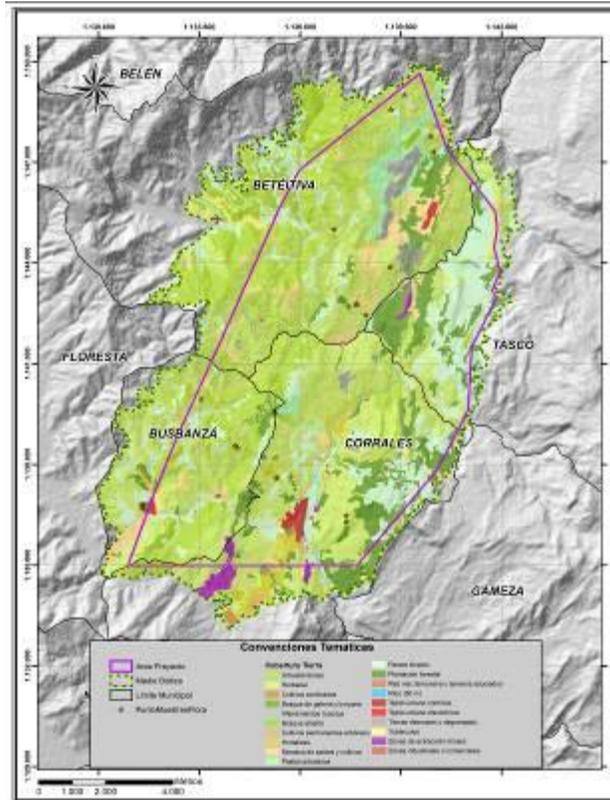


Figura 2-39 Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Flora
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Recolección de datos

Dado que algunas especies no se identificaron directamente en campo, se colectó el material botánico para ser entregado a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Instituto Alexander Von Humboldt entre otros, para su clasificación taxonómica, el número de muestras a coleccionar por especie es de tres.

Registro fotográfico de especies

Para la identificación en oficina de algunas especies, se tomó en campo el registro fotográfico (con cámara de alta resolución) como se aprecia en la y de igual manera se tuvieron en cuenta las descripciones de sus principales características, para posteriormente realizar la respectiva identificación.

Personal

El inventario forestal se realizó por tres (3) cuadrillas, cada una estuvo conformada por un Ingeniero Forestal, un guía de campo (reconocedores de la comunidad pertenecientes al área de estudio) y un trochero.

Clasificación de las especies florísticas por su valor comercial, científico y cultural.

Durante el trabajo de campo se realizó reconocimiento y georreferenciación de las áreas ambientalmente sensibles, sitios de importancia cultural para las comunidades, especies vegetales de importancia económica y cultural.



**Fotografía 2-18 Trabajo de Campo
caracterización de Flora**

Fuente: UPTC - INCITEMA; 2019



**Fotografía 2-19 Cobertura Vegetal caracterizada
Bosque Ripario**

Fuente: INCITEMA-UPTC; 2019

- Etapa Post-campo

Análisis de Datos

Composición: se obtendrá a partir del inventario florístico total y por cobertura vegetal; la riqueza total será descrita y analizada a partir las familias y géneros de plantas más diversas en de forma general y por cobertura.

Estimación de la Abundancia: Es el número de árboles por especie registrados en cada unidad de muestreo. Puede ser absoluta y relativa. La abundancia absoluta se refiere al número total de individuos por especie contabilizados en el inventario.

$$A_{abs} = \text{Número de individuos por especie}$$

La abundancia relativa, es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles. Para el cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$A_{rel} = \frac{N_{ind(i)}}{N_{total}} \times 100$$

Dónde: Arel: Abundancia relativa; Nind (i): Número de individuos de la iesima especie (i); Ntotal: número total de individuos de área muestreada.

Estimación de la Frecuencia: Es la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo. Puede ser absoluta y relativa. La frecuencia absoluta es la relación porcentual correspondiente al número de unidades de muestreo en que ocurre una especie entre el número total de las unidades de muestreo; para el cálculo se empleó la siguiente ecuación:

$$F_{abs} = \frac{N_i}{N_t} \times 100$$

Dónde: F abs: frecuencia absoluta; Ni: Número de unidades de muestreo donde aparece la iesima especie (i); Nt: número total de unidades de muestreo.

La frecuencia relativa es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie entre la sumatoria total de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas en el inventario. Para el cálculo se empleó la siguiente formula:

$$F_{rel} = \frac{F_{abs\ i}}{\sum F_{abs}} \times 100$$

Dónde: F rel: frecuencia relativa; F abs i: frecuencia absoluta de la iesima especie i; $\sum F_{abs}$: Sumatoria de la frecuencia absoluta.

Estimación de la dominancia: Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas; la dominancia absoluta de una especie se define como la sumatoria de las áreas basales de la misma especie presentes dentro de cada unidad de muestreo expresada en metros cuadrados. La dominancia relativa se expresa en porcentaje y está dada por la relación entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies registradas en el inventario; las ecuaciones que se emplearon fueron:

$$D_a = A_b$$

$$A_b = \frac{\pi}{40000} \times \sum d_i^2$$

$$D_{rel} = \frac{A_{b_i}}{A_{b_t}}$$

Dónde: Da: Dominancia Absoluta; Ab: Área basal; di: diámetro de la iesima especie (i); Drel: Dominancia relativa; Abi: Área basal de la iesima especie (i); Abt: Área basal total del área de muestreo.

Diversidad. Se analizará a partir de los siguientes índices ecológicas:

Curvas de acumulación de especies: con el fin de identificar la representatividad del muestreo, se evidenciará gráficamente la forma como las especies aparecen a medida que se incrementa el número de parcelas, esto se realizará con el programa estadístico EstimateS-6.0 (versión libre).

Para hacer comparable el levantamiento de vegetación (especies observadas), se aplicarán modelos de acumulación, que permitirán evaluar que tan completo será el muestreo y estimar el número de especies potencialmente capturables. Para ello, se utilizarán los estimadores MMMean (curva producida a partir de los datos observados), CHAO 1, ACE y Cole, útiles cuando las curvas de acumulación se realizan a partir de datos de abundancia (Villarreal et al. 2006).

Para describir la diversidad presente, se calcularán índices basados en la abundancia proporcional de especies, Shannon y Simpson (Magurran 1989, Villarreal et al. 2006) calculados con el software PAST (versión libre).

Índice de diversidad de Shannon: considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande (efectivamente infinita). Es útil para comparar la diversidad de diferentes hábitats y más aún, si se cuentan con numerosas réplicas de estas. Es una medida de la heterogeneidad, equidad y suele tomar valores entre 1,5 y 3,5, a mayor valor mayor diversidad. Expresión matemática:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Donde P_i es la abundancia proporcional de la especie i , esto implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de dominancia de Simpson (D): también es considerado una medida de heterogeneidad, está referido a la dominancia de las especies más comunes, ponderadas por valores de abundancia (más recargado a las especies más abundantes y no a una medida de valor de riqueza). Este índice es inverso a la equidad y establece la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar en una comunidad infinita, pertenezcan a diferentes especies. Expresión matemática:

$$D = \sum \left[\frac{\binom{n_i}{2}}{N^2 - N} \right]$$

A medida que D incrementa, la diversidad decrece. Donde n_i es el número de individuos de la i -ésima especie y N es el número total de individuos de la muestra.

2.3.4.2 Fauna

La metodología utilizada para la caracterización del componente se hizo con base en la “Guía de consulta metodológica unificada fauna silvestre para EIA según términos de referencia M-M-INA-01, la “Metodología general para la presentación de estudios ambientales” del MAVDT (2010) y el “Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad” del IAvH (2006), entre otros.

Fase Pre-Campo

Para la caracterización de cada componente se utilizaron fuentes de información secundaria y primaria. En cuanto a la recopilación de información secundaria, esta se basó en la revisión de información obtenida de publicaciones científicas y listados de especies existentes para cada uno de los grupos faunísticos.

En la **Tabla 2-28** se relacionan los documentos y bases de datos especializadas por grupo de fauna para la realización de los listados de especies potencialmente presentes dentro del área de estudio y también la identificación de especies de interés que se puedan encontrar dentro de algún grado de amenaza o sean de interés económico a nivel global o nacional, adicionalmente se incluyen otras fuentes utilizadas para la actualización taxonómica de las especies e información ecológica complementaria.

Tabla 2-28 Fuentes de Información para la Realización del Listado de Especies Potenciales dentro del Área de Estudio

LIBROS PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS CIENTÍFICOS
AVES
Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. (Canevari et al., 2001)
Aves de Colombia. (Hilty. & Brown. 2001)
Guía de campo a las aves de Norteamérica. (Kaufman., 2005)
Field guide to the birds of Colombia. (McMullan et al., 2010)
Ecological and distributional databases for Neotropical birds. (Parker et al., 1996)
Lista de chequeo de las aves de Colombia. Sociedad Antioqueña de Ornitología. (Salaman et al., 2001)
Las aves endémicas de Colombia. Stiles 1997
MAMÍFEROS
Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. México. (Aranda, 2000).
Inventario de mamíferos en un bosque de los andes centrales de Colombia. (Sánchez et al. 2004).
Los murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. (Muñoz A.J., 2001)
Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical. (Emmons, 1999).
Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. (Alberico et al. 2000).
Mamíferos Terrestres y Voladores de Colombia, Guía de Campo. (Morales et al. 2004).
Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. (Navarro, J.F y J. Muñoz, 2000).
Primates de Colombia (Conservación Internacional Colombia, 2003).
REPTILES
Diversidad de los reptiles en Colombia (Sánchez et al. 1995)
Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico (Rueda et al., 2007)
Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia (Páez et al., 2012)
ANFIBIOS
Listado Nacional de Anfibios de Colombia. Acosta 2000
Anfibios y reptiles de los alrededores del complejo Cenagoso Zapatosa Cesar (Rangel et al 2011)
BASES DE DATOS ESPECIALIZADAS

LIBROS PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
Colecciones en Línea Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia	http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/
Sistema de información sobre Biodiversidad	http://www.humboldt.org.co/iavh/component/k2/item/118-sistema-de-informaci%C3%B3n-sobre-biodiversidad-sib
UICN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.1.	http://www.iucnredlist.org/
CITES. Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre	http://www.cites.org/esp/index.shtml
The reptile database. Uetz, P. & Jiri Hosek (eds.),	http://www.reptile-database.org , accessed Apr 1, 2013
Amphibian species of the world (Frost 2011).	http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/
Lista de los anfibios de Colombia V.2 013.0.	http://amphibiacolombia.jimdo.com/
Libro de los anfibios amenazados del mundo	http://www.amphibians.org/mission-and-vision/
ESPECIES AMENAZADAS	
Libro rojo de los anfibios de Colombia. (Rueda- et al., 2004).	
Libro rojo de reptiles de Colombia. (Castaño, Mora et al., 2002)	
Libro rojo de los Mamíferos de Colombia. (Rodríguez et al., 2006)	
Libro rojo de Aves de Colombia. (Renjifo et al., 2010)	
Especies amenazadas de la Serranía de los Yariguíes (BP 2005-2006)	
Resolución 383 del 23 de Febrero de 2010	
South American Classification committee Ornithologist' Union – SAAC (Remsen 2013)	http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html
ESTUDIOS AMBIENTALES PREVIOS	
POMCA de la cuenca media del río Chicamocha,	
OTRAS REFERENCIAS	
Plan Nacional de Especies Migratorias (WWF – Dirección de Ecosistemas 2009)	
Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental (IAvH 2009)	
Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Ojasti. J. & F. Dallmeier (2000)	
Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina (Angulo et al., 2006)	
Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad (Villareal et al., 2006)	

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

○ Fase de Campo

Se definieron puntos monitoreo para la caracterización faunística dentro del Área de Influencia del EIA, que para efectos del presente documento fueron ubicados teniendo en cuenta las diferentes unidades de cobertura vegetal que a su vez fueron agrupadas con el fin de determinar los diferentes tipos de hábitats en los que se pudiera encontrar la mayor cantidad de especies faunísticas. Se presenta a continuación la homologación o agrupamiento de las unidades de cobertura vegetal establecida para la caracterización de la fauna reportada dentro del área de proyecto en la **Tabla 2-29** .

Tabla 2-29 Homologación de Coberturas para el EIA

COBERTURA VEGETAL		AGRUPACIONES EQUIVALENTES COBERTURAS VEGETALES	
SIGLA	NOMBRE ORIGINAL	NOMBRE DE HOMOLOGACION	SIGLA
PL	Pastos limpios	Pastos	P
PA	Pastos arbolados		
PE	Pastos enmalezados		
BR	Bosque ripario	Bosque ripario	BR
VSA	Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria	VS
VSB	Vegetación secundaria baja		
ZP	Zonas Pantanosas	Cuerpos de agua	Ca
R	Ríos		
L	Lagunas, Lagos, Ciénagas naturales		
C	Canales		
Ca	Cuerpos de agua artificiales		

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

➤ HERPETOFAUNA

Para la caracterización de cada componente se utilizaron fuentes de información secundaria y primaria. En cuanto a la recopilación de información secundaria, esta se basó en la revisión de información obtenida de publicaciones científicas y listados de especies existentes para cada uno de los grupos faunísticos.

- Área de estudio

El Estudio de Impacto Ambiental se realizó en los municipios de Betétiva, Buzbanzá, Corrales y Tasco. En dicha área se encuentra un gradiente altitudinal desde los 2300 hasta 2900 m, y representan el cambio entre la vegetación de bosques andinos y altoandinos a vegetación sub-xerofítica adenaña al río Chicamocha.

No obstante, se ha evidenciado transformaciones en sus coberturas vegetales naturales, causadas por la expansión de actividades antropogénicas, como son las actividades mineras y agropecuarias; que han cambiado las formaciones vegetales naturales a un mosaico de coberturas como: áreas abiertas de pastizales arbolados, plantaciones forestales de eucalipto y pino, áreas de extracción minera y pequeños relictos de herbazales, arbustales abiertos y arbustales cerrados.

- Fase Campo

Muestreo

Metodologías y técnicas de inventario aplicadas para el muestreo de anfibios y reptiles: Inspección por encuentro visual (VES -Visual Encounter Sourvey). Crump y Scott 1994, Angulo et al., (2006) por un tiempo restringido (Heyer 1994). Recorridos Observacion Herpetofauna (ROH).

Para registrar el mayor número de especies de anfibios y reptiles, se empleó un conjunto de técnicas de muestreo, propuestas por Crump & Scott (1994), Heyer et al. (1994) y Angulo et al. (2006). Se realizó una salida de campo de 10 días efectivos, donde tres investigadores emplearon la técnica de búsqueda libre con restricción de tiempo para todas las coberturas vegetales presentes en el área de influencia.

Esta búsqueda constituye una de las ventajas más importantes respecto a otros métodos como los cuadrantes o transectos lineales, que pueden pasar por alto ciertos microhábitats que no estén dentro de los mismos (Angulo et al., 2006).

- Esfuerzo de muestreo

Luego de realizar un esfuerzo de muestreo de 10 días por parte de tres investigadores, en el cuál se evaluaron todas las coberturas vegetales que están presentes en los diferentes municipios que conforman el área de influencia, se registraron un total de tres especies de anfibios y siete especies de reptiles (**Tabla 2-30**).

Tabla 2-30 Técnica de Muestreo Empleada para la Caracterización de Anfibios y Reptiles en el Área De Influencia

TÉCNICA DE MUESTREO	CÁLCULO DEL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL DE ESPECIES
Cada día se realizaron 2 Recorridos de 4 horas cada uno, en el cual se buscaron anfibios.	8 horas por día	60/hombre	3
Cada día se realizaron 2 Recorridos de 4 horas cada uno, en el cual se buscaron reptiles	8 horas por día	60/hombre	7

Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019



Fotografía 2-20 Búsqueda Libre y Sin Restricciones

Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019



Fotografía 2-21 Búsqueda libre y sin restricciones

Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019



Fotografía 2-22 Búsqueda libre y sin restricciones

Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019

Este método consistió en realizar inspecciones y recorridos por un área determinada en búsqueda de individuos, en lugares de interés como charcos, cuerpos de agua, zanjas, bajo troncos, piedras, la finalidad de esta metodología es poder abarcar la mayor cantidad de microhábitats presentes en el lugar de muestreo dentro del Área de Influencia.

