CONTENIDO

1. OBJETIVO 1

2. GLOSARIO 3

3. CONDICIONES GENERALES 13

3.1 CONCEPTUALIZACION DE LOS PLANES DE CONTINGENCIA 13

3.2 DIRECTRIZ CORPORATIVA SOBRE ATENCIÓN Y RESPUESTA DE DERRAMES / ESCAPES DE HIDROCARBUROS 13

3.2.1 Responsabilidades de atención y respuesta en caso de derrames / escapes de hidrocarburos originados emergencias operacionales 16

3.2.2 Responsabilidades de atención y respuesta en caso de derrames / escapes de hidrocarburos originados en derrames / escapes ajenos a la operación 16

3.3 DISTRIBUCION, RESPONSABLE DEL PLAN DE CONTINGENCIA Y CONTROL DE CAMBIOS 17

3.3.1 Lista de distribución del Plan de Contingencia 17

3.3.2 Responsable del Plan de Contingencia 17

3.3.3 Control de cambios 18

3.3.4 Recomendaciones de actualización 18

4. DESARROLLO 21

4.1 COMPONENTE ESTRATÉGICO 21

4.1.1 Generalidades 21

4.1.2 Línea base ambiental y mapas de sensibilidad ambiental 21

4.1.3 Descripción de la operación 152

4.1.4 Área de Influencia 223

4.1.5 Análisis y evaluación del riesgo tecnológico 232

4.1.6 Estrategias para la respuesta 304

4.1.7 Divulgación capacitación y entrenamiento 340

4.2 COMPONENTE OPERATIVO 346

4.2.1 Generalidades del componente operativo 346

4.2.2 Procesos operativos 346

4.2.3 Control, seguimiento y documentación de operaciones de respuesta y monitoreo ambiental 383

4.2.4 Acciones de Post Emergencia 386

4.2.5 Manual operativo 388

4.3 COMPONENTE INFORMATICO 389

4.3.1 Generalidades del componente informático 389

4.3.2 Información documentada en el componente informático 389

4.3.3 Sistematización del Plan de Contingencia 397

CONTENIDO TABLAS

Tabla 3-1. Responsabilidad de ECOPETROL S.A. en caso de derrame / escape de hidrocarburos 17
Tabla 3-2. Listado de distribución del Plan de Contingencia 17
Tabla 3-3. Control de cambios y revisiones del PDC 18
Tabla 3-4. Elementos del PDC que requieren revisión y actualización 18
Tabla 4-1. Vocación de uso del suelo para el bloque Apiay 29
Tabla 4-2. Conflictos de usos del suelo del bloque Apiay 31
Tabla 4-3. Tipo de material litológico (L) 36
Tabla 4-4. Pendientes 36
Tabla 4-5. Tipo de vegetación 37
Tabla 4-6. Morfodinámica 38
Tabla 4-7. Estructura-Tectónica 38
Tabla 4-8. Estaciones meteorológicas 41
Tabla 4-9. Parámetros para la interpretación de la nubosidad 44
Tabla 4-10. Estabilidades atmosféricas de Pasquill 50
Tabla 4-11 Calidad hidrobiológica del agua 56
Tabla 4-12. Red de drenaje del bloque Apiay 57
Tabla 4-13. Características generales de las Estaciones Limnimétricas y limnigráficas del bloque Apiay 58
Tabla 4-14. Caudales y rendimientos promedios multianuales de las cuencas del bloque Apiay ... 63
Tabla 4-15. Caudal y velocidad máxima 64
Tabla 4-16. Caudal y velocidad mínimos 66
Tabla 4-17. Caudal y velocidad media 68
Tabla 4-18. Tipos de cobertura, bloque Apiay 84
Tabla 4-19. Listado de especies vegetales presentes en las parcelas, bloque Apiay 87
Tabla 4-20. Especies amenazadas. Bloque Apiay 94
Tabla 4-21. Densidad de población (hab/Km²) 117
Tabla 4-22. Hogares y viviendas urbana y rural 118
Tabla 4-23. Causas de mortalidad 119
Tabla 4-24. Veredas y número de familias 120
Tabla 4-25. División político-administrativa del municipio 123
Tabla 4-26. N° de viviendas y hogares, urbano y rural 125
Tabla 4-27. Distribución de la población en los centros poblados y veredas de San Carlos de Guaroa (2001) 125
Tabla 4-28. Índices de morbilidad para las principales enfermedades 2005 126
Tabla 4-29. Distribución de la población en el centro poblado de San José de Palomas y en la vereda Palomas (2001) 126
Tabla 4-30. N° de estudiantes matriculados oficiales y privados, 2005 130
Tabla 4-31. Indicadores laborales municipio de Villavicencio, 2003-2005 131
Tabla 4-32. Producción y rendimiento de principales cultivos en Villavicencio y el departamento año 2005 132
Tabla 4-33. Producción pecuaria Villavicencio y departamento del Meta, año 2004 132
Tabla 4-34. Inventario de otras especies pecuarias en Villavicencio y el departamento año 2004 133
Tabla 4-35. Área, producción y rendimiento de principales cultivos en San Carlos de Guaroa y departamento 135
Tabla 4-36. Producción pecuaria en San Carlos de Guaroa y departamento 135
Tabla 4-37. Inventario de otras especies en San Carlos de Guaroa y departamento 135

Tabla 4-38. Entidades de control 137
Tabla 4-39. Empresas, fundaciones universidad y notarias 137
Tabla 4-40. Juntas de Acción de la zona rural 138
Tabla 4-41. Presencia institucional 140
Tabla 4-42. Entidades y empresas que hacen presencia en San Carlos de Guaroa 140
Tabla 4-43. Vías de la SOA, categorías, subcategorías y convenciones 146
Tabla 4-44. Vías pavimentadas secundarias en el bloque Apiay 147
Tabla 4-45. Identificación de bocatomas y balnearios, SOA 151
Tabla 4-46. Fuentes de material de arrastre debidamente licenciadas en el área Apiay 152
Tabla 4-47. Explotación de material en el margen izquierdo del río Guayuriba 152
Tabla 4-48. Coordenadas del bloque Apiay 153
Tabla 4-49. Localización de los pozos del bloque Apiay 154
Tabla 4-50. Producción del Bloque Apiay 156
Tabla 4-51. Alternativas operacionales 168
Tabla 4-52. Capacidad de almacenamiento 172
Tabla 4-53. Infraestructura petrolera del bloque Apiay, por Estaciones y con relación a cuencas y corrientes de agua 182
Tabla 4-54. Caudal máximo (m3/s), velocidad máxima superficial (m/s) de cuencas y sub-cuencas potencialmente afectadas, y tiempos y tasas de arribo de la mancha 185
Tabla 4-55. Caudal mínimo (m3/s), velocidad mínima superficial (m/s) de cuencas y subcuencas potencialmente afectadas, y tiempos y tasas de arribo de la mancha 186
Tabla 4-56. Inventario de equipos y materiales en bodegas de contingencia de Apiay 188
Tabla 4-57. Inventario de equipos de atención de emergencias en el Bloque Apiay 193
Tabla 4-58. Proyecto de perforación de nuevos pozos en Apiay, Suria y Libertad 223
Tabla 4-59. Localización general del complejo industrial Apiay 225
Tabla 4-60. Localización detallada de la Estación Recolectora Apiay – ERA 226
Tabla 4-61. Localización puntual de las plantas de Gas y de Asfalto, Cargadero, Oficinas y Bodega, de la Estación Apiay 227
Tabla 4-62. Localización puntual de la estación recolectora Reforma/Libertad. ERR 228
Tabla 4-63. Localización puntual de la estación recolectora Suria. ERS 229
Tabla 4-64. Área de Influencia Local 231
Tabla 4-65 Lista de eventos amenazantes 241
Tabla 4-66. Lista de causas identificadas 251
Tabla 4-67. Valores de frecuencia de ocurrencia de la causa 252
Tabla 4-68. Valores de incidencia de la causa 252
Tabla 4-69. Resultados de valoración de causas 254
Tabla 4-70. Niveles de protección y afectación por radiación térmica 255
Tabla 4-71. Niveles de protección y afectación por llamarada 257
Tabla 4-72. Niveles de protección y afectación por explosión 258
Tabla 4-73. Niveles de protección y afectación por derrame 259
Tabla 4-74. Corredores de protección y afectación 260
Tabla 4-75. Características de las rutas de derrame 265
Tabla 4-76. Comportamiento hidrométrico 266
Tabla 4-77. Remanencia del hidrocarburo 268
Tabla 4-78. Comportamiento de una sustancia nociva 269
Tabla 4-79. Resultado de valoración de consecuencias 272
Tabla 4-80. Probabilidades de eventos amenazantes 278
Tabla 4-81. Características referidas a fEi 279
Tabla 4-82. Características referidas a probabilidades Ea/Ei y Prob.Ef/Ce 280
Tabla 4-83. Características referidas a Probabilidades daño 280
Tabla 4-84. Factores de riesgo 281

Tabla 4-85. Incidencias referidas a fEi 282
Tabla 4-86. Valores internacionales de riesgo individual 284
Tabla 4-87. Características referidas al evento iniciante 285
Tabla 4-88. Características de vulnerabilidad 285
Tabla 4-89. Valoración del riesgo por tipo de evento 290
Tabla 4-90. Aceptabilidad del riesgo por evento 296
Tabla 4-91. Apoyo a procedimientos 303
Tabla 4-92. Área de drenaje, longitud, ancho y pendiente de cada cauce hasta los puntos de control 305
Tabla 4-93. Cálculo de velocidad media superficial a partir del caudal medio multianual 307
Tabla 4-94. Cálculo de velocidad máxima superficial a partir del caudal máximo multianual 308
Tabla 4-95. Cálculo de velocidad mínima superficial a partir del caudal mínimo multianual 310
Tabla 4-96. Infraestructura petrolera del bloque Apiay, por Estaciones y con relación a cuencas y corrientes de agua 312
Tabla 4-97. Caudal medio (m3/s), Velocidad media superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas potencialmente afectadas, y Tiempos y Tasas de arribo de la mancha 315
Tabla 4-98. Distancias totales desde las estaciones de la SOA hasta los PC 317
Tabla 4-99. Velocidades de desplazamiento por tipo de vía, bloque Apiay 322
Tabla 4-100. Resumen distancias y tiempos de desplazamiento totales desde las estaciones hasta los puntos de control 323
Tabla 4-101. Definición de los diferentes grados de emergencias 328
Tabla 4-102. Responsabilidades y perfiles que se asignan al personal de comando 331
Tabla 4-103. Cargos y responsabilidades del personal general 333
Tabla 4-104. Modelo programa anual de divulgación 340
Tabla 4-105. Modelo programa anual de capacitación y entrenamiento 342
Tabla 4-106. Contenido del curso sistema comando de incidentes 343
Tabla 4-107. Capacitación integral para brigadistas 343
Tabla 4-108. Formatos para el reporte de las emergencias 352
Tabla 4-109. Criterios para iniciar procesos de evacuación 373
Tabla 4-110. Formatos para el reporte de la emergencia establecidos en el PNC 383
Tabla 4-111. Formatos de control y evaluación periódica de la emergencia 385
Tabla 4-112. Criterios para el restablecimiento de las operaciones 388
Tabla 4-113. Información requerida en el Plan de Contingencia 390
Tabla 4-114. Inventario general de equipos y materiales de las bodegas de contingencia de Apiay 391
Tabla 4-115. Inventario trailer de contingencias 397

CONTENIDO FIGURAS

Figura 3-1. Alcance del Plan de Contingencia 14
Figura 4-1. Geología regional del bloque Apiay 22
Figura 4-2. Geomorfología del bloque Apiay 25
Figura 4-3. Mapa de pendientes del bloque Apiay 27
Figura 4-4. Clases agrológicas de suelos del bloque Apiay 28
Figura 4-5. Uso potencial de suelos para el bloque Apiay 30
Figura 4-6. Mapa de conflictos de uso del suelo del bloque Apiay 32
Figura 4-7. Modelo hidrogeológico para el bloque Apiay 33
Figura 4-8. Hidrogeología del bloque Apiay 34
Figura 4-9. Geotecnia del bloque Apiay, zonificación por estabilidad 39
Figura 4-10. Temperatura media mensual. Fuente: Base de información IDEAM, 2010 41
Figura 4-11. Precipitación media mensual 42
Figura 4-12. Precipitación máxima en 24 horas 43
Figura 4-13. Número de días mensuales con precipitación 43
Figura 4-14. Brillo solar 44
Figura 4-15. Nubosidad 45
Figura 4-16. Humedad relativa (%) 46
Figura 4-17. Evaporación media mensual (mm) 47
Figura 4-18. Velocidad del viento (m/s) 48
Figura 4-19. Rosa de vientos 48
Figura 4-20. Perfil de temperatura 49
Figura 4-21. Calidad del agua 55
Figura 4-22. Caudal promedio mensual multianual (m3/s), río Ocoa, estación Puente El Amor 60
Figura 4-23. Caudal promedio mensual multianual (m3/s), Canal Pachaquiaro, Estación Peralonso 60
Figura 4-24. Caudal promedio mensual multianual (m3/s) Río Metica, Estación El Barro 60
Figura 4-25. Caudal promedio mensual multianual (m3/s) Río Guayuriba, Estación Puente Carretera 61
Figura 4-26. Número de árboles versus altura total (m) 91
Figura 4-27. Distribución de volumen comercial por clase diamétrica 92
Figura 4-28. Abundancia de especies por tipo de cobertura 97
Figura 4-29. Porcentaje de especies por grupo faunístico para el área de influencia directa 99
Figura 4-30. Riqueza de especies de Anfibios de acuerdo a la familia 99
Figura 4-31. Riqueza de especies de reptiles de acuerdo la familia 100
Figura 4-32. Riqueza de especies de aves de acuerdo al orden 101
Figura 4-33. Riqueza de especies de mamíferos de acuerdo al orden 102
Figura 4-34. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la Herpetofauna presente en el bloque Apiay 104
Figura 4-35. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la avifauna presente en el bloque Apiay 105
Figura 4-36. Roles ecológicos de la avifauna presente en el bloque Apiay 106
Figura 4-37. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la mastofauna presente en el bloque Apiay 107
Figura 4-38. Uso de las unidades de cobertura vegetal por la fauna general en el área de influencia directa dentro del bloque Apiay 108
Figura 4-39. Uso de las unidades de vegetación de acuerdo a los grupos faunísticos dentro del área de influencia directa del bloque Apiay 110

Figura 4-40. Distribución horizontal de la fauna silvestre del bloque Apiay 111
Figura 4-41. Distribución de la fauna silvestre del bloque Apiay, con respecto a los estratos de vegetación 113
Figura 4-42. Plano de veredas municipio de Villavicencio..... 115
Figura 4-43. Distribución de la población según área y sexo 116
Figura 4-44. Distribución de la población por sexo y grupos de edad 116
Figura 4-45. Presencia de comunidades étnicas 117
Figura 4-46. Tasa de crecimiento municipal frente al departamento y la nación 118
Figura 4-47. Distribución de la población por área y por sexo..... 124
Figura 4-48. Distribución de la población por grupos étnicos 124
Figura 4-49. Vía Villavicencio Puerto López, eje vial principal del bloque Apiay..... 147
Figura 4-50. Vías pavimentadas de segundo orden de utilidad para el plan de Contingencia de la SOA 148
Figura 4-51. Vías sin pavimentar de utilidad para el PDC de la SOA..... 149
Figura 4-52. Localización general de los campos del bloque Apiay 160
Figura 4-53. Paqueadero de tractomulas, Sistema de revisión de carrotanques y manejo de aguas aceitosas 161
Figura 4-54. Esquema simplificado de recolección ERA 162
Figura 4-55. Esquema de tratamiento de la ERA 163
Figura 4-56. Procesos o actividades principales de la ERA 164
Figura 4-57. Sistemas conexos en la ERA 165
Figura 4-58. Esquema de tratamiento en la planta de gas Apiay 167
Figura 4-59. Planta de gas Apiay 168
Figura 4-60. Diagrama de banderas de la planta de asfalto 169
Figura 4-61. Detalles del proceso de la planta de asfalto 172
Figura 4-62. Sistema de recolección Suria 175
Figura 4-63. Tratamiento y vertimiento de las aguas industriales tratadas en la E. Suria..... 177
Figura 4-64. Esquema de tratamiento estación Reforma 178
Figura 4-65. Vertimiento al caño Quenanito de las aguas industriales tratadas en la E. Reforma 179
Figura 4-66. Diagrama de procesos termoeléctrica Suria 180
Figura 4-67. Localización general aproximada de nuevos Pozos en Apiay 222
Figura 4-68. Árbol de eventos en tanques 234
Figura 4-69. Árbol de eventos en líneas y áreas de proceso 235
Figura 4-70. Árbol de eventos en tanques de ácido o base 236
Figura 4-71. Árbol de eventos en tanques de hidrógeno..... 237
Figura 4-72. Árbol de eventos de derrame de sustancias nocivas 238
Figura 4-73. Desarrollo de la amenaza en el bloque Apiay 247
Figura 4-74. Matriz de selección de causas..... 253
Figura 4-75. Niveles de protección y afectación por radiación térmica 256
Figura 4-76. Niveles de protección y afectación por llamarada 257
Figura 4-77. Niveles de protección y afectación por explosión..... 258
Figura 4-78. Matriz de aceptabilidad de Ecopetrol S.A. 271
Figura 4-79. Descripción de eventos amenazantes..... 277
Figura 4-80. Esquema de accesos, distancias y velocidades de desplazamiento, bloque Apiay .. 311
Figura 4-81. Grupos básicos del sistema comando de incidentes 330
Figura 4-82. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Menor 336
Figura 4-83. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Medio 337
Figura 4-84. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Mayor 338
Figura 4-85. Flujo de las comunicaciones formales en el sistema comando de incidentes 339
Figura 4-86. Aviso de la emergencia 347
Figura 4-87. Línea de activación emergencia grado menor 348

Figura 4-88. Línea de activación emergencia grado medio 349
Figura 4-89. Línea de activación emergencia grado mayor 350
Figura 4-90. Línea de reporte emergencia grado menor 355
Figura 4-91. Línea de reporte emergencia grado medio 356
Figura 4-92. Línea de reporte emergencia grado mayor 357
Figura 4-93. Procedimiento de evacuación 374
Figura 4-94. Ruta de evacuación de la estación Termosuria 376
Figura 4-95. Ruta de evacuación del área administrativa de Apiay 377
Figura 4-96. Ruta de evacuación de la estación de recolección Suria 378
Figura 4-97. Ruta de evacuación de la estación de recolección Apiay 379
Figura 4-98. Ruta de evacuación de la planta de gas - Apiay 380
Figura 4-99. Ruta de evacuación de la planta de asfalto – Apiay 381
Figura 4-100. Ruta de evacuación de la estación de recolección Reforma - Libertad 382

CONTENIDO FOTOS

Foto 4-1. Suelos de clase agrológica III 29
Foto 4-2. Suelos de clase V asociados al río Guayuriba 29
Foto 4-3. Zona de estabilidad geotécnica Alta (ZEA) 40
Foto 4-4. Zona de estabilidad media alta (ZEMA) 40
Foto 4-5. Zona de estabilidad media (ZEM) 40
Foto 4-6. Zona de estabilidad geotécnica media baja (ZEMB) 40
Foto 4-7. Planta de asfalto 50
Foto 4-8. Hornos y calderas 50
Foto 4-9. Planta de gas, horno 50
Foto 4-10. Tea planta de gas 51
Foto 4-11. Tea ERA 51
Foto 4-12. Tea estación Reforma 51
Foto 4-13. Tramo seco del rio Negro, al sur de la estación Suria, con un pocito bebedero de las corocoras y otras aves 52
Foto 4-14. Tramo seco del caño Santa Rosa, al sur del Rincón de Pompeya, con un pocito de abrevadero para ganado 52
Foto 4-15. Embalse en el caño Quenane para riego de cultivos de palma y sorgo, al norte del ICA 53
Foto 4-16. Pondaje de afluentes del caño Santa Rosa manejado por el CIAT, para los proyectos de FLAR, CIRAD y FEDEARROZ 53
Foto 4-17. Captación E. Suria, caño Suria 53
Foto 4-18. Captación E. Apiay, caño Quenane 53
Foto 4-19. Vertimiento ERA, río Ocoa 53
Foto 4-20. Drenajes de plantas Apiay, al caño Quenane 53
Foto 4-21. Vertimiento Estación Suria, río Guayuriba 54
Foto 4-22. Vertimiento Estación Reforma, caño Quenanito 54
Foto 4-23. Estación LG puente carretera del IDEAM en el río Guayuriba y Mira de 4 m indicando la altura del agua de 3.20 m el día 8 de junio de 2010 59
Foto 4-24. Puente carretera Villavo-Acacías en cruce del río Guayuriba, visto hacia la columna del estribo NW del puente nuevo en donde se apoya la Mira del IDEAM 59
Foto 4-25. Cobertura vegetal del bloque Apiay 86
Foto 4-26. Río Guamal, sin agua para el municipio de San Carlos de Guaroa por culpa de los palmicultores 136

1. OBJETIVO

Proveer la información y procedimientos preventivos, reactivos y correctivos, necesarios para la atención de emergencias en las actividades de la Superintendencia de Operaciones Apiay, en cumplimiento de la legislación nacional, y siguiendo los lineamientos de la Vicepresidencia de Producción (VPR), guía corporativa para la elaboración y actualización de Planes de Contingencia (VPR-DHS-G-016).

2. GLOSARIO

Accidente: Incidente que genera consecuencias reales y evidentes.

Actos Sub-estándar: Comportamientos de las personas que se desvían de un estándar o norma aceptada y que, si no se controlan, podrían generar un incidente.

ACV: Área de Concentración de Víctimas en el Sistema Comando de Incidentes. Se asimila al MEC.

Afectación: Producir alguna alteración. Hacer que una cosa deje huella sobre otra. El término Afectación se asimila a Efecto o Impacto, sin que necesariamente implique daño.

Alarma: Aviso o señal que se da para que sigan instrucciones específicas, debido a la presencia real o inminente de un evento destructivo.

Alerta: Estado declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a lo probable y cercana ocurrencia de un evento catastrófico.

Amenaza ó Peligro: Condición física, química o natural con el potencial de causar consecuencias no deseables o daños serios sobre la población, la propiedad o el medio ambiente.

Amenaza ceráunica: Descarga eléctrica de origen natural (relámpago o rayo).

Análisis del Riesgo: Conjunto de procedimientos cualitativos y cuantitativos, desarrollados en forma sistemática, que permiten evaluar la estimación de frecuencias de ocurrencia de un evento amenazante y sus consecuencias sobre unos elementos vulnerables.

Antrópico. De origen humano o de las actividades del hombre.

APELL: Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level. Proceso que describe una serie de acciones cooperativas para mejorar la conciencia y la preparación de una comunidad ante una eventual emergencia.

Aprobado: Se refiere a un aval que la DHS da, a través del grupo evaluador, asegurando que el equipo y/o sistema ha sido aprobado y ha cumplido con los criterios mínimos de evaluación.

Área Crítica. Área geográfica de mayor extensión, donde se pueden agrupar dos o más puntos críticos, o la línea cruza cuerpos de agua o asentamientos humanos y cuya intersección con la línea sea mayor a 12 m.

Área de Control. Área geográfica compuesta de más de un punto de control, donde las características físicas y condiciones topográficas, ofrecen disponibilidades apropiadas para instalar equipos de contención y recolección de producto derramado.

Área de Observación. Área geográfica, compuesta por uno o más puntos de observación, que por sus características de localización, permiten evaluar el “paso” del derrame y estimar tiempos de viaje del mismo hacia otros lugares.

Área de Protección. Área geográfica, compuesta por más de un punto de protección, que por su sensibilidad ambiental, importancia socioeconómica o cultural/turística/recreacional, amerita protección. Ej. laguna, distritos de riego.

Áreas Ambientales Sensitivas o Zonas Sensibles: Aéreas ambientales ubicadas en el área de influencia de una instalación / campo / pozo / línea / planta, que pueden verse afectadas por el paso del producto derrame / escape / incendio / explosión.

Atención Médica: Es toda atención que realiza un profesional de la medicina en eventos, accidentes o enfermedad de la persona consultante. A diferencia de un primer auxilio, esta atención exige tratamiento (formulaciones) ó intervenciones (suturas, inmovilizaciones, observación u hospitalización).

Autoridad competente: DHS (Dirección de HSE y Gestión Social) es el área responsable de aprobar un equipo, materiales, una instalación o un procedimiento de protección contra incendios.

Ayuda Mutua: Convenio privado, voluntario, condicionado, recíproco (bilateral o multilateral) y sin fines de lucro, suscrito entre diferentes empresas y organizaciones con actividades o amenazas similares o compatibles, con el fin de prestarse en forma coordinada asistencia técnica o humana (o ambas), en casos en que una emergencia supere o amenace con superar la capacidad propia de respuesta de una instalación.

Base de Datos: Es una herramienta informática que permite registrar y realizar gestión con la información relacionada con los incidentes.

BOPD. Barriles de crudo producidos diariamente.

BRIGADAS DE EMERGENCIA: Grupo interno de respuesta inmediata en caso de una emergencia. Está encargada de controlar la emergencia y de minimizar sus consecuencias. Actúa independientemente en primera instancia, y colabora con los grupos de operación externa una vez que estos se presenten en las instalaciones, dentro de la estructura del Sistema Comendo de Incidentes.

CAR: Corporación Autónoma Regional. Las CAR's son las entidades regionales o departamentales encargadas de poner en práctica la política ambiental del país.

Casi Accidente: Incidente sin consecuencias reales, es decir con consecuencias potenciales.

CCS: Consejo Colombiano de Seguridad.

CISPROQUIM: Centro de Información y Atención de Emergencias y Seguridad sobre Productos Químicos, el cual funciona las 24 horas al día, brindando información, asistencia y contacto con los cuerpos de socorro (Tel Bogotá: 2886012 y 9800-916012).

Chorro de Fuego. Tipo de fuego que se presenta cuando una fuga continua de gases o vapores inflamables altamente presurizada se incendia en o cerca al punto de descarga, produciendo radiación térmica continúa.

Clase UN: Sistema de identificación del riesgo de sustancias y materiales peligrosos, según el sistema de las Naciones Unidas (Número y Clase UN).

CLOPAD: Comité Local de Prevención y Atención de Desastres.

Compensación: Son las obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos mitigados o sustituidos.

Consecuencia: Efectos físicos, químicos o biológicos (radiación, sobrepresión, contaminación), generados por los eventos amenazantes.

Contaminación: Daño, alteración del medio por sustancias o formas de energía puestas allí, en cantidades, concentraciones o niveles, capaces que interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar el medio ambiente o afectar los recursos de la nación o de particulares. Ley 22/73.

Contingencia. Es la posibilidad de que una cosa suceda o no (existencia hipotética).

Control: Acciones reactivas (de respuesta) a la emergencia.

Corrección: Son acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por un proyecto, obra o actividad.

CORMACARENA: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de manejo especial La Macarena, que a su vez opera como una Corporación Autónoma Regional con funciones especiales que le asigne el Ministerio del Medio Ambiente, con sede en la ciudad de Villavicencio.

Corredor de Afectación. Área geográfica extendida a lo largo de la trayectoria de una línea, en la cual sus condiciones naturales pueden verse alterada por las condiciones de operación de la línea.

CREPAD: Comité Regional de Prevención y Atención de Desastres

DAB. Departamento de Abastecimiento

Daño: Pérdida económica, social, ambiental o grado de destrucción causada por la consecuencia de un evento.

Derecho de Vía: Área geográfica a lado y lado de una línea o trazado de una línea de transporte de líquidos o gases, en la cual la empresa propietaria ha constituido un derecho para realizar labores de construcción, operación y mantenimiento de dicha línea.

Derrame ó Escape del Producto: Vertimiento accidental (no previsto) de un producto líquido contenido en un recipiente o recinto físico, ajeno a la operación formal.

Desastre. Suceso(s) que causa(n) alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. Daño grave de las condiciones normales de vida en un área geográfica determinada, causada por fenómenos naturales/tecnológicos/antrópicos y que requiera por ello de la especial atención de los organismos del Estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social.

Descontaminación: Quitar la contaminación. Realizar acciones que permitan remediar un sitio o ambiente que ha sido impactado por un contaminante.

Deteriorar: Estropear, menoscabar. Poner en inferior condición de calidad una cosa o una condición.

DHS: Dirección de Higiene Industrial, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional, Medio Ambiente (Ecología) y Gestión Social de ECOPETROL S.A. También conocida como Dirección de HSE y Gestión Social.

DIJ: Dirección Jurídica de ECOPETROL.

DPAD: Dirección de Prevención y Atención de Desastres.

Dispersión Atmosférica. Fenómeno físico mediante el cual se describe la variación de concentración de una sustancia en el aire.

Distancia de Afectación. Distancia a partir del sitio de ocurrencia de un evento amenazante, hasta la cual se pueden generar daños sobre las vidas humanas/infraestructura/ ambiente.

Distancia de Protección. Distancia considerada como límite de seguridad, a partir de la cual no se generan daños sobre las vidas humanas/infraestructura/ambiente.

DGC. Dirección General Central

ECOPETROL S.A. Empresa Colombiana de Petróleos Sociedad Anónima.

Efecto Dominó. Activación u ocurrencia de un evento amenazante a partir de otro, dando como resultado mayores consecuencias o un incremento en las áreas de afectación (un deslizamiento activa la rotura de un gasoducto).

Emergencia Médica: Lesión ó enfermedad que plantea una amenaza inmediata para la vida o la salud de una persona.

Emergencia: Materialización o existencia real de un evento no previsto que implique un estado de PERTURBACIÓN parcial o total en la operación normal de un sistema, que ocasiona una modificación temporal de la organización.

Entidad: Cada una de las empresas, organismos estatales o privados y gremios que pueden prestar ayuda en la atención de una emergencia.

Escape: Liberación accidental (no previsto) de un producto gaseoso contenido en un recipiente o recinto físico, ajeno a la operación formal.

Escenario de Evento Amenazante. Localización geográfica o área física, bajo condiciones meteorológicas específicas (Ej. velocidad del viento de 2 m/s en la dirección norte), en la cual se desencadena un evento amenazante.

Evaluación. En el PDC hace referencia a la evaluación de riesgos como la definición de la aceptabilidad del riesgo y análisis de las alternativas para tratamiento del riesgo.

Evacuación: Acción de desplazamiento de una persona o un grupo de personas desde áreas de riesgo a otras de menor riesgo, utilizando rutas seguras.

Evento Amenazante. Suceso potencial final del desarrollo del evento iniciante. En el caso de un escape de material inflamable se podrían tener eventos amenazantes tales como incendio del chorro de gas o explosión de la nube de gas. En el caso de derrame de productos líquidos, el derrame es un evento.

Evento Iniciante. Liberación de materia y/o energía contenidos en un recipiente natural o artificial (Ej. escape de gas natural).

Evento Posible. Evento que puede suceder o que es factible que suceda.

Evento Probable. Evento esperado debido a que existen razones científicas para "Creer" que ocurran en un tiempo.

Falla de Control: Desviación detectada o no en el Sistema de Gestión HSE de la organización, que si no es corregida a tiempo causa o puede llegar a causar un incidente. Se presenta porque una regla, norma o estándar no existe, es inadecuada o no se cumple. Puede ser un acto sub-estándar o una condición sub-estándar.

FEMA (*Federal Emergency Management Agency* de USA) para el manejo de emergencias. El sistema contiene una estructura de organización flexible, expandible y reducible, que proporciona un marco de referencia estandarizado en el cual se logra la intervención de múltiples instituciones y dependencias, de manera efectiva, sin serias limitaciones derivadas de sus respectivas jurisdicciones.

FM: Factory Mutual, grupo conformado por compañías aseguradoras del riesgo de incendio, que propende por la disminución del riesgo de incendio y posee sus propios estándares para aprobación de diseños, montajes, sistemas, equipos y accesorios para protección contra incendios.

Frecuencia: Es una medida de ocurrencia de sucesos o eventos. En el análisis de riesgo se emplea para determinar la ocurrencia de eventos amenazantes expresada como el número de veces que se presentan por año.

Grado de Emergencia. Clasificación que permite determinar el nivel de activación de la respuesta y cantidad de recursos involucrados en la atención de una emergencia.

GSO. Gerencia de Soporte de la Vicepresidencia de exploración y producción de ECOPETROL.

Gun Barrel. Tanque de tratamiento de crudo cuyo diseño interno le permite promover la separación física del agua y el aceite, generalmente ayudado por agentes químicos.

Herramienta Informática: Conjunto de programas que permiten la manipulación de datos, para que el usuario obtenga la información necesaria, para la gestión de incidentes y fallas de control en tiempo real. La herramienta informática utilizada es "Herramienta de Gestión de Riesgos HSE" (Módulo GRI).

Hidrocarburo: Compuesto químico resultante de la combinación de enlaces de moléculas de carbono con moléculas de hidrógeno.

HSEQ: ("Health, Safety, Environmental and Quality"). Sigla que traduce Higiene, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad. Dependencia de ECOPETROL encargada de manejar dichos temas.

ICP. Instituto Colombiano del Petróleo.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

Impacto: Es la consecuencia directa o indirecta de una amenaza sobre elementos vulnerables (personas, bienes, infraestructura). El lugar donde se presenta el impacto se denomina "área de impacto".

Incendio de la Piscina de Producto (Pool Fire). Ocurre si los vapores de las fracciones volátiles de un producto derramado, dentro de los límites de inflamabilidad superior e inferior, entran en contacto con una fuente de ignición, transfiriendo suficiente energía para generar un incendio de toda la masa de producto derramado.

Incidente: Evento o cadena de eventos no planeados, no deseados y todos previsibles que generaron (accidente) o que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, pudieron haber generado (casi-accidente): lesiones, enfermedades o muerte a las personas, daño a los bienes, al ambiente, a la imagen y/o a la satisfacción del cliente. Se presenta por la coincidencia en el tiempo y en el espacio de varias fallas de control.

Indemnizar: Resarcir económicamente de un daño o perjuicio causado.

Intervención. Medida o acción destinada a modificar determinada circunstancia.

Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I.). Corresponde a la mínima proporción aire-vapor (mínimos aire – máximo combustible) inflamable, expresada como concentración o porcentaje en volumen, necesaria para que ocurra combustión.

Límite Inferior de Inflamabilidad Medio (L.I.I./2). Corresponde a la mitad del límite inferior de inflamabilidad, en el cual teóricamente no se produce combustión. Se utiliza como criterio conservativo para el establecimiento del nivel de seguridad por dispersión de la nube de gas inflamable.

Limpieza: Acción de mitigación que implica la recolección del producto derramado. No significa descontaminación. Limpieza es quitar la afectación. Las acciones de limpieza pertenecen a la mitigación es decir a la parte operativa de la fase de prevención. Con la limpieza se previene el daño eventual subsiguiente a una afectación que se produciría si no se limpia.

Línea Base Ambiental: inventario y caracterización socio ambiental del área de influencia directa e indirecta de la instalación.

Líneas de Activación: Corresponde al flujo de la información (llamadas de alerta) para activar la respuesta ante la emergencia, se realizar telefónicamente.

Líneas de Reporte: Proceso de informe escrito obligatorio que permite dar a conocer “oficialmente” a las entidades correspondientes la existencia de una emergencia.

Llamarada. Ocurre por la combustión instantánea de una mezcla aire-gas inflamable, con una fuente de ignición que se encuentra a cierta distancia del punto de descarga del material inflamable.

Manual Operativo. Manual práctico y de consulta rápida, para ser utilizado en operaciones de campo, de fácil actualización y cuyas páginas pueden ser intercambiables. Herramienta de bolsillo cuyo objetivo es suministrar información operativa concreta, concisa y suficiente para desplegar las acciones de control requeridas para la atención de emergencias.

Matriz para Evaluación de Riesgos (RAM): Herramienta que estandariza la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos, facilitando su valoración y clasificación, desde la perspectiva de las personas, económica, ambiental, de imagen y del cliente.

MEDEVAC: Medical Evacuation. Procedimiento de evacuación para emergencias médicas.

Mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente y la comunidad.

Motu Propio. De iniciativa propia.

MSDS: Material Safety Data Sheet. Hoja de Seguridad de un producto, en la que se especifican aspectos y características de las sustancias y la forma de proceder en el momento en que se liberan accidentalmente.

NFPA: National Fire Protection Association. La NFPA es un organismo reconocido alrededor del mundo como la fuente y autoridad principal de conocimientos técnico, datos, y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego y la protección y prevención. Sus normas han sido acogidas por muchos países en el mundo, entre los cuales está Colombia.

NTC: Norma Técnica Colombiana, elaborada por el ICONTEC.

Número UN: Sistema de identificación de las Naciones Unidas sobre el riesgo de una sustancia.

OFDA: *U.S. Foreign Disaster Assistance*. Oficina de Asistencia para Desastres de América, adscrita a la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), cuya misión es facilitar y coordinar el apoyo a desastres fuera de la frontera de los Estados Unidos. Tiene una dependencia especial para Latinoamérica y el Caribe (OFDA-LAC), cuya sede es Costa Rica.

PAR - VIF. Departamento de Administración de Riesgos de la Vicepresidencia Financiera.

PDC: Plan de Contingencia.

PC: Punto de Control para derrames de hidrocarburo.

Permanencia. Estado que determina, que ante la ocurrencia de un accidente, la empresa mantendrá una estabilidad que le permitirá seguir funcionando.

PIC: Departamento Ingeniería y Confiabilidad

Plan de Contingencia. Es el conjunto de acciones de tipo predictivo, preventivo y reactivo aplicables a un evento (derrame, escape, incendio, explosión), que conforman una estructura de desarrollo estratégico, operativo (respuesta) e informático para una empresa o instalación.

PMC. Plan Maestro de Contingencias.

PMI. Departamento de Mantenimiento

PNC: Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres. Adoptado mediante el Decreto 321 de 1999.

PN-PAD. Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

PON. Procedimiento Operativo Normalizado.

PPA. Planta Producción Apiay.

PPC. Planta Producción Castilla.

Prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

Primeros Auxilios: Es cualquier atención de salud de las lesiones corporales producidas por un accidente o enfermedad. Permite que después de la atención, el trabajador se reintegre de inmediato a su actividad laboral.

Probabilidad. Expresa la ocurrencia de un suceso o evento y se representa por un número adimensional entre 0 y 1 (la probabilidad 1 afirma con certeza la ocurrencia del evento o suceso, y la probabilidad 0 indica con certeza la no ocurrencia del evento o suceso).

Probit. Modelo de vulnerabilidad con el cual se calcula el daño a personas como porcentaje, debido a los efectos físicos de un evento amenazante.

Producto Químico: Por "producto químico" se entiende toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza.

Prueba: Desarrollo de un procedimiento estándar para determinar la condición operativa y de desempeño de un equipo y/o sistema.

Puesto de Comando (PC): Es el sitio en donde se ubica el Comandante de Incidente con su Personal de Comando. En el Puesto de Comando se toman las decisiones estratégicas de atención de la emergencia.

Punto Crítico: Punto geográfico, donde una línea que transporta hidrocarburos, cruza un cuerpo de agua o drenaje de importancia.

Punto de Control: Punto geográfico sobre los cuerpos de agua, donde las características físicas y topográficas de éste y sus áreas aledañas ofrecen condiciones apropiadas para instalar equipos de contención y recolección del producto derramado.

Punto de Observación: Punto geográfico sobre los cuerpos de agua, que cruzan carreteras o caminos de interés, que por sus características de localización, permiten evaluar el comportamiento del derrame y estimar tiempos de viaje del mismo, para poder dar aviso de prevención aguas abajo.

Punto de Protección. Puntos geográficos en agua o en tierra, que por su sensibilidad ambiental, importancia socioeconómica o cultural/turística/recreacional, se debe realizar una estrategia de protección de esos puntos.

RAM. Risk Assessment Matriz: Matriz de Valoración de riesgos.

Rehabilitación. Recuperación a corto plazo de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico, social y económico, logrando un nivel igual o superior al existente antes del accidente.

Remediación: Poner remedio al daño, repararlo. Acciones que se realizan para corregir o recuperar las áreas o elementos que hayan sido dañados a causa de un evento.

Rentabilidad. Capacidad de rendir un beneficio ó utilidad.

Resarcir. Indemnizar, compensar un daño, perjuicio o agravio.

Respuesta a una Emergencia. Acción llevada a cabo ante un evento y que tiene por objeto principal salvar vidas, reducir el sufrimiento humano y reducir el impacto ambiental.

Restauración: Recuperación y adecuación morfológica y ecológica de un área afectada por actividades que hayan introducido modificaciones considerables al paisaje y efectos graves a los recursos naturales.

Riesgo: Producto de combinar la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra y la severidad de las consecuencias.

Riesgo Individual. Frecuencia con la que un individuo ubicado en un sitio particular sufra un determinado daño. Incluye la naturaleza del daño (rotura de tímpanos, muerte, otros), la probabilidad de su ocurrencia y el período de tiempo en el que puede ocurrir el daño.

Riesgo Social. Riesgo expresado como la frecuencia por año con la que un evento amenazante puede llegar a afectar a un número de personas (n) de un total expuesto en un sitio particular.

SCI: Sistema Comando de Incidentes. Modelo internacional establecido por la Agencia Federal de Atención de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) para la organización y manejo de emergencias y extendido en América Latina y el Caribe por OFDA (Oficina de Asistencia para Desastres de América).

Scrubber. Vasija que busca retirar el contenido de agua e hidrocarburos licuables a presión y temperatura atmosférica que haya podido arrastrar el gas en la etapa de separación anterior. Su principio de funcionamiento es hacer pasar la corriente de gas por un camino tortuoso que genere diferencias de presión que precipiten las gotas de líquido contenidas en el gas.

Separador General. Vasija utilizada para separar el agua y aceite de la corriente general de crudo de las estaciones, comúnmente ubicada después del múltiple de recolección. Generalmente en forma de cilindro horizontal o vertical con variados diseños internos que cuentan con drenaje tipo sifón para evacuar el agua depositada en el fondo del separador y una pantalla de retención con caja recolectora a donde pasa la película de aceite por rebose para su posterior evacuación por la sección intermedia de la vasija. En ocasiones algunos separadores cuentan con una salida de gas por el tope del recipiente, en cuyo caso se denominan separadores trifásicos.

Separador de Prueba. Vasija con las mismas características del separador general pero que se utiliza para tratar la corriente de crudo proveniente del pozo en prueba de producción.

SINEEX: Sistema de Información Nacional de Equipos y Expertos

SNPAD: Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de Colombia. Conjunto de entidades públicas y privadas que realizan planes, programas, proyectos y acciones específicas, para prevenir y reducir los efectos de un desastre.

Sustancia Nociva: Son aquellas sustancias que en ciertas cantidades pueden ser incorporadas por el organismo con probabilidades de lesionar la salud de las personas que entra en contacto con ellas.

SOA: Superintendencia de Operaciones Apiay.

SOC. Superintendencia de Operaciones Central

SCC: Superintendencia de Operaciones Castilla y Chichimene.

TASC: Técnica de Análisis Sistemático de Causas. Técnica mediante la cual se identifican las causas inmediatas y básicas.

Triage: Término francés utilizado para definir el proceso de priorización de la atención médica de las víctimas de acuerdo con la severidad de sus lesiones.

UGR: Unidad de Gestión de Riesgos.

UVCE. Incendio de una nube de vapores no confinada (Unconfined Vapour Cloud Explosión).

VEP. Vicepresidencia de Exploración y Producción.

VEX. Vicepresidencia de Exploración.

VIF. Vicepresidencia Financiera.

VPR. Vicepresidencia de Producción.

Vulnerabilidad. Elementos físicos y biológicos que pueden ser afectados por uno o varios accidentes. Se expresa en términos de porcentajes de afectación desde “no daño” (0% afectación) hasta “pérdida total” (100% afectación).

Zona de Impacto. Lugar donde ocurrió el accidente.

3. CONDICIONES GENERALES

3.1 CONCEPTUALIZACION DE LOS PLANES DE CONTINGENCIA

La actualización del presente Plan de Contingencia (PDC) se realizó al mismo tiempo con la actualización del Plan de Manejo Ambiental, para los Bloques Apiay y Castilla mediante, el Contrato Nº 5206643 firmado en Diciembre de 2009, entre ECOPETROL S.A. y la Firma Consultora ECOFOREST LTDA. Para el desarrollo del PDC se siguieron los TDR del Sistema Comando de Incidentes y la Guía VPR-DHS-G-016 del 30/11/2010.

El Plan de Contingencia es una herramienta de planificación estratégica y operativa, diseñada para dar cumplimiento a las etapas de prevención, mitigación y control que se ilustran en la Figura 3-1, y se describen a continuación.

- Prevenir la ocurrencia de accidentes y realizar medidas de cambio de las facilidades y la operación, en función del nivel de riesgo de las instalaciones.

- Responder a las emergencias, desarrollando actividades de control y mitigación para reducir el daño ocasionado.

El Plan de Contingencia cubre las emergencias derivadas del manejo de hidrocarburos y sustancias nocivas, y debe ser implementado por el personal directo de ECOPETROL S.A., contratistas, proveedores y visitantes.

3.2 DIRECTRIZ CORPORATIVA SOBRE ATENCIÓN Y RESPUESTA DE DERRAMES / ESCAPES DE HIDROCARBUROS

A continuación se relaciona la Normatividad de ECOPETROL S.A vigente, en cuanto a Directrices, Instructivos y formatos Corporativos, relativos a los Planes de Contingencia.

- La Directriz Corporativa ECP-DRI-D-001 de 2005 establece las Responsabilidades de ECOPETROL S.A. en materia de atención y respuesta a derrames / escapes de hidrocarburos, dando un manejo estandarizado a la problemática jurídica y ambiental en estos eventos.

- La Directriz Corporativa ECP-DRI-D-002 de Mayo del 2005, establece la Responsabilidad en el diligenciamiento de los siguientes Formatos de Reporte de Derrames de Productos y de Sustancias Químicas.

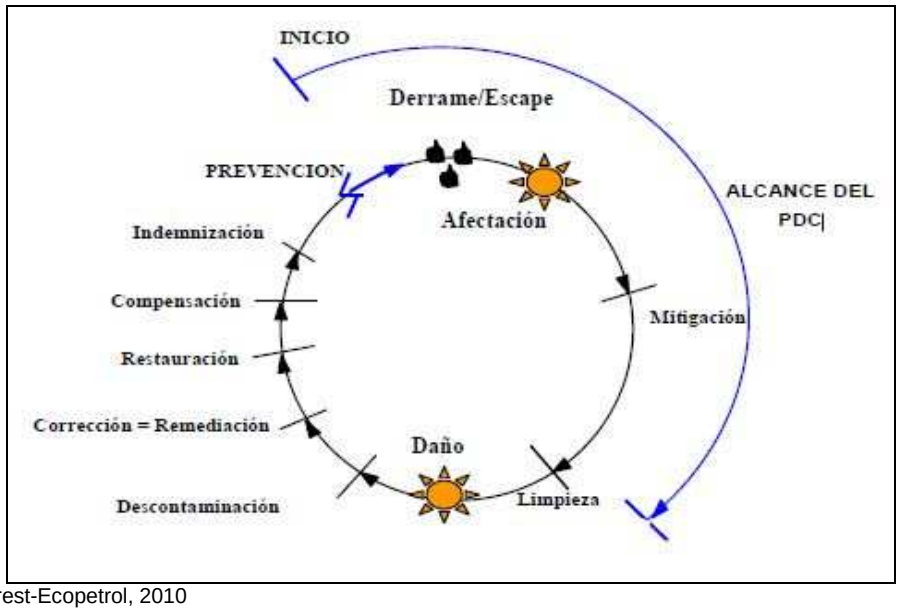
    - ECP-DHS-F-022 NOTIFICACION INMEDIATA DE INCIDENTES

    - ECP-DHS-F-023 REPORTE INICIAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS

    - ECP-DHS-F-024 REPORTE FINAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS

    - ECP-DHS-F-025 LECCIONES APRENDIDAS (12/4/2008)

Figura 3-1. Alcance del Plan de Contingencia[1]



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Zona de Impacto. Lugar donde ocurrió el accidente.

Semejanzas:	Afectación	=	Impacto	=	Efecto
	Daño	=	Contaminación	=	Deterioro
	Corrección	=	Reparación	=	Remediación
	Resarcir	=	Indemnizar	=	Compensar
Diferencias:	Afectación	≠	Daño		
	Limpieza	≠	Descontaminación		
	Mitigar	≠	Corregir		

a. La Directriz Corporativa ECP-DHS-P-001 del 4 de Dic./2008, expedida por la Dirección HSE y Gestión Social sobre GESTION DE FALLAS DE CONTROL E INCIDENTES, establece las actividades que se deben realizar para la gestión adecuada, buscando prevenir su ocurrencia en el futuro, dar cumplimiento legal y establecer los lineamientos de actuación al momento de la ocurrencia de los mismos.

La gestión de fallas de control e incidentes HSE va desde que se detectan y reportan en la organización hasta la divulgación de las lecciones aprendidas para generar aprendizaje al interior de la Empresa y el aseguramiento de la mejor práctica, para evitar su ocurrencia en el futuro, la ejecución de las recomendaciones resultantes y evaluación de su efectividad.

- ECP-DHS-F-019. FORMATO SCI 201 INFORME DE CAMPO EN EMERGENCIAS (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-020. FORMATO SCI 202 DOCUMENTACION DE OBJETIVOS DEL INCIDENTE DE EMERGENCIA (23/07/2008)

[1]Fuente: ECOPETROL, 2009

- ECP-DHS-F-021 INVESTIGACION DE INCIDENTES (12/4/2008)
- ECP-DHS-F-028 FORMATO SINEEX E-1 REGISTRO DE EMPRESAS
- ECP-DHS-F-029 FORMATO SINEEX ECP-1 SECCIONES DE ECOPETROL
- ECP-DHS-F-030 FORMATO SINEEX E-2 REGISTRO DE INSTALACIONES
- ECP-DHS-F-031 FORMATO SINEEX E-2 INVENTARIO DE EQUIPOS
- ECP-DHS-F-032 FORMATO SINEEX F-1 INSCRIPCION DE EQUIPOS
- ECP-DHS-F-033 FORMATO SINEEX INSCRIPCION DE EXPERTOS
- ECP-DHS-F-033 FORMATO SCI 205 DOCUMENTACION DEL PLAN DE COMUNICACIONES RADIALES DEL INCIDENTE EN EMERGENCIAS (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-034 FORMATO SCI 205a DOCUMENTACION DEL LISTADO DE COMUNICACIONES EN EMERGENCIA (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-035 FORMATO SCI 206 DOCUMENTACION DEL PLAN MEDICO DE EMERGENCIA (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-036 FORMATO SCI 211e DOCUMENTACION DE LA LISTA DE INGRESO DE EQUIPOS EN EMERGENCIAS (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-037 FORMATO SCI 211p DOCUMENTACION DE LA LISTA DE INGRESO DE PERSONAL EN EMERGENCIAS (23/07/2008)
- ECP-DHS-F-038 FORMATO SCI 214 DOCUMENTACION DE LA BITÁCORA INDIVIDUAL(23/07/2008)
- ECP-DHS-F-039 FORMATO SCI 231 MINUTA DE REUNION
- ECP-DHS-F-049 PLANTILLA PARA ELABORAR PLANES OPERATIVOS (23/07/2008)
- FORMATO SEGUIMIENTO A ACTIVIDADES DE EMERGENCIA/ VERTIMIENTO
- FORMATO DEL REGISTRO DOCUMENTAL AFECTACION A FAUNA O PECES POR EVENTO DE VERTIMIENTO DE HIDROCARBUROS
- REGISTRO DOCUMENTAL DE EMERGENCIA/VERTIMIENTO
- FORMATO 1, COMUNIDADES. ECP-DHS-F-034
- FORMATO 2, EMPRESAS Y ENTIDADES. ECP-DHS-F-035
- FORMATO 3, ENTIDADES DE SALUD. ECP-DHS-F-036
- FORMATO 4, SISTEMA DE COMUNICACIONES. ECP-DHS-F-037
- FORMATO 5, INVENTARIO DE EQUIPOS DE CLO/CREPADS. ECP-DHS-F-038
- FORMATO 6, FICHAS DE EQUIPOS DE CLO/CREPADS. ECP-HDS-F-039
- FORMATO 7, ENTIDADES DE APOYO CLO/CREPADS. ECP-DHS-F-040
- FORMATO 8, COMITES LOCALES Y REGIONALES. ECP-DHS-F-041

b. El Instructivo ECP-DRI-I-003, Análisis de Trabajo Seguro – ATS.

c. El Instructivo ECP-DHS-I-002, Uso Matriz de Valoración de Riesgos RAM.

d. El Procedimiento ECP-DHS-P-016 para la EVALUACION DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO del 30 de Noviembre del 2009, que cubre los tres aspectos fundamentales: a) Prevención de incendios y explosiones, b) Protección contra incendios y c) Establecimiento de planes de acción que permiten el mejoramiento actualización tecnológica y la evaluación de las instalaciones.

e. El Manual ECP-ICP-GCM-M-001, para aplicación de la metodología de análisis de causa raíz para la solución de problemas.

f. La Directriz ECP-GFI2-D-001, Política de Gestión de Riesgos.

3.2.1 Responsabilidades de atención y respuesta en caso de derrames / escapes de hidrocarburos originados emergencias operacionales

Se consideran derrames / escapes de hidrocarburos de emergencias operacionales a aquellos eventos que se originan como consecuencia de una falla relacionada con actividades de operación o mantenimiento de una instalación de ECOPETROL S.A. En estos casos la responsabilidad de atención de la emergencia debe cubrir:

- Las acciones de mitigación previstas en el Plan de Contingencia.
- Las acciones de remediación necesarias y restauración ambiental, en caso de que el incidente haya causado daño o contaminación. El nivel de remediación debe cubrir las recomendaciones de la valoración que realice la Autoridad Ambiental.
- Los procesos de compensación o indemnización si se ha causado perjuicio demostrable a una persona o a una comunidad y ésta o aquélla decide entablar una acción civil en contra de la Empresa.

3.2.2 Responsabilidades de atención y respuesta en caso de derrames / escapes de hidrocarburos originados en derrames / escapes ajenos a la operación

Se consideran derrames / escapes de hidrocarburos de emergencias ajenas a la operación / mantenimiento normal aquellos eventos que se originan como consecuencia de acciones de sabotaje, hurto, atentado o cualquier otra acción o acto doloso que no tenga relación directa con las actividades de operación o mantenimiento. Los argumentos jurídicos que rompen el denominado “nexo causal” y que permiten determinar si la emergencia es o no asociada a la operación son:

- Fuerza mayor o caso fortuito. Ejemplo de este caso es un derrame causado por un deslizamiento de tierra, o por una creciente de un río.
- Culpa exclusiva de la víctima. Este es el caso de un incendio provocado por la fuga de hidrocarburo en una válvula instalada ilícitamente que causa lesiones o la muerte al infractor.
- Acciones de terceros. Cabe en este renglón todas las emergencias causadas por delitos contra la infraestructura petrolera, tales como sabotajes, atentados, robo de combustible, entre otros.

En cualquiera de estos casos, la responsabilidad de atención de la emergencia debe cubrir únicamente las acciones de atención de la emergencia para la mitigación de los posibles impactos, conforme a los procedimientos que se tengan establecidos en el Plan de Contingencia.

Por lo tanto, la responsabilidad de ECOPETROL S.A. en un derrame/escape de hidrocarburos queda sujeta a la clase de falla que ocasione la emergencia, tal como se resume en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Responsabilidad de ECOPETROL S.A. en caso de derrame / escape de hidrocarburos

Clase de falla	Responsabilidades
FALLA OPERATIVA: Acciones de operación / mantenimiento, voluntarias o involuntarias.	La empresa debe iniciar de manera inmediata las ***acciones de mitigación*** establecidas en el PDC. 1) Si la falla causó una ***contaminación***, la empresa debe generar y aplicar las acciones de corrección, descontaminación, remediación. 2) Si el daño ambiental se valora por la autoridad ambiental como de gran magnitud, la empresa debe realizar las acciones necesarias para procurar de nuevo el equilibrio ecológico ó compensar. 3) En el caso en que la falla operativa haya generado perjuicio a una persona o grupo de personas, y éstas accionen civilmente, si las acciones civiles originadas lo establecen, se pueden llegar a ***indemnizar***.
ACCIONES AJENAS A LA EMPRESA: ✓ Fuerza mayor o caso fortuito. ✓ Culpa exclusiva de la víctima. ✓ Hecho de un tercero.	En cualquiera de estos casos la Empresa únicamente deberá realizar hasta las acciones de atención y mitigación establecidas en el PDC.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

3.3 DISTRIBUCION, RESPONSABLE DEL PLAN DE CONTINGENCIA Y CONTROL DE CAMBIOS

3.3.1 Lista de distribución del Plan de Contingencia

El Documento completo del Plan de Contingencia, según lo estipulado en los TDR y el Contrato, se entrega en versiones impresas con sus respectivas copias magnéticas las cuales son distribuidas de la manera como se relaciona en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Listado de distribución del Plan de Contingencia

Copia #	Cargo	Ubicación
1	Superintendente de Operaciones	GEC-SOA
2	Líder HSE	GEC-SOA
3	Líder DHS Central	GEC-SOA

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

3.3.2 Responsable del Plan de Contingencia

Para la Superintendencia de Operaciones Apiay se ha asignado al Superintendente de Operaciones como Responsable del PDC, es decir, de su implementación, revisión, validación, actualización y distribución.

3.3.3 Control de cambios

El Plan de Contingencia se deberá actualizar siempre que ocurran cambios en organismos clave y/o del personal y/o en la operación de la instalación o campo. Debe realizarse una revisión anual del Plan para ajustar lo necesario.

También debe revisarse con base en experiencias de incidentes reales, ejercicios de simulación y otros ejercicios, que permitan incluir las mejoras que se detecten. Para el control de cambios y revisiones, se debe llevar un registro de actualizaciones y revisiones, según el modelo que se presenta en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Control de cambios y revisiones del PDC

Fecha	Naturaleza del cambio
31/05/2010	Componentes del proceso de actualización: ✓ Reestructuración del plan según Guía VPR-DHS-G-016 (30/11/2009). ✓ Cambio Organizacional de la SOG en 2 Superintendencias Operativas: SOA y SCC ✓ Nuevos desarrollos de pozos y facilidades (Estación Acacias) y proyección de nuevas obras. ✓ Cierre del vertimiento al río Orotoy y sustitución por vertimiento #2 al río Guayuriba. ✓ Nuevo vertimiento de la Estación Chichimene al río Acacias. ✓ Análisis de riegos desagregado para cada bloque, con nuevos incidentes operacionales del quinquenio 2005-2009. ✓ Ampliación al 100% de cobertura para cada bloque en cuanto a atención de derrames.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

3.3.4 Recomendaciones de actualización

Se recomienda el chequeo periódico de todos los elementos que deben considerarse en los procesos de revisión y actualización del Plan de Contingencia (PDC), y para tal efecto se adjunta una lista de chequeo de cada elemento, junto con la descripción y su periodicidad.

Tabla 3-4. Elementos del PDC que requieren revisión y actualización

Elemento	Descripción	Periodicidad
Bases de Datos de Equipos y Expertos	El Ingreso o Retiro de equipos o personas relacionadas con el PDC debe registrarse en las Bases de Datos de equipos y expertos, en los 6 Formatos SINEEX: ECP-DHS-F-028 (SINEEX E-1 Información de Instalaciones) ECP-DHS-F-029 (SINEEX ECP-1 Secciones ECP) ECP-DHS-F-030 (SINEEX E-2 Instalaciones) ECP-DHS-F-031 (SINEEX E-3 Inventario de Equipos) ECP-DHS-F-032 (SINEEX F-1 Inscripción de Equipos) ECP-DHS-F-033 (SINEEX P-1 Inscripción de Expertos)	Mínimo una vez al año.
Estructura Organizacional del Área Operativa	Los cambios organizacionales en las Gerencias, Superintendencias y Departamentos operativos deben reflejarse en el PDC, que obligan a realizar cambios en las estructuras de organización de respuesta.	Mínimo una revisión al año.
Organización de Respuesta a Emergencias	Cambios o relevos en la organización de respuesta, deben hacerse los ajustes en el PDC.	Mínimo una revisión al año.

Elemento	Descripción	Periodicidad
Análisis del Riesgo	La revisión de los riesgos es muy importante en el proceso de Planeación de Contingencias. Cuando se den cambios en la operación, por incremento, decremento o cambio en dedicación de instalaciones, se revisará el análisis de riesgos. También es útil la información registrada en los reporte de incidentes.	Mínimo una revisión al año.
Áreas Sensibles	Las condiciones del entorno pueden cambiar por construcción de infraestructura, asentamientos humanos, desarrollo de otras actividades económicas, nuevos datos meteorológicos, hidrológicos, etc. Estos cambios implican cambios en la sensibilidad del entorno que deben reflejarse en el PDC.	Mínimo una revisión cada dos años
Líneas de Activación y Reporte de Emergencias	Los cambios de estructuras organizacionales de la Gerencia, Superintendencia o Departamento, y organización de respuesta provocan cambios en las rutas de información en los procesos de activación y reporte de emergencias.	Revisión mínima una vez al año.
Diferencias en Emergencias Reales y Simulacros	La ocurrencia de eventos reales o la ejecución de simulacros permiten detectar diferencias entre lo que está previsto en el PDC y lo que realmente ocurre en el ejercicio o evento real. Estos cambios deben reflejarse en la actualización del Plan.	Cuando se detecten diferencias de lo escrito en el Plan y en un ejercicio, simulacro o evento real.
SNPAD	Información sobre contactos e inventario de recursos de los Comités Locales y Regionales de Prevención y Atención de Desastres y sus entidades de emergencia. Para capturar esta información con destino al PDC se utilizan 8 formatos: ECP-DHS-F-034 (Formato1 – Información de Comunidades). ECP-DHS-F-035 (Formato2 – Empresas y Entidades). ECP-DHS-F-036 (Formato 3 – Entidades de Salud). ECP-DHS-F-037 (Formato 4 – Sistema de Comunicaciones). ECP-DHS-F-038 (Formato 5 – Inventarios de Equipos de CLOPAD's y CREPAD's). ECP-DHS-F-039 (Formato 6 – Características de Equipos de CLOPAD's y CREPAD's). ECP-DHS-F-040 (Formato 7 – Entidades de Apoyo de CLOPAD's y CREPAD's). ECP-DHS-F-041 (Formato 8 – Comités Locales y Regionales de Prevención y Atención de Desastres)	Mínimo una vez al año y cuando se evidencie cambio de administración municipal o departamental.
Manual Operativo	Todos los cambios operativos que estén incluidos en el Manual Operativo deben registrarse en las nuevas versiones de este componente del PDC.	Mínimo una vez al año
Conjunto Cartográfico	El conjunto cartográfico registra los cambios del área del PDC. Su actualización es clave en la consulta del Plan. Los lineamientos de actualización de la cartografía están definidos por el Proyecto de Integridad de Ductos y Tanques.	Al menos una vez cada dos años

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4. DESARROLLO

4.1 COMPONENTE ESTRATÉGICO

4.1.1 Generalidades

El componente estratégico define los objetivos, alcance, organización, asignación de responsabilidades, bases conceptuales y de diseño del PDC, y basado en una evaluación del riesgo establece las estrategias preventivas, reactivas y correctivas en las fases de respuesta a emergencias.

Este componente se enmarca en la prevención del daño y es aplicable a los eventos de escape, derrame, incendio y explosión que se pueden presentar en el manejo de hidrocarburos y sustancias nocivas en el Bloque Apiay.

4.1.2 Línea base ambiental y mapas de sensibilidad ambiental

4.1.2.1 Línea base ambiental

En este capítulo se incluirá un resumen de la totalidad de la información de la Línea Base del área de influencia del Bloque Apiay presentada en el capítulo Línea Base del Plan de Manejo Ambiental (PMA) de este estudio.

ASPECTOS FÍSICOS

- **Componente geosférico**

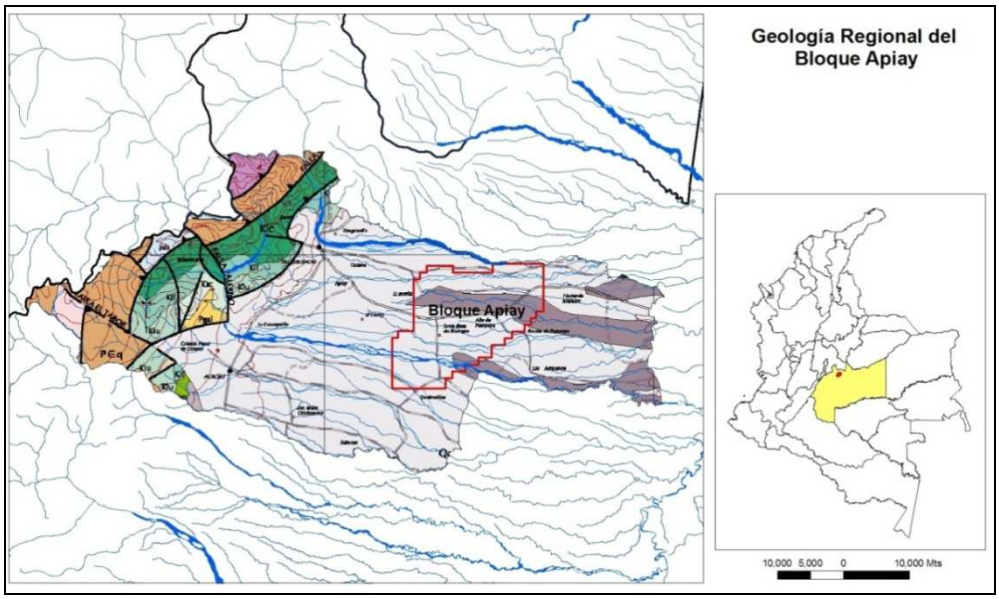
Área de influencia indirecta. Desde el punto de vista Geosférico, se considera como área de influencia indirecta del bloque Apiay a los municipios de Villavicencio y de Acacías, porque comprende tanto al área geográfica de la ubicación del bloque mismo, como el área en donde se encuentra la infraestructura compartida con otros bloques petroleros (como centrales eléctricas y sus corredores de transmisión de energía, y el área de influencia de oleoductos y gasoductos que entran y salen de la SOA) y las vías para transporte del crudo desde ECOPETROL y otras explotaciones petroleras (denominadas Terceros) desde y hacia la SOA.

Estos dos municipios, Villavicencio y Acacías, se encuentran en el piedemonte llanero, cuyo material geológico ha sido transportado por las diversas corrientes de agua desde la cordillera oriental (sector occidental de los municipios) y depositado a lo largo de dicha cordillera hasta las planicies ubicadas al oriente de los mismos.

Área de influencia directa. El bloque Apiay se encuentra sobre la zona de plana a ligeramente plana de los llanos orientales, cubierta en toda su extensión por depósitos cuaternarios, presentándose como terrazas y depósitos aluviales recientes asociados a los ríos que atraviesan este bloque.

Geología regional. Dentro del área de influencia indirecta del Bloque Apiay, se encuentra buena parte de las unidades geológicas de la Cordillera Oriental, de acuerdo con INGEOMINAS (2002). En la Figura 4-1, se presenta un plano con la geología regional del bloque Apiay.

Figura 4-1. Geología regional del bloque Apiay



Fuente: Adaptado de Ingeominas, 2002

Las unidades geológicas del bloque Apiay se describen a continuación:

a. Grupo Quetame (p q)

Ubicado al occidente del área de influencia indirecta del bloque Apiay; Consiste en un paquete de cuarcitas hacia la base, las cuales se intercalan con metaconglomerados y filitas. Le suprayacen filitas verdes y violáceas y metarenitas feldespáticas. El espesor del grupo puede superar los 8.000 m aproximadamente. En el informe geológico de la plancha 266: Villavicencio, se le ha asignado una edad Precámbrico-Paleozoico Inferior.

b. Grupo Farallones (pDf)

Se encuentra ubicado en los Farallones de Medina, en la región del Guavio, río Batá y en el sector de Quetame. Las facies y espesores del grupo son variables. En la sección del río Batá afloran 2.500 m aproximadamente, de arenitas cuarzosas de grano fino a muy grueso, lutitas grises y violáceas con algunos niveles fosilíferos. Hacia el techo existen algunas intercalaciones de capas de calizas.

c. Brechas de Buenavista (Jsb)

Se encuentra en el extremo occidental del All del Bloque Apiay. Con este nombre se designa una secuencia de brechas y conglomerados, resultado de avalanchas de detritos y lodo depositadas en un ambiente transicional o continental cercano al mar o marino somero, que no presentan una extensión lateral importante, por lo que no son discriminadas en la cartografía departamental de escala 1:500.000. Ulloa y Caro (1985) decidieron incluir esta unidad Brechas de Buenavista como la base del Grupo Cáqueza, fundamentados en las observaciones de campo. (Ingeominas, 2002).

d. Grupo Cáqueza (Kic)

Esta unidad se localiza en la parte de occidental del AII del bloque Apiay. Es una sucesión lutítica que aflora al este de la Sabana de Bogotá entre los municipios de Cáqueza y Puente de Quetame y que yace en forma discordante sobre rocas Paleozoicas del Macizo de Quetame. El Grupo Cáqueza está conformado en su base por una secuencia de conglomerados de cantos heterométricos y polimícticos, compuestos de sedimentitas, esquistos, pizarras y cuarzo, en matriz arenosa con cemento siliceo o calcáreo. Son muy frecuentes las intercalaciones de capas de calizas oscuras y lutitas negras en esta sucesión. Su contacto inferior es claramente discordante sobre las rocas paleozóicas del Grupo Quetame.

e. Formación Fómeque (Kif)

Nombre dado por Hubach (1957), al conjunto de lutitas, calizas y arenitas que afloran al este de Bogotá, en el sector de los municipios de Ubaque, Choachí y Fómeque, que suprayacen en forma concordante al Grupo Cáqueza. Sus características litológicas son similares a lo largo de una faja extensa de terreno, desde la altura de Gutiérrez hasta la región del Guavio. Lutitas grises oscuras a negras, con concreciones calcáreas y piritosas, lentes de yeso y niveles con abundantes moluscos y amonitas, prevalecen con respecto a niveles de arenitas de cuarzo micáceas. Calizas lenticulares detríticas y fosilíferas se intercalan esporádicamente en la secuencia. El espesor de la Formación Fómeque varía entre 500 a600 m cerca a Fómeque (Ingeominas, 1988) y alcanza los 1,200 m en la región del Guavio (Ulloa op. cit). Su edad está comprendida entre el Hauteriviano-Barremiano y el Albiano Inferior.

f. Formación Une (Kiu)

Se define como un conjunto arenoso bastante persistente que se extiende por el flanco este de la Cordillera Oriental y que se ubica en forma concordante entre las formaciones Fómeque (infrayacente) y Chipaque (suprayacente). Su morfología característica son cuchillas escarpadas que se destacan con respecto a las unidades adyacentes. Su litología consiste principalmente de areniscas blancas y grises, cuarzosas, de grano fino hasta conglomerático, cemento sílicio y minerales accesorios como mica y pirita. Se presenta en capas irregulares hasta lenticulares con estratificación cruzada. Lutitas negras carbonosas aparecen intercaladas en las areniscas o constituyendo niveles de varios metros. Capas de calizas de poco espesor pueden encontrarse ocasionalmente y lentes de carbón antracítico y bituminoso han sido localizados en los alrededores de Une, Restrepo y Acacias.

El espesor de la formación es de unos 1.000 m, en su sección tipo, cerca de la población de Une en Cundinamarca. La Formación Une se ha considerado formada entre el Cretácico Inferior y el Superior: Albiano-Cenomaniano (Ingeominas, 2002).

g. Formación Arcillas del Limbo (Pgal)

Esta unidad hace parte del Piedemonte Llanero, al occidente del bloque Apiay. Está conformada por arcillas esquistosas grises y verdes con intercalaciones de areniscas y mantos de carbón, que afloran en el lecho del río Cravo Sur, en vecindades del Morro y en la vereda El Pañuelo, formando el núcleo del sinclinal del Arenal. Su espesor es de 250 m. Esta Formación suprayace de manera concordante a la Formación Palmichal e infrayace discordantemente a la Formación Areniscas del Limbo. Sus características composicionales y texturales sugieren un ambiente pantanoso o lagunar marino durante su formación. Se ha ubicado en el Paleoceno.

Además de estas unidades geológicas, en el área de influencia indirecta del bloque se encuentran las unidades denominadas: Depósitos aluviales (Qal) y Depósitos de Terraza (Qt) que se detallan en el numeral de Área de influencia directa del bloque Apiay.

- **Geología local**

El área de influencia directa del bloque Apiay se encuentra dentro de las unidades geológicas de depósitos de terraza (Qt) y depósitos aluviales (Qal). Estas se describen a continuación.

a. Depósitos de terraza (Qt)

Estos depósitos cubren la mayor parte del área del bloque Apiay. .Están conformados por una secuencia gruesa de conglomerados de matriz arenosa color pardo con clastos heterométricos y polimícticos con alta redondez y baja esfericidad indicando un transporte de estos materiales relativamente largo; corresponden a depósitos del cuaternario.

Estos conglomerados alternan con unos niveles limosos a lodosos masivos de color café con espesores que hasta de 3 metros encontrados entre el río Ocoa y el río Guatiquia en la parte norte del bloque.

b. Depósitos aluviales (Qal)

Esta unidad es la segunda en importancia dentro del bloque Apiay; está conformada por espesos coluviones depositados por las corrientes de agua, que han sido arrastrados desde la zona montañosa hasta las planicies, tanto en las llanuras aluviales o de inundación, como en los abanicos de las desembocaduras de los ríos.

Estos depósitos se caracterizan por ser conglomerados sueltos sin o con escasa matriz areno-gravosa, de color amarillento, con clastos heterométricos que varían de cantos a bloques polimícticos por la presencia de materiales sedimentarios ígneos y metamórficos. Corresponden al período Cuaternario- Reciente.

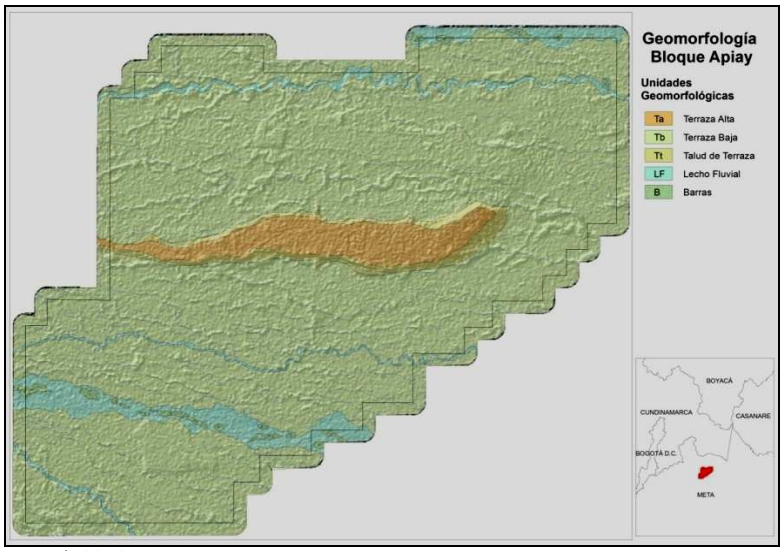
Los mayores depósitos aluviales recientes están restringidos a los cauces de los ríos mayores tales como Guatiquía, río Negro, río Ocoa y Guayuriba. El trabajo continuo de las orillas, producido por los constantes cambios entre aguas altas y bajas, ha generado las llanuras aluviales de desborde, los diques y los bancos, que se elevan unos pocos metros por encima del nivel de la llanura dando lugar a las terrazas.

De acuerdo con la información geoeléctrica suministrada por ECOPETROL, la secuencia estratigráfica de las unidades cuaternarias corresponden a una alternancia entre gravas, arcillas y arenas con un espesor de 80 metros aproximadamente.

- **Geomorfología**

El Bloque Apiay que se encuentra geográficamente dentro de los Llanos Orientales, tiene una geomorfología correspondiente a niveles de terrazas características del área de estudio, las cuales se presentan en la Figura 4-2, Geomorfología del bloque Apiay, y se describen a continuación:

Figura 4-2. Geomorfología del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

a. Terrazas altas (Ta)

Esta unidad se localiza en la parte central de bloque Apiay, a lo largo de la vía principal Villavicencio – Puerto López desde el extremo occidental del Bloque Apiay hasta la Estación Apiay, aproximadamente. Morfológicamente presenta una geometría alargada en dirección aproximada E-W y tiene una longitud de 15 km aproximadamente y una amplitud máxima de 1.7 km. Su relieve es plano, ligeramente ondulado en algunos sectores.

Esta unidad se originó con el depósito reciente de sedimentos y clastos provenientes de la Cordillera Oriental y casi que de forma simultánea, dado que el modelamiento tectónico regional de tipo compresivo entre la zona andina y el cratón produce levantamiento a través de fallas inversas de estos depósitos. La erosión fluvial diferencial de este material ha ido moldeando estas terrazas. Morfodinámicamente, estas terrazas son muy estables, produciéndose únicamente procesos de erosión de tipo laminar.

b. Talud de terrazas (Tt)

Esta unidad geomorfológica bordea toda la unidad de terraza alta y separa las unidades de terraza alta y de terraza baja. Esta unidad es el producto de la erosión diferencial fluvial de los depósitos cuaternarios de la unidad de terrazas altas. Estos taludes son más pronunciados hacia el sur y este de la terraza alta, con laderas que superan el 100% de pendiente; su longitud aumenta progresivamente hacia el oriente hasta alcanzar un máximo de 40 metros; estas laderas son rectas a ligeramente cóncavas. Hacia el norte de la terraza alta, se observa pendientes más suaves, entre el 10 y el 70%, las cuales van aumentando hacia el este y hacia el sur. No se observaron procesos erosivos fuertes, únicamente erosión laminar y ocasionalmente erosión en surcos.

c. Terrazas bajas (Tb)

Estas terrazas se encuentran limitadas en la parte inferior (en términos topográficos) por los lechos de los cauces actuales y en la parte superior por la unidad Talud de Terraza; cubren la gran

mayoría del área del bloque Apiay. Esta unidad se encuentra asociada a depósitos recientes, los cuales fueron transportados desde la zona de cordillera y depositados en la gran cuenca de los llanos, las cuales se modelaron debido a la erosión diferencial a causa de la cercanía de los ríos principales actuales. Conforman amplias planicies planas a ligeramente onduladas, que se encuentran disectadas por las corrientes de agua del bloque Apiay, tanto por cauces menores como por ríos principales como el Guayuriba, el Ocoa y el Guatiquía. Las terrazas bajas presentan pequeños niveles de altitudes no mayores a 2 metros. Esta unidad presenta procesos morfodinámicos muy someros, como erosión laminar y ocasionalmente en surcos.

d. Lechos fluviales (LF)

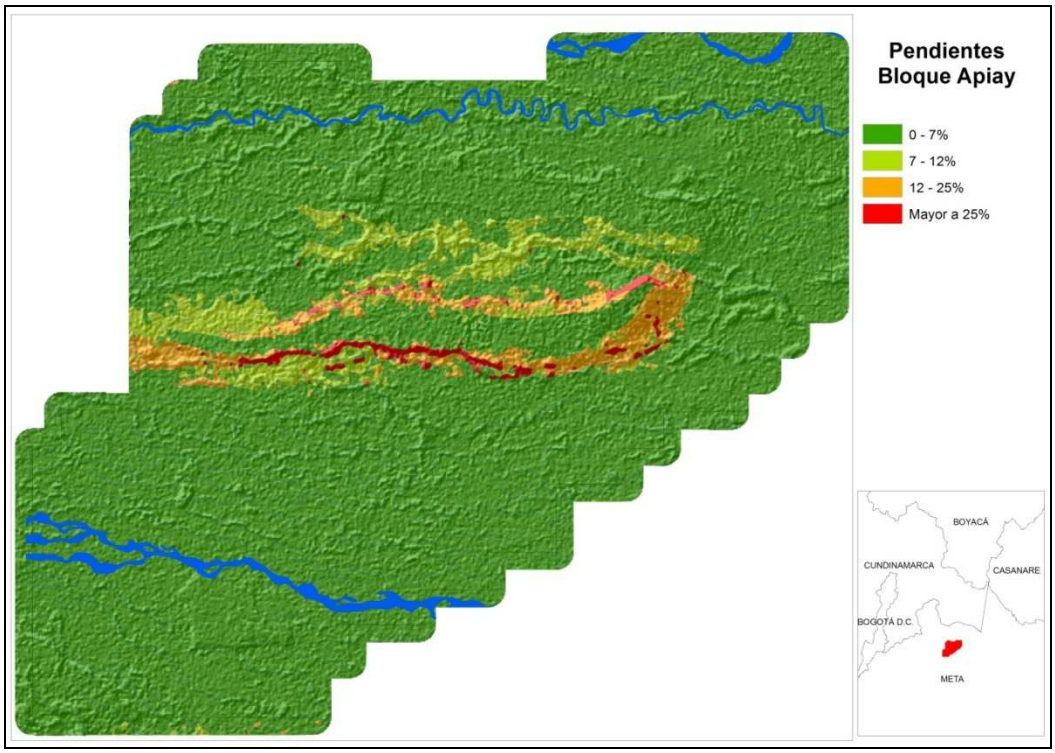
Esta unidad geomorfológica se encuentra en los actuales lechos de los principales ríos presentes en el Bloque Apiay, de los cuales el más importantes son el del río Guayuriba con 850 metros de amplitud, y el del río Ocoa. Esta unidad está directamente asociada a la dinámica fluvial de los ríos que atraviesan el bloque Apiay, cuya gran carga de sedimentos genera los lechos trenzados. Dichos ríos drenan en sentido Oeste – Este, siendo su sección transversal cóncava y somera, debido a las características de ríos trenzados y a la presencia de barras dentro de sus cauces. Los procesos morfodimámicos de esta unidad son de tipo deposicional, por los detritos y sedimentos que arrastran y que son depositados en su lecho en las zonas más planas, los cuales son explotados económicamente para su uso como materiales de construcción por explotaciones mineras tecnificadas. Las estructuras presentes en esta unidad son las barras que se encuentran al interior o en la parte central de la mayoría de los cauces.

e. Pendientes

Las pendientes del bloque Apiay son muy bajas y homogéneas; los únicos cambios contrastantes se presentan en los taludes de la Terraza Alta especialmente en su costado sur; por esta razón fue necesario cambiar los rangos de pendientes establecidos en los HITER103 por unos más reducidos, para poder detallar los leves cambios de pendientes existentes en este bloque; se establecieron los siguientes rangos: 0-7%, 7-12%, 12-25% y mayor de 25% (Ver Figura 4-3).

En la Figura 4-3, Mapa de pendientes de Bloque Apiay, se indica la ubicación de los 4 rangos de pendientes definidas para el Bloque Apiay.

Figura 4-3. Mapa de pendientes del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Según las características del área, las mayores pendientes se concentran en los taludes de las terrazas que son zonas alargadas y restringidas y en su mayor parte el bloque de Apiay tienen pendientes bajas menores a 7%.

- **Suelos**

Los suelos del bloque Apiay son transportados y muy poco evolucionados. Se ha determinado la presencia de 3 clases agrológicas de suelos; estas son: Suelos de Case Agrológica III, IV y V.

Clases agrológicas de suelos del bloque Apiay

En la Figura 4-4, Clases agrológicas de suelos del bloque Apiay, se indica la ubicación de las 3 clases agrológicas de suelos definidas para este Bloque de acuerdo con la clasificación agrológica de suelos.

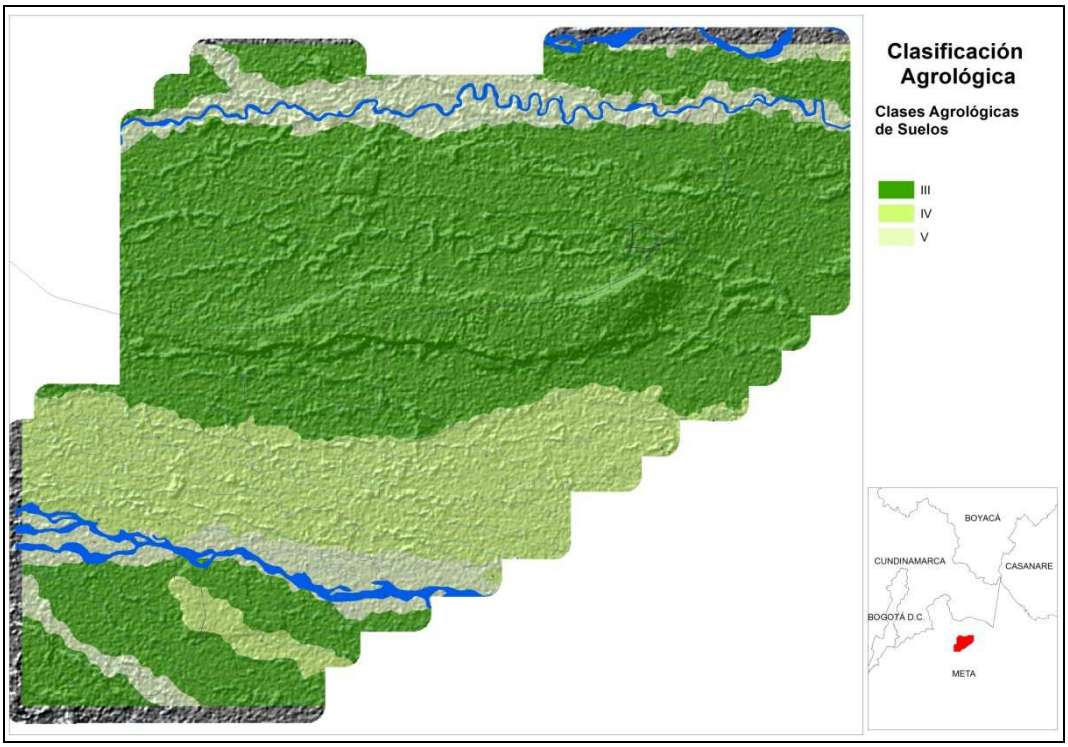
A continuación se describen en las unidades de suelos presentes en el Bloque Apiay.

a. Suelos clase agrológica III

Esta clase de suelos se encuentra en la parte central y norte del bloque Apiay, de acuerdo con ECOPETROL – Corpoambiente, 2007, está conformado con las Asociaciones Brisas, Libertad, Pachaquiaro y la Consociación Pompeya, y en algunas área del extremo sur occidental del mismo; se caracterizan por ser de relieve plano a inclinado hasta del 25%, los cuales se caracterizan por

ser suelos que se encuentran en clima húmedo tropical, dentro de varios niveles de terrazas, profundos a superficiales, con drenaje bueno a pobre y texturas gruesas. Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales aluviales antiguos muy meteorizados; la fertilidad es baja y la reacción ácida. El material parental está constituido por depósitos aluviales del Pleistoceno provenientes de la cordillera. La base consta de cantos rodados de diferente tamaño en avanzado estado de meteorización, que a veces afloran a la superficie. Los suelos son profundos a superficiales, limitados por capas de cascajo a piedra (Ver Foto 4-1).

Figura 4-4. Clases agrológicas de suelos del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

b. Suelos clase agrológica IV

Esta clase de suelos se encuentra en una franja alargada en sentido E –W, en la parte sur del bloque Apiay entre los planos de desborde de los ríos Guayuriba y Negro; esta unidad está conformada por las siguientes asociaciones que se encuentran descritas en ECOPETROL – Corpoambiente, 2007: Guacavía, El Reposo y Pompeya, las cuales se caracterizan por presentar suelos superficiales a profundos, pobremente a bien drenados, originados a partir de materiales aluviales poco a muy intemperizados, desarrollo pedogenético con horizontes A, B, y C, y texturas gruesas a finas.

c. Suelos clase agrológica V

Esta unidad se encuentra presente en la zona de ribera de los ríos Guayuriba y Ocoa; se caracteriza por presentar un relieve con pendientes menores al 7% con suelos de material grueso,

con escasa matriz, poco profundos, muy susceptibles a inundaciones y alta pedregosidad. (Foto 4-2).

Foto 4-1. Suelos de clase agrológica III[2]

Foto 4-2. Suelos de clase V asociados al río Guayuriba[3]

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Uso actual y potencial de suelos del bloque Apiay

El uso actual de suelos del bloque Apiay es muy variado; uso para pastos para ganadería extensiva, usos agrícolas, turísticos, forestales y desde luego, uso industrial por la actividad petrolera que existe en el bloque y por las explotaciones de material para construcción (arena, bravilla, cantos rodados) de los cauces de los principales ríos como el Ocoa y el Guayuriba, en época de aguas bajas.

El acuerdo con IGAC - Corpoica, 2002, y de acuerdo con las características de los suelos y las pendientes, la vocación de uso del suelo del bloque Apiay es principalmente agropecuario, tal y como se observa en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Vocación de uso del suelo para el bloque Apiay

Vocación de uso	Uso principal	Descripción	Símbolo
Agrícola	Cultivos Transitorios Intensivos	Tierras caracterizadas por su terreno plano, adecuada disponibilidad de agua durante el año y suelos productivos. No presenta limitaciones para el establecimiento de cultivos, pastos y bosques. Requieren prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos y aguas (adecuada fertilización, labranza controlada, control de la contaminación).	CTI
	Cultivos Semipermanente y Permanente Intensivo	Tierras de relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes hasta del 25%. Presentan limitaciones moderadas, entre ellas: suelos de baja fertilidad natural, con altos contenidos de aluminio intercambiable y pedregosidad superficial por	CSI

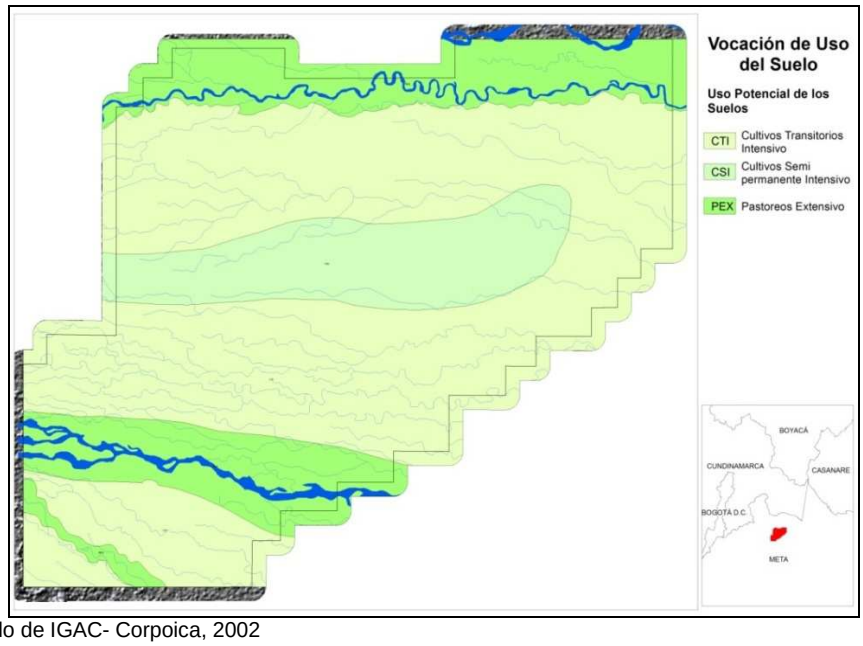
[2]Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010
[3]Fuente: Corpoambiente, 2010

Vocación de uso	Uso principal	Descripción	Símbolo
		sectores. Requieren prácticas moderadas de conservación y manejo, enmiendas, fertilización y drenaje.	
Ganadería	Pastoreo Extensivo	Tierras planas a onduladas con pendientes hasta del 25%. Presentan altos contenidos de sales, grado moderado de erosión, pedregosidad en superficie e inundaciones frecuentes, en algunos sectores hay presencia de zurales. El manejo debe enfocarse a evitar el sobrepastoreo, controlar las quemas y mejorar la composición de las pasturas mediante la introducción de leguminosas forrajeras.	PEX

Fuente: Adaptado de IGAC – Corpoica, 2002

En la Figura 4-5, Uso potencial de suelos para el bloque Apiay, se observa el uso potencial o la vocación natural de los suelos para el bloque.

Figura 4-5. Uso potencial de suelos para el bloque Apiay



Fuente: Adaptado de IGAC- Corpoica, 2002

De acuerdo con la Figura 4-5, los suelos con potencial para Cultivos transitorios intensivos ocupan la mayor extensión del Boque Apiay, y se encuentran ubicados en las zonas de terrazas bajas que abarcan la mayor parte del bloque; le siguen en importancia los suelos con potencial para cultivos semipermanentes intensivos, localizados en la unidad de terraza alta. Los suelos con uso potencial de pastoreo extensivo presentan la menor extensión y se encuentran ubicados en las vegas de los ríos Ocoa al oriente del bloque y Guayuriba al occidente del mismo.

Conflictos de usos suelos del bloque Apiay

De la comparación entre el uso actual del suelo y la vocación o uso potencial de los suelos, se determina la presencia o ausencia de conflictos en su uso. En el área del bloque Apiay, se

observan conflictos ligeros a moderados, debido principalmente a sub utilización o sobreexplotación de los suelos. Del análisis de la información existente: mapa de conflictos de uso de las tierras (IGAC, 2002), imagen Land Sat TM, del año 2007 de la Universidad de Maryland, EU, y de las observaciones directas en campo, se definieron los conflictos de uso del suelo presentes en el bloque Apiay, indicados en la Figura 4-6, y la Tabla 4-2:

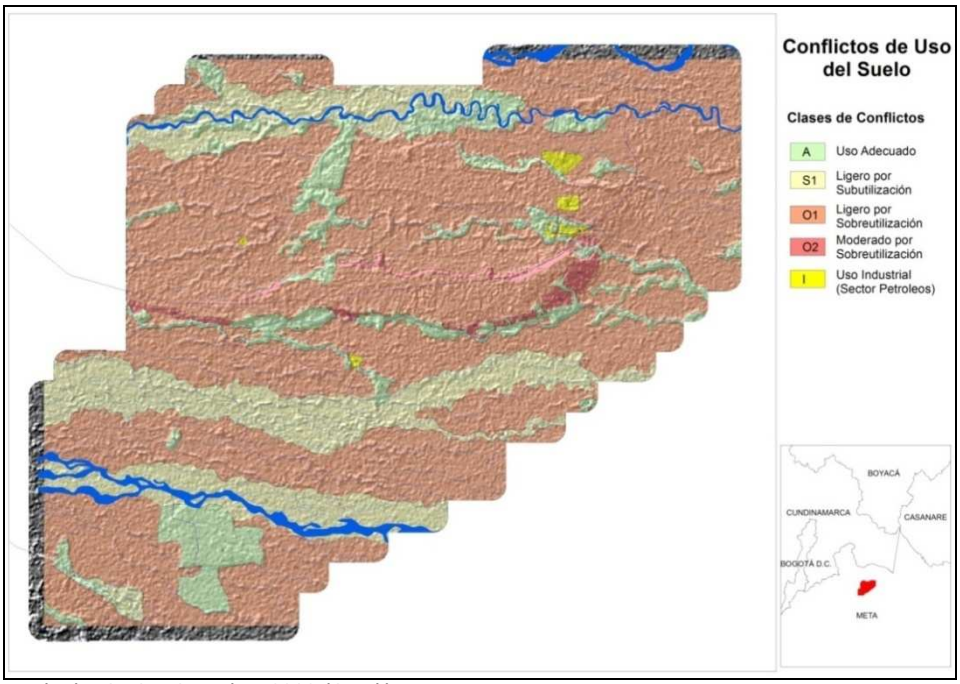
Tabla 4-2. Conflictos de usos del suelo del bloque Apiay

Estado de las Tierras	Clases de Conflicto	Grado de Intensidad del conflicto	Descripción	Símbolo
Tierras con intervención antrópica total o parcial	Sin conflicto de uso o uso adecuado	Ninguno	Tierras donde el agro ecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible. El uso actual es adecuado y concordante con la capacidad productiva natural de las tierras	A
	Conflictos por subutilización	Ligero	Tierras cuyo uso actual es cercano a la clase de vocación de uso principal y, por ende, a los usos compatibles; no obstante es de menor intensidad al definido según su capacidad productiva natural.	S1
	Conflictos por sobre utilización	Ligero	Tierras cuyo uso es actual es cercano a la clase de vocación de uso principal y, por ende, a los usos compatibles; no obstante es de mayor intensidad al definido según su capacidad productiva natural.	O1
		Moderado	Tierras en las cuales el uso actual es superior a la clase de vocación de uso principal debido a su menor capacidad productiva y fragilidad natural. Genera degradación paulatina de los recursos naturales afectando la sostenibilidad de los procesos productivos y ambientales	O2
Actividad industrial		Moderado	Tierras ocupadas por actividad industrial del petróleo como el Complejo Industrial de Apiay, Estaciones de Recolección, sistemas de tratamientos de residuos como piscinas, land, farming , etc., pozos de petróleo y obras civiles.	I

Fuente: Adaptado de IGAC – Corpoica, 2002[4]

[4] IGAC – CORPOICA. Uso Adecuado y Conflictos de Uso de las Tierras. Escala 1:1'500.000. Bogotá: 2002

Figura 4-6. Mapa de conflictos de uso del suelo del bloque Apiay



Fuente: Adaptado de IGAC – Corpoica, 2002 (Op cit)

De acuerdo con el Mapa de conflictos de uso del suelo del bloque Apiay, la mayor parte del bloque presenta áreas con conflictos ligeros por sobre utilización del suelo, mientras que las otras clases de conflictos en el uso del suelo se presentan en áreas mucho menores.

- **Hidrogeología**

Las aguas subterráneas son un recurso hídrico de vital importancia tanto para el sector petrolero como para la comunidad presente dentro del bloque Apiay, ya que durante los meses de sequía, la mayor parte de las corrientes de agua se secan, haciendo de los acuíferos la única fuente de agua para la mayor parte de los habitantes y actividades del área de estudio.

La zona donde se ubica el bloque Apiay es de alto potencial para aguas subterráneas dado las condiciones geológico – estructurales, puesto que las aguas que provienen de la cordillera se infiltran fácilmente por las fracturas y fallas geológicas alimentando todos los acuíferos que se encuentran en la parte plana; de otra parte, el gran nivel de porosidad y transmisibilidad de los depósitos cuaternarios presentes en esta área contribuyen aún más a la recarga de los acuíferos existentes.

De acuerdo con el modelo hidrogeológico del bloque Apiay (ver Figura 4-7), en la zona existe bajo el nivel superficial orgánico, un acuífero libre y un acuífero confinado, separados por un estrato arcilloso semi-impermeable.

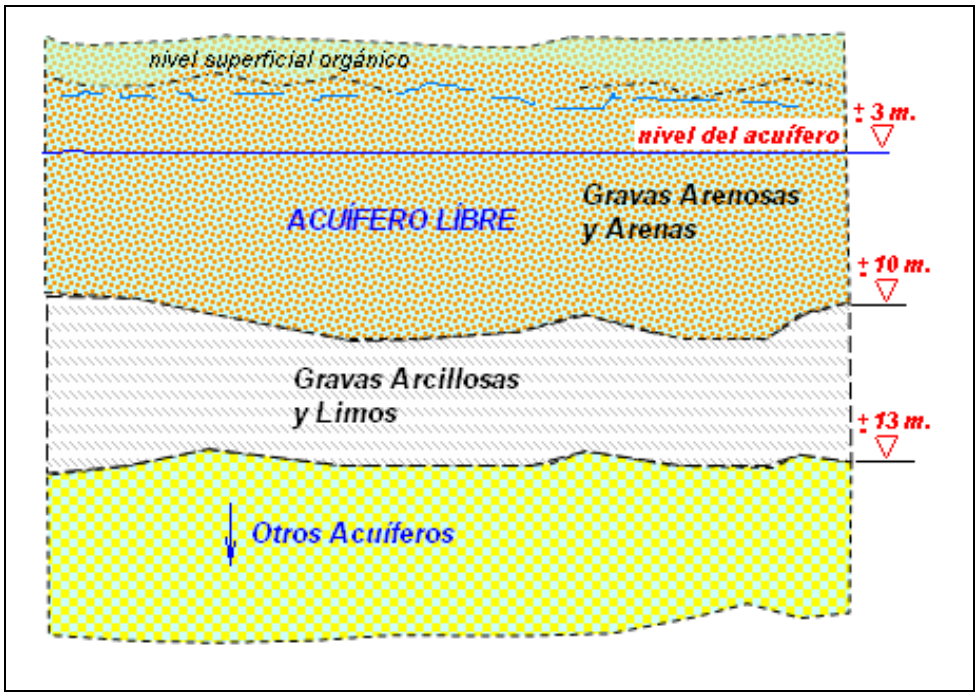
El acuífero libre tiene un espesor de promedio aproximado de 7 metros y es el acuífero mayormente explotado en la región; encuentra sobreyaciendo, discordante y segmentadamente, a niveles sedimentarios arcillosos menos permeables. Está conformado por materiales tipo terraza

aluvial con elementos pétreos rodados de diferentes tamaños (cantos, guijarros y gravas), dentro de una matriz predominantemente arenosa, cuarzosa, muy oxidada y de coloración amarillenta a rojiza.

El estrato arcilloso también contiene cantos rodados y gravas. Según el reporte del PMA anterior, en el área de Apiay este depósito menos permeable tiene un espesor de 2 metros y ejerce en algunos sectores, la función de base del acuífero libre mayormente explotado en la región y es el techo de acuíferos confinados subyacentes.

Los acuíferos confinados se extienden en las diferentes capas sedimentarias de edad terciaria, alcanzando profundidades de mucho más de los 13 metros esquematizados y espesores asimilables a los definidos para la estratigrafía geológica del terciario regional.

Figura 4-7. Modelo hidrogeológico para el bloque Apiay



Fuente: SOA –Ecopetrol S.A, 2007, en Ecopetrol – Corpoambiente, 2007

Inventario de puntos de agua

Durante la comisión de campo se registró un total de 15 pozos someros de ECOPETROL con profundidades entre 3 y 5 metros (3 de la Estación Suria, 2 de la Estación Reforma – Libertad y 9 de la estación Apiay), así como 26 puntos de agua entre pozos de agua y aljibes (jagüeyes en la jerga de la zona) que son los más se comunes, con profundidades en promedio de 4 metros cuyo nivel de agua se encuentra a 3 metros, la cual es extraída por electrobombas de baja capacidad, con caudales entre 0.5 y 0.8 lit/seg. En la Figura 4-8. Hidrogeología del bloque Apiay, se presenta la ubicación de estos pozos.

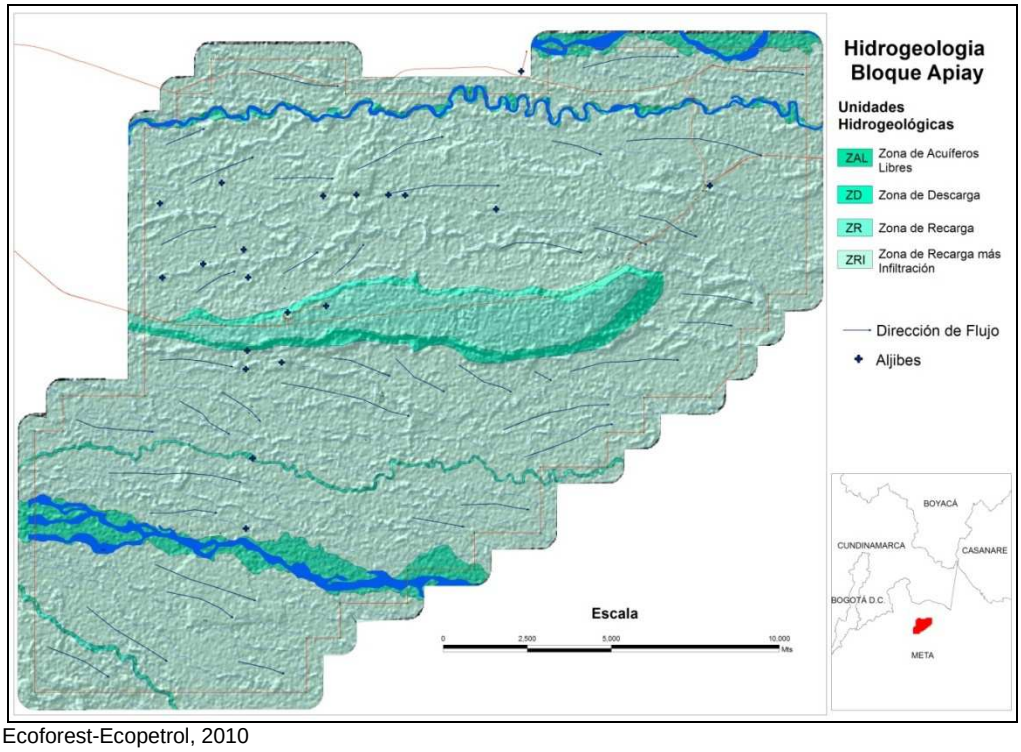
Unidades hidrogeológicas

Dadas las condiciones geológicas y geomorfológicas del bloque Apiay, se establecieron 4 unidades hidrogeológicas: zona de acuíferos libre, zonas de descarga, zonas de recarga y zona de recarga más infiltración (Figura 4-8 Hidrogeología del bloque Apiay).

a. Zonas de acuíferos libres (ZAL)

Corresponde a aquellas zonas que están directamente asociadas con los ríos principales como son el Guayuriba, el Ocoa y el Guatiquía; esta unidad esta caracteriza por presentar acuíferos libres someros, los cuales son alimentados con estos ríos.

Figura 4-8. Hidrogeología del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

b. Zonas de descarga (ZD)

Esta unidad hidrogeológica se ubica en la parte del talud de la terraza alta, esta unidad presenta esporádicos nacimientos de agua en época de lluvias pero son efímeros; la importancia hidrogeológica de esta unidad es menor, dado que es alimentado por las aguas subterráneas de la terraza alta, provenientes solo de infiltración de aguas lluvias. Durante la comisión de campo de este estudio no se observó ningún nacimiento de agua sobre este talud.

c. Zona de recarga (ZR)

Esta unidad hidrogeológica corresponde a la parte de la terraza alta en la parte central del bloque, en el cual se presentan acuíferos libres no tan someros y alimentados principalmente por aguas lluvias, en época de lluvias.

d. Zona de recarga más infiltración (ZRI)

Esta unidad hidrogeológica es la de mayor extensión dentro del bloque Apiay; se caracteriza por presentar Acuíferos libres cuya tabla de agua está alrededor de los 3 metros de profundidad pero con calidad del agua regular a mala en algunos sectores como en la vereda Llanerita y Santa Helena Baja, debido a su alto contenido de hierro, a la alta turbiedad y a la presencia de olores desagradables.

- **Geotecnia**

Para la evaluación de la geotecnia del bloque Apiay se utilizó el sistema semi-cuantitativo de evaluación de estabilidad de Ramírez & González, 1989 y que hace parte de la "Metodología para el Estudio de Zonas Homogéneas de Estabilidad", el cual ha sido adaptado por Ecoforest Ltda.

Análisis de zonas homogéneas de estabilidad

Los parámetros analizados en esta evaluación son:

- ✓ Litología (L)
- ✓ Pendientes (P)
- ✓ Vegetación (V)
- ✓ Morfodimámica (MD)
- ✓ Estructura y tectónica (E/T)

La evaluación de estabilidad se determina con base en una calificación (CE), definida por la sumatoria de los anteriores parámetros.

$$\mathbf{CE} = L + P + V + MD + E/T$$

Dentro del procedimiento de valoración, la cuantificación se da en términos de las condiciones favorables a la estabilidad. Las más favorables tendrán un menor puntaje con respecto a aquellas cuya condición es desfavorable.

Cada uno de estos parámetros se analiza en el área del bloque Apiay y se realiza una zonificación para cada uno de ellos. La superposición de esta zonificación múltiple da como resultado el plano de zonificación por estabilidad geotécnica.

A continuación se presenta la valoración de cada uno de los 5 parámetros implicados:

a. Litología (L)

El grado de consolidación y heterogeneidad del material de los depósitos recientes, y su ambiente de depositación, determinan las condiciones de estabilidad. Los niveles de areniscas compactas favorecen las condiciones de estabilidad del área. Los niveles de limolitas y arcillolitas comprenden

un rango descendente de condiciones desfavorables debido a su baja resistencia. Intrínsecamente, se establece el porcentaje de roca y matriz, la naturaleza granular o fina y su condición in-situ.

La valoración de las formaciones geológicas del bloque Apiay se presenta en la Tabla 4-3 Tipo de material litológico.

Tabla 4-3. Tipo de material litológico (L)

Formación		Litología	Valoración
Cuaternario Aluvial	Qal	Gravas, arenas y limos	7
Cuaternario de terrazas	Qt	Conglomerados	6

Fuente: Ramírez & González, 1989 modificado por Ecoforest Ltda.

b. Pendientes (P)

En presencia de rocas cuaternarias semi-consolidadas a inconsolidadas, la pendiente es determinante en la estabilidad. En el área del bloque Apiay, las mayores pendientes se concentran en los taludes de las terrazas que son zonas alargadas y restringidas; en su mayor parte el bloque de Apiay tiene pendientes bajas menores a 7%, indicador de una zona bastante estable.

La valoración de los rangos de pendiente presentes en el área de estudio se presenta a continuación en la Tabla 4-4, Pendientes.

Tabla 4-4. Pendientes

Pendiente (%)	Valoración
0-7	**1**
7-12	**4**
12-25	**7**
>25	**15**

Fuente: Ramírez & González, 1989 modificado por Ecoforest Ltda.

c. Vegetación (V)

Desde el punto de vista de la estabilidad, la cobertura vegetal cumple dos funciones esenciales: determinar el contenido de agua de la superficie, controlando la caída de partículas de aguas lluvias (una de las principales responsables de erosión), y la infiltración del agua en el suelo; y dar consistencia al terreno por el entramado mecánico de sus raíces. Estas funciones protegen el material parental del suelo. La cobertura vegetal en términos de altura de la vegetación, densidad de follaje y de área de cobertura también es determinante en el nivel de protección del material del suelo.

Las características de la vegetación en el área del bloque de exploración y la cuantificación, se presentan en la Tabla 4-5, Tipo de Vegetación.

Tabla 4-5. Tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Descripción		Valoración
Bosque	B	Masas forestales	0
Rastrojo	R	Vegetación de porte alto con predominio de elementos leñosos, que conforma coberturas cerradas	1
Pastos	P	Formaciones de gramíneas de bajo porte, por lo general no superior a 30cm de altura. Comprende pastos naturales y manejados	9
Cultivos y misceláneo	C y C-R	Tierras dedicadas a actividades agrícolas	7
Misceláneo	B – P	Cobertura vegetal con bosques aislados en zonas de pastos	3
Misceláneo	R – P	Distintos tipos de cobertura con predominio de rastrojos bajos y pastos	9
Sin Cobertura Bajo Vegetal	E	Área desprovista de vegetación	15

Fuente: Ramírez & González, 1989 modificado por Ecoforest Ltda.

d. Morfodinámica (MD)

Se involucran bajo este parámetro elementos explicativos de la morfogénesis, causas y evolución, conducentes a una zonificación altitudinal de los procesos morfogenéticos en el área de estudio. Dicha evaluación permite establecer el grado de estabilidad o inestabilidad morfodinámica del área.

A partir de las formas y procesos clásicos se infieren los mecanismos geodinámicos, estableciendo zonas inestables en el área del bloque. Dentro de dicho concepto se analizan intrínsecamente parámetros como la erosión y las evidencias de procesos antiguos de deslizamientos, mencionados en la metodología de Ramírez &. González (1989).

Se establece una zonificación de eventos geodinámicos que caracterizan al área. Tales eventos han sido igualmente confrontados con la información secundaria disponible, con el fin de correlacionarla y establecer una base concertada de la dinámica actual.

En general, la dinámica contempla cuatro tipos:

- Dinámica ligada a la gravedad o muy débilmente asistida por agua
- Dinámica ligada a escurrimiento lineal difuso y concentrado.
- Dinámica ligada al escurrimiento sub-superficial.
- Dinámica compuesta de tipo hidrogravitacional.

En el área de estudio se presentan algunas socavaciones a orillas en algunos sectores de los ríos; sin embargo, no es algo desestabilizador por las pendientes planas y por lo tanto no se tiene en cuenta en la valoración, pero en los taludes de las terrazas desprotegidas de cobertura boscosa, se encuentra varios problemas erosivos.

Tabla 4-6. Morfodinámica

Dinámica	Proceso	Descripción	Valoración
Ligada al Escurrimiento Lineal Difuso	Escurrimiento difuso	Leve	1
		Moderado	2
		Fuerte	3
	Escurrimiento Cárcavas	Leve	6
		Moderado	7
		Intenso	8
Compuesta de Tipo Hidrogravitacional	Movimientos en Masa	Reptación	14
		Deslizamientos	15
		Desprendimientos y desplomes	15

Fuente: Ramírez & González, 1989 modificado por Ecoforest Ltda.

e. Estructural y tectónica (E/T)

Como parte de los eventos tectónicos, y relacionados con la expresión de ruptura de la roca por el exceso de esfuerzo límite, se presentan los lineamientos de falla; lo cuales son asumidos como fracturas profundas que han generado a su alrededor fracturas menores.

Tabla 4-7. Estructura-Tectónica

Riesgo	Descripción	Valoración
Bajo	Lineamientos de Falla	6
Medio	Actividad tectónica de fallas satélites	**9**
Alto	Fallas inversas	**15**
	Fallas normales	
	Fallas de rumbo	
Estructuras geológicas		
Sinclinales		**3**
Anticlinales		**4**

Fuente: Ramírez & González, 1989 modificado por Ecoforest Ltda.

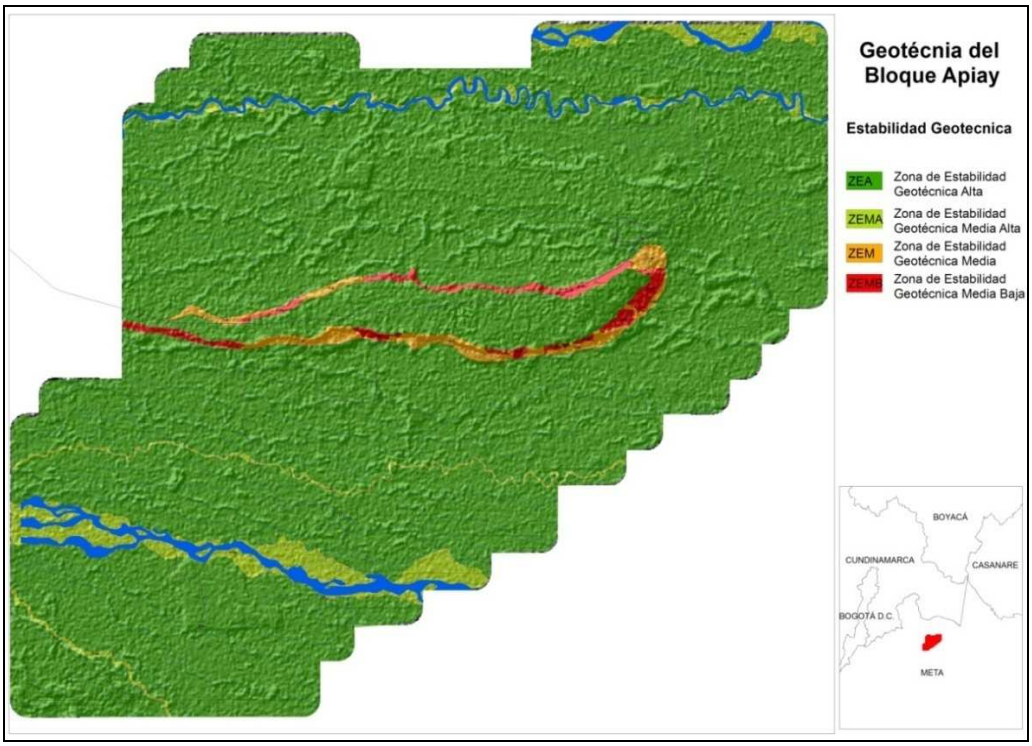
Estructuras como fallas se convierten en planos de ingreso de aguas lluvias, aumentan la porosidad y permeabilidad de las rocas y disgregan el material, además de ser potenciales superficies de deslizamiento de material semi consolidado como el caso de los conglomerados de las terrazas.

f. Resultados obtenidos

En el bloque Apiay se identificaron cuatro (4) unidades de estabilidad geotécnica teniendo en cuenta factores definidos anteriormente. Estas unidades representan el grado de susceptibilidad a generar fenómenos de inestabilidad como procesos de remoción en masa y erosión. En términos generales el Bloque Apiay presenta alta estabilidad geotécnica.

Como resultado de este proceso de de zonificación geotécnica se produjo el mapa de estabilidad geotécnica, en donde se indica la zonificación por estabilidad del bloque Apiay. Ver Figura 4-9.

Figura 4-9. Geotecnia del bloque Apiay, zonificación por estabilidad



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

A continuación se describen las diferentes zonas de estabilidad geotécnica encontradas en el bloque Apiay.

- ✓ **Zonas de estabilidad geotécnica alta (ZEA)**

Esta unidad comprende tanto la zona de terraza alta como de terraza baja, esta unidad geotécnica se caracteriza por tener pendientes menores del 7%, en su gran mayoría cubierto por pastos, el uso del suelo principal es el de ganadería semi extensiva, los procesos morfodinámicos son muy incipientes presentándose erosión laminar (Ver Foto 4-3).

Sobre esta unidad se encuentra la mayor parte de la infraestructura petrolera del bloque Apiay, como el Complejo industrial de Apiay, y las estaciones de recolección Suria y Reforma-Libertad.

- ✓ **Zonas de estabilidad geotécnica media alta (ZEMA)**

Esta unidad geotécnica está relacionada con las zonas aledañas a los cuerpos de agua principales como son los ríos Guayuriba, Negro, Ocoa y Guatiquia, se caracterizan por presentar pendientes menores al 7%, con materiales geológicos sueltos y muy afectados por la dinámica de las corrientes de estos ríos (Ver Foto 4-4).

- ✓ **Zonas de estabilidad geotécnica media (ZEM)**

Esta unidad corresponde a la parte del talud de la terraza alta que está cubierta por bosque; la pendiente de esta unidad es mayor al 12%, con pendientes rizadas cortas de baja disección, procesos morfodinámicos se y erosión solo de tipo laminar (Ver Foto 4-5).

- ✓ **Zonas de estabilidad geotécnica media baja (ZEMB)**

Esta unidad geotécnica corresponde a las zonas de talud de la terraza alta que están deforestadas, las cuales son muy susceptibles a la generación de procesos de remoción en masa. (Ver Foto 4-6). Esta unidad ocupa una pequeña área en la parte central del bloque Apiay.

Foto 4-3. Zona de estabilidad geotécnica Alta (ZEA)[5]

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-4. Zona de estabilidad media alta (ZEMA)[6]

Foto 4-5. Zona de estabilidad media (ZEM)[7]

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-6. Zona de estabilidad geotécnica media baja (ZEMB)[8]

[5]Foto tomada cerca de los pozos Libertad Reforma 6 y 7. Fuente: Ecoforest, 2010
[6]Foto tomada en el lecho del Rio Negro en el sur del Bloque Apiay. Fuente: Ecoforest, 2010
[7]Foto tomada sobre la vía que conduce a la estación de Recolección Suria, en el flanco sur del talud de la terraza alta. Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010
[8]Foto tomada al norte del complejo industrial Apiay. Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

- **Componente climatológico**

La caracterización climatológica del Bloque Apiay se basó en el análisis de las estaciones cercanas al área de estudio, localizada en la zona de circulación atmosférica tropical, conformada por una franja de baja presión que origina la formación de vientos alisios del noreste, que a su vez regula un periodo seco en la región durante los meses de Diciembre a Marzo y una temporada lluviosa de Abril a Octubre. Ver Tabla 4-8 Estaciones meteorológicas.

Tabla 4-8. Estaciones meteorológicas

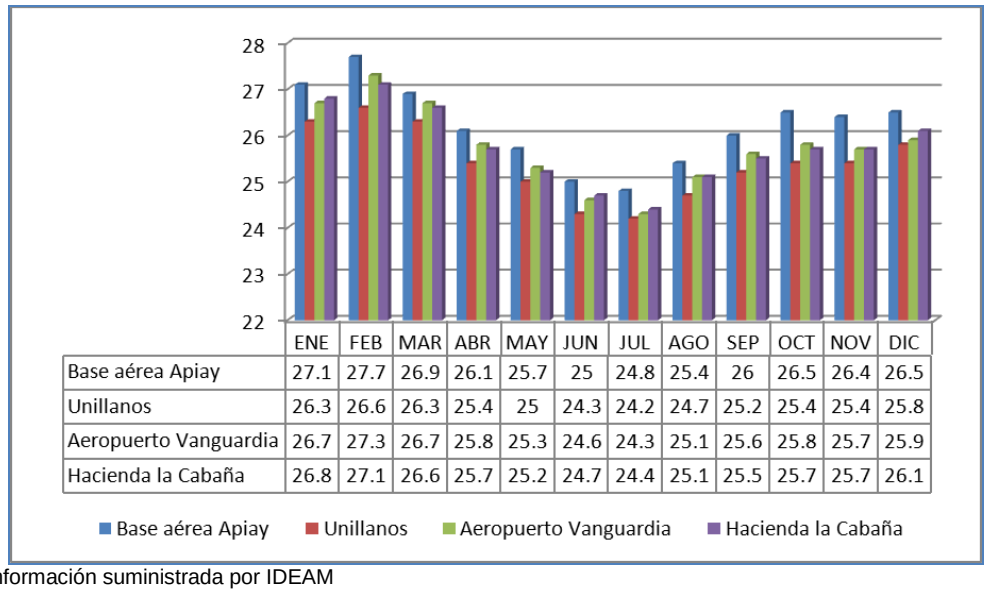
Código	Nombre estación	Corriente	Tipo*	Elevación (msnm)	Municipio	Coordenadas		Serie de Datos
						Latitud	Longitud	
3503501	Base aérea Apiay	Ocoa	SS	400	Villavicencio	04º04'N	73º33'W	1990-2009
3503507	Unillanos	Guatiquía	CP	340	Villavicencio	04º04'N	73º34`W	1992-2009
3503502	Aeropuerto Vanguardia	Guatiquía	SP	423	Villavicencio	04º09'N	73º37'W	1991-2009
3501002	Acacias	Acacias	PM	525	Acacias	03º59'N	73º45'w	1990-2009
3504502	Hacienda la Cabaña	Guacavía	CO	305	Cumaral	04º18'N	73º21'W	1992-2009
3501001	Puerto López	Metica	PM	182	Puerto López	04º06'N	72º56'W	1991-2009

Fuente: IDEAM, 2010.
Tipo*: CO - Climatológica Ordinaria, PM- Pluviométrica, CP- Climatológica principal, SS- Sinóptica secundaria, SP-Sinóptica principal. Todas las estaciones solo presentan información hasta el año 2009.

Temperatura

La temperatura media multianual registrada en las 4 Estaciones seleccionadas oscila entre los 25.4°C y los 26.2 °C, siendo el valor más bajo en la Estación Unillanos y el más alto en la Estación Base Aérea Apiay y Hacienda La Cabaña. Las temperaturas promedio multianuales máximas oscilan entre los 29.7 °C y los 28.1 °C, así como las temperaturas mínimas varían entre 23.9 °C y los 23.2 °C, siendo los meses de Enero a Marzo los más caluroso y los meses de Junio a Julio los más fríos.

Figura 4-10. Temperatura media mensual. Fuente: Base de información IDEAM, 2010



Fuente: Información suministrada por IDEAM

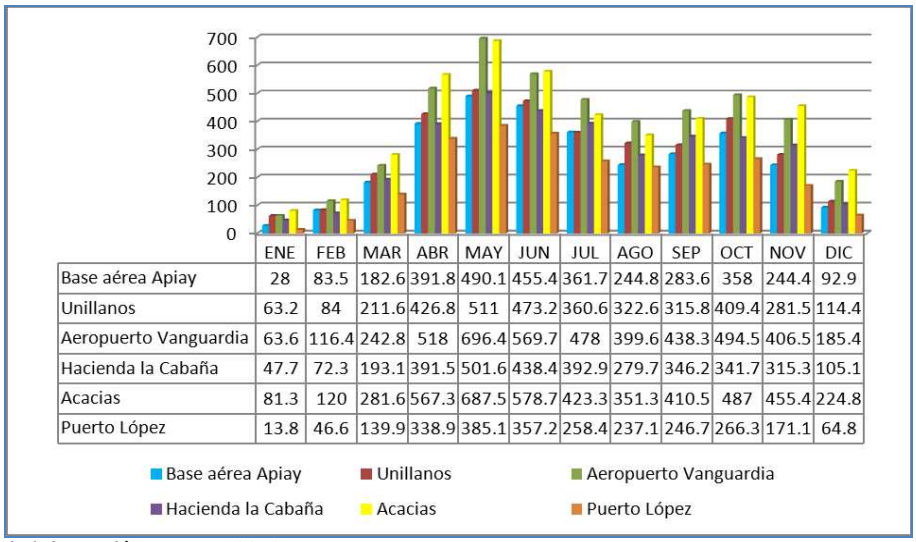
Precipitación

La zona de interés presenta un régimen de precipitación monomodal, en donde se registran dos periodos bien diferenciados, un periodo seco de Diciembre a Marzo y un periodo lluvioso de Abril a Noviembre con un cierto descenso entre Julio y Septiembre; la máxima precipitación anual se registra en las Estación Acacías con 4669 mm, seguida de 4609 mm en el Aeropuerto Vanguardia, de 3574 mm en Unillanos, de 3425 mm en la Hacienda La Cabaña y de 3217 en la Base Aérea de Apiay, notándose una fuerte disminución al Este en la Estación Puerto López con 2526 mm.

Los registros indican que las lluvias se incrementan en dirección oeste es decir hacia el piedemonte llanero, siendo el máximo registrado en todas las estaciones en el mes de Mayo y el de menor precipitación en el mes de Enero inclusive por debajo de 60 mm. Ver Figura 4-11 Precipitación media mensual.

Los valores máximos de precipitación en 24 horas y el mayor número de días mensuales con precipitación muestran que Mayo es el mes más lluvioso, registrándose para este mes 109.9 mm de precipitación en 24 horas en la Estación Aeropuerto Vanguardia y 100.7 mm en la Estación Acacias, así como 28 días lluviosos en Julio y 27 días lluviosos en Mayo y Junio en la Estación Aeropuerto Vanguardia, y 24 días lluviosos en la Estación Unillanos para los meses de Mayo y Junio. El mayor promedio anual de precipitación en 24 horas se presenta con 77.3 mm en la Estación Acacias, seguido de 77.2 mm tanto en el Aeropuerto Vanguardia. Ver Figura 4-12 Precipitación máxima en 24 horas. El mayor número de días con precipitación fue de 251 días al año en el Aeropuerto Vanguardia, seguido de 207 días lluviosos en la Estación Unillanos. Ver Figura 4-13 Número de días mensuales con precipitación.

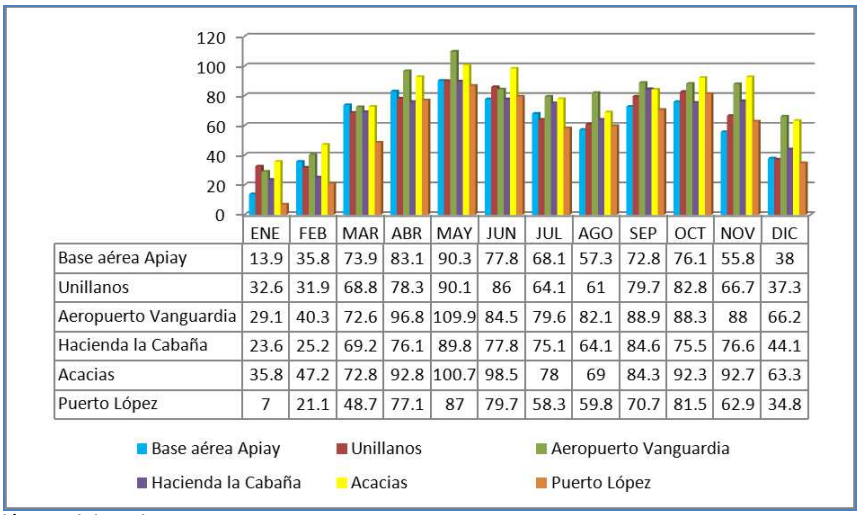
Figura 4-11. Precipitación media mensual



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Base aérea Apiay	28	83.5	182.6	391.8	490.1	455.4	361.7	244.8	283.6	358	244.4	92.9
Unillanos	63.2	84	211.6	426.8	511	473.2	360.6	322.6	315.8	409.4	281.5	114.4
Aeropuerto Vanguardia	63.6	116.4	242.8	518	696.4	569.7	478	399.6	438.3	494.5	406.5	185.4
Hacienda la Cabaña	47.7	72.3	193.1	391.5	501.6	438.4	392.9	279.7	346.2	341.7	315.3	105.1
Acacias	81.3	120	281.6	567.3	687.5	578.7	423.3	351.3	410.5	487	455.4	224.8
Puerto López	13.8	46.6	139.9	338.9	385.1	357.2	258.4	237.1	246.7	266.3	171.1	64.8

Fuente: Base de información IDEAM, 2010

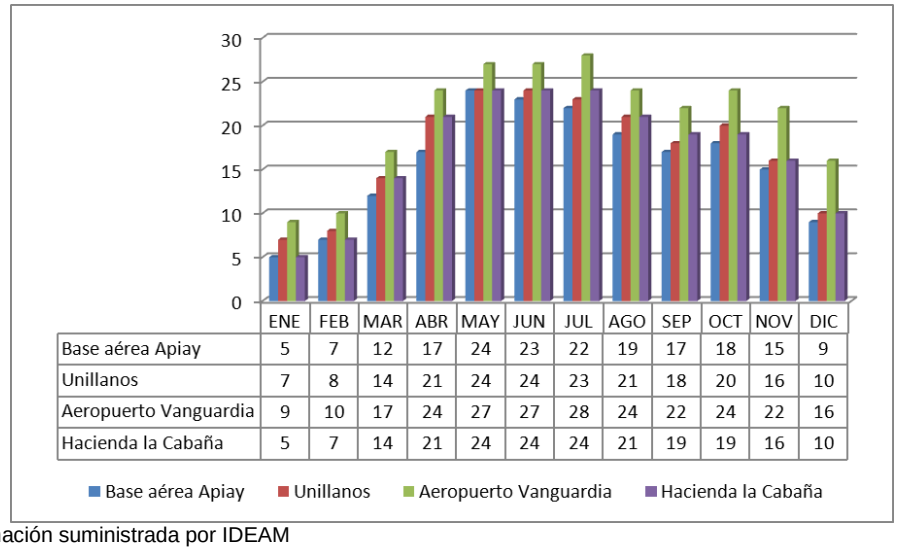
Figura 4-12. Precipitación máxima en 24 horas



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Base aérea Apiay	13.9	35.8	73.9	83.1	90.3	77.8	68.1	57.3	72.8	76.1	55.8	38
Unillanos	32.6	31.9	68.8	78.3	90.1	86	64.1	61	79.7	82.8	66.7	37.3
Aeropuerto Vanguardia	29.1	40.3	72.6	96.8	109.9	84.5	79.6	82.1	88.9	88.3	88	66.2
Hacienda la Cabaña	23.6	25.2	69.2	76.1	89.8	77.8	75.1	64.1	84.6	75.5	76.6	44.1
Acacias	35.8	47.2	72.8	92.8	100.7	98.5	78	69	84.3	92.3	92.7	63.3
Puerto López	7	21.1	48.7	77.1	87	79.7	58.3	59.8	70.7	81.5	62.9	34.8

Fuente: Información suministrada por IDEAM.