Es necesario aclarar que dada la alta homogeneidad que se presentó en las coberturas vegetales y la baja frecuencia con la que se observaron los individuos, se decidió descartar la metodología por transectos lineales de 100X2 m, y que cuando la tasa de observación es tan baja se recomienda realizar un mayor esfuerzo en la búsqueda libre, con restricción de tiempo.

Para ello, se cuantificó el número de especies observadas durante una jornada, con un esfuerzo de muestreo diurno desde las 09:00 hasta las 12:00 horas y desde las 15:00 hasta las 17:00 horas, y nocturno desde las 18:00 hasta las 20:00, donde se examinó minuciosamente los microhábitats que poseen las diferentes coberturas vegetales del área de influencia.

Las especies encontradas se registraron fotográficamente con dos tipos de cámaras cuya referencia es Nikon Coolpix P510 de 42X y una cámara Réflex Nikon D5100 con lente normal 18-55mm y para acercamiento y registro de individuos juveniles se utilizaron filtros de aumento (1+2+4).

Los individuos capturados se depositaron en bolsas herpetológicas de tela de algodón 100% de 25 x 35 cm humedecidas constantemente con el fin de evitar la desecación de los individuos durante su manipulación, finalmente las especies capturadas fueron liberadas en el mismo lugar donde fueron encontradas.

Los recorridos se realizaron de manera aleatoria para representar la heterogeneidad de la cobertura, aplicando esta técnica podemos definir que las especies y sus individuos, tanto de anfibios como reptiles, tienen la misma probabilidad de ser observados durante la búsqueda ya que es aleatoria y dinámica. Sin embargo, las principales restricciones obedecen a que no todos los hábitats y microhábitats dentro de una unidad pueden ser muestreados con igual éxito ya que el alcance del estudio se limita a una caracterización general tal y como se relaciona en los términos de referencia adoptados para presentar el presente estudio.

Fase Post-campo

Con la información obtenida en campo se llevó a cabo un análisis en cada uno de los grupos faunísticos seleccionados, se realizó un análisis de los siguientes componentes que se relacionan a continuación:

- Riqueza y composición en el Área de Influencia del Proyecto

De la misma manera, con las observaciones registradas a lo largo de la salida de campo, se obtuvieron datos del número de especies y la abundancia relativa de cada una de éstas. Los datos de distribución altitudinal, hábito y gremio trófico se complementaron con información secundaria a partir de publicaciones sobre la dieta de las especies observadas o en su defecto, del género al cual hacen parte.

- Relación de las especies con las unidades de cobertura vegetal

A cada individuo capturado/observado se le tomaron los siguientes datos: hora de avistamiento, actividad (actividad diurna/nocturna), altura de la percha respecto al suelo, tipo de sustrato (hoja, hojarasca, tronco de árbol, agua, debajo de tronco y roca), peso y abundancia.

Índices de diversidad

- Diversidad alfa

Con las observaciones registradas a lo largo de la salida de campo desarrollada, se realizaron análisis estadísticos y de diversidad con la base de datos obtenida. Dichos análisis son de gran importancia para comprender la estructura y composición del ensamblaje de la herpetofauna. Para ello se utilizaron programas como EstimateS versión 9.1.0, con el objetivo de realizar la curva de acumulación de especies para la zona de influencia en general. Para evaluar la dominancia de Simpson y los estimadores de diversidad alfa como Shannon y Margalef para cada cobertura vegetal, se utilizó el programa Past 3.

➤ Diversidad beta

Para evaluar el grado de similitud que tienen las coberturas evaluadas en el área de influencia, se realizó un clúster de similitud según el índice de Jaccard.

Organización trófica, espacial y temporal.

Especies de fauna de interés para la conservación.

Especies endémicas, vedadas o con alguna categoría de amenaza

Para verificar si se encuentra en alguna categoría de amenaza, se rectificó a través de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación (IUCN), por la resolución 1912 de 2017, y en la plataforma de CITES. Además, se corroboraron endemismos de especies con ayuda de investigaciones publicadas o en bases de datos como Acosta (2019) para anfibios, y para reptiles la base de datos de Uetz (2019).

Especies de importancia ecológica, económica y cultural.

Se preguntó a los habitantes que residen en el predio, si se conoce alguna especie de anfibios o reptiles que tenga valor cultural o de uso. Adicionalmente, se complementó con revisión de información secundaria sobre si existe algún uso o representa algún tipo de valor cultural para las comunidades aledañas al área de estudio.

➤ **MAMÍFEROS**

Etapa Pre-campo

Previo a la salida de campo se consultó información secundaria sobre los mamíferos de probable distribución en el área, revisando material bibliográfico especializado y estudios ambientales de áreas cercanas con el fin de desarrollar una lista potencial de especies de mamíferos para la zona de influencia regional, correspondiente al sector nororiental de la cordillera oriental en el departamento de Boyacá, en la cuenca media del río Chicamocha; para las Provincias de Tundama y Valderrama; y de influencia directa para los municipios de Betétiva, Busbanzá, Corrales y Tasco.

Se revisaron bases de datos de diferentes revistas y bases informáticas científicas: DOAJ (Directory of Open Access Journals), EBSCOhost, ScienceDirect, LATINDEX (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), PERIODICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias - Dirección General de Bibliotecas, UNAM), PROQUEST (Biology Journals), REDALYC (Sistema de información científica), SCIELO (Acta biológica Colombiana), entre otras revistas de importancia biológica.

Además, se consultó los catálogos en línea de las colecciones biológicas asociadas con universidades en Colombia con programas en biología y ecología, principalmente de la colección de mastozoológica Alberto Cadena del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia. Se revisaron los listados generales de mamíferos de Colombia de Alberico et al. (2000), Solari et al. (2013) y Ramírez-Chaves et al. (2016), y se tuvo en cuenta los cambios taxonómicos recientes para ajustar el listado final de especies potenciales.

Etapa de campo

Se definieron puntos monitoreo para la caracterización faunística dentro del Área de Influencia del medio biótico, que para efectos del presente documento fueron ubicados teniendo en cuenta las

diferentes unidades de cobertura vegetal que a su vez fueron agrupadas con el fin de determinar los diferentes tipos de hábitats en los que se pudiera encontrar la mayor cantidad de especies faunísticas.

En la **Figura 2-40** se presenta la ubicación de los sitios donde se ubicaron los puntos de muestreo (redes de niebla, trampas Sherman / Tomahawk y trampas cámara) y los recorridos de observación realizados para la caracterización de la comunidad de mamíferos asociada al área de estudio.

**Figura 2-40 Ubicación De Los Puntos De Muestreo Y Los
Recorridos De Observación Del Componente Mamíferos**

Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019

Las coberturas muestreadas para mamíferos fueron: Bosque Ripario, Vegetación Secundaria Pastos limpios y Pastos enmalezados (si tiene fotografías, ponerlas). En total se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, en cada una de estas se instalaron 10 redes de niebla de 12 metros durante una noche, 50 trampas Sherman, 10 trampas Tomahawk durante tres noches y tres cámaras trampa, adicionalmente se instaló una cámara trampa en un sitio diferente a las estaciones de muestreo.

- Esfuerzo de muestreo

Los muestreos realizados para la caracterización de los mamíferos terrestres y voladores en el Área de Perforación Exploratoria COR-15, se desarrolló en un periodo de 10 días efectivos en campo, del 24 de abril al 3 de mayo del 2019. Las especies de mamíferos terrestres y voladores reportadas para el área de influencia del Proyecto, fueron identificadas mediante observación directa e indirecta (registros casuales, rastros y heces, cámaras trampas, redes de niebla y entrevistas semi-estructuradas), cubriendo las unidades de cobertura vegetal de la tierra más representativas en el área de estudio (Arbustales, Herbazales, Bosque de galería, Plantaciones Forestales, Pastizales). El método indirecto (Entrevistas), permitió confirmar y reportar las especies de mamíferos terrestres y voladores con presencia y ausencia para el área de influencia, representado un 85,7% de las especies totales reportadas en el área de estudio: los recorridos de Observación es el segundo método más efectivo el cual representa el 42,85 % del total de las especies y con el 35,7% están el método de foto trampeo. El método utilizado para el registro de los mamíferos voladores, fueron las redes de niebla, el cual representa el 7,14% del total de las especies. (Ver Figura 2-41 y Tabla 2-31)

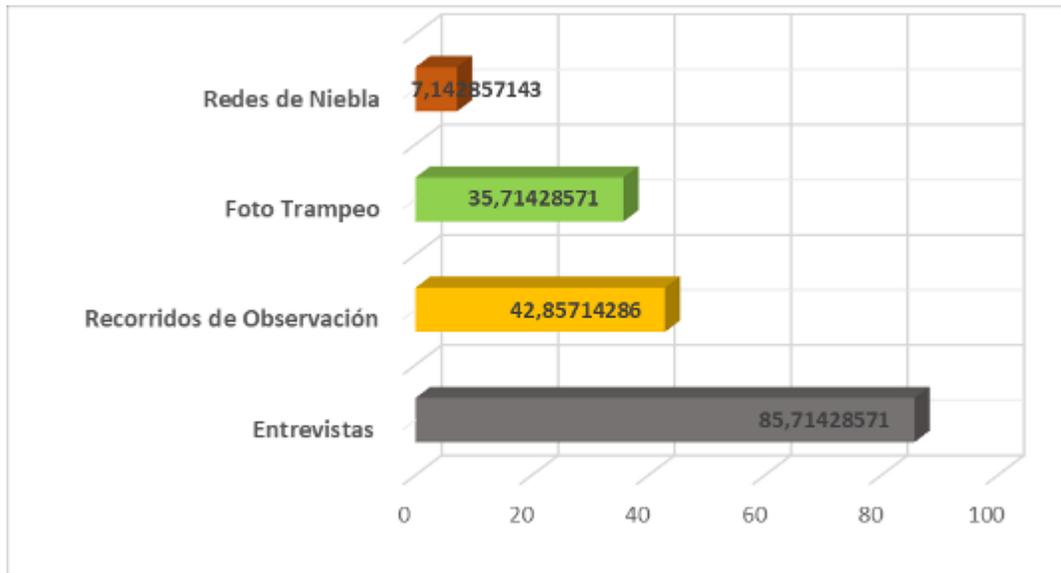


Figura 2-41 Representativa de los Métodos de Muestreo para los Mamíferos Registrados en el área de influencia del Proyecto Área de Perforación Exploratoria COR-15

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

En la **Figura 2-41** se representa la intensidad de muestreos para el levantamiento de la información primaria en el área de influencia del Proyecto Área de Perforación Exploratoria COR-15, en donde se emplearon 15,1 horas/hombre en los recorridos de observación, 192 horas/red en las redes de niebla, 762 horas/Cámara en el Foto-trampeo y se realizaron 15 entrevistas-semiestructuradas a los pobladores de las veredas; registrando en total 14 especies de mamíferos entre terrestres y voladores para el área de influencia del Proyecto Área de Perforación Exploratoria COR-15.

Tabla 2-31 Esfuerzo de muestreo y registros de captura de los mamíferos presentes en el Área de Influencia del Proyecto Área de Perforación Exploratoria COR-15

TÉCNICA DE MUESTREO	CALCULO DEL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL NÚMERO DE ESPECIES
Recorridos (número transectos) de observación con longitud y ancho variable (entre 1000 a 2000 metros lineales aproximados)	Sumatoria del número de horas empleadas por el observador en los recorridos	15,1 Horas hombre	6
Redes de Niebla	Horas - Red = Total metros red/ 6 metros) X Total horas de apertura de las redes.	192 horas/Red	1
Foto Trampeo	Horas - Cámara = # cámaras X # horas	762 horas/Cámara	5
Entrevistas semi-estructuradas	Número de entrevistas realizadas a pobladores locales del área de estudio	15 entrevistas	12

Fuente: UPTC-INCITEMA, 2019

Recorridos de observación (ROM)

Se realizaron los recorridos de observación en las diferentes coberturas presentes en el área de influencia, los recorridos tuvieron una distancia variable, en estos se registraron aquellos mamíferos que se observaron. Así, mismo durante los recorridos se aplicó la técnica de detección indirecta buscando rastros dejados por los mamíferos, como huellas, alteraciones en la vegetación, heces, madrigueras, nidos, dormideros, o cualquier indicio de su presencia. (Ver **Fotografía 2-23**).

Esta actividad permite detectar aquellas especies que debido a sus hábitos crípticos, nocturnos o crepusculares son difíciles de observar directamente y en ocasiones es el único método que permite inferir la presencia de un mamífero en determinada área (Aranda, 2012; Navarro y Muñoz, 2000). Una vez encontrado el rastro se fotografió se identificó con ayuda de material bibliográfico, (Aranda, 2012; Navarro y Muñoz, 2000; Emmons, 1999; Chame 2002) y apoyados por el conocimiento local del Baquiano.



Fotografía 2-23 Registros de rastros de mamíferos
Fuente: UPTC -INCITEMA, 2019

La información de localidad y morfometría de los ejemplares capturados se registraron en el formato para registro de observaciones directas e indirectas de fauna presentado en la **Figura 2-42**.



**Fotografía 2-24 Registros de Res de Niebla
Fauna**

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Trampas de captura para mamíferos pequeños (PMM)

Para la captura de pequeños mamíferos se usaron 50 trampas tipo Sherman, (25 trampas con un tamaño de 22.5 x 9 x 8 cm y 25 trampas con un tamaño 38 x 12 x 10 cm) en cada uno de las estaciones de muestreo. Las trampas se ubicaron a una distancia promedio de 10 metros una de otra y se cebaron con una mezcla de avena en hojuelas, maní y esencia de banano y melado de azúcar, estas se cebaron en horas de la tarde y se revisaron en horas de la mañana, permaneciendo activas tres días en cada estación de muestreo. Los ejemplares capturados (Fotografía xxxxxx) fueron medidos, pesados, identificados taxonómicamente, fotografiados y liberados en el sitio de captura.

Trampas para la captura de mamíferos medianos (PMM)

Para la captura de mamíferos medianos se instalaron 10 trampas tipo Tomahawk (tamaño de 32cm x 10cm x 12cm). Estas se cebaron con una mezcla de frutas y/o carne y permanecieron activas durante tres días en cada estación de muestreo, Se revisaron en las primeras horas de la mañana y se cebaron de nuevo cada que se hizo necesario. La información de localidad y morfometría de los ejemplares capturados se registraron en el formato presentado en la **Figura 2-42**.

Trampas cámara (PMM)

Las cámaras de rastreo son una herramienta valiosa en la realización de inventarios de fauna, permiten comprobar la presencia de especies de hábitos crípticos o de difícil observación, reducen la intervención del investigador en el medio y pueden permanecer largo tiempo en campo aumentando el esfuerzo de muestreo. Se usaron tres (3) trampas-cámara para cada una de las estaciones de muestreo permaneciendo activas durante tres días en cada estación de muestreo. Se empleó un muestreo oportunista (Maffei et al., 2002) en cuanto a ubicación de cámaras, colocándolas en rutas transitadas y puntos favorecidos por las especies de interés como quebradas y/o pasaderos, identificados en el área de la zona. (Ver **Fotografía 2-25**).



Fotografía 2-25 Registros Canaresa Trampa Fauna
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Entrevistas Generales Fauna

Se realizaron encuestas a los pobladores del área con el fin completar la información (**Fotografía 2-26**). Para facilitar la identificación de las especies por parte de los pobladores se usaron guías ilustradas que permiten reconocer las especies (Emmons, 1999; Tirira, 2001). Con este método se obtuvo información sobre las especies de mamíferos presentes, hábitats, periodos de actividad, frecuencia de encuentro, usos, importancia económica o cultural de cada especie y abundancia relativa a partir de una escala cualitativa (rara, escasa, poco común, común, abundante, estacional). Adicionalmente se buscaron evidencias de caza como cráneos, pieles y cualquier otro vestigio que permitiera verificar la presencia de especies en el área. Además de esta forma se obtiene información acerca de los patrones de caza en la región.



Fotografía 2-26 Registros de Entrevistas Fauna
Fuente: INCITEMA-UPTC, 2019

Las personas entrevistadas fueron siempre mayores de edad y en lo posible se seleccionaron personas con mayor conocimiento de la fauna silvestre como cazadores y campesinos. La información suministrada fue corroborada posteriormente en oficina, para descartar aquellas especies que por distribución (de acuerdo con la literatura) no se encontraran en la zona de estudio. Los datos fueron registrados en formatos que incluyen información como nombre común, nombre científico, frecuencia de observación, usos, actividad, época y/o áreas de cría, método de caza y/o amenaza y dieta.

Etapa Post-campo

Con la información obtenida en campo se llevó a cabo un análisis en cada uno de los grupos faunísticos seleccionados, siguiendo los ítems de los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, M-M-INA-01, expedidos en el año 2014 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (aprobados bajo la Resolución 0421 del 20 de marzo de 2014); la Metodología General Para la Presentación de Estudios Ambientales de 2014, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 emitido por el MADS .

Teniendo en cuenta el trabajo desarrollado en campo para obtener la información primaria, esta fue consolidada en diferentes vías, inicialmente el registro fotográfico se organizó en anexos por grupo de fauna con las coordenadas correspondientes en donde la información y datos de georreferenciación acerca de las especies halladas contenida en el GPS como tracks, puntos de muestreo, puntos fijos de observación y puntos de encuentro ocasional con algunas especies, se almacenó de acuerdo a los formatos establecidos para la geodatabase información que adicionalmente nos permitió desarrollar la cartografía temática de los muestreos de fauna silvestre para los tres grupos.

Al igual que para el Área de Influencia del medio biótico las especies capturadas o avistadas se incluyeron en tablas básicas para el documento que incluyen información específica como: taxonomía actualizada hasta el nivel de especie, nombre común, distribución altitudinal, cobertura vegetal, hábito de vida, periodo de actividad, grupo de dieta, estado poblacional, tipo de registro, y estado de conservación (CITES, UICN, Res 0192 y libros rojos nacionales).

Esfuerzo de Muestreo

La efectividad de los diferentes métodos de muestreo depende de las técnicas de inventario aplicadas para el muestreo de cada uno de los grupos, los valores sobre el esfuerzo empleado por cada una de las técnicas y el éxito de las mismas son presentados en el Capítulo 5 – Esfuerzo de muestreo, en el caso de Herpetofauna, Mamíferos y Aves los recorridos de Observación presentan un esfuerzo que corresponde a la acumulación del tiempo utilizado por hombre para llevar a cabo la búsqueda de individuos directamente en su hábitat. Otro método consistió en la instalación de redes de niebla para captura de Mamíferos Voladores y Aves, estas redes operaron únicamente durante algunas horas del día, por lo tanto, el esfuerzo corresponde al valor acumulado del tiempo por cada Red (Hora/Red) teniendo en cuenta que una hora red corresponde a una red de 12 metros de largo por 2,5 de alto activa durante una hora.

Diversidad Alfa

Con el fin de evaluar riqueza específica por grupo de fauna para cada una de las coberturas se elaboraron matrices que tuvieron en cuenta la presencia y abundancia de las mismas dentro de cada unidad. La diversidad alfa, se calculó a través de los índices de Shannon, Dominancia de Simpson, Margalef, índice de dominancia y equitatividad los cuales son mostrados en la tabla.

Diversidad Beta

El análisis de diversidad Beta se efectuó con el fin poder tener en cuenta las relaciones que puedan tener las especies entre los diferentes tipos de comunidad con relación al hábitat donde estos fueron encontrados y principalmente en función de su presencia dentro de cada unidad de cobertura vegetal, identificando elementos exclusivos y compartidos entre las mismas para cada uno de los grupos de fauna.

La diversidad beta se evaluó mediante el índice de similitud de Jaccard o dendrograma de Similaridad de Bray curtis por ligamiento completo, mediante el cual se comparó la diversidad de mamíferos entre coberturas. El software estadístico empleado para estos cálculos fue el DOS PAST versión 1.81.

➤ AVES

Etapa precampo

Para la caracterización de la avifauna presente en el área de influencia del medio biótico, se tomó como referencia la metodología presentada en el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, del Programa de Inventarios de Biodiversidad de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Villareal et al. 2006): Adicionalmente se emplearon métodos de detección directa como el registro de cantos y vocalizaciones, así como recorridos de observación directa y la captura temporal de individuos con redes de niebla.

La revisión de la taxonomía y utilización de nombres científicos se realizó de acuerdo a Remsen y colaboradores (2014), para los nombres vulgares se sigue a Salaman et al., 2001 y McMullan et al., 2011.

Etapa Campo

La caracterización de la comunidad de aves se llevó a cabo en las coberturas de: bosque ripario, Vegetación secundaria y Pastos. (Ver **Tabla 2-32**).

Tabla 2-32 Caracterización de la Comunidad de Aves

Identificador (ID)	SITIOS DE MUESTREO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA COLOMBIA BOGOTÁ	
		ESTE	NORTE
Puntos de observación			
PFOA1	Punto Fijo de Observación Aves 1	938780	1082859
PFOA2	Punto Fijo de Observación Aves 2	931390	1082125
Puntos de captura (redes)			
PMCA1	Punto de Muestreo Captura Aves 1	933515	1076747
PMCA2	Punto de Muestreo Captura Aves 2	948002	1096323
PMCA3	Punto de Muestreo Captura Aves 3	948268	1096516
Encuestas			
ENA1	Encuesta Aves 1	933593	1079558
ENA2	Encuesta Aves 2	933796	1082818

ENA3	Encuesta Aves 3	948244	1096362
------	-----------------	--------	---------

Fuente: INCITEMA - UPTC, 2019

Captura de individuos con redes de niebla

Se instalaron 10 redes de niebla de 12 metros de largo por 2,5 metros de alto y ojo de malla de 36 mm por estación de muestreo. Las redes se ubicaron en cada una de las coberturas establecidas y seleccionadas de acuerdo con la disponibilidad de recursos tales como (flores, frutos, cuerpos de agua) y la presencia de bordes entre vegetación de estructura contrastante, entre otras y lugares estratégicos para la captura de individuos.

Las redes de niebla se operaron entre las 06:00 y 9:00 horas y entre las 15:00 y las 18:00 horas en promedio, con revisión en periodos de 30 minutos aproximadamente. Los individuos se retiraron de las redes y se colocaron en bolsas de tela ornitológicas. La manipulación de los individuos se llevó a cabo en el menor tiempo posible, se tomaron los datos de cada uno de los individuos y se registraron en los formatos para registro de observaciones directas e indirectas de fauna presentado en la **Figura 2-42**.



Figura 2-43 Colibrí coruscans
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019



Figura 2-44 Chlorostilbon poortmanii
Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Adicionalmente, se tomó registro fotográfico por cada uno de los individuos capturados, finalmente estos fueron liberados en el mismo lugar de captura.

Recorridos de observación directa

Se realizaron recorridos de largo y ancho variable, en los que se registraron de manera visual y auditiva los individuos presentes en cada una de las unidades de cobertura seleccionadas. Estos recorridos iniciaron en horas de la mañana a partir de la salida del sol, periodo del día en el cual las aves presentan un alto pico de actividad, desde las 06:00 aproximadamente las 11:00 horas, y un segundo periodo de observación se llevó a cabo en horas de la tarde entre las 15:30 y 18:30 horas aproximadamente, dependiendo de factores externos que pudieran influenciar el muestreo tales como condiciones climáticas, de seguridad local, acceso al área entre otros.

Para la observación a distancia de individuos se utilizaron binoculares para ornitología Bushnell 10 x 50 y para evidencia fotográfica se utilizó una cámara Nikon P510 de 42x con lente 24mmX1000mm.

Grabación de vocalizaciones o cantos

La grabación de cantos fue desarrollada durante los recorridos descritos anteriormente. Se empleó una grabadora digital PMD 671 y micrófono unidireccional SENNHEISER. Para la identificación y corroboración de cantos se emplearon las bases de sonidos del Cornell lab of ornithology (<http://macaulaylibrary.org/>) y <http://www.xeno-canto.org/>.

Usando el método de recorridos de observación se acumuló un total de 99 horas de observación, permitiendo el registro de 1087 individuos agrupados en 48 especies. Mediante redes de niebla se acumularon 48 horas/red, permitiendo la captura de 5 individuos de 5 especies. El método de encuentro casual, permitió la observación de individuos de 17 especies. Finalmente, se elaboraron 7 entrevistas que permitieron la identificación de 26 especies, de las cuales 3 especies fueron registradas en el presente estudio sólo mediante esta técnica que corresponden al indio (*Bubulcus ibis*), la pava (*Penelope montagnii*) y el águila (*Rupornis magnirostris*) (Tabla 2-33)

Tabla 2-33 Esfuerzo de Muestreo (Técnicas de muestreo)

TÉCNICA DE MUESTREO	CÁLCULO DEL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL ESFUERZO DE MUESTREO	TOTAL DE ESPECIES
Recorridos de Observación	49. 5 Horas	99 Horas/hombre	48 Especies
Redes de Niebla	12 Horas	48 Horas/Red	5 Especies
Encuentro casual	N/A	N/A	17 Especies
Entrevistas semiestructuradas	Número de entrevistas realizadas	7	26 Especies

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Etapa post-campo

Como información adicional se consignaron aspectos tales como sexo, edad, número de individuos, actividad evidenciada durante su observación, estrato y cobertura vegetal en la que se encontraron información que fue registrada en el formato para registro de observaciones directas e indirectas de fauna.

Índices de diversidad

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad que existe dentro de ellas. Para obtener este atributo es necesario el número de especies presentes en la comunidad (riqueza de especies) y la equitabilidad, que describe como es la distribución de la abundancia entre las especies que integran una comunidad³.

Para evaluar la diversidad específica de avifauna observada en el área de estudio, se estimaron los siguientes índices:

- Diversidad Alfa
 - Índice de Riqueza

Se empleó el índice de Margalef (1985) el cual relaciona el número total de especies con el número total de individuos observados. Margalef, es un índice que se usa para estimar la biodiversidad de

³ Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata Argentina. Estimación de la diversidad específica {En línea}. Marzo 18 de 2018. {Fecha de consulta}. Disponible en <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN3Diversidad.pdf>

una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes. Dicho índice se calculó mediante la siguiente expresión:

$$R = S - 1 / \ln(n)$$

Donde S= Número de especies; n=Número total de individuos

$$R = 51 - 1 / \ln(1084)$$

$$R = 7.15$$

Se observa un valor mayor a 5, indicando que el área de muestreo presenta una biodiversidad alta. Lo anterior indica que en cuestión de riqueza de especies el área de estudio presenta un gran número de organismos; lo anterior puede deberse a la oferta de recursos disponibles en el área de estudio, dicha oferta permite el establecimiento y mantenimiento de los organismos en esta área, lo cual explica la biodiversidad que se encontró durante el tiempo de muestreo.

- Índice de Diversidad Shannon – Wiener

Este índice incorpora tanto la riqueza como la equitabilidad. Este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). A continuación, se muestra la fórmula para estimar dicho índice y el resultado obtenido para este estudio:

$$H' = -\sum (p_i \times \log_2 p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

$$H' = 4.2$$

- Índice de dominancia

El Índice de dominancia permite medir la riqueza de organismos tomando un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. A continuación, se muestra la fórmula para estimar dicho índice y el resultado obtenido para este estudio:

$$D = \sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)$$

$$N(N-1)$$

Dónde: S es el número de especies; N es el total de organismos presentes y n es el número de ejemplares por especie.

$$D = 0,09$$

- Índice de Simpson

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. A continuación, se muestra la fórmula para estimar dicho índice y el resultado obtenido para este estudio:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

$$D_{Si} = 0,91$$

- Diversidad beta

La diversidad Beta es el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales. La diversidad Beta es una dimensión que está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988).

El Coeficientes de similitud de Jaccard, se empleó para expresar el grado en el que dos muestras (Unidades de cobertura vegetal) son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Pielou 1975, Magurran 1988).

El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies.

- Organización trófica, espacial y temporal
 - Gremio trófico

Un gremio se define como un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una manera similar, entendiendo el recurso ambiental como alimentos, refugio, hábitat, entre otros, permitiendo agrupar especies sin tener en cuenta la posición taxonómica⁴.

Para el presente análisis la agrupación por gremio se realizó teniendo en cuenta el principal tipo de alimento consumido por cada especie según la información registrada en Handbook of the Birds of the World Alive (del Hoyo, Elliott, Sargatal, Christie, & de Juana, 2019), sin discriminar la forma como las especies realizan la extracción de este.

De acuerdo con esta información, las especies se clasificaron en 11 categorías: Carnívoro (Can), Carroñero (Car), Frugívoro (Fru), Granívoro (Gra), Insectívoro (Ins), Nectarívoro (Nec) y Piscívoro (Pis) para especies donde se reportó la preferencia por un tipo de recurso, y para especies que incluyen dentro de su dieta preferencial más de un tipo de alimento se agruparon en Frugívoro – Granívoro – Insectívoro (Fru-Gra-Ins), Granívoro – Insectívoro (Gra-Ins), Insectívoro – Frugívoro (Ins-Fru) y Omnívoro (Omn).

- Especies endémicas, vedadas o con alguna categoría de amenaza

La fracción de espacio geográfico donde una especie está presente y los límites políticos entre los países, son aspectos de interés para la definición de endemismos, categorización que permite asignar responsabilidades en las acciones pertinentes para la conservación (Brooks et al. 2006). Una especie con un área de distribución pequeña, inferior a los 50.000 km² y limitada a las fronteras políticas de un país se considera como un taxón Endémico (E) (Stattersfield et al. 1998, Stiles, 1998; Avendaño et al. 2017), por otro lado, cuando una especie “*presenta la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos*” es considerada como Casi endémica (CE)⁵.

Según estas definiciones y considerando el trabajo realizado por Chaparro et al., para el área del proyecto APE-COR15, se encontró una especie Endémica (E) el rastrojero rabilargo *Synallaxis*

⁴ Root, 1967, Simberloff & Dayan, 1991

⁵ Stiles, 1998

subpudica y dos especies Casi endémicas, el colibrí *Chlorostilbon poortmani*, y el semillero *Spinus spinescens*.

➤ ECOSISTEMAS ACUATICOS

Se realizó la caracterización de las comunidades hidrobiológicas en el área de influencia del proyecto en mención, con el fin de obtener una aproximación al estado de salud e integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos. Para ello, el laboratorio **MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental SAS**.

Las estaciones fueron elegidas usando como criterio las actividades del proyecto que pudiesen afectar a los ecosistemas acuáticos (locaciones, ocupaciones de cauce, captaciones de agua y vertimientos de aguas residuales tratadas). Así mismo, se tuvo en cuenta la representatividad hídrica de toda el área de influencia. En la **Tabla 2-34** se presentan los códigos (ID) otorgados a cada una de las estaciones de muestreo, la cuenca donde se encuentran, el cuerpo de agua correspondiente y sus respectivas coordenadas, se realizaron monitoreos en los dos periodo de clima uno de altas precipitaciones y el otro de abjas presipitaciones.