Figura 4-13. Número de días mensuales con precipitación



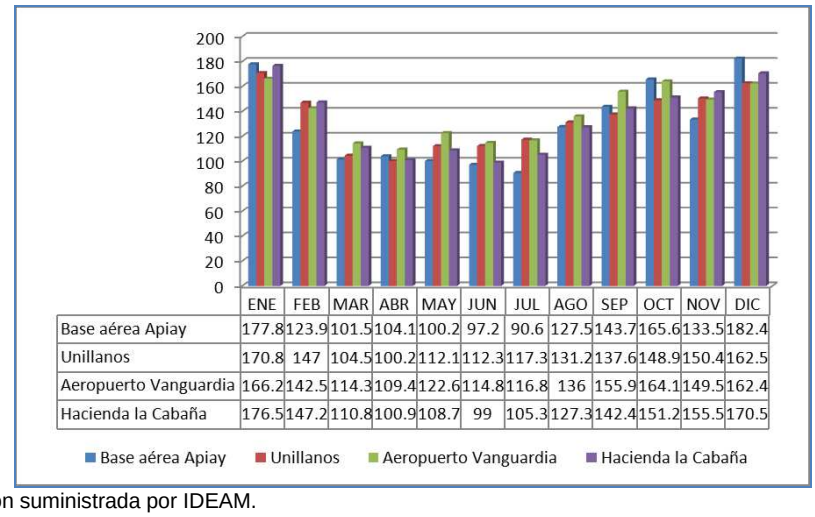
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Base aérea Apiay	5	7	12	17	24	23	22	19	17	18	15	9
Unillanos	7	8	14	21	24	24	23	21	18	20	16	10
Aeropuerto Vanguardia	9	10	17	24	27	27	28	24	22	24	22	16
Hacienda la Cabaña	5	7	14	21	24	24	24	21	19	19	16	10

Fuente: Información suministrada por IDEAM

Brillo solar y nubosidad

El valor más alto de horas de sol en el día se presentó en Diciembre y Enero con 182 y 178 horas al mes y las menores horas de sol al día se presentan a mediados del año con 90 y 97 horas al mes en Julio y Junio cuando se producen las mayores lluvias.

Figura 4-14. Brillo solar



Fuente: Información suministrada por IDEAM.

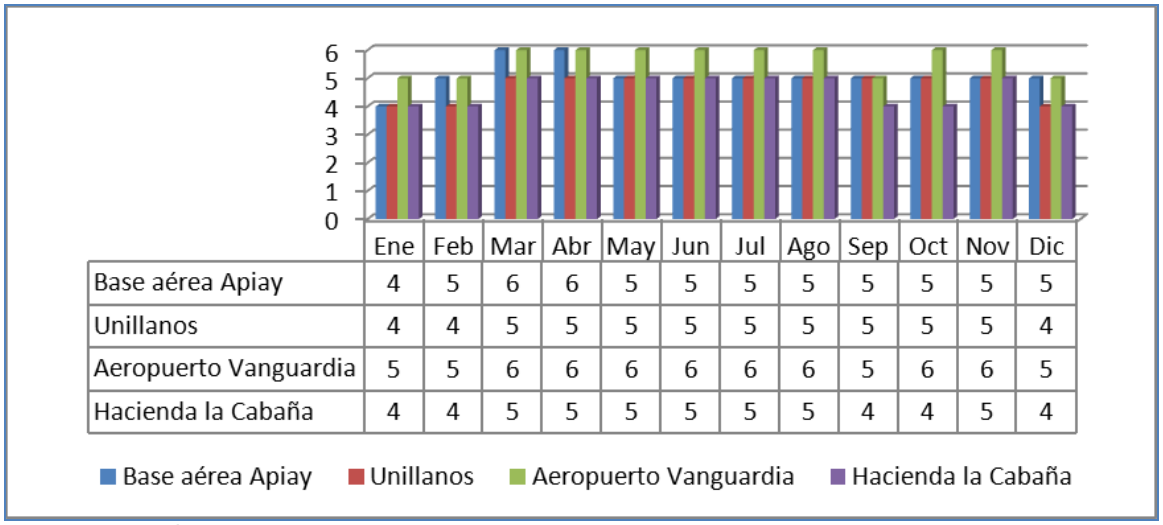
La nubosidad es la extensión del cielo cubierto por nubes y se expresa en octavos u octas, aplicando la siguiente clasificación según la definición y categoría de la Tabla adjunta. El promedio anual de la nubosidad de la zona de interés oscila entre 5 y 6 octas, que equivale a cielo parcialmente nuboso a nuboso.

Tabla 4-9. Parámetros para la interpretación de la nubosidad

Octas	Definición	Categoría
0	Despejado	Buen tiempo
1	1/8 de cielo cubierto o menos, pero no cero	Buen tiempo
2	2/8 de cielo cubierto	Buen tiempo
3	3/8 de cielo cubierto	Parcialmente nuboso
4	4/8 de cielo cubierto	Parcialmente nuboso
5	5/8 de cielo cubierto	Parcialmente nuboso
6	6/8 de cielo cubierto	Nuboso
7	7/8 de cielo cubierto o más, pero no 8/8	Nuboso

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-15. Nubosidad



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Base aérea Apiay	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
Unillanos	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Aeropuerto Vanguardia	5	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5
Hacienda la Cabaña	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4

Fuente: Información suministrada por IDEAM

Humedad relativa

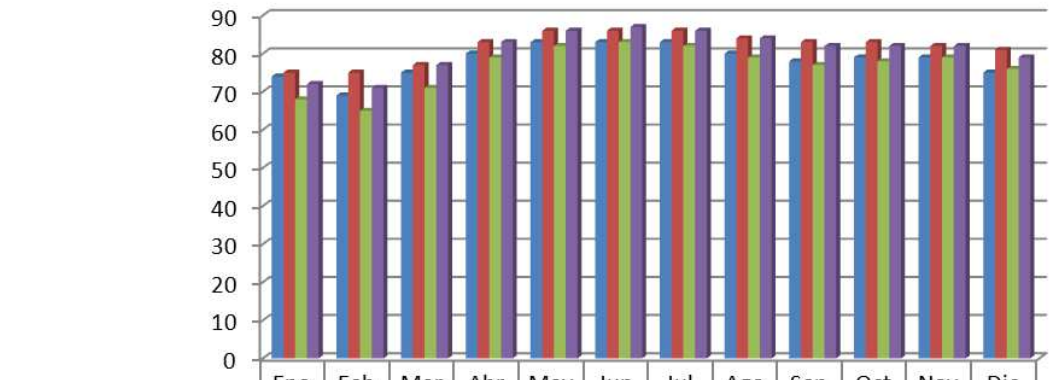
Los registros de la humedad relativa media anual varía entre 77% para el Aeropuerto Vanguardia y 82% para Unillanos, y los valores máximos se encuentran a mediados del año de Mayo a Julio con 90% en la Estación Unillanos; este parámetro es directamente proporcional a la precipitación, es decir que se presenta mayor humedad relativa en los meses más lluviosos.

El valor mínimo de humedad corresponde al mes de Febrero para las tres estaciones oscilando los valores entre 46% para el Aeropuerto Vanguardia y el 64% para Unillanos. Ver Figura 4-16 Humedad relativa.

El comportamiento de la humedad relativa a lo largo del año está relacionado con la distribución de la precipitación, debido a que durante los meses lluviosos existe una mayor cantidad de agua disponible que regula el incremento de humedad en el aire.

De igual manera, si se comparan las gráficas de precipitación y humedad relativa se aprecia que los meses de mayor humedad relativa son exactamente los siguientes a los meses de mayor precipitación; este resultado es la consecuencia de la retención de la humedad que realiza la vegetación sumada al incremento de la temperatura.

Figura 4-16. Humedad relativa (%)



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Base aérea Apiay	74	69	75	80	83	83	83	80	78	79	79	75
Unillanos	75	75	77	83	86	86	86	84	83	83	82	81
Aeropuerto Vanguardia	68	65	71	79	82	83	82	79	77	78	79	76
Hacienda la Cabaña	72	71	77	83	86	87	86	84	82	82	82	79

Base aérea Apiay · Unillanos · Aeropuerto Vanguardia · Hacienda la Cabaña

Fuente: Información IDEAM, 2010.

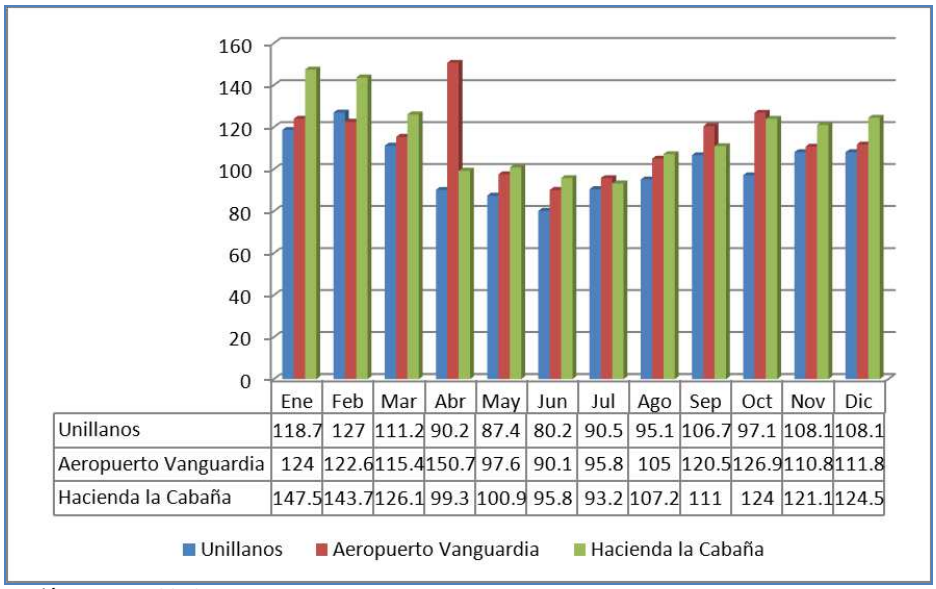
Evaporación

La evaporación es la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición, y esta evaporación se produce a partir de superficies de agua o de superficies sólidas húmedas como el suelo.

La evaporación está directamente ligada con la temperatura, de tal forma que durante los meses en los que la temperatura es más alta la evaporación también lo es. Ver Figura 4-17 Evaporación media mensual.

Las Estaciones Unillanos y Aeropuerto Vanguardia son las únicas que reportan registros de evaporación, y oscilan entre 1220.5 y 1394 mm al año; es parámetro es muy importante para poder determinar la cantidad de agua disponible para el desarrollo de las actividades socioeconómicas y la vida animal y vegetal.

Figura 4-17. Evaporación media mensual (mm)



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Unillanos	118.7	127	111.2	90.2	87.4	80.2	90.5	95.1	106.7	97.1	108.1	108.1
Aeropuerto Vanguardia	124	122.6	115.4	150.7	97.6	90.1	95.8	105	120.5	126.9	110.8	111.8
Hacienda la Cabaña	147.5	143.7	126.1	99.3	100.9	95.8	93.2	107.2	111	124	121.1	124.5

Fuente: Información IDEAM, 2010.

Vientos

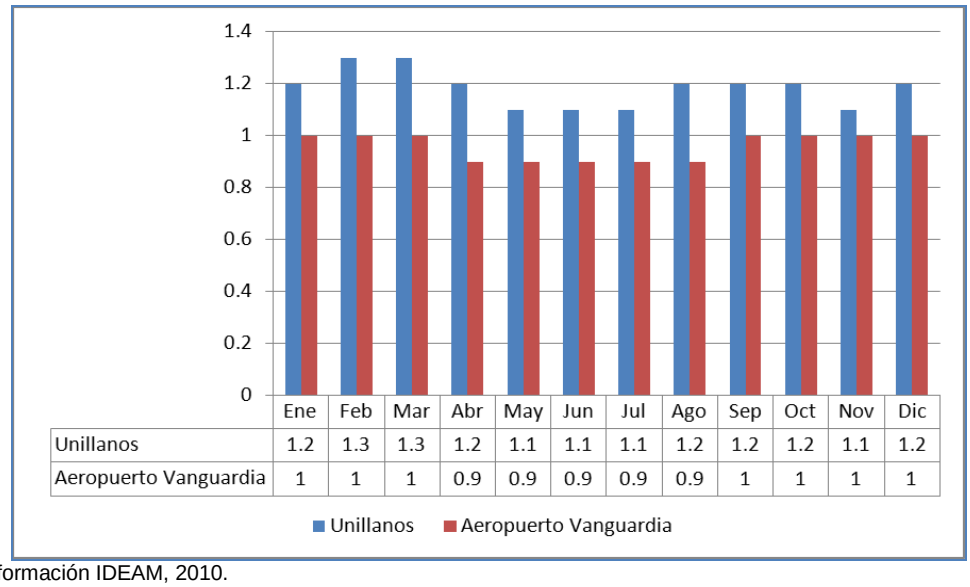
Las Estaciones del Aeropuerto Vanguardia y Unillanos son las únicas que cuentan con los registros de velocidad y dirección de los vientos, ambas localizadas en la ciudad de Villavicencio.

En las dos Estaciones mencionadas se registran fluctuaciones insignificantes en la velocidad del viento a lo largo del año; ver Figura 4-18 Velocidad del viento.

En la Figura 4-19 se presenta la Rosa del viento localizada en el Aeropuerto Vanguardia en la ciudad de Villavicencio, a una altura de 423 msnm.

La dirección y la frecuencia del viento predominante se registran en dirección Norte con el 22%, seguido de la dirección Este con el 19%; la menor frecuencia se presenta en sentido SW con el 4% y la calma se presentó con un 8%.

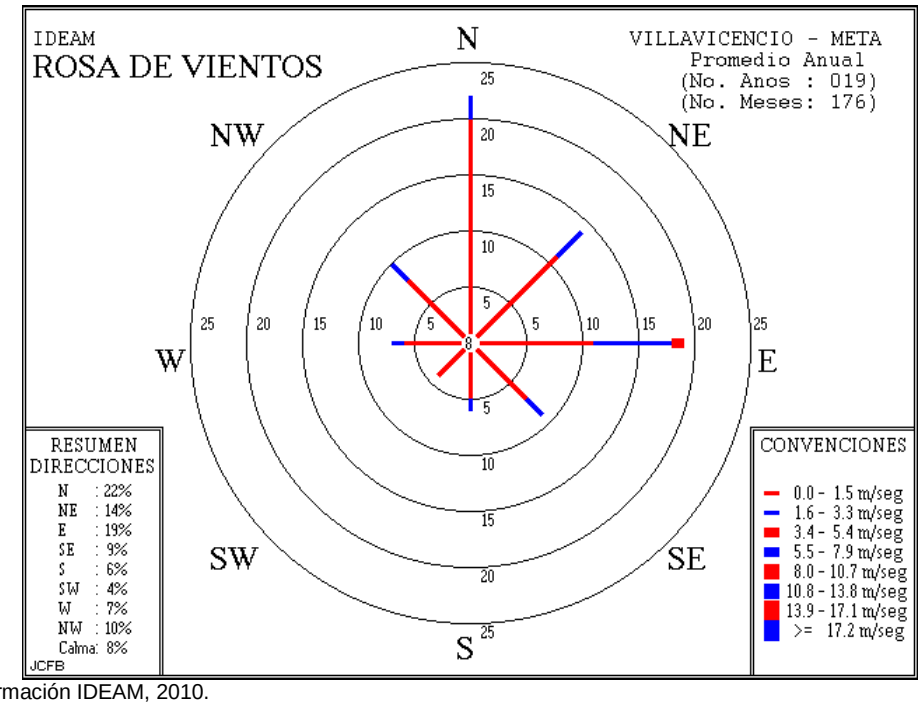
Figura 4-18. Velocidad del viento (m/s)



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Unillanos	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2
Aeropuerto Vanguardia	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1

Fuente: Información IDEAM, 2010.

Figura 4-19. Rosa de vientos



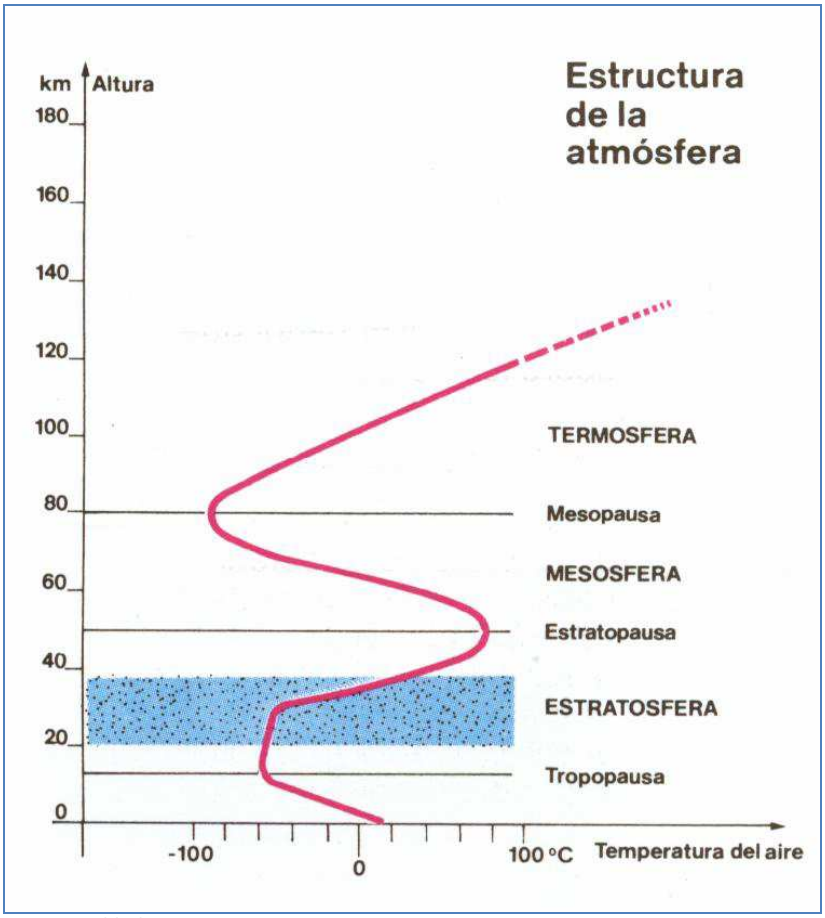
Fuente: Información IDEAM, 2010.

Altura de mezcla y estabilidad atmosférica

La clase de estabilidad atmosférica en las capas próximas a la superficie terrestre está determinada, según Pasquill (1962), por la radiación solar neta como una incidencia de las fuerzas convectivas y por la velocidad del viento como una resultante de las fuerzas mecánicas; igualmente según las categorías de estabilidad atmosféricas se pueden obtener estimativos de la altura de capa de mezcla.

El área de interés presenta una nubosidad promedio de 5-6 octas, correspondiente a cielo semicubierto; el máximo número probable de horas de sol al año es de 4380 que equivalen a 12 horas diarias durante 365 días; la radiación solar anual oscila entre 1547,9 a 1780,9 correspondiendo al 35.3% hasta el 40.6% del máximo permitido lo que indica una radiación solar moderada por estar el porcentaje por encima del 30%; la velocidad del viento no sobrepasa los 2 m/s. Aplicando estos parámetros a la matriz de la Tabla 4-10 se determina, que la estabilidad atmosférica es catalogada como A muy inestable en el día y en la noche con tendencia F- estable y D- Neutra. Al relacionar todos estos parámetros se deduce que se obtiene una altura de mezcla en el día de 1600 m y de 200 a560 m en la noche.

Figura 4-20. Perfil de temperatura



Fuente: Información IDEAM, 2010.

Tabla 4-10. Estabilidades atmosféricas de Pasquill

	Velocidad del viento superficial (m/s)	Clase Pasquill (estabilidad atmosférica)	Altura de la mezcla (m)
Día (Alta insolación)	0-2 2-3 3-5 >5	A (muy inestable) B (inestable) C (ligeramente inestable) D (neutra)	1600 1200 800 560
Día (Baja insolación)	0-2 2-3 3-5 >5	B C D D	1200 800 560 560
Noche	0-2 2-3 3-5 >5	F (estable) F E (ligera estabilidad) D (neutra)	200 200 320 560
	Nublado	D	560

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Clasificación climática

Siguiendo el modelo de clasificación del climatólogo alemán Wilhelm Köeppen en la que se tiene en cuenta las características térmicas y pluviométricas junto con los conceptos sobre la vegetación, se define el área de influencia directa del Bloque Apiay con un clima Tropical lluvioso de sabana isotermal (Awi), registrándose una temporada de sequía bien marcada con precipitación inferior a 60 mm en el mes más seco y una precipitación anual mayor de 2500 mm; la oscilación térmica anual es mayor a los 60C sin superar los 120C y la vegetación se caracteriza por ser menos densa que en el clima Tropical lluvioso de selva (Af), dejando terrenos libres para las gramíneas y bosques ralos de poca altura como en este caso.

Calidad del aire y ruido

La calidad del aire del Bloque Apiay puede estar afectada por fuentes contaminantes fijas y móviles, utilizadas en las actividades de exploración, operación y mantenimiento de los Campos y Estaciones Apiay, Reforma y Suria y sus procesos, tales como generadores de energía, compresores, motobombas, calentadores de crudo, teas, combustión de gas, calderas, equipos de perforación, y vehículos de transporte de crudo, equipos y movilización de personal.

Foto 4-7. Planta de asfalto

Foto 4-8. Hornos y calderas

Foto 4-9. Planta de gas, horno

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-10. Tea planta de gas

Foto 4-11. Tea ERA

Foto 4-12. Tea estación Reforma

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El monitoreo de calidad del aire más reciente fue realizado por la Firma SGS en Junio del 2009, en siete Estaciones (ERA, Colsubsidio, Finca Pozo Apiay12, Termosuria, Suria 1, Suria 2, Estación Reforma). Igualmente, Ecopetrol ha venido realizando anualmente estudios diversos de calidad del aire y ruido en la zona, obteniéndose resultados similares. A continuación se presentan las conclusiones del año 2009, tanto de calidad de aire e isocineticas como de ruido.

- Los porcentajes de isocinetismo de las cuatro fuentes estudiadas estuvo dentro del intervalo aceptable de 90 a 110 % (según Método EPA 5), presentando porcentajes de 103,2 % en el Horno incinerador del área Apiay, 102,1% en la Caldera AB901A, 97,7% en la Caldera AB901B y 104,6% en el horno 501. Estos porcentajes brindan una buena confiabilidad a los resultados obtenidos durante los monitoreos.

- Las tres fuentes (Horno 501, Calderas AB901A y AB901B) reglamentadas por el Decreto 02 de 1982 (límite de emisión de partículas) cumplen con esta exigencia. (Ver estudio monitoreo Isocinetico, año 2008).

- Los resultados de las pruebas isocineticas tomadas en febrero de 2010, teniendo en cuenta la nueva norma (términos señalados en el capítulo II Artículos 4 y 5 para los Hornos; y el capítulo III Artículo 7 para las Calderas, de la Resolución 909 de 2008), tanto para el horno 501, caldera AB 901A y Caldera AB 901B en la planta de asfalto y del horno 601 en la Planta de Gas, se obtuvo lo siguiente:

    - Las emisiones de material particulado total (TSP), cumplen con lo establecido en la normatividad colombiana; al registrarse valores por debajo de 250 mg/Nm3, lo cual es propio de la combustión de Gas Natural.

    - Las emisiones de Dióxido de Azufre (SO_2), cumplen con lo establecido en la normatividad Colombiana, al registrarse valores inferiores a los límites máximos. permisibles dictados por la Resolución 909 de 2008.

    - Las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NO_2), cumplen con lo establecido en la Resolución 909 de 2008.

El estado de contaminación por ruido, según los Monitoreos de mediciones de presión sonora, diurnos y nocturnos del año 2009, en 35 puntos ubicados en el área de influencia de Apiay, Suria y Reforma, se evidenció que:

- Las principales fuentes de contaminación eran móviles, como tractomulas, volquetas y otros vehículos que inciden en el ruido diurno.
- La Planta de Gas fue la fuente fija en donde se encontró ruido constante.
- La principal fuente de emisión de ruido nocturno fue la Portería de la Estación Reforma, debido al funcionamiento intermitente de los generadores, al paso esporádico de vehículos y los sonidos de producidos por los insectos.

Los niveles de ruido diurno en general son aceptables, debido a que de los 35 puntos monitoreados solamente 6 superan levemente el límite de 75 dBA, influenciado por el tráfico en la vía nacional.

- **Usos y calidad del agua**

Usos del agua

El área de influencia directa del Bloque Apiay se distingue por ser una zona productiva con alto desarrollo agrícola y pecuario, destacándose en el cultivo de plantaciones de palma africana y arroz, la ganadería extensiva, los estanques piscícolas y los balnearios.

Debido al régimen climatológico monomodal, buena parte de los numerosos cuerpos de agua o algunos tramos de los mismos se secan en verano, tales como el río Negro (al Sur de la Estación Suria), los caños Seco, Morroco y Cajuy afluentes del caño Quenane, los caños Piñalito, Blanco y La Libertad afluentes del rio Acacias, un tramo del caño Suria al Sur de Santa Rosa y un tramo del caño Santa Rosa al Sur de Rincón de Pompeya, los caños La Mona, San Carlos y Las Minas afluentes directos del río Guayuriba por su margen izquierda, y los caños Los Hornos, Mitu y Danta afluentes del caño Chichimene; por lo tanto, es frecuente el uso obligado del agua mediante la construcción generalizada de aljibes, embalses, jabueyes y pozos profundos para satisfacer las necesidades de riego y abrevaderos, ya que el abastecimiento de agua potable generalmente lo suministra el acueducto municipal.

Foto 4-13. Tramo seco del rio Negro, al sur de la estación Suria, con un pocito bebedero de las corocoras y otras aves

Foto 4-14. Tramo seco del caño Santa Rosa, al sur del Rincón de Pompeya, con un pocito de abrevadero para ganado

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-15. Embalse en el caño Quenane para riego de cultivos de palma y sorgo, al norte del ICA

Foto 4-16. Pondaje de afluentes del caño Santa Rosa manejado por el CIAT, para los proyectos de FLAR, CIRAD y FEDEARROZ

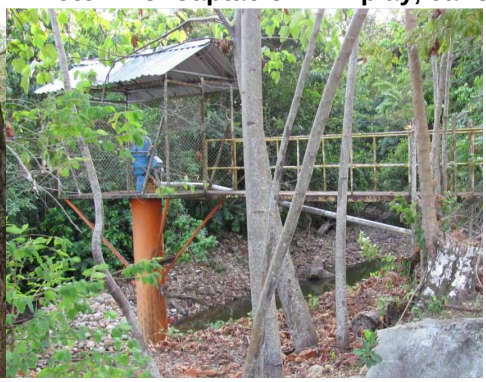
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

La operación de las Estaciones de ECP demanda abastecimiento de agua que lo suple los caños Suria, Quenane, Quenanito, y los pozos Apiay 1 y Apiay 13.

Así mismo, los vertimientos de las aguas industriales tratadas provenientes de la Estación Apiay las recibe el rio Ocoa y el caño Quenane, las de E. Reforma los recibe el caño Quenanito, y las de E. Suria el rio Guayuriba.

Foto 4-17. Captación E. Suria, caño Suria

Foto 4-18. Captación E. Apiay, caño Quenane



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-19. Vertimiento ERA, río Ocoa

Foto 4-20. Drenajes de plantas Apiay, al caño Quenane

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Foto 4-21. Vertimiento Estación Suria, río Guayuriba

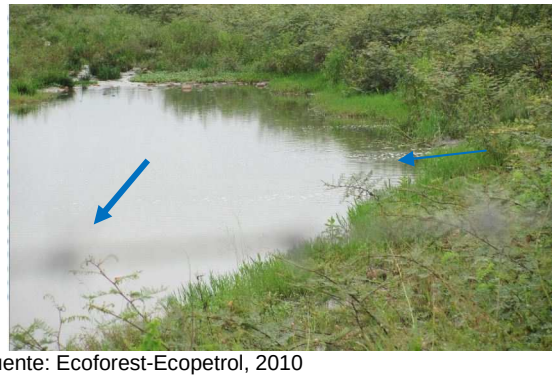


Foto 4-22. Vertimiento Estación Reforma, caño Quenanito

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Debido a que en época de estiaje se secan las corrientes cercanas y que la comunidad utiliza dispositivos de extracción y/o almacenamiento de agua, tales como pozos profundos y aljibes, las aguas provenientes de los baños son dispuestas en pozos sépticos, los cuales se localizan cerca de los pozos profundos donde captan el agua para consumo humano. Como consecuencia se presenta contaminación de las aguas subterráneas por aguas de uso doméstico, por lixiviación.

En general, el uso dado por los habitantes de la región a los cuerpos de agua se restringe a abrevadero de ganado, riego de cultivos, pesca y recreación, y un alto porcentaje de su área es utilizada para pastoreo de ganado y para establecer plantaciones de palma de aceite, de ahí que las corrientes de agua presenten contaminación por productos agrícolas.

Por otro lado, para el funcionamiento del bloque Apiay se han establecido puntos de vertimiento en los ríos Ocoa y Guayuriba, y en los caños Quenane y Quenanito. De acuerdo con lo registrado en la visita de campo, no se presentan usuarios de estos cuerpos de agua 1 km aguas abajo de los puntos de vertimiento.

Calidad del agua

Las Fuentes contaminantes de las actividades económicas del sector petrolero y el uso dado a las corrientes superficiales fueron evaluadas en el área de influencia del campo Apiay, mediante los resultados del muestreo fisicoquímico y bactereológico del periodo 2006-2009, cuyo resultado se muestra mediante el índice de calidad de Aguas (WQI, CANTER 1998) en el cual se relaciona la mayor cantidad de parámetros (oxígeno disuelto, coliformes, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, temperatura y sólidos totales, etc.) asignándole a cada uno un porcentaje de acuerdo al grado de importancia. Este índice es de gran utilidad para establecer la calidad de las corrientes hídricas para los ríos Ocoa (Termoeléctrica), Guayuriba y Ocoa, así como los caños Quenanito, Quenane y Mararabe, cuyas conclusiones son las siguientes:

- En el río Guayuriba se observa que no hay cambios en la calidad de agua entre junio de 2006 y febrero de 2008, sin embargo se presentó una disminución de calidad en agosto de 2008 como producto de las altas concentraciones de sólidos totales registrados; sin embargo, en octubre de 2008 se observó un aumento paulatino hasta agosto de 2009, llegado a alcanzar valores que lo catalogan como un cuerpo de agua con buena calidad.

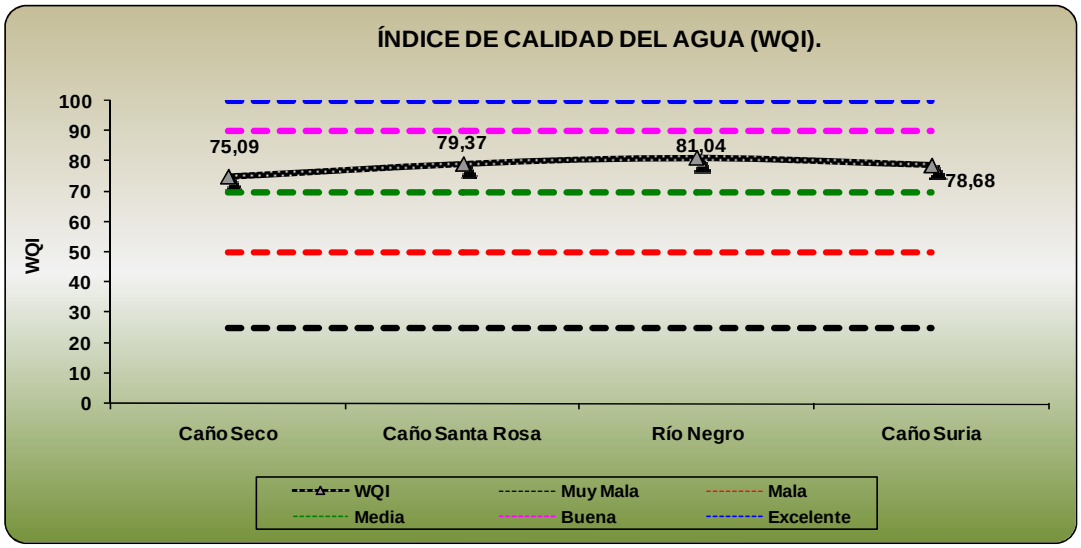
- En el río Ocoa, tal como lo registrado para el río Guayuriba, en el periodo entre junio de 2006 y octubre de 2007el agua permaneció con buena calidad; sin embargo, en febrero de 2008 el WQI disminuyó levemente como consecuencia de una menor disponibilidad de oxígeno. En agosto de 2008, el WQI volvió a aumentar como producto de una menor descomposición de materia orgánica reflejado en los valores de DBO5, obteniéndose una calidad de agua entre buena y media.

- En el caño Quenanito, se encontró una calidad del agua entre buena y media; siendo buena en junio de 2006 y en marzo de 2009, mientras que media entre octubre de 2007 y agosto de 2008, como consecuencia de un mayor aporte de sólidos totales para estos monitoreos.

- En el Caño Quename se observa una calidad de agua mediana y estable, entre junio de 2006 y agosto de 2008. Por su parte, en marzo de 2009 se registró un aumento en el WQI llegando a una calidad excelente, debido a las bajas concentraciones de sólidos totales y turbidez para este mismo periodo.

La calidad del agua fisicoquímica y bacteriológica se presenta bajo la asignación de los valores de WQI para los 4 cuerpos de agua muestreados (Caño Seco, Caño Santa Rosa, Río Negro y Caño Suria) en este Estudio realizado por ECOFOREST (2010).Tal como se observa en la Figura adjunta, el índice de calidad de agua obtenido evidencia que las estaciones evaluadas se encuentran con una calidad de agua buena como producto de la buena disponibilidad de oxígeno y bajos valores de turbidez y sólidos totales, a pesar de la concentración de coliformes fecales levemente alta registrada en el Caño Seco.

Figura 4-21. Calidad del agua



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Calidad Hidrobiológica del agua. En los últimos años el concepto relativo a la calidad de las aguas ha evolucionado rápidamente de un enfoque puramente fisicoquímico a otro que integra todos los componentes del ecosistema; los análisis biológicos poseen la ventaja de hacer integraciones espaciales y temporales, realizar estudios de bioacumulación, dar respuesta a contaminaciones crónicas y puntuales, además de medir la degradación del hábitat. Como una

herramienta para establecer la calidad de los cuerpos de agua evaluados se aplicó el índice de diversidad de Shannon (índice muy utilizado y que está relacionado con la estructura de la comunidad), dado que un ambiente no contaminado contiene un gran número de especies distintas sin que ninguna de ellas sea especialmente abundante (Pinilla, 1998); se destaca que el concepto de diversidad y sus métodos sigue siendo materia de discusión. Estos índices cuantificaron matemáticamente para los mismos cuerpos de agua (Caño Seco, Caño Santa Rosa, Río Negro y Caño Suria) obteniéndose valores que al ser comparados con los rangos establecidos de diversidad, predominio y uniformidad en las comunidades de fitoplancton, zooplancton, perifiton y bentos, arrojan valores que identifican la calidad de las aguas.

El índice de predominio (Simpson), puede presentar valores entre cero (0) y uno (1); entre cero (0) y 0,5 sugieren la presencia de una o más especies dominantes en la comunidad y cercanos a uno (1) indican que no hay predominio de una especie en particular, lo que sugiere un mejor estado del cuerpo de agua. Adicionalmente y para tener una idea más clara de la estructura de la comunidad, se aplicó el índice de uniformidad de Pielou, el cual comprueba, con valores cercanos a uno (1), que las abundancias de individuos son uniformes entre las especies y, con valores cercanos a cero (0), que hay especies que presentan superioridad con respecto a las otras. En la Tabla adjunta se muestran los valores arrojados por estos índices calculados.

Tabla 4-11 Calidad hidrobiológica del agua

Estaciones	Comunidad Fitoplanctónica			Comunidad Zooplanctónica			Comunidad Perifítica			Comunidad Bentónica			Valores H'	Valores D'	Valores J'
	H'	D'	J'	H'	D'	J'	H'	D'	J'	H'	D'	J'			
Caño Seco	1,54	0,69	0,64	0,69	0,50	1,00	1,58	0,74	0,64	1,79	0,81	0,92	>3:Aguas limpias 1-3:Aguas medianamente contaminadas <1: Aguas intensamente contaminadas	0.5-1: Menor dominancia 0-0.5: Mayor dominancia	0-0,5:Menor uniformidad 0,5-1:Mayor uniformidad
Caño Santa Rosa	2,03	0,82	0,85	0,64	0,44	0,92	1,70	0,75	0,82	2,01	0,84	0,91			
Río Negro	1,74	0,71	0,73	0,64	0,44	0,92	2,04	0,84	0,89	2,14	0,86	0,93			
Caño Suria	2,18	0,87	0,95	1,04	0,63	0,95	1,67	0,78	0,86	1,75	0,82	0,98			

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

- **Componente hidrológico**

En el componente hidrológico se analizaron las trayectorias y el comportamiento hidráulico de los ríos y caños del área de influencia directa de las cuencas, sub-cuencas y micro-cuencas del Bloque Apiay; estas corrientes de agua ante una emergencia o incidente podrían verse afectadas durante la operación y mantenimiento de los Campos de pozos, actuales y proyectados, y de las líneas de flujo y las Instalaciones de Apiay, Reforma-Libertad y Suria. Al Bloque Apiay pertenecen las siguientes corrientes agrupadas por Estación.

La red hidrográfica del Bloque Apiay está enmarcada dentro de cuatro cuencas principales, la del río Ocoa al Norte que drena al río Guatiquía, la del Río Negro al Centro, la del Río Guayuriba y la del caño Chichimene al Sur, las que a su vez drenan juntos al Río Umea, afluente del río Metica y este del río Meta tributario del río Orinoco; ver Tabla 4-12 Red de drenaje del Bloque Apiay.

Tabla 4-12. Red de drenaje del bloque Apiay

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Corriente	Estación
Rio Ocoa		Caño Piñalito	Caño afl. Piñalito	E. APIAY
			Caño Piñalito	
			Rio Ocoa	
Rio Negro	Caño Quenane	Caño Peralonso	Caño Pachaquiarito	
			Caño Peralonso	
			Caño Quenane	
			Caño Pozo 8	
			Caño Las Brisas	
			Afluent Caño Quenane	
			Caño Seco	
			Caño Morroco	
			Caño Cajuy	
			Caño Blanco	E. REFORMA
			Caño Quenane	
			Afluent Caño Blanco1	
			Afluent Caño Blanco2	
			Caño La Libertad	
		Caño Quenanito	Caño Moriches	
			Caño Quenanito	
	Caño Suria		Caño Suria	E. SURIA
			Caño Cajuy	
			Caño Santa Rosa	
			Rio Negro	
Rio Guayuriba			Caño La Mona	
	Caño San Carlos		Caño San Carlos	
			Caño Las Minas	
			Rio Guayuriba	
Rio Acacias	Caño Chichimene		Caño Chichimene	
			Caño Mitu o Los Hornos	
			Caño Grande	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Al río Ocoa le drena por su margen derecha, además de algunos caños menores que no están siendo afectados, el vertimiento de las aguas industriales tratadas provenientes de la ERA (Estación Recolectora Apiay).

Al río Negro le drena por su margen izquierda 3 sub-cuencas, la del caño Peralonso, la del caño Quenane y la del Caño Santa Rosa.

- A la sub-cuenca del caño Peralonso le drenan los caños Pachaquiarito y Peralonso.
- A la Sub-cuenca del caño Quenane le drenan por la margen izquierda los caños La Isla, Blanco, Quenanito, Moriches y La Libertad desde la Estación Reforma, y el caño Seco, Quenane, Morroco y Cajuy desde la Estación Apiay por ambas márgenes. El vertimiento de las aguas industriales tratadas le drena al caño Quenanito.
- A la sub-cuenca del caño Santa Rosa le drenan por su margen izquierda los caños Cajuy, Suria, y Los Hornos.

Al río Guayuriba le drena por su margen izquierda, además del vertimiento de las aguas industriales tratadas provenientes de la Estación Suria los 2 caños menores: el caño La Mona y el caño San Carlos, y por su margen derecha el vertimiento de las aguas industriales tratadas provenientes de las Estaciones Castilla1, Castilla 2 y Acacías a unos 5 Km aguas arriba del vertimiento antes mencionado.

Al caño Chichimene le drena por su margen izquierda los caños Los Hornos y Grande.

Las corrientes de los Ríos Ocoa al Norte, Negro al centro y Guayuriba al Sur discurren en sentido general de occidente a oriente, y a éstos tributan todos los caños y corrientes menores que reciben los drenajes naturales procedentes del Bloque Apiay, exceptuando las aguas industriales tratadas del Bloque Castilla (Castilla y Acacías) que las recibe el Río Guayuriba.

Información hidrológica del IDEAM

En el análisis hidrológico se identificaron, adquirieron y evaluaron los registros limnimétricos de los caudales existentes en el IDEAM, ubicados en el municipio de Villavicencio.

Los registros limnimétricos, con fecha de proceso 2010/02/03, fueron tomados de las Estaciones Puente El Amor para el Río Ocoa, Peralonso para el Canal Pachaquiaro, Caseteja para el Río Negro (suspendida ésta en el año 2001), y Puente Carretera para el Río Guayuriba (suspendida desde el año 1994). Por lo anterior, el IDEAM no dispone de una serie de registros amplios y confiables de estas estaciones y tampoco dispone de reportes para el río Acacias.

Igualmente se estudió la información hidrológica secundaria disponible en ECOPETROL, tanto del Plan de Manejo Ambiental como del Plan de Contingencia de la SOA.

Tabla 4-13. Características generales de las Estaciones Limnimétricas y limnigráficas del bloque Apiay

Código	Tipo	Nombre	Cuenca	Municipio	Latitud	Longitud	Elevación [msnm]	Periodo
35037130	LM	P. El Amor	Ocoa	Villavo	4 05 N	73 40 W	387	1985-2003
35027180	LM	Peralonso	Pachaquiaro	Villavo	4 06 N	73 27 W	261	1984-2002
35027140	LM	P. Carretera	Guayuriba	Villavo	0403 N	7346 W	537	1989-1994
35017040	LM	El Barro	Metica	Villavo	03 45 N	73 11 W	193	1979-vigent

Fuente: IDEAM, 2010

Foto 4-23. Estación LG puente carretera del IDEAM en el río Guayuriba y Mira de 4 m indicando la altura del agua de 3.20 m el día 8 de junio de 2010

Foto 4-24. Puente carretera Villavo-Acacías en cruce del río Guayuriba, visto hacia la columna del estribo NW del puente nuevo en donde se apoya la Mira del IDEAM

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Régimen hidrológico

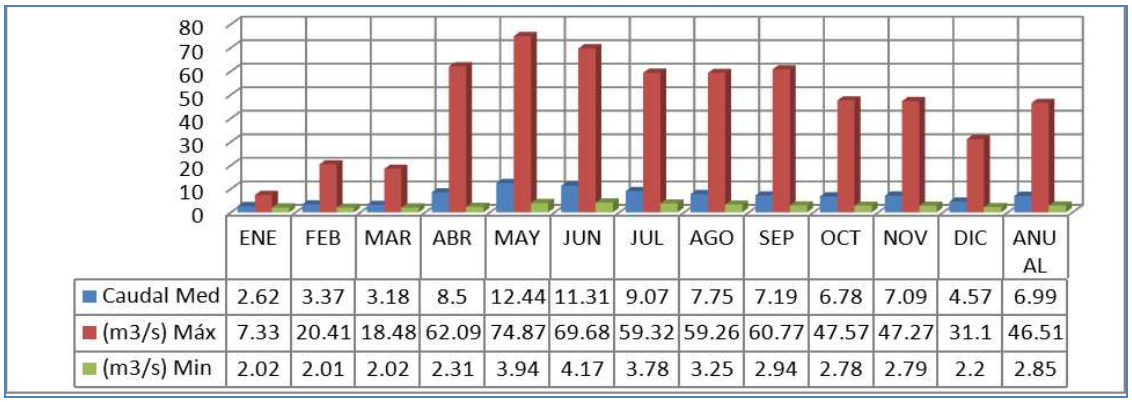
Para la determinación del régimen mensual de caudales en los ríos que conforman las diferentes trayectorias de la ruta del derrame de este PDC, se utilizó la información hidrométrica de las Estaciones limnimétricas del IDEAM.

A continuación se grafican los promedios mensuales multianuales de los caudales medios, máximos y mínimos de los registros históricos de las Estaciones Puente El Amor para el río Ocoa, Peralonso para el canal Pachaquiaro, Caseteja para el río Negro, y Puente Carretera para el río Guayuriba, representativos de las cuencas y sub-cuencas del Bloque Apiay.

Las corrientes principales de los ríos Ocoa, Pachaquiaro, Negro y Guayuriba son permanentes y conservan la tendencia del régimen monomodal, registrando caudales altos de Abril a Octubre y bajos de Diciembre a Marzo, con un leve descenso de los niveles y caudales en la mitad del periodo entre Julio y Agosto, en consecuencia con el mismo régimen climatológico del área de influencia.

En época seca los caudales disminuyen drásticamente a niveles mínimos, quedándose algunos de sus caños afluentes sin flujo y/o secos, tal como se apreció en los recorridos de campo del mes de Enero y Febrero, y a la inversa en la temporada de lluvias la tendencia de los ríos sobrepasa el nivel de las orillas incluso sobrepasando el bosque de galería ocasionando desbordes y encharcamientos.

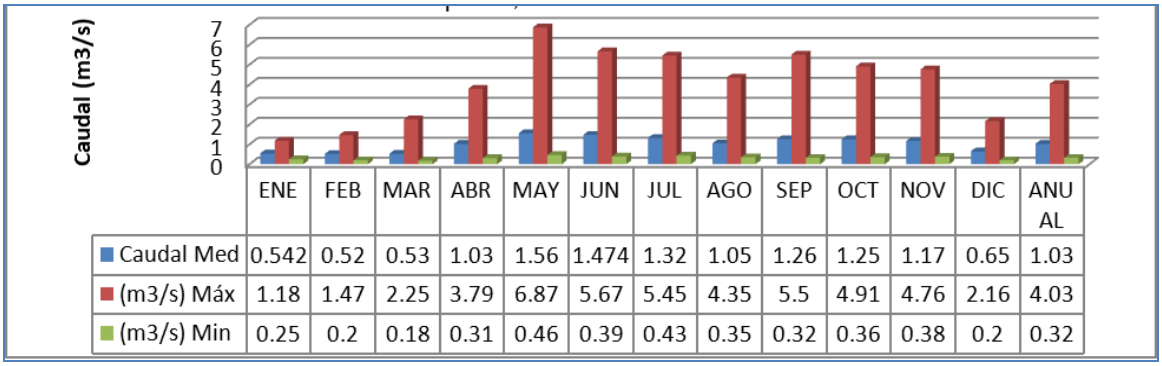
Figura 4-22. Caudal promedio mensual multianual (m3/s), río Ocoa, estación Puente El Amor



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Caudal Med	2.62	3.37	3.18	8.5	12.44	11.31	9.07	7.75	7.19	6.78	7.09	4.57	6.99
(m3/s) Máx	7.33	20.41	18.48	62.09	74.87	69.68	59.32	59.26	60.77	47.57	47.27	31.1	46.51
(m3/s) Min	2.02	2.01	2.02	2.31	3.94	4.17	3.78	3.25	2.94	2.78	2.79	2.2	2.85

Fuente: IDEAM, 2010.

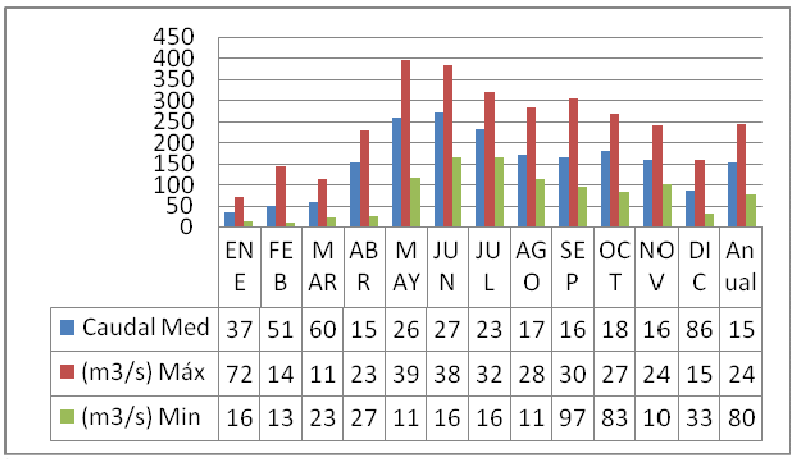
Figura 4-23. Caudal promedio mensual multianual (m3/s), Canal Pachaquiaro, Estación Peralonso



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Caudal Med	0.542	0.52	0.53	1.03	1.56	1.474	1.32	1.05	1.26	1.25	1.17	0.65	1.03
(m3/s) Máx	1.18	1.47	2.25	3.79	6.87	5.67	5.45	4.35	5.5	4.91	4.76	2.16	4.03
(m3/s) Min	0.25	0.2	0.18	0.31	0.46	0.39	0.43	0.35	0.32	0.36	0.38	0.2	0.32

Fuente: IDEAM, 2010.

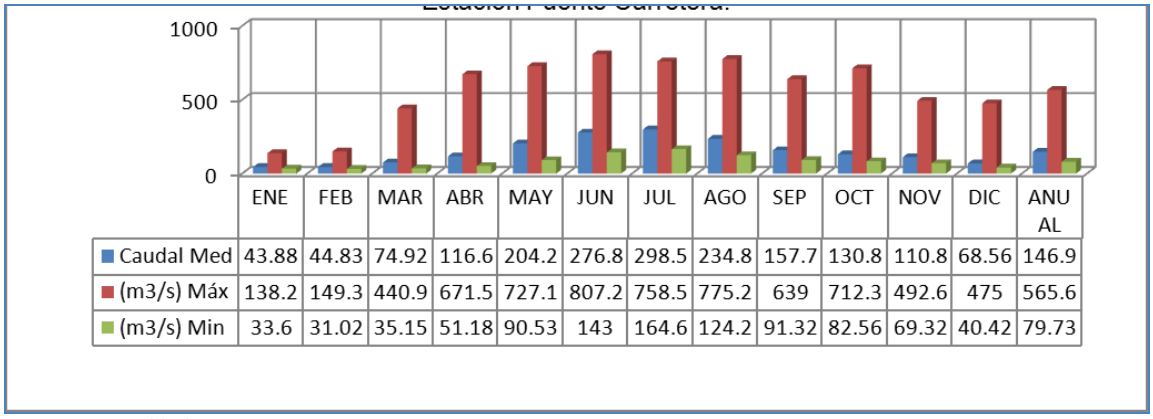
Figura 4-24. Caudal promedio mensual multianual (m3/s) Río Metica, Estación El Barro



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Caudal Med	37	51	60	15	26	27	23	17	16	18	16	86	15
(m3/s) Máx	72	14	11	23	39	38	32	28	30	27	24	15	24
(m3/s) Min	16	13	23	27	11	16	16	11	97	83	10	33	80

Fuente: IDEAM, 2010.

Figura 4-25. Caudal promedio mensual multianual (m3/s) Río Guayuriba, Estación Puente Carretera



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Caudal Med	43.88	44.83	74.92	116.6	204.2	276.8	298.5	234.8	157.7	130.8	110.8	68.56	146.9
(m3/s) Máx	138.2	149.3	440.9	671.5	727.1	807.2	758.5	775.2	639	712.3	492.6	475	565.6
(m3/s) Min	33.6	31.02	35.15	51.18	90.53	143	164.6	124.2	91.32	82.56	69.32	40.42	79.73

Fuente: IDEAM, 2010.

Áreas tributarias, caudales y rendimientos hídricos, y régimen porcentual de las cuencas

En la Tabla 4-14 se presentan los valores mensuales multianuales medios, máximos y mínimos, obtenidos del registro histórico de las estaciones hidrométricas de los ríos Ocoa, Pachaquiaro, Metica y Guayuriba.

Adicionalmente, para cada una de estas corrientes se anota el valor del área de su cuenca tributaria, con el fin de calcular los rendimientos hídricos correspondientes, los que en general son muy similares entre si, siendo el río Metica el de mayor rendimiento promedio anual.

De igual manera, en esta Tabla se calcula el porcentaje del valor medio mensual con respecto al valor total anual y las relaciones entre los valores máximos y mínimos mensuales con respecto a los valores medios mensuales.

Para las demás sub-cuencas y micro-cuencas, que cubren la totalidad del Bloque Apiay, se calcularon los rendimientos a partir de la información histórica de caudales de las cuencas atrás citadas, complementados con el mapa de curvas de iso-rendimiento anual para la zona de estudio propuesto en el ENA - Estudio Nacional de Aguas de FONADE (Mejía, Millán y Perry Ltda., 1985), el cual en su Capítulo III trata los temas de Regionalización de parámetros estadísticos de las series de tiempo hidrológicas, así como la formulación matemática de los modelos desarrollados en este campo, que sirvieron para estimar los rendimientos hídricos medios multianuales en diferentes puntos de las trayectorias analizadas.

Características hidráulicas de los cauces de la red de drenaje

El área de drenaje de las corrientes de los caños y ríos que cubren el Bloque Apiay fue medida a escala 1:25.000 del IGAC, contando inicialmente con el programa Google Earth Pro (Image 2010 TerraMetrics) para medir perímetro, longitud y área aferente de cada cuerpo de agua hasta cada punto de control.

A fin de visualizar mejor las áreas de drenaje, éstas se identificaron por colores, siendo del mismo color cada sub-cuenca de drenaje conformada por varias micro-cuencas. La longitud de cada cauce se calculó, total si el cauce nace dentro del bloque, y longitud parcial desde el inicio del

bloque si el cauce nace aguas arriba del bloque; la longitud crítica se calculó según la distancia más corta de alguna infraestructura petrolera existente hasta cada punto de control.

Con las pendientes de cada corriente, se midió la luz de los puentes, y se estimó el ancho mojado del cauce y el nivel del agua, con lo cual se elaboró la siguiente Tabla 4-15, que sustenta el cálculo de los caudales y las velocidades de las corrientes. Ver Mapa 1/3 “Áreas de Cuencas, Sub-cuencas y micro-cuencas del Bloque Apiay”.

Tabla 4-14. Caudales y rendimientos promedios multianuales de las cuencas del bloque Apiay

Estación		Cuenca	Area (km²)	Parametro		Caudales y rendimientos promedios mensuales multianuales bloque Apiay												
						Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
3502714 Pte Carretera	(1989-1994) 537 msnm	Río Guayuriba	575	Caudal (m3/s)	Med	43.88	44.83	74.92	116.6	204.2	276.8	298.5	234.8	157.7	130.8	110.8	68.56	146.86
					Máx	138.2	149.3	440.9	671.5	727.1	807.2	758.5	775.2	639	712.3	492.6	475	565.56
					Min	33.6	31.02	35.15	51.18	90.53	143	164.6	124.2	91.32	82.56	69.32	40.42	79.73
				Rendimiento (L/s-Km2)	Med	14.44	14.76	24.66	38.38	67.22	91.11	98.26	77.29	51.91	43.05	36.47	22.57	48.34
					Máx	45.49	49.14	145.13	221.03	239.34	265.70	249.67	255.17	210.34	234.46	162.15	156.35	186.16
					Min	11.06	10.21	11.57	16.85	29.80	47.07	54.18	40.88	30.06	27.18	22.82	13.30	26.24
				% Q/Qa	%	2.49	2.54	4.25	6.62	11.59	15.71	16.94	13.32	8.95	7.42	6.29	3.89	100.00
				Qmax/Qmed	%	3.15	3.33	5.88	5.76	3.56	2.92	2.54	3.30	4.05	5.45	4.45	6.93	385.10
				Qmín/Qmed	%	0.77	0.69	0.47	0.44	0.44	0.52	0.55	0.53	0.58	0.63	0.63	0.59	54.29
35017040 (El Barro)	(1979-2001) 193 msnm	RIO METICA (LM)	2480	Caudal (m3/s)	Med	36.61	51.43	59.70	153.60	260.84	271.26	231.99	172.53	164.86	182.19	159.75	86.15	152.58
					Máx	71.90	146.10	115.60	229.60	396.80	383.90	319.60	282.40	306.20	270.10	242.40	159.30	243.66
					Min	16.48	12.70	22.90	26.80	116.60	165.10	166.80	115.90	97.40	83.40	101.50	32.70	79.86
				Rendimiento (L/s-Km2)	Med	14.76	20.74	24.07	61.94	105.18	109.38	93.54	69.57	66.48	73.46	64.42	34.74	61.52
					Máx	28.99	58.91	46.61	92.58	160.00	154.80	128.87	113.87	123.47	108.91	97.74	64.23	98.25
					Min	6.65	5.12	9.23	10.81	47.02	66.57	67.26	46.73	39.27	33.63	40.93	13.19	32.20
				% Q/Qa	%	2.00	2.81	3.26	8.39	14.25	14.82	12.67	9.42	9.00	9.95	8.72	4.71	100.00
				Qmax/Qmed	%	1.96	2.84	1.94	1.49	1.52	1.42	1.38	1.64	1.86	1.48	1.52	1.85	159.69
				Qmín/Qmed	%	0.45	0.25	0.38	0.17	0.45	0.61	0.72	0.67	0.59	0.46	0.64	0.38	52.34
3502718 Estación Peralonso	(1984-2002) 261 msnm	Caño Pachaquiaro(LM)	28.93	Caudal (m3/s)	Med	0.54	0.52	0.53	1.03	1.56	1.47	1.32	1.05	1.26	1.25	1.17	0.65	1.03
					Máx	1.18	1.47	2.25	3.79	6.87	5.67	5.45	4.35	5.50	4.91	4.76	2.16	4.03
					Min	0.25	0.20	0.18	0.31	0.46	0.39	0.43	0.35	0.32	0.36	0.38	0.20	0.32
				Rendimiento (L/s-Km2)	Med	18.73	17.97	18.32	35.60	53.92	50.95	45.63	36.29	43.55	43.21	40.44	22.47	35.60
					Máx	40.79	50.81	77.77	131.01	237.47	195.99	188.39	150.36	190.11	169.72	164.54	74.66	139.30
					Min	8.64	6.91	6.22	10.72	15.90	13.48	14.86	12.10	11.06	12.44	13.14	6.91	11.06
				% Q/Qa	%	4.39	4.21	4.29	8.33	12.62	11.93	10.68	8.50	10.19	10.11	9.47	5.26	99.97
				Qmax/Qmed	%	2.18	2.83	4.25	3.68	4.40	3.85	4.13	4.14	4.37	3.93	4.07	3.32	3.91
				Qmín/Qmed	%	0.46	0.38	0.34	0.30	0.29	0.26	0.33	0.33	0.25	0.29	0.32	0.31	0.31
3503713 Pte El Amor	(1985-2003) 387 msnm	Río Ocoa	200	Caudal (m3/s)	Med	2.62	3.37	3.18	8.50	12.44	11.31	9.07	7.75	7.19	6.78	7.09	4.57	6.99
					Máx	7.33	20.41	18.48	62.09	74.87	69.68	59.32	59.26	60.77	47.57	47.27	31.10	46.51
					Min	2.02	2.01	2.02	2.31	3.94	4.17	3.78	3.25	2.94	2.78	2.79	2.20	2.85
				Rendimiento (L/s-Km2)	Med	13.10	16.85	15.90	42.50	62.20	56.55	45.35	38.75	35.95	33.90	35.45	22.85	34.95
					Máx	36.65	102.05	92.40	310.45	374.35	348.40	296.60	296.30	303.85	237.85	236.35	155.50	232.55
					Min	10.10	10.05	10.10	11.55	19.70	20.85	18.90	16.25	14.70	13.90	13.95	11.00	14.25
				% Q/Qa	%	3.12	4.02	3.79	10.13	14.83	13.48	10.81	9.24	8.57	8.08	8.45	5.45	99.99
				Qmax/Qmed	%	2.80	6.06	5.81	7.30	6.02	6.16	6.54	7.65	8.45	7.02	6.67	6.81	6.65
				Qmín/Qmed	%	0.77	0.60	0.64	0.27	0.32	0.37	0.42	0.42	0.41	0.41	0.39	0.48	0.41

Fuente: Datos históricos IDEAM, 2010. Cálculo: ECOFOREST, 2010.

Tabla 4-15. Caudal y velocidad máxima

Caudal Máximo (m3/s) y **Velocidad Máxima** superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas, potencialmente afectadas.

Cuenca	CORRIENTE	Area	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad	TIEMPO (horas)			Tasa arribo
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Minimo	(m3/s)
RIO OCOA	CAÑO AFL.PIÑALITO	2,99	2	0,004	3	232,55	0,045	0,70	0,68	0,81	0,41	0,41	0,004
	CAÑO PIÑALITO	12,2	8,5	0,004	20	232,55	0,045	2,84	0,56	4,20	2,10	0,49	0,022
	RIO OCOA	200	6,25	0,00256	54	232,55	0,045	46,51	1,01	1,72	0,86	0,69	0,109
	RIO OCOA, vertimiento	256,73	21,75	0,00256	50	232,55	0,045	59,70	1,15	5,25	2,62	0,96	0,115
	RIO OCOA	258,67	24,25	0,00294444	54	232,55	0,045	60,15	1,17	5,77	2,88	0,29	0,126
RIO NEGRO (TRIBUTARIO DEL Río Metica)	CAÑO PACHAQUIARO	3,58	4,5	0,00288889	6	139,30	0,045	0,50	0,41	3,04	1,52	1,49	0,005
	CAÑO PERALONSO	13,93	7,5	0,00376068	6	139,30	0,045	1,94	0,77	2,72	1,36	0,72	0,009
	CAÑO PERALONSO	30,07	11,7	0,00376068	8	139,30	0,045	4,19	0,93	3,50	1,75	1,55	0,015
	CAÑO QUENANE	57,92	20,5	0,00351351	8	98,25	0,045	5,69	1,03	5,53	2,77	0,05	0,016
	CAÑO QUENANE	58,26	21,2	0,00351351	8	98,25	0,045	5,72	1,03	5,71	2,85	0,08	0,017
	CAÑO QUENANE	58,5	21,8	0,00351351	18	98,25	0,045	5,75	0,75	8,10	4,05	0,20	0,027
	CAÑO QUENANE	59,78	22,6	0,00351351	10	98,25	0,045	5,87	0,95	6,58	3,29	0,43	0,019
	CAÑO QUENANE	116,41	29,6	0,00351351	20	98,25	0,045	11,44	0,94	8,72	4,36	2,36	0,038
	CAÑO POZO 8	0,37	0,7	0,00333333	6	98,25	0,045	0,04	0,15	1,29	0,65	0,28	0,002
	AFL CAÑO QUENANE	0,86	3,88	0,00351351	2	98,25	0,045	0,08	0,33	3,24	1,62	0,44	0,001
	CAÑO LAS BRISAS	1,87	4	0,00333333	5	98,25	0,045	0,18	0,31	3,59	1,79	0,54	0,003
	CAÑO SECO	1,21	2,2	0,00324786	3	98,25	0,045	0,12	0,32	1,93	0,96	0,35	0,002
	CAÑO SECO	1,71	8,7	0,00324786	8	98,25	0,045	0,17	0,25	9,83	4,92	1,02	0,004
	CAÑO MORROCO	1,46	2,4	0,01333333	3	98,25	0,045	0,14	0,52	1,28	0,64	1,26	0,003
	CAÑO CAJUY	4,27	4,6	0,00369565	5	98,25	0,045	0,42	0,44	2,87	1,44	0,22	0,004
	CAÑO CAJUY	8,81	9,5	0,00462857	7	98,25	0,045	0,87	0,56	4,75	2,38	0,40	0,008
	CAÑO CAJUY	13,06	11	0,00462857	7	98,25	0,045	1,28	0,65	4,70	2,35	0,85	0,009
	CAÑO CAJUY	19,2	13,5	0,00462857	7	98,25	0,045	1,89	0,76	4,94	2,47	1,36	0,011
	CAÑO CAJUY	26,14	17,5	0,00462857	6	98,25	0,045	2,57	0,91	5,33	2,66	1,66	0,011
	CAÑO BLANCO	1,39	2,4	0,00244898	8	98,25	0,045	0,14	0,21	3,21	1,60	1,34	0,003
	CAÑO BLANCO	2,82	4,9	0,00244898	3	98,25	0,045	0,28	0,41	3,33	1,67	0,27	0,002
	CAÑO QUENANE	10,48	7,5	0,00351351	10	98,25	0,045	1,03	0,48	4,38	2,19	0,23	0,010
	CAÑO QUENANE	24,12	9,5	0,00351351	12	98,25	0,045	2,37	0,62	4,28	2,14	0,45	0,015
	CAÑO Afl QUENANE	0,12	1,7	0,00176471	3	98,25	0,045	0,01	0,10	4,51	2,26	2,65	0,001
	AFL CAÑO ICA	1,8	1,8	0,00176471	3	98,25	0,045	0,18	0,31	1,62	0,81	1,80	0,002
	CAÑO QUENANE	35,15	8,9	0,00176471	6	98,25	0,045	3,45	0,77	3,21	1,61	1,08	0,009
	CAÑO LA LIBERTAD	2,18	3	0,00333333	3	98,25	0,045	0,21	0,40	2,06	1,03	0,14	0,002
	CAÑO MORICHES	2,28	3,3	0,00333333	5	98,25	0,045	0,22	0,34	2,73	1,37	0,41	0,003
	CAÑO QUENANITO	10,45	7,3	0,00289474	12	98,25	0,045	1,03	0,42	4,87	2,44	0,73	0,010
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	10,6	7,6	0,00289474	5	98,25	0,045	1,04	0,59	3,55	1,78	0,09	0,006
	CAÑO SURIA	16,52	7,6	0,00540816	7	98,25	0,045	1,62	0,75	2,82	1,41	0,37	0,010
	CAÑO SURIA	23,89	12,8	0,00540816	15	98,25	0,045	2,35	0,64	5,56	2,78	0,17	0,019
	CAÑO SURIA	28,82	17,7	0,00540816	20	98,25	0,045	2,83	0,61	8,00	4,00	1,76	0,025
	CAÑO SURIA	30,42	19,6	0,00540816	15	98,25	0,045	2,99	0,70	7,73	3,87	0,79	0,021
	CAÑO SANTA ROSA	4,91	7,7	0,00388186	15	98,25	0,045	0,48	0,31	6,96	3,48	1,45	0,009

Caudal Máximo (m3/s) y **Velocidad Máxima** superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas, potencialmente afectadas.