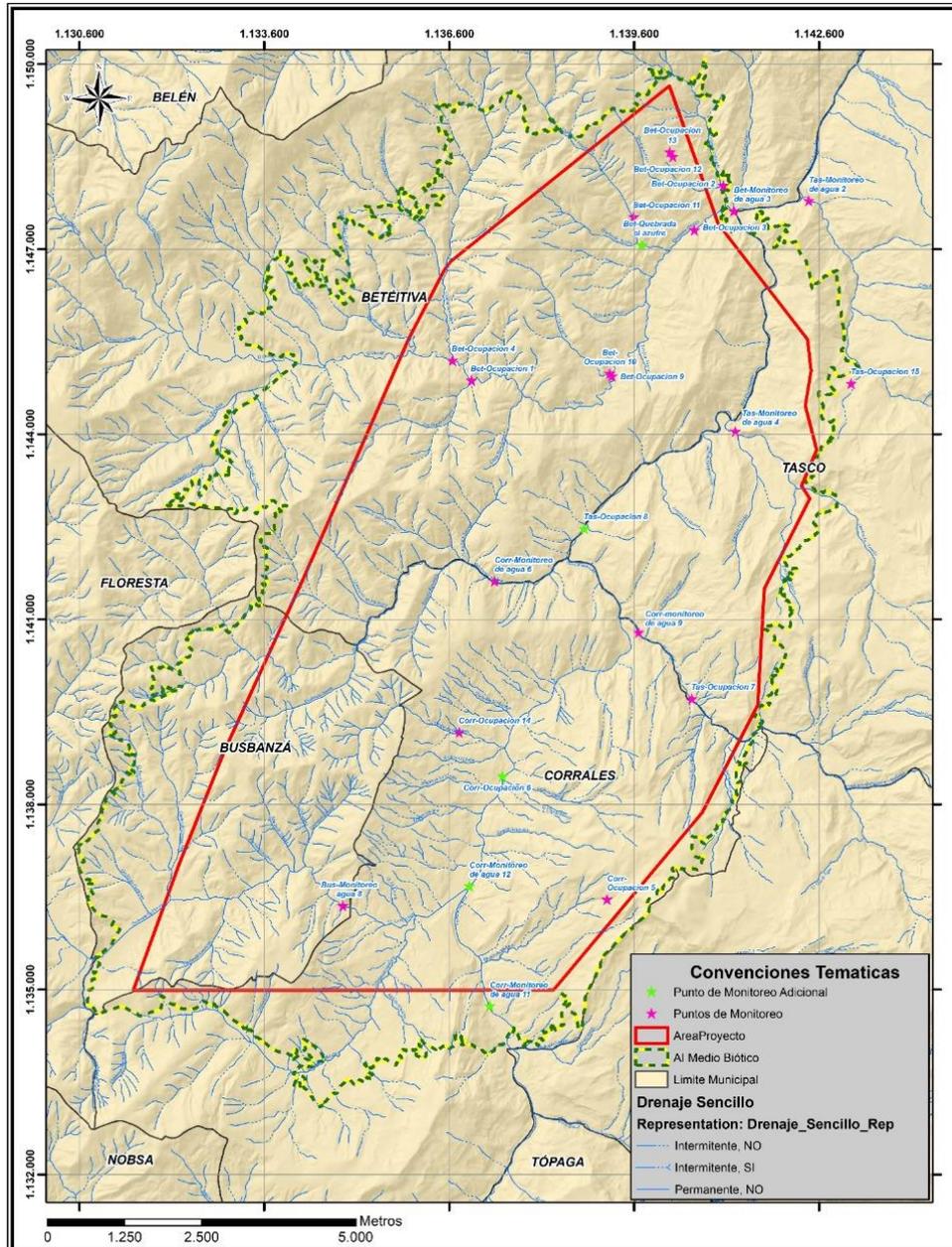


Figura 2-45 Ubicación de los puntos de monitoreo muestreadas por el componente Peces para el Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria COR-15, en los municipios de Corrales, Beteitiva, Busbanzá y Tasco; en el departamento de Boyacá
Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Tabla 2-34 Puntos de muestreo por el componente peces, para el Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria COR-15

PUNTOS DE MONITOREO DEL MUESTREO PROYECTO COR15				
NOMBRE	CUERPO_AGU	COOR_ESTE	COOR_NORTE	COTA
Bet-Monitoreo de agua 3	Q. Otenga	1141215	1147617	2305
Bet-Ocupacion 1	Q. Otenga	1136961	1144870	2580
Bet- Ocupacion 10	Q. Sicuanova	1139208	1144981	2438
Bet-Ocupacion 11	Quebrada Saurca	1139593	1147520	2468
Bet-Ocupacion 12	Q. Otenga	1140229	1148501	2673
Bet-Ocupacion 13	Q. Otenga	1140180	1148572	2680
Bet-Ocupacion 2	Quebrada Divaquia	1141046	1148030	2335
Bet-Ocupacion 3	Q. Otenga	1140576	1147309	2326
Bet-Ocupacion 4	Q. Otenga	1136652	1145196	2544
Bet-Ocupacion 9	Q. Otenga	1139241	1144941	2432
Bus-Monitoreo agua 8	Q. La Floresta-Busbanzá	1134874	1136357	2437
Corr-Monitoreo de agua 11*	R. Chicamocha	1137257	1134734	2422
Corr-Monitoreo de agua 12*	R. Chicamocha	1136926	1136677	2403
Corr-Monitoreo de agua 6	Q. Buntia	1137337	1141620	2476
Corr-monitoreo de agua 9	Q. Canelas	1139671	1140789	2413
Corr- Ocupacion 5	Quebrada Mal Paso	1139160	1136462	2859
Corr-Ocupacion 6*	R. Chicamocha	1137465	1138453	2393
Corr-Ocupacion 14	Quebrada Guasquin	1136762	1139169	2475
Bet-Quebrada el azufre*	Quebrada Azufre	1139722	1147067	2419
Tas-Monitoreo de agua 2	R. Chicamocha	1142434	1147783	2353
Tas-Monitoreo de agua 4	Q. Tenería	1141241	1144045	2348
Tas-Ocupacion 15	Quebrada Guaza	1143122	1144820	2397
Tas-Ocupacion 7	Q. Canelas	1140534	1139713	2397
Tas-Ocupacion 8*	R. Chicamocha	1138790	1142472	2342

Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019 *puntos de monitoeo adiciaonal segundo perío climatico

Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Siguiendo el criterio de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – US EPA (Barbour et al., 1999) para cuerpos de agua lóticos, se realizó la caracterización de los ensamblajes de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, como indicadores del estado ecológico y calidad de las aguas en el área de estudio. Los protocolos de muestreo empleados para cada una de estas comunidades siguen las disposiciones del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater edición 22 (APHA, AWWA, WEF, 2012), así como los de la US EPA (Barbour et al.,

1999). A continuación, se describen dichas metodologías; la descripción de la fase de campo (captura y colecta de especímenes) hace referencia a cada una de las estaciones de muestreo.

- Peces

Fase de campo

La captura de peces en la mayoría de las estaciones se llevó a cabo empleando una atarraya de 2 m de diámetro y 1 pulgada de tamaño de malla (ver **Fotografía 2-27**), realizando un esfuerzo de muestreo de 10 lances de atarraya por estación de muestreo. En las estaciones M12, M17, M19 y M21, se empleó como arte de pesca la red de arrastre (ver **Fotografía 2-28**), realizando un esfuerzo de muestreo de 10 arrastres de 10 m de longitud por estación.



Fotografía 2-27 Muestreo de Peces con Atarraya
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019



Fotografía 2-28 Muestreo de Peces con Red de Arrastre
Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Los individuos capturados fueron identificados en campo, empleando para ello las claves taxonómicas y referencias de Dahl (1971), Galvis et al. (1997), Mojica et al. (1999), Salinas y Agudelo (2000), Villa-Navarro et al. (2003), Maldonado-Ocampo et al. (2005), Mojica et al. (2006) y Maldonado-Ocampo (2008). Se contaron los especímenes capturados de cada especie y se tomaron fotografías de ejemplares (ver ejemplo: **Fotografía 2-29**).



Fotografía 2-29 Trucha Arcoiris, *Oncorhynchus Mykiss*

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Fase de post-campo

La clasificación y nomenclatura taxonómica utilizadas se ajustaron a la propuesta de la base de datos FishBase (www.fishbase.org). Los datos fueron organizados y tabulados. Se realizó un análisis del ensamblaje de peces en el área de estudio, comparando la riqueza y composición de cada punto de monitoreo.

Se identificaron las especies de interés. Se revisaron el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia 2012 (Mojica et al., 2012), la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Lista Roja de la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN), para identificar las especies amenazadas. Se consultó la literatura nacional sobre peces dulceacuícolas para identificar las especies endémicas o casi endémicas, las especies con hábitos migratorios, las especies de importancia económica como recurso pesquero, y las especies de importancia comercial como ornamentales.

Macroinvertebrados bentónicos

Fase de campo

Los macroinvertebrados bentónicos se muestrearon con una red Surber de 30cm x 30cm de área y 180 μ m poro de malla. El esfuerzo de muestreo fue de 5 colectas con la red Surber, para un área total de 0,45 m².

El material retenido por la red se colocó sobre una bandeja plana, donde se seleccionó el material de mayor tamaño (rocas, troncos, hojarasca, etc.) para ser limpiado y eliminado in situ. El material limpio y de menor tamaño (donde se encuentran los especímenes) se colocó en un frasco plástico hermético. La muestra compuesta se preservó con solución Transeau (6 partes de agua destilada: 3 partes de alcohol al 70%: 1 parte de formol al 4%) hasta completar el volumen del recipiente. Se

agregó Rosa de Bengala para teñir los organismos. Los frascos fueron almacenados en neveras portátiles y transportados al laboratorio.



Fotografía 2-30 Muestreo de Macroinvertebrados
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Fase Post-campo

Análisis en laboratorio

En el laboratorio las muestras fueron lavadas y tamizadas, utilizando una columna de tamices con poros de malla de 2 mm y 250 μm de acuerdo con las especificaciones de Barbour (1999), lo cual permite separar los organismos por tamaño y eliminar el sedimento fino. El material retenido de mayor tamaño se dispuso sobre una bandeja blanca, y con la ayuda de una lupa se retiraron los organismos. El material retenido de menor tamaño se dispuso en cajas de Petri, y con la ayuda de un estereoscopio se retiraron los organismos.

Los organismos separados son colocados en cajas de Petri limpias, y se observaron con un estereoscopio. Se realizó el conteo de todas las morfo especies identificadas hasta que se estabilizó la curva de acumulación de especies. La identificación se realizó hasta la mayor resolución taxonómica posible, utilizando para ello los trabajos de McAfferty (1981), Machado (1989), Merrit & Cummins (1996), Roldán (1996), Muñoz (1997), Bouchard, (2004), Domínguez et al. (2006), Domínguez y Fernández (2009) y Ramírez et al. (2010). Se tomaron fotografías de cada morfo especie identificada (ver ejemplo: Fotografía 1.5.2-53). La clasificación y nomenclatura empleadas se tomaron de la base de datos Integrated Taxonomy Information System (www.itis.gov).

Trabajo en Oficina

Los datos fueron organizados y tabulados. Se realizó un análisis de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio, comparando los resultados de las 26 estaciones de muestreo. Para ello se determinaron la riqueza y la abundancia relativa de los taxones identificados, y se calcularon los índices ecológicos más representativos de la estructura del ensamblaje: Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson. Igualmente, se realizó un análisis de similitud entre los puntos de monitoreo, utilizando el índice de Jaccard.

Se realizó un análisis de esta comunidad como indicadores biológicos de la calidad del agua. Para este fin, se calculó el índice BMWP/Col para cada estación, se revisó la literatura referente a familias bioindicadoras, y se correlacionaron los resultados con los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los mismos puntos de muestreo.

Perifiton

Fase de campo

Se colectaron las comunidades perifíticas mediante el raspado de superficies sumergidas (rocas, pedazos de troncos, vegetación sumergida, etc.), procurando tomar dichos sustratos de los distintos tipos de microhábitats presentes en el tramo muestreado. Para ello, se usó como unidad de muestreo un cuadrante de 9cm x 9cm, y se realizó un esfuerzo de muestreo de 5 cuadrantes.



Fotografía 2-31 Muestreo de Perifiton

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

El raspado se realizó con un cepillo de dientes, y se colocaron las submuestras en un recipiente de 60 ml lavando el cepillo con agua destilada. La muestra compuesta resultante fue preservada con solución Transeau (6 partes de agua destilada: 3 partes de alcohol al 70%: 1 parte de formol al 4%) en proporción 1:1 con respecto al volumen de la muestra. Se agrega Lugol de Gram para la tinción de la muestra. Los recipientes fueron almacenados en neveras portátiles y transportados al laboratorio.

Fase post-campo

Análisis en Laboratorio

En el laboratorio cada muestra fue homogeneizada manualmente. Se tomaron alícuotas de 1 ml, se colocaron en una cámara de conteo Palmer, y se observaron en un microscopio óptico invertido (aumento 40X) para identificar las microalgas hasta género. Se tomaron fotografías de un

espécimen de cada género identificado. Se realizó el conteo de las microalgas hasta contar 200 células o individuos del género más abundante, anotando el número de individuos contados de cada género y el volumen total de muestra observado. A partir de estos datos se determinaron las densidades de cada género, dadas en individuos por cm² (ind/cm²).

Para la identificación taxonómica de los géneros se utilizaron como referencias los trabajos de Parra et al. (1982a, 1982b, 1983a, 1983b, 1983c), Cox (1996), Barry et al. (2000) y Bicudo & Menezes (2006). La clasificación y nomenclatura empleadas se tomaron de la base de datos Integrated Taxonomy Information System (www.itis.gov).

Trabajo en Oficina

Los datos fueron organizados y tabulados. Se realizó un análisis de la estructura de la comunidad fitoperifítica en el área de estudio, comparando los resultados de las 26 estaciones de muestreo. Para ello se determinaron la riqueza y la abundancia relativa de los géneros, y se calcularon los índices ecológicos más representativos de la estructura del ensamblaje: Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson. Igualmente, se realizó un análisis de similitud entre los puntos de monitoreo, utilizando el índice de Jaccard.

Se realizó un análisis del ensamblaje de algas perifíticas como indicadores biológicas de la calidad del agua. Para este fin, se revisó la literatura referente a especies bioindicadoras, y se correlacionaron los resultados con los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los mismos puntos de muestreo.

2.3.5 Medio Socioeconómico

La estructura de la ruta de acción del medio socioeconómico parte de las especificaciones para la consecución de la información primaria, la participación y socialización con la comunidad y la estructura de trabajo de cada uno de los componentes que hacen parte del medio.

➤ PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN CON LAS COMUNIDADES

De acuerdo con la conceptualización hecha por el MADS y como se amplió en el aparte del área de influencia, son unidades territoriales mayores para el estudio el departamento de Boyacá, específicamente los municipios de Betéitiva, Busbanzá, Corrales y Tasco; así mismo hay 18 unidades territoriales menores al interior de estos municipios, como se presenta a continuación:

Tabla 2-35 Identificación del área de influencia del medio socioeconómico

MUNICIPIO	No.	VEREDA	SECTOR
Betéitiva	1	Buntia	
	2	Centro	
	3	Divaquía	
	4	Saurca	
	5	Soiquíá	
	6	Otengá	
Busbanzá	7	Cusagota	
	8	Quebradas	
	9	El Tobo	

MUNICIPIO	No.	VEREDA	SECTOR
	10	Tonemí	
Corrales	11	Buenavista	
	12	Corrales	
	13	Didamón	
	14	Modecá	
	15	Reyes Patria	
Tasco	16	Canelas	Bolívar
	17	Santa Bárbara	La Hacienda
	18	San Isidro	Costa Rica

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Teniendo en cuenta la organización político-administrativa realizada por las administraciones municipales y enmarcadas en los Esquemas de Ordenamiento Territorial, se encuentran diferencias con las unidades territoriales identificadas en campo, frente a su existencia y delimitación. Las comunidades han conformado sectores veredales que aún no han sido incluidos dentro de las delimitaciones oficiales de los municipios; los cuales cuentan con organización comunal, legalmente constituida. Partiendo de la información suministrada se resalta la división por sectores presentada en el municipio de Tasco.

El municipio de Tasco, debido a la complejidad de las relaciones socio espacial que presenta, en donde algunas juntas de acueducto rural y juntas de acción comunal mantienen una subdivisión de acuerdo a construcciones sociales, dadas por la jurisdicción que tienen como organización social. La delimitación del área de influencia del Proyecto COR-15 de manera particular en el municipio de Tasco por medio de la cartografía social valida la presencia de los sectores veredales, en la vereda Canelas se identifica al sector Bolívar; por su parte, en Santa Bárbara se incluyen el sector La Hacienda y en la vereda San Isidro se incluye el sector Costa Rica.

Es pertinente mencionar que la información presentada referente al hallazgo anterior fue proporcionada por las comunidades del área de influencia y es reflejo de las dinámicas propias del territorio, lo cual hace que el presente estudio se desarrolle, haciendo la salvedad, que los sectores identificados son los que se presentaran en este documento como unidades territoriales, lo anterior acorde a lo identificado en la fase de campo que desarrollo el componente socioeconómico y definió el Área de Influencia

Etapas del proceso de socialización

En el desarrollo de la participación social se promueve el ejercicio de los derechos y deberes otorgados por la legislación colombiana a las comunidades, organizaciones, líderes, autoridades locales y regionales, al interior del territorio influenciado por los alcances de un proyecto obra o actividad, los cuales son considerados como grupos de interés.

Con el fin de facilitar la participación de la ciudadanía, tanto para la obtención de información que permita la correcta caracterización de los aspectos socioeconómicos y culturales de la zona como para la construcción conjunta de las medidas de manejo adecuadas a su realidad, el abordaje metodológico se hará desde el Diagnóstico Situacional Participativo, siendo esta una técnica que promueve la participación de las autoridades locales y las comunidades del área de estudio del proyecto; el objetivo del enfoque no es solo la recolección de información puntual de la unidades territoriales involucradas, y sus actores o grupos de interés, sino también el análisis de las

situaciones, lo que permite darle un estatus de importancia a la población a través de la participación.

La base legal para referirse a la participación se centra en la Constitución Política Nacional de Colombia, en el Capítulo 3 de los “Derechos colectivos y del medio ambiente”, en su Artículo 79 donde se consagra: *“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.”*

Para reglamentar los anteriores preceptos de la Constitución Política Nacional de 1991, se han expedido leyes que consagran aspectos sobre la participación en procesos de licenciamiento ambiental. En primera instancia se destaca la **Ley 99 de 1993**, que especifica los modos y procedimientos de la participación ciudadana asociados a los derechos ambientales, específicamente como se enuncia a continuación:

Artículo 69: *“Cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, sin necesidad de demostrar interés jurídico alguno, podrá intervenir en las actuaciones administrativas iniciadas para la expedición, modificación o cancelación de permisos o licencias de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente o para la imposición o revocación de sanciones por el incumplimiento de las normas y regulaciones ambientales.”*

Para fines de lo expuesto a lo largo del presente ítem se relacionan los actores con los que se realizó el proceso de relacionamiento, antes, durante y tras la elaboración del estudio ambiental; en cumplimiento con lo estipulado por la Ley 134 de 1994, o Ley de Participación Ciudadana, se adelantaron las actividades informativas y de comunicación en los espacios de socialización y acercamiento, bajo el siguiente esquema que contempla los diferentes niveles de participación:

- *Autoridades municipales:*

Representan las unidades territoriales mayores de influencia, en este caso son los municipios en donde se realizará el proyecto de exploración. Son las autoridades elegidas de manera democrática y que se constituyen como la máxima autoridad a nivel municipal (Alcaldía de Betéitiva, Busbanzá, Corrales y Tasco, así como las Personerías de cada municipio). En las actividades propias de acercamiento se visitaron a los funcionarios de las administraciones municipales, para darles a conocer el proyecto y coordinar las reuniones de socialización en sus tres momentos.

- *Representantes Juntas de Acción Comunal-J.A.C.- y líderes comunitarios:*

Las juntas de acción comunal, son las organizaciones reconocidas a nivel comunitario según la Ley 743 del 5 junio de 2002. Es la J.A.C. la cabeza visible de la comunidad quien la representa ante los diferentes entes. Se adelantaron reuniones informativas de acercamiento con representantes de las J.A.C. de las diferentes unidades territoriales en el área de influencia, presentándoles el inicio de las actividades para la elaboración del EIA y programando una fecha de socialización con la comunidad en general y los diferentes actores presentes en la unidad territorial.

- *Comunidades:*

Representan a los habitantes asentados en las unidades territoriales menores del área de influencia del Proyecto APE COR-15, en total se identificaron 15 veredas y 3 sectores ubicados en los municipios de Betétiva, Busbanzá, Corrales y Tasco.

Con el fin de llevar a cabo un proceso de relacionamiento adecuado se hizo una labor de avanzada o scouting para identificar los actores sociales específicos en cada unidad territorial del área de estudio, así como hacer radicación de oficios de solicitud de información secundaria relevante para el mismo. Seguidamente a este scouting se hicieron los acercamientos y convocatoria respectivos para adelantar las reuniones del momento de apertura. Posteriormente se adelantaron las labores de campo y con el levantamiento y procesamiento de la información recolectada, se planeó el segundo momento de relacionamiento o taller de impactos y finalmente el tercer momento o de entrega de resultados con los diferentes actores sociales.

➤ **MOMENTOS**

Se desarrollaron tres momentos de participación; el primero hace referencia al desarrollo de la reunión informativa, la caracterización socio-económica y cultural y la socialización del proyecto; un segundo momento con la realización del taller de impactos, medidas de manejo y avance del estudio. El tercer momento se enmarca en la presentación de los resultados del estudio a las autoridades municipales y comunidades del área de influencia con el fin de validar la información presentada con los diferentes grupos de interés.

- Primer momento de relacionamiento o apertura

Atendiendo el concepto de socialización de proyectos establecido en la Guía técnica GTC 250 del ICONTEC, como el proceso de comunicación en que la organización transmite a sus partes interesadas la información, en relación con un proyecto (duración, actividades, impactos y medidas de manejo, entre otros), incluyendo retroalimentación sobre la información transmitida. El objetivo de este primer momento fue dar a conocer a los pobladores del área de influencia las particularidades del estudio de impacto ambiental, sus aspectos técnicos y ambientales, así como atender sus diferentes inquietudes. Este espacio permitió contextualizar a la comunidad en el trabajo que se realizó bajo el marco de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. Al finalizar el mismo se aplicaron diferentes instrumentos y técnicas de recolección de información primaria, base para la elaboración de la caracterización socioeconómica y cultural.

El ejercicio de información y comunicación con las autoridades ambientales y municipales se realizó del 23 al 30 de octubre de 2018, iniciando con un recorrido en donde se radican las comunicaciones tendientes a informar a las diferentes dependencias sobre el inicio de las actividades del EIA. Con las unidades territoriales identificadas en el área de influencia se adelantaron las reuniones de socialización en esta primera fase durante los meses de octubre de 2018 a marzo de 2019.

De igual forma se realizó reunión de presentación del proyecto con la Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ, a quien se informó del proceso que adelanta la U.P.T.C., respecto al Estudio de Impacto Ambiental, las características del proyecto Área de Perforación Exploratoria COR-15, también, se indicó a la Subdirección de Recursos Naturales de la entidad, la importancia de conocer de los procesos que se tramitan ante la Autoridad Nacional de Licencia Ambientales ANLA y los espacios en que las Autoridades Regionales participan para la toma de decisiones. (Ver **Fotografía 2-32**).



**Fotografía 2-32 Socialización Estudio de Impacto Ambiental proyecto APE COR-15
CORPOBOYACÁ-Subdirección de Recursos Naturales**

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- Segundo momento de relacionamiento o Taller de Impactos

En este momento se adelantó la identificación de impactos y medidas de manejo de manera conjunta con la comunidad y la administración municipal en los escenarios sin y con proyecto, teniendo en cuenta los componentes: biótico, abiótico y socio-económico; así mismo se reconoció la percepción y valoración de la comunidad con un ejercicio participativo. Este segundo momento se adelantó durante el mes de julio de 2019.

- Tercer momento de relacionamiento o entrega de resultados

Una vez consolidado el estudio incluyendo el Plan de Manejo Ambiental, se presenta el mismo ante las autoridades locales, así como a los actores sociales interesados de las unidades territoriales del área de influencia. El objetivo principal de este momento fue dar a conocer a las autoridades, administraciones municipales, líderes comunitarios y comunidad en general, los resultados obtenidos en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para Proyecto APE COR-15, enfatizando en la evaluación ambiental y las medidas de manejo que se implementarán en la ejecución de las etapas del proyecto. De igual forma se constituye en un escenario de retroalimentación que propicia el aclarar dudas y expectativas. Esta socialización permite empoderar a la comunidad y autoridades de la información consignada en el estudio, devolviendo los conocimientos aportados por ellos a lo largo de la construcción del mismo, asegurando la comprensión de los contenidos, así como su interiorización. Este momento se adelantó durante los meses de agosto y septiembre de 2019.

A continuación, se describen de manera detallada las actividades adelantadas en los diferentes momentos de relacionamiento.

5.1.1.1 Avanzada o scouting: verificación de comunidades existentes en las unidades territoriales menores e interlocución inicial con actores sociales.

Se realizó el recorrido por los diferentes municipios y dependencias, para a manera de scouting identificar las unidades territoriales (sectores, caseríos, centros poblados) presentes en el área de influencia. Este ejercicio permitió inventariar las diferentes organizaciones y comunidades existentes en el área de estudio conllevando a una adecuada planeación y organización del

proceso de socialización con cada una de ellas. De otro lado, se hace la radicación de oficios de solicitud de información oficial del área de estudio.

El Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tasco presenta una división veredal, sin embargo, esta información en algunos casos no coincide con lo encontrado en campo, por lo que fue necesario realizar una visita a la administración municipal, para que de primera fuente se pudiese contrastar y verificar con la información de la secretaría de participación y democracia de la gobernación de Boyacá, la existencia o no de determinadas unidades territoriales, así como de la organización comunal presente en cada una de ellas.

En el municipio de Tasco se identifica la presencia de organizaciones sociales de base identificadas como juntas administradoras de acueducto rural y juntas de acción comunal las cuales como forma de organización han realizado una subdivisión interna del territorio, dado principalmente por las dimensiones de su jurisdicción, división que es reconocida y legitimada por los habitantes que habitan cada una de las unidades territoriales y que los lleva a identificarse de manera particular con estos sectores veredales. La delimitación del área de influencia del Proyecto COR-15 en el municipio de Tasco valida la presencia de los sectores veredales y cruzado con el APE reconoce que en la vereda Canelas se identifica al sector Bolívar; por su parte, en Santa Bárbara se incluye el sector La Hacienda y en la vereda San Isidro el sector Costa Rica.

➤ **Caracterización Arqueología**

Como parte del Programa de Arqueología Preventiva para el Estudio de Impacto Ambiental se realizó un diagnóstico arqueológico dentro del área de influencia directa del proyecto en conformidad con el Régimen Legal y Lineamientos Técnicos de los Programas de Arqueología Preventiva en Colombia (ICANH 2010). Las actividades realizadas no requirieron de autorización de intervención proferida por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), en la medida que no se realizó ningún tipo de transformación de bienes y contextos arqueológicos. De este modo, la caracterización arqueológica el área, que incluyó la documentación de evidencias y la observación del uso y explotación que en el pasado se hizo del paisaje, se lograron a través de la ejecución de las siguientes actividades.

Documentación

Durante esta fase se hace la revisión de documentación primaria y secundaria, existente para el área de trabajo y la zona adyacente. Se revisan dos tipos de documentos: a) Informes arqueológicos publicados y no publicados (los no publicados se consultan directamente en la biblioteca del ICANH); b) Documentos etnohistóricos. El objetivo de dicha revisión es construir un panorama general de la ocupación prehispánica de la zona, definir áreas donde se hayan realizado hallazgos arqueológicos y establecer una tipología de los sitios arqueológicos.

Zonificación arqueológica

Con base en la documentación anteriormente mencionada y la información geográfica (particularmente tipos de suelo, hidrología y curvas de nivel) se construye un mapa de zonificación arqueológica. Esta zonificación indica áreas de potencial arqueológico Alto, Medio y Bajo.

Reconocimiento de paisaje y visita a lugares puntuales. Con base en la zonificación arqueológica se programa una visita de reconocimiento para corroborar la información en el campo. Si la información colectada amerita la observación de algún sitio en particular se procura su visita. Si se ha identificado algún museo o colección que contenga piezas arqueológicas se programa su consulta.

Elaboración de documento

El documento es una memoria explicativa y analítica donde se condensa la información compilada en la fase de documentación y se presentan los criterios para la zonificación arqueológica.

Radicación de documento al ICANH.

Según requerimientos del ANLA, para esta fase se requiere radicar el documento al ICANH.

➤ **Componente Demográfico**

Para comprender buena parte de la dinámica social, económica y de interacción con el territorio por parte de una población, es necesario comprender las tendencias demográficas que han determinado las características y dinámicas de los diferentes grupos poblacionales, las implicaciones de variaciones demográficas, o de índices altos de población flotante, conllevan un entendimiento diferencial sobre los posibles efectos antrópicos que pueden generarse a partir del análisis poblacional.

Varios de los indicadores que miden la calidad de vida de las personas están relacionados con las condiciones educativas y de acceso a los servicios de salud de las personas, que junto con otros indicadores sociales permiten entender las características específicas de una población, su relación con la institucionalidad, las oportunidades de acceso que tienen a diferentes servicios, así como las posibilidades que surgen a partir del fortalecimiento del tejido social.

Con el fin de realizar el análisis demográfico del área de estudio, este componente será analizado y organizado a través de tres diferentes temas que reúnen de manera sistemática los aspectos más importantes relacionados con el componente demográfico. El primero de estos temas es el análisis de la evolución poblacional del área de estudio tanto directa como indirecta, estableciendo las tendencias de crecimiento poblacional a partir de los datos arrojados por los últimos tres censos poblacionales realizados a nivel nacional.

El segundo tema es el análisis de la composición de la estructura poblacional del área de estudio, con el fin de establecer las dinámicas precisas de crecimiento o decrecimiento de manera específica y diferencial para grupos determinados de población, a través del análisis de grupos etarios y por sexo.

El tercer y último tema es el que recoge los principales indicadores sociodemográficos que permiten caracterizar las condiciones de vida y desarrollo de los pobladores de la zona y de cada una de sus veredas, analizando importantes aspectos como la salud, la educación y las condiciones que determinan la calidad de vida de las personas.

La estructuración de los temas que hacen parte del componente demográfico permite ir avanzando en el análisis escalar desde el análisis de los datos municipales hacia la caracterización veredal como unidad de análisis dentro de la composición del área directa de influencia.

Así como el componente será estructurado a través de los tres temas enunciados, estos también serán desarrollados a través de subtemas concretos que van a permitir un análisis preciso y concreto de la realidad sociodemográfica de la población que habita en el área.

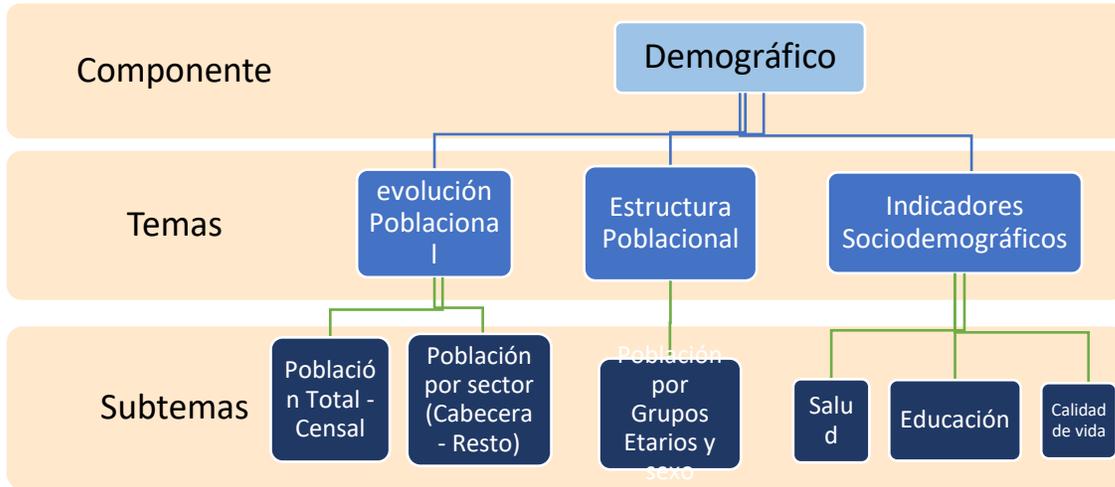


Figura 2-46 Estructura del Componente Demográfico

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Para el desarrollo de este componente y cada uno de los temas y subtemas que lo componen se han identificado las posibles fuentes de información que permitan el desarrollo de los indicadores y parámetros de cualificación y cuantificación de los mismos, la información se presenta en la **Tabla 2-36**:

Tabla 2-36 Temas, Subtemas y posibles Fuentes de Información del Componente Demográfico

COMPONENTE	TEMA	SUBTEMA	FUENTES DE INFORMACIÓN
DEMOGRÁFICO	EVOLUCIÓN POBLACIONAL	Población Total	*XV Censo de Población y IV de Vivienda de 1985 - DANE *XVI Censo de Población y V de Vivienda de 1993 - DANE *XVII Censo de Población y VI de Vivienda de 2005 - DANE
		Población por sector	*XV Censo de Población y IV de Vivienda de 1985 - DANE *XVI Censo de Población y V de Vivienda de 1993 - DANE *XVII Censo de Población y VI de Vivienda de 2005 - DANE * Planes de desarrollo municipales
	ESTRUCTURA POBLACIONAL	Población por grupos etarios y sexo	*Proyecciones poblacionales del XVII Censo de Población y VI de Vivienda de 2005 - DANE * Planes de desarrollo municipales *Planes de Ordenamiento Territoriales * III Censo Nacional Agropecuario – DANE

COMPONENTE	TEMA	SUBTEMA	FUENTES DE INFORMACIÓN
	INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS	Salud	<ul style="list-style-type: none"> * Planes de desarrollo municipales * Planes de Ordenamiento Territoriales * III Censo Nacional Agropecuario - DANE * Sistema de Información Comunitario de Atención Primaria en Salud, - SICAPS- de cada municipio * Base de datos del SISBEN de cada municipio * Instrumento de recolección de fichas veredales
		Educación	<ul style="list-style-type: none"> * Planes de desarrollo municipales * Planes de Ordenamiento Territoriales * III Censo Nacional Agropecuario - DANE * Sistema Integrado de Matricula - SIMAT- de la secretaría de Educación Departamental * Base de datos del SISBEN de cada municipio * Instrumento de recolección de fichas veredales
		Calidad de Vida	<ul style="list-style-type: none"> * III Censo Nacional Agropecuario - DANE * Cifras del Kit territorial - DNP * DANE - Estadísticas por tema, Pobreza y condiciones de vida * Instrumento de recolección de fichas veredales

➤ COMPONENTE ESPACIAL

Dentro del análisis y estudios ambientales se percibe la necesidad de establecer zonas de trabajo como las áreas de influencia, divisiones político-administrativas o sectores de carácter y definición sociales, esto hace parte de la cualificación y cuantificación del espacio, la información documental se complementa con la conceptualización gráfica de las dinámicas socioculturales, bióticas y abióticas. Para el caso del medio socioeconómico la interpretación espacial se puede resumir en la representación de dos temas básicos, los servicios públicos y los servicios sociales, donde se establecen condiciones referentes a su cobertura, calidad e infraestructura georreferenciada.