Cuenca	CORRIENTE	Area	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad	TIEMPO (horas)			Tasa arribo
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Minimo	(m3/s)
	CAÑO SANTA ROSA	11,06	19,5	0,00388186	6	98,25	0,045	1,09	0,61	8,83	4,41	3,42	0,007
	CAÑO SANTA ROSA	48	23,7	0,00388186	18	98,25	0,045	4,72	0,71	9,25	4,63	4,63	0,026
	CAÑO SANTA ROSA	8,93	14	0,00411765	10	98,25	0,045	0,88	0,47	8,32	4,16	0,30	0,009
	RIO NEGRO	38,25	4,6	0,0029863	50	98,25	0,045	3,76	0,40	3,20	1,60	1,40	0,040
	RIO NEGRO	85,3	11,1	0,0029863	67	98,25	0,045	8,38	0,49	6,30	3,15	3,52	0,066
	RIO NEGRO	93,94	17,91	0,0029863	30	98,25	0,045	9,23	0,70	7,10	3,55	0,32	0,042
	RIO NEGRO	100,03	25,2	0,0029863	40	98,25	0,045	9,83	0,64	10,92	5,46	4,59	0,051
	RIO NEGRO	105,85	31,1	0,0029863	32	98,25	0,045	10,40	0,72	12,05	6,03	6,51	0,046
	RIO NEGRO	160	36,5	0,0029863	50	98,25	0,045	15,72	0,71	14,33	7,17	8,84	0,071
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA	1,33	3,7	0,00430556	3	186,16	0,045	0,25	0,46	2,22	1,11	0,90	0,003
	CAÑO LA MONA	3,79	7,2	0,00430556	7	186,16	0,045	0,71	0,50	3,99	2,00	2,22	0,007
	CAÑO SAN CARLOS	0,71	3,8	0,00423077	6	186,16	0,045	0,13	0,27	3,89	1,95	1,84	0,003
	CAÑO SAN CARLOS	2,17	7,8	0,00423077	7	186,16	0,045	0,40	0,40	5,44	2,72	3,48	0,006
	CAÑO LAS MINAS	5,59	5,8	0,00396552	15	186,16	0,045	1,04	0,42	3,83	1,91	1,12	0,013
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	3087	7,9	0,00309406	250	186,16	0,045	574,7	1,58	1,39	0,69	0,18	0,792
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	3095	13	0,00309406	250	186,16	0,045	576,2	1,59	2,28	1,14	1,26	0,793
	RIO GUAYURIBA	3216	40,4	0,00309406	419	186,16	0,045	598,7	1,31	8,57	4,28	6,36	1,098
Caño Chichimene (Acacías, Metica)	CAÑO CHICHIMENE	26,92	8,3	0,00445783	12	98,25	0,045	2,6	0,69	3,33	1,67	2,01	0,017
	CAÑO LOS HORNOS	4,75	6,2	0,0039726	7	98,25	0,045	0,47	0,41	4,16	2,08	2,82	0,006
	CAÑO MITU	3,69	3,5	0,00371429	3	98,25	0,045	0,36	0,52	1,89	0,94	2,70	0,003
	CAÑO LOS HORNOS	18,68	15,2	0,0039726	10	98,25	0,045	1,84	0,62	6,80	3,40	6,71	0,012
	CAÑO GRANDE	9,5	14,6	0,0039726	3	98,25	0,045	0,93	0,77	5,29	2,64	5,43	0,005
	CAÑO GRANDE	9,5	10,2	0,0039726	4	98,25	0,045	0,93	0,68	4,14	2,07	6,70	0,005

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-16. Caudal y velocidad mínimos

Caudal Mínimo (m3/s) y **Velocidad Mínima** superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas, potencialmente afectadas.

Cuenca	CORRIENTE	Area	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad	TIEMPO (horas)			Tasa arribo
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Minimo	(m3/s)
RIO OCOA	CAÑO AFL.PIÑALITO	2,99	2	0,004	3	14,25	0,045	0,04	0,22	2,48	1,24	1,24	0,001
	CAÑO PIÑALITO	12,2	8,5	0,004	20	14,25	0,045	0,17	0,18	12,85	6,42	1,51	0,007
	RIO OCOA	200	6,25	0,00256	54	14,25	0,045	2,85	0,33	5,25	2,62	2,10	0,036
	RIO OCOA, vertimiento	256,73	21,75	0,00256	50	14,25	0,045	3,66	0,38	16,03	8,01	2,95	0,038
	RIO OCOA	258,67	24,25	0,00294	54	14,25	0,045	3,69	0,38	17,62	8,81	0,87	0,041
RIO NEGRO (TRIBUTARIO DEL Río Metica)	CAÑO PACHAQUIARO	3,58	4,5	0,00289	6	11,06	0,045	0,04	0,15	8,37	4,19	4,09	0,002
	CAÑO PERALONSO	13,93	7,5	0,00376	6	11,06	0,045	0,15	0,28	7,49	3,74	2,00	0,003
	CAÑO PERALONSO	30,07	11,7	0,00376	8	11,06	0,045	0,33	0,34	9,63	4,82	4,28	0,005
	CAÑO QUENANE	57,92	20,5	0,00351	8	32,20	0,045	1,87	0,66	8,64	4,32	0,08	0,011
	CAÑO QUENANE	58,26	21,2	0,00351	8	32,20	0,045	1,88	0,66	8,92	4,46	0,13	0,011
	CAÑO QUENANE	58,5	21,8	0,00351	18	32,20	0,045	1,88	0,48	12,66	6,33	0,32	0,017
	CAÑO QUENANE	59,78	22,6	0,00351	10	32,20	0,045	1,92	0,61	10,29	5,14	1,30	0,012
	CAÑO QUENANE	116,41	29,6	0,00351	20	32,20	0,045	3,75	0,60	13,62	6,81	3,68	0,024
	CAÑO POZO 8	0,37	0,7	0,00333	6	32,20	0,045	0,01	0,10	2,02	1,01	0,43	0,001
	AFL CAÑO QUENANE	0,86	3,88	0,00351	2	32,20	0,045	0,03	0,21	5,06	2,53	0,69	0,001
	CAÑO LAS BRISAS	1,87	4	0,00333	5	32,20	0,045	0,06	0,20	5,60	2,80	0,84	0,002
	CAÑO SECO	1,21	2,2	0,00325	3	32,20	0,045	0,04	0,20	3,01	1,51	0,55	0,001
	CAÑO SECO	1,71	8,7	0,00325	8	32,20	0,045	0,06	0,16	15,37	7,68	1,59	0,003
	CAÑO MORROCO	1,46	2,4	0,01333	3	32,20	0,045	0,05	0,33	2,00	1,00	1,96	0,002
	CAÑO CAJUY	4,27	4,6	0,0037	5	32,20	0,045	0,14	0,28	4,49	2,25	0,34	0,003
	CAÑO CAJUY	8,81	9,5	0,00463	7	32,20	0,045	0,28	0,36	7,42	3,71	0,63	0,005
	CAÑO CAJUY	13,06	11	0,00463	7	32,20	0,045	0,42	0,42	7,34	3,67	1,34	0,006
	CAÑO CAJUY	19,2	13,5	0,00463	7	32,20	0,045	0,62	0,49	7,73	3,86	2,12	0,007
	CAÑO CAJUY	26,14	17,5	0,00463	6	32,20	0,045	0,84	0,58	8,32	4,16	2,59	0,007
	CAÑO BLANCO	1,39	2,4	0,00245	8	32,20	0,045	0,04	0,13	5,01	2,51	2,09	0,002
	CAÑO BLANCO	2,82	4,9	0,00245	3	32,20	0,045	0,09	0,26	5,21	2,60	0,43	0,002
	CAÑO QUENANE	10,48	7,5	0,00351	10	32,20	0,045	0,34	0,30	6,85	3,42	0,37	0,006
	CAÑO QUENANE	24,12	9,5	0,00351	12	32,20	0,045	0,78	0,39	6,69	3,34	0,70	0,009
	CAÑO Afl QUENANE	0,12	1,7	0,00176	3	32,20	0,045	0,00	0,07	7,05	3,52	4,15	0,000
	AFL CAÑO ICA	1,8	1,8	0,00176	3	32,20	0,045	0,06	0,20	2,53	1,26	2,81	0,001
	CAÑO QUENANE	35,15	8,9	0,00176	6	32,20	0,045	1,13	0,49	5,02	2,51	1,69	0,006
	CAÑO LA LIBERTAD	2,18	3	0,00333	3	32,20	0,045	0,07	0,26	3,22	1,61	0,21	0,002
	CAÑO MORICHES	2,28	3,3	0,00333	5	32,20	0,045	0,07	0,21	4,27	2,14	0,65	0,002
	CAÑO QUENANITO	10,45	7,3	0,00289	12	32,20	0,045	0,34	0,27	7,61	3,80	1,14	0,006
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	10,6	7,6	0,00289	5	32,20	0,045	0,34	0,38	5,55	2,77	0,15	0,004
	CAÑO SURIA	16,52	7,6	0,00541	7	32,20	0,045	0,53	0,48	4,41	2,20	0,58	0,007
	CAÑO SURIA	23,89	12,8	0,00541	15	32,20	0,045	0,77	0,41	8,69	4,34	0,27	0,012
	CAÑO SURIA	28,82	17,7	0,00541	20	32,20	0,045	0,93	0,39	12,50	6,25	2,76	0,016
	CAÑO SURIA	30,42	19,6	0,00541	15	32,20	0,045	0,98	0,45	12,08	6,04	1,23	0,014
	CAÑO SANTA ROSA	4,91	7,7	0,00388	15	32,20	0,045	0,16	0,20	10,87	5,44	2,26	0,006

Caudal Mínimo (m3/s) y **Velocidad Mínima** superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas, potencialmente afectadas.

Cuenca	CORRIENTE	Area	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad	TIEMPO (horas)			Tasa arribo
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Minimo	(m3/s)
	CAÑO SANTA ROSA	11,06	19,5	0,00388	6	32,20	0,045	0,36	0,39	13,79	6,89	5,35	0,005
	CAÑO SANTA ROSA	48	23,7	0,00388	18	32,20	0,045	1,55	0,46	14,46	7,23	7,23	0,016
	CAÑO SANTA ROSA	8,93	14	0,00412	10	32,20	0,045	0,29	0,30	13,00	6,50	0,46	0,006
	RIO NEGRO	38,25	4,6	0,00299	50	32,20	0,045	1,23	0,26	5,00	2,50	2,19	0,026
	RIO NEGRO	85,3	11,1	0,00299	67	32,20	0,045	2,75	0,31	9,85	4,92	5,50	0,042
	RIO NEGRO	93,94	17,91	0,00299	30	32,20	0,045	3,02	0,45	11,09	5,54	0,50	0,027
	RIO NEGRO	100,03	25,2	0,00299	40	32,20	0,045	3,22	0,41	17,07	8,53	7,18	0,033
	RIO NEGRO	105,85	31,1	0,00299	32	32,20	0,045	3,41	0,46	18,83	9,42	10,17	0,029
	RIO NEGRO	160	36,5	0,00299	50	32,20	0,045	5,15	0,45	22,40	11,20	13,81	0,045
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA	1,33	3,7	0,00431	3	26,24	0,045	0,03	0,21	4,87	2,43	1,97	0,001
	CAÑO LA MONA	3,79	7,2	0,00431	7	26,24	0,045	0,10	0,23	8,74	4,37	4,86	0,003
	CAÑO SAN CARLOS	0,71	3,8	0,00423	6	26,24	0,045	0,02	0,12	8,52	4,26	4,04	0,001
	CAÑO SAN CARLOS	2,17	7,8	0,00423	7	26,24	0,045	0,06	0,18	11,90	5,95	7,63	0,003
	CAÑO LAS MINAS	5,59	5,8	0,00397	15	26,24	0,045	0,15	0,19	8,38	4,19	2,46	0,006
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	3087	7,9	0,00309	250	26,24	0,045	81,00	0,72	3,03	1,52	0,38	0,362
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	3095	13	0,00309	250	26,24	0,045	81,21	0,72	4,99	2,49	2,76	0,362
	RIO GUAYURIBA	3216	40,4	0,00309	419	26,24	0,045	84,39	0,60	18,76	9,38	13,93	0,501
caño Chichimene (rio Acacias, Metica)	CAÑO CHICHIMENE	26,92	8,3	0,00446	12	32,20	0,045	0,87	0,44	5,21	2,60	3,14	0,011
	CAÑO LOS HORNOS	4,75	6,2	0,00397	7	32,20	0,045	0,15	0,27	6,49	3,25	4,40	0,004
	CAÑO MITU	3,69	3,5	0,00371	3	32,20	0,045	0,12	0,33	2,95	1,47	4,21	0,002
	CAÑO LOS HORNOS	18,68	15,2	0,00397	10	32,20	0,045	0,60	0,40	10,62	5,31	10,48	0,008
	CAÑO GRANDE	9,5	14,6	0,00397	3	32,20	0,045	0,31	0,49	8,26	4,13	8,48	0,003
	CAÑO GRANDE	9,5	10,2	0,00397	4	32,20	0,045	0,31	0,44	6,47	3,24	10,47	0,004

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-17. Caudal y velocidad media

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño afl Piñalito	2,99	0,004	3	0,045	ENE	13,1	0,04	0,22
	2,99	0,004	3	0,045	FEB	16,85	0,05	0,24
	2,99	0,004	3	0,045	MAR	15,9	0,05	0,23
	2,99	0,004	3	0,045	ABR	42,5	0,13	0,35
	2,99	0,004	3	0,045	MAY	62,2	0,19	0,40
	2,99	0,004	3	0,045	JUN	56,55	0,17	0,39
	2,99	0,004	3	0,045	JUL	45,35	0,14	0,36
	2,99	0,004	3	0,045	AGO	38,75	0,12	0,33
	2,99	0,004	3	0,045	SEP	35,95	0,11	0,32
	2,99	0,004	3	0,045	OCT	33,9	0,10	0,32
	2,99	0,004	3	0,045	NOV	35,45	0,11	0,32
	2,99	0,004	3	0,045	DIC	22,85	0,07	0,27

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Piñalito	12,2	0,004	20	0,045	ENE	13,1	0,16	0,18
	12,2	0,004	20	0,045	FEB	16,85	0,21	0,20
	12,2	0,004	20	0,045	MAR	15,9	0,19	0,19
	12,2	0,004	20	0,045	ABR	42,5	0,52	0,28
	12,2	0,004	20	0,045	MAY	62,2	0,76	0,33
	12,2	0,004	20	0,045	JUN	56,55	0,69	0,32
	12,2	0,004	20	0,045	JUL	45,35	0,55	0,29
	12,2	0,004	20	0,045	AGO	38,75	0,47	0,27
	12,2	0,004	20	0,045	SEP	35,95	0,44	0,27
	12,2	0,004	20	0,045	OCT	33,9	0,41	0,26
	12,2	0,004	20	0,045	NOV	35,45	0,43	0,26
	12,2	0,004	20	0,045	DIC	22,85	0,28	0,22

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Ocoa	200	0,0026	54	0,045	ENE	13,1	2,62	0,32
	200	0,0026	54	0,045	FEB	16,85	3,37	0,36
	200	0,0026	54	0,045	MAR	15,9	3,18	0,35
	200	0,0026	54	0,045	ABR	42,5	8,50	0,51
	200	0,0026	54	0,045	MAY	62,2	12,44	0,60
	200	0,0026	54	0,045	JUN	56,55	11,31	0,58
	200	0,0026	54	0,045	JUL	45,35	9,07	0,53
	200	0,0026	54	0,045	AGO	38,75	7,75	0,50
	200	0,0026	54	0,045	SEP	35,95	7,19	0,48
	200	0,0026	54	0,045	OCT	33,9	6,78	0,47
	200	0,0026	54	0,045	NOV	35,45	7,09	0,48
	200	0,0026	54	0,045	DIC	22,85	4,57	0,40

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	
Rio Ocoa, Vert	256,73	0,00256	54	0,0045	ENE	13,1	3,36	0,35
	256,73	0,00256	54	0,045	FEB	16,85	4,33	0,39
	256,73	0,00256	54	0,045	MAR	15,9	4,08	0,38
	256,73	0,00256	54	0,045	ABR	42,5	10,91	0,57
	256,73	0,00256	54	0,045	MAY	62,2	15,97	0,66
	256,73	0,00256	54	0,045	JUN	56,55	14,52	0,63
	256,73	0,00256	54	0,045	JUL	45,35	11,64	0,58
	256,73	0,00256	54	0,045	AGO	38,75	9,95	0,55
	256,73	0,00256	54	0,045	SEP	35,95	9,23	0,53
	256,73	0,00256	54	0,045	OCT	33,9	8,70	0,52
	256,73	0,00256	54	0,045	NOV	35,45	9,10	0,53
	256,73	0,00256	54	0,045	DIC	22,85	5,87	0,44

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Ocoa	258,67	0,0029	54	0,045	ENE	13,1	3,39	0,37
	258,67	0,0029	54	0,045	FEB	16,85	4,36	0,41
	258,67	0,0029	54	0,045	MAR	15,9	4,11	0,40
	258,67	0,0029	54	0,045	ABR	42,5	10,99	0,59
	258,67	0,0029	54	0,045	MAY	62,2	16,09	0,69
	258,67	0,0029	54	0,045	JUN	56,55	14,63	0,66
	258,67	0,0029	54	0,045	JUL	45,35	11,73	0,60
	258,67	0,0029	54	0,045	AGO	38,75	10,02	0,57
	258,67	0,0029	54	0,045	SEP	35,95	9,30	0,55
	258,67	0,0029	54	0,045	OCT	33,9	8,77	0,54
	258,67	0,0029	54	0,045	NOV	35,45	9,17	0,55
	258,67	0,0029	54	0,045	DIC	22,85	5,91	0,46

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Pachaquiarito	3,58	0,0029	6	0,045	ENE	18,73	0,07	0,18
	3,58	0,0029	6	0,045	FEB	17,97	0,06	0,18
	3,58	0,0029	6	0,045	MAR	18,32	0,07	0,18
	3,58	0,0029	6	0,045	ABR	35,6	0,13	0,24
	3,58	0,0029	6	0,045	MAY	53,92	0,19	0,28
	3,58	0,0029	6	0,045	JUN	50,95	0,18	0,28
	3,58	0,0029	6	0,045	JUL	45,63	0,16	0,26
	3,58	0,0029	6	0,045	AGO	36,29	0,13	0,24
	3,58	0,0029	6	0,045	SEP	43,55	0,16	0,26
	3,58	0,0029	6	0,045	OCT	43,21	0,15	0,26
	3,58	0,0029	6	0,045	NOV	40,44	0,14	0,25
	3,58	0,0029	6	0,045	DIC	22,47	0,08	0,20

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Peralonso	13,93	0,0038	6	0,045	ENE	18,73	0,26	0,34
	13,93	0,0038	6	0,045	FEB	17,97	0,25	0,34
	13,93	0,0038	6	0,045	MAR	18,32	0,26	0,34
	13,93	0,0038	6	0,045	ABR	35,6	0,50	0,45
	13,93	0,0038	6	0,045	MAY	53,92	0,75	0,53
	13,93	0,0038	6	0,045	JUN	50,95	0,71	0,51
	13,93	0,0038	6	0,045	JUL	45,63	0,64	0,49
	13,93	0,0038	6	0,045	AGO	36,29	0,51	0,45
	13,93	0,0038	6	0,045	SEP	43,55	0,61	0,48
	13,93	0,0038	6	0,045	OCT	43,21	0,60	0,48
	13,93	0,0038	6	0,045	NOV	40,44	0,56	0,47
	13,93	0,0038	6	0,045	DIC	22,47	0,31	0,37

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Peralonso	30,07	0,0038	8	0,045	ENE	18,73	0,56	0,42
	30,07	0,0038	8	0,045	FEB	17,97	0,54	0,41
	30,07	0,0038	8	0,045	MAR	18,32	0,55	0,41
	30,07	0,0038	8	0,045	ABR	35,6	1,07	0,54
	30,07	0,0038	8	0,045	MAY	53,92	1,62	0,64
	30,07	0,0038	8	0,045	JUN	50,95	1,53	0,62
	30,07	0,0038	8	0,045	JUL	45,63	1,37	0,60
	30,07	0,0038	8	0,045	AGO	36,29	1,09	0,54
	30,07	0,0038	8	0,045	SEP	43,55	1,31	0,59
	30,07	0,0038	8	0,045	OCT	43,21	1,30	0,58
	30,07	0,0038	8	0,045	NOV	40,44	1,22	0,57
	30,07	0,0038	8	0,045	DIC	22,47	0,68	0,45

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	57,92	0,0035	8	0,045	ENE	14,76	0,85	0,48
	57,92	0,0035	8	0,045	FEB	20,74	1,20	0,55
	57,92	0,0035	8	0,045	MAR	24,07	1,39	0,59
	57,92	0,0035	8	0,045	ABR	61,94	3,59	0,86
	57,92	0,0035	8	0,045	MAY	105,18	6,09	1,06
	57,92	0,0035	8	0,045	JUN	109,38	6,34	1,07
	57,92	0,0035	8	0,045	JUL	93,56	5,42	1,01
	57,92	0,0035	8	0,045	AGO	69,57	4,03	0,90
	57,92	0,0035	8	0,045	SEP	66,48	3,85	0,88
	57,92	0,0035	8	0,045	OCT	73,46	4,25	0,92
	57,92	0,0035	8	0,045	NOV	64,42	3,73	0,87
	57,92	0,0035	8	0,045	DIC	34,74	2,01	0,68

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	58,26	0,0035	8	0,045	ENE	14,76	0,86	0,48
	58,26	0,0035	8	0,045	FEB	20,74	1,21	0,55
	58,26	0,0035	8	0,045	MAR	24,07	1,40	0,59
	58,26	0,0035	8	0,045	ABR	61,94	3,61	0,86
	58,26	0,0035	8	0,045	MAY	105,18	6,13	1,06
	58,26	0,0035	8	0,045	JUN	109,38	6,37	1,08
	58,26	0,0035	8	0,045	JUL	93,56	5,45	1,01
	58,26	0,0035	8	0,045	AGO	69,57	4,05	0,90
	58,26	0,0035	8	0,045	SEP	66,48	3,87	0,88
	58,26	0,0035	8	0,045	OCT	73,46	4,28	0,92
	58,26	0,0035	8	0,045	NOV	64,42	3,75	0,87
	58,26	0,0035	8	0,045	DIC	34,74	2,02	0,68

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	58,5	0,0035	18	0,045	ENE	14,76	0,86	0,35
	58,5	0,0035	18	0,045	FEB	20,74	1,21	0,40
	58,5	0,0035	18	0,045	MAR	24,07	1,41	0,43
	58,5	0,0035	18	0,045	ABR	61,94	3,62	0,62
	58,5	0,0035	18	0,045	MAY	105,18	6,15	0,77
	58,5	0,0035	18	0,045	JUN	109,38	6,40	0,78
	58,5	0,0035	18	0,045	JUL	93,56	5,47	0,73
	58,5	0,0035	18	0,045	AGO	69,57	4,07	0,65
	58,5	0,0035	18	0,045	SEP	66,48	3,89	0,64
	58,5	0,0035	18	0,045	OCT	73,46	4,30	0,66
	58,5	0,0035	18	0,045	NOV	64,42	3,77	0,63
	58,5	0,0035	18	0,045	DIC	34,74	2,03	0,49

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	59,78	0,0035	10	0,045	ENE	14,76	0,88	0,45
	59,78	0,0035	10	0,045	FEB	20,74	1,24	0,51
	59,78	0,0035	10	0,045	MAR	24,07	1,44	0,54
	59,78	0,0035	10	0,045	ABR	61,94	3,70	0,79
	59,78	0,0035	10	0,045	MAY	105,18	6,29	0,98
	59,78	0,0035	10	0,045	JUN	109,38	6,54	0,99
	59,78	0,0035	10	0,045	JUL	93,56	5,59	0,93
	59,78	0,0035	10	0,045	AGO	69,57	4,16	0,83
	59,78	0,0035	10	0,045	SEP	66,48	3,97	0,81
	59,78	0,0035	10	0,045	OCT	73,46	4,39	0,85
	59,78	0,0035	10	0,045	NOV	64,42	3,85	0,80
	59,78	0,0035	10	0,045	DIC	34,74	2,08	0,63

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	116,41	0,0035	20	0,045	ENE	14,76	1,72	0,44
	116,41	0,0035	20	0,045	FEB	20,74	2,41	0,51
	116,41	0,0035	20	0,045	MAR	24,07	2,80	0,54
	116,41	0,0035	20	0,045	ABR	61,94	7,21	0,78
	116,41	0,0035	20	0,045	MAY	105,18	12,24	0,97
	116,41	0,0035	20	0,045	JUN	109,38	12,73	0,98
	116,41	0,0035	20	0,045	JUL	93,56	10,89	0,92
	116,41	0,0035	20	0,045	AGO	69,57	8,10	0,82
	116,41	0,0035	20	0,045	SEP	66,48	7,74	0,81
	116,41	0,0035	20	0,045	OCT	73,46	8,55	0,84
	116,41	0,0035	20	0,045	NOV	64,42	7,50	0,80
	116,41	0,0035	20	0,045	DIC	34,74	4,04	0,62

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Pozo 8	0,37	0,0035	20	6	ENE	14,76	0,005	0,04
	0,37	0,0035	20	6	FEB	20,74	0,008	0,05
	0,37	0,0035	20	6	MAR	24,07	0,009	0,05
	0,37	0,0035	20	6	ABR	61,94	0,023	0,08
	0,37	0,0035	20	6	MAY	105,18	0,039	0,10
	0,37	0,0035	20	6	JUN	109,38	0,040	0,10
	0,37	0,0035	20	6	JUL	93,56	0,035	0,09
	0,37	0,0035	20	6	AGO	69,57	0,026	0,08
	0,37	0,0035	20	6	SEP	66,48	0,025	0,08
	0,37	0,0035	20	6	OCT	73,46	0,027	0,08
	0,37	0,0035	20	6	NOV	64,42	0,024	0,08
	0,37	0,0035	20	6	DIC	34,74	0,013	0,06

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Afl Caño Quenane	0,86	0,0035	2	0,045	ENE	14,76	0,01	0,16
	0,86	0,0035	2	0,045	FEB	20,74	0,02	0,18
	0,86	0,0035	2	0,045	MAR	24,07	0,02	0,19
	0,86	0,0035	2	0,045	ABR	61,94	0,05	0,28
	0,86	0,0035	2	0,045	MAY	105,18	0,09	0,34
	0,86	0,0035	2	0,045	JUN	109,38	0,09	0,35
	0,86	0,0035	2	0,045	JUL	93,56	0,08	0,33
	0,86	0,0035	2	0,045	AGO	69,57	0,06	0,29
	0,86	0,0035	2	0,045	SEP	66,48	0,06	0,28
	0,86	0,0035	2	0,045	OCT	73,46	0,06	0,30
	0,86	0,0035	2	0,045	NOV	64,42	0,06	0,28
	0,86	0,0035	2	0,045	DIC	34,74	0,03	0,22

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caños Las Brisas	1,87	0,0033	5	0,045	ENE	14,76	0,03	0,14
	1,87	0,0033	5	0,045	FEB	20,74	0,04	0,17
	1,87	0,0033	5	0,045	MAR	24,07	0,05	0,18
	1,87	0,0033	5	0,045	ABR	61,94	0,12	0,26
	1,87	0,0033	5	0,045	MAY	105,18	0,20	0,32
	1,87	0,0033	5	0,045	JUN	109,38	0,20	0,32
	1,87	0,0033	5	0,045	JUL	93,56	0,17	0,30
	1,87	0,0033	5	0,045	AGO	69,57	0,13	0,27
	1,87	0,0033	5	0,045	SEP	66,48	0,12	0,26
	1,87	0,0033	5	0,045	OCT	73,46	0,14	0,27
	1,87	0,0033	5	0,045	NOV	64,42	0,12	0,26
	1,87	0,0033	5	0,045	DIC	34,74	0,06	0,20

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Seco	1,21	0,00325	3	0,045	ENE	14,76	0,02	0,15
	1,21	0,00325	3	0,045	FEB	20,74	0,03	0,17
	1,21	0,00325	3	0,045	MAR	24,07	0,03	0,18
	1,21	0,00325	3	0,045	ABR	61,94	0,07	0,26
	1,21	0,00325	3	0,045	MAY	105,18	0,13	0,33
	1,21	0,00325	3	0,045	JUN	109,38	0,13	0,33
	1,21	0,00325	3	0,045	JUL	93,56	0,11	0,31
	1,21	0,00325	3	0,045	AGO	69,57	0,08	0,28
	1,21	0,00325	3	0,045	SEP	66,48	0,08	0,27
	1,21	0,00325	3	0,045	OCT	73,46	0,09	0,28
	1,21	0,00325	3	0,045	NOV	64,42	0,08	0,27
	1,21	0,00325	3	0,045	DIC	34,74	0,04	0,21

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Afl Caño Seco	1,71	0,0032	8	0,045	ENE	14,76	0,025	0,11
	1,71	0,0032	8	0,045	FEB	20,74	0,035	0,13
	1,71	0,0032	8	0,045	MAR	24,07	0,041	0,14
	1,71	0,0032	8	0,045	ABR	61,94	0,106	0,20
	1,71	0,0032	8	0,045	MAY	105,18	0,180	0,25
	1,71	0,0032	8	0,045	JUN	109,38	0,187	0,26
	1,71	0,0032	8	0,045	JUL	93,56	0,160	0,24
	1,71	0,0032	8	0,045	AGO	69,57	0,119	0,21
	1,71	0,0032	8	0,045	SEP	66,48	0,114	0,21
	1,71	0,0032	8	0,045	OCT	73,46	0,126	0,22
	1,71	0,0032	8	0,045	NOV	64,42	0,110	0,21
	1,71	0,0032	8	0,045	DIC	34,74	0,059	0,16

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Morroco	1,46	0,0133	3	0,045	ENE	14,76	0,022	0,24
	1,46	0,0133	3	0,045	FEB	20,74	0,030	0,28
	1,46	0,0133	3	0,045	MAR	24,07	0,035	0,30
	1,46	0,0133	3	0,045	ABR	61,94	0,090	0,43
	1,46	0,0133	3	0,045	MAY	105,18	0,154	0,54
	1,46	0,0133	3	0,045	JUN	109,38	0,160	0,54
	1,46	0,0133	3	0,045	JUL	93,56	0,137	0,51
	1,46	0,0133	3	0,045	AGO	69,57	0,102	0,45
	1,46	0,0133	3	0,045	SEP	66,48	0,097	0,45
	1,46	0,0133	3	0,045	OCT	73,46	0,107	0,46
	1,46	0,0133	3	0,045	NOV	64,42	0,094	0,44
	1,46	0,0133	3	0,045	DIC	34,74	0,051	0,34

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Cajuy	4,27	0,0037	5	0,045	ENE	14,76	0,063	0,21
	4,27	0,0037	5	0,045	FEB	20,74	0,089	0,24
	4,27	0,0037	5	0,045	MAR	24,07	0,103	0,25
	4,27	0,0037	5	0,045	ABR	61,94	0,264	0,37
	4,27	0,0037	5	0,045	MAY	105,18	0,449	0,46
	4,27	0,0037	5	0,045	JUN	109,38	0,467	0,46
	4,27	0,0037	5	0,045	JUL	93,56	0,400	0,44
	4,27	0,0037	5	0,045	AGO	69,57	0,297	0,39
	4,27	0,0037	5	0,045	SEP	66,48	0,284	0,38
	4,27	0,0037	5	0,045	OCT	73,46	0,314	0,40
	4,27	0,0037	5	0,045	NOV	64,42	0,275	0,38
	4,27	0,0037	5	0,045	DIC	34,74	0,148	0,29

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Cajuy	8,81	0,0046	7	0,045	ENE	14,76	0,130	0,26
	8,81	0,0046	7	0,045	FEB	20,74	0,183	0,30
	8,81	0,0046	7	0,045	MAR	24,07	0,212	0,32
	8,81	0,0046	7	0,045	ABR	61,94	0,546	0,46
	8,81	0,0046	7	0,045	MAY	105,18	0,927	0,57
	8,81	0,0046	7	0,045	JUN	109,38	0,964	0,58
	8,81	0,0046	7	0,045	JUL	93,56	0,824	0,54
	8,81	0,0046	7	0,045	AGO	69,57	0,613	0,48
	8,81	0,0046	7	0,045	SEP	66,48	0,586	0,47
	8,81	0,0046	7	0,045	OCT	73,46	0,647	0,49
	8,81	0,0046	7	0,045	NOV	64,42	0,568	0,47
	8,81	0,0046	7	0,045	DIC	34,74	0,306	0,37

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Cajuy	13,06	0,0046	7	0,045	ENE	14,76	0,193	0,30
	13,06	0,0046	7	0,045	FEB	20,74	0,271	0,35
	13,06	0,0046	7	0,045	MAR	24,07	0,314	0,37
	13,06	0,0046	7	0,045	ABR	61,94	0,809	0,54
	13,06	0,0046	7	0,045	MAY	105,18	1,374	0,67
	13,06	0,0046	7	0,045	JUN	109,38	1,429	0,68
	13,06	0,0046	7	0,045	JUL	93,56	1,222	0,64
	13,06	0,0046	7	0,045	AGO	69,57	0,909	0,57
	13,06	0,0046	7	0,045	SEP	66,48	0,868	0,56
	13,06	0,0046	7	0,045	OCT	73,46	0,959	0,58
	13,06	0,0046	7	0,045	NOV	64,42	0,841	0,55
	13,06	0,0046	7	0,045	DIC	34,74	0,454	0,43

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Cajuy	19,2	0,0046	7	0,045	ENE	14,76	0,283	0,35
	19,2	0,0046	7	0,045	FEB	20,74	0,398	0,41
	19,2	0,0046	7	0,045	MAR	24,07	0,462	0,43
	19,2	0,0046	7	0,045	ABR	61,94	1,189	0,63
	19,2	0,0046	7	0,045	MAY	105,18	2,019	0,78
	19,2	0,0046	7	0,045	JUN	109,38	2,100	0,79
	19,2	0,0046	7	0,045	JUL	93,56	1,796	0,74
	19,2	0,0046	7	0,045	AGO	69,57	1,336	0,66
	19,2	0,0046	7	0,045	SEP	66,48	1,276	0,65
	19,2	0,0046	7	0,045	OCT	73,46	1,410	0,67
	19,2	0,0046	7	0,045	NOV	64,42	1,237	0,64
	19,2	0,0046	7	0,045	DIC	34,74	0,667	0,50

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Cajuy	26,14	0,0046	6	0,045	ENE	14,76	0,386	0,43
	26,14	0,0046	6	0,045	FEB	20,74	0,542	0,49
	26,14	0,0046	6	0,045	MAR	24,07	0,629	0,52
	26,14	0,0046	6	0,045	ABR	61,94	1,619	0,76
	26,14	0,0046	6	0,045	MAY	105,18	2,749	0,94
	26,14	0,0046	6	0,045	JUN	109,38	2,859	0,95
	26,14	0,0046	6	0,045	JUL	93,56	2,446	0,89
	26,14	0,0046	6	0,045	AGO	69,57	1,819	0,79
	26,14	0,0046	6	0,045	SEP	66,48	1,738	0,78
	26,14	0,0046	6	0,045	OCT	73,46	1,920	0,81
	26,14	0,0046	6	0,045	NOV	64,42	1,684	0,77
	26,14	0,0046	6	0,045	DIC	34,74	0,908	0,60

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Blanco	1,39	0,0024	8	0,045	ENE	14,76	0,021	0,10
	1,39	0,0024	8	0,045	FEB	20,74	0,029	0,11
	1,39	0,0024	8	0,045	MAR	24,07	0,033	0,12
	1,39	0,0024	8	0,045	ABR	61,94	0,086	0,17
	1,39	0,0024	8	0,045	MAY	105,18	0,146	0,21
	1,39	0,0024	8	0,045	JUN	109,38	0,152	0,22
	1,39	0,0024	8	0,045	JUL	93,56	0,130	0,20
	1,39	0,0024	8	0,045	AGO	69,57	0,097	0,18
	1,39	0,0024	8	0,045	SEP	66,48	0,092	0,18
	1,39	0,0024	8	0,045	OCT	73,46	0,102	0,18
	1,39	0,0024	8	0,045	NOV	64,42	0,090	0,17
	1,39	0,0024	8	0,045	DIC	34,74	0,048	0,14

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Blanco	2,82	0,0024	3	0,045	ENE	14,76	0,042	0,19
	2,82	0,0024	3	0,045	FEB	20,74	0,058	0,22
	2,82	0,0024	3	0,045	MAR	24,07	0,068	0,23
	2,82	0,0024	3	0,045	ABR	61,94	0,175	0,34
	2,82	0,0024	3	0,045	MAY	105,18	0,297	0,42
	2,82	0,0024	3	0,045	JUN	109,38	0,308	0,42
	2,82	0,0024	3	0,045	JUL	93,56	0,264	0,40
	2,82	0,0024	3	0,045	AGO	69,57	0,196	0,35
	2,82	0,0024	3	0,045	SEP	66,48	0,187	0,35
	2,82	0,0024	3	0,045	OCT	73,46	0,207	0,36
	2,82	0,0024	3	0,045	NOV	64,42	0,182	0,34
	2,82	0,0024	3	0,045	DIC	34,74	0,098	0,27

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	10,48	0,0035	10	0,045	ENE	14,76	0,155	0,22
	10,48	0,0035	10	0,045	FEB	20,74	0,217	0,25
	10,48	0,0035	10	0,045	MAR	24,07	0,252	0,27
	10,48	0,0035	10	0,045	ABR	61,94	0,649	0,39
	10,48	0,0035	10	0,045	MAY	105,18	1,102	0,49
	10,48	0,0035	10	0,045	JUN	109,38	1,146	0,50
	10,48	0,0035	10	0,045	JUL	93,56	0,981	0,47
	10,48	0,0035	10	0,045	AGO	69,57	0,729	0,41
	10,48	0,0035	10	0,045	SEP	66,48	0,697	0,41
	10,48	0,0035	10	0,045	OCT	73,46	0,770	0,42
	10,48	0,0035	10	0,045	NOV	64,42	0,675	0,40
	10,48	0,0035	10	0,045	DIC	34,74	0,364	0,31

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenane	24,12	0,0035	12	0,045	ENE	14,76	0,356	0,29
	24,12	0,0035	12	0,045	FEB	20,74	0,500	0,33
	24,12	0,0035	12	0,045	MAR	24,07	0,581	0,35
	24,12	0,0035	12	0,045	ABR	61,94	1,494	0,51
	24,12	0,0035	12	0,045	MAY	105,18	2,537	0,63
	24,12	0,0035	12	0,045	JUN	109,38	2,638	0,64
	24,12	0,0035	12	0,045	JUL	93,56	2,257	0,60
	24,12	0,0035	12	0,045	AGO	69,57	1,678	0,54
	24,12	0,0035	12	0,045	SEP	66,48	1,603	0,53
	24,12	0,0035	12	0,045	OCT	73,46	1,772	0,55
	24,12	0,0035	12	0,045	NOV	64,42	1,554	0,52
	24,12	0,0035	12	0,045	DIC	34,74	0,838	0,41

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño afl Quenane	0,12	0,0018	3	0,045	ENE	14,76	0,002	0,05
	0,12	0,0018	3	0,045	FEB	20,74	0,002	0,06
	0,12	0,0018	3	0,045	MAR	24,07	0,003	0,06
	0,12	0,0018	3	0,045	ABR	61,94	0,007	0,09
	0,12	0,0018	3	0,045	MAY	105,18	0,013	0,11
	0,12	0,0018	3	0,045	JUN	109,38	0,013	0,11
	0,12	0,0018	3	0,045	JUL	93,56	0,011	0,10
	0,12	0,0018	3	0,045	AGO	69,57	0,008	0,09
	0,12	0,0018	3	0,045	SEP	66,48	0,008	0,09
	0,12	0,0018	3	0,045	OCT	73,46	0,009	0,09
	0,12	0,0018	3	0,045	NOV	64,42	0,008	0,09
	0,12	0,0018	3	0,045	DIC	34,74	0,004	0,07

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño afl Quenane	35,15	0,0018	6	0,045	ENE	14,76	0,519	0,36
	35,15	0,0018	6	0,045	FEB	20,74	0,729	0,42
	35,15	0,0018	6	0,045	MAR	24,07	0,846	0,44
	35,15	0,0018	6	0,045	ABR	61,94	2,177	0,64
	35,15	0,0018	6	0,045	MAY	105,18	3,697	0,80
	35,15	0,0018	6	0,045	JUN	109,38	3,845	0,81
	35,15	0,0018	6	0,045	JUL	93,56	3,289	0,76
	35,15	0,0018	6	0,045	AGO	69,57	2,445	0,67
	35,15	0,0018	6	0,045	SEP	66,48	2,337	0,66
	35,15	0,0018	6	0,045	OCT	73,46	2,582	0,69
	35,15	0,0018	6	0,045	NOV	64,42	2,264	0,65
	35,15	0,0018	6	0,045	DIC	34,74	1,221	0,51

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Afl Caño ICA	1,8	0,0018	3	0,045	ENE	14,76	0,027	0,15
	1,8	0,0018	3	0,045	FEB	20,74	0,037	0,17
	1,8	0,0018	3	0,045	MAR	24,07	0,043	0,18
	1,8	0,0018	3	0,045	ABR	61,94	0,111	0,26
	1,8	0,0018	3	0,045	MAY	105,18	0,189	0,32
	1,8	0,0018	3	0,045	JUN	109,38	0,197	0,32
	1,8	0,0018	3	0,045	JUL	93,56	0,168	0,31
	1,8	0,0018	3	0,045	AGO	69,57	0,125	0,27
	1,8	0,0018	3	0,045	SEP	66,48	0,120	0,27
	1,8	0,0018	3	0,045	OCT	73,46	0,132	0,28
	1,8	0,0018	3	0,045	NOV	64,42	0,116	0,26
	1,8	0,0018	3	0,045	DIC	34,74	0,063	0,21

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Libertad	2,18	0,0033	3	0,045	ENE	14,76	0,032	0,19
	2,18	0,0033	3	0,045	FEB	20,74	0,045	0,22
	2,18	0,0033	3	0,045	MAR	24,07	0,052	0,23
	2,18	0,0033	3	0,045	ABR	61,94	0,135	0,33
	2,18	0,0033	3	0,045	MAY	105,18	0,229	0,41
	2,18	0,0033	3	0,045	JUN	109,38	0,238	0,42
	2,18	0,0033	3	0,045	JUL	93,56	0,204	0,39
	2,18	0,0033	3	0,045	AGO	69,57	0,152	0,35
	2,18	0,0033	3	0,045	SEP	66,48	0,145	0,34
	2,18	0,0033	3	0,045	OCT	73,46	0,160	0,36
	2,18	0,0033	3	0,045	NOV	64,42	0,140	0,34
	2,18	0,0033	3	0,045	DIC	34,74	0,076	0,27

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Moriches	2,28	0,0033	5	0,045	ENE	14,76	0,034	0,16
	2,28	0,0033	5	0,045	FEB	20,74	0,047	0,18
	2,28	0,0033	5	0,045	MAR	24,07	0,055	0,19
	2,28	0,0033	5	0,045	ABR	61,94	0,141	0,28
	2,28	0,0033	5	0,045	MAY	105,18	0,240	0,34
	2,28	0,0033	5	0,045	JUN	109,38	0,249	0,35
	2,28	0,0033	5	0,045	JUL	93,56	0,213	0,33
	2,28	0,0033	5	0,045	AGO	69,57	0,159	0,29
	2,28	0,0033	5	0,045	SEP	66,48	0,152	0,29
	2,28	0,0033	5	0,045	OCT	73,46	0,167	0,30
	2,28	0,0033	5	0,045	NOV	64,42	0,147	0,28
	2,28	0,0033	5	0,045	DIC	34,74	0,079	0,22

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenanito	10,45	0,0029	12	0,045	ENE	14,76	0,154	0,20
	10,45	0,0029	12	0,045	FEB	20,74	0,217	0,22
	10,45	0,0029	12	0,045	MAR	24,07	0,252	0,24
	10,45	0,0029	12	0,045	ABR	61,94	0,647	0,35
	10,45	0,0029	12	0,045	MAY	105,18	1,099	0,43
	10,45	0,0029	12	0,045	JUN	109,38	1,143	0,43
	10,45	0,0029	12	0,045	JUL	93,56	0,978	0,41
	10,45	0,0029	12	0,045	AGO	69,57	0,727	0,36
	10,45	0,0029	12	0,045	SEP	66,48	0,695	0,36
	10,45	0,0029	12	0,045	OCT	73,46	0,768	0,37
	10,45	0,0029	12	0,045	NOV	64,42	0,673	0,35
	10,45	0,0029	12	0,045	DIC	34,74	0,363	0,27

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Quenanito	10,6	0,0029	5	0,045	ENE	14,76	0,156	0,28
	10,6	0,0029	5	0,045	FEB	20,74	0,220	0,32
	10,6	0,0029	5	0,045	MAR	24,07	0,255	0,34
	10,6	0,0029	5	0,045	ABR	61,94	0,657	0,49
	10,6	0,0029	5	0,045	MAY	105,18	1,115	0,61
	10,6	0,0029	5	0,045	JUN	109,38	1,159	0,62
	10,6	0,0029	5	0,045	JUL	93,56	0,992	0,58
	10,6	0,0029	5	0,045	AGO	69,57	0,737	0,52
	10,6	0,0029	5	0,045	SEP	66,48	0,705	0,51
	10,6	0,0029	5	0,045	OCT	73,46	0,779	0,53
	10,6	0,0029	5	0,045	NOV	64,42	0,683	0,50
	10,6	0,0029	5	0,045	DIC	34,74	0,368	0,39

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Suria	16,52	0,0054	7	0,045	ENE	14,76	0,244	0,35
	16,52	0,0054	7	0,045	FEB	20,74	0,343	0,40
	16,52	0,0054	7	0,045	MAR	24,07	0,398	0,43
	16,52	0,0054	7	0,045	ABR	61,94	1,023	0,62
	16,52	0,0054	7	0,045	MAY	105,18	1,738	0,77
	16,52	0,0054	7	0,045	JUN	109,38	1,807	0,78
	16,52	0,0054	7	0,045	JUL	93,56	1,546	0,73
	16,52	0,0054	7	0,045	AGO	69,57	1,149	0,65
	16,52	0,0054	7	0,045	SEP	66,48	1,098	0,64
	16,52	0,0054	7	0,045	OCT	73,46	1,214	0,67
	16,52	0,0054	7	0,045	NOV	64,42	1,064	0,63
	16,52	0,0054	7	0,045	DIC	34,74	0,574	0,49

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Suria	23,89	0,0054	15	0,045	ENE	14,76	0,353	0,30
	23,89	0,0054	15	0,045	FEB	20,74	0,495	0,34
	23,89	0,0054	15	0,045	MAR	24,07	0,575	0,36
	23,89	0,0054	15	0,045	ABR	61,94	1,480	0,53
	23,89	0,0054	15	0,045	MAY	105,18	2,513	0,66
	23,89	0,0054	15	0,045	JUN	109,38	2,613	0,67
	23,89	0,0054	15	0,045	JUL	93,56	2,235	0,63
	23,89	0,0054	15	0,045	AGO	69,57	1,662	0,56
	23,89	0,0054	15	0,045	SEP	66,48	1,588	0,55
	23,89	0,0054	15	0,045	OCT	73,46	1,755	0,57
	23,89	0,0054	15	0,045	NOV	64,42	1,539	0,54
	23,89	0,0054	15	0,045	DIC	34,74	0,830	0,42

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Suria	28,82	0,0054	20	0,045	ENE	14,76	0,425	0,29
	28,82	0,0054	20	0,045	FEB	20,74	0,598	0,33
	28,82	0,0054	20	0,045	MAR	24,07	0,694	0,35
	28,82	0,0054	20	0,045	ABR	61,94	1,785	0,51
	28,82	0,0054	20	0,045	MAY	105,18	3,031	0,63
	28,82	0,0054	20	0,045	JUN	109,38	3,152	0,64
	28,82	0,0054	20	0,045	JUL	93,56	2,696	0,60
	28,82	0,0054	20	0,045	AGO	69,57	2,005	0,53
	28,82	0,0054	20	0,045	SEP	66,48	1,916	0,53
	28,82	0,0054	20	0,045	OCT	73,46	2,117	0,55
	28,82	0,0054	20	0,045	NOV	64,42	1,857	0,52
	28,82	0,0054	20	0,045	DIC	34,74	1,001	0,41

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Suria	30,42	0,0054	15	0,045	ENE	14,76	0,449	0,33
	30,42	0,0054	15	0,045	FEB	20,74	0,631	0,38
	30,42	0,0054	15	0,045	MAR	24,07	0,732	0,40
	30,42	0,0054	15	0,045	ABR	61,94	1,884	0,59
	30,42	0,0054	15	0,045	MAY	105,18	3,200	0,72
	30,42	0,0054	15	0,045	JUN	109,38	3,327	0,73
	30,42	0,0054	15	0,045	JUL	93,56	2,846	0,69
	30,42	0,0054	15	0,045	AGO	69,57	2,116	0,61
	30,42	0,0054	15	0,045	SEP	66,48	2,022	0,60
	30,42	0,0054	15	0,045	OCT	73,46	2,235	0,63
	30,42	0,0054	15	0,045	NOV	64,42	1,960	0,59
	30,42	0,0054	15	0,045	DIC	34,74	1,057	0,46

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Santa Rosa	4,91	0,0039	15	0,045	ENE	14,76	0,072	0,14
	4,91	0,0039	15	0,045	FEB	20,74	0,102	0,17
	4,91	0,0039	15	0,045	MAR	24,07	0,118	0,18
	4,91	0,0039	15	0,045	ABR	61,94	0,304	0,26
	4,91	0,0039	15	0,045	MAY	105,18	0,516	0,32
	4,91	0,0039	15	0,045	JUN	109,38	0,537	0,32
	4,91	0,0039	15	0,045	JUL	93,56	0,459	0,30
	4,91	0,0039	15	0,045	AGO	69,57	0,342	0,27
	4,91	0,0039	15	0,045	SEP	66,48	0,326	0,26
	4,91	0,0039	15	0,045	OCT	73,46	0,361	0,27
	4,91	0,0039	15	0,045	NOV	64,42	0,316	0,26
	4,91	0,0039	15	0,045	DIC	34,74	0,171	0,20

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Santa Rosa	11,06	0,0039	6	0,045	ENE	14,76	0,163	0,29
	11,06	0,0039	6	0,045	FEB	20,74	0,229	0,33
	11,06	0,0039	6	0,045	MAR	24,07	0,266	0,35
	11,06	0,0039	6	0,045	ABR	61,94	0,685	0,51
	11,06	0,0039	6	0,045	MAY	105,18	1,163	0,63
	11,06	0,0039	6	0,045	JUN	109,38	1,210	0,64
	11,06	0,0039	6	0,045	JUL	93,56	1,035	0,60
	11,06	0,0039	6	0,045	AGO	69,57	0,769	0,54
	11,06	0,0039	6	0,045	SEP	66,48	0,735	0,53
	11,06	0,0039	6	0,045	OCT	73,46	0,812	0,55
	11,06	0,0039	6	0,045	NOV	64,42	0,712	0,52
	11,06	0,0039	6	0,045	DIC	34,74	0,384	0,41

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Santa Rosa	48	0,0039	18	0,045	ENE	14,76	0,708	0,33
	48	0,0039	18	0,045	FEB	20,74	0,996	0,38
	48	0,0039	18	0,045	MAR	24,07	1,155	0,41
	48	0,0039	18	0,045	ABR	61,94	2,973	0,59
	48	0,0039	18	0,045	MAY	105,18	5,049	0,73
	48	0,0039	18	0,045	JUN	109,38	5,250	0,74
	48	0,0039	18	0,045	JUL	93,56	4,491	0,70
	48	0,0039	18	0,045	AGO	69,57	3,339	0,62
	48	0,0039	18	0,045	SEP	66,48	3,191	0,61
	48	0,0039	18	0,045	OCT	73,46	3,526	0,63
	48	0,0039	18	0,045	NOV	64,42	3,092	0,60
	48	0,0039	18	0,045	DIC	34,74	1,668	0,47

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Sta Rosa	8,93	0,0041	10	0,045	ENE	14,76	0,132	0,22
	8,93	0,0041	10	0,045	FEB	20,74	0,185	0,25
	8,93	0,0041	10	0,045	MAR	24,07	0,215	0,27
	8,93	0,0041	10	0,045	ABR	61,94	0,553	0,39
	8,93	0,0041	10	0,045	MAY	105,18	0,939	0,48
	8,93	0,0041	10	0,045	JUN	109,38	0,977	0,49
	8,93	0,0041	10	0,045	JUL	93,56	0,835	0,46
	8,93	0,0041	10	0,045	AGO	69,57	0,621	0,41
	8,93	0,0041	10	0,045	SEP	66,48	0,594	0,40
	8,93	0,0041	10	0,045	OCT	73,46	0,656	0,42
	8,93	0,0041	10	0,045	NOV	64,42	0,575	0,39
	8,93	0,0041	10	0,045	DIC	34,74	0,310	0,31

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	38,25	0,003	50	0,045	ENE	14,76	0,565	0,19
	38,25	0,003	50	0,045	FEB	20,74	0,793	0,21
	38,25	0,003	50	0,045	MAR	24,07	0,921	0,23
	38,25	0,003	50	0,045	ABR	61,94	2,369	0,33
	38,25	0,003	50	0,045	MAY	105,18	4,023	0,41
	38,25	0,003	50	0,045	JUN	109,38	4,184	0,42
	38,25	0,003	50	0,045	JUL	93,56	3,579	0,39
	38,25	0,003	50	0,045	AGO	69,57	2,661	0,35
	38,25	0,003	50	0,045	SEP	66,48	2,543	0,34
	38,25	0,003	50	0,045	OCT	73,46	2,810	0,36
	38,25	0,003	50	0,045	NOV	64,42	2,464	0,34
	38,25	0,003	50	0,045	DIC	34,74	1,329	0,26

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	85,3	0,003	67	0,045	ENE	14,76	1,259	0,23
	85,3	0,003	67	0,045	FEB	20,74	1,769	0,26
	85,3	0,003	67	0,045	MAR	24,07	2,053	0,28
	85,3	0,003	67	0,045	ABR	61,94	5,283	0,41
	85,3	0,003	67	0,045	MAY	105,18	8,972	0,50
	85,3	0,003	67	0,045	JUN	109,38	9,330	0,51
	85,3	0,003	67	0,045	JUL	93,56	7,981	0,48
	85,3	0,003	67	0,045	AGO	69,57	5,934	0,43
	85,3	0,003	67	0,045	SEP	66,48	5,671	0,42
	85,3	0,003	67	0,045	OCT	73,46	6,266	0,44
	85,3	0,003	67	0,045	NOV	64,42	5,495	0,41
	85,3	0,003	67	0,045	DIC	34,74	2,963	0,32

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	93,94	0,003	30	0,045	ENE	14,76	1,387	0,33
	93,94	0,003	30	0,045	FEB	20,74	1,948	0,38
	93,94	0,003	30	0,045	MAR	24,07	2,261	0,40
	93,94	0,003	30	0,045	ABR	61,94	5,819	0,58
	93,94	0,003	30	0,045	MAY	105,18	9,881	0,72
	93,94	0,003	30	0,045	JUN	109,38	10,275	0,73
	93,94	0,003	30	0,045	JUL	93,56	8,789	0,69
	93,94	0,003	30	0,045	AGO	69,57	6,535	0,61
	93,94	0,003	30	0,045	SEP	66,48	6,245	0,60
	93,94	0,003	30	0,045	OCT	73,46	6,901	0,63
	93,94	0,003	30	0,045	NOV	64,42	6,052	0,59
	93,94	0,003	30	0,045	DIC	34,74	3,263	0,46

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	100,03	0,003	40	0,045	ENE	14,76	1,476	0,30
	100,03	0,003	40	0,045	FEB	20,74	2,075	0,34
	100,03	0,003	40	0,045	MAR	24,07	2,408	0,37
	100,03	0,003	40	0,045	ABR	61,94	6,196	0,53
	100,03	0,003	40	0,045	MAY	105,18	10,521	0,66
	100,03	0,003	40	0,045	JUN	109,38	10,941	0,67
	100,03	0,003	40	0,045	JUL	93,56	9,359	0,63
	100,03	0,003	40	0,045	AGO	69,57	6,959	0,56
	100,03	0,003	40	0,045	SEP	66,48	6,650	0,55
	100,03	0,003	40	0,045	OCT	73,46	7,348	0,57
	100,03	0,003	40	0,045	NOV	64,42	6,444	0,54
	100,03	0,003	40	0,045	DIC	34,74	3,475	0,42

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	105,83	0,003	32	0,045	ENE	14,76	1,562	0,34
	105,83	0,003	32	0,045	FEB	20,74	2,195	0,39
	105,83	0,003	32	0,045	MAR	24,07	2,547	0,41
	105,83	0,003	32	0,045	ABR	61,94	6,555	0,60
	105,83	0,003	32	0,045	MAY	105,18	11,131	0,74
	105,83	0,003	32	0,045	JUN	109,38	11,576	0,75
	105,83	0,003	32	0,045	JUL	93,56	9,901	0,70
	105,83	0,003	32	0,045	AGO	69,57	7,363	0,63
	105,83	0,003	32	0,045	SEP	66,48	7,036	0,61
	105,83	0,003	32	0,045	OCT	73,46	7,774	0,64
	105,83	0,003	32	0,045	NOV	64,42	6,818	0,61
	105,83	0,003	32	0,045	DIC	34,74	3,677	0,47

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Negro	160	0,003	50	0,045	ENE	14,76	2,362	0,33
	160	0,003	50	0,045	FEB	20,74	3,318	0,38
	160	0,003	50	0,045	MAR	24,07	3,851	0,40
	160	0,003	50	0,045	ABR	61,94	9,910	0,59
	160	0,003	50	0,045	MAY	105,18	16,829	0,73
	160	0,003	50	0,045	JUN	109,38	17,501	0,74
	160	0,003	50	0,045	JUL	93,56	14,970	0,69
	160	0,003	50	0,045	AGO	69,57	11,131	0,62
	160	0,003	50	0,045	SEP	66,48	10,637	0,61
	160	0,003	50	0,045	OCT	73,46	11,754	0,63
	160	0,003	50	0,045	NOV	64,42	10,307	0,60
	160	0,003	50	0,045	DIC	34,74	5,558	0,47

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño La Mona	1,33	0,0043	3	0,045	ENE	14,44	0,019	0,17
	1,33	0,0043	3	0,045	FEB	14,76	0,020	0,17
	1,33	0,0043	3	0,045	MAR	24,66	0,033	0,21
	1,33	0,0043	3	0,045	ABR	38,38	0,051	0,25
	1,33	0,0043	3	0,045	MAY	67,22	0,089	0,31
	1,33	0,0043	3	0,045	JUN	91,11	0,121	0,35
	1,33	0,0043	3	0,045	JUL	98,25	0,131	0,36
	1,33	0,0043	3	0,045	AGO	77,29	0,103	0,33
	1,33	0,0043	3	0,045	SEP	51,91	0,069	0,28
	1,33	0,0043	3	0,045	OCT	43,05	0,057	0,26
	1,33	0,0043	3	0,045	NOV	36,47	0,049	0,24
	1,33	0,0043	3	0,045	DIC	22,57	0,030	0,20

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño La Mona	3,79	0,0043	7	0,045	ENE	14,44	0,055	0,18
	3,79	0,0043	7	0,045	FEB	14,76	0,056	0,18
	3,79	0,0043	7	0,045	MAR	24,66	0,093	0,22
	3,79	0,0043	7	0,045	ABR	38,38	0,145	0,27
	3,79	0,0043	7	0,045	MAY	67,22	0,255	0,33
	3,79	0,0043	7	0,045	JUN	91,11	0,345	0,38
	3,79	0,0043	7	0,045	JUL	98,25	0,372	0,39
	3,79	0,0043	7	0,045	AGO	77,29	0,293	0,35
	3,79	0,0043	7	0,045	SEP	51,91	0,197	0,30
	3,79	0,0043	7	0,045	OCT	43,05	0,163	0,28
	3,79	0,0043	7	0,045	NOV	36,47	0,138	0,26
	3,79	0,0043	7	0,045	DIC	22,57	0,086	0,22

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño San Carlos	0,71	0,0042	6	0,045	ENE	14,44	0,010	0,10
	0,71	0,0042	6	0,045	FEB	14,76	0,010	0,10
	0,71	0,0042	6	0,045	MAR	24,66	0,018	0,12
	0,71	0,0042	6	0,045	ABR	38,38	0,027	0,14
	0,71	0,0042	6	0,045	MAY	67,22	0,048	0,18
	0,71	0,0042	6	0,045	JUN	91,11	0,065	0,20
	0,71	0,0042	6	0,045	JUL	98,25	0,070	0,21
	0,71	0,0042	6	0,045	AGO	77,29	0,055	0,19
	0,71	0,0042	6	0,045	SEP	51,91	0,037	0,16
	0,71	0,0042	6	0,045	OCT	43,05	0,031	0,15
	0,71	0,0042	6	0,045	NOV	36,47	0,026	0,14
	0,71	0,0042	6	0,045	DIC	22,57	0,016	0,12

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño San Carlos	2,17	0,0042	7	0,045	ENE	14,44	0,031	0,14
	2,17	0,0042	7	0,045	FEB	14,76	0,032	0,14
	2,17	0,0042	7	0,045	MAR	24,66	0,054	0,18
	2,17	0,0042	7	0,045	ABR	38,38	0,083	0,21
	2,17	0,0042	7	0,045	MAY	67,22	0,146	0,26
	2,17	0,0042	7	0,045	JUN	91,11	0,198	0,30
	2,17	0,0042	7	0,045	JUL	98,25	0,213	0,31
	2,17	0,0042	7	0,045	AGO	77,29	0,168	0,28
	2,17	0,0042	7	0,045	SEP	51,91	0,113	0,24
	2,17	0,0042	7	0,045	OCT	43,05	0,093	0,22
	2,17	0,0042	7	0,045	NOV	36,47	0,079	0,21
	2,17	0,0042	7	0,045	DIC	22,57	0,049	0,17

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Las Minas	5,59	0,004	15	0,045	ENE	14,44	0,081	0,15
	5,59	0,004	15	0,045	FEB	14,76	0,083	0,15
	5,59	0,004	15	0,045	MAR	24,66	0,138	0,19
	5,59	0,004	15	0,045	ABR	38,38	0,215	0,22
	5,59	0,004	15	0,045	MAY	67,22	0,376	0,28
	5,59	0,004	15	0,045	JUN	91,11	0,509	0,32
	5,59	0,004	15	0,045	JUL	98,25	0,549	0,33
	5,59	0,004	15	0,045	AGO	77,29	0,432	0,30
	5,59	0,004	15	0,045	SEP	51,91	0,290	0,25
	5,59	0,004	15	0,045	OCT	43,05	0,241	0,23
	5,59	0,004	15	0,045	NOV	36,47	0,204	0,22
	5,59	0,004	15	0,045	DIC	22,57	0,126	0,18

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Guayuriba	3087	0,0031	250	0,045	ENE	14,44	44,58	0,57
	3087	0,0031	250	0,045	FEB	14,76	45,56	0,58
	3087	0,0031	250	0,045	MAR	24,66	76,13	0,71
	3087	0,0031	250	0,045	ABR	38,38	118,48	0,84
	3087	0,0031	250	0,045	MAY	67,22	207,51	1,05
	3087	0,0031	250	0,045	JUN	91,11	281,26	1,19
	3087	0,0031	250	0,045	JUL	98,25	303,30	1,23
	3087	0,0031	250	0,045	AGO	77,29	238,59	1,12
	3087	0,0031	250	0,045	SEP	51,91	160,25	0,95
	3087	0,0031	250	0,045	OCT	43,05	132,90	0,88
	3087	0,0031	250	0,045	NOV	36,47	112,58	0,83
	3087	0,0031	250	0,045	DIC	22,57	69,67	0,68

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Rio Guayuriba	3216	0,00309	419	0,045	ENE	14,44	46,44	0,47
	3216	0,00309	419	0,045	FEB	14,76	47,47	0,48
	3216	0,00309	419	0,045	MAR	24,66	79,31	0,58
	3216	0,00309	419	0,045	ABR	38,38	123,43	0,70
	3216	0,00309	419	0,045	MAY	67,22	216,18	0,87
	3216	0,00309	419	0,045	JUN	91,11	293,01	0,98
	3216	0,00309	419	0,045	JUL	98,25	315,97	1,01
	3216	0,00309	419	0,045	AGO	77,29	248,56	0,92
	3216	0,00309	419	0,045	SEP	51,91	166,94	0,79
	3216	0,00309	419	0,045	OCT	43,05	138,45	0,73
	3216	0,00309	419	0,045	NOV	36,47	117,29	0,68
	3216	0,00309	419	0,045	DIC	22,57	72,59	0,56

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
RIO GUAYURIBA	3095	0,00397	250	0,045	ENE	14,44	44,69	0,61
	3095	0,00397	250	0,045	FEB	14,76	45,68	0,62
	3095	0,00397	250	0,045	MAR	24,66	76,32	0,76
	3095	0,00397	250	0,045	ABR	38,38	118,79	0,91
	3095	0,00397	250	0,045	MAY	67,22	208,05	1,14
	3095	0,00397	250	0,045	JUN	91,11	281,99	1,28
	3095	0,00397	250	0,045	JUL	98,25	304,08	1,32
	3095	0,00397	250	0,045	AGO	77,29	239,21	1,20
	3095	0,00397	250	0,045	SEP	51,91	160,66	1,03
	3095	0,00397	250	0,045	OCT	43,05	133,24	0,95
	3095	0,00397	250	0,045	NOV	36,47	112,87	0,89
	3095	0,00397	250	0,045	DIC	22,57	69,85	0,73

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Chichimene	26,92	0,0045	12	0,045	ENE	14,76	0,40	0,33
	26,92	0,0045	12	0,045	FEB	20,74	0,56	0,37
	26,92	0,0045	12	0,045	MAR	24,07	0,65	0,40
	26,92	0,0045	12	0,045	ABR	61,94	1,67	0,58
	26,92	0,0045	12	0,045	MAY	105,18	2,83	0,71
	26,92	0,0045	12	0,045	JUN	109,38	2,94	0,72
	26,92	0,0045	12	0,045	JUL	93,54	2,52	0,68
	26,92	0,0045	12	0,045	AGO	69,57	1,87	0,60
	26,92	0,0045	12	0,045	SEP	66,48	1,79	0,59
	26,92	0,0045	12	0,045	OCT	73,46	1,98	0,62
	26,92	0,0045	12	0,045	NOV	64,42	1,73	0,59
	26,92	0,0045	12	0,045	DIC	34,74	0,94	0,46

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Los Hornos	4,75	0,00397	7	0,045	ENE	14,76	0,07	0,19
	4,75	0,00397	7	0,045	FEB	20,74	0,10	0,22
	4,75	0,00397	7	0,045	MAR	24,07	0,11	0,24
	4,75	0,00397	7	0,045	ABR	61,94	0,29	0,34
	4,75	0,00397	7	0,045	MAY	105,18	0,50	0,43
	4,75	0,00397	7	0,045	JUN	109,38	0,52	0,43
	4,75	0,00397	7	0,045	JUL	93,56	0,44	0,41
	4,75	0,00397	7	0,045	AGO	69,57	0,33	0,36
	4,75	0,00397	7	0,045	SEP	66,48	0,32	0,35
	4,75	0,00397	7	0,045	OCT	73,46	0,35	0,37
	4,75	0,00397	7	0,045	NOV	64,42	0,31	0,35
	4,75	0,00397	7	0,045	DIC	34,74	0,17	0,27

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Los Hornos	9,5	0,00397	3	0,045	ENE	14,76	0,14	0,36
	9,5	0,00397	3	0,045	FEB	20,74	0,20	0,41
	9,5	0,00397	3	0,045	MAR	24,07	0,23	0,44
	9,5	0,00397	3	0,045	ABR	61,94	0,59	0,64
	9,5	0,00397	3	0,045	MAY	105,18	1,00	0,79
	9,5	0,00397	3	0,045	JUN	109,38	1,04	0,80
	9,5	0,00397	3	0,045	JUL	93,56	0,89	0,75
	9,5	0,00397	3	0,045	AGO	69,57	0,66	0,67
	9,5	0,00397	3	0,045	SEP	66,48	0,63	0,66
	9,5	0,00397	3	0,045	OCT	73,46	0,70	0,68
	9,5	0,00397	3	0,045	NOV	64,42	0,61	0,65
	9,5	0,00397	3	0,045	DIC	34,74	0,33	0,51

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño Mitu	3,69	0,00397	3	0,045	ENE	14,76	0,05	0,25
	3,69	0,003971	3	0,045	FEB	20,74	0,08	0,28
	3,69	0,003971	3	0,045	MAR	24,07	0,09	0,30
	3,69	0,003971	3	0,045	ABR	61,94	0,23	0,44
	3,69	0,003971	3	0,045	MAY	105,18	0,39	0,54
	3,69	0,003971	3	0,045	JUN	109,38	0,40	0,55
	3,69	0,003971	3	0,045	JUL	93,56	0,35	0,52
	3,69	0,003971	3	0,045	AGO	69,57	0,26	0,46
	3,69	0,003971	3	0,045	SEP	66,48	0,25	0,45
	3,69	0,003971	3	0,045	OCT	73,46	0,27	0,47
	3,69	0,003971	3	0,045	NOV	64,42	0,24	0,44
	3,69	0,003971	3	0,045	DIC	34,74	0,13	0,35

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño LOS HORNOS	18,68	0,00397	10	0,045	ENE	14,76	0,28	0,29
	18,68	0,00397	10	0,045	FEB	20,74	0,39	0,33
	18,68	0,00397	10	0,045	MAR	24,07	0,45	0,35
	18,68	0,00397	10	0,045	ABR	61,94	1,16	0,52
	18,68	0,00397	10	0,045	MAY	105,18	1,96	0,64
	18,68	0,00397	10	0,045	JUN	109,38	2,04	0,65
	18,68	0,00397	10	0,045	JUL	93,56	1,75	0,61
	18,68	0,00397	10	0,045	AGO	69,57	1,30	0,54
	18,68	0,00397	10	0,045	SEP	66,48	1,24	0,53
	18,68	0,00397	10	0,045	OCT	73,46	1,37	0,55
	18,68	0,00397	10	0,045	NOV	64,42	1,20	0,52
	18,68	0,00397	10	0,045	DIC	34,74	0,65	0,41

CORRIENTE	AREA	PEND.	W	n	MES	RENDIMIENTO	CAUDAL	VELOCIDAD
PC #/Nombre	Km2	Dh/L	m			lps/Km2	m3/s	m/s
Caño GRANDE	9,5	0,00397	4	0,045	ENE	14,76	0,14	0,32
	9,5	0,00397	4	0,045	FEB	20,74	0,20	0,37
	9,5	0,00397	4	0,045	MAR	24,07	0,23	0,39
	9,5	0,00397	4	0,045	ABR	61,94	0,59	0,57
	9,5	0,00397	4	0,045	MAY	105,18	1,00	0,70
	9,5	0,00397	4	0,045	JUN	109,38	1,04	0,71
	9,5	0,00397	4	0,045	JUL	93,54	0,89	0,67
	9,5	0,00397	4	0,045	AGO	69,57	0,66	0,60
	9,5	0,00397	4	0,045	SEP	66,48	0,63	0,58
	9,5	0,00397	4	0,045	OCT	73,46	0,70	0,61
	9,5	0,00397	4	0,045	NOV	64,42	0,61	0,58
	9,5	0,00397	4	0,045	DIC	34,74	0,33	0,45

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

ASPECTOS BIOTICOS

La zona de Apiay se encuentra clasificada como Bosque Húmedo Tropical (bh-T), de acuerdo al sistema Holdridge de zonas de vida, con una temperatura media de 25,75 ºC, una precipitación media anual de 3.678 mm y una altura promedio de 399 msnm.