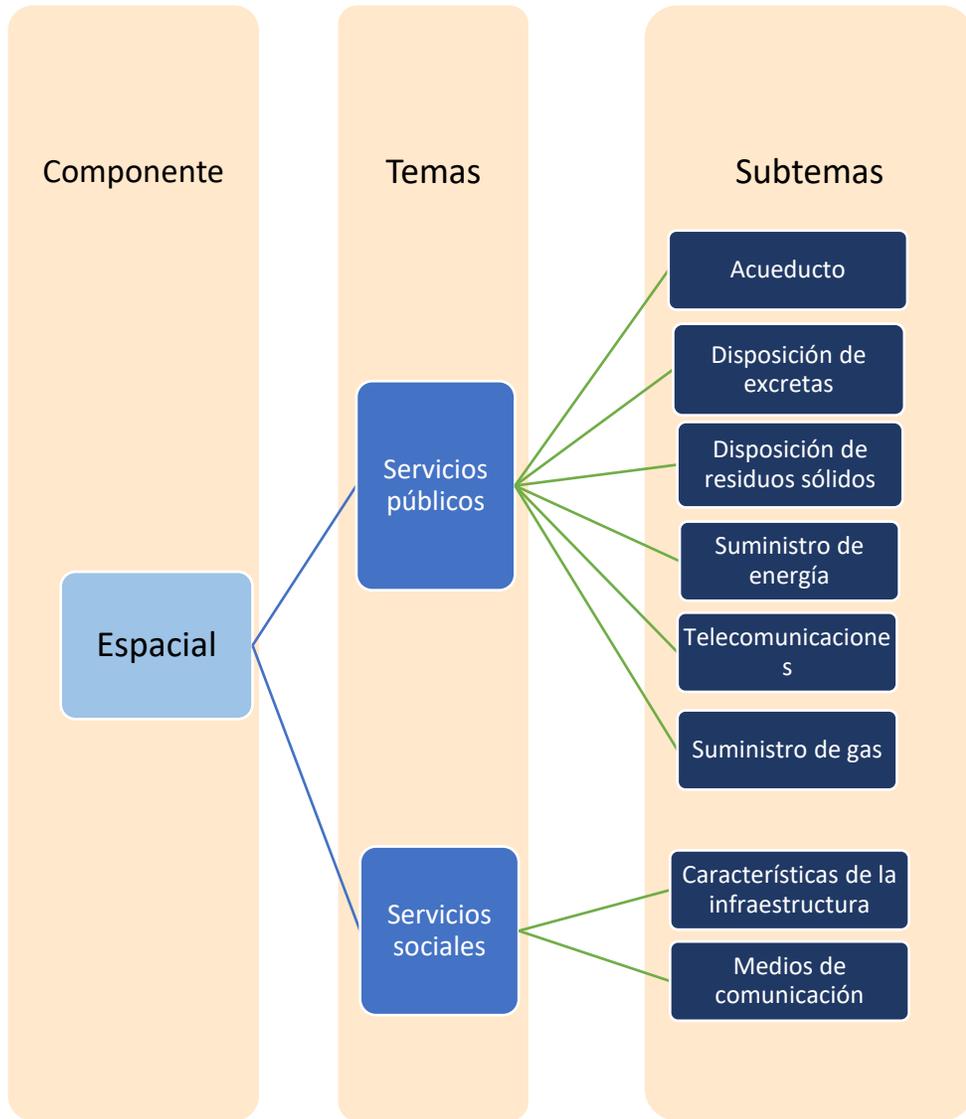


Figura 2-47 Estructura del Componente Espacial Servicios Públicos

Fuente: UPTC- INCITEMA, 2019

Referido a aquellas prestaciones sociales que brindan las administraciones públicas o empresas privadas buscando mejorar las condiciones de vida de una comunidad, en lo concerniente al estudio se tendrán en cuenta los siguientes subtemas:

Acueducto

El agua como elemento vital representa, desde los aspectos socioeconómicos, el instrumento de decisión para el establecimiento y progreso de las sociedades, el sistema de acueducto es de una de las infraestructuras primarias al construir y expandir las zonas urbanas e incluso rurales se evalúan los siguientes subtemas:

- Fuentes de abastecimiento
- Tipo de captación
- Tratamiento
- Almacenamiento
- Disposición de excretas

La destinación y tratamiento de las excretas humanas hace parte del instrumento metodológico para la evaluación socioeconómica, brindando una descripción de la adaptación y conciencia de las personas ante las circunstancias que conlleva el tratamiento de estos residuos, se enumeran entre otros, los siguientes sistemas de disposición:

- Alcantarillado
- Pozos sépticos
- Letrinas
- Cuerpos de agua
- A cielo abierto
- Disposición de residuos sólidos

La gestión integral de residuos sólidos hace parte de las obligaciones de las administraciones municipales, de manera general el servicio está garantizado en las zonas urbanas de los municipios estudiados, sin embargo, es preponderante conocer el nivel de cobertura y si las zonas rurales cuentan la prestación de este servicio. De acuerdo al tipo de residuo y tratamiento se tienen en cuenta algunas formas de disposición:

- Separación en la fuente
- Relleno sanitario
- Incineración
- No hay disposición final

Suministro de energía y gas se evalúa de igual manera la calidad y cobertura del servicio de energía, para tal fin se hace una identificación de las entidades prestadoras del servicio y si la población rural, la más vulnerable a la falta del servicio, cuenta con el suministro.

Haciendo uso de información secundaria se establecen las condiciones preliminares de prestación de los servicios dirigidos a la sociedad, los cuales son discriminados por las unidades básicas de análisis que para el caso de este estudio son las veredas, sin embargo, teniendo en cuenta que existe una sectorización informal de carácter social, por actividades sociales o condiciones topográficas y teniendo como referencia el polígono de estudio general para la exploración, se hace énfasis en el área de influencia directa que será determinada a través del procesamiento de la información secundaria que será corroborada por las actividades de campo. Dependiendo de la naturaleza del parámetro evaluado se considera la pertinencia de realizar un registro de la ubicación geográfica.

Con el fin de realizar una tipificación de la calidad y cobertura de la prestación de los servicios públicos se tienen en cuenta las siguientes fuentes de información:

- Secretarías de Obras Públicas, Planeación y Desarrollo Municipal (Corrales, Busbanzá, Betétiva y Tasco).

- Empresa de servicios públicos domiciliarios E.S.P. (Corrales, Busbanzá, Betétiva y Tasco).
- Planes de gestión integral de residuos sólidos (Corrales, Busbanzá, Betétiva y Tasco).
- Corpoboyacá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.
- Entrevistas con la comunidad.

Servicios sociales

Las especificaciones para los servicios sociales tienen que ver con las condiciones físicas de las instalaciones y sus ubicaciones, en este sentido se tienen en cuenta las siguientes condiciones:

Identificación y tipificación de infraestructura existente:

- Centros de salud
- Instituciones educativas
- Centros de recreación y deporte
- Caracterización generalizada de las viviendas
- Infraestructura vial
- Complejo ferroviario
- Centrales de abastos, zonas de comercio de víveres
- Medios de comunicación

Radio, prensa y relacionados: La tipificación de los servicios sociales será llevada a cabo mediante la inspección de las instalaciones, apoyada en la cualificación visual, toma de coordenadas, registro fotográfico y entrevistas con la comunidad en los casos en que corresponda. Haciendo uso de herramientas de procesamiento de información espacial se plantea la creación de cartografía específica en cuanto a los servicios analizados, para tal efecto se relacionan estas variables en la **Tabla 2-37**.

Tabla 2-37 Temas, Subtemas, Parámetros y Posibles Fuentes de Información del Componente Espacial

TEMA	SUB-TEMA	PARÁMETRO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Servicios públicos	Acueducto	Fuentes de abastecimiento	Juntas de acueducto veredal y/o empresa de acueducto municipal, Planes maestros de acueducto y alcantarillado.
		Tipo de captación	
		Tratamiento	
		Almacenamiento	
	Disposición de excretas	Alcantarillado	Dependencias municipales para el manejo del recurso hídrico, centros de salud
		Pozos sépticos	
		Letrinas	
	Disposición de residuos sólidos	A cielo abierto	PGIRS, Empresas de servicios públicos
		Separación en la fuente	
		Relleno sanitario	
		Incineración	

TEMA	SUB-TEMA	PARÁMETRO	FUENTE DE INFORMACIÓN
	Suministro de energía	No hay disposición final	Entrevistas, empresas prestadoras (EBSA)
		Si	
		No	
	Telecomunicaciones	Telefonía celular	Empresas locales de internet hogar, entrevistas
		Telefonía fija	
		Internet hogar	
	Suministro de gas	Gas natural	Entrevistas, empresas prestadoras del servicio
		Cilindro (propano)	
		Sin servicio	
	Servicios sociales	Características de la infraestructura	Instituciones de salud
Instituciones de educación			
Viviendas			
Vías			
Infraestructura ferroviaria			
Medios de comunicación		Radio	Alcaldías municipales, entrevistas
		Prensa	

➤ Componente Económico

Con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica regional y determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales, para precisar en fases posteriores las variables que se verán afectadas con las actuaciones del proyecto, se desarrollará en el componente económico una caracterización de las principales condiciones bajo las cuales se desarrollan las actividades productivas en el territorio del área de estudio.

Con el fin de adelantar el análisis del componente económico, este se estructuró a través de 4 temas generales, el primero de ellos es el uso del suelo y ocupación productiva del territorio, que a su vez se desarrollara a partir del análisis de la estructura de propiedad desde el desarrollo de las actividades productivas y de la información catastral del área de estudio, la condición de tenencia y distribución de unidades productivas y del uso y coberturas del suelo.

El segundo tema es el análisis de la vocación productiva y el desarrollo de los sectores económicos desde la descripción y el análisis del sector primario (agricultura y ganadería), y la evaluación del grado de desarrollo del sector secundario y terciario.

El tercer tema comprende el análisis del grado de desarrollo de los factores productivos, distinguiendo subtemas como las principales características del mercado laboral y la formación de capital humano, infraestructura relacionada con el sector productivo, desarrollo de cadenas productivas, incorporación de mejoras tecnológicas y bienes de capital y acceso a recursos de financiamiento y crédito.

El cuarto y último tema incluye otros factores asociados al desarrollo del sector productivo a través del análisis de subtemas como la identificación de proyectos públicos y/o privados relacionados con el desarrollo productivo, posible influencia de polos de desarrollo y descripción de iniciativas, planes y proyectos incorporados desde los instrumentos públicos de planificación.

Así como el componente será estructurado a través de los tres temas enunciados, estos también serán desarrollados a través de subtemas concretos que van a permitir un análisis preciso y concreto de la realidad sociodemográfica de la población que habita en el área, la organización de estos subtemas y temas que hacen parte del componente demográfico se establecen en la **Figura 2-48**.

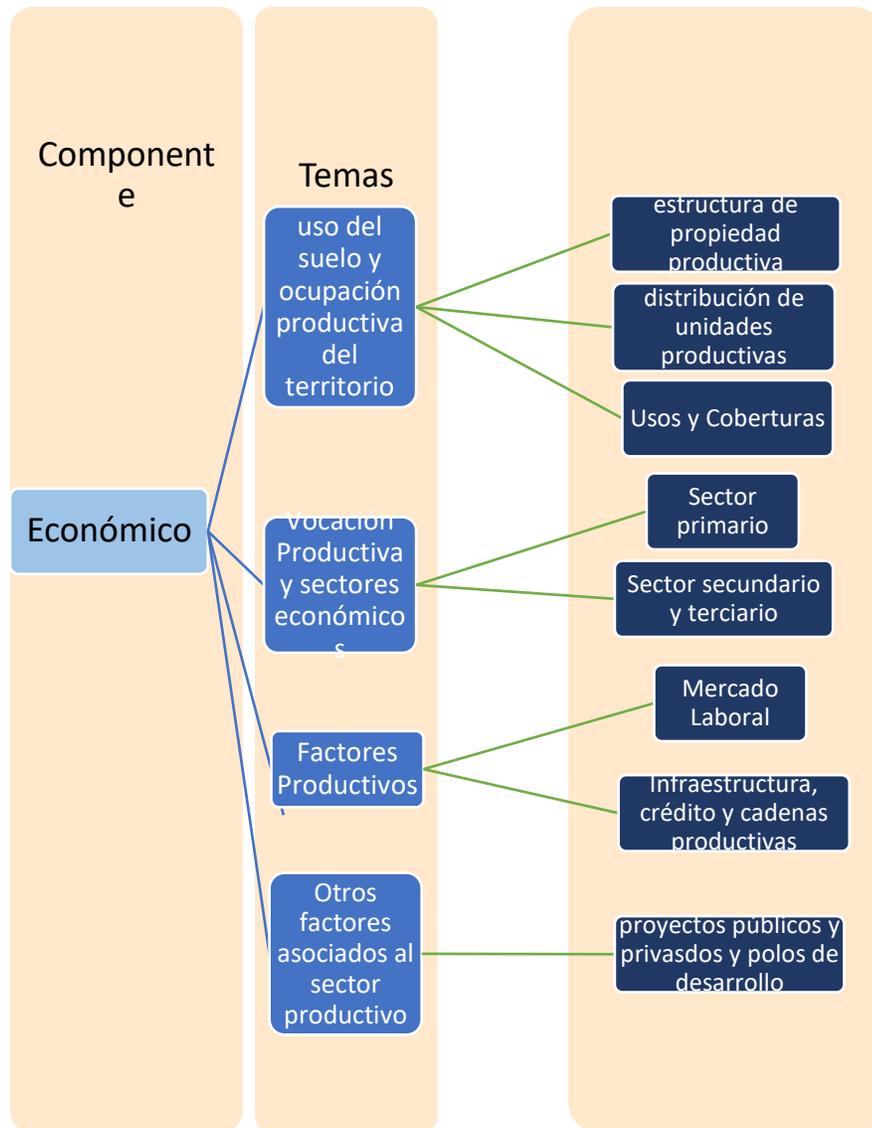


Figura 2-48 Estructura del Componente Económico

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Para el desarrollo de este componente y cada uno de los temas y subtemas que lo componen se han identificado las posibles fuentes de información que permitan el desarrollo de los indicadores y

parámetros de cualificación y cuantificación de los mismos, la información se presenta en la **Tabla 2-38:**