Con base en estos parámetros y en la interpretación realizada de la cobertura vegetal sobre una imagen Landsat del año 2007; se pudo establecer la presencia de ecosistemas de pastizales, de rastrojos en diferentes estadios de sucesión vegetal, de bosques de galería y de morichales, y de cultivos tanto transitorios como permanentes, cada uno de estos con su fauna característica.

Los ecosistemas de pastizales son dominantes en la región, y se caracterizan por el predominio de especies no arbóreas, resistentes a las perturbaciones de corto plazo, conformados por una matriz herbácea, en especial de gramíneas cultivadas como Braquiaria. Los bosques de galería se han conservado especialmente a orillas de los caños y quebradas, y en tramos de los principales ríos del área; de acuerdo con la función que cumplen, pueden ser clasificados como ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y de la biodiversidad ya que participan en los procesos de regulación climática e hídrica, conservación de suelos y depuración de la atmósfera y son el refugio de la fauna durante los períodos de estiaje, muy largos y rigurosos en la región.

- **Cobertura vegetal**

Se realizó el análisis de la cobertura vegetal del bloque Apiay, con base en la interpretación de imágenes de sensores remotos y la verificación de campo. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 4-18. Tipos de cobertura del bloque Apiay, que incluye tanto cobertura vegetal, como otros tipos de cobertura natural (cuerpos de agua, arenales) y antrópica (poblaciones, industria petrolera), cuyas características se describen a continuación.

Tabla 4-18. Tipos de cobertura, bloque Apiay

Cobertura		Área (ha)	Porcentaje (%)
Pastos	Pastos enmalezados	5738,85	19,26
	Pastos limpios	5704,03	19,15
	Mosaico de pastos	5358,08	17,99
	Mosaico de pastos y cultivos	2646,69	8,88
Cultivos	Cultivos transitorios	2479,55	8,32
	Mosaico de cultivos	1130,18	3,79
	Palma de aceite	898,55	3,02
Rastrojos	Rastrojos altos	530,09	1,78
	Rastrojos bajos	433,18	1,45
Bosques	Bosque de galería	3230,48	10,84
	Morichal	173,11	0,58
Otras coberturas	Infraestructura petrolera	110,69	0,37
	Bancos de arena	521,33	1,75
	Cuerpos de agua	631,85	2,12
	Centro poblado	203,57	0,68
Área total		**29.790,23**	**100,00**

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010.

a. Pastos

En la zona de estudio los pastos se presentan en grandes extensiones; la superficie de los diferentes tipos de pasto, incluyendo los mosaicos de pastos y cultivos, alcanza el 65% de la cobertura total del bloque Apiay.

Los pastos son utilizados básicamente para ganadería extensiva, poniendo en claro la importancia de esta actividad en la economía de la zona. Las áreas de pasto generalmente no se encuentran acompañadas por vegetación arbórea y están conformadas principalmente por gramíneas de

Brachiaria con las variedades conocidas como dulce (*Brachiaria humidicola)* y amargo (*Brachiaria decumbens),* muy resistente a la sequía.

La dinámica económica del área ha propiciado la expansión de áreas de pastos a expensas de la pérdida de cobertura boscosa.

b. Rastrojos

Las áreas de rastrojo bajo y alto, ocupan una pequeña superficie del bloque Apiay: el 3,23% del bloque, lo que equivale a el 963,27 ha del área total.

Las zonas con rastrojo bajo son áreas recientemente abandonadas o zonas inundables de difícil acceso para el ganado (denominados Surales en la zona) que presentan estadios tempranos de sucesión vegetal con ejemplares de especies de bajo porte o juveniles de especies pioneras arbustivas y arbóreas y dosel continuo o discontinuo. El rastrojo alto es constituido por bosques fragmentados muy intervenidos, que favorecen el establecimiento de especies de segundo crecimiento. La escasa presencia de este tipo de cobertura se debe a la dinámica económica de la región, basada en pastoreo extensivo de ganado, que no favorece el establecimiento de vegetación arbórea.

Dentro de los componentes del rastrojo alto se encuentran especies pioneras como Yarumo (*Cecropia peltata)*, Uvo de monte (*Pourouma bicolor),* mezcladas con especies de sucesión tardía como *Dacryodes sp.* y algunos caimitos (*Pouteria sp.).*

c. Bosque de galería

Esta cobertura vegetal ocupa un 10,84% del bloque Apiay, con un total de 3.230,48 ha. Se encuentra a lo largo de la mayor parte de los caños de la región, aunque en los ríos trenzados de mayor tamaño están parcial o totalmente ausentes.

La composición florística de este tipo de cobertura es típica del bosque húmedo, con especies arbustivas y arbóreas de alto porte, capaces de soportar períodos prolongados de inundación. Su función ecológica es de protección de orillas, de disminución de la evaporación por protección del espejo de agua de los rayos solares directos, regulación del ciclo hidrológico, refugio de fauna terrestre y acuática (oferta hídrica y de alimento) durante todo el año. En la zona de estudio esta es una cobertura muy intervenida y se observa una permanente disminución de su superficie debido a la expansión de las zonas de pastos y cultivos de pancoger.

Las especies dominantes son: *Tapirira guianensis, Inga sp., Lecythis sp. y Miconia sp.* También es muy frecuente encontrar el Guayabo de pava *(Bellucia grossularioides),* asociado a algunas comunidades de mico titi, otras especies como Uvo de monte *(Pourouma bicolor Mart)* y el mancha mancha o lacre *(Vismia sp.),* son comunes dada la intervención de este tipo de coberturas.

d. Cultivos transitorios

Esta cobertura ocupa 2479,55 ha del total del bloque Apiay, lo que representa el 8,32% del total de coberturas. Son tierras ocupadas principalmente por cultivos con ciclo vital de un año o menos, utilizados para la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, asociados o no con otros cultivos, pastos o tierras en descanso o barbecho.

En época de sequía, la mayor parte de las áreas destinadas a cultivos se encuentran en descanso, y al final de dicho período se realizan los trabajos de adecuación de las tierras para iniciar la siembra con las primeras lluvias.

Los principales cultivos transitorios en extensión en el área de Apiay son arroz y sorgo; además de estos hay otros cultivos que ocupan una menor superficie como maíz y cultivos de pancojer, con parcelas inferiores a 25 ha.

e. Cultivos permanentes

Esta cobertura está representada por 898,6 ha (3,02%), pero presenta gran dinámica y extensión en el área de estudio. El más importante de estos cultivos en extensión y producción es el de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), el cual se ha extendido ampliamente en la zona de estudio y se consolida como una de las principales actividades económicas de la región. Además de este hay otros cultivos que ocupan una extensión mucho menor, como cítricos, guayaba, maracuyá, cacao, yuca, entre otros.

f. Morichales

Los morichales cubren el 0,58% del área de estudio, es decir un total de 173,11 ha. Esta cobertura tiene una dominancia de la palma Moriche (*Mauritia flexuosa)* en el estrato superior, cuyos individuos pueden alcanzar de 18 a 20 m de altura y conformar un dosel casi homogéneo. En la zona, los habitantes indican que hay una gran presión sobre esta especie, usada principalmente para el techo de casas, lo que ha ocasionado la disminución de la palma Moriche en dichas asociaciones.

Además de la palma moriche, en este tipo de cobertura abunda la Palma unama *(Oenocarpus bataua Mart*), que en todos los casos se encontró asociada al Moriche; esta especie domina ampliamente el estrato medio y algunos de sus individuos alcanzan alturas de 18 a 20 m. Otras especies encontradas fueron *Hyeronima sp. y* ejemplares de la familia *Myristicaceae*.

La regeneración natural de latizales en esta cobertura, muestra especímenes de Guaimaro (*Brosimun sp*.) y para los brinzales es abundante el Guamo (*Inga sp.*) y algunas palmas.

Foto 4-25. Cobertura vegetal del bloque Apiay

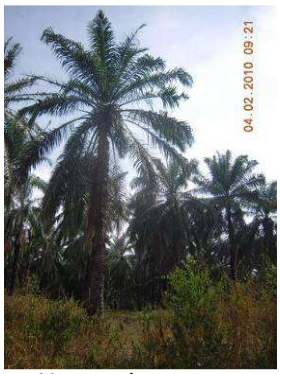
Pastos y bosque de galería del caño Quenane. Hacienda Potreritos. PC # 66.

Bosque de galería, zona de inundación y rastrojo bajo en el caño Cajui, PC # 44

Ausencia de bosque de galería en margen derecha del río Negro en vía a El Zafiro, PC # 43.

Morichal, caño Quenane en vía CORPOICA, PC # 68.

Cultivo de maíz ya seco (a la derecha) en hacienda El Porvenir, en vía a El Zafiro, cerca de PC # 42.



Palma africana. Vía CORPOICA cerca de PC # 71.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010.

g. Otro tipo de cobertura

Dentro de esta denominación se incluye la cobertura de cuerpos de agua, bancos de arena, centros poblados y la superficie dedicada a la industria petrolera. El total de estas coberturas solo ocupa el 4,93% del total del bloque Apiay, equivalente a 1467,44 ha. La industria petrolera ocupa tan solo el 0,37% es decir 110,7 ha, aunque es una de las actividades económicas más importantes de la región.

Análisis estructural

Para la caracterización de la estructura fisionómica de la vegetación de los bosques existentes en el área del bloque Apiay, se analizó un total de nueve (9) parcelas de vegetación distribuidas así: tres (3) en cobertura de rastrojo, dos (2) en morichales y cuatro (4) parcelas en Bosque de galería, por ser la cobertura más abundante. Las especies encontradas se relacionan en la Tabla 4-19.

Tabla 4-19. Listado de especies vegetales presentes en las parcelas, bloque Apiay

Nombre común	Nombre científico	Familia
Palma unama	*Oenocarpus bataua Mart*	Arecaceae
Guásimo	*Tapirira guianensis Aubl*	Anacardiaceae
Sangretoro	*Virola sp.*	Myristicaceae
Guamo fino	*Inga sp.*	Mimosaceae
Palma moriche	*Maurita flexuosa*	Arecaceae
Uvo de monte	*Pourouma bicolor Mart*	Cecropiaceae
Palma choapo	*Socratea exorrhiza*	Arecaceae
Guayabo de pava	*Bellucia grossularioides*	Melastomataceae
Tuno rojo	*Miconia sp.*	Melastomataceae
Lacre	*Vismia sp.*	Clusiaceae
Macano	*Myristicaceae*	Myristicaceae
Trompillo sabanero	*Tapirira guianensis Aubl*	Anacardiaceae
Arrayán	*Myrcia sp.*	Myrtaceae
Guacamayo	*Hyeronima sp.*	Euphorbiaceae
Guamo	*Inga sp.*	Mimosaceae
Laurel	*Nectandra sp.*	Lauraceae

Nombre común	Nombre científico	Familia
n.n.	*Hyeronima sp.*	Euphorbiaceae
Asota caballo	*Xylopia aromatica*	Annonaceae
Caimito	*Pouteria sp.*	Sapotaceae
Cañafístulo	*Cassia grandis*	Caesalpiniaceae
Caucho	*Ficus sp.*	Moraceae
Guásimo rojo	*Protium altsonii*	Burseraceae
n.n.	*Guarea sp.*	Meliaceae
n.n.	*n.n. 1*	n.n.
n.n.	*Otoba sp.*	Myristicaceae
n.n.	*Tapirira sp.*	Anacardiaceae
Nocuito	*Vitex sp.*	Verbenaceae
Tuno	*Miconia sp.*	Melastomataceae
Balso	*Ochroma pyramidale*	Bombacaceae
Cacao de monte	*Theobroma sp.*	Sterculiaceae
Caimo	*Pouteria sp.*	Sapotaceae
Canalete	*Jacaranda copaia*	Bignoniaceae
Caraño	*Dacryodes sp.*	Burseraceae
Cedro	*Cedrela odorata*	Meliaceae
Costillo	*Aspidosperma sp.*	Apocynaceae
Cuyubi de montaña (granadillo)	*Buchenavia sp.*	Combretaceae
Guamo rojo	*Inga sp.*	Mimosaceae
Guásimo blanco	*Tapirira guianensis Aubl*	Anacardiaceae
Hobo montañero	*Trichilia sp.*	Meliaceae
n.n.	*Andira sp.*	Fabaceae
n.n.	*Crepidospermun sp.*	Burseraceae
n.n.	*Hieronyma sp.*	Euphorbiaceae
n.n.	*Lecythidaceae*	Lecythidaceae
n.n.	*Lecythis sp.*	Lecythidaceae
n.n.	*Luhegea sp.*	Tiliaceae
n.n.	*Mayna sp.*	Flacourtiaceae
n.n.	*Pterocarpus sp.*	Fabaceae
n.n.	*Schefflera sp.*	Araliaceae
n.n.	*Siparuna sp.*	Monimiaceae
n.n.	*Trichilia sp.*	Meliaceae
TOTAL		

Fuente: ECOFOREST, 2010.

Se analizó la estructura horizontal total y por tipo de cobertura, con el cálculo de abundancia, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia e índices de diversidad. También se analizó la estructura vertical total y por tipo de cobertura, mediante la comparación de cantidad de individuos versus altura; regeneración natural y la distribución y volumen por clases diamétricas.

A continuación se presenta un resumen de los resultados del análisis estructural. La información completa y detallada de los resultados se encuentra en el PMA de este estudio.

Estructura horizontal

a. Abundancia absoluta y relativa

El análisis de abundancia realizado para la cobertura boscosa del área de Apiay, muestra como las cinco especies más abundantes a Palma unama (Oenocarpus bataua Mart), Guásimo (Tapirira guianensis Aubl), Sangretoro (Virola sp.), Guamo fino (Inga sp.) y Palma moriche (Maurita flexuosa); estas cinco especies están representadas por 118 individuos que suman el 53,4% de la abundancia total.

Este análisis también indica la importancia de las palmas en el área de Apiay; dado que participan con 83 individuos que corresponden al 37,56% de la abundancia total, representados por las especies Palma unama (Oenocarpus bataua Mart), Palma moriche (Maurita flexuosa) y Palma choapo (Socratea exorrhiza).

Otra información importante es la escasa presencia de especies maderables y la alta intervención de las áreas boscosas reflejada en la presencia de especies de rápido crecimiento como el Uvo de monte (Pourouma bicolor Mart) y el Lacre (Vismia sp).

b. Frecuencia absoluta y relativa

El análisis de frecuencia nos indica la cantidad de veces que se repite la especie en las unidades de muestreo, por lo tanto es un parámetro importante para analizar la distribución de las especies en el área de estudio.

Este parámetro muestra una tendencia similar a la abundancia, las cinco especies con mayor frecuencia son Palma unama (*Oenocarpus bataua Mart)* 16,3%, Guamo fino (*Inga sp.)* 4,35, Guásimo (*Tapirira guianensis Aubl)* 4,35%, Palma moriche (*Maurita flexuosa)* 4,35%, Uvo de monte (*Pourouma bicolor Mart)* 4,35%; que en suma representan una frecuencia relativa del 33,7% del total.

c. Dominancia absoluta y relativa

El análisis de dominancia nos muestra la importancia de las especies en la cobertura forestal, ya que su cálculo se realizó con base en la suma del área basal de cada una en las unidades de muestreo. En este cálculo no se incluyen las palmas, puesto que no son especies maderables, por tanto no se calculó su área basal ni volumen de madera comercial o total.

Las cinco especies más dominantes en el estudio son en su orden Sangretoro (*Virola sp.)* 12,85 %, *Andira sp.* 12,72%, Guásimo (*Tapirira guianensis Aubl)* 11,19%, Uvo de monte (*Pourouma bicolor Mart)* 9,06% y *Lecythis sp.* 4,88%.

d. Índice de Valor de Importancia – IVI

El índice de valor de importancia es un parámetro que suma la abundancia, frecuencia y dominancia de una especie; por lo tanto, es una medida que nos muestra el éxito ecológico de una especie dentro del ecosistema.

Los resultados de éste índice indican que las cinco especies más importantes dentro del ecosistema son Guásimo o Guarupayo, Sangretoro, Uvo de monte, Guamo fino y *Andira sp.*, que en suma ocupan el 36,43% del IVI total. La dominancia de estas especies sugiere que el principal

valor del ecosistema es ecológico, dado que no son especies relevantes desde el punto de vista comercial ni maderable sino desde el punto de vista de protección de suelos, alimento de avifauna y regulación del ciclo hidrológico.

e. Diversidad

Para el análisis de la diversidad encontrada en la cobertura forestal del bloque Apiay, se utilizaron diferentes índices: El coeficiente de Mezcla (CM), Índice de Margalef (Dmg) y el índice de Shanoon.

- **Coeficiente de mezcla (C.M.)**,

El resultado del grado de heterogeneidad de la muestra, fue de 0,23, lo que indica que el bosque estudiado puede considerarse relativamente homogéneo en cuanto a su composición florística se refiere, ya que el número de individuos está distribuido en un moderado número de especies.

- **Índice de Margalef (Dmg)**

El resultado de este índice arrojó un valor de 9,07, mostrando un moderado número de especies representadas por muchos individuos.

- **Índice de Shannon**

También llamado de **Shannon-Weaver**; es usado para medir la biodiversidad del ecosistema estudiado. En este caso para el bloque Apiay este análisis arroja un valor de 3,02; indicando una moderada diversidad de especies.

En suma el análisis de diversidad arroja un valor medio con respecto a este parámetro; comparando estos datos con la literatura, donde se sugiere una alta diversidad de especies en este tipo de paisaje, por encontrarse en la transición de la zona de Amazonía y Orinoquía (PBOT Acacías 2007); podemos concluir que la alta intervención antrópica y el proceso de fraccionamiento de los ecosistemas para establecimiento de cultivos y pastos ha disminuido notablemente el número de especies y en consecuencia la diversidad de estos ecosistemas.

Estructura vertical

La cobertura boscosa de la zona presenta tres estratos arbóreos definidos; en el estrato superior los elementos dominantes pertenecen a *Virola sp., Tapirira guianensis, Pourouma bicolor Mart.,* también las palmas como *Oenocarpus bataua Mart, Socratea exorrhiza y Mauritia flexuosa.*

El estrato medio está dominado principalmente por la palma *Oenocarpus bataua Mart,* que aparece en todos los tipos de cobertura boscosa como son Morichales, bosques de galería y rastrojos altos. Además, son frecuentes especies de Arrayán (*Myrcia sp*.), Tuno (*Miconia sp*.) y Caimito (*Pouteria sp*.)

En el estrato bajo es frecuente la abundancia de palma Tarriago (*Phenakospermum sp.)*, arrayán (*Myrcia sp.*) y otras especies de tunos de la familia Melastomataceae. Es abundante la regeneración de guamo (Inga sp.) y algunas especies de Melastomataceae.

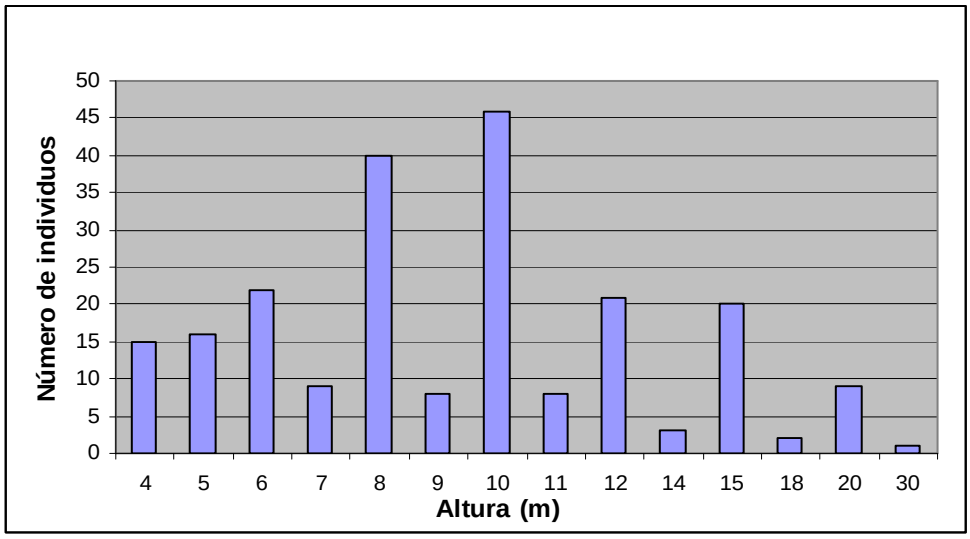
Por otra parte, la intervención antrópica y características intrínsecas de este tipo de ecosistema, hacen que el estrato superior no sea de grandes alturas; sobresalen pocas especies dentro de la

cobertura y las alturas máximas están entre 18 y 25 metros, algunos árboles aislados o palmas alcanzan los 30 metros de altura total. Comercialmente la altura es baja o nula, principalmente por la intervención del ecosistema y su función netamente protectora, los fustes son tortuosos, deformes, inclinados y el estado de sanidad es regular, es frecuente encontrar ataque de insectos, pudrición o troncos huecos.

a. Distribución de individuos por altura

La Figura 4-26 muestra una comparación del número de individuos frente a la altura total de los árboles.

Figura 4-26. Número de árboles versus altura total (m)

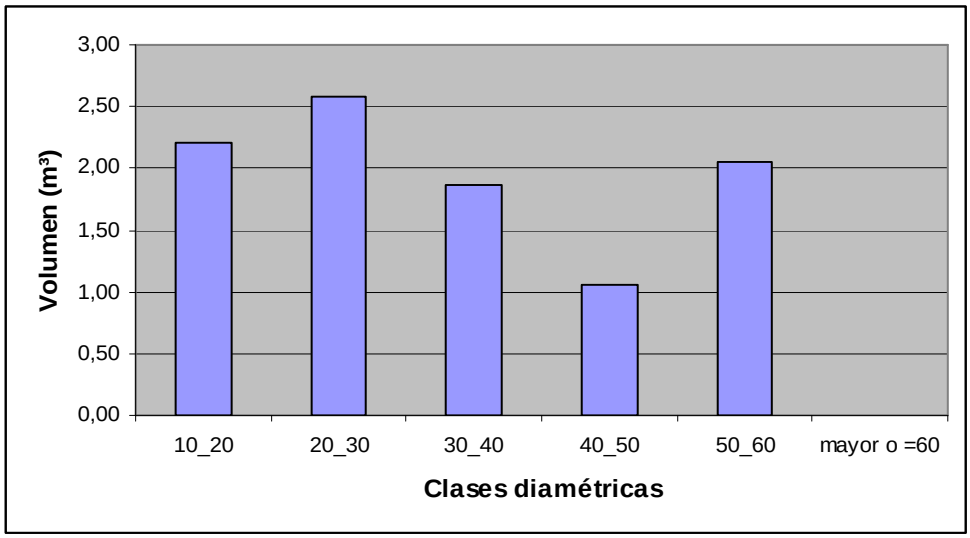


Como se observa en la Figura, el mayor número de individuos se encuentra entre 8 y 10 metros de altura, que hacen parte del estrato medio; el estrato alto como indican las barras son individuos entre 15 y 30 metros, con abundancia de árboles de 15 metros y escasa presencia de 30 metros.

b. Distribución de especies por clase diamétrica

La Figura de distribución de especies por clase diamétrica (Figura 4-27) indica que la mayoría de individuos equivalente al 67% se encuentran en la clase de 10 a 20 cm de diámetro y en suma las clases de 10 a 20 y 21 a 30 cm ocupan el 89% del total de árboles; sugiriendo una abundancia de individuos de pequeños diámetros y escasez de árboles en las clases superiores, esta distribución se puede atribuir a la alta intervención observada en los diferentes tipos de cobertura.

Figura 4-27. Distribución de volumen comercial por clase diamétrica



Para el análisis de volumen no se incluyen las palmas, dado que no son maderables; este análisis muestra una gráfica irregular sin una tendencia definida, lo anterior como consecuencia de la intervención y fragmentación de la cobertura. En las clases inferiores donde el volumen debería ser más bajo, en una distribución normal, se observa un volumen equivalente al arrojado por las clases mayores, esto debido al alto número de individuos existentes en las primeras, en comparación con los pocos individuos de las clases mayores.

Análisis de la regeneración natural

Para realizar la caracterización y análisis de la regeneración natural se hicieron muestreos de campo, mediante subparcelas para el análisis de latizales y brizales, realizadas en las parcelas para muestreo de vegetación arbórea. La metodología se encuentra en el PMA de este estudio.

a. Abundancia y frecuencia absolutas

Se analizó la abundancia y frecuencia absolutas para las especies inventariadas en regeneración natural; con base en esta información la especie mejor representada en brinzales y latizales es el Guamo (*Inga sp.)* indicando su amplia capacidad de persistencia en el ecosistema al garantizar su regeneración. Otras especies abundantes en la regeneración natural son, Tuno y Guásimo o Guarupayo. Estas especies son igualmente abundantes en el dosel superior, por lo tanto podemos observar su importancia en el ecosistema y su buen desarrollo y presencia en el mismo.

Ecosistemas sensibles y áreas naturales protegidas

Para el área del bloque Apiay, se identifican como ecosistemas sensibles los Morichales y los Bosques de Galería.

Como se mencionó en la descripción de cobertura, los bosques de galería son áreas naturales protegidas, importantes en los procesos de conservación de suelos y regulación del ciclo hidrológico; se cuentan los bosques de galería presentes a lo largo de los cursos de agua de los caños Piñalito, Pachaquiaro, Peralonso, Blanco, Quenane, Quenanito, La Libertad, Seco, Morroco, Cajui, Suria y Santa Rosa, y se resalta la falta parcial o total de cobertura en la margen de los ríos Negro, Guatiquía y Guayuriba; la protección e importancia de estos ecosistemas se respalda con la Ley 9 de 1989 y el Código de recursos naturales, Decreto 2811 de 1974; en su artículo 83, que obliga a mantener una faja paralela a la línea del cauce de mínimo 30 m de ancho.

Los Morichales son coberturas de gran importancia ecológica por su composición florística y la capacidad del sistema radicular de la palma, para adaptarse bien a los suelos inundados. Estas características convierten a estos ecosistemas en cuerpos de aguas permanentes, con una función primordial en el balance hídrico de los ríos; refugio de fauna, reservas de flora y elementos paisajísticos de alto valor escénico-recreacional. Por su naturaleza y funcionamiento son muy sensibles a perturbaciones antrópidas (deforestaciones, construcción de drenajes para usos agrícolas, derrames petroleros e incendios), por lo que ameritan de un tratamiento o manejo especial de uso y de las actividades que en su entorno se desarrollan o se pretendan desarrollar.

Por otra parte, gracias a su capacidad para desarrollarse bien en suelos inundados se encuentra generalmente a orilla de ríos y caños como parte del bosque protector participando directamente en la regulación del ciclo del agua, por lo que también aplica, como respaldo a su protección la Ley 9 de 1989 y el Código de recursos naturales, Decreto 2811 de 1974; en su artículo 83, que obliga a mantener una faja paralela a la línea del cauce de mínimo 30 m de ancho.

Los habitantes de la zona del bloque Apiay, de acuerdo con lo expuesto por las personas consultadas, ejercen mucha presión sobre este tipo de ecosistema para la construcción de viviendas y para cambio de uso del suelo; por tal razón es prioritario propender por su protección y conservación.

a. Especies vedadas, endémicas, amenazadas o en peligro crítico

Para el área de influencia indirecta se identificaron y/o reportaron 3 especies de flora incluidas en la clasificación de la UICN; las listas rojas producidas por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) se han utilizado durante los últimos 30 años para llamar la atención sobre las especies que se encuentran en peligro de extinción a nivel mundial. La abreviatura asignada a cada categoría (entre paréntesis) corresponde a la nomenclatura inglesa. **EX:** extinct; **EW:** extinct in the wild; **CR:** critically endangered; **EN:** endangered; **VU:** vulnerable; **NT:** near threatened; **LC:** least concern**;** **DD:** data deficient; **NE:** not evaluated. Las especies de flora catalogadas dentro de las listas rojas del la UINC para el bloque Apiay, se observan en la Tabla 4-20.

Tabla 4-20. Especies amenazadas. Bloque Apiay

Nombre científico	Nombre común	UICN
Cedrela odorata L.	Cedro	EN - En Peligro: Un taxón está *En peligro* cuando se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
Caraipa llanorun Cuatr.	Saladillo Rojo	VU - Vulnerable: Un taxón está en la categoría de *Vulnerable* cuando la mejor evidencia disponible indica que está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Mauritia flexuosa L. f.	Palma moriche	LC - Preocupación menor: Un taxón está en la categoría de *Preocupación menor* cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías *En peligro critico*, *En peligro, Vulnerable o Casi amenazado.* Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Fuente: Ecoforest Ltda., 2009

b. Principales usos dados en la zona a las especies con mayor índice de valor de importancia – IVI

Con base en el conocimiento de los habitantes y de las características de las especies observadas durante los recorridos de campo y la elaboración del inventario forestal se pudieron recoger las siguientes impresiones:

- La especie conocida como Guásimo o Guarupayo (*Tapirira guianensis Aubl),* sus frutos son consumidos por loros y por los peces cuando la especie se encuentra a orillas de los caños, en los bosques de galería y sus flores son visitadas por las abejas por la importante producción de néctar. Al contrario su madera es blanda de baja densidad y poca duración, es utilizada para producción de cajonería. Esta última condición justifica la abundancia de la especie en la cobertura, ya que no es perseguida para el aprovechamiento de su madera.
- Sangretoro (*Virola sp.),* La madera de sangretoro si es utilizada comercialmente, aunque no es de un gran valor económico por su baja duración y susceptibilidad al ataque de insectos, no es recomendada para uso en exteriores, se usa para marcos y ebanistería con tratamientos e inmunización. Su importancia ecológica radica en el consumo de sus frutos por aves de la zona. También se habla de algunos usos medicinales de su exudado rojizo.
- Uvo de monte (*Pourouma bicolor Mart),* la importancia de esta especie es principalmente ecológica para alimento de avifauna, conservación de suelos gracias a su rápido crecimiento.
- Guamo fino (*Inga sp.),* también denominada guamo negro por el color de su madera; de acuerdo a la literatura las flores y frutos de esta especie son ampliamente visitados por fauna, principalmente aves insectívoras.
- Guayabo de pava *(Bellucia grossularioides),* la importancia ecológica de este especie radica principalmente en la abundancia de frutos carnosos que son consumidos por comunidades de micos y aves en especial las pavas.

Otras especies de gran abundancia e importancia en el zona son las palmas; dentro de las cuales se destacan la Palma unama (*Oenocarpus bataua Mart),* y Moriche (*Mauritia flexuosa).*

El principal uso de estas especies es como alimento por la importancia de sus frutos que son consumidos por la fauna y por la población para la elaboración de bebidas.

Las hojas de moriche son utilizadas para la confección de sogas, cuerdas, techos y paredes, y sus pecíolos se usan en la fabricación de garrafas, botellas y recipientes diversos, juguetes y corrales para los niños. De sus tallos se extraen almidones y postes, se construyen puentes y canales para recolección y distribución de aguas. (Galeano. 1991); también representa gran importancia por su asocio con fauna silvestre y su participación en la regulación del ciclo del agua.

Fauna

A continuación se presenta el estudio de fauna silvestre para el área de influencia del bloque Apiay; la fase de campo fue realizada durante los días 25 de enero al 4 de febrero del 2010.

Este estudio incluye los cuatro (4) grupos principales de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cuya distribución dentro del área de estudio está relacionada con las diferentes coberturas vegetales y ambientes que conforman los ecosistemas de la zona.

Por esta razón, durante la fase de campo desarrollada para la actualización del plan de manejo ambiental del bloque Apiay fue necesario aplicar un conjunto de metodologías que permitieran establecer las especies animales que se asocian a las diferentes coberturas vegetales del área de influencia de este bloque, así como el establecimiento de los patrones ecológicos y poblacionales de dichas especies. Como resultado, la mayor parte de los datos registrados en la presente sección corresponde a información primaria.

Metodología

Para la elaboración de este item fauna, se analizó la información bibliográfica existente, y se procedió a recolección de información en campo en un total de 7 hábitats naturales: bosques de galería, morichales, cultivos temporales, palma de aceite (cultivo permanente), rastrojos, pastos, cuerpos de agua y esteros, para cada uno de los 4 grupos de vertebrados terrestres ya mencionados.

Se utilizaron diversas metodologías de acuerdo a cada grupo faunístico y al tipo de hábitat: Para herpetofauna se realizó búsqueda libre por inspección visual. Para aves se utilizó tres metodologías: capturas con redes de niebla, transectos de observación, y observación libre. Para mamíferos se utilizó captura mediante redes de niebla (murciélagos), trampas Shermann (pequeños mamíferos), observación directa, reconocimiento por vocalización, y observación de rastros como huellas y eses fecales. Además se utilizó el método de encuestas a los habitantes de la zona con ayuda de catálogos con fotografías de las especies de fauna con distribución en el Meta.

La información detallada sobre la metodología utilizada para la elaboración del componente Fauna, así como los sitios de muestreo y los listados completos de especies, se presentan en el PMA de este estudio.

Caracterización de la fauna en el área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta, a nivel de la fauna silvestre, se enmarca en el distrito sabanas altas, dentro de la provincia biogeográfica de la Orinoquía (Hernández-Camacho et al., 1992), caracterizado por suelos empobrecidos, antiguos y lixiviados. Aunque aparentemente esta área presenta bastante homogeneidad, no es así desde el punto de vista biogeográfico, puesto que a lo largo del río Orinoco y de los tributarios como el Vichada, el Tomo y el Tuparro, penetra un grupo

bastante significativo de flora y fauna con afinidad a la región del alto Orinoco y del Guainía. Esta situación se percibe claramente con la presencia de un alto número de especies de fauna.

En la Orinoquía colombiana, los extremos en variabilidad topográfica y abundancia de vegetación generan diversos niveles horizontales de riqueza de especies, por lo cual, la diversidad es más baja en las planicies y va aumentando hacia el suroccidente. De igual forma, la riqueza aumenta desde el nivel de las sabanas hacia el piedemonte y disminuye desde este hacia las alturas de los páramos (Defler & Rodríguez, 1998). Estos mismos autores consideran que la región orinocense, desde el punto de vista biológico, no es fácil de separar de la Amazónica, dado que la selva que circunda a los ríos Guayabero, Guaviare e Inírida es continua y cerrada, y gradualmente se conecta con la selva amazónica.

En la provincia biogeográfica de la Orinoquía esta alta diversidad se puede explicar debido a que en el piedemonte llanero se comparten especies de la zona andina y hacia el sur se encuentran las especies del as planicies de la Orinoquía la cual tiene gran afinidad con las especies amazónicas. Adicionalmente, en esta provincia ocurrieron algunos procesos de especiación (Hernández-Camacho et al., 1992).

a. Generalidades

De las 50 especies de anfibios registradas para la zona de estudio, 5 especies fueron y capturadas, mientras que 1 especie fue observada sin haber realizado su captura. Ninguna de ellas fue reconocida por los pobladores locales, debido a que no reconocen ninguna especie en particular, sino al grupo de las ranas en general.

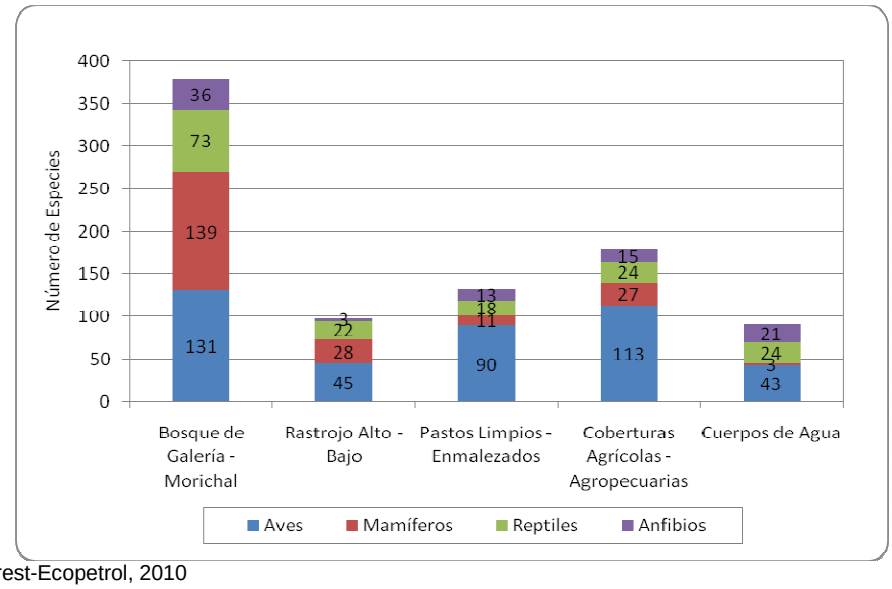
En cuanto a los reptiles, este estudio reportó 1 especie más de las 76 reportadas previamente en literatura. Los habitantes locales reportaron ocho (8) especies; se observaron seis (6) especies y se capturó una (1).

Referente a la avifauna, se ha reportado para el área de estudio un total de 210 especies de aves. En este estudio7 ambiental, y a partir de los lineamientos metodológicos empleados, se registraron 10 especies adicionales. De estas 220 especies, 91 fueron observadas en campo durante los recorridos y censos visuales, 5 fueron capturadas en redes de niebla y tan solo 23 especies fueron reconocidas por los pobladores locales.

Para los mamíferos, la totalidad de las 142 especies registradas en este estudio se encontraron reportadas en la literatura; de estas, 7 fueron detectadas en este estudio mediante registros visuales, huellas, excretas o madrigueras; 10 especies fueron capturadas con redes de niebla (murciélagos) y 12 solo especies fueron reconocidas por los habitantes locales.

Del análisis de especies vs. Hábitats, se encuentra que los bosques de galería y morichales representan las coberturas vegetales a las cuales está asociado un mayor número de especies faunísticas del área de influencia indirecta. Sin embargo, muchas de estas especies no se asocian exclusivamente al bosque de galería-morichal, sino que pueden ser ubicadas en otras coberturas vegetales. Esto es especialmente cierto para las aves (ver Figura 4-28).

Figura 4-28. Abundancia de especies por tipo de cobertura



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Las especies de anfibios muestran patrones de preferencia de hábitat muy marcados, por lo que, de las 36 especies que están asociadas con el bosque de galería-morichal, sólo siete (7) están asociadas a otro tipo de cobertura vegetal, siendo este hábitat el más importante para la herpetofauna de la zona. Por otro lado, las áreas agrícolas y agropecuarias (mosaicos de pastos-cultivos) y los pastos limpios-enmalezados constituyen el hábitat de hasta 15 especies de anfibios. Cabe resaltar la importancia que los cuerpos de agua superficial representan para la fauna anfibia, donde 21 especies dependen de su presencia permanente.

En cuanto a los reptiles, la mayoría de las especies que aparecen listadas en la (73 especies) se hallan asociadas con el bosque de galería-morichal, de las cuales, 22 frecuentan también los rastrojos, 24 las áreas de mosaicos de pastos-cultivos y 18 las áreas de pastos limpios y enmalezados. A su vez, un gran número de especies requiere la presencia de los cuerpos de agua superficiales para su supervivencia.

De las 220 especies de aves, 131 se hallan asociadas con bosques de galería - morichales, 113 con coberturas agrícolas – agropecuarias (principalmente a consociaciones de pastos y cultivos), 90 con áreas de pastos limpios y enmalezados, 45 con rastrojos y 43 con cuerpos de agua. Para algunos grupos de aves hay preferencia por hábitats particulares, mientras para otras hay distribución en más de un tipo de ellos. Es así como la mayoría de aves rapaces (órdenes Accipitriformes y Falconiformes), garzas (familia Ardeidae) e íbis (familia Threskornithidae) prefieren las áreas abiertas, del tipo pastizal o consociaciones de cultivos o pastos, mientras que muchas especies de hormigueros (familia Thamnophilidae), trepatroncos (familia Furnariidae), tángaras (familia Thraupidae), entre otras, se restringen únicamente a los hábitats de bosque. Por otro lado, varias especies de palomas (familia Columbidae), carpinteros (familia Picidae), tucanes (familia Ramphastidae) y atrapamoscas (familia Tyrannidae), entre otras, tienen territorios que abarcan más de un tipo de cobertura, que pueden incluir, especialmente, los bosques de galería-morichales, rastrojos y mosaicos de pastos y cultivos. Pocas aves son exclusivamente acuáticas, y la mayoría de ellas están asociadas también a los mosaicos de pastos-cultivos y a zonas de pastos limpios y enmalezados.

Para los mamíferos, las áreas de bosque de galería-morichal representan el hábitat más importante. De las 142 especies de mamíferos registradas en el área de influencia indirecta del bloque Apiay, 139 se encuentran asociadas con este tipo de cobertura vegetal, mientras que las coberturas restantes están pobremente representadas, teniendo a los rastrojos en el segundo nivel de importancia, con 28 especies. A su vez, la mayoría de mamíferos registrados en otras coberturas vegetales diferentes al bosque de galería-morichal están asociados también con ésta última. Teniendo en cuenta que el volumen que ocupa el bosque de galería-morichal en el bloque Apiay es bajo y se encuentra en un alto grado de intervención, un gran número de especies con ocurrencia en el área de influencia indirecta serán excluídas del área de influencia directa, estando restringidas a bosques menos intervenidos. Esta situación también ocurre con otros grupos animales, especialmente los anfibios y reptiles.

Teniendo en cuenta que los bosques de galería y morichales representan los hábitats más heterogéneos donde se pueden encontrar una mayor variedad de microambientes propiciados por la complejidad estructural de la vegetación con diferentes formas de crecimiento y estados fenológicos, así como la presencia de cuerpos de agua, esta cobertura vegetal, con una elevada capacidad de carga, favorece el establecimiento de una mayor riqueza y diversidad de especies animales, en comparación con otros tipos de vegetación, especies que aprovechan al máximo las fuentes alimenticias y albergues naturales que ofrece. A su vez, las especies del área de influencia indirecta se han adaptado a los hábitats abiertos e intervenidos, razón por la cual las coberturas de este tipo, que son dominantes de la zona, albergan una diversidad relativamente alta de animales silvestres, especialmente aves.

Caracterización de la fauna en el área de influencia directa

A continuación se presenta el análisis del estudio de fauna silvestre para el área de influencia directa, de acuerdo a los Términos de Referencia HI-TER-1-03 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT.

a. Composición y abundancia de los grupos de fauna reportados, observados y/o capturados en el área de influencia directa del bloque Apiay

Durante el trabajo de campo realizado en el área de influencia directa del bloque Apiay, fue posible obtener registro de un total de 137 especies. En la Figura 4-29 se muestra la distribución porcentual de los grupos de fauna encontrados en el área de influencia directa, para lo cual se han agrupado las especies en cuatro (4) categorías:

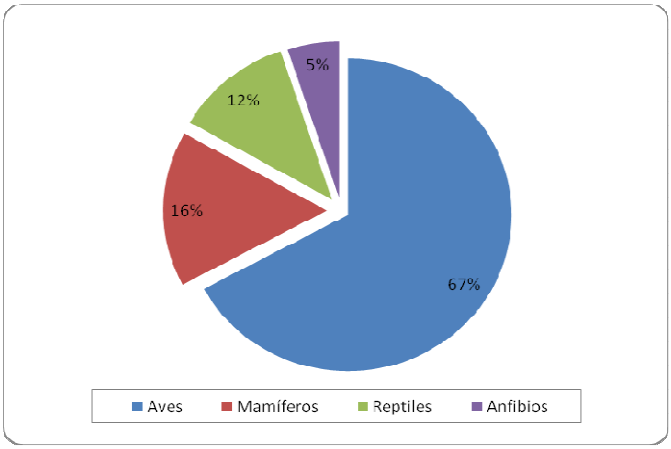
Abundante: Cuando se han observado más de 10 individuos en un transecto de 1,0 km o se capturaron más de tres (3) individuos bajo un esfuerzo de muestreo de 50 redes-hora.

Común: Cuando se han observado entre cinco (5) y 10 individuos en un transecto de 1,0 km o se capturaron entre de dos (2) y tres (3) individuos bajo un esfuerzo de muestreo de 50 redes-hora.

Poco común: Cuando se han observado menos de cinco (5) individuos en un transecto de 1,0 km o se capturó un (1) solo individuo bajo un esfuerzo de muestreo de 100 redes-hora.

Raro: Cuando se ha observado sólo un (1) individuo en un transecto de 1,0 km, sólo existe reporte por parte de los pobladores locales o no se capturó ningún individuo bajo un esfuerzo de muestreo de 50 redes-hora.

Figura 4-29. Porcentaje de especies por grupo faunístico para el área de influencia directa



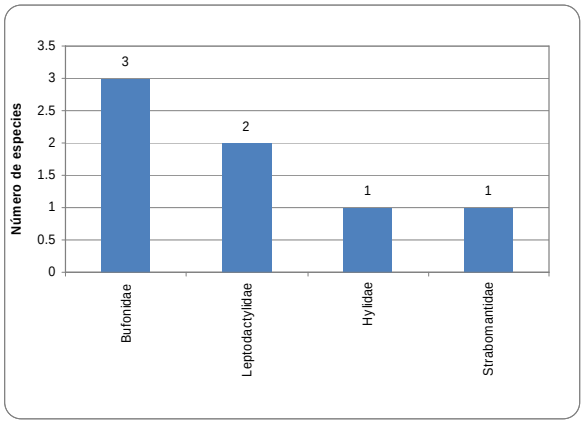
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Herpetofauna

Se registró un total de siete (7) de anfibios Y 16 especies de reptiles, que corresponden al 5% y 12% de la riqueza faunística del área, respectivamente (Figura 4-29).

Los Anfibios corresponden al grupo menos diverso en la zona de estudio, representados en su totalidad por el orden Anura (ranas y sapos). La familia más representativa fue Bufonidae, con tres (3) especies, siguiendo en orden de importancia, está la familia Leptodactylidae, con dos (2) especies, y por último las familias Hylidae y Strabomantidae con una especie (Figura 4-30).

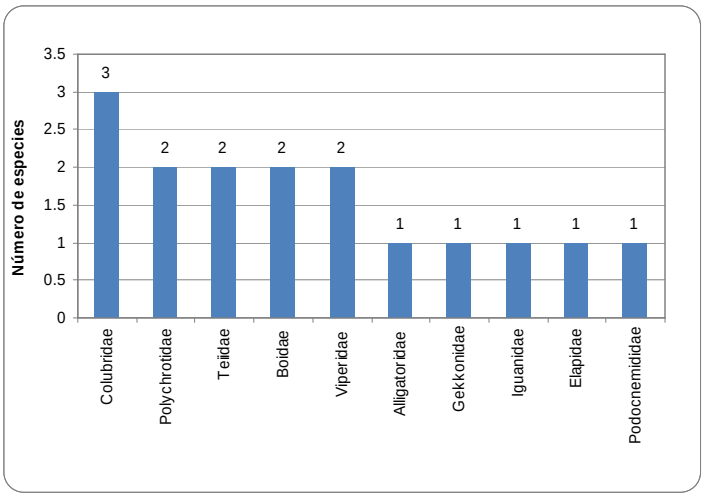
Figura 4-30. Riqueza de especies de Anfibios de acuerdo a la familia



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

La mayor parte de la riqueza de reptiles pertenece al orden Squamata, con un total de 14 especies. La familia más diversa es Colubridae, con tres (3) especies, seguida de Polychrotidae, Teiidae, Boidae, y Viperidae, con dos (2 especies), mientras que las familias Alligatoridae, Gekkonidae, Iguanidae, Elapidae y Podocnemidae se encuentran representadas por solo una (1) especie (Figura 4-31).

Figura 4-31. Riqueza de especies de reptiles de acuerdo la familia



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

En cuanto a los niveles de abundancia, dos (2) especies de reptiles y tres (3) de anfibios se hallan ubicados en la categoría de abundantes, en el caso de los reptiles las especies más abundantes fueron la lagartija ***Cnemidophorus lemniscatus***y la iguana; en el caso de los anfibios los más abundantes fueron ***Rhinella marina, Dendrophryniscus minutus,*** y ***Adenomera hylaedactyla.***

A su vez, las especies clasificadas como comunes son en su mayoría serpientes, lagartijas y ranas, las cuales forman parte importante de la herpetofauna del área de influencia directa y pueden ser encontradas con facilidad en las diferentes coberturas vegetales del área de estudio. De igual forma, varias especies de serpientes son menos comunes y son observadas con poca frecuencia, lo que obedece a que están restringidas a hábitats más favorables, con mayores contenidos de humedad permanente.

Aves

Como se observa en la Figura 4-32, el 67% (92) de las especies registradas son aves, que además de ser uno de los grupos animales más diversificados, es el grupo de vertebrados para el que se tiene mayor información tanto a nivel taxonómico como a nivel de distribución y los métodos de registro que se utilizan en su estudio suelen ser más eficientes dada su ubicuidad. Estos factores ayudan a obtener un mejor registro de la cantidad real de aves que de otros grupos de vertebrados en el área.

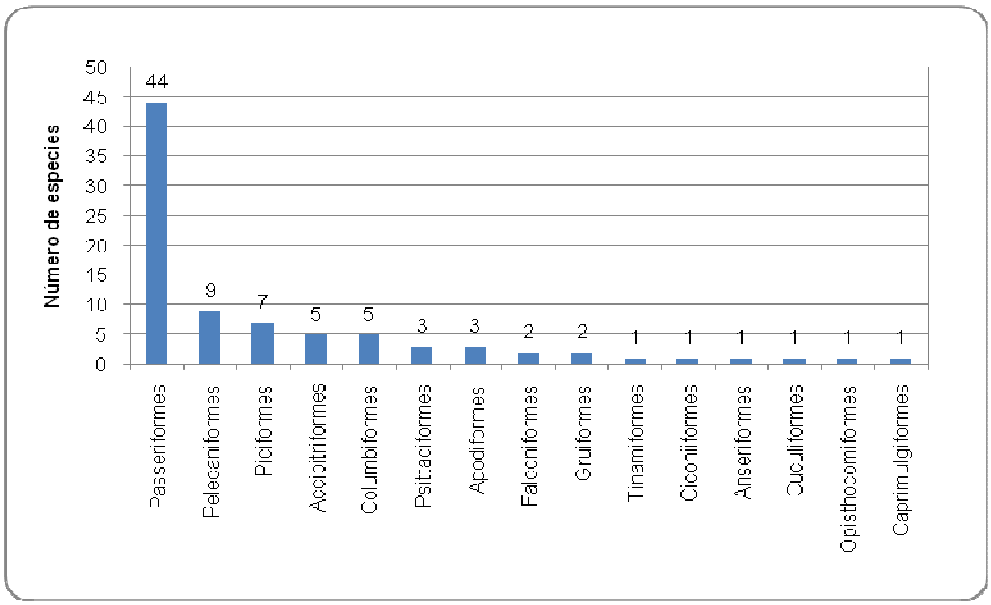
Al analizar la riqueza de aves presentes dentro del área de estudio, se observa que el orden mejor representado es el de los Passeriformes (Figura 4-32), que constituye el grupo más grande de aves en todo el planeta, el cual se encuentra conformado por aves de todos los tipos de dietas alimenticias, capaces de aprovechar mejor los recursos disponibles.

Le siguen en representatividad las aves del orden Pelecaniformes conformadas principalmente por garzas, que junto con Accipitriformes (gallinazos y ágilas) y Falconiformes (halcones), utilizan mejor los hábitats intervenidos y abiertos, dominantes del área de influencia directa.

En tercer lugar están las aves del orden Piciformes (representadas por las familias Ramphastidae y Picidae), las cuales tienen rangos de distribución amplios que abarcan la mayoría de coberturas de la zona. Las Columbiformes (palomas), con cinco (5) especies, también se destacan dentro de la fauna silvestre del bloque Apiay, pues son aves de fácil ubicuidad por su gregarismo y alta abundancia.

Los órdenes restantes fueron representados por una (1) a tres (3) especies, pero puede decirse que corresponden a grupos que en general están representados por pocas especies a nivel regional y local.

Figura 4-32. Riqueza de especies de aves de acuerdo al orden



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Dentro de los grupos con mayor riqueza, puede observarse que para las Passeriformes, la familia que tiene el mayor número de especies es Tyrannidae (atrapamoscas, con 10 especies), aves insectívoras que se distribuyen en bosques, matorrales y sectores agrícolas y agropecuarios, y que presentan hábitos insectívoros generalistas que han permitido su diversificación y el desarrollo de altos niveles poblacionales, lo que las hace el grupo más conspicuo y dominante de la mayoría de las comunidades faunísticas en diferentes zonas del país. Otras familias que pueden considerarse bien representadas son Icteridae (turpiales y arrendajos, con ocho (8) especies) y Thraupidae (azulejos y tángaras, con seis (6) especies), las cuales están asociadas a diferentes coberturas vegetales, muchos de ellos a áreas abiertas.

Con relación a la abundancia, 30 especies de aves han sido clasificadas como abundantes y 33 son comunes. Estas especies tienen una distribución amplia dentro del bloque Apiay, y en su mayoría están relacionados con áreas abiertas, bien sea de pastos limpios-enmalezados o de mosaicos de cultivos-pastos, coberturas dominantes del área de estudio, aunque varias de estas especies pueden también utilizar el bosque de galería-morichal. Por su lado, las especies clasificadas como poco comunes (24) y raras (5), están mejor relacionadas y se encuentran restringidas a los bosques de galería-morichal; durante los muestreos realizados se observó que,

en general, este hábitat estaba poco habitado, lo que puede obedecer a la escasez de alimento durante la época seca, durante la cual fue realizado el monitoreo.

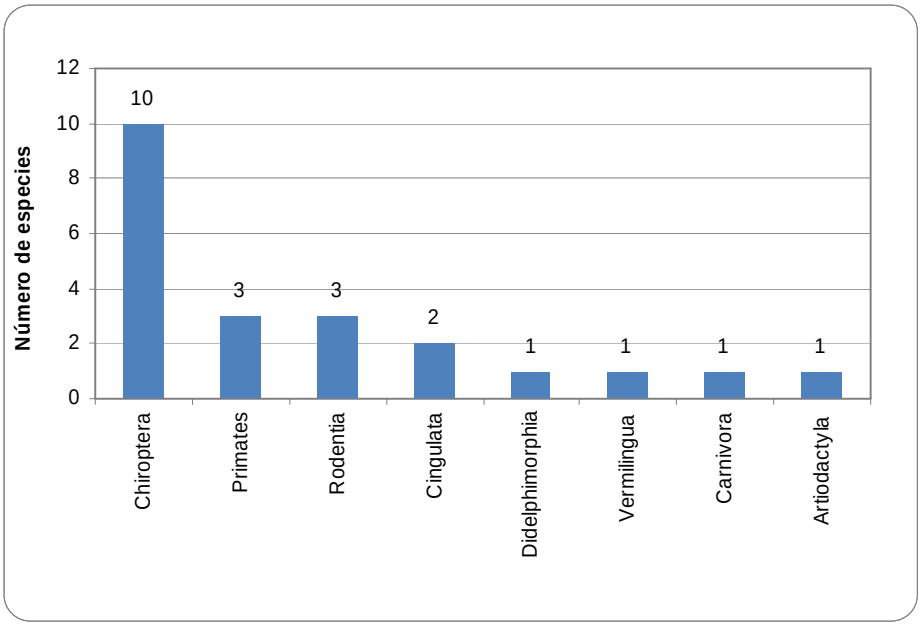
Mamíferos

Para del área de influencia directa, donde se registraron 22 especies de la mastofauna. Los mamíferos ocupan el segundo lugar en cuanto a riqueza con un 16% del total de las especies registradas. Algunos de los factores mencionados anteriormente para las aves pueden ayudar a explicar la riqueza de este grupo en la zona; sin embargo, corresponde a un grupo con poblaciones más pequeñas que se encuentran dispersas en una zona amplia, por lo cual son más difíciles de localizar y en general el éxito de captura es bajo, excepto para el orden Chiroptera, cuyas poblaciones siempre son abundantes y es uno de los grupos de los cuales se obtiene mejor información durante cualquier monitoreo de fauna.

El orden mejor representado es Chiroptera, con un total de 10 especies (Figura 4-33). Por sus hábitos preferentemente crepusculares y nocturnos, les permiten evadir en cierto grado a posibles depredadores, y su capacidad de vuelo que les confiere grandes ventajas para acceder a fuentes de alimentación variadas.

Les siguen en orden de importancia los Primates y Roedores, representados por tres (3) especies cada uno; sin embargo, se debe tener en cuenta que debido al bajo éxito de captura y a la poca información suministrada por los pobladores locales sobre los roedores, la riqueza de este grupo pudo haber sido subestimada.

Figura 4-33. Riqueza de especies de mamíferos de acuerdo al orden



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El orden Cingulata se encuentra representado por dos (2) especies, y los restantes están representados por una (1) especie. Los mamíferos de estos grupos tienen hábitos alimenticios y

asociaciones a las unidades de vegetación variados y muchas de estas especies tienen niveles de abundancia bajos dentro del área de influencia directa.

Con relación a la abundancia de los mamíferos, los Primates son un grupo abundante y común dentro del área de influencia directa, junto con las especies de Cachicamo (género *Dasypus*), el zorro común (*Cerdocyon thous*) y varias especies de murciélagos (*Mimon crenulatum, Lophostoma silvícolum, Carollia brevicauda, Carollia perspicillata* y *Rhinophylla pumilio*).

En contraste, las especies restantes de murciélagos (*Phyllostomus elongatus, Artibeus jamaicensis, Mesophylla macconnelli, Desmodus rotundus* y *Eptesicus furinalis*), el oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*), venado (*Mazama americana*) y las especies del orden rodentia en general, son poco comunes o escasas dentro del área de interés.

Relaciones funcionales de la fauna silvestre con el ambiente en el área de influencia directa del bloque Apiay

En esta sección se describen algunos aspectos ecológicos de las especies de fauna silvestre reportadas para el área de influencia directa del bloque Apiay. En primer lugar, se habla de los aspectos tróficos y alimenticios de los diferentes grupos taxonómicos y en seguida se profundiza en la distribución espacial de los diferentes grupos taxonómicos a lo largo de las diferentes coberturas vegetales y sus interacciones.

a. Hábitos alimenticios, niveles tróficos, fuentes naturales de alimentación y rol ecológico de la fauna registrada en el bloque Apiay

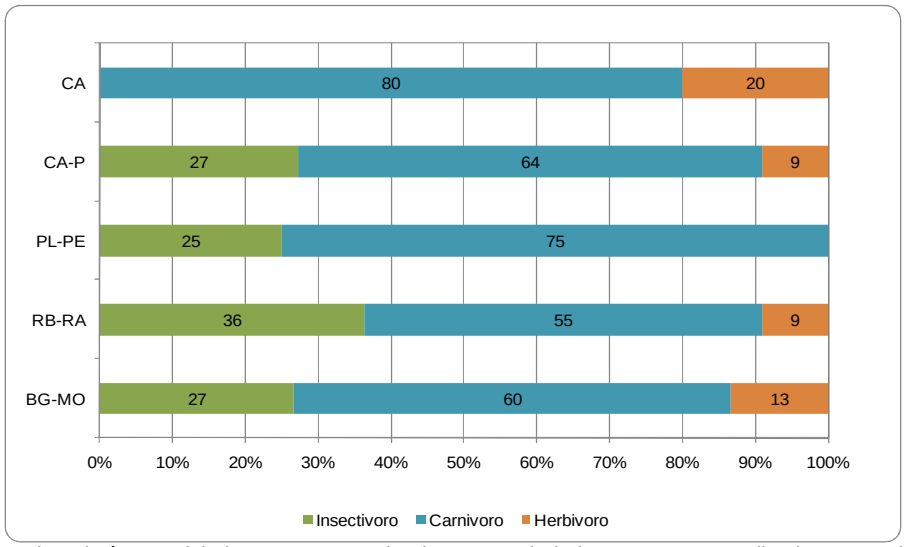
El grupo trófico con un mayor número de especies es el de los insectívoros con un total de 79 representantes, seguidos por los frugívoros con 34 especies y los carnívoros con 24 especies. Les siguen en orden de importancia las especies que aprovechan otras fuentes de alimentación de origen vegetal, es decir, las granívoras (con 18 especies), herbívoras (con 11 especies) y nectarívoras, representadas por seis (6) especies; así mismo, los omnívoros son un grupo importante, que cuenta con un total de nueve (9) especies. Los grupos con menor número de representantes son los carroñeros y hematófagos, con cuatro (4) y una (1) especie, respectivamente.

Al realizar una discriminación de acuerdo al grupo taxonómico y el tipo de cobertura vegetal del cual es obtenida la fuente de alimentación, se tienen los siguientes resultados.

Reptiles y anfibios

En el grupo de los reptiles sólo se observan las dietas Insectívora, con 29,4% de las especies, la Herbívora, con 12% y la más predominante es la Carnívora, con un 59%. (Figura 4-34). Los insectívoros se encuentran representados por varias especies de lagartijas, y gekos, mientras que los herbívoros sólo por la Iguana (*Iguana iguana*) y la tortuga galápaga (*Podocnemis vogli*). La mayor parte de los reptiles se encuentra representado por carnívoros, que incluyen principalmente serpientes de las familias Viperidae, Colubridae y Boidae; además de la Babilla (*C. crocodilus*).

Figura 4-34. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la Herpetofauna presente en el bloque Apiay



BG-MO: Bosque de galería - Morichal; RB-RA: Rastrojo alto - Rastrojo bajo; PL-PE: Pastos limpios - enmalezados; CA-P: Mosaicos de pastos – cultivos; CA: Cuerpos de agua
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

La estructura trófica de los reptiles es similar para el Mosaico de Cultivos y Pastos (CA-P), Rastrojos (RB-RA) y Pastos (PL-PE), que presentan los tres grupos tróficos; con predominancia de carnívoros (entre 55 y 64% de las especies), seguido por insectívoros (entre 27 y 36%) y por ultimo herbívoros (entre 9 y 13%). En el caso de los cuerpos de agua solo se observan carnívoros y herbívoros, mientras que para el caso de los Pastos se observan insectívoros y carnívoros. Ambos con una importancia relativa similar de carnívoros.

En consecuencia, el grupo de los reptiles en su mayoría son consumidores secundarios y terciarios, con seis (6) y 10 especies, respectivamente, mientras que sólo dos especies son consumidores primarios, como ya se había mencionado. Por lo tanto los reptiles presentan una función de control poblacional dentro del bloque Apiay.

En el caso de los anfibios, Todas las especies registradas de anfibios pertenecen al grupo trófico de los insectívoros, y son consumidores secundarios, por lo tanto ejercen en el área un rol de control poblacional sobre la entomofauna, especialmente en la cobertura de Bosques (BG-MO).

Aves

De acuerdo con la Figura 4-35 en los cuerpos de agua (CA) se presenta la menor complejidad trófica, ya que sólo se registran herbivoros, carnívoros e insectívoros, con una dominancia marcada de los últimos del 60% de las especies, lo integrantes de este grupo en su mayoría pertenecen al orden de los Paseriformes, en especial de la familia Tyranidae. El dominio por parte de los Tyrannidos se debe a que son de hábitos generalistas, lo que les permite un amplio rango en el uso de la entomofauna asociada a las diferentes especies vegetales presentes en este tipo de coberturas.

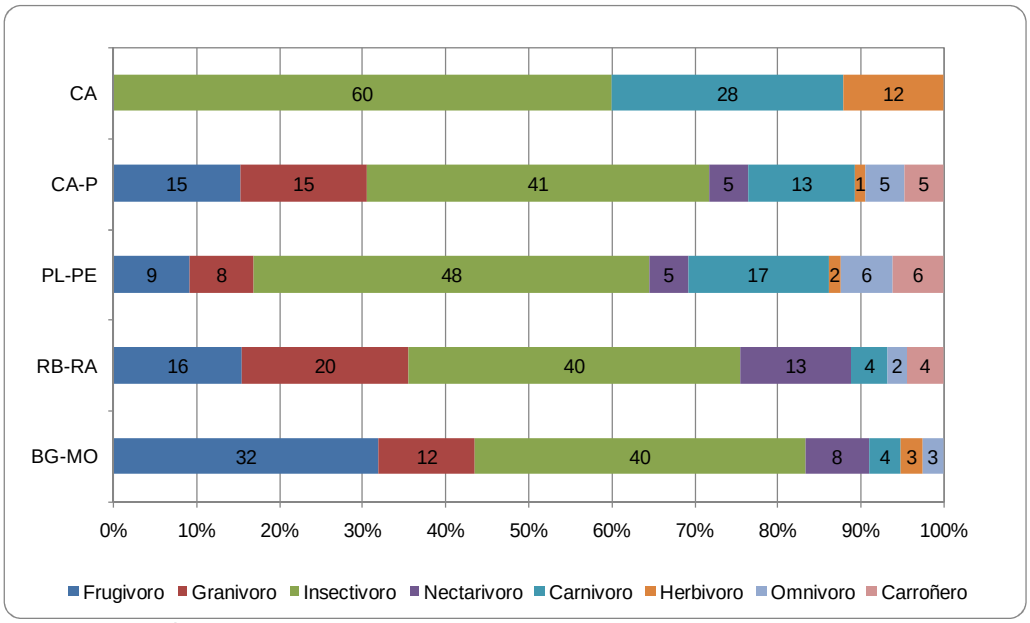
Ésta tendencia se mantiene en los diferentes tipos de cobertura vegetal; sin embargo, la dominancia disminuye con el aumento en la complejidad de la estructura vegetal, ya que ésta permite la diversificación de grupos tróficos en las otras coberturas vegetales, y el aumento en la cantidad de especies consumidoras primarias, por una mayor oferta y variedad de recursos.

Las especies granívoras, en su mayoría pertenecientes a los órdenes Psittaciformes (Loros) y Columbiformes (Palomas), presentan su mayor representatividad en la cobertura de Rastrojos altos y bajos (RB-RL), con un total del 20% de las especies en esa cobertura, seguida por los mosaicos de Pastos y Cultivos (CA-P) y Bosques de galería y Morichal (BG-MO). Las aves frugívoras, que comprenden diversos grupos taxonómicos entre ellos Psittaciformes, y Passeriformes de las familias Turdidae (Mirlas) e Icteridae; presentan un patrón similar, con su mayor representatividad en los Bosques de Galerìa y Morichal, donde corresponden al 32% de las especies, seguido de los Rastrojos y Mosaico de Cultivos y Pastos.

Las Nectarívoras, conformadas por colibríes (Trochilidae), Tángaras y Azulejos (Thraupidae), aumentan y se diversifican más en las coberturas menos intervenidas, esto es en las de Bosques de Galería y Morichal, y Rastrojos altos y bajos, con un 8% y 13% respectivamente.

Las aves carnívoras presentan una mayor importancia relativa en las áreas abiertas, correspondientes a los cuerpos de agua (CA), Mosaico de Cultivos y Pastos (CA-P), y Pastos Limpios y enmalezados (PL-PE), donde encuentran mejores condiciones para la caza. Por otra parte, el bajo número de especies carnívoras en general, adquiere una menor importancia relativa a medida que se diversifican los demás grupos tróficos y el número de especies aumenta en las coberturas vegetales menos intervenidas (BG-MO y RB-RA).

Figura 4-35. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la avifauna presente en el bloque Apiay



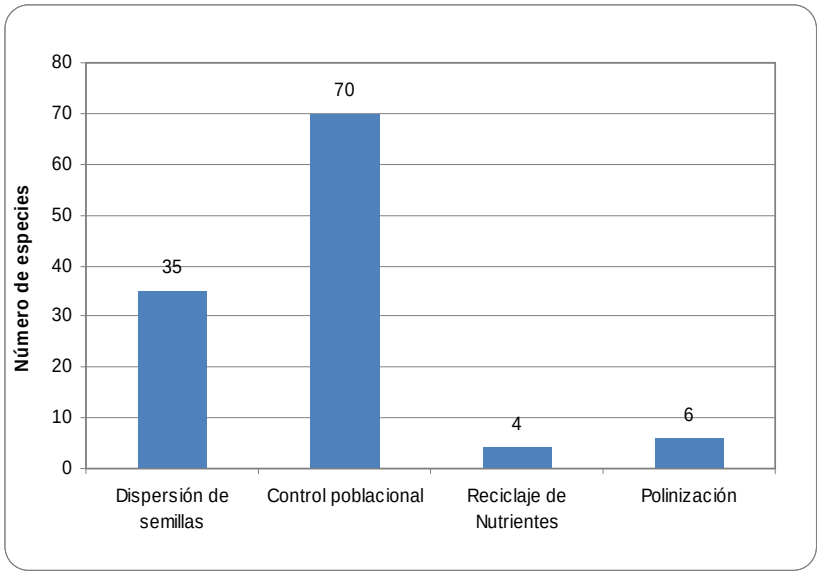
BG-MO: Bosque de galería - Morichal; RB-RA: Rastrojo alto - Rastrojo bajo; PL-PE: Pastos limpios - enmalezados; CA-P: Mosaicos de pastos – cultivos; CA: Cuerpos de agua.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Los otros grupos tróficos, en general se encuentran poco representados, ya que pertenecen a niveles tróficos superiores como es el caso de los Carroñeros, conformados por algunos integrantes de la familia Cathartidae y Falconidae; y los Omnívoros, que corresponden a Halcones (Falconidae) e Ictéridos.

De esta manera, la avifauna se concentra en los consumidores secundarios, con un total de 66 especies, seguido por los consumidores primarios, que presentan 39 especies, y por último en el área se encuentran sólo 13 especies de consumidores terciarios.

En correspondencia con lo descrito anteriormente sobre los hábitos alimenticios, como puede apreciarse en la Figura 4-36, 70 de las especies de aves del bloque Apiay cumple un papel ecológico como controlador de poblaciones, principalmente de insectos y pequeños vertebrados que se hallan distribuidos a lo largo de las diferentes coberturas vegetales. En segundo lugar se hallan las aves que actúan como dispersoras de frutos y semillas de las especies florísticas, las cuales cumplen un papel destacado para la continuidad de las comunidades vegetales existentes en el área de estudio. Por otro lado, las aves polinizadoras tienen un porcentaje bajo, lo cual indica que las formas de polinización predominantes para la continuidad de la comunidad vegetal del área de estudio son la anemófila y entomófila.

Figura 4-36. Roles ecológicos de la avifauna presente en el bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

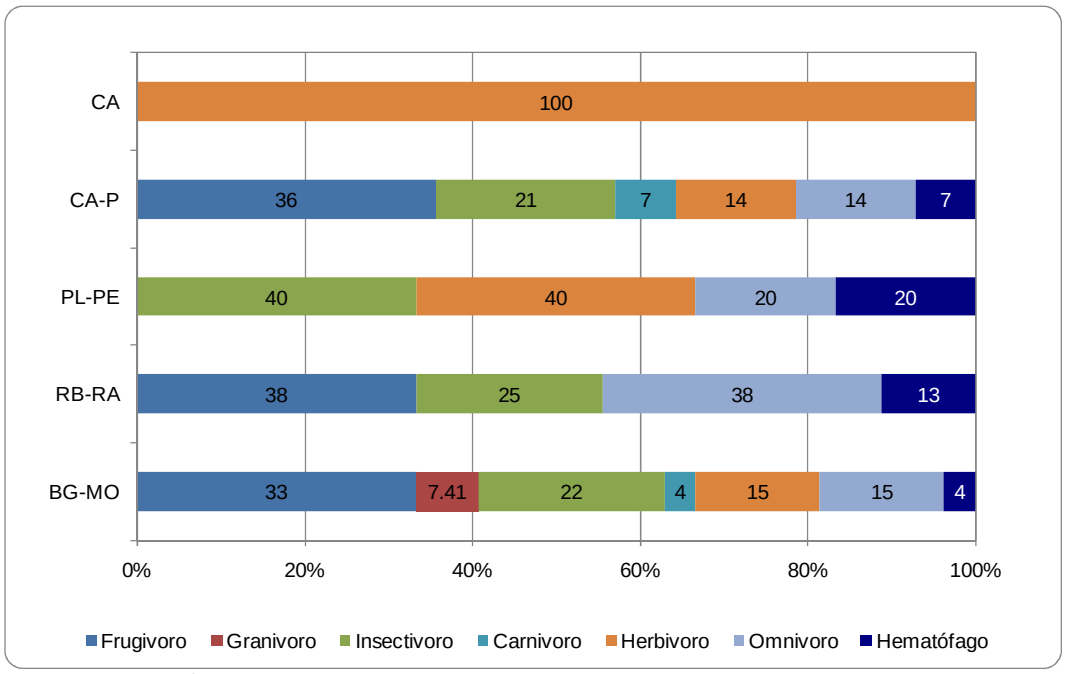
Mamíferos

Las dietas con mayor número de representantes para los mamíferos, son la frugívora e insectívora, con un 31% y 28% de las especies, respectivamente. Los frugivoros se componen principalmente de murciélagos de la familia Phylllostomidae, además de el mono colorado (*Alouatta seniculus*), Lapa (*Agouti paca*) y Picure (*Dasyprocta fuliginosa*). Los insectívoros se encuentran representados por las dos especies de *Dasypus* registradas, el oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) y predominantemente por Quirópteros.

Le siguen en orden de importancia las dietas Herbívora y Omnívora, ambas con 14% de las especies, la primera de ella representada por el mono colorado (*Alouatta seniculus*), Venado colorado (*Mazama americana*), el Chiguiro (*Hydrochoeris hydrochaeris*) y la Lapa (*Agouti paca*); y los omnívoros por los micos maicero y soldado (*Cebus apella* y *Saimiri scireus*), el fara (*Didelphis marsupialis*) y el Zorro (*Cerdocyon thous*). Por último, la dieta hematófaga, que sólo se encuentra representada por el murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*).

En la Figura 4-37 se observa que los Bosques de Galería y Morichal, presentan la mayor complejidad trófica, debido a una vegetación mucho más estructurada, que al igual que para las aves, ofrece mayor cantidad y variedad de alimento. En contraste los cuerpos de agua presentan la menor complejidad, ya que en ésta cobertura sólo se registró el Chiguiro (*H. hydrochaeris*), que es herbívoro. Los Pastos (PL-PE) y Rastrojos (RB-RA) también presentan una baja complejidad trófica, con sólo cuatro grupos.

Figura 4-37. Distribución de las dietas alimenticias de acuerdo a las unidades de cobertura vegetal de la mastofauna presente en el bloque Apiay



BG-MO: Bosque de galería - Morichal; RB-RA: Rastrojo alto - Rastrojo bajo; PL-PE: Pastos limpios - enmalezados; CA-P: Mosaicos de pastos – cultivos; CA: Cuerpos de agua
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Los mamíferos frugívoros tienen gran importancia relativa en las coberturas de Bosques (BG-MO), donde representan un 33% de las especies, en Rastrojos (RB-RA), con un 37,5% y en Mosaico de pastos y Cultivos (CA-P) con 36%, mientras que en los Pastos (PL-PE) los mamíferos frugívoros no encuentran una oferta alimenticia adecuada. Los insectívoros en cambio, tienen gran importancia en todas las coberturas (excepto CA), dada la abundancia de su alimento; así mismo, los omnívoros se hallan en todas las coberturas, con especial importancia en los rastrojos (RB-RA), con un 37% de las especies.

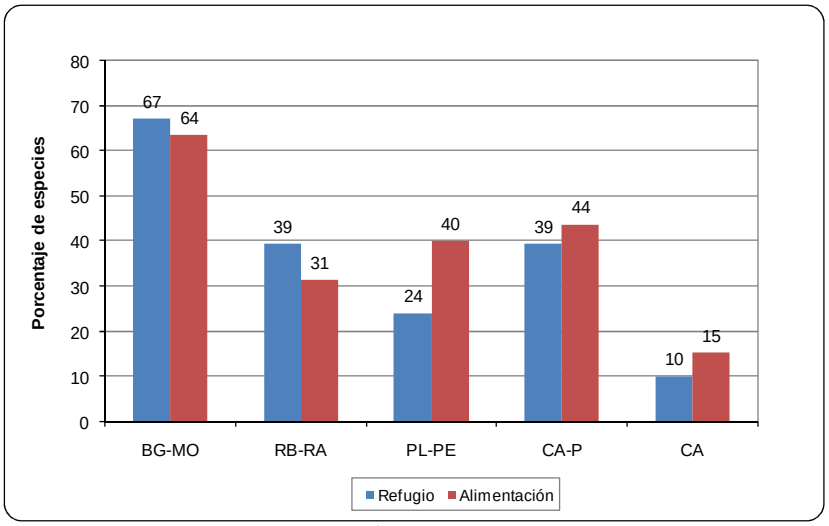
En general en el bloque Apiay se observa una baja complejidad trófica en los mamíferos, ya que las especies en su mayoría son consumidores primarios (15 especies), y existe poca representación de especies en niveles tróficos superiores, ya que solo se presentan cinco (5) especies de consumidores terciarios, los carnívoros que sólo se presentan en los bosques (BG-MO) y en los mosaicos de pastos y cultivos (CA-P) en un muy bajo porcentaje 4% y 14%.

En correspondencia con lo anterior, el principal rol ecológico de los mamíferos dentro del área de influencia directa es el control poblacional, especialmente de insectos y pequeños vertebrados, con 16 de las 22 especies registradas; y en segundo lugar se encuentran los mamíferos que cumplen un papel de dispersores de frutos y semillas, que aunque en abundancia y riqueza son menos representativos que las aves también cumplen un rol fundamental en la continuidad y mantenimiento de las poblaciones vegetales, con 14 especies que cumplen este rol. En el área de interés los mamíferos no cumplen la función polinizadora, pues se observa la ausencia del grupo de los nectarívoros, que como se mencionó anteriormente, indica que predominan otros mecanismos de polinización.

Interacciones de la fauna silvestre con las unidades de vegetación definidas para el bloque Apiay

Los Bosques de Galería y Morichales (BG-MO) son los sitios preferidos por la mayoría de especies animales para buscar refugio y protección contra posibles depredadores y a su vez como su principal fuente de alimento (Figura 4-38), se observa que el 67% de las especies encuentran refugio en los Bosques y el 64% de ellas, alimentación. En contraste, entre el 40 y 43% obtienen su alimento en zonas más abiertas, como Pastos y Cultivos (PL-PE y CA-P), y tan sólo el 15% de las especies dependen de la unidad de cuerpos de agua (CA) para su alimentación.

Figura 4-38. Uso de las unidades de cobertura vegetal por la fauna general en el área de influencia directa dentro del bloque Apiay



UNIDADES DE VEGETACION: BG-MO: Bosque de galería - Morichal; RB-RA: Rastrojo alto - Rastrojo bajo; PL-PE: Pastos limpios - enmalezados; CA-P: Mosaicos de pastos – cultivos; CA: Cuerpos de agua.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El uso de las unidades vegetales como refugio se relaciona con el grado de complejidad estructural de la vegetación, pues se observa una tendencia de disminución del uso en los sitios más

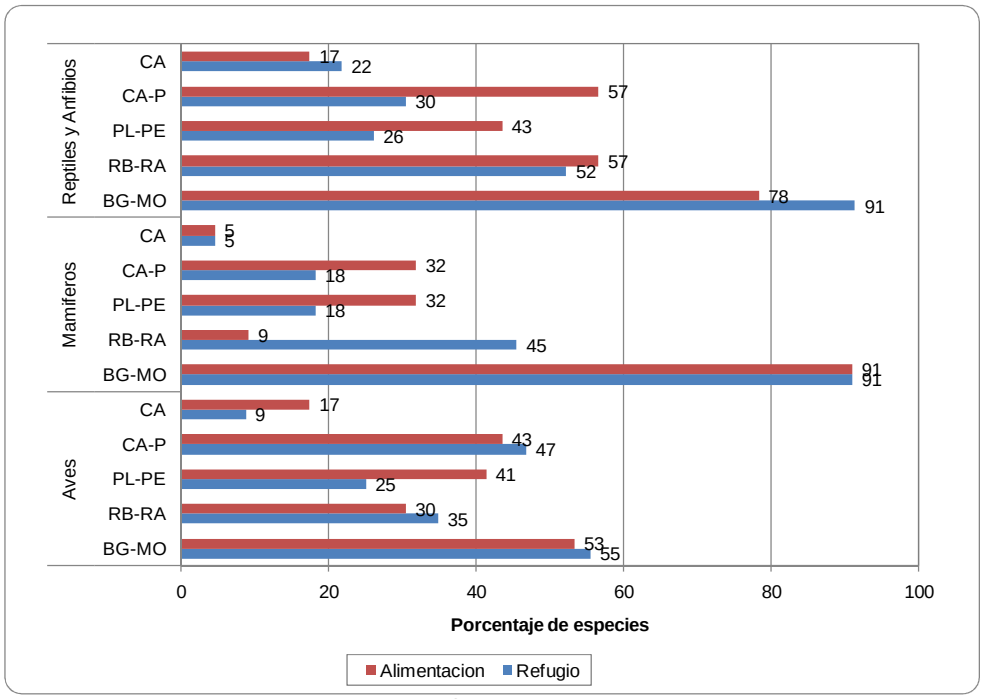
despejados, en este sentido, los Bosques (BG-MO) y Rastrojos (RB-RA) ofrecen mayor cantidad y calidad de refugio para la fauna silvestre, que albergan el 67 y 39% de las especies, respectivamente.

Los Bosques (BG-MO), representan una cobertura vegetal de condiciones más heterogéneas, en las que existe un mayor número de especies vegetales con diferentes formas de crecimiento y distribución, permitiendo así la generación de una gran cantidad de microhábitats y disponibilidad de recursos alimenticios que pueden ser aprovechados directa o indirectamente por las especies animales. Mientras que las coberturas como Los pastos y cultivos (PL-PE y CA-P) a pesar de sus grandes extensiones y predominio dentro del área del bloque Apiay, son extensiones de tierra homogéneas, que brindan una oferta alimenticia más limitada en cuanto a su diversidad, que es aprovechada principalmente por animales con tasas de crecimiento poblacional rápidas que pueden exponerse fácilmente al ataque de depredadores sin grandes pérdidas de densidad poblacional y con mejor capacidad de desplazamiento, como es el caso de las garzas. Cabe anotar que varias especies animales se desplazan entre coberturas para la obtención de su alimento.

Al evaluar cada grupo faunístico por separado, se tiene que para las aves hay un mayor porcentaje de especies que usan los Bosques (BG-MO) como zonas de refugio y alimentación (55% y 53% respectivamente) (Figura 4-39). La segunda cobertura más utilizada por las aves dentro del área de influencia directa es la de Mosaico de Cultivos y Pastos (CA-P), con un 47% de especies que buscan refugio y un 43% que buscan alimento. Le sigue en orden de importancia, las coberturas de Pastos y Rastrojos (PL-PE y RB-RA) ya que 41% y 30% de las especies de aves se alimentan en esta cobertura, y entre 25% y 35% se refugian en ellas. Al igual que en todos los grupos taxonómicos, la cobertura con menor número de especies es la correspondiente a cuerpos de agua (CA) en las que se encuentran 9% de las especies que la utilizan como fuente de alimentación y 17% como refugio.

Al evaluar dicho comportamiento en un nivel taxonómico menor, se tiene que son las familias principalmente frugívoras (Psittacidae), nectarívoras (Trochilidae) e insectívoras (Picidae, Furnariidae y Tyranidae) las que buscan refugio y sitios de alimentación dentro de los BG-MO, puesto que es allí donde se alberga una mayor variedad y disponibilidad de estos recursos. Por otro lado, las Ciconiiformes (garzas y afines), Charadriiformes (pellares y afines), Falconiformes (halcones y afines) y ciertos Passeriformes, como los vencejos (Apodidae) y semilleros o arroceros (Emberizidae), son los que prefieren usar a los PL-PE y CA-P como zonas de refugio y alimentación, pues es allí donde hay una mejor oferta de granos, macroinvertebrados y pequeños vertebrados asociados con estas áreas.

Figura 4-39. Uso de las unidades de vegetación de acuerdo a los grupos faunísticos dentro del área de influencia directa del bloque Apiay



UNIDADES DE VEGETACION: BG-MO: Bosque de galería - Morichal; RB-RA: Rastrojo alto - Rastrojo bajo; PL-PE: Pastos limpios - enmalezados; CA-P: Mosaicos de pastos – cultivos; CA: Cuerpos de agua.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

En cuanto a los mamíferos, puede verse que existe una tendencia marcada a utilizar los BG-MO como sitios de refugio y fuentes de alimento, con un 91% de las especies (Figura 4-39), 12 de las 22 especies de mamíferos registradas en el área directa presentan sitios exclusivos de refugio o alimentación, como ocurre en las coberturas de CA-P y PL-PE, que son predominantemente sitios de alimentación mas no de refugio, dada la estructura de la vegetación. Mientras que los RB-RA, son utilizados en general como sitios de alimentación.

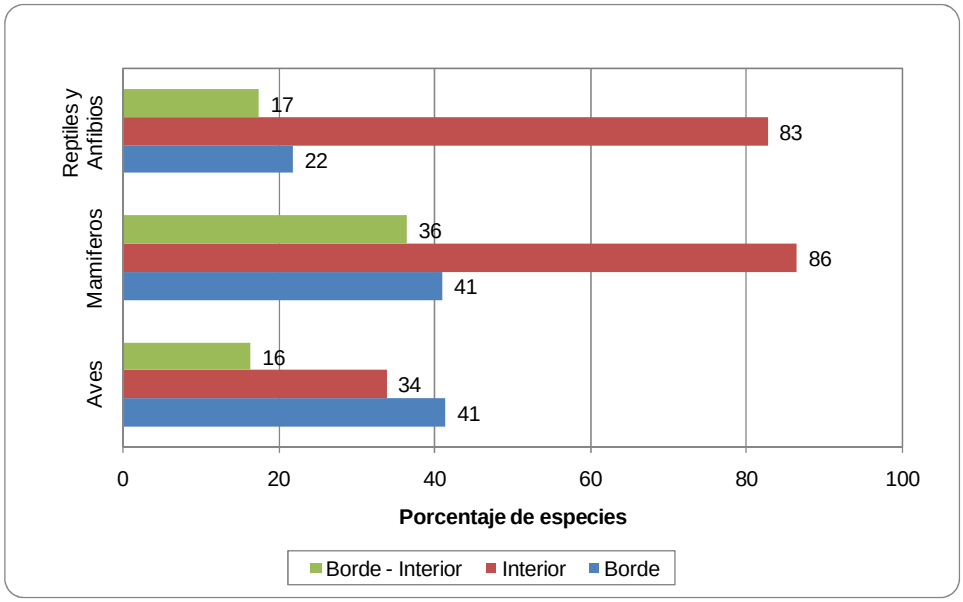
La herpetofauna de la zona, presenta una gran afinidad por los BG-MO, pero que a su vez presentan especies que se mueven por todos los otros tipos de coberturas descritas para el área de influencia directa del bloque Apiay (Figura 4-39).

Esta tendencia es atribuible al hecho de que la mayoría de las especies de estos grupos son consumidores secundarios, que utilizan alimentos de origen animal como insectos y pequeños vertebrados, los cuales se encuentran disponibles a lo largo de todas las coberturas vegetales definidas. Únicamente aquellas especies con hábitos frugívoros, como en el caso de los mamíferos (quirópteros y primates), o dietas particulares (como algunas serpientes y lagartos), prefieren hábitats ubicados exclusivamente en los bosques.

Distribución horizontal de la fauna silvestre en el bloque Apiay

Al evaluar la distribución de los grupos faunísticos de acuerdo a su preferencia por los hábitats ubicados en el interior o el borde de los bosques se puede establecer que aproximadamente 41,3% de las aves registradas para la zona, prefieren aprovechar el borde que delimita el bosque, mientras un 33% se establecen exclusivamente en la parte interior, y un porcentaje reducido de las aves se encuentran tanto en el interior como en el borde del mismo (Figura 4-40).

Figura 4-40. Distribución horizontal de la fauna silvestre del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Este comportamiento está directamente relacionado con los hábitos alimenticios de las diferentes especies de aves que viven asociadas a los BG-MO, ya que aunque hacia el interior de estos se ofrece una gran cantidad de condiciones favorables para el asentamiento, crecimiento y desarrollo de una amplia variedad de especies vegetales, se crea un ámbito de competencia entre éstas por el espacio, los recursos y la luz solar, por lo que es menos probable que las plantas alcancen los estados fenológicos de floración y fructificación que puedan ser aprovechadas por aves nectarívoras y frugívoras, evento que por el contrario, si ocurre en la parte del borde, donde hay una mayor disponibilidad de luz y mejores condiciones para la dispersión de semillas. De igual manera, para aquellas especies de aves que son cazadoras, en el borde se les ofrece un lugar adecuado para visualizar las presas sin ser detectados.

De igual forma muchas especies de aves llevan a cabo sus actividades vitales y de búsqueda de alimento desplazándose a lo largo de todo la extensión de los **BG-MO**, como es el caso de las aves insectívoras, que pueden hacer grandes recorridos para consumir sus requerimientos nutricionales diarios. Igualmente, el interior puede ofrecer buenas condiciones como sitio de refugio.

Las especies de anfibios, reptiles y mamíferos presentan un patrón similar de un gran porcentaje de especies que viven exclusivamente en el interior, y pocas especies que habitan sólo en el borde o en Borde-Interior (Figura 4-40), realizando desplazamiento permanente a lo largo de todo el

bosque en busca de alimento y refugio, estando su distribución más relacionada con los diferentes estratos de la vegetación, como se describirá a continuación.

Distribución vertical de la fauna silvestre en el bloque Apiay

Para esta distribución se definieron tres (3) estratos dentro del BG-MO, los cuales son: sotobosque, parte media y dosel, sobre los cuales pueden observarse varias tendencias de acuerdo con el grupo faunístico al que se haga referencia (Figura 4-41).

a. Anfibios y reptiles

Por los hábitos que presentan los integrantes de este grupo, su distribución dentro de los BG-MO, está más inclinada a ocupar el sotobosque (91% de las especies). Esto obedece a que la mayoría de la herpetofauna presente en la zona son serpientes, ranas y sapos, los cuales son animales que por sus características prefieren lugares con una alta humedad, como lo son los depósitos de hojarasca y riberas de los cuerpos de agua, en donde se encuentran la mayoría de sus posibles presas, como pequeños roedores, ranas y algunos insectos para las serpientes, e insectos para los anfibios. Solamente una especie, la iguana (*Iguana iguana*) se encuentra aprovechando el dosel,

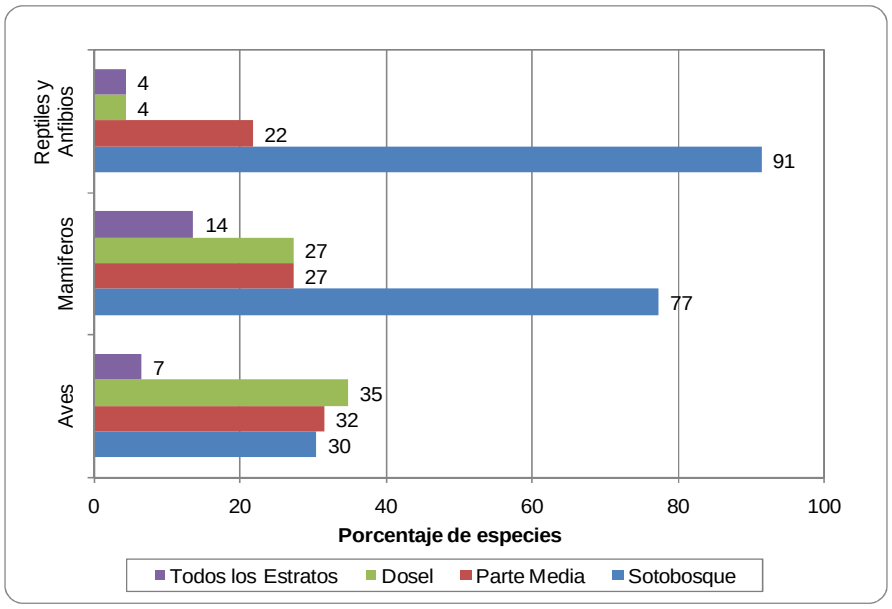
b. Aves

Dentro de este grupo, son muy pocas las especies que escogen un estrato definido, por lo que solo el 9% se ubican exclusivamente en el sotobosque y el 13% de las especies prefieren el dosel. En el sotobosque se encuentran el 30% de las especies de aves, correspondientes a las especies que se alimentan de invertebrados del suelo, de néctar y de peces como los representantes de la familia Alcedinidae (martines pescadores) y que deben permanecer demasiado tiempo en los niveles bajos buscando su alimento (Figura 4-41). El 35% de las especies pertenecen al dosel, y son aves con hábitos frugívoros de tamaño grande, como los loros y cardenales (Psitacidae y Cardinalidae), que consumen frutos de gran tamaño, procedentes de árboles de talla grande. Finalmente, un 6,5% de las aves migran entre todos los estratos de los BG-MO y no poseen una especificidad entre su dieta alimenticia.

c. Mamíferos

La mayoría de los mamíferos presentan una tendencia a ocupar los estratos bajos de los BG-MO, en el sotobosque se encuentran 77% de las especies, en la parte media y dosel 27%, y a través de todos los estratos 13%. La mayoría de mamíferos se desplazan sobre el suelo buscando alimento y construyen refugios subterráneos, como es el caso de los armadillos (*Dasypus novemcinctus*), los chuchos o chuchas (*Didelphis marsupialis*), entre otras especies. Sólo aquellas especies capaces de desplazarse de un árbol a otro, como los primates, los murciélagos y los perezosos, ocupan los estratos más elevados, y un bajo número pueden desplazarse en todos los estratos aprovechando al máximo la oferta alimenticia.

Figura 4-41. Distribución de la fauna silvestre del bloque Apiay, con respecto a los estratos de vegetación



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Fauna silvestre en vía de extinción, endémica y con valor comercial y/o ecológico, reportadas, observadas y/o capturadas en el área de influencia directa del bloque Apiay

En el área de influencia directa no se reportan especies endémicas o con valor comercial. El Oso Palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) es considerada una especie vulnerable (VU), de acuerdo con los criterios planteados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), lo cual indica que la menor evidencia disponible indica que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. Esta especie además presenta una baja densidad poblacional, por lo que puede considerarse como de especial interés en el área.

ASPECTOS SOCIALES

Los Procedimientos de gestión social aplicados en el área de influencia del proyecto corresponden a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales, en los términos de referencia para el Sector Hidrocarburos HI-TER-1-05. HI-TER-1-03 y HI-TER-402.

El presente capitulo muestra una síntesis socioeconómica del bloque Apiay en un contexto regional y especialmente local, considerando aspectos de dimensión demográfica, espacial, económica, cultural, presencia institucional y organización comunitaria y tendencias de desarrollo, desarrollando un proceso descriptivo de los municipios fundamentado este estudio con una metodología de estadísticas, programas de los gobiernos locales y departamental, así mismo con la información de los planes de ordenamiento territorial de cada municipio, datos del Censo DANE 2005, Diagnostico social de la fundación Amanecer para las áreas de influencia de ECOPETROL en los en los sectores de Apiay, Acacías y Castilla La Nueva y el diagnóstico socioeconómico de otros estudios previos realizados para Ecopetrol.

Lineamientos de participación

En cumplimento de los señalamientos constitucionales vigentes que definen la participación ciudadana como el instrumento de la consolidación de la democracia participativa en Colombia (Artículo 79 Constitución Nacional y Ley 134 de 1994), teniendo en cuenta que esta clase de proyectos genera inquietudes en las comunidades se realizaron visitas a los entes gubernamentales municipales y departamental con el fin de informar acerca del proyecto y obtener la información secundaria que se requiere.

Se realizaron visitas a las veredas del área de influencia haciendo contacto con líderes de la comunidad y algunos presidentes de juntas de acción comunal para dar información de la actualización que se está realizando en los planes de manejo y recopilar información primaria y secundaria, en el municipio de Villavicencio en sus veredas Altos de Pompeya, Rincón de Pompeya, Quename, Peralonso, Santa Helena Alta, .Santa Rosa de Río Negro y Reforma-La Libertad y en el municipio de Acacias en las veredas de San José de Las Palomas y Quebraditas, que conforman el área de influencia del proyecto.

1) Dimensión demográfica

Área de influencia indirecta, municipio de Villavicencio

a. Aspectos generales

Este municipio de Villavicencio se encuentra en el pie de monte llanero y por lo tanto contempla dos tipos de paisaje: la zona montañosa o vertiente de la cordillera y los llanos o piedemonte constituida por planicies, terrazas, valles y abanicos.

Este municipio limita al norte con los municipios de Restrepo y el Calvario, al occidente con los municipios de Acacias y Guayabetal en el departamento de Cundinamarca, al oriente con el municipio de Puerto López y al sur con los municipios de Acacias y San Carlos de Guaroa.

El municipio de Villavicencio cuenta con 8 comunas, 235 barrios, 101 asentamientos subnormales y 2 zonas de invasión en el sector urbano; el sector rural lo conforman 8 corregimientos y 54 veredas (según el Plan de Salud existen 7 corregimientos y 61 veredas) (Figura 4-42).

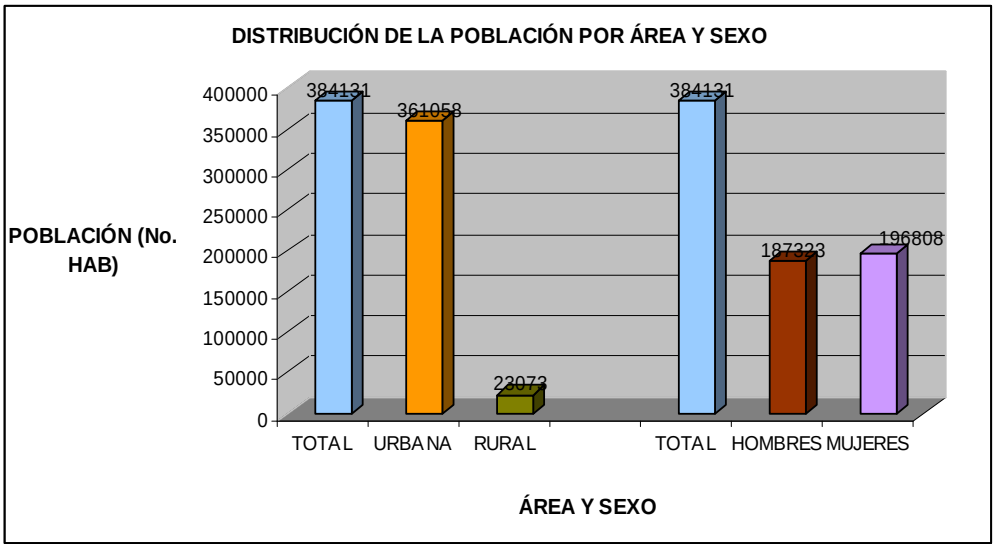
Figura 4-42. Plano de veredas municipio de Villavicencio

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación, plano de veredas del Municipio de Villavicencio.

b. Estructura de la población

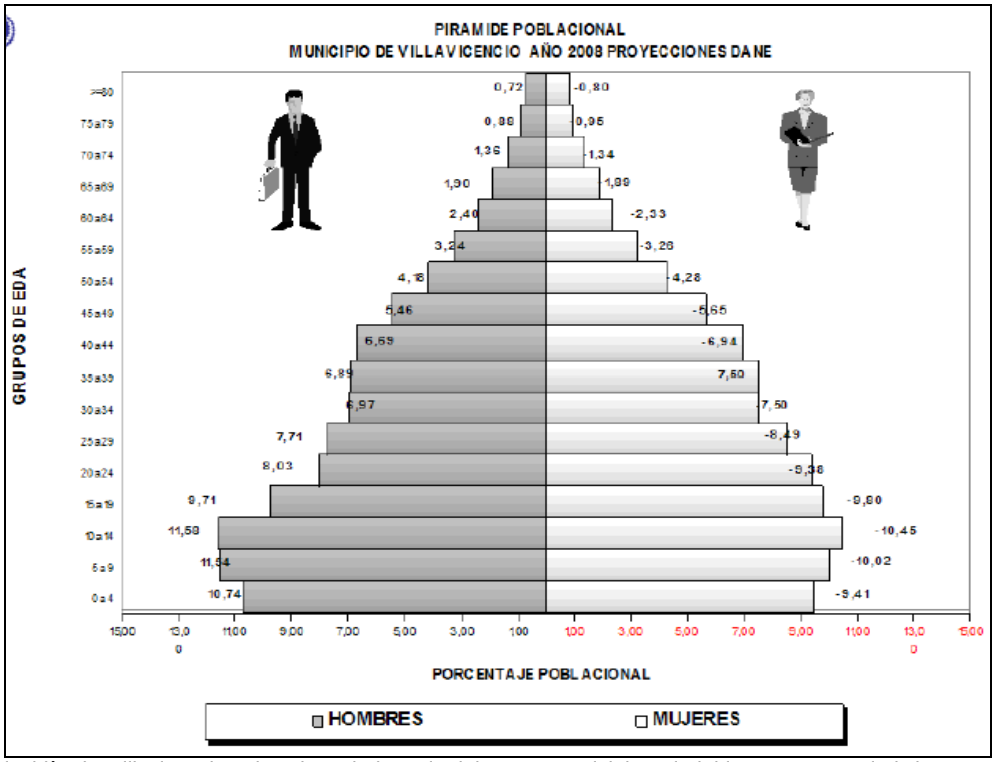
Según datos estadísticos del DANE, en 2005 el municipio de Villavicencio contaba con 410.695 personas distribuidas según el área de la siguiente forma, el 94% en el sector urbano y 6% en sector rural. El 48% pertenecen al sexo masculino y el 52% al sexo femenino (Figura 4-43). La Figura 4-44 muestra la distribución de la población por grupos de edad; se observa que la población está concentrada en las zonas urbanas en un alto porcentaje, mientras que el área rural tiene muy baja población. EL número total de mujeres supera en un pequeño porcentaje al de los hombres.

Figura 4-43. Distribución de la población según área y sexo



Fuente: Censo DANE, 2005

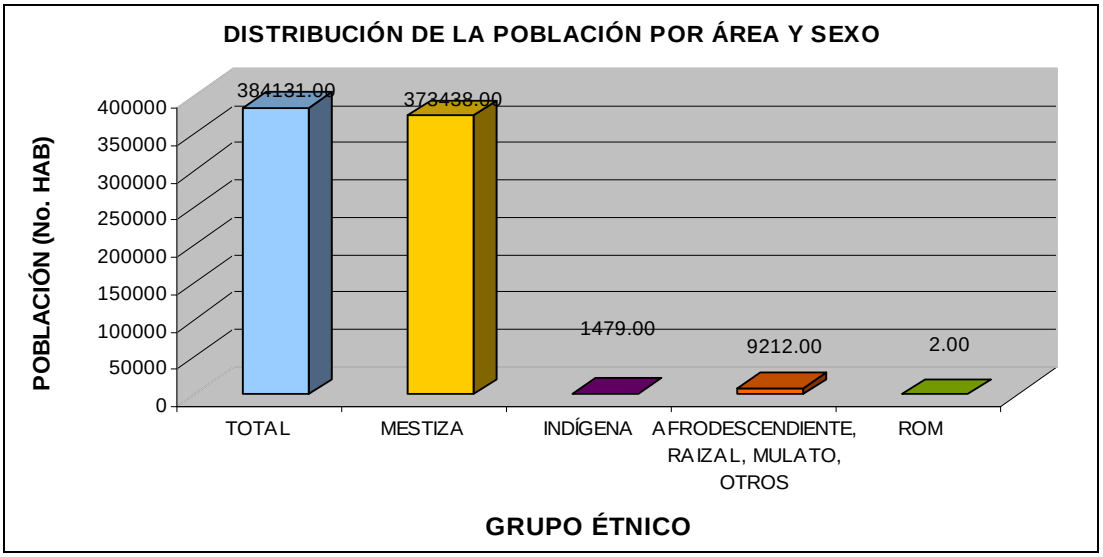
Figura 4-44. Distribución de la población por sexo y grupos de edad



Fuente: Alcaldía de Villavicencio. Plan de Salud Territorial 2008. Municipio saludable para una salud decente y DANE, Censo 2005

El censo del 2005 arrojó los siguientes resultados de la población Étnica, mestizos 373.438 que representa 2l 97.22% de la población, población indígena 1.479 con un porcentaje de 0.39%, afrodescendientes, raizales, mulatos y otros 9.212, población rom o gitana el 2.39% lo que muestra que únicamente habitan en el municipio 2 personas representantes de este grupo (Figura 4-45).

Figura 4-45. Presencia de comunidades étnicas



Fuente: Censo DANE, 2005

La densidad de la población para el año 2005 según lo planteado en el Plan de Salud Territorial (2008) se puede observar en la (Tabla 4-21)

Tabla 4-21. Densidad de población (hab/Km²)

Área	Población (habitantes)	Área (km²)	Densidad (hab/km²)
Casco urbano	361.058	52.08	6.933
Zona rural	23.073	1248.77	19
Total	384.131	1300.85	306

Fuente: DANE. Indicadores socioeconómicos de Villavicencio, Alcaldía de Villavicencio 2000-2005. Diagnóstico socioeconómico del municipio de Villavicencio, Alcaldía de Villavicencio. Corporación Agro empresarial de los Llanos COPOLLANOS. Junio de 2006. UMATA, Diagnóstico corregimientos.

En los cascos urbanos se encuentra la mayor parte de la población, mientras que la zona rural tiene muy poca densidad poblacional. La mayor concentración de la población rural se encuentra localizada en el corregimiento 4, ubicado en la vía que conduce de Villavicencio al municipio de Puerto López y del que hacen parte 8 veredas, con 16.690 habitantes equivalente al 37% de la población rural, de los cuales Pompeya Alto, Rincón de Pompeya, Quenane y Peralonso hacen parte del área de influencia directa del proyecto.

El censo del 2005 revela que el 50.7% de la población residente en el municipio nació en un sitio diferente a Villavicencio, el 16.4% se radicó en la ciudad procedente de otros municipios y el 0.2% procede de otros países.

En la Tabla 4-22 se presenta la distribución por número de hogares y viviendas reportadas para las zonas urbana y rural según el censo 2005.

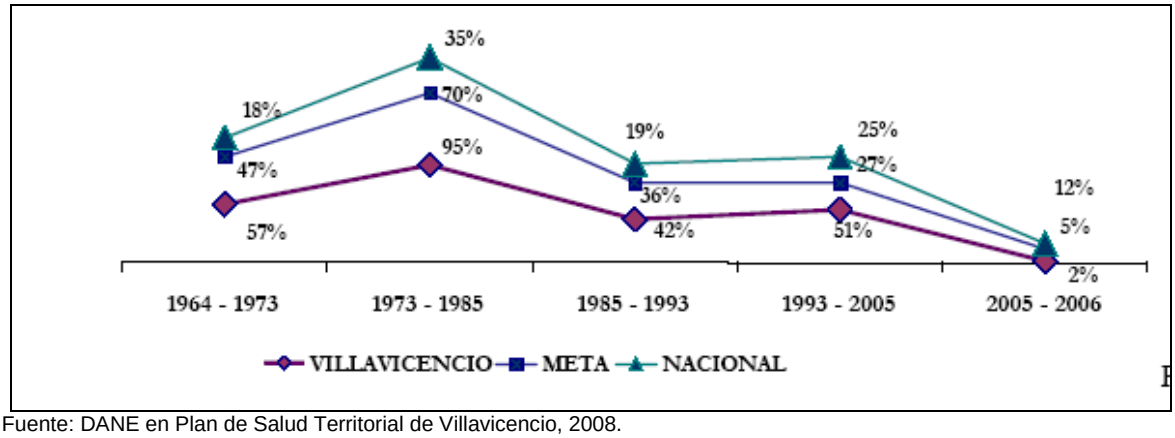
Tabla 4-22. Hogares y viviendas urbana y rural

	Total	Urbano	%	Rural	%
Hogares	102.795	96.907	94.3%	5.888	5.7%
Viviendas	96.011	90.133	93.9%	5.878	6.1%

Fuente: DANE censo 2005

El crecimiento poblacional en Villavicencio ha tenido dos etapas muy importantes registradas en los períodos comprendidos entre 1973 a 1985 con un incremento del 95% de la población frente a un 70% registrado para el departamento y un 35% para el país, una segunda fase comprendida entre 1993 a 2005 con un incremento del 51% frente al 25% del departamento y el 21% de la nación (Figura 4-46).

Figura 4-46. Tasa de crecimiento municipal frente al departamento y la nación



Fuente: DANE en Plan de Salud Territorial de Villavicencio, 2008.

c. Comportamiento demográfico (tendencias tasas de natalidad y mortalidad)

La tasa de mortalidad y el número de defunciones/1000 habitantes en el municipio, disminuyó notablemente a través del tiempo, al comparar los índices de mortalidad para el año 1964 cuyo porcentaje fue de 13.59% con el año 2005 del 4.67%, muestra un aumento en la esperanza de vida de la población.

Entre las causas de mortalidad más frecuentes están las enfermedades del sistema circulatorio, tumores – neoplasias, enfermedades del sistema respiratorio, tuberculosis, SIDA, accidentes de tránsito, como se describe en la Tabla 4-23.

Tabla 4-23. Causas de mortalidad

Enfermedad	Mortalidad
Enfermedades del sistema circulatorio	21.8%
Tumores - neoplasias	17.0%
Muertes violentas	16.0%
Enfermedades del sistema respiratorio	8.8%
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	6.2%
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias	5.3%
Tuberculosis inclusive secuelas	1.5%
Enfermedad por VIH SIDA	2.3%
Accidentes de transporte terrestre	3.7%
Tasa de mortalidad perinatal 2007	11.2
Tasa de mortalidad infantil / 1000 nacidos vivos	15.9
Tasa de mortalidad perinatal / 1000 nacidos vivos	12.4
No de muertes perinatales 2007	96
Mortalidad por dengue hemorrágico	3

Fuente: DANE y Secretaria de Salud de Villavicencio, 2008.

Tasa de fecundidad: La tasa de fecundidad ha disminuido en el municipio a partir del año 1964 de 249/1000 mujeres en edad fértil a 95/1000 mujeres en el año 2005; es importante anotar que en el 2005 el mayor número de nacimientos correspondió al grupo comprendido entre 20 y 24 años (3.908 nacimientos), seguido del grupo de 25 y 29 años (2.302 nacimientos) y el de las adolescentes que generó una problemática de salud con un índice de nacimientos de 2.090, en adolescentes con edades entre 15-19 años. Para el año 2007 la tasa global de fecundidad por mujer fue de 2.7% y de fecundidad específica para mujeres entre 15-19 años de 126.

La tasa bruta de natalidad (nacimientos/1000) para el año 2007 fue de 21.14%.El total de la esperanza de vida al nacer fue de 68.35, para los hombres de 65.55 años y para las mujeres de 71.28.

d. Necesidades básicas insatisfechas (NBI)

El Nivel de pobreza en el año 2005 fue de 16.77%, cifra menor que la registrado para el año 1964 que era de 25.31% lo que indicaba un buen desempeño del municipio a pesar del aumento poblacional ocasionado por la llegada de familias desplazadas de otras regiones. Este indicador se encuentra por debajo del promedio nacional que fue de 27.63% para el 2005 y de 37.2% para 1964.

Área de influencia directa – Municipio Villavicencio

El área de influencia directa está conformada por las veredas que hacen parte del campo Apiay: Altos de Pompeya (Pompeya Alta), Rincón de Pompeya (bajos de Pompeya), Quenane, Peralonso, Santa Helena Sector 1, Santa Rosa de Río Negro y Reforma-La Libertad.

En las veredas del área de influencia directa no existe comunidades étnicas legalmente constituidas, la población en general es mestiza proveniente en su mayoría de otras regiones del país como Huila, Tolima, Boyacá, Antioquia y de la región llanera; un porcentaje alto de los habitantes del área de influencia directa se desempeñan realizando labores ya sea en Ecopetrol o en las empresas contratistas, la gran mayoría aspira a trabajar en estas áreas y muy pocos están dedicados a la ganadería u otras actividades.

- Dinámica de la población

Comportamiento demográfico. A nivel rural no existe censos de población que permita establecer el número de habitantes y familias asentadas en cada una de las veredas, los datos que muestra la Tabla 4-24 se obtuvieron mediante información primaria suministrada por algunos presidentes de Juntas de Acción Comunal, representantes de la comunidad .y del Diagnóstico Social del campo Apiay 2010.

Tabla 4-24. Veredas y número de familias

Vereda	N° de familias	N° de habitantes
Altos de Pompeya	270	1.350
Rincón de Pompeya	265	1.300
Quenane	40	160
Peralonso	40	150
Santa Helena Sector 1	60	180
Santa Rosa de Rionegro	60	250
Reforma la Libertad	23	70

Fuente: Información primaria Juntas Acción Comunal

Altos de Pompeya. Tiene una población es de 1.350 habitantes, con un número de 270 familias y un promedio de 5 personas por familia. Cuenta únicamente con una inspección de policía con oficinas en el corregimiento 4.

Servicios públicos y sociales: Electricidad: electrificadora del Meta con cobertura del 95%. Agua potable: acueducto comunitario en mal estado con servicio deficiente y cobertura del 85%, el agua debe ser hervida para el consumo. Alcantarillado: no hay; las aguas negras se manejan mediante pozos sépticos. Tratamiento de aguas residuales: no hay. Recolección de basuras: municipio de Villavicencio a través de la empresa Bioagrícola del Llano S.A., con recorridos tres veces a la semana. Combustible para cocinar: gas propano el 90% de la población, gas natural ilegal el 10% restante. Salud: hay un puesto de salud con servicio médico, odontológico y enfermería. Educación: centro educativo Colegio Alfonso López Pumarejo con educación preescolar, primaria y bachillerato y 589 estudiantes.

Fuentes de trabajo: La mayoría de habitantes trabajan directa o indirectamente para ECOPETROL. Hay algunas organizaciones como junta de acción comunal, asociación de padres de familia, comités de trabajo, un grupo religioso y la asociación de trabajo del área circunvecina de la región “ARCA”, que maneja la negociación laboral de 23 veredas de los corregimientos 4 y 7con Ecopetrol.

Actividades culturales. Solamente existe la celebración de fin de año y los campeonatos deportivos organizados por ECOPETROL.

Rincón de Pompeya. Tiene una población aproximada de 1.300 habitantes, con un número aproximado de 230 familias. Hay una inspección de policía con oficinas en el corregimiento 4 únicamente.

Servicios públicos y sociales. Electricidad: suministrada por la electrificadora del Meta. Acueducto: deficiente. Alcantarillado: bastante deficiente. Recolección de basuras: municipio de Villavicencio a través de la empresa Bioagrícola del Llano mediante recorridos que realiza tres veces a la semana.

Combustible para cocinar: gas propano el 90% de la población, el 10% con leña. Salud: puesto de salud bastante deficiente. Educación: una escuela con 120 alumnos en buen estado.

Fuentes de trabajo: La mayoría de los habitantes se desempeña laboralmente en Ecopetrol o en las empresas contratistas, cuentan. Hay algunas organizaciones como junta de acción comunal, asociación de padres de familia, comités de trabajo, un grupo religioso y la asociación de trabajo del área circunvecina de la región “ARCA” quien maneja la parte laboral con Ecopetrol de los corregimientos 4 y 7.

Actividades culturales: únicamente los eventos deportivos que organiza ECOPETROL y la fiesta de la familia.

No tienen en la actualidad ningún proyecto con la administración, están pendientes de un convenio entre la administración municipal y ECOPETROL para la ampliación del acueducto y el alcantarillado.

Quenane. La mayoría de la población proviene de otras zonas del país. Hay un promedio de 160 habitantes ubicados en 40 viviendas con un promedio de 4 personas por vivienda. El corregimiento fue creado por el señor Álvaro Cubillos quien donó tierras a las personas provenientes de otras regiones del país hasta que se fundó el corregimiento.

Servicios públicos y sociales: Electricidad: existe electrificación. Agua: el agua potable procede en parte de Pompeya y de aljibes o pozos. Alcantarillado: no hay y se utiliza pozos sépticos para el manejo de excretas. Recolección de basuras: la realiza el municipio de Villavicencio mediante recorridos tres veces a la semana. Combustible para cocinar: el 95% de la población utiliza el gas propano para cocinar, el resto usa gas natural. Educación: No cuentan con escuela, los menores se desplazan a Pompeya para recibir educación.

Fuentes de trabajo. La mayoría de los habitantes se desempeña laboralmente en Ecopetrol o en sus empresas contratistas. Hay algunas organizaciones como junta de acción comunal, comités de trabajo, un grupo religioso; la vereda pertenece a la asociación de trabajo del área circunvecina de la región “ARCA”.

Ecopetrol había aprobado la construcción del salón comunal pero por no haber utilizado a tiempo los dineros deben iniciar nuevamente los trámites.

Peralonso. Población aproximada de 150 habitantes con 40 familias.

Servicios públicos y sociales. No hay acueducto, hay un tanque elevado que no funciona. No existe alcantarillado y depositan las aguas negras en pozos sépticos o al aire libre. La electricidad suministrada por la empresa de energía del Meta es eficiente y cubre el 100% de la población. No hay Puesto de salud. Existe una Escuela Nueva con un profesor encargado de los cinco cursos de primaria, que reside en la misma escuela; cuentan con un restaurante escolar que proporciona refrigerios y almuerzo; para los estudios secundarios los menores se desplazan al colegio Alfonso López Pumarejo de Pompeya.

Hay organizaciones sociales como la junta de acción comunal y la asociación de padres de familia. Las únicas actividades que se realizan a nivel comunitario son los eventos deportivos que programa Ecopetrol.

Santa Helena Sector 1. Tiene población de 250 habitantes repartidos en 60 viviendas, con un promedio de 4 personas por familia. La población económicamente activa está compuesta por 60 personas entre hombres y mujeres. El grueso de la población proviene de los departamentos de Huila, Tolima y un buen número de la zona cafetera.

Servicios públicos y sociales: La electrificación es regular. No hay acueducto y se surten de pozos y aljibes. No hay sistema de alcantarillado por lo que se utilizan los pozos sépticos. El 90% de la población cocina sus alimentos con gas propano, el 10% restante con gas natural. Salud: no existe puesto de salud; las enfermedades frecuentes son gripas, fiebres y anemia. Educación: hay una Escuela Nueva en la vereda con la primaria completa; el número de alumnos es bastante bajo (15 alumnos). Existe un restaurante escolar donde dan refrigerios y almuerzo; un solo docente, que vive en la escuela, se encarga de atender los cinco cursos de primaria.

Las organizaciones sociales existentes son la junta de acción comunal y los comités de trabajo, igualmente el grupo religioso.

El Instituto Nacional de vías INVIAS, actualmente les colabora prestando asesoría y educación vial a los niños de la comunidad, al mismo tiempo realizan programas de integración; la comunidad está pendiente que se firme el convenio entre la administración municipal y ECOPETROL para la construcción del acueducto.

Santa Rosa de Rionegro. Población aproximada de 280 personas con un promedio de 5 personas por familia, la mayoría de sus habitantes proceden de los departamentos del Huila y Tolima,

Servicios públicos y sociales. Energía: Empresa Electrificadora del Meta con servicio regular. Acueducto: el 80% de las viviendas con acueducto comunitario y el 20% restante con aljibes o pozos. Alcantarillado: muy deteriorado y con vertimiento a campo abierto o en el caño Chucua Negra. Residuos sólidos: recolección tres veces a la semana. Combustible para cocinar: gas propano. Salud: no hay Puesto de Salud; existe un número reducido de afiliaciones al Sisben. Educación: existe el sistema de Escuela Nueva con una escuela y un docente, que reside en la escuela, atiende 33 alumnos en los cinco grados de educación primaria, no hay servicio de restaurante escolar.

Las organizaciones sociales existentes son: junta de acción comunal, asociación de padres de familia y comités de trabajo.

Existe un polideportivo dotado de canchas de fútbol, de microfútbol y baloncesto que no se encuentran en buen estado. Celebran la fiesta de las regiones. En el campo deportivo están las actividades que programa ECOPETROL.

La Reforma –Libertad. Población aproximada: 70 personas de 23 familias; proceden del Huila y del Tolima y algunos de la región llanera.

Servicios públicos: Acueducto: un acueducto comunitario rústico de aguas subterráneas abastece al 95% de la población. Alcantarillado: no existe y manejan las excretas a través de pozos sépticos y al aire libre o en el caño la Reforma. Electricidad: Electrificadora del Meta, con cubrimiento del 100% y bastante deficiente. Combustible para cocinar: gas propano con cobertura del 100% de la población. Residuos sólidos: no hay recolección por lo que se queman o entierran. Salud: no hay Puesto de Salud y utilizan el servicio de Altos de Pompeya. Educación: no cuentan con escuela y los niños asisten a la vereda la Suiza o a Apiay.

Como organizaciones sociales están la junta de acción comunal y la asociación de padres de familia. Cuentan con sitios recreativos para la comunidad pues hay varios balnearios para la recreación familiar. Hay las actividades deportivas que programa ECOPETROL.

Área de influencia indirecta – Municipio de San Carlos de Guaroa

a. Aspectos generales

El Municipio de San Carlos de Guaroa, se encuentra está ubicado en la parte centro occidental del Departamento del Meta. Tiene una extensión de 811 Km² y limita al norte con los municipios de Villavicencio y Puerto López, al occidente con los Municipios de Castilla La Nueva y Acacias. Al oriente con el Municipio de Puerto López y al sur con el Municipio de San Martín. Su cabecera se encuentra a 85 km de Villavicencio.

El municipio de San Carlos de Guarda cuenta con tres inspecciones y 10 veredas además del casco urbano y del área sub urbana aledaña a este. La distribución político-administrativa se puede observar en la siguiente Tabla 4-25.

Tabla 4-25. División político-administrativa del municipio

Inspecciones	Veredas
Casco urbano	
Inspección de Surimena	Patagonia
	Surinema
	Giranema
Inspección Palmeras	Palmeras
	San José de las Palomas
	Pesqueros
	Peñuelas
Inspección Rincón de Pajure	Infante
Área suburbana aledaña al casco urbano	Capri
	La Unión
	Mundo Roto
	El Barro
	La Raya

Fuente: Alcaldía de San Carlos de Guaroa, pág web, 2010.

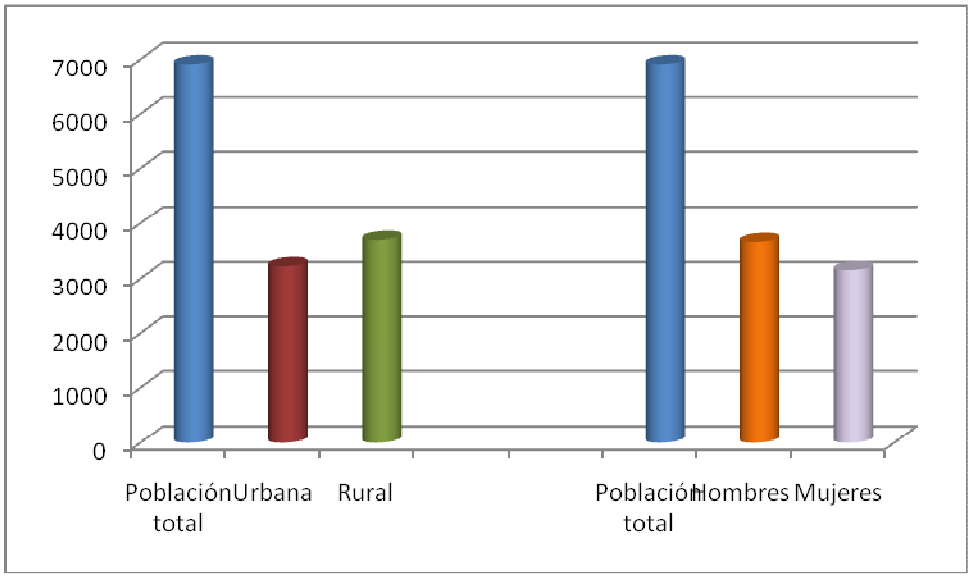
b. Dinámica de población

- Estructura de la población:

Del censo del DANE del año 2005 se obtuvo la información de la población distribuida por espacio, sexo y grupos étnicos, así como el número de viviendas y hogares existentes, a que se grafica en las Figuras 4-47 y 4-48.

Según el Censo de 2005 San Carlos de Guaroa contaba con una población de 6.909 habitantes distribuidos de la siguiente manera, un porcentaje mayor radicado en la zona rural con un 53.38% y un 46.62% al sector urbano, la población masculina supera el número de mujeres habitantes en el municipio, 52.93 hombres y 47.07 mujeres.