Tabla 2-38 Temas, Subtemas y Posibles Fuentes de Información del Componente Económico

COMPONENTE	TEMA	SUBTEMA	FUENTES DE INFORMACIÓN
ECONÓMICO	USO DEL SUELO Y OCUPACIÓN PRODUCTIVA DEL TERRITORIO	estructura de propiedad productiva	*Planes de Ordenamiento Territoriales * III Censo Nacional agropecuario - DANE * Información cartográfica predial Instituto Geográfico Agustín Codazzi
		distribución de unidades productivas	*Planes de Ordenamiento Territoriales * III Censo Nacional agropecuario - DANE *UMATAS ** Instrumento de recolección de fichas veredales
		Usos y Coberturas	*mapa de usos y coberturas componente biótico ** III Censo Nacional agropecuario - DANE *Fotografías aéreas e imágenes satelitales * Instrumento de recolección de fichas veredales
	VOCACIÓN PRODUCTIVA Y SECTORES ECONÓMICOS	Sector primario	* III Censo Nacional agropecuario - DANE *UMATAS *Fedegan *Ministerio de Agricultura * Instrumento de recolección de fichas veredales
		Sector secundario y terciario	* III Censo Nacional agropecuario - DANE * Cámaras de comercio * Instrumento de recolección de fichas veredales
	FACTORES PRODUCTIVOS	Mercado Laboral	*Cámaras de comercio *DANE, Estadísticas por tema, Mercado Laboral * Instrumento de recolección de fichas veredales
		Infraestructura, crédito y cadenas productivas	* III Censo Nacional agropecuario - DANE * Instrumento de recolección de fichas veredales
	OTROS FACTORES ASOCIADOS AL SECTOR PRODUCTIVO	proyectos públicos y privados y polos de desarrollo	* Planes de desarrollo municipales, departamental y nacional *Proyectos asociados de ciencia y tecnología y de desarrollo agropecuario *Planes de Ordenamiento Territoriales

➤ **Componente Cultural**

El objetivo central de este componente será describir las manifestaciones culturales presentes en la población que se ubicada en el área de influencia directa del Estudio de Impacto Ambiental, para el área de perforación exploratoria COR-15 en los municipios de: Corrales, Busbanzá Tasco y Betétiva.

El desarrollo de la descripción de las manifestaciones culturales contempla cuatro aspectos:

- Proyección Desarrollo
- Sitios de interés cultural
- Equipamientos
- Patrimonio cultural material e inmaterial

Proyección Desarrollo: identificará proyectos ejecutados, en ejecución y proyectados, consignados en los Planes de Desarrollo Nacional y Departamental, Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial y POMCAS.

Sitios de interés cultural: Definidos como sitio religioso, turístico, de recreación u otro sitio de importancia o interés cultural.

Equipamientos: identificando lugares donde se presenta un servicio público o social

Para la lista de manifestaciones del patrimonio cultural se tendrá en cuenta: Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan. Secretarías de cultura. Planes especiales de manejo (patrimonio material) materiales – planes especiales de salvaguarda PES bienes de interés cultural, MIN CULTURA nacional departamental y municipal.

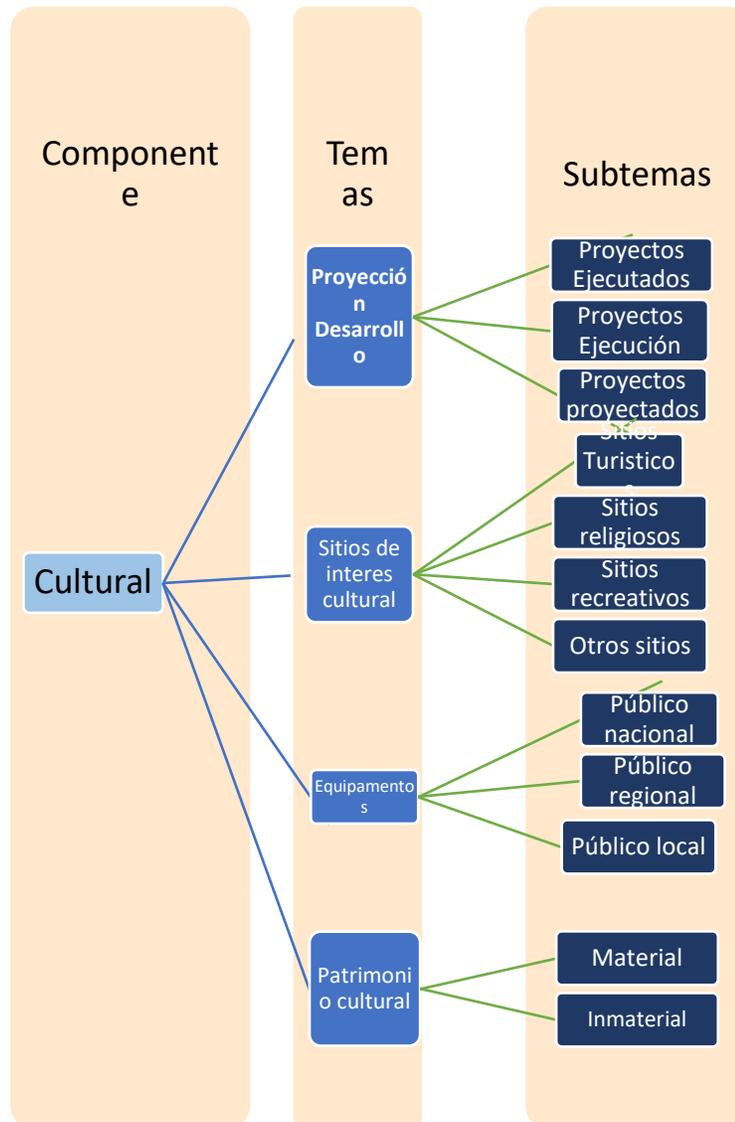


Figura 2-49 Estructura del Componente Cultural

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

➤ Componente Político Organizativo

Para esta parte del estudio, que concierne al área política organizativo, es necesario partir desde la visión de Provincia, puesto que esta es el área “Jurisdicción” de mayor nivel luego de la departamental que contiene al municipio, y que comparte características en torno a lo económico, social y cultural. En segundo lugar, se entra a analizar la unidad territorial (Municipio) tomando la información existente en los Planes de Desarrollo, Correspondientes al periodo Constitucional 2016 – 2019, Esquemas de Ordenamiento Territorial “EOT” Aprobados “Vigente” y plan de Desarrollo Departamental 2016 - 2019. En estos documentos es importante revisar los proyectos de interés

para el desarrollo del territorio, como también el grado de interacción que tiene la administración municipal con las demás instituciones públicas del orden nacional y departamental, sector privado, organizaciones no gubernamentales, juntas de acción comunal, y otras figuras de organizaciones sociales, movimiento sociales y veedurías ciudadanas, las cuales inciden en la gestión de proyectos que dinamizan el desarrollo del territorio y por ende la toma de decisiones para la asignación de presupuestos, a los planes, programas y proyectos.

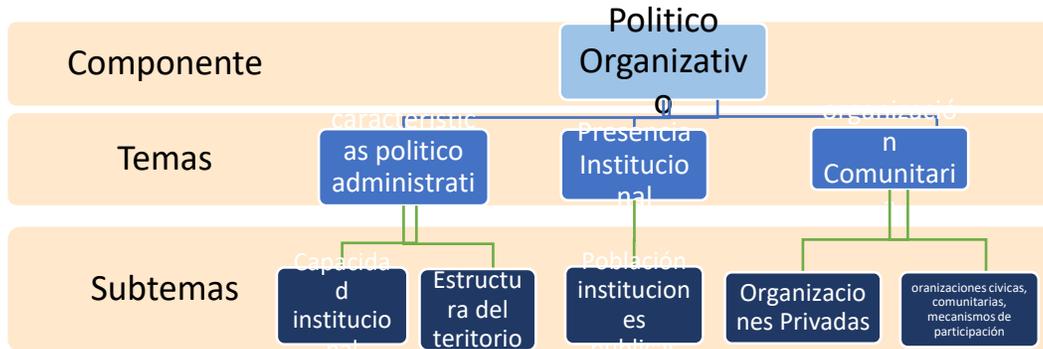


Figura 2-50 Estructura del Componente Político Organizativo

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

➤ Componente Tendencias Del Desarrollo

En este aparte del estudio, se desea identificar las variables clave concernientes al campo de, lo económico, social, ambiental, demográfico, y educativo; que permita comprender la influencia sobre al avance o retroceso en su modelo de desarrollo actual. Por otro lado, se ha de proponer, cuál sería el desarrollo del territorio, con la puesta en marcha del proyecto de explotación de hidrocarburos, el cual viene a apalancar un modelo de desarrollo post proyecto. Este será explicado mediante la construcción de un “road map” que permita evidenciar cual sería la hoja de ruta ideal, que permita el logro de un nuevo modelo de desarrollo, puesto que como bien se sabe los hidrocarburos son un recurso finito. Este modelo de desarrollo planteado se realizará estableciendo un paralelo con las tendencias que se dan a nivel departamental, nacional, latinoamericano y mundial.

Además, para contextualizar de manera integral el área de estudio en lo que respecta al medio socioeconómico y su incidencia en las tendencias del desarrollo del municipio, es oportuno conocer los siguientes determinantes:

- Actividad económica del núcleo familiar.
- Minería.
- Agricultura.
- Pecuario.
- Turismo.
- Otra ¿cuál?

Nivel tecnológico utilizado en la producción del bien o servicio.

Red de mercadeo existente para el bien o servicio Producido.

Ingresos mensuales aproximados.

Estructura de la propiedad: (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad).

De esta manera, se espera alimentar la descripción de la ficha veredal en conjunto con la información secundaria obtenida de las fuentes oficiales.



Figura 2-51 Estructura del componente tendencias del desarrollo

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

2.3.6 Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental para el área de perforación exploratoria – APE COR-15, se realizó con base en lo establecido en los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de explotación de Hidrocarburos M-M-INA-01 y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, en ambos casos, expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Para lo cual se aplicó la Guía Metodológica para Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Petrolero, generada por ECOPETROL S.A., en el año 2011, con el propósito de establecer tanto el nivel de sensibilidad de los elementos indicativos por componente como su importancia dentro de la dinámica existente en el territorio.

Se realizó la revisión de los referentes de orden legal y normativo en el territorio correspondientes a los esquemas de ordenamiento territorial de los cuatro municipios y a las consideraciones del POMCA del Río Chicamocha.

Posteriormente se realizaron las zonificaciones parciales para cada medio teniendo en cuenta los siguientes elementos:

Zonificación Ambiental del Medio Físico

- Geotécnica
- Uso Potencial del Suelo
- Hidrogeología
- Recarga y Tránsito de Acuíferos

- Escasez Hídrica

Zonificación Ambiental del Medio Biótico

- Cobertura Vegetal
- Fragmentación
- Conectividad Ecosistémica

Zonificación Ambiental del Medio Socioeconómico y Cultural

- Organización Comunitaria
- Ámbitos de Participación
- Presencia del Estado y Otras Organizaciones
- Uso y destinación económica del suelo
- Tamaño de la Propiedad
- Disponibilidad de Servicios Públicos
- Dependencia de Servicios Ecosistémicos
- Accesibilidad
- Infraestructura Socioeconómica
- Potencial Arqueológico

Finalmente se llegó a la zonificación ambiental del área en la que se identificaron cinco categorías:

- Muy Alta Sensibilidad
- Alta Sensibilidad
- Media Sensibilidad
- Baja Sensibilidad
- Muy Baja Sensibilidad

2.3.7 Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental realizada para el presente proyecto se basa en las siguientes definiciones y términos:

Actividad Impactante: Corresponde al desarrollo de una actividad o acción relacionada con la perforación exploratoria, que puede originar una alteración significativa de parte o la totalidad del ambiente, sea natural o introducido.

Impacto Ambiental: Entendido como la manifestación cualitativa del efecto (alteración de un factor ambiental) medido y mediante una escala de ponderación, en la que se determina el nivel de *importancia* del mismo. Esta medida está dada en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida y de la caracterización del efecto.

Medio Ambiente: Considerado como el resultado de la interacción de los factores bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales del área donde un proyecto se desarrollará en este caso el área de Interés de Perforación Exploratoria Bloque COR 15.

Calidad Ambiental: Hace referencia a estructuras y procesos ecológicos que permiten el desarrollo sustentable, la conservación de la diversidad biológica y el mejoramiento del nivel de vida de la población. También puede ser entendida como el conjunto de propiedades de los elementos del ambiente que permite reconocer sus condiciones básicas.

Componente Ambiental: Elemento constitutivo del ambiente.

Evaluación Preliminar: Utilización de instrumentos que permiten evaluar una acción humana específica con los criterios de protección ambiental para decidir la necesidad y los alcances de la evaluación final.

Mitigación: Hace referencia al proceso de diseñar y ejecutar obras o actividades dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto, obra o actividad pueden generar sobre el entorno humano y natural.

Monitoreo: Obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, con el fin de nutrir los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental.

Seguimiento: Son las acciones, decisiones y actividades destinadas a velar por el cumplimiento de los acuerdos ambientales establecidos durante el proceso de evaluación de impacto ambiental y formulación de los Planes de Manejo, y el Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.

La evaluación de impactos ambientales se establece a partir del desarrollo de metodologías específicas, las cuales se encuentran vinculadas a las relaciones existentes entre las características territoriales y las acciones, necesaria para estimar los impactos. Estos antecedentes permiten realizar una adecuada identificación, predicción e interpretación de los potenciales impactos sobre los diferentes componentes ambientales.

Los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso, o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales, son considerados a partir de los métodos y técnicas que usualmente se encuentran enfocadas a considerar este tipo de impactos.

Los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción, hacen referencia a reconocer las variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa, los cuales son considerados de forma detallada por las metodologías de evaluación de impacto ambiental.

Para la realización del presente documento se tuvo en cuenta la metodología de matrices causa-efecto ajustando el modelo propuesto por Conesa Fernández (1.997)⁶, las cuales permiten identificar y valorar los elementos del entorno que son más sensibles al cambio; así mismo, es posible percibir las acciones del proyecto que son causantes de impactos o pueden incidir en la calidad ambiental del entorno.

A continuación, se describe el procedimiento de evaluación desarrollado:

a) Análisis del Estado actual del ambiente (Escenario Sin Proyecto)

Consiste en la identificación y descripción de las actuales condiciones socio ambientales que se presentan en el Área de Perforación Exploratoria en el Bloque COR 15, identificando las principales actividades que han ocasionado cambios en el entorno ambiental y socioeconómico.

b) Análisis del Proyecto (Escenario con Proyecto)

⁶ CONESA FERNANDEZ-VITORA. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". 3a. ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Se realiza la identificación de las diferentes etapas y actividades a ser realizadas durante el desarrollo del proyecto, así como de los impactos que se podrán generar en cada una de ellas, para su valoración y categorización. Para obtener la valoración final de cada impacto se tiene en cuenta el estado y fragilidad del medio en el cual se proyectan desarrollar las actividades de perforación exploratoria.

c) Identificación de Efectos Potenciales

Consiste en el registro ordenado de las diferentes actividades del proyecto en una matriz sencilla de doble entrada (elementos y efectos ambientales vs. actividades del proyecto). En esta etapa se hace una primera interpretación de los elementos ambientales de mayor susceptibilidad, así como de las actividades potencialmente impactantes.

d) Evaluación y Caracterización de Efectos Potenciales

A través de la utilización y ampliación de la matriz elaborada previamente, se evalúa cada efecto de acuerdo con los criterios establecidos en los términos de referencia, a los cuales se les ha asignado un valor según una escala de ponderación definida.