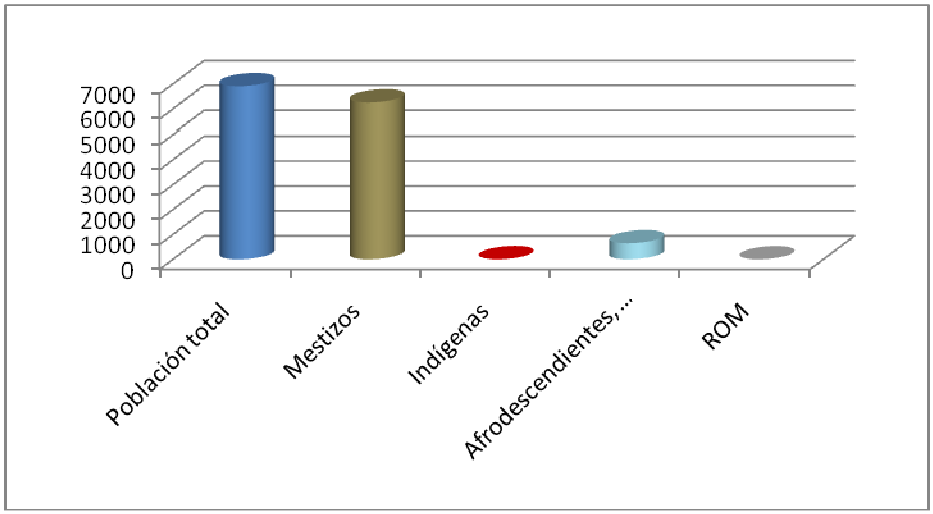
Figura 4-47. Distribución de la población por área y por sexo



Fuente: DANE, Censo 2005

La población residente en el municipio está conformada en un 90% por población mestiza; no se encuentran comunidades étnicas legalmente constituidas aunque existe un número representativo de afrodescendientes (647) como se indica en la Figura siguiente:

Figura 4-48. Distribución de la población por grupos étnicos



Fuente: DANE, censo 2005

En la Tabla 4-26 se indica la distribución por número de hogares y viviendas reportadas para las áreas urbana y rural (censo de 2005).

Tabla 4-26. N° de viviendas y hogares, urbano y rural

Total Viviendas	Vivienda		Total Hogares	Hogares	
	Urbano	Rural		Urbano	Rural
1.762	819	943	1.669	830	839
100%	46.48%	53.52%	100%	49.73%	50.27%

Fuente: DANE, censo 2005

A nivel rural el municipio reporta para el año 2001 (Talleres de Diagnóstico participativo, 2001) una población de 6.274 habitantes concentrada en su mayoría en los centros poblados (2800 personas) y con mayor porcentaje en las veredas La Palmera y Surimena y un alto porcentaje 41% menores de 12 años. En el área rural hay un total de 3474 personas, la mayor parte de ellas en la vereda Las Palmeras (ver Tabla 4-27).

Tabla 4-27. Distribución de la población en los centros poblados y veredas de San Carlos de Guaroa (2001)

N°	Centro poblado/ vereda	Residentes				
		Total	Mujeres	Hombres	< 12 Años	> 65 Años
Centros poblados						
1	La Palmera	1,620	350	400	800	70
2	Piñuelas	70	15	15	39	1
3	Rincón de Pajure	230	55	65	85	25
4	San José de Las Palomas	205	54	65	82	4
5	Surimena	675	250	250	150	25
Totales		2,800	724	795	1,156	125
Veredas						
1	El Barro	89	35	15	25	14
2	Giramena	145	30	60	40	15
3	Isla de Capri	52	18	21	11	2
4	La Raya	24	7	8	9	
5	Pajure	289	72	77	105	35
6	Palmeras	1,755	400	460	825	70
7	Palomas	245	66	81	93	5
8	Patagonia	200	48	96	36	20
9	Pesqueros **	0				
10	Surimena	675	250	250	150	25
Totales		3,474	926	1,068	1,294	186

Fuente: Talleres de Diagnóstico Participativo— Incluye la población de los centros poblados.2005

c. Comportamiento demográfico (tasas natalidad y mortalidad, tendencias):

A nivel de morbilidad el Municipio reporta los siguientes registros para las enfermedades de mayor importancia siendo el dengue la causa principal de decesos en el municipio con un promedio elevadísimo correspondiente a 715 personas (Tabla 4-28).

Tabla 4-28. Índices de morbilidad para las principales enfermedades 2005

	VIH Sida /1000 hab	Sífilis congénita /100 nacidos vivos	Dengue clásico/ 100 hab	Paludismo vivax/100 hab	EDA7100 hab	Tuberculosis /100.000 hab
Municipio	0	14	715	9	576	35
Departamento	213	54	34.585	340	5.328	558

Fuente Gobernación del Meta – Secretaría de Planeación, Estadísticas 2005.

d. Necesidades básicas insatisfechas (NBI)

En el año 2005 el índice de NBI para el municipio era de 46.68%, nivel superior al promedio reportado para el departamento que es de 41.34% (Gobernación del Meta)

Área de influencia directa – Municipio de Acacias

El área de influencia directa la conforman las veredas San José de las Palomas y la vereda Quebraditas que corresponden al municipio de Acacias.

a. Vereda San José de Las Palomas

Esta vereda pertenece a la Inspección de La Palmera, localizada al norte del Municipio, es el centro rural de mayor importancia, con respecto al crecimiento poblacional. Comprende las veredas de Palmeras, San José de las Palomas, Pesqueros, y Peñuelas, cuenta con amplias extensiones de cultivos de palma Africana y arroz. La agroindustria está representada por las extractoras de aceite Manavire en la vereda Palomas y Morichal en la Inspección la Palmera.

Dimensión demográfica. La vereda San José de Palomas cuenta con una población de 245 personas, con una alta presencia de población menor de 12 años (93). En la Tabla 4-29 se presenta la población reportada para el centro polveado y la vereda.

Tabla 4-29. Distribución de la población en el centro poblado de San José de Palomas y en la vereda Palomas (2001)

Centro poblado/ vereda	Residentes				
	Total	Mujeres	Hombres	< 12 Años	> 65 Años
San José de Las Palomas	205	54	65	82	4
Palomas	245	66	81	93	5

Fuente: Talleres de Diagnóstico Participativo— Incluye la población de los centros poblados.2005

Dimensión espacial

Área de influencia indirecta – Municipio de Villavicencio zona urbana

Según lo identificado en el Plan de Salud Territorial del municipio (2008), la cobertura de los servicios públicos en el municipio fue eficiente, sin embargo existían deficiencias en el área rural con valores de 38.2% para el primero y 18.2% para el segundo.

Acueducto: en el área urbana presta el servicio la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio (EAAV). Fuentes de agua: 7 de agua superficial y 8 de pozos profundos. Planta de tratamiento con laboratorio de calidad en el barrio La Esmeralda y suministro por gravedad. Cobertura del 91.82%. Según los registros del DANE en el 2005 la cobertura fue del 89.5%: en la zona urbana de 92.7% y en la rural de 38.2%. Para el año 2005 se reportaron 62.611 usuarios, 44.544 de ellos con micromedidor y 18.067 no. El consumo por metros cúbicos era de 8.257.281 m^3 utilizados en el 80.6% por el sector residencial y el 19.4% por otros sectores (comercial, industrial, oficial, especial y provisional). Además hay otros 4 acueductos para sendos barrios: 3 por gravedad y 1 por bombeo. También hay acueductos particulares administrados por Juntas de Acción Comunal tanto a nivel urbano (11 por gravedad y 3 por bombeo) como a nivel rural (5 por gravedad y 2 por bombeo).

En el sector rural las fuentes de los acueductos ("Diagnostico Sanitario", Secretaría Local de Salud), proviene de 6 ríos, 21 quebradas y 67 caños, para un total de 94 fuentes superficiales. El 51.78% de las veredas aprovechan pozos profundos o aljibes; el 48.22% se surten de fuentes superficiales. El 35.71% de las veredas tiene acueducto, con cobertura promedio por vereda de 66.9%, de los cuales el 3.57% cuenta con planta de tratamiento. El 92.85 de las aguas no son aptas para consumo humano, solo el 7.15% se pueden considerar como seguras. El sistema de distribución de agua para uso doméstico en el sector rural se hace mediante red domiciliaria (30.35%), el 35.71% usan mangueras de polietileno, el 25% se surten por bombeo y el 14.28% utilizan otros sistemas como el acarreo.

Alcantarillado: en Villavicencio existe un sistema combinado de aguas servidas y aguas lluvias, con receptores finales en los Caños Gramalote, Parrado, Maizazo, Buque y La Cuerera, las cuales atraviesan la ciudad teniendo como receptor final el río Guatiquía. Hay cinco (5) plantas de tratamiento de aguas servidas por sistemas aeróbico y anaeróbico, ubicadas en los conjuntos residenciales. Algunos barrios subnormales utilizan pozos sépticos. La cobertura total de este servicio fue de 90.1%, en la zona urbana con el 94.7% y solamente el 18.2% en la zona rural (DANE, 2005). La cobertura del servicio de acueducto y alcantarillado es de 48.7%.

En el sector rural, el 12% de la población cuenta con servicio de alcantarillado que drena a las fuentes hídricas. La población sin cobertura manejan sus desechos mediante el sistema de pozos sépticos (76.79%), letrina (1.79%) o los ríos (1.79%); el 5.35% no posee ningún sistema de disposición para los desechos domiciliarios (suelo/ monte). Del total de veredas, solo el 1.79% tiene tratamiento de las aguas servidas. (Diagnóstico Sanitario Rural año 2002).

Aseo: Está a cargo de la empresa de economía mixta Bioagrícola del Llano S.A. desde el año 1996 con una cobertura del 98%, recogiendo en promedio unas 280 toneladas diarias de basuras, las que tienen como disposición final el relleno sanitario ubicado en el Kilómetro 18 Vía Caños Negros; para el año 2005 se reportaron 89.069 usuarios.

Energía eléctrica: A cargo de la Empresa Electrificadora del Meta (EMSA), la cual se surte del Sistema Nacional de Energía, interconexión Guavio a través de dos subestaciones: La Reforma y El Barzal, la cobertura es del 100%, pero según datos del DANE en el censo 2005 la cobertura era del 98.2% en el sector urbano y 90.9% en el sector rural.

Gas domiciliario: El suministro domiciliario proveniente de los pozos Apiay, lo maneja la entidad Llanogas S.A., con una cobertura del 99%. El número de usuarios es de 75.915, de los cuales el 805 pertenecen al sector residencial, el 1.93% al sector comercial y el 0.04% al sector industrial. Las cifras del DANE revelan que la cobertura era de 78,8%, distribuidos de la siguiente manera 83% en la sector urbano y 12.4% en el sector rural.

Telefonía: Se encuentran las empresas Telefónica Telecom, ETB, ETELL y TELMEX, con líneas domiciliarias y comerciales, actualmente el sistema de telefonía celular se ha incrementado contando con una cobertura de 67.4%: 70.2% sector urbano y 23.2% sector rural (DANE 2005).

Internet: El servicio es prestado por TELECOM Colombia telecomunicaciones S.A., Empresa de Telecomunicaciones del Llano ETELL, Empresa de Teléfonos de Bogotá y TELMEX. La administración local cuanta con un programa "meta digital", que consiste en brindar a toda la población espacios dotados de internet de banda ancha, de libre acceso, ubicados en la Plaza Los Libertadores (plaza principal) y en la Casa de la Cultura.

Transporte y vías: La ciudad cuenta con la terminal de transportes terrestres y el Aeropuerto Vanguardia. Los principales corredores viales son: Circunvalar, a Puerto López, Los Maracos, Alfonso López, Avenida Cuarenta, el Anillo Vial perimetral y la vía a Catama.

Área de influencia directa – Municipio Villavicencio zona rural

La información veredal se extrajo del informe “Diagnóstico Social 2005” elaborado por ECOPETROL Superintendencia de Operaciones Apiay y de la información suministrada por los presidentes de juntas.

Acueducto: las veredas del área de influencia del bloque Apiay tienen acueductos pequeños y medianos que prestan servicio comunitario; cuando el servicio es muy deficiente deben suplir el déficit con aljibes o pozos. Aunque la abundancia de fuentes hídricas superficiales y subterráneas facilita la construcción de acueductos, estos no cuentan con plantas de tratamiento ni con controles ambientales efectivos.

Alcantarillado: Este servicio tienen una cobertura del 10.53% en las veredas; la mayoría de las viviendas cuenta con pozos sépticos que generan serios problemas socio-ambientales debido a su proximidad con los aljibes para el abastecimiento de agua.

Aseo: En el sector rural la recolección de residuos sólidos es bastante eficiente y el servicio se presta 3 veces por semana. En sectores sin cobertura, los residuos son enterrados o quemados, los biodegradables se utilizan para la producción de compost y humos con destino a huertas caseras.

Energía Eléctrica: El servicio lo presta la Electrificadora del Meta, con cobertura a nivel rural del 100%, pero los usuarios están descontentos por los continuos cortes.

Servicios Sociales: Solo el 10.53% de las veredas tiene servicios de salud prestados a través de puestos de salud que dependen de la E.S.E. ubicada en el casco urbano, el servicio es deficiente, con infraestructuras físicas en mal estado y con una dotación no solamente precaria sino deficiente.

Educación. La cobertura del nivel educativo en el sector rural alcanza el 89.47%, la mayoría de las veredas cuenta con escuela primaria del sistema Escuela Nueva, algunas muy bien dotadas gracias a la colaboración que siempre presta la empresa Ecopetrol al sector educativo; en el área de influencia se cuenta con el colegio Alfonso López Pumarejo que alberga a la mayoría de estudiantes de las veredas que realizan estudios secundarios.

Área de influencia indirecta – Municipio de San Carlos de Guaroa

Gas domiciliario: según información de la alcaldía a partir del mes de mayo de 2010, se empezará a prestar el servicio de gas natural a 800 familias del municipio.

Telefonía: El municipio cuenta con servicio de telefonía fija y telefonía celular prestado por la empresa CORCEL, quien tiene instalada una torre.

Transporte y vías: El Municipio tiene pistas privadas para el aterrizaje de avionetas.

La vía principal es la que comunica al casco urbano con Villavicencio en un recorrido de 105 Km; hay otras rutas de acceso, siendo la más transitada la que se desprende del cruce de la troncal en Acacias antes del Río Orotoy que tiene una longitud de 96 Km; de los cuales 30 Km recorren el municipio.

Otra es la que pasa por las cabeceras de Guamal - Castilla la Nueva - Inspección de San Lorenzo - Toro, que atraviesa unos 20 Kilómetros del municipio. La última vía de acceso es la de Villavicencio – Pachaquiaro – Palmeras - San Carlos, con 20 Kilómetros de los cuales varios tramos se encuentran petrolizados; es la vía de mayor atención por parte de la administración municipal pues se la considera una vía departamental; presenta inundaciones en época de invierno.

Además, por el costado sur del perímetro urbano del Municipio corre el Río Guamal, siendo éste su límite, pero no es utilizado como vía de comunicación puesto que no posee puerto Fluvial.

Se dispone de una red de carreteras interveredales que comunica a los centros poblados con la cabecera municipal. En la vía Rincón de Pajure – La Palmera existe un tramo (5 Km. aproximadamente) con pavimento en frío, así mismo (10 Km. aproximadamente) en parte de la vía San Carlos de Guaroa – La Palmera. Las demás carreteras tienen recebo o base granular con regular mantenimiento.

Salud: El municipio cuenta con una E.S.E, pero para atenciones de mayor gravedad deben recurrir a las instituciones de II nivel en los centros hospitalarios de Villavicencio donde existen hospitales de I y II nivel o Granada - hospital de II nivel.

Educación: (2000) en el perímetro urbano se encuentra el Colegio Nacionalizado de San Carlos de Guaroa con niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, Educación Media y Educación de adultos. Además se ofrece servicio de internado y semi internado para niños y jóvenes de bajos recursos económicos y de extracción campesina preferiblemente.

En el área rural se encuentran 5 escuelas con niveles de primaria son: la Escuela Simón Bolívar, en la Inspección La Palmera, donde se ofrece educación hasta el grado séptimo (7); la Escuela Santa Isabel La Católica en Surimena; la Escuela Divino Niño, en la Inspección Rincón de Pajure; la Escuela San José de Las Palomas, en la vereda Palomas de la Inspección La Palmera y la Escuela Octavio Almanza, en la vereda Patagonia, Inspección Surimena.

De acuerdo con las estadísticas del Departamento del Meta para el año 2005, la cobertura a nivel de educación mostraba los siguientes registros.

Tabla 4-30. N° de estudiantes matriculados oficiales y privados, 2005

Ítem	Prees-colar	Primaria	Secundaria	Media	Total	Ciclos	Total oficial	Total Privada	Total general
Alumnos	186	1.239	628	97	2.150	104	2.254	35	
Cobertura bruta	244.7	362.3	215.8	59.5			246.8		262.8

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

De acuerdo con esta misma fuente y para el año 2005 en el municipio existía un total de 7 institutos educativos, de éstos 6 eran establecimientos oficiales, 1 en el sector urbano y 5 en el rural, a nivel privado se encontraba sólo 1 establecimiento en el sector rural.

Dimensión económica

Área de influencia indirecta – Municipio de Villavicencio

Las principales fuentes económicas del municipio son la agricultura, la ganadería, la minería, el comercio y el turismo, lo que convierte a Villavicencio en el polo de desarrollo de los llanos orientales. Cuenta además con un patrimonio energético como es la explotación de gas y petróleo en el campo de Apiay.

Según el censo del DANE en el año 2005, el 10.3% de los establecimientos están dedicados a la industria, el 48.3% al comercio, el 31.6% a la prestación de servicios y el 8.2% a otras actividades.

Villavicencio es un importante centro de acopio y paso obligado para el transporte de la mayoría de las cosechas y el ganado que se produce en la región de los Llanos Orientales con destino al centro del país; cuenta con procesadoras de arroz y de aceite de palma; las actividades agropecuarias utilizan el 87% del territorio, de los cuales el 50% pertenecen a la agricultura, 36% a la ganadería y el 13.42% a otras actividades.

Los productos agrícolas que se cultivan en mayor escala son: arroz (15.540 has), soya, maíz, frutales, yuca, algodón, cacao, plátano y palma africana.

De las 88.000 cabezas de ganado bovino existentes en el área, la mayoría son sacrificadas y utilizadas en el consumo humano, unas 7.200 cabezas son utilizadas como ganado de leche las cuales producen unos 24.000 litros diarios. También, existen explotaciones importantes de producción porcina, piscícola, avícola de engorde y postura, caballar y mular.

En minería son muy importantes los yacimientos de petróleo en el Complejo Apiay-Ariari, con estaciones en Apiay, Suría y Reforma-Libertad, que reportan un promedio diario de barriles extraídos entre 90.000 y 100.000 unidades (Mayo de 2009). De esta actividad el municipio recibe regalías del orden de 7% de las entregadas al departamento.

A nivel industrial se encuentran fábricas de productos alimenticios y bebidas.

Villavicencio es el centro comercial más importante de los Llanos Orientales En los últimos años la ciudad ha alcanzado un desarrollo económico fortalecido por el sector del comercio, gracias a la dinámica generada por las vías de comunicación que canalizan hacia el interior y el centro del país, la industria agropecuaria y agroindustrial del Llano; como también la de productos que ingresan a la región provenientes de diferentes lugares del país, igualmente la actividad de la construcción ocupa un papel muy importante en la industria.

A nivel comercial la ciudad cuenta con grandes centros comerciales tales como: Llanocentro, La Sabana, Unicentro, Villacentro, próximamente la cadena chilena de mejoramiento del hogar y construcción Sodimac abrirá una tienda Homecenter en la ciudad dicho proyecto tendrá una inversión de US$ 19,24 millones.

El sector financiero cuenta con unas 50 oficinas bancarias, la mayoría con servicios de cajeros automáticos, y oficinas de cambios de divisas ubicadas en los principales centros comerciales.

Es el principal centro universitario de la región por la existencia de 17 universidades y más de una veintena de centros de formación técnica y tecnológica.

En el tema de empleo, Villavicencio es considerada como una ciudad con una baja tasa de desempleo debido al alto índice de informalidad que se alcanzó en el año 2007 con unas 96.000 personas, además de niveles altos de subempleo y de falta de cobertura en seguridad social. En marzo de 2007 se registró un índice de ocupación de 54.4%, 1.8 puntos porcentuales por encima de la media nacional.

El sector que mayor número de personas ocupa es el del comercio con un 38.3%, seguido de servicios comunales, sociales y personales con el 25.3%, transporte, almacenamiento y comunicaciones con el 11%, la industria manufacturera con el 8.5%, la construcción con el 7.10% y el resto por actividades inmobiliarias, agropecuarias (2%), intermediación financiera, servicios públicos y explotación de minas y canteras.

La Gobernación del Meta reporta en sus indicadores para el año 2005 que la ciudad de Villavicencio en el periodo 2003-2005 tuvo un aumento en el número de empleos acorde con el aumento de la población de la ciudad y con el índice de población económicamente activa. Muestra un descenso en la tasa de desempleo que pasa del 34.14% en el 2003 al 31.93% en el 2005, ver Tabla 4-31.

De acuerdo con esta misma fuente, la ocupación por actividad económica está determinada en un 40.25% por el comercio, restaurantes y hoteles, el 21.35% por el sector de servicios, el 10.06% transporte y comunicaciones, el 9.78% industria, el 6.65% por la construcción, seguido de cerca por el 6.04% por actividades inmobiliarias, el 4.64% otras actividades y el 1.24% por intermediación financiera.

Tabla 4-31. Indicadores laborales municipio de Villavicencio, 2003-2005

Concepto	2003	2004	2005
Participación relativa (%)			
% población en edad de trabajar	75.07	75.45	75.87
Tasa global de participación	65.88	64.98	65.66
Tasa de Ocupación	56.31	56.73	57.62
Tasa de desempleo	14.53	12.70	12.25
TD. Abierto	13.56	11.77	11.31
T.D.Oculto	0.97	0.93	0.94
Tasa de subempleo	34.14	33.65	31.93
Insuficiencia de horas	7.91	10.35	11.12
Empleo inadecuado de competencias	3.32	3.59	3.63
Empleo inadecuado de ingresos	29.45	28.43	25.85

Concepto	2003	2004	2005
Participación absoluta No de habitantes			
Población total	305.404	331.960	322.433
Población en edad de trabajar	229.266	236.881	244.642
Población económicamente activa	151.046	153.923	160.637
Ocupados	129.094	134.382	140.952
Desocupados	21.952	19.541	19.685
Abiertos	20.487	18.115	18.169
Ocultos	1.465	1.426	1.516
Inactivos	78.220	82.958	84.005
Subempleados	51.569	51.794	51.288
Insuficiencia de horas	11.940	15.929	17.858
Empleo inadecuado por competencia	5.016	5.532	5.829
Empleo inadecuado por ingresos	44.486	43.760	41.528

Fuente: Gobernación del Meta, Secretaría de Planeación. Estadísticas 2005

La Secretaria de Planeación departamental reporta los rendimientos de los principales cultivos a nivel a nivel departamental y municipal, por toneladas y producción.

Tabla 4-32. Producción y rendimiento de principales cultivos en Villavicencio y el departamento año 2005

	Villavicencio			Total departamental		
Cultivo/año	**Área cosechada (has)**	**Producción (Toneladas)**	**Rendimiento (Kg/has)**	**Área cosechada (has)**	**Producción (Toneladas)**	**Rendimiento (Kg/has)**
Palma Africana	86	300	3.490	65.074	171.144	2.453
Plátano	408	7.344	--	18.992	335.570	--
Yuca	230	3.910	17.000	3.850	59.161	13.670
Arroz	15.540	87.294	5.850	76.110	421.369	87.569
Maíz	2.432	8.314	5.500	17.662	66.498	3.77
Soya	0	0	0	0	0	0

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas, 2005

A partir de la Tabla anterior se puede decir que el municipio comparado con el total del departamento tiene pocas áreas dedicadas a la agricultura: entre estas el cultivo de palma tiene la menor producción, 300 toneladas, y el arroz que es el de mayor producción con 87.294 toneladas.

Los datos registrados por el departamento a nivel pecuario para el año 2004 se pueden observar en la Tabla 4-33. Es claro el bajo número de bovinos en el municipio con un total de 87.150 cabezas, comparado con el total departamental de 1.460.365.

Tabla 4-33. Producción pecuaria Villavicencio y departamento del Meta, año 2004

Municipio /Departamento	Inventario Bovinos			Vacas en ordeno	Sacrificio	
	Machos	**Hembras**	**Total**		**Bovinos**	**Porcinos**
Villavicencio	43.550	43.600	87.150	13.250	77.120	22.048
Departamento	601.443	858.922	1.460.365	83.975	141.543	32.919

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

En la Tabla 4-34 se presenta el inventario de otras especies pecuarias encontradas en el municipio con valores poco representativos para el total departamental.

Tabla 4-34. Inventario de otras especies pecuarias en Villavicencio y el departamento año 2004

Municipio /Departamento	Inventario					
	Caballar	Mular	Asnal	Cunícola	Ovina	Caprina
Villavicencio	3.700	1.200	130	200	270	270
Departamento	54.863	18.119	1.557	2.064	23.781	3.242

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

Los datos publicados por la Secretaria de Planeación en piscicultura reporta que el municipio de Villavicencio cuenta con un área de 970.000 m² para este uso; de estas 780.000 m² se encuentran en producción con una cosecha de 1.536 toneladas.

En recursos mineros y petróleo, la secretaría de planeación departamental reporta para el bloque Apiay una producción bastante considerable de 4.462.796 barriles para el año 2005 (ECOPETROL) en relación con la producción departamento que es de 28.467.540 barriles, es decir que se produce el 15.67% del total del departamento

Área de influencia directa – Municipio de Villavicencio total

Si bien la variedad de los suelos de su jurisdicción le brinda grandes beneficios, también su subsuelo le depara riqueza a partir de los yacimientos de petróleo en el cercano Complejo Apiay-Ariari, con sus estaciones Apiay, Suría y Reforma-Libertad, que reportan un promedio diario de barriles extraídos que oscila entre 90.000 y 100.000 unidades (Mayo de 2009).

En algunas de las veredas del área de influencia el principal sistema productivo es la ganadería de ceba, igualmente la de cría y levante, alternando con los cultivos de arroz, trabajo en cultivos de palma y algunos pequeños cultivos de cítricos. Pero según información suministrada por los presidentes de juntas de acción comunal, la mayoría de habitantes no se están desempeñando en la agricultura ni la ganadería pues todos aspiran a trabajar así sea por dos meses en Ecopetrol dado que son mejor remunerados.

Debido a la situación económica que vive el país, el desempleo se ha acrecentado ya que la mayoría de las personas aspiran a trabajar en Ecopetrol o en las empresas contratistas y al no lograrlo se han dedicado a las ventas informales y a otras actividades que no generan ingresos suficientes, otro problema es la migración que se da ocasionada por la industria del petróleo haciendo que aumente el índice de desempleo en la región.

Área de influencia indirecta – Municipio de San Carlos de Guaroa

La economía del municipio se basa en la explotación agrícola especialmente de palma de aceite y de arroz, con plantas procesadoras, y en la explotación de ganadería extensiva. Otras actividades de menor importancia son la pesca artesanal, los productos agrícolas de pancoger, la prestación de servicios y el comercio.

En la inspección de Surinema, localizada al Noroccidente del Municipio y conformada por 3 veredas (Patagonia, Surinema y Giranema), predomina la explotación de palma de aceite y la

explotación ganadera de tipo extensivo. La planta procesadora Manuelita, una de las más grandes del municipio, se encuentra en este sector.

Sin embargo esta región poco le aporta a la economía del municipio ya que sus relaciones comerciales y financieras se hacen con el municipio de Acacias, de donde se recluta gran parte de la mano de obra que requiere para su actividades. Esta situación esta favorecida por la presencia de dos vías de acceso y el servicio de transporte público diario que tiene hacia Acacias mientras que carece de este servicio con el casco urbano de San Carlos de Guaroa.

A nivel local las veredas y la inspección en general dependen de los servicios básicos suministrados por el municipio y de la presencia administrativa para la realización de obras, actividades culturales y conmemorativas.

La Inspección La Palmera, ubicada al norte del Municipio, centro rural de mayor crecimiento poblacional, está constituida por 4 veredas: Palmeras, San José de las Palomas, Pesqueros, y Peñuelas. Esta inspección cuenta con amplias extensiones en cultivos de palma africana y arroz, unidades agroindustriales para la extracción de aceite denominadas Manavire en la vereda Palomas y Morichal en la Inspección la Palmera.

Al igual que en el caso anterior esta inspección aporta muy poco a la economía municipal ya que esta se realiza con el municipio de Villavicencio, para transacciones comerciales y financieras pero depende para servicios y obras de la administración de San Carlos. El desplazamiento se realiza a través de la carretera departamental Villavicencio – San Carlos donde esta Inspección se convierte en paso obligado, por lo cual cuenta con un adecuado servicio de transporte brindado por las empresas: La Macarena, Tax Meta y la Chiva.

En la Inspección Rincón de Pajure, ubicada al Nororiente del Municipio, conformada por la vereda Infante, la economía se basa en la pesca en el río Acacias y la ganadería extensiva con pastos naturales, que generan empleos de carácter informal. Depende de los servicios entregados por la Alcaldía Municipal. Se comunica con el casco urbano por una carretera en mal estado y no cuenta con transporte intermunicipal lo que dificulta su desplazamiento.

Como infraestructura cuenta con un puerto que permite el transporte de ganado y pescado hacia el Municipio de Puerto López.

Es importante anotar que a pesar de contar con un gran paisaje turístico representado en la belleza del río Pajure y los extensos morichales, no se ha explotado este factor.

El Área suburbana aledaña al casco urbano, está compuesta por las veredas, el Capri, la Unión, Mundo roto, el Barro y la Raya, que se encuentran cerca al casco urbano y no alcanzan a formar una nueva inspección. Esta zona cuenta con áreas extensas para la producción de palma y con empresas agroindustriales extractoras de aceite como La Paz, ubicada en la vereda Capri y San Marcos en la vereda la Unión.

Adicionalmente, en estas veredas se encuentran extensas fincas arroceras que generan empleo y que no aglutinan un volumen poblacional representativo, generando gastos administrativos que benefician a predios privados.

Este sector sí depende para sus interrelaciones del casco urbano ofreciendo fuentes de empleo pero de él demandan servicios de educación, salud, actividades recreativas, religiosas y trámites administrativos.

De acuerdo con la Gobernación del Meta este municipio hace los siguientes aportes a la economía del departamento en el sector agrícola y pecuario, ver Tablas 4-35, 4-36 y 4-37.

Tabla 4-35. Área, producción y rendimiento de principales cultivos en San Carlos de Guaroa y departamento

	San Carlos de Guaroa			Total departamental		
Cultivo/año	Área cosechada (has)	Producción (Toneladas)	Rendimiento (Kg/has)	Área cosechada (has)	Producción (Toneladas)	Rendimiento (Kg/has)
Palma Africana	28.799	80.637	2.800	65.074	171.144	2.453
Plátano	25	300	12.000	18.992	335.570	--
Yuca	15	180	12.000	3.850	59.161	13.670
Arroz	4.138	22.931	5.500	76.110	421.369	87.569
Maíz	0	0	0	17.662	66.498	3.77
Soya	0	0	0	0	0	0

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

El municipio tiene una buena extensión en cultivos agrícolas comparada con el área total del departamento, especialmente en palma africana con 65.074 ha seguido de los cultivos de arroz con 76.110 ha., el menor en hectáreas cultivadas la ocupa los cultivos de yuca con 3.850 ha.

Tabla 4-36. Producción pecuaria en San Carlos de Guaroa y departamento

Municipio /Departamento	Inventario Bovinos			Vacas en ordeno	Sacrificio	
	Machos	Hembras	Total		Bovinos	Porcinos
San Carlos de Guaroa	16.200	21.400	37.600	420	650	130
Departamento Meta	601.443	858.922	1.460.365	83.975	141.543	32.919

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

Tabla 4-37. Inventario de otras especies en San Carlos de Guaroa y departamento

Municipio /Departamento	Inventario					
	Caballar	Mular	Asnal	Cunícola	Ovina	Caprina
San Carlos de Guaroa	1.610	270	15	0	200	0
Departamento del Meta	54.863	18.119	1.557	2.064	23.781	3.242

Fuente. Gobernación del Meta- Secretaria de Planeación. Metas estadísticas 2005

Para el Municipio de San Carlos de Guaroa la Gobernación reporta un área piscícola de 82.000 m², todos en producción y una cosecha de carne de 300 toneladas.

Un grave problema que se viene presentando en el municipio es la muerte del río Guamal que ha sido desviado en su totalidad por los dueños del cultivo de palma, sin dejar agua ni siquiera para abastecer las necesidades del municipio (Foto 4-26).

Foto 4-26. Río Guamal, sin agua para el municipio de San Carlos de Guaroa por culpa de los palmicultores

Fuente: Alcaldía de San Carlos de Guaroa, pàg. Web. Esta foto fue tomada el día 15 de Febrero de 2010. *"En la foto se puede apreciar que ya no pasa ni siquiera una gota de agua para nuestro Municipio, el agua que queda es estancada"*

Área de influencia directa – Municipio de Acacias

En la vereda de San José de las Palomas está representada por los cultivos de palma africana para aceite y en menor proporción por cultivos de arroz. También cuenta nivel agroindustrial con la extractora de aceite Manavire

Dimensión cultural

Área de influencia indirecta - Municipio de Villavicencio

a. Caracterización cultural comunidades no étnicas

Los hombres y las mujeres llaneras son una mezcla de personas oriundas de diversas partes del país que se conjugaron con el habitante de estas zonas para compartir sus tradiciones, costumbres, creencias, música y folclore.

Villavicencio está lleno de manifestaciones y tradiciones folclóricas, pero es el rasgo llanero el que mejor proyecta su imagen de pueblo armonioso y pujante.

Los festivales folclóricos y de la canción han marcado un hito en la historia musical y cultural del país, hasta el punto que el himno del departamento salió de uno de estos certámenes.

El Coleo, deporte típico de la región es nacido de la actividad propia de la ganadería que por su popularidad fue ganando espacio dentro de las expresiones culturales regionales, hasta llegar a ser considerado en la actualidad como un deporte nacional.

b. Presencia institucional y organización comunitaria

En la Tablas 4-38 se presentan los organismos de control existentes en el municipio. La organización más importante es la administración municipal, con igual importancia la administración departamental, entre ellas tenemos:

Tabla 4-38. Entidades de control

Entidad	Nombre funcionario	Dirección	Teléfono
Defensoría del Pueblo	Javier Alfonso Gómez Contreras	Cr 39 No 33B-49 Barzal	6684911
Contraloría Departamental del Meta	Jaime Alberto Rodríguez	Cr 34 No 35-38 Barzal	6704141 6704078
Contraloría Municipal de Villavicencio	Héctor Alfonso Cuellar Pulido	Cll 41 No 39-97 La Grama	6641917, 66441505
Contraloría General de la República	Luis Fernando Pinzón Quintero	Cr 30 No 41ª-108 La Grama	6644147 6641413
Fiscalía General de la Nación Seccional de Fiscalías	Germán Rozo Toledo	Palacio de Justicia Oficina 309 Torre A	6631140 631141
Procuraduría General de la Nación	Olga Cristancho Vergara	Edificio Davivienda P.13	6633985 6633491
Procuraduría General de la Nación	Carlos Enrique Melo Valencia	Calle 38 No 30ª – 31 Piso 3 Edificio Banco Popular	6631530
Personería Villavicencio	Yineth Mairena Ladino Clavijo	Barrio Jordán Paraíso	6706506
Procuraduría General de la Nación	María del Pilar Buitrago Torres	Calle 38 No 30ª – 31 Piso 3 Edificio Banco Popular	
DAS - Departamento Administrativo de Seguridad	Luis Ernesto Tamayo Perdomo	Glorieta Hospital	6686059 6686388
DAS - Departamento Administrativo de Seguridad	Miguel Augusto Cruz Vidal	Glorieta Hospital	6685563
Procuraduría General de la Nación, República de Colombia	Gloria Elizabeth Martínez de Giraldo	Calle 38 No 30ª – 31 Piso 3 Edificio Banco Popular	6637503

Fuente Pagina Web. Alcaldía de Villavicencio

Se cuenta con empresa y fundaciones que prestan eficiente labor a nivel departamental, municipal y veredal, igualmente los entes de educación superior que albergan en sus aulas no solamente a la juventud del departamento sino a los que provienen de departamentos vecinos y toda la región llanera, ver Tabla 4-39.

Tabla 4-39. Empresas, fundaciones universidad y notarias

Empresa	Dirección	Teléfono
ACIEM	Cra. 33 No. 37-31 Centro	6622131, 6622131
ACUIORIENTE	KM 18 VIA Cumaral	66550531, 655044
AGAMETA	Calle 19 No. 40-22 Camoa	6688190, 6653770
AGAMETA	Calle 19 No. 40-22 Camoa	6653770, 6674316
Algodoneros de Villavicencio	Cra. 33 No. 17ª-35 Of201 La Florida	6633869, 6635127
Cabildo verde	Cra. 33 No.41-79 parque Infantil	6677305, 6676627
Cámara de Comercio	Calle 39 No. 31-47 Centro	6621038, 6623826
Comité de Ganaderos	Km 7 vía Caños Negros	6651626, 6653669
CORDIALL		6644213, 6615042
COTELCO	Cra. 31 No. 39-52Edificio Balcón Oficina 302	6829691
Diócesis de Villavicencio	Cra. 39 no. 34-19 Barzal	6630337, 6653200
FEDEARROZ	Km 2.5 Acacias anillo vial	6634468, 6634193
FEDEPALMA	Centro Comercial Villacentro B-A Oficina 407	6633177, 6702722

Empresa	Dirección	Teléfono
FENALCO META	Cra. 36 No. 34-36 Barzal Alto	6637290, 6633122
Fundación para el desarrollo de UPIA	Cra. 33 No. 15-29 Oficina 303 Torre Casa Toro	6648673, 6687624
INDUARROZ	Km 2 VÍA Puerto López	6698569, 6698570
LONJALLANOS	Cra. 31 No. 37-07 Oficina 501 Edf. Centauros	6720491, 6719120
Liga de lucha contra el cáncer	Cra. 40 No. 37-102 vía Hospital	6706388, 6719105
PROSOYA	Transv. 23 No. 19-02 San Cristóbal	6709988, 6713626
Sociedad de Arquitectos del Meta	Calle 38 No. 32-41 Oficina 305	6729655, 6624694
FUNDECIM	Calle 44 A No. 46-68 Catalana	
Universidades		
Fundación San Martín	Cra 31 No 36-38 Centro	
Universidad Cooperativa de Colombia	Calle 23 No 33-42 San Francisco	
Universidad Antonio Nariño	Km 1 Vía Pto López	
Universidad Católica Norte de Medellín	Cra 36 No 34ª-37 Barzal	
Corporación Unificada Nacional CUN	Cra 40ª No 28-32 Emporio	
Universidad Minuto de Dios	Calle 40 No. 33ª -32 Centro	
Fundación Universitaria Los Libertadores	Calle 35 No 34-55 Barzal	
Universidad de los Llanos	Vereda Barcelona	
Escuela Superior de Administración Pública ESAP	Barrio San Fernando	
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD	Acacias Km 1 vía a Villavicencio	
Universidad Libre	Cra 41 No 34-18 Barzal Alto	
Universidad del Meta	Cra 32 No 34-17 San Fernando	
Universidad Santo Tomas	Cra. 41 No. 34-47 Barzal Alto	
Notarías		
Notaria Primera	Carrera 30 A 39-39	3153288099 - 6626976
Notaria Segunda	Carrera 30 A 39-18	6623107
Notaria Tercera	Enseguida Casa de la Cultura-Centro	6625704 - 6625705
Notaria Cuarta	Calle 26 40-39 Siete de Agosto	6686500 - 6639178

Fuente: Página Web. Alcaldía de Villavicencio

En la Tabla 4-40 se presenta el listado de Juntas de AC existentes en el sector rural.

Tabla 4-40. Juntas de Acción de la zona rural

Corregimiento	Juntas de Acción Comunal veredales	Teléfono	Nombre Presidente
1	El Amor Sector Primero de Mayo	3125089970	Pedro Pablo Ramírez
	San Isidro Alto de La Cumbre	3123025357	José Antonio Valbuena
	Las Mercedes Sector La Unión	6702103	Alirio Coy
	La Unió Sector Naturalia	3134392702	Alirio Betancourt Pareja
	La Concepción	6659746	Alfonso Muñoz
	El Amor Sector Villahermosa	3125298081	Ligia Álvarez
	El Amor	3144923709	Luis Abdón Celis Cruz
	Rio Negrito	3132558768	Jairo R Moreno I
	La Concepción Baja.		Vacante
	Montecarlo	3123846573	Fernando Vargas
2	El Carmen	3152576904	Juan Pablo Hernández Gómez
	Buena Vista	3158583411	Daniel Quevedo Céspedes

Corregimiento	Juntas de Acción Comunal veredales	Teléfono	Nombre Presidente
	Pipiral	3157921486	Reinaldo Chingate
	San Juan de Ocoa	3133889556	Isidro Parrado
	Servita		Otoniel Rodríguez López
	Cairo Alto	3157915362	José Alfredo Prieto R.
	Contadero	3153551957	Luis Alvaro Ortiz León
	Samaria	3107744881	Gerardo Amador
3	Quebrada Honda	3115866369	Jairo Ramos Parrado
	La Argentina	3138719116	Bellanira Gutiérrez
	Palmichal	3102794828	Marlen Rodríguez
	Santa María Baja	3157964594	Fabio Aponte León
	San Cristóbal		Alfonzo Guzmán Herrera
	Santa María Alta	3103460656	Carmenza Parrado
4	Alto De Pompeya	6709683 3132917541	Ana Delia Gutiérrez
	Inspección Puerto Colombia	3105705870	Álvaro Polania
	Arrayanes	3177695596	José Efrén Guzmán
	Peralonso	3152224900	Helbert Vásquez
	Puerto Tembleque	3105605184	Herminia Casallas
	Rincón de Pompeya	3112102216	Nelson Medina Ortega
	Indostán		Neluz Esther Medina Mansilla
5	La Poyata	3124002898	Aura Teresa Ríos De Jara
	Cairo Medio	3143299729	Hugo Enrique Sánchez
	Vanguardia Baja	6648040	Alcides Perdomo Cañón
	Cairo Bajo	3132602820	Orlando Cagua
6	Puente Abadía	3112226037	Gonzalo Barrante
	San José Alto	3112085906	Francisco Velásquez
	Santa Helena.	3124264370	Efrén A Ramos Peña
	Lourdes	3112293920	Sandra Muñoz Morales
	Lourdes		Abelino Mancera Parado
7	Reforma La Libertad	3118872889	Román Bahamón
	La Vigía	3112222335	Ana Dilia Ramírez Tiuso
	Juan Bosco Caños Negros	3138656107	Teodosio Riveros Daza
	Apiay	3118782915	María del R. Céspedes R
	Santa Helena Baja Sector Dos	6644383	Lucio Cárdenas Capador
	Hachón Bella Suiza	3106978970	Hernando Alfonso Matis
	La Cecilia.	3142949695	Luz Stella Díaz Rodríguez
	La Llanerita	3112231010	Ramón Osorio Páez
	El Cocuy	3144714854	Luz Marina Torres Montaño
	San Luis de Ocoa	3166963272	Luz Marina Bernal
	Vegas del Guayuriba	3102822440	José Patricio Vargas
	Barcelona	6698819	Joaquín Endir Rozo López
	Santa Rosa De Rio Negro	3164908329	Silvino Moyano
	El Guamo	3124545052	María A Abril
	Caños Negros	6650835	Alvaro Barrera
	Santa Helena Baja.	3138826130	Pedro Antonio López
8	Nueva Jerusalén	6690296	Gloria Malaver

Fuente: Página web. Alcaldía de Villavicencio

Área de influencia indirecta - Municipio de San Carlos de Guaroa

a. Caracterización cultural comunidades no étnicas[9].

La población conserva las costumbres de los oriundos de los Llanos Orientales a pesar de la mezcla de orígenes como son la procedencia de personas de poblaciones del Tolima, Huila, Santander, Boyacá, Antioquia, Caldas, que se asentaron en la población durante la época de la violencia en Colombia.

Como manifestaciones culturales se encuentran la música llanera, el baile del joropo, los platos típicos la mamona, la lechona tolimense y los tamales, y como actividades artesanales la elaboración de chinchorros.

A nivel cultural el municipio cuenta con la Casa de La Cultura, grupos de danzas del Colegio Nacionalizado, Conjuntos de música llanera, grupo de danzas Negritudes de la Inspección de Surimena, y el grupo cultural de la tercera edad. Además con una manga de coleo, piscinas y escenarios naturales para disfrutar en familia

Se celebra las festividades del 20 de julio, y el festival de la Palma y la guaratara en el mes de noviembre, esta es una fiesta de gran importancia para los oriundos del Meta.

b. Presencia institucional y organización comunitaria

En el municipio se encuentran las siguientes entidades y organizaciones

Tabla 4-41. Presencia institucional

Nombre	Cargo	Contacto
Cesar Alfonso Muñoz Muñoz	Alcalde Municipal	31324467235- alcaldía@sancarlosdeguaroa-meta.gov.co
Daniel Muñoz Neira	Secretario de Gobierno	3138720362 gobiernosancarlosdeguaro-meta.gov.co
José Guillermo Chavez	Secretario de Planeación e Infraestructura	contactenos@sancarlosdeguaroa-meta.gov.co
Hermes González Hernández	Secretario de Cultura	Hergo2008@yahoo.com 3132819879
Nury Astrid Valderrama	Secretaria de Salud	3132340859

Fuente; Alcaldía San Carlos de Guaroa, pag web, 2010

Tabla 4-42. Entidades y empresas que hacen presencia en San Carlos de Guaroa

Entidades	Empresas
Procuraduría	Banco Agrario
Concejo Municipal	Aceites Manuelita S.A.
Registraduría Nacional del Estado	EDESA S.A. ESP
Personería	Empresa Social del Estado Hospital Local de San Carlos de Guaroa
Personería	
Contraloría	

Fuente: Alcaldía San Carlos de Guaroa, pag web, 2010

[9]EOT Municipio de San Carlos de Guaroa. Documento resumen, junio 2000

Aspectos arqueológicos

El tema arqueológico se referencia del estudio presentado en la actualización PMA Bloque Apiay, el cual fue desarrollado por la Dra. Judith Hernández Bacca, en su trabajo "**DIAGNÓSTICO ARQUEOLÓGICO CAMPOS APIAY, CASTILLA, SURIA Y CHICHIMENE (META)"** para Ecopetrol S. A. en Junio de 2007.

En la región de la Orinoquía colombiana en donde se localiza el campo Apiay, la investigación arqueológica ha sido relativamente incipiente. Para esta zona se resaltan las investigaciones realizadas en Tilodirán (Mora y Márquez, 1982), en el río Manacacías (Reichel-Dolmatoff, 1975), en Cravo Norte (Giraldo de Puech, 1976) y en San Luis de Palenque (Casallas, 2005; Marwitt ,1972; Casallas, 2005 y Chapín, 2000) entre otros.

Los llanos contienen características similares a los ambientes de sabana, con la existencia de dos estaciones bien marcadas a lo largo del año: El verano o estación seca y el invierno que se caracteriza por lluvias torrenciales permanentes. En cuanto a la topografía se caracteriza por zonas planas y poco pendientes que toma usualmente en el paisaje, la forma de ondulaciones (Mora, 1985 en Del Cairo 2005).

En 1972 se realizó una prospección en el curso del río Ariari, desde Cubaral hasta Puerto Lleras que permitió localizar 24 sitios arqueológicos y excavar 8 de ellos, correspondientes a aldeas cerca de Puerto Santander y un posible cementerio cerca de Puerto Caldas. Además se identificó un patrón de asentamiento: uso preferencial de la planicie aluvial sobre la sabana, con una disposición no concentrada de asentamientos; la cerámica se asoció con la de la cuenca del Amazonas. Se obtuvieron dos fechas: 810 ±100 d.C. y 760 ± 110 a.C. (Marwitt en Quintero 2003).

Posteriormente, en 1975, se registró una serie de montículos bajos circulares (que algunos han llamado "surales") en los llanos del río Manacacías y en las zonas aledañas al caño Cumaral, entre los bosques de galería, lagunas y pantanos. Alicia .y G. Reichel - Dolmatoff, identificaron cerca de mil montículos en un terreno de una hectárea. Surgió la hipótesis que estos habían sido construidos al acumular tierra del mismo lugar, formando el islote de terreno destinado al cultivo de raíces; anotando que probablemente se cultivara yuca (Reichel citado en Mora 1985 y en Quintero 2003).

En 1981, Cardale de Schrimpff realiza una recolección superficial en la Salina de Upía cerca de Barranca de Upía; recolectó fragmentos cerámicos que fueron relacionados con la actividad de extracción de sal. (Mora, 1985 en Del Cairo 2006).

Entre 1980 y 1984 Santiago Mora e Inés Cavalier realizaron prospecciones y excavaciones en el piedemonte llanero de los departamentos del Meta y Casanare. Se localizaron sitios arqueológicos en unidades de paisaje bien definidas: terrazas altas, terrazas aluviales y depósitos aluviales inundados periódicamente.

Mora y Cavelier (1983, 1984, 1985, 1987) realizaron una prospección arqueológica en la región. Se realizaron excavaciones de una planta de habitación en Acacías, dentro de la llanura aluvial de desborde. Se localizaron sitios arqueológicos en áreas cercanas al Municipio de Acacías, Upín en Restrepo; Caño Trique, Caño Venado y en la región de los caños de Cunimia y Pepemuya. Los estudios arqueológicos tienden a relacionarlos con la etnia Guayupe.

En la zona de Río Ariari, Escobar, Nieto y Pérez realizaron una prospección arqueológica. Esta investigación se basó en información etnohistórica sobre los grupos indígenas que habitaron la

zona en el siglo XVI. Los investigadores concluyeron que existía una similitud de evidencias arqueológicas entre los sitios Guejar y Puerto Caldas. (Mora 1989). Igualmente, en el mismo año, Alvaro Baquero realizó una prospección arqueológica en el curso alto y medio del Río Vichada. Se localizaron doce sitios arqueológicos. Once de ellos eran plantas de habitación ubicados cerca de los caños y las vegas de los ríos. Una de las conclusiones realizadas por el investigador, se refería a la funcionalidad de las tierras y su relación con los patrones de asentamiento.

Mora (1985), indica que aquellos asentamientos localizados en las proximidades de los caños que drenan los territorios que comprenden sabanas interfluviales son de una menor riqueza que aquellos localizados en las vegas de los ríos. Indicando los primeros que solamente eran usados por grupos nómadas que explotaban temporalmente los recursos allí.

Durante el mes de octubre de 1990, en Puerto Santander, municipio de Fuente de Oro, en la región del Ariari, los obreros de FONAM, al abrir las zanjas para la instalación de la red de alcantarillado de dicha localidad, encontraron material cerámico representado en cuencos y urnas funerarias. López E. (1990) y Quintero N. (1992) coinciden en anotar que el sitio pudo haber sido un cementerio guayupe, en el que las urnas se encontraron a escasos 32 y 35 cm de profundidad y contenían cenizas mezcladas con fragmentos óseos. Son variadas las formas, decoración y técnica alfarera del complejo funerario. Se observaron tres grupos cerámicos, uno correspondiente a vasijas de forma antropomorfa modelada con apliques, pintura roja y blanca. El segundo, vasijas globulares sin decoración y que, por su forma, podrían catalogarse como de uso doméstico. El tercer grupo contiene pequeñas ollas, cuencos y platos incisos. (www.sinic.gov.co).

En 1990 Gerardo I. Ardila realizó un diagnóstico arqueológico para el Proyecto Hidroeléctrico Upía (Guaicaramo) para la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá. El autor anota: “Todo indica que hubo una población grande en la región, que ocupó zonas de terrazas o planas no inundables a lo largo de los ríos o caños principales. [...] Las informaciones, en general, y lo observado en campo, indican una población dispersa, de fácil movilidad, asentada en las cercanías de las confluencias fluviales. [...] fue además de zona de confluencia de diversos ecosistemas, zona de variado contacto cultural” (1990: 17 tomado de Molano, 2005) Durante las labores de prospección de la Meseta del Morro, realizada por Campo (1996) se determinaron tres yacimientos distintos: cualitativamente cada yacimiento corresponde a un tipo de estructura distinta y pertenecen a dos grupos humanos distintos. En el yacimiento 1 se recuperaron 12 fragmentos líticos con huellas de talla; el yacimiento 2 corresponde un área que contiene vestigios de habitación permanente; y el yacimiento 3 es el camino colonial que comunica a El Morro con Labranzagrande. (Campo, 1996 citado en Flores S.F).

En 1998 Moreno M. y Riaño R. en la localidad de Aguasclaras, municipio de Granada (1998) realizaron un rescate arqueológico. Las evidencias halladas comprendieron artefactos líticos, fragmentos cerámicos, huella de poste y rastros de fogón. Los investigadores concuerdan con el patrón de asentamiento expuesto por Marwitt, Mora, Cavelier (citado en Morales 2002).

En 1999 se realizó una prospección arqueológica del proyecto de la pequeña central hidroeléctrica de La Primavera en el departamento del Vichada. Sin embargo no se encontró ningún tipo de evidencia. (Londoño y Castellanos, 1999).

En el 2002 Londoño W. realizó una prospección arqueológica en el marco de un Estudio de Impacto Ambiental de la línea de interconexión eléctrica Granada – San José del Guaviare. Londoño propone ampliar los estudios de zonas de sabana, como proveedora de proteína, sugiriendo que los grupos asentados a orillas del Ariari realizaban excursiones de cacería a las sabanas. (Londoño 2002 citado en Morales 2002).

Según Morales (2002), se realizó un Diagnóstico e inventario arqueológico del Departamento del Meta arrojando un resultado preliminar de 69 sitios arqueológicos en 20 de los 29 municipios.

GEOAMBIENTAL Ltda. en marzo de 2001 realizó para la Superintendencia de Operaciones Apiay, una prospección arqueológica para los pozos de desarrollo Castilla-26 y Chichimene 18, que incluyó las diferentes áreas a ser afectadas directamente por la construcción de locaciones y accesos. Este estudio preventivo concluyó que durante las actividades de prospección no se detectó ningún tipo de material de interés arqueológico, que pudiera ser afectado por las actividades de desarrollo del campo (C&M Ltda. 2006).

Según Flórez (2005) las investigaciones realizadas en el municipio de Puerto Gaitán en la altillanura disectada y en la sabana, no arrojaron información sobre la existencia de evidencias arqueológicas (Mora y Cavelier 1983, Hupecol 2003, Morales 2002, ASI, 2004).

En el año 2006 Se realizó un Diagnóstico arqueológico de cuatro zonas de interés para el bloque de perforación Cravo Viejo en el municipio de Orocué, arrojando evidencias arqueológicas consistentes en fragmentos cerámicos y líticos localizados en zonas contiguas a los caños Canacabare y Surimena (Del Cairo 2006).

En una investigación realizada por la antropóloga Elizabeth López y el agrólogo Pedro José Botero titulada “La cultura guayupe presente en las llanuras aluviales de los ríos Ariari y Guayabero” se menciona una fecha de población cercana al 280 d.C. Dicha investigación es muy significativa pues permite establecer un paralelo entre los guayupe del río Ariari y los de Guayabero, gracias a resultados concernientes a los suelos antrópicos o antropogénicos. El hallazgo de suelos antrópicos (intervenidos por el hombre) en la orinoquía colombiana, en tierras cultivadas por los guayupe en el río Guayabero, implica la utilización de técnicas desarrolladas por los grupos prehispánicos, para el buen manejo y uso de los suelos (www.sinic.gov.co).

Entre las problemáticas arqueológicas de la Orinoquía está la aparente diferenciación entre los grupos que ocuparon la llanura aluvial de desborde y los grupos que habitaron el piedemonte llanero; al parecer se trataba de grupos diferentes entre sí, pero hace falta mayor investigación al respecto.

En efecto, Mora sugirió un comportamiento diferente según las características del paisaje. Las investigaciones arqueológicas desarrolladas en este paisaje, en el corregimiento de Tilodirán (Mora y Márquez, 1982) y en san Luis de Palenque (Casallas, 2005), señalan como ocupantes de esta región a grupos Achaguas.

Por otra parte Mora y Márquez (1982), sugieren una similitud entre la cerámica y las fechas de Tilodirán (Yopal), y la registrada por Zucchi (1975) en Caño Ventosidad, que indica que esta ocupación abarcó un lapso comprendido entre los 1200 y los 1400 años d.C. La cerámica de Tilodirán tiene fechas de 1560 +/- 50 d.C.

Algunas investigaciones han revelado patrones de adaptación al medio ambiente de los grupos alfareros: vivían cerca de los ríos y caños, preferían los sitios de tierras más o menos altas para protegerse de las inundaciones periódicas y escogían las tierras más fértiles para asentarse; eran semi-sedentarios y practicaban la horticultura complementada por la caza y la pesca (Giraldo de Puech, 1988:21 citado en Flórez S.F).

De acuerdo a los datos enunciados por Mora y Márquez (1982) y Giraldo de Puech (1988), los sitios de Tilodirán en Yopal y los excavados en el municipio de Cravo Norte guardan relación con el

sitio arqueológico del caño Canori, excavado por Zucchi en 1975. Las clasificaciones de los materiales recuperados en Tilodirán y Cravo Norte resultan ser similares al material registrado por Zucchi en el Caño Canori (Venezuela). Los tres sitios se sitúan entre el 1100 y el 1500 d.C.

Una de las principales características que comparten los tres sitios es la ubicación de éstos en partes altas no inundables de las sabanas, en las márgenes de caños, siendo estas áreas las tierras más fértiles para asentarse y tener un comportamiento sedentario. Es posible que esto sea una pauta de asentamiento generalizada característica de un mismo grupo.

Tan solo Mora y Márquez afirman que estos grupos están relacionados con los Achaguas. Sin embargo, los investigadores de los otros dos sitios arqueológicos no sugieren una relación con este grupo indígena. Las excavaciones arqueológicas realizadas en las áreas altas (piedemonte) no han arrojado similitudes con las ocupaciones referidas para la llanura aluvial de desborde.

Alarcón y Segura (1998), sintetizan en sus excavaciones en el municipio de Aguazul que tanto el material excavado por Giraldo de Puech (1988) en la región de Cravo Norte, como el reportado por Mora (1986) en el corregimiento de Tilodirán y asociados a grupos Achaguas no comparten características técnicas ni formales con el descrito por ellos como Tauramena y asociado a períodos entre el IV y el VI después de Cristo. (Flórez S.F.)

Potencial arqueológico

A partir de la información obtenida (geomorfología del área y antecedentes arqueológicos y etnohistóricos), puede realizarse la evaluación de los Campos Apiay, Suria, Castilla y Chichimene.

Al parecer, el único campo con áreas de interés arqueológico es el Campo Chichimene:

- Entre los caños Unión y Lejía, tributarios del río Acacías, se reportaron hallazgos arqueológicos relacionados con sitios de vivienda y evidencias del consumo de maíz, frutos de palma, yuca y probablemente maní. La cerámica encontrada presentó decoración con pintura roja, negra y blanca, apliques zoomorfos en algunas vasijas y se relacionó estilísticamente con la reportada anteriormente por Marwitt (1973-1975). No se cuenta con coordenadas que indiquen el sitio exacto de este sitio.
- En la Sísmica de Chichimene 3D, se reportó que “durante el diagnóstico se evidenció en la parte centro oriental del bloque, la presencia de material cerámico en el nivel de terrazas más alto (Qta3), formadas por el río Orotoy, en inmediaciones al caserío de San Isidro de Chichimene (Coordenadas Planas N 924.100, E 1.045.050)”, (CEOCING-CODIPRO Ltda. 2002 citado en C&M Ltda. 2006).

En cuanto al potencial arqueológico, se distinguen tres tipos de área: con potencial arqueológico alto (que poseen todas las condiciones necesarias para conservar evidencias arqueológicas: antecedentes arqueológicos y/o etnohistóricos con evidencias reportadas, geomorfología adecuada), medio (que poseen alguna de las condiciones para conservar evidencias arqueológicas) y bajo (que no presentan las condiciones para conservar evidencias arqueológicas). Vale la pena resaltar que el hecho de que un área tenga bajo potencial arqueológico no implica que carezca de evidencias arqueológicas, sino que hay menor probabilidad de encontrarlas; por ejemplo, en las áreas sometidas a constantes inundaciones, los restos arqueológicos pueden ser alterados (cambian de lugar e incluso pueden destruirse por efecto del agua).

En el caso de los Campos Apiay, Suria, Castilla y Chichimene, pueden definirse estas mismas áreas: con potencial alto (terrazas medias y altas de los ríos Orotoy y Acacías), medio (colinas

denudacionales, terrazas medias y altas ubicadas en todos los campos) y bajo (terrazas bajas y valle aluvial, incluyendo la planicie aluvial de desborde, orillares, vegas bajas, barras o islotes).

Conclusiones

En el área de estudio se identificaron áreas de potencial arqueológico alto, medio y bajo. También se identificaron dos áreas de interés arqueológico.

Como conclusión general vale la pena mencionar que, debido a los antecedentes arqueológicos de la región, es importante incluir el componente arqueológico en todo estudio que se realice en el área y en toda obra civil que se planee realizar en la misma. Especialmente importantes son las áreas con potencial arqueológico medio y alto. De esta manera, se contempla la prospección arqueológica como una fase posterior, ligada a la elaboración del Plan de Manejo, que se realiza cuando están definidas las áreas y las coordenadas de cada locación, cada vía de acceso y cada línea de flujo; para realizar la prospección se requiere solicitar previamente la licencia del ICANH.

Paisaje

El paisaje característico del área se enmarca dentro de la región natural de la Orinoquía, también conocida como Llanos orientales. Geográficamente la Orinoquía hace referencia a la Cuenca hidrográfica del río Orinoco, la cual se extiende desde los Andes a las selvas amazónicas. Los Llanos se caracterizan por una vegetación de estepas inundables y bosques de galería.

La zona de estudio, de acuerdo a lo revisado en las visitas de campo, corresponde a una extensión de pastizales limpios y enrastrojados, interrumpidos por los escasos bosques de galería que se extienden en las márgenes de los ríos Negro, Ocoa y sus principales afluentes y algunos árboles aislados o sembrados en faja como cerca viva en potreros. Esta composición y la presencia de grandes extensiones de palma de aceite, cultivos de arroz con riego, arroz secano y sorgo, ponen en claro la intervención del hombre en el modelamiento del paisaje. El paisaje está conformado por terrazas y valles aluviales cubiertos principalmente por pastos, disectados por ríos y quebradas.

Red vial disponible y nuevos proyectos viales

Red vial disponible

A continuación se presenta los resultados de las observaciones sobre las vías de acceso del Bloque Apiay obtenidas durante los recorridos de campo por parte de las especialistas del PDC para la SOA, a lo largo y ancho del Bloque Apiay; estos incluyen además accesos a Puntos de Control (PC) en corrientes hídricas aguas abajo del bloque mismo que pueden recibir derrames de crudo y productos químicos provenientes de las instalaciones del bloque, actuales, proyectadas y futuras.

El bloque Apiay cuenta con una buena red de carreteras, muchas de las cuales han sido pavimentadas por ECOPETROL. Como eje principal está la carretera pavimentada principal nacional # 40, Bogotá-Villavicencio–Orocué con muy buenas especificaciones técnicas, en excelente estado y que atraviesa el área de estudio en dirección general occidente – oriente – nororiente; en esta misma dirección solo se encuentra el llamado camino ganadero, paralelo a la vía principal y al norte de esta, con acceso restringido. En dirección norte - sur hay varias vías secundarias tanto pavimentadas (por ECOPETROL) como no pavimentadas que recorren el área de estudio entre río Ocoa por el norte y el río Guayuriba por el sur. Finalmente se encuentran las vías de acceso pavimentadas o no pavimentadas a diferentes tipos de infraestructura de

ECOPETROL (como pozos, manifolds, vertimientos), y otras vías de acceso dentro de predios y haciendas particulares.

La disposición de estas vías y su cruce con las corrientes de agua de la zona que discurren de manera general en sentido occidente – oriente, permiten el fácil y rápido acceso a las diversas corrientes de agua en varios puntos a lo largo de su cauce, lo que facilitará las eventuales labores de recolección de crudo, subproductos y químicos por parte de las brigadas correspondientes en el caso de una contingencia con derrame de crudo o productos químicos a cuerpos de agua.

Proyectos viales en ejecución

Durante los recorridos de campo se observaron los siguientes proyectos viales en ejecución en el área del bloque Apiay:

- Puente en construcción en la vía Santa Rosa- CIAT con el caño Santa Rosa.
- Mejoramiento del afirmado en el inicio de la vía El Zafiro.

Estado de la red vial

De acuerdo con el estado de las vías del bloque Apiay, observado durante los recorridos de campo para el PDC, estas se agruparon en dos grandes categorías: vías pavimentadas y vías no pavimentadas; cada una de ellas se dividió a su vez en tres sub categorías de acuerdo al estado de la vía; a cada una de estas divisiones se le asignó una convención específica. A continuación se presentan las categorías, subcategorías y las convenciones de cada tipo de vía en el área del bloque Apiay (Tabla 4-43):

Tabla 4-43. Vías de la SOA, categorías, subcategorías y convenciones

Categoría	Subcategoría	Convenciones
Pavimentada	Carretera pavimentada principal	==========
	Vía pavimentada secundaria	----------
	Vía pavimentada en mal estado	-- · -- · -- · -- · -- · --
No pavimentada	Vía en afirmado principal	= = = = = = = =
	Vía en afirmado secundaria, en mal estado	-- -- -- -- -- -- --
	Camino sin afirmado	·····

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Estas convenciones fueron las utilizadas en el esquema de accesos, distancias y velocidades a los puntos de control (ver Tabla 4-43).

Descripción de las principales vías del bloque Apiay

A continuación se realiza una breve descripción de las vías que fueron incorporadas dentro del PDC de la SOA.

a. Vías pavimentadas

En el área de estudio la carretera principal es la vía pavimentada principal # 65 que para este proyecto se denomina vía Villavicencio–Puerto López, la cual tiene buenas especificaciones técnicas y se encuentra bien demarcada y señalizada. (Figura 4-49).