Criterios de Evaluación

Durante el transcurso de la descripción y análisis de la evaluación se consideran los siguientes criterios o atributos: Carácter (\pm), Magnitud (I), Cobertura (CO), Momento (MO), Extensión (E), Momento (M), Duración (DE), Tendencia (TE), Probabilidad de Ocurrencia (PO), Recuperabilidad (RC), Reversibilidad (RE) y Acumulación (A); asignándole a cada uno de los atributos una calificación en escala cualitativa y un rango cuantitativo. (Ver **Tabla 2-39**).

Tabla 2-39 Criterios para la Evaluación de Impactos

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
Carácter (+/-)	Es el carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que actúan sobre los diversos factores involucrados.	Benéfico Perjudicial	(+1) (-1)
Magnitud (I)	Es comprendida como el grado de incidencia de la acción sobre el factor específico, considerando el ámbito en que actúa. Su valoración está comprendida entre 1 y 12, siendo 12 una incidencia total.	Baja Media Alta Muy Alta Total	1 2 4 8 12
Cobertura (CO)	Hace referencia a la localización de los efectos teniendo en cuenta el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si el efecto es localizado tiene un valor de 1, pero si éste es de influencia generalizada en toda el área del programa el impacto sería total.	Puntual Parcial Extenso Total Crítico	1 2 4 8 12
Momento (MO)	La manifestación del impacto se define a partir del tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo el momento será inmediato, si el periodo va de 1 a 3 meses, medio plazo y si el efecto tarda más de tres meses, largo plazo.	Largo plazo Medio plazo Inmediato Crítico	1 2 4 8
Duración (DE)	Es el tiempo aparente en el que permanece el impacto desde su aparición. Si la acción que produce el efecto dura menos de un mes es fugaz, si dura entre 1 y 3	Fugaz Temporal Largo Plazo	1 2 4

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
	meses es temporal, entre 4 y 10 meses es pertinaz y si la duración es superior, permanente.	Permanente	8
Tendencia (TE)	Comportamiento o cambio que manifiesta un impacto en la medida que transcurre el tiempo	Decreciente Estable Creciente Exponencial	1 2 3 4
Probabilidad de Ocurrencia (PRO)	Se refiere a la probabilidad de que un impacto se presente o no. Para establecer dicha posibilidad de ocurrencia de forma objetiva es necesario tener los registros de los impactos presentados por las diferentes actividades del proyecto, proceso o subproceso <ul style="list-style-type: none"> Baja. Si el impacto se pudiese presentar. Media. Si el impacto se presenta por la interrelación con otro factor ambiental que es afectado. Alta. Si el impacto siempre se presenta. 	Baja Media Alta	1 4 8
Reversibilidad (RE)	Se refiere a la capacidad del medio socioambiental para asimilar naturalmente un cambio o impacto generado por una o varias actividades del proyecto, de forma que activa mecanismos de autodepuración o autorecuperación, sin la implementación de medidas de manejo, una vez desaparece la acción causante de la alteración. Los criterios para definir la reversibilidad del medio socioambiental son: <ul style="list-style-type: none"> Reversible a corto plazo. La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir en menos de dos (2) años. Reversible a mediano plazo. La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir entre dos (2) años y seis (6) años. Reversible a largo plazo. La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir entre seis (6) años y 15 años. Irreversible. La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, no es posible.	Corto Plazo Mediano Plazo Largo Plazo Irreversible	1 4 8 12
Recuperabilidad (RC)	Se refiere a la posibilidad de que la alteración generada sobre una de las variables socioambientales por una acción dada, se pueda eliminar por la ejecución de medidas de manejo ambiental. Los criterios a tener en cuenta para la recuperación están en función del tiempo requerido para esto, y son: <ul style="list-style-type: none"> Recuperable a corto plazo. El impacto se puede eliminar en un tiempo menor a un (1) año. Recuperable a mediano plazo. El impacto se puede eliminar en un tiempo entre un (1) año y tres (3) años. Recuperable a largo plazo. El impacto se puede eliminar en un tiempo entre cuatro (4) años y 10 años. Irrecuperable. El impacto no se puede eliminar ni mitigar con medidas de manejo socioambiental.	Inmediata Mediano plazo Largo Plazo Irrecuperable	1 2 4 8

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
Acumulación (A)	Se distingue entre efectos simples , acumulativos o sinérgicos según la forma que tengan de interaccionar con otros efectos. Efecto simple: se manifiesta sobre un solo componente ambiental. Efecto acumulativo: se prolonga en el tiempo la acción del agente inductor, incrementándose progresivamente su gravedad. Efecto sinérgico: el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto de la suma de las incidencias individuales. Además, su efecto puede inducir la aparición de otros nuevos con el tiempo.	Simple Acumulativo Sinérgico	1 2 4
Importancia (IM)	Se entiende como la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental determinado IM = +/- (3I + 2CO + MO + DE + TE + PRO + RC + RE + A)	Irrelevante Moderado Severo Crítico	0-19 20-49 50-69 >70

Fuente: Guía metodológica para evaluación del impacto ambiental, CONESA FERNANDEZ-VITORA. Modificada, 2019

Sistema de Calificación

La valoración de los impactos es un procedimiento que permite de una forma ordenada y objetiva llegar a establecer la importancia de un impacto y a partir de ésta, establecer el tipo de medida de manejo socio-ambiental a seguir. Por lo tanto, sólo si se han desarrollado objetivamente los pasos anteriores, considerando las características técnicas del Área de Perforación Exploratoria COR 15, su diagnóstico y la caracterización ambiental del territorio, se puede proceder a realizar la respectiva calificación.

Luego de haber realizado la caracterización de los impactos ocasionados por el desarrollo de actividades antrópicas sobre los diferentes componentes del medio (Escenario Sin Proyecto), y teniendo presente los impactos asociados a las diferentes actividades del Programa de perforación Exploratoria COR-15 (Escenario con proyecto), se establece a través de una relación matricial (Matriz de evaluación de Impactos) la interrelación de los parámetros, identificando el grado de afectación, tanto cualitativa como cuantitativamente.

La correlación de los atributos permite obtener la importancia del impacto, a través de la suma algebraica de las columnas de la matriz se obtendrá un valor de las acciones de mayor impacto (valores negativos altos), las de menor impacto (valores negativos bajos) y las benéficas (valores positivos).

Como complemento a la matriz y como resultado de la valoración de los impactos identificados por componente, se presenta el plan de manejo ambiental que contemplará las acciones a desarrollar en busca de prevenir, controlar, mitigar y/o compensar dichos impactos y que están contenidas en el **Capítulo 11** del presente informe.

Jerarquización de Impactos

Para determinar la **IMPORTANCIA DEL IMPACTO**, se suma las calificaciones correspondientes a todos los atributos empleados.

La importancia de un impacto está determinada por la combinación de los criterios de calificación anteriormente descritos, razón por la cual se define la importancia como el resultado de la suma de todos los criterios evaluados para cada impacto. La magnitud se multiplica por tres (3) y extensión o cobertura por dos (2); lo anterior, debido a que estos dos criterios de acuerdo con la experiencia, son relevantes en la determinación de la importancia de un impacto. La importancia del impacto, permite priorizar los impactos y así determinar las acciones de manejo ambiental requeridas.

La importancia del impacto (**Im**) es el resultado de la siguiente función:

$$IM = +/- (3I + 2CO + MO + DE + TE + PRO + RC + RE + A)$$

El resultado final de la evaluación es la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos en la **Tabla 2-40** es decir, la jerarquización de cada impacto ambiental.

Tabla 2-40 Jerarquización de Impactos

CARÁCTER NEGATIVO			
IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO
> -19	-20 a -28	-29 a -38	≥-39
CARÁCTER POSITIVO			
POCO IMPORTANTE	IMPORTANTE	MUY SIGNIFICATIVO	
<25	25 A 50	>50	

Fuente: Guía Metodológica Evaluación del Impacto Ambiental, CONESA FERNANDEZ-VITORA. Modificado 2019

2.3.8 Metodología zonificación de manejo de la actividad

La zonificación de manejo de la actividad tuvo en consideración establecido en los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de explotación de Hidrocarburos M-M-INA-01 y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, en ambos casos, expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), así como lo establecido en la Guía Metodológica para Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Petrolero, generada por ECOPEPETROL S.A., en el año 2011 y los resultados obtenidos en la Zonificación

Para desarrollar la zonificación se siguieron los siguientes pasos:

- Identificación y espacialización de elementos que presentan restricciones por su sensibilidad ambiental.
- Identificación y espacialización de áreas declaradas como de importancia ambiental por la legislación vigente.
- Definición de criterios técnicos para el desarrollo de la zonificación, su descripción y la escala de calificación para categorizar su sensibilidad.
- Caracterización, agrupación y espacialización de las unidades definidas en los diferentes componentes ambientales.
- Superposición de la información usando Arc Gis versión 12 – SIG- (cruce, superposición y ponderación de los diferentes niveles de sensibilidad ambiental que han sido identificados para cada uno de los atributos considerados en los mapas temáticos).

Es así, como la zonificación de manejo considera niveles de intervención, según las características ambientales del área y las actividades del proyecto. A continuación se presenta la descripción de cada uno de los niveles de intervención establecidos en la zonificación de manejo.

- Áreas de exclusión. Se refiere a las áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. La exclusión está relacionada con la sensibilidad de elementos y componentes, con la baja capacidad de recuperar los elementos que se intervengan y por que tengan un carácter normativo de protección que dadas sus características no admita su intervención o proximidad a las actividades de perforación exploratoria.
- Áreas de intervención con restricciones. : Son aquellas áreas donde se pueden adelantar las actividades de perforación exploratoria para el APE COR-15 tomando en consideración manejos especiales, restricciones específicas condicionadas por procedimientos especializados.
- Áreas de intervención sin restricciones. Corresponde a aquellas áreas en las que se pueden realizar todas las actividades propias de la perforación exploratoria implementando las medidas básicas de manejo ambiental.

Es necesario mencionar, que en función de los resultados de la zonificación ambiental, se evaluaron categorías intermedias entre las anteriormente presentadas para alcanzar un nivel de detalle y análisis pertinente.

2.3.9 Relación de profesionales participantes en el Estudio de Impacto Ambiental Área de Perforación Exploratoria COR-15

El consultor que desarrollo el presente Estudio de Impacto Ambiental es la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia U.P.T.C. Para el desarrollo del estudio la U.P.T.C. en la tabla 2.4 se presenta la relación de los profesionales precipitantes en la elaboración del estudio.

Tabla 2-41 Relación de Profesionales que Participaron en el Estudio

No	NOMBRE	FORMACION	FORMACION COMPLEMENTARIA
1	YANETH PINEDA TRIANA	Ingeniero Metalúrgico	Doctorado en Ingeniería Mecánica y de Materiales
2	MARIA EUGENIA MORALES PUENTES	Biólogo	Doctorado en Ciencias Biología
3	JUAN ALONSO NEIRA SIMIJACA	Economista	Doctorado en Ciencias Económicas
4	HECTOR ANTONIO FONSECA PERALTA	Ingeniero Geólogo	Magister en Ecología Tropical
5	WILSON EDILMAR SANCHEZ HERNANDEZ	Ingeniero Metalúrgico	Magister en Administración Económica y Financiera
6	SULMA YANETH SUAREZ ARISTIZABAL	Ingeniero Ambiental	Magíster en Ingeniería Ambiental
7	TATIANA CATALINA GUIO BARRETO	Administradora Publica	Especialista en Gestión Publica
8	GERMÁN EDUARDO TORRES MORALES	Ingeniero Geólogo	Especialista en Gestión Ambiental
9	OSCAR ARMANDO GAVIDIA ALBARRACÍN	Ingeniero Geólogo	Esp. Gestión Ambiental
10	NOHORA ANDREA PLAZAS TUPANTEVE	Ingeniero Geólogo	Esp. Gestión Ambiental

No	NOMBRE	FORMACION	FORMACION COMPLEMENTARIA
11	JORGE ELADIO BUITRAGO	Ingeniero Geólogo	Especialista en Gerencia Social
12	DIEGO ANDRES RODRIGUEZ ORDUZ	Ingeniero Geólogo	N/A
13	INES VERGARA GOMEZ	Ingeniero Geólogo	MSC. Hidrología y gestión de recursos hídricos
14	MAYCOL ANDRES CUERVO ARDILA	Estudiante de Economía	N/A
15	PABLO ANDRÉS GIL LEGUIZAMON	Biólogo	Magister en Ingeniera ambiental
16	ERICKA VIVIANA ARIZA MARTÍNEZ	Ingeniero Ambiental	Esp. En Gestión Ambiental
17	GIOMAR SAMANTA GONZÁLEZ RINCÓN	Ingeniero Civil	N/A
18	MABEL DEL CARMEN ESCORCIA	Ingeniero Ambiental	Esp. Gerencia de la Calidad
19	FABRICIO LOPEZ ORTEGA	Estudiante Ingeniería Geológica	N/A
20	RICARDO ANDRES TALERO GARCÍA	Ingeniero Civil	Esp. En Geotecnia
21	DAVID RICARDO FONSECA PERALTA	Ingeniero de Petróleos	Esp. En Ingeniería de Producción y Operaciones
22	WILMAR ANDRÉS MONTAÑA MATAMOROS.	Ingeniero Geólogo	N/A
23	VLADIMIR CORREA CELY	Ingeniero Ambiental	N/A
24	DAVID LEONARDO ROJAS ROJAS	Economista	Magister en geografía
25	DIEGO LUIS GUZMAN PACHON	Economista	Especialista en planeación y gestión del desarrollo territorial
26	LUIS FABIAN NIÑO SUPANTEVE	Economista	N/A
27	DAISY JINNETH LEÓN RINCÓN	Administradora de empresas agropecuarias	N/A
28	WILLIAM ERNESTO CONDIZA PLAZAS	Sociólogo	Magister en derechos humanos
29	MARÍA CAMILIA CORREAL ESPINOSA	Biólogo	N/A
30	ADRIANA MARCELA PATIÑO NUÑEZ	Biólogo	N/A
31	JAVIER ANDRÉS MUÑOZ AVILA	Biólogo	Magister en Ciencias Biológicas
32	ANDRÉS LEONARDO OVALLE PACHECO	Biólogo	N/A
33	NATALY CALVO ROA	Biólogo	N/A
34	LUIS EDUARDO PINEDA BELTRAN	Biólogo	N/A
35	RAFAEL ALEJANDRO SOLANO	Ingeniero Forestal	N/A
36	YITZENIA VERCELLY VARGAS RINCON	Biólogo	N/A
37	DAVID FERNEY GIL SILVA	Biólogo	Especialista en Ingeniería Ambiental
38	EDWIN FERNEY RICAURTE AVELLA	Biólogo	Magister en Ingeniera ambiental
39	EDISON ANDRES PRECIADO TRUJILLO	Ecónomo	Especialista en planeación y gestión del desarrollo
40	DONALD ARLEY AGUDELO ALFONSO	Ingeniero Ambiental	N/A
41	JAIRO ALONSO RODRIGUEZ APARICIO	Ingeniero Ambiental	Especialista en Evaluación Integral de Impactos Ambientales
42	DAVID FERNANDO RUIZ CAMARGO	Agrónomo	N/A

No	NOMBRE	FORMACION	FORMACION COMPLEMENTARIA
43	GERSSON FARID VERGEL MENDIETA	Ingeniero Ambiental	Especialista en planeación y gestión del desarrollo territorial
44	EDISON FABIAN BORDA GALINDO	Economista	Especialista en planeación y gestión del desarrollo territorial
45	ALEXANDRA MARIA ROJAS SAAVEDRA	Psicóloga	N/A
46	DIEGO ANDRES MORENO GAONA	Biólogo	N/A
47	HECTOR FABIO SAMUDIO GARAVITO	Biólogo	N/A
48	PEDRO MARIA ARGÜELLO GARCIA	Antropólogo	Doctor en Psicología
49	CARLOS ARTURO DIMATE	Ingeniero Ambiental	Sistemas integrados de gestión HSEQ
50	JOSE ALFREDO RUEDA	Ingeniero Civil	Magíster en Ingeniería Civil
51	ADRIANA FLOREZ	Ingeniera Forestal	Especialista en Gestión Pública y Magister Seguridad, Calidad y Medio Ambiente
52	GABRIEL HERNANDEZ	Ingeniero Forestal	N/A
53	JORGE PARDO	Arquitecto	Especialista en Gestion del Riesgo

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019