Figura 4-49. Vía Villavicencio Puerto López, eje vial principal del bloque Apiay

Cruce con caño Quenane PC-21-AP[10]

Cruce con caño Peralonso PC- 06-AP[11]

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Las vías pavimentadas de segundo orden que se encuentran en el bloque Apiay y que fueron utilizadas para el PDC, son vías pavimentadas en buen estado, aunque angostas y algunas sin señalización y con tramos pavimentados y sin pavimentar; muchas de ellas han sido construidas y pavimentadas por ECOPETROL para el acceso a sus instalaciones. La mayor parte de estas vías corre en dirección norte – sur; entre las que se desarrollan de este a oeste se destaca la vía directa Estación Suria - Santa Rosa, de propiedad de ECOPETROL y por la que solo se permite el paso a personal autorizado; se recomienda que se le conceda a los brigadistas de contingencia un pase permanente para esta vía, con lo cual el tiempo de respuesta desde la estación Suria hasta los PC ubicados en la vía Santa Rosa – río Guayuriba (un total de 9 Puntos de Control incluido el vertimiento de la estación Suria sobre el río Guayuriba), se disminuiría en 8,1 Km equivalente a 7,8 minutos (3,9 Km a 50 Km /h, y 4,2 Km a 0 Km/h), sin incluir el tiempo para el paso del peaje que varía según la hora del día. Las vías pavimentadas de segundo orden, son (ver Tabla 4-44):

Tabla 4-44. Vías pavimentadas secundarias en el bloque Apiay

VIAS PAVIMENTADAS SECUNDARIAS, BLOQUE APIAY - Dirección norte - sur	
LADO NORTE DE LA CARRETERA APIAY - VILLAVICENCIO	LADO SUR DE LA CARRETERA APIAY - VILLAVICENCIO
Vía Peralonso – Río Ocoa	Vía interna de la Hacienda Potreritos, hasta la casa principal de la hacienda.
Parte de la vía Camino Ganadero desde la EBA	Vía Pompeya – Río Guayuriba, desde Pompeya hasta la bomba Brío El Cataño
Vía CORPOICA hasta el caño Quenane	Vía Estación Suria hasta el caño Suria
Vía Estación Reforma – La Libertad hasta unión con el Camino Ganadero vía EBA	Vía Santa Rosa CIAT hasta el caño Santa Rosa
	Vía ImproArroz 3,8 Km. hacia el rio Negro.
VIAS PAVIMENTADAS SECUNDARIAS, BLOQUE APIAY - Dirección oriente - occidente	
Vía Rincón de Pompeya - río Negro hacia el oriente, hasta la Hacienda El Encanto	
Vía Estación Suria – CORPOICA (no tiene libre acceso).	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

En las Fotos a continuación se puede ver algunas de las vías pavimentadas de segundo orden del bloque Apiay de utilidad para este PDC. (Figura 4-50).

[10]Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010
[11]Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-50. Vías pavimentadas de segundo orden de utilidad para el plan de Contingencia de la SOA

Vía Suria: tramo pavimentado, PC-32 (a la derecha) y tramo sin pavimentar cerca a PC 41		Vía Reforma pavimentada, Caño Grande PC-10
Vía Potreritos: tramo pavimentado a la entrada (a la derecha) y tramo sin pavimentar cerca a PC-24.		Vía a Santa Rosa tramo pavimentado, PC-31.
Vía CORPOICA: tramo pavimentado PC-17 (a la derecha) y sin pavimentar PC-09		Vía Sta Rosa – Vertimiento, E. Suria al río Guayuriba PC-49A, sin pavimento

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

b. Vías no pavimentadas

En general la continuación de las vías anteriormente mencionadas son vías en afirmado en buen o regular estado. Además de estos tramos de vías, se encuentran otras totalmente en afirmado, como son:

- Vía interna del condominio Horizontes, en afirmado y en buen estado.
- Vía a Puerto Colombia, en afirmado y en buen estado.
- Vía a El Zafiro
- Vía a La Esmeralda

A continuación se incluyen Fotos de algunas de las vías sin pavimentar utilizadas para este PDC (Figura 4-51).

Figura 4-51. Vías sin pavimentar de utilidad para el PDC de la SOA

Vía La Esmeralda, PC-28

Vía El Zafiro, cerca a PC-36

Vía Pompeya al este hacia PC-44.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

c. Vía Apiay – Rincón de Pompeya - Rio Guayuriba – Santa Rosa

Esta vía es de gran importancia tanto para esta Superintendencia como para la SCC debido a que enlaza los dos bloques y permite atender desde cualquiera de las dos superintendencias, a los 7 Puntos de Control que reciben los drenajes de los oleoductos Chichimene – Apiay y Castilla 2 – Apiay; estos PC se encuentran en el extremo sur del Bloque Apiay, y al norte y por fuera de los límites de la SCC.

Esta vía presenta varios tramos: tramo pavimentado entre Altos de Pompeya y la bomba El Castaño; tramo en afirmado con sectores de pavimento en muy mal estado hasta el puente sobre el río Guayuriba; tramo en afirmado hasta el río Chichimene. De allí hay dos opciones: tramo afirmado por la vía hacia Acacías; y tramo en afirmado por el desvío hasta Santa Rosa que es la vía más corta para llegar a las estaciones de la SCC.

Mapas de Sensibilidad Ambiental

El mapa de sensibilidad ambiental para la actualización del PDC de la SOA, se realizó sobre la base del mapa de sensibilidad ambiental del PMA del presente proyecto; dicho mapa fue ampliado y complementado para el PDC mediante la identificación y ubicación de bocatomas tanto para acueductos como para usos industriales y agrícolas, piscicultivos, balnearios turísticos y recreacionales, así como de áreas dedicadas a la investigación agrícola de cultivos experimentales.

La información específica sobre esta infraestructura regional, referente a la fuente hídrica utilizada, sus coordenadas, el uso, y otra información como vía de acceso al sitio y nombre del predio, fue incluida dentro de la leyenda del Mapa 3 de 3.

Bocatomas de acueductos urbanos y rurales: Del suministro de agua en la ciudad de Villavicencio está a cargo la EAAV (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio) el cual opera por gravedad y cuenta con una planta de tratamiento ubicada en el barrio La Esmeralda. Existen otros acueductos, administrados por EAAV y que son *B. Samán de la Rivera que funciona por bombeo, B. El Darién, por bombeo*; B. Montecarlo, antiguo ESPO y funciona por gravedad y el *B. La Rosita, por bombeo*.

Acueducto de Villavicencio: Acueducto por gravedad (Quebrada La Honda) y Acueducto por bombeo (captación Bavaria sobre el río Guatiquía.) Aguas arriba de la bocatoma existe un desarrollo urbanístico que vierte sus aguas servidas aguas arriba de la captación.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Villavo. Acueducto Qda. La Honda (estación Bavaria y Pte Abadía) PTAP La Esmeralda.; Acueducto caños Maizaro y Buque.

Adicionalmente funcionan algunos acueductos particulares los cuales son administrados por la Junta de Acción Comunal Villa Mélida entre ellos:

- A nivel urbano: B. Porfía: Gravedad; *B. Ceiba: Bombeo*; B. Américas: Gravedad; B. Playa Rica: Gravedad; B. Galán: Gravedad; B. Azotea: Gravedad; B. *Bosques de Abajan: Bombeo; B. Plena Vida: Bombeo*; B .Doce de Octubre: Gravedad; B. Villa Lorena: Gravedad y B. Villa Codem: Gravedad.
- A nivel rural: Vereda Vanguardia: Gravedad; *Rincón de Pompeya: Bombeo*; *Altos de Pompeya: Bombeo*; Servita: Gravedad; Buenavista: Gravedad; Concepción: Gravedad y Mercedes: Gravedad.

De acuerdo con la información del "Diagnostico Sanitario" realizado por la Secretaría Local de Salud, el sector rural del municipio se beneficia del agua que proviene de 6 ríos, 21 quebradas y 67 caños, para un total de 94 fuentes superficiales. El 51.78% de las veredas cuentan con pozos profundos o aljibes; el 48.22% se surten de fuentes superficiales.

Usos del agua en áreas productivas (piscícolas y agropecuarias), áreas turísticas y recreacionales, y áreas agrológicas experimentales. En el área del bloque Apiay se identificaron 12 bocatomas de un total de 16 fuentes superficiales; de estas, 5 son para uso industrial (por parte de ECOPETROL), 3 para riego de cultivos en áreas agrológicas experimentales (CORPOICA La Libertad y CIAT de Santa Rosa), 5 para piscicultura, 1 para recreación privada y 2 para balnearios (recreación pública).

En la Tabla 4-45, se relacionan las bocatomas y balnearios identificados en el área de la SOA, indicando la corriente de la que se abastecen, las coordenadas, el uso e información sobre el acceso y su ubicación.

Tabla 4-45. Identificación de bocatomas y balnearios, SOA

Identificación de bocatomas y balnearios, SOA			
Corriente	**Coordenadas**	**Uso**	**Observación**
BLOQUE APIAY			
Caño Suria	E 1070571;N 938191	Industrial ECP	Captación E. Suria ECPOPETROL, vía Suria
Caño Quenane	E 1077372; N 0942521	Industrial ECP	Captación ECOPETROL
Caño Quenanito	E 1066663; N 0942636	Industrial ECP	Captación ECOPETROL
Pozo Apiay 1	E 1077345; N 0942545	Industrial ECP	Captación ECOPETROL
Pozo Apiay 13	E 1077563; N 0942824	Industrial ECP	Captación ECOPETROL
Caño Cajuy	E 1075319;N 939332	Cachameras	Hda La Pradera, vía El Zafiro.
Caño Cajuy	E 1077129;N 939557	Cachameras	ICP Rancho La Esmeralda, vía Pompeya
Caño Peralonso	E 1084026;N 944621	Lago Condominio	Condominio Horizontes, vía Apiay – Puerto López.
Caño Quenane	E 1078511;N 942006	Cachameras	Hacienda Potreritos, vía de acceso interna frente a Establo
Caño Quenane	E 1068417; N 942898	Riego sorgo y palma cutsu	Hda La Fontana, vía CORPOICA.
Caño Blanco	E 1068961; N 943758	Cultivos (sorgo)	Vía CORPOICA; canal concreto sobre caño con aliviadero.
Caño Quenanito	E 1066906; N 942213	Balneario	Cercano a E. La Reforma, vía Reforma
Caño Piñalito	E 1066071; N 945357	Mojarras	Hacienda La Isla, vía Reforma camino ganadero al occidente
Caño Morichales	E 1066525; N 941722	Varios Balnearios	Balnearios Morichales. Vía Reforma
Caño Sta Rosa	E 1066730; N 936912	Riego agrícola, CIAT	CIAT, vía Santa Rosa
Caño Las Minas	E 1066405; N 934300	Ant. Cachameras	Hda Las Margaritas, vía Santa Rosa.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Áreas de bosques de protección. Bosques de galería y morichales. Los bosques de galería son área naturales protegidas, debido a su importancia en la conservación de suelos y regulación del ciclo hidrológico. Los morichales son igualmente importantes por su papel en el sustento y albergue para la fauna silvestre y su participación en la regulación del ciclo del agua. Para ellos aplica como respaldo a su protección, la Ley 9 de 1989 y el Código de recursos naturales, El Decreto 2811 de 1974; en su artículo 83, el cual obliga a mantener una faja paralela a la línea del cauce de los bosques de galería de mínimo 30 m de ancho.

Areas de explotación minera. De acuerdo con la información suministrada por ECOPETROL, el área del bloque Apiay hay 3 Industrias de explotación de arena y agregados para construcción, debidamente legalizadas ante la Autoridad Ambiental competente (Tabla 4-46).

Tabla 4-46. Fuentes de material de arrastre debidamente licenciadas en el área Apiay

Fuente	Vol autorizado (m3)	Proyección demanda campaña 2010
Mina Murillo	80.000	37.500
Mina El Recreo	15.000	
Mina MAVI Ltda	40.000	
TOTAL	**135.000**	**37.500**

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Además de estas fuentes de materiales para construcción, existen otras ubicadas sobre la margen izquierda del río Guayuriba que se observaron durante los recorridos de campo. A continuación se presenta la información correspondiente (Tabla 4-47).

Tabla 4-47. Explotación de material en el margen izquierdo del río Guayuriba

Fuente	Autorización	Ubicación
Mina Geominerales	Res CORMACARENA 2,0.0.07-0146, Marzo 14 2007.	Vereda Vegas del Guayuriba. Vía Santa Rosa vía al oriente.
Mina Triarcol	-	Vía Santa Rosa, vía al occidente
Explotación	-	Vía Pompeya – Puente sobre el río Guayuriba, desvío a la derecha por vía La Champeta hasta río.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Áreas rurales y nuevos desarrollos campestres. En el municipio de Villavicencio se registra un importante auge en la construcción de nuevas urbanizaciones y condominios campestres; sin embargo solamente se utilizó la entrada a un Punto de Control a través del Condominio Campestre Horizontes para acceder al PC/AC-07-AP sobre el caño Peralonso al Sur de la carretera a Pto López con desvío a la derecha.

4.1.3 Descripción de la operación

4.1.3.1 Descripción general

Localización del bloque Apiay. El Bloque Apiay está conformado por los Campos Apiay, Reforma/Libertad y Suria, delimitados por una poligonal materializada a través de 36 hitos cuyas coordenadas planas (Colombia y Magna Colombia) se adjuntan en la Tabla 4-48; este bloque cubre una extensión total de 29.789 Ha, en jurisdicción de los municipios Villavicencio y Acacias, el cual se enmarca entre las cuencas de los ríos Ocoa al Norte y Guayuriba al Sur.

Tabla 4-48. Coordenadas del bloque Apiay

Coordenadas Magna Colombia Bogotá						Coordenadas Colombia Bogotá					
Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte
1	1068274,07	929435,57	19	1082033,31	940220,01	1	1068283	929434	19	1082035	940218
2	1068282,60	931043,82	20	1082033,32	941239,85	2	1068283	931043	20	1082035	941243
3	1069283,32	931043,81	21	1083155,14	941239,84	3	1069283	931043	21	1083158	941243
4	1069283,33	932089,15	22	1083157,85	948559,02	4	1069283	932090,5	22	1083158	948561
5	1071284,77	932089,13	23	1075462,62	948559,09	5	1071283	932080,5	23	1075470,5	948561
6	1071284,78	933089,85	24	1075462,61	947204,43	6	1071283	933080,5	24	1075470,5	947193
7	1073279,85	933089,83	25	1069423,08	947185,68	7	1073283	933080,5	25	1069445,5	947193
8	1073279,86	934173,41	26	1069441,90	948239,30	8	1073283	934166	26	1069445,5	948218
9	1075243,05	934167,02	27	1065453,18	948239,34	9	1075245,5	934166	27	1065445,5	948218
10	1075242,82	936123,71	28	1065453,17	947204,53	10	1075245,5	936116	28	1065445,5	947193
11	1077248,51	936115,19	29	1064418,36	947204,54	11	1077245,5	936116	29	1064420,5	947193
12	1077248,52	937152,03	30	1064418,35	946207,36	12	1077245,5	937143	30	1064420,5	946196
13	1078327,85	937143,52	31	1063477,61	946188,55	13	1078333	937143	31	1063470,5	946169
14	1078327,86	938188,86	32	1063464,99	938217,38	14	1078333	938183	32	1063470,5	938230,5
15	1080282,56	938180,34	33	1061023,26	938250,85	15	1080283	938183	33	1061033	938230,5
16	1080282,57	939183,18	34	1061023,25	937213,95	16	1080283	938180,5	34	1061033	937193
17	1081208,92	939191,67	35	1060187,04	937213,96	17	1081208	939180,5	35	1060202	937185
18	1081208,93	940228,51	36	1060186,96	929420,48	18	1081208	940218	36	1060193	929434

Fuente: ECOPETROL S.A, 2007.

Vías e infraestructura asociada. La red vial de cada uno de los campos cuenta con una vía principal de acceso, cuyo eje es la carretera Nacional Villavicencio-Puerto López y de esta se deriva otra vía pavimentada de acceso a los campos, así como también dispone de una extensa red vial de acceso a los pozos, todas en general en buen estado.

Información con mayor detalle y enfocada al PDC (estado vial, distancias y tiempos de desplazamiento vial a los Puntos de Control) se presentó el tema sobre Red vial disponible y nuevos proyectos viales)

4.1.3.2 Infraestructura petrolera

La descripción de la Operación petrolera del Bloque Apiay se presenta enfocada a los requerimientos del PDC, en cuanto a la localización de la infraestructura (pozos, líneas de flujo y cluster, troncales, estaciones con sus facilidades, líneas de oleoductos, gasoductos, sitios de vertimientos de las aguas industriales tratadas y los respectivos drenajes de aguas lluvias), así como la descripción resumida y esquematizada de los procesos.

En el año 2009 el Bloque Apiay disponía de 84 pozos de producción, ubicados 35 en el Campo Apiay, 10 Pozos en Reforma Libertad con producción y 39 Pozos en Suria. El potencial de producción para esta fecha era de 9.452 BOPD[12], 76.238 BWPD[13] y 9,05 MSCFD[14]; para un BSW[15] promedio del campo de 88.97%.

Actualmente se dispone de 120 Pozos en producción, de los cuales se ubican 58 en el Campo Apiay con una producción de 9983 BOPD, 8 en Campo Reforma Libertad (R/L) con producción de 83 BOPD y 52 en Campo Suria con producción de 10044 BOPD, para un total prorrateado de 20110 BOPD, 16396 MSCFD y 129817 BWPD.

[12] BOPD (Barriles de petróleo por día).
[13] BWPD (Barriles de agua por día).
[14] MSCFD (Miles de pies cúbicos por día)
[15] BSW (Sedimentos y agua, expresado en % y BPD)

La Tabla 4-49 presenta los Pozos actuales con sus respectivas coordenadas de localización exactas, y en la Tabla 4-50 se detalla la producción teórica y prorrateada de cada pozo, de cada Estación y de todo el Bloque Apiay. Esta vigente un proyecto de expansión que permitirá el desarrollo del campo hasta 6.96 MBLS de petróleo al año 2012, mediante la perforación de 24 nuevos pozos y reacondicionamiento de 8 pozos.

Tabla 4-49. Localización de los pozos del bloque Apiay

Pozo	Coord. Origen Magna Sirgas	
	Este	Norte
LA REFORMA-1	1067176.8	943846.8
LA REFORMA-2	1066625.6	943295
LIBERTAD NORTE-1	1066647.24	942557.84
LIBERTAD NORTE-2	1067019.3	942829.7
LIBERTAD NORTE-3	1067041.71	942438.04
LIBERTAD NORTE-4	1066100	941930
LIBERTAD NORTE6-1	1067232.44	941962.15
LIBERTAD NORTE6-2	1067241.61	941950.27
LIBERTAD NORTE8-1	1065690.26	941678.15
LIBERTAD NORTE8-2	1065690.1	941663.26
LIBERTAD NORTE8-3	1065690.26	941648.19
LIBERTAD-1	1067340.17	941384.91
LIBERTAD-2	1067876.42	941508.86
LIBERTAD-5-1	1066727.05	940161.85
LIBERTAD-5-2	1066726.74	940146.47
LIBERTAD-5-3	1066725.48	940131.4
LIBERTAD-5-4	1066724.85	940116.65
LIBERTAD-5-5	1066723.91	940101.58
LIBERTAD-7	1066941.12	941148.51
LIBERTAD-9	1068758.17	943508.5
LIBERTAD-14	1067710.48	940662.48
LIBERTAD14-1	1067655.62	941051.34
LIBERTAD14-2	1067670.61	941051.14
LIBERTAD14-3	1067685.71	941050.84
LIBERTAD-16	1066361.77	939357.2
LIBERTAD-18	1068387.31	941622.59
LIBERTAD-23	1068959.07	942904.01
LIBERTAD-30-1	1066111.27	942416.59
LIBERTAD-30-2	1066125.67	942421.08
LIBERTAD-30-3	1066140.31	942425.33
TOGO 1	1066200	941400
AUSTRAL 1	1069149.01	936232.67
AUSTRAL-1ax	1069143.16	936247.65
AUSTRAL-2	1069600.33	936200.19
AUSTRAL-2R	1069890.79	937660.46
CATIRA-1	1073746.54	939672.06
GUAYURIBA-1	1067883	939061.5
GUAYURIBA-2	1068492.99	938868.57
OCOA-1	1067153.77	938725.63

Pozo	Coord. Origen Magna Sirgas	
	Este	Norte
OCOA-10	1067998.66	938129.1
POMPEYA-1	1069226.58	936793.22
QUENANE-1 (1127-1X)	1067140.26	939158.69
SAURIO 1	1072228.23	941654.99
SAURIO 2-1	1072768.93	941804.69
SAURIO 2-2	1072753.94	941804.59
SAURIO 2-3	1072738.95	941804.59
SAURIO 2-4	1072723.96	941804.49
SAURIO 5-1	1071989.97	941194.09
SAURIO 5-2	1071989.97	941209.05
SAURIO 5-3	1071989.97	941224
SAURIO 5-4	1071989.97	941238.95
SURIA-1R	1070204.76	938067.72
SURIA-2	1070716.82	938320.8
SURIA-3	1070741.33	937981.74
SURIA-4	1070896.88	938881.71
SURIA-5	1070381.64	937646.71
SURIA-6	1070204.99	938096.72
SURIA-7	1071298.64	938766.35
SURIA-8	1070470.12	938775.43
SURIA-9	1069406.43	938101.75
SURIA-10	1068925.87	938223.19
SURIA-11	1069636.59	938547.69
SURIA-12	1070427.61	938012.45
SURIA-13	1069182	938614.32
SURIA-14	1068750.03	938603.86
SURIA-15	1069421.35	939244.78
SURIA-16	1071290.16	938485.5
SURIA-17	1070406.56	939449.76
SURIA-18	1070013.14	938111.41
SURIA-19-1	1069529.12	940233.12
SURIA-19-2	1069544.12	940234.37
SURIA-19-3	1069559.05	940235.55
SURIA-19-4	1069574.06	940236.8
SURIA-30	1068919.85	940649.74
SURIA-33	1070175.87	940295.56
SURIA -40-1	1070006.07	941006.98
SURIA -40-2	1070006.07	940991.98
SURIA -40-3	1070006.07	940977.08
SURIA -40-4	1070006.07	940961.99
SURIA -40-5	1070006.07	940946.99
SURIA SUR-1	1069958.91	937376.79
SURIA SUR-2	1070101.38	937836.99
SURIA SUR-3	1069634.23	937315.52
SURIA SUR-4	1069696.51	937780.23
SURIA SUR-5:K2	1069688.24	936706.41
SURIA SUR-6	1070524.7	937234.03

Pozo	Coord. Origen Magna Sirgas	
	Este	Norte
SURIA SUR-7	1069102.66	937698.23
SURIA SUR-8	1069107.65	937238.56
SURIA SUR-9	1069669.09	937328.11
SURIA SUR-10	1068810.53	936798.98
SURIA SUR-11	1069993.32	936913.25
SURIA SUR-12	1068698.18	937756.21
SURIA SUR-13	1068645.59	937472.3
SURIA SUR-14	1068265	937690
SURIA SUR-15	1068177.4	937199.53
SURIA SUR-16	1069551.49	936575.83
SURIA SUR-17	1070240.69	936884.28
SURIA SUR-18	1070240.69	936884.28
SURIA SUR-19	1071126.37	936965.14
SURIA SUR-21-1	1070014.21	936043.83
SURIA SUR-21-2	1069999.23	936043.83
SURIA SUR-21-3	1069984.25	936043.83
SURIA SUR-21-4	1069969.26	936043.83
SURIA SUR-24	1071000.09	935680.03
SURIA SUR-33	1067390.93	937393.09
TANANE-1	1071634.93	939452.4
TANANE-2	1070975.38	939215.72
TANANE-3	1071181.42	939846.31
TANANE-8	1072092.63	940230.08
TANANE9-1	1071071.04	940889.27
TANANE9-2	1071069.76	940874.14

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-50. Producción del Bloque Apiay

Facility Name	Date	Hrs.	Teorical Production			Prorated Oil Prod.		
			Oil	Water	Gas	Oil Prod.	Gas Prod.	Water.
	- - -	hrs	bbl	bbl	mscf	bbl	mscf	bbl
Estación APIAY								
APIAY ESTE-1:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY ESTE-2:K2	5/4/2010	24	212.89	774.55	151	243.86	232.25	774.55
APIAY ESTE-2:SF	5/4/2010	24	49.95	105.61	0	57.22	0	105.61
APIAY ESTE-3:SF	5/4/2010	24	72.6	161.6	8	83.16	12.3	161.6
APIAY-10:K1	5/4/2010	24	79.79	1.22	1317	91.39	2025.6	1.21
APIAY-11:K2	5/4/2010	24	135.16	300.84	61	154.82	93.82	300.84
APIAY-12:K2	5/4/2010	24	8.5	1685.53	28	9.74	43.07	1685.5
APIAY-14:K1	5/4/2010	24	38.3	152.8	15	43.87	23.07	152.8
APIAY-15:K2	5/4/2010	24	0	9838	18	0	27.69	9838
APIAY-16:K2	5/4/2010	24	92.4	4527.6	145	105.84	223.02	4527.6
APIAY-17:K2	5/4/2010	24	116.46	11529.5	19	133.4	29.22	11530
APIAY-18:SF	5/4/2010	24	420.42	8.58	297	481.58	456.8	8.58
APIAY-19:K2	5/4/2010	24	19.8	3934.32	18	22.68	27.69	3934.3
APIAY-19:SF	5/4/2010	24	1.9	0	0	2.18	0	0
APIAY-1:T1	5/4/2010	24	49.5	115.5	1299	56.7	1997.9	115.5

Facility Name	Date	Hrs.	Teorical Production			Prorated Oil Prod.		
			Oil	Water	Gas	Oil Prod.	Gas Prod.	Water.
	- - -	hrs	bbl	bbl	mscf	bbl	mscf	bbl
APIAY-20:K2	5/4/2010	24	335.58	5257.42	129	384.4	198.41	5257.4
APIAY-21:K1	5/4/2010	24	219.2	3433.82	33	251.09	50.76	3433.8
APIAY-22:K1	5/4/2010	24	26.1	136.92	70	29.9	107.66	136.92
APIAY-23H:K1	5/4/2010	24	172.05	239.07	36	197.08	55.37	239.07
APIAY-23H:SF	5/4/2010	24	349.33	29.55	0	400.14	0	29.55
APIAY-24:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-24:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-25D:K1	5/4/2010	24	163.13	866.73	0	186.86	0	866.73
APIAY-25D:SF	5/4/2010	24	69.89	65.25	0	80.06	0	65.25
APIAY-26D:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-27:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-28:K1	5/4/2010	24	217.77	2893.23	30	249.45	46.14	2893.2
APIAY-29:K1	5/4/2010	18	24.3	16.2	119.25	27.83	183.41	16.2
APIAY-30:K1	5/4/2010	24	421	1031.63	23	482.24	35.38	1031.6
APIAY-31:K1	5/4/2010	13	40.46	4.5	115.38	46.35	177.45	4.5
APIAY-32:K1	5/4/2010	24	75.7	1438.3	39	86.71	59.98	1438.3
APIAY-3R:K1	5/4/2010	24	455.5	128.48	57	521.76	87.67	128.48
APIAY-4:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-5:K1	5/4/2010	24	225.4	4.6	106	258.19	163.03	4.6
APIAY-6:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
APIAY-7:K2	5/4/2010	24	368.25	122.75	77	421.82	118.43	122.75
APIAY-8:K2	5/4/2010	24	0	0	884	0	1359.7	0
APIAY-9:SF	5/4/2010	24	626.04	219.96	66	717.11	101.51	219.96
GAVAN-1:K2	5/4/2010	24	32.85	1148.9	28	37.63	43.07	1148.9
GAVAN-1:SF	5/4/2010	24	6.59	127.66	0	7.55	0	127.66
GAVAN-2:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
GAVAN-2:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
GAVAN-4:K1	5/4/2010	24	293.97	366.64	535	336.74	822.86	366.64
GAVAN-4:SF	5/4/2010	24	87.76	30.63	0	100.53	0	30.63
GAVAN-5:K1	5/4/2010	24	668.5	1241.5	31	765.75	47.68	1241.5
GUATIQUIA-10:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
GUATIQUIA-2:K2	5/4/2010	24	64.61	3011.9	81	74.01	124.58	3011.9
GUATIQUIA-2:SF	5/4/2010	24	28.49	0	0	32.63	0	0
GUATIQUIA-3H:SF	5/4/2010	24	556.1	273.9	22.15	637	34.07	273.9
GUATIQUIA-4H:K2	5/4/2010	24	103	10251.5	70	117.98	107.66	10251
GUATIQUIA-5:K2	5/4/2010	24	54.6	5403.55	55	62.54	84.59	5403.5
GUATIQUIA-5:SF	5/4/2010	24	54.6	0	0	62.54	0	0
GUATIQUIA-6D:K1	5/4/2010	24	127.02	572.04	239	145.5	367.6	572.04
GUATIQUIA-6D:SF	5/4/2010	24	200.38	63.56	0	229.53	0	63.56
GUATIQUIA-7:K1	5/4/2010	24	632.4	421.6	8	724.4	12.3	421.6
GUATIQUIA-8:K1	5/4/2010	24	717	478	32	821.3	49.22	478
Estación Apiay Subtotal		**1087**	**8715.2**	**72415.4**	**6261.8**	**9983.1**	**9631**	**72415**
Estación REFORMA								
LIBERTAD NORTE-2:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
LIBERTAD NORTE-3:K2	5/4/2010	24	19	3781	79	12.95	45.95	3780.9
LIBERTAD NORTE-4:K1	5/4/2010	24	50	9.7	1132	34.08	658.42	9.7
LIBERTAD NORTE-5:K2	5/4/2010	24	11.79	3357.08	130	8.04	75.61	3357
LIBERTAD NORTE-5:SF	5/4/2010	24	7.11	373.02	0	4.85	0	373.01
LIBERTAD NORTE-6:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
LIBERTAD NORTE-7:K1	5/4/2010	24	7.56	100.44	0	5.15	0	100.44

Facility Name	Date	Hrs.	Teorical Production			Prorated Oil Prod.		
			Oil	Water	Gas	Oil Prod.	Gas Prod.	Water.
	- - -	hrs	bbl	bbl	mscf	bbl	mscf	bbl
LIBERTAD-1:K2	5/4/2010	24	26.3	1724	86	17.93	50.02	1724
Estación Reforma Subtotal		**144**	**121.76**	**9345.24**	**1427**	**83**	**830**	**9345**
Estación SURIA								
AUSTRAL-1R:K1	5/4/2010	24	200.3	1802.7	142	177.99	271.5	1802.7
AUSTRAL-2:K2	5/4/2010	24	150.48	3611.52	43	133.72	82.21	3611.6
GUAYURIBA-1:K1	5/4/2010	24	370.5	1111.5	52	329.22	99.42	1111.5
GUAYURIBA-2:K2	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
OCOA-1:K1	5/4/2010	24	7.29	235.71	1	6.48	1.91	235.71
PACHAQUIARO NORTE-1:SF	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
POMPEYA-1:K2	5/4/2010	24	18	432	23.2	15.99	44.36	432.01
SAURIO-1:SF	5/4/2010	24	263.4	614.6	0	234.06	0	614.61
SURIA SUR-10:SF	5/4/2010	24	171	19	0	151.95	0	19
SURIA SUR-11:K2	5/4/2010	24	221.4	3468.6	99	196.73	189.28	3468.6
SURIA SUR-12:K1	5/4/2010	24	80.18	3580.82	36	71.24	68.83	3580.9
SURIA SUR-12:SF	5/4/2010	24	0.81	383.42	0	0.72	0	383.43
SURIA SUR-13:K1	5/4/2010	24	234.36	602.64	58	208.25	110.89	602.65
SURIA SUR-14:K1	5/4/2010	24	588.6	392.4	109	523.03	208.4	392.4
SURIA SUR-15:K1	5/4/2010	24	56.63	752.37	7	50.32	13.38	752.38
SURIA SUR-16:K1	5/4/2010	24	42.8	492.2	1	38.03	1.91	492.21
SURIA SUR-17:K1	5/4/2010	24	1562	493	247	1388	472.25	493.01
SURIA SUR-18:K1	5/4/2010	24	371.7	41.3	21	330.29	40.15	41.3
SURIA SUR-1:SF	5/4/2010	24	183.16	57.84	0	162.75	0	57.84
SURIA SUR-21:K1	5/4/2010	24	94	6	13	83.53	24.86	6
SURIA SUR-22:K1	5/4/2010	24	39.36	83.64	4	34.98	7.65	83.64
SURIA SUR-2:K2	5/4/2010	23.5	39.51	1277.55	9.78	35.11	18.69	1277.6
SURIA SUR-3:K2	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
SURIA SUR-4:K2	5/4/2010	24	522.76	1344.24	179	464.52	342.24	1344.3
SURIA SUR-5:K1	5/4/2010	24	249.2	373.8	225	221.44	430.19	373.8
SURIA SUR-6:SF	5/4/2010	24	3.98	1323.02	0	3.54	0	1323
SURIA SUR-7:SF	5/4/2010	24	203.5	71.5	0	180.83	0	71.5
SURIA SUR-8:K1	5/4/2010	24	737.8	130.2	1	655.61	1.91	130.2
SURIA SUR-9:K1	5/4/2010	24	225.68	580.32	185	200.54	353.71	580.33
SURIA-10:K1	5/4/2010	24	474.88	1221.12	226	421.98	432.1	1221.1
SURIA-11:K1	5/4/2010	24	604.08	234.92	374	536.78	715.07	234.92
SURIA-12:K2	5/4/2010	24	75	1843	40	66.64	76.48	1843
SURIA-13:K1	5/4/2010	24	139.44	707.68	436	123.9	833.61	707.69
SURIA-13:SF	5/4/2010	24	451.38	389.5	0	401.1	0	389.5
SURIA-14:K1	5/4/2010	24	1047.9	91.12	260	931.14	497.11	91.12
SURIA-15:K1	5/4/2010	20	276.38	226.13	59.17	245.59	113.12	226.13
SURIA-16:SF	5/4/2010	24	411.09	14.91	5	365.29	9.56	14.91
SURIA-17:SF	5/4/2010	24	15.32	750.68	36	13.61	68.83	750.69
SURIA-1:K2	5/4/2010	24	9.87	9864.13	31	8.77	59.27	9864.3
SURIA-2:K2	5/4/2010	24	37	1794	3	32.88	5.74	1794
SURIA-2:SF	5/4/2010	24	30.37	169.16	0	26.99	0	169.16
SURIA-3:K2	5/4/2010	24	45.51	1471.49	6	40.44	11.47	1471.5
SURIA-4:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
SURIA-5:SF	5/4/2010	24	215.4	143.6	0	191.4	0	143.6
SURIA-6:K2	5/4/2010	24	224	2976	46	199.05	87.95	2976
SURIA-7:K2	5/4/2010	24	153	2397	30	135.95	57.36	2397

Facility Name	Date	Hrs.	Teorical Production			Prorated Oil Prod.		
			Oil	Water	Gas	Oil Prod.	Gas Prod.	Water.
	- - -	hrs	bbl	bbl	mscf	bbl	mscf	bbl
SURIA-8:SF	5/4/2010	24	147	98	0	130.62	0	98
SURIA-9:K1	5/4/2010	24	264.04	379.96	54	234.62	103.25	379.96
TANANE-1:K1	5/4/2010	0	0	0	0	0	0	0
TANANE-3:K1	5/4/2010	24	42.75	2.25	42	37.99	80.3	2.25
Estación SURIA Subtotal		**1075**	**11303**	**48056.5**	**3104.2**	**10044**	**5935**	**48057**
Gran Total		**2306**	**20140**	**129817**	**10793**	**20110**	**16396**	**129817**

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

La descripción resumida y esquematizada de los procesos se presenta siguiendo el mismo sentido de flujo de la secuencia operativa, iniciando por las actividades de perforación y extracción que son comunes para todos los campos, y siguiendo con los procesos de recolección y tratamiento del petróleo en cada campo, para terminar con el tratamiento del agua de producción y sus vertimientos a los cuerpos receptores.

Procesos de perforación y extracción

La perforación de un pozo se divide en tres etapas. La primera se inicia con la perforación de un hueco de superficie hasta una profundidad de unos 100 pies, cuyo tramo va revestido y cementado para darle estabilidad al pozo y protección a las aguas superficiales; el segundo tramo de unos 9900 pies en la formación T1, también va revestido para aislar los acuíferos y darle estabilidad y apoyo al último tramo ubicado en la formación K2, el cual tiene una profundidad de unos 11000 pies, y también va revestido y sellado hidráulicamente.

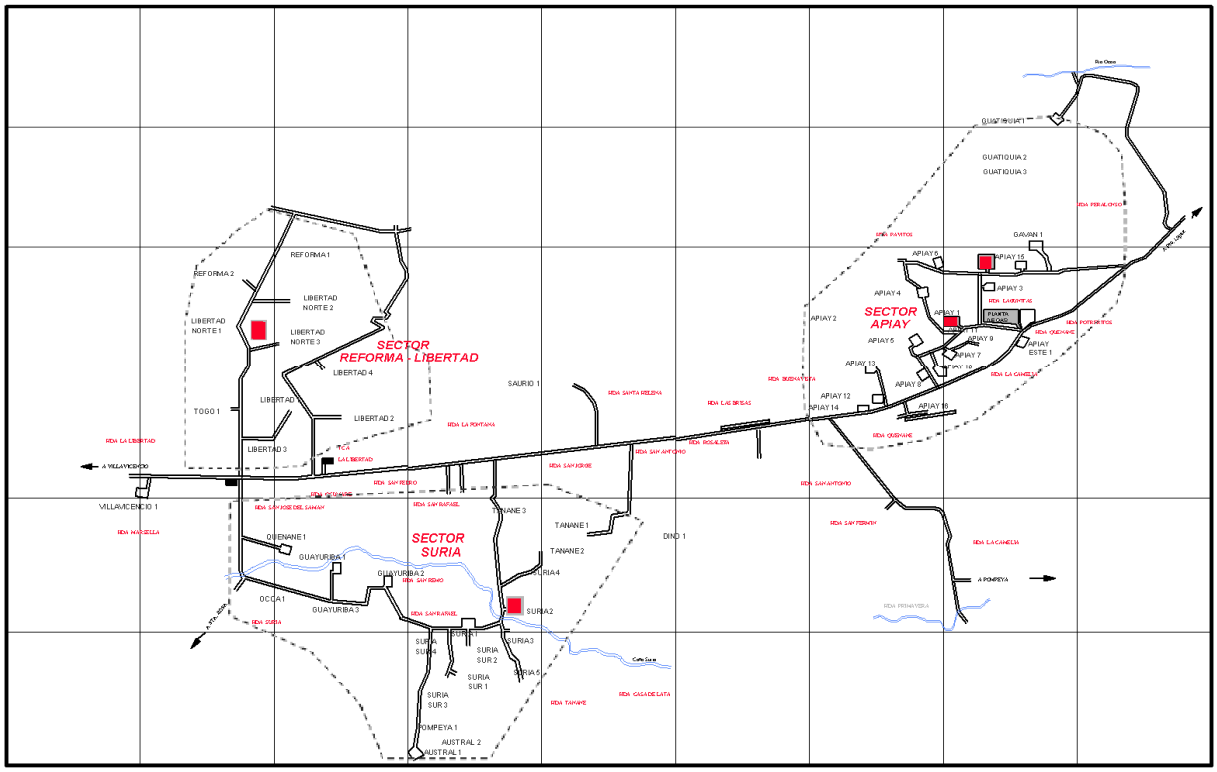
Las formaciones de interés en el Campo Apiay son las K2, K1, T1 y T2 y el potencial de producción es de 9452 BOPD, 76238 BWPD y 9.05 MSCFD, para un BSW promedio del campo del 88.97 %.

Finalmente, en la etapa de habilitación de las zonas productoras se instala el equipo de bombeo que puede ser electro-sumergible (SES) o de bombeo mecánico. El sistema de BES es el más generalizado en el campo Apiay.

A lo largo de la vida útil de un pozo este pierde producción y por lo tanto se requiere desarrollar trabajos de Workover con el fin de incrementar la producción, aumentar las reservas y acelerar el recobro de la inversión. Los trabajos más comunes son:

- Aislamiento de zonas productoras de agua y habilitación de zonas con buena saturación de hidrocarburos.
- Cementación remedial de zonas.
- Cañoneo de nuevas zonas inactivas con potencial productivo.
- Instalación de choques de fondo para aislamiento de filtraciones de agua.
- Incremento de cañoneo.
- Fracturamiento de yacimientos K1 y T2.

Figura 4-52. Localización general de los campos del bloque Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Operativamente los Campos Suria y Reforma se manejan conjuntamente por lo que de igual manera se describirán conjuntamente.

Campo Apiay

En el Campo Apiay se localizan además de los pozos Apiay, Apiay Este, Gaván y Guatiquía, la Estación Apiay en donde se localizan principalmente la Estación Recolectora Apiay (ERA), la Refinería en donde se trata el crudo pesado en la Planta de Asfalto y el Gas, y la Estación de Bombeo EBA al Norte, esta última no hace parte de este PDC.

Transporte y control de llegada de crudo

La Estación ERA de Apiay recibe, tanto el crudo proveniente de su propio campo como el de los campos Suria, Reforma-Libertad, y los crudos de Castilla y Chichimene; además recibe el crudo pesado proveniente de otros 20 campos denominados Terceros. Todo este crudo le llega a la ERA a través de 3 oleoductos y del transporte por carrotanques. Los ductos que recibe la Estación Apiay son:

- Oleoducto CH-AP = Oleoducto Chichimene-Apiay
- Oleoducto R/L-AP = Oleoducto Reforma/Libertad-Apiay
- Oleoducto C2-AP = Oleoducto Castilla 2-Apiay
- Gasoducto R/L-SU-AP = Gasoducto Reforma/Libertad-Suria-Apiay

Descargue y control de carrotanques. El crudo se transporta en carrotanques desde los campos Castilla, Rubiales, Valdivia, Bastidas, Campano, Carrizales, La Punta, Jagua y otros. Estos carrotanques son recibidos en el parqueadero localizado en la misma locación del Pozo Apiay 8, habilitado con capacidad para 80 vehículos, aunque en ocasiones se reciben hasta 100.

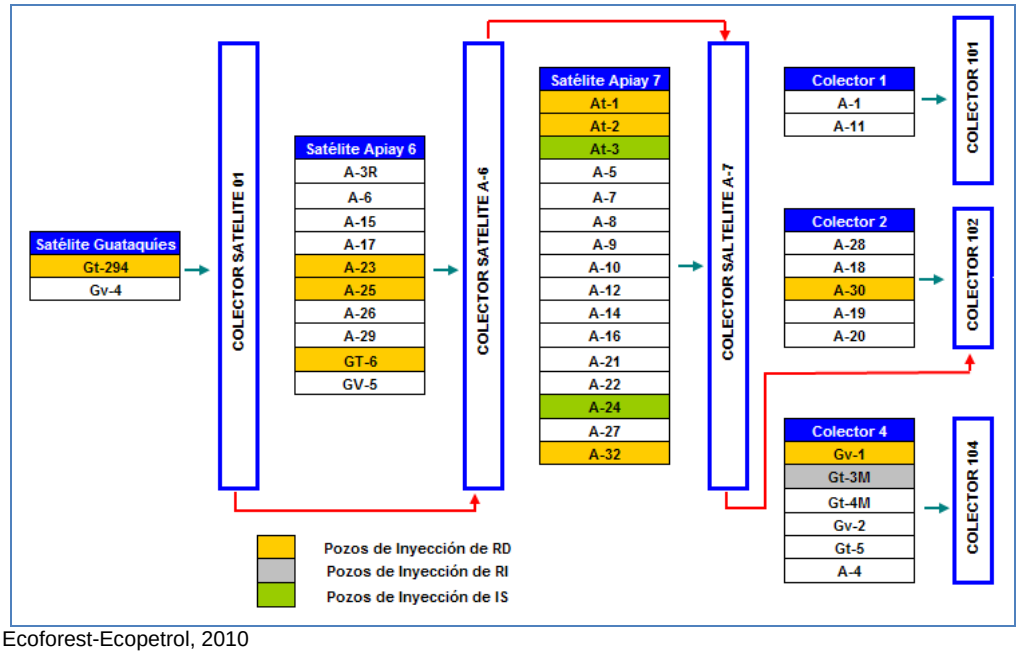
En este sitio se programan los turnos de recibo de 2 a 3 días, y se le practica previamente a cada carrotanque la Inspección física del vehículo, de los sellos, y la verificación de la guía original con la enviada por internet.

Cuando se programa el mantenimiento al Pozo 8 (con alta producción de gas) es necesario evacuar totalmente el parqueadero y se utiliza la locación del pozo AE-1 que se ubica a 1.2 Km al Este, sobre el costado Sur de la vía adyacente a la entrada a Hacienda Potreritos, actualmente en adecuación.

Figura 4-53. Paqueadero de tractomulas, Sistema de revisión de carrotanques y manejo de aguas aceitosas

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-54. Esquema simplificado de recolección ERA



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Estación de recolección Apiay – ERA

La recolección de los campos del área Apiay opera a través de 6 colectores distribuidos en el área de acuerdo a la ubicación geográfica de los pozos.

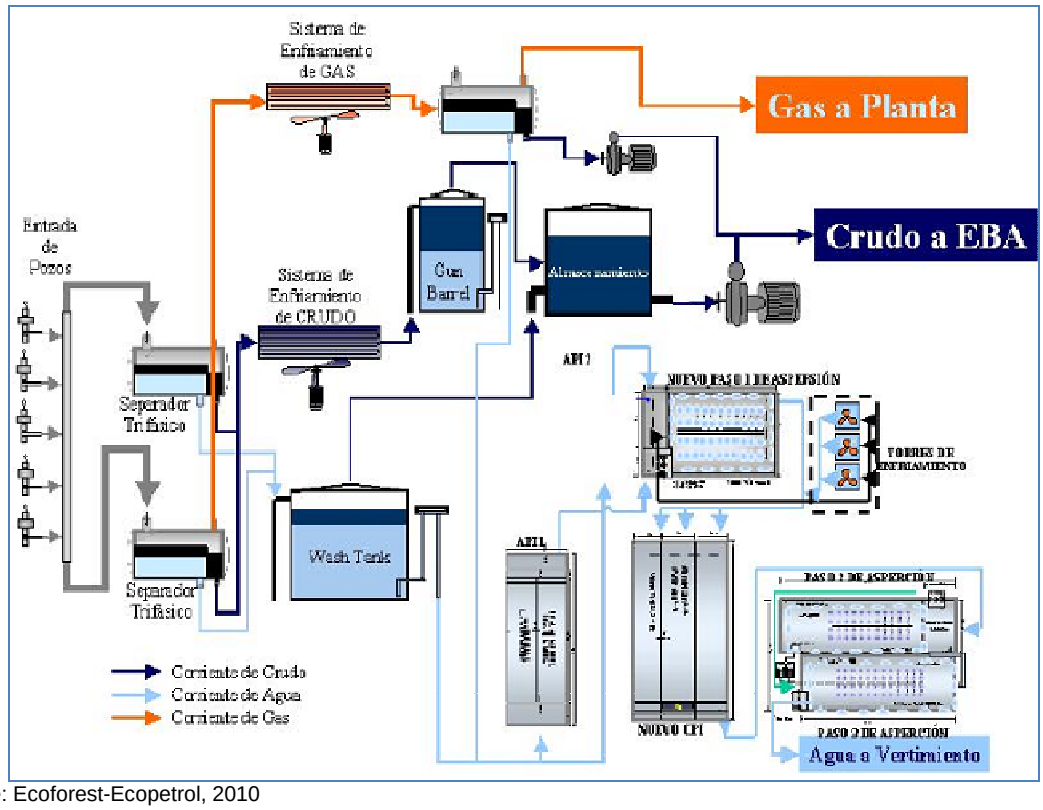
- El colector satélite de Guatiquía recibe producción de algunos pozos de los campos Guatiquía y Gaván y se conecta al colector satélite Apiay 06, que a su vez recoge la producción de pozos de Guatiquía y Gaván y algunos pozos de Apiay, para conectarse al colector 101 y entrar a la Estación de Recolección Apiay (ERA).
- El colector Apiay 07 recibe la producción de los pozos del campo Apiay Este y algunos otros pozos del campo Apiay; este se conecta al colector 102 el cual también recibe algunos pozos adicionales del campo Apiay y entrar a ERA.
- Finalmente el colector 104, recibe la producción de los pozos restantes de Guatiquía, Gaván y Apiay para entrar a la ERA

Las actividades desarrolladas en la ERA se dividen en 6 módulos:

- Módulo de recolección. En este sitio se agrupan los manifold o múltiples a donde llegan 25 líneas de producción en diámetros de 4, 6 y 8 pulgadas de diámetro. En este sitio se aplica la inyección de químicos en emulsiones directas o inversas.
- Módulo de tratamiento mediante separadores trifásicos, uno de prueba (103) y dos separadores generales (SE-101/102/104) del fluido (petróleo, agua y gas) a los cuales se les aplica inyección de rompedores de emulsión directa para incrementar la velocidad de separación de partículas.
- Bombeo en estado líquido y caliente hacia los Gun Barrel (Tk 104, 105 y 106) y de ahí a los tanques de lavado o Wash Tank (Tks 103 y 107), en donde se dispone de un colchón de agua en los tanques de tratamiento para facilitar la separación de los fluidos.

- Módulo de enfriamiento para disminuir la temperatura del crudo a niveles de seguridad (aprox. 105°C a 85° C).
- Módulo de almacenamiento y fiscalización. El petróleo depurado se conduce a los Tks 101 y 102 en donde aprovechando la permanencia del crudo se extrae los volúmenes decantados que persisten.
- Bombeo a la Estación de Bombeo Apiay (EBA) en donde se realiza la verificación de los parámetros de calidad, siendo el más importante el de contenido de sólidos y agua (BSW) que debe ser menor al 1%.

Figura 4-55. Esquema de tratamiento de la ERA



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

En la Estación de Recolección y Tratamiento de Crudos Apiay (ERA) se colecta y trata los crudos extraídos de las formaciones geológicas K1 y K2 y, en menor proporción, de las T1 y T2 de algunos pozos perforados en los Campos del Bloque Apiay. En la ERA se producen cerca de 12000 BOPD, 5800 millones de pies cúbicos diarios de gas y se manejan más de 65000 barriles de agua por día.

En la ERA existen sistemas conexos o auxiliares que son fundamentales para la operación y seguridad de la Estación, siendo los más importantes el del tratamiento de gases, el sistema contra incendios y el tratamiento de las aguas de producción.

El gas que se desprende de estos procesos es transportado por tubería de 8 pulgadas a la Planta de Gas para su tratamiento, previo enfriamiento de gases y recuperación de condensados. El gas

pobre es usado en los procesos industriales y/o quemado en la tea localizada a 60 m de la Estación.

El tratamiento de las aguas industriales se fundamenta en disminuir los residuos aceitosos y la temperatura y oxigenar el agua residual; para tal efecto el agua extraída de la separación, lavado y decantación en los respectivos tanques se conduce al módulo de tratamiento de aguas aceitosas el cual consta de tanque de lavado, separadores API conectados en serie y otros en paralelo, tanque CPI y piscinas de aspersión.

El sistema contra incendios se abastece de agua captada del caño Quenane y de la modalidad de espuma.

Otro sistema auxiliar es el suministro de energía, el cual se abastece desde la subestación de la refinería (planta de asfalto) y se apoya con la generación propia de los generadores de la ERA que funcionan con gas.

Figura 4-56. Procesos o actividades principales de la ERA

Múltiple de entrada a la ERA

Inyección de químicos en la ERA

Separadores Trifásicos de la ERA

Tanques Gun Barrel

Tanques Wash Tank en la ERA.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tanques de Fiscalización en la ERA

Figura 4-57. Sistemas conexos en la ERA

Tea de la ERA, vista desde la Planta de Gas.

Entrada de aguas industriales y division de flujo a los separadores API de la ERA.

Separador API en la ERA.

Sistema de aspersión de la ERA

Vertimiento ERA al rio Ocoa, vista hacia aguas arriba y hacia aguas abajo
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

- **Planta de Gas**

La Planta de gas recibe los flujos extraídos en los Campos del Bloque Apiay y separados primariamente en las estaciones de recolección de crudos de Apiay, Suria y Reforma - Libertad, las cuales envían respectivamente promedios diarios de 4.5 MMSCFD, 12 MMSCFD y 500 KSCFD, para un total medio día de 17 MMSCFD (millones de pies cúbicos estándar día).

En 1995 quedo montado un nuevo compresor de carga, un nuevo cabezal de Gas Natural combustible, un nuevo compresor de Gas Natural Doméstico y una zona para recibo y manejo de gas de Cusiana, que permitió reforzar el envío de Gas Natural a Bogotá y garantizar el suministro de Gas Natural del núcleo industrial de Apiay incluyendo el suministro a la nueva Termoeléctrica de Ocoa y el abastecimiento de Gas Natural para la ciudad de Villavicencio.

Posteriormente, en el año 2001, aprovechando los incrementos en producción y en temperatura del Gas Natural de carga, se instalaron facilidades para hacer más eficiente su separación y enfriamiento. Las adecuaciones incluyen separadores trifásicos de crudo/agua/gas en las Estaciones Recolección Suria y Apiay, y la misma planta de Gas Apiay se reformó para el manejo de altos volúmenes de condensados. Como resultado de estas adecuaciones se aumentó la capacidad de procesamiento a 20 millones de pies cúbicos estándar día. Actualmente se reciben en dos corrientes el producto de las Estaciones de Suria y Apiay para un total de 17 millones de pies cúbicos.

La Planta de Gas tiene un sistema de mezclado de gases y unas secciones de separación de fases, filtrado por absorción, enfriamiento, compresión, retiro de condensados, almacenamiento y despacho, la cual opera con los siguientes procesos:

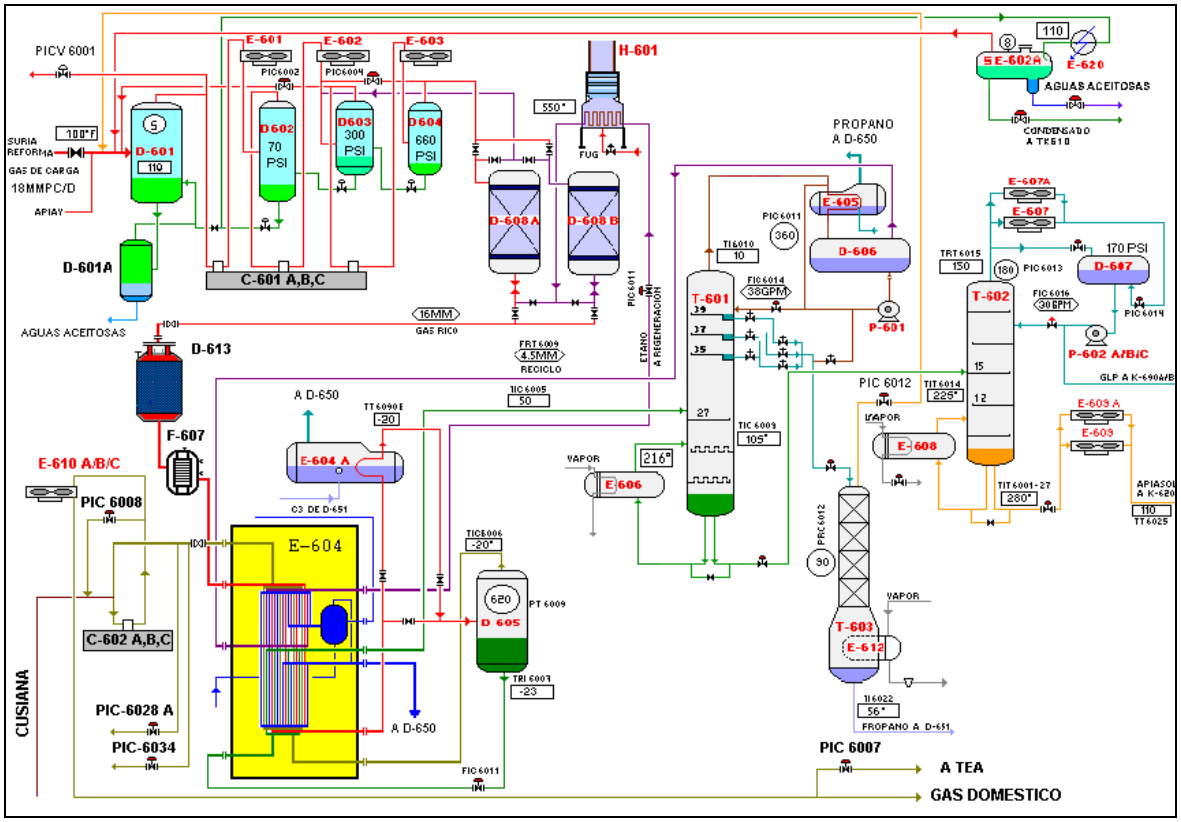
- Sistema de Carga y Compresión
- Sistema de Secado y Regeneración de secadores
- Sistema de Refrigeración y Separación
- Sistema de manejo de Gas Cusiana
- Sistema de Refrigeración con propano
- Sistema de Fraccionamiento, mediante la operación de las torres Deetanizadora, Depropanizadora y Debutanizadora
- Sistema de Almacenamiento de Productos de Apiasol y de GLP
- Sistema de Desfogue

En la separación de fases de baja presión se extrae el condensado, se utiliza una unidad de secado con tamices moleculares y se envía a un filtro absorbedor de mercurio. En la “caja fría” se lleva el fluido a temperatura ambiente y se puede unir con el gas proveniente del Campo Cusiana. Finalmente, el gas se somete a compresión que se aprovecha para retirar más líquidos.

El gas propano es uno de los condensados obtenidos en la planta Gas durante el proceso de secado y compresión. También se obtienen derivados con cadena de carbonos más pesados los cuales son almacenados y luego vendidos a diferentes comercializadores.

Otro derivado de este proceso es el Apiasol, en una cantidad aproximada de 300 BPD, que se suele bombear a la Estación de Bombeo Apiay (EBA) para su uso como reductor de viscosidad del crudo a bombear por el oleoducto.

Figura 4-58. Esquema de tratamiento en la planta de gas Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-59. Planta de gas Apiay

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Panorámica de la Planta de Gas vista hacia la torre debutanizadora, y a la derecha se muestra el detalle del Múltiple de llegada del gas procedente de Apiay y Reforma/Libertad -Suria, al inicio del proceso.

4.1.3.3 Planta de asfalto o refinería

El objetivo de la planta de asfalto es atender parte de la demanda nacional de asfalto 60-80 y de los productos blancos que se obtienen del proceso, tales como Bencina, Gasóleo y ACPM (mezcla de Kerosene y ACPM).

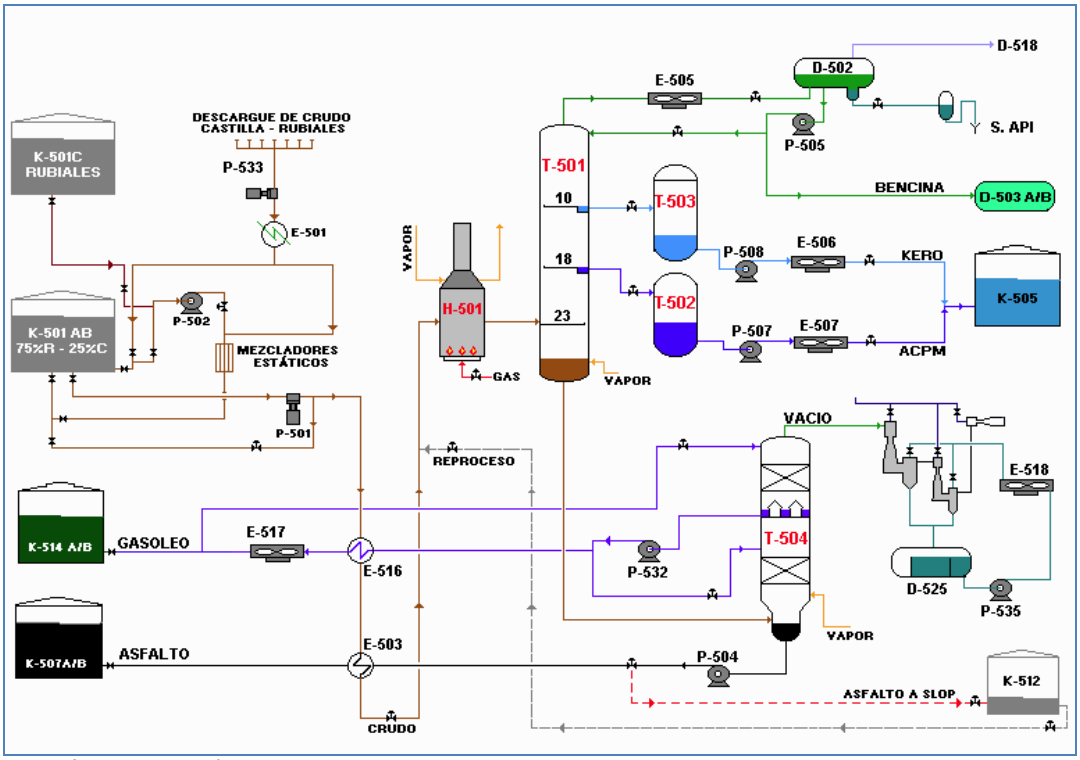
La planta fue diseñada inicialmente para procesar crudo Castilla (crudo pesado de 13.2° API) y obtener como productos terminados: Nafta, Kerosene, ACPM, Gasóleo y Asfalto, mediante fraccionamiento atmosférico. Tras varias modificaciones de mezcla de los crudos Castilla, Apiay y Rubiales y cambios al proceso en el año 2005 se volvió a su diseño original. La Unidad tiene flexibilidad para operar desde 60% hasta 110% de su capacidad nominal. Además tiene la facilidad, por diseño, de operar con las siguientes tres alternativas, cuyo proceso se esquematiza en el Figura siguiente.

Tabla 4-51. Alternativas operacionales

Productos	1ª Alternativa	2ª Alternativa	3ª Alternativa
	Máxima Bencina	Máximo Kerosene	Máximo ACPM
Nafta	175 Barriles	98 Barriles	98 Barriles
Cima	430º F	280º F	280º F
Kerosene	243 Barriles	320 Barriles	154 Barriles
Plato 10	550º F	550º F	430º F
ACPM	288 Barriles	288 Barriles	454 Barriles
Plato 18	635º F	635º F	635º F

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-60. Diagrama de banderas de la planta de asfalto



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Los sistemas principales que identifican la operación de la Planta de Asfalto, son:

- Descargue y almacenamiento de crudo
- Carga de crudo
- Precalentamiento de crudo
- Destilación atmosférica y despojo con vapor
- Destilación al vacío
- Enfriamiento de productos
- Almacenamiento y entrega de productos
- Sistemas auxiliares
    - Sistemas de lavado (*flushing*)
    - Sistema de purga y desocupación
    - Sistema de transferencia
    - Sistema de residuos (*slop*)
    - Tratamiento de efluentes
    - Sistema de desfogue (*blow-down*)
    - Inyección de productos químicos

Descargue y almacenamiento de crudo. El proceso de descargue consta de 3 bombas rotatorias, un Múltiple para conectar 9 carrotanques simultáneamente y una caja para recolectar los drenajes de agua que resulta por el tiempo de permanencia de los carrotanques a la espera de su turno. El sistema se adecuo para mejorar el despacho a la EBA y para el manejo exclusivo del crudo

Valdivia; el crudo Rubiales que tiene una gravedad específica similar al de Castilla se empezó a recibir desde el 2005 para la mezcla de carga en la Refinería.

El descargue del crudo se succiona por bombeo de los carrotanques que lo descargan a través de calentadores de vapor para ser almacenado en tanques de techo cónico equipados con un sistema de agitadores que operan continuamente.

Carga de crudo. El crudo es succionado de los tanques de almacenamiento K-501 A/B/C por las bombas P-501 A/B, de 90 GPM por motobombas que descargan a una presión controlada de 200 PSIG, el cual es dividido en dos circuitos, uno que descarga a la Planta y el otro circuito pasa a una serie de intercambiadores pasando por el horno para finalmente entrar a la zona flash de la Torre T-501.

Precalentamiento y calentamiento de crudo. El crudo almacenado en los tanques K-501 a150°F es succionado por las bombas P-501, para luego precalentar hasta 210° F en el lado del casco, y hasta 410° F en los tubos de los E-503 A/B.

Posteriormente el flujo de crudo entra a unos 80 PSIG a los serpentines de la sección de convección y luego pasa por los serpentines de la sección radiante del horno en donde se calienta hasta 730° F. El crudo caliente sale del horno parcialmente vaporizado y va al plato 23 de la T-501 por la línea de transferencia. La temperatura de salida del horno se controla automáticamente, regulando la presión del gas combustible a los quemadores.

En la chimenea del horno se encuentra la compuerta o damper que regula el tiro natural del horno; esta compuerta se opera manualmente desde el piso y debe ser regulada en conjunto con los registros de aire de cada uno de los quemadores para controlar el exceso de aire y obtener la eficiencia máxima del horno. La temperatura de salida determina las condiciones de la destilación atmosférica y al vacío, afectando especificaciones de calidad del asfalto como Penetración y Punto de Ignición o Chispa, factores importantes teniendo en cuenta que este es el producto principal de la planta.

Destilación atmosférica y despojo con vapor. El flujo de crudo caliente y parcialmente vaporizado, que sale del horno H-501, fluye por la línea de transferencia hasta entrar a la zona flash o de vaporización instantánea de la torre atmosférica.

1) La fracción no vaporizada de crudo cae al fondo de la torre produciendo un nivel de líquido de crudo reducido; este por diferencia de presión fluye del fondo de la T-501 hacia la torre que opera al vacío. El nivel de crudo reducido en la torre es controlado automáticamente. La torre está equipada con veintidós platos de fraccionamiento “tipo válvula” para separar los productos destilados (sección de rectificación), y seis platos en la sección del fondo, para despojar con vapor el crudo reducido de sus moléculas más livianas.
2) La fracción liquida separada en la zona de vaporización junto con el reflujo interno del plato superior, fluyen hacia abajo en la sección despojadora de la torre. En esta sección se efectúa nuevamente un fraccionamiento mediante intercambio de calor entre el líquido y el vapor.
3) Las fracciones vaporizadas del crudo que entran a la T-501 suben por entre las válvulas de los platos, y la condensación de vapores de hidrocarburo se produce a medida que la temperatura en la torre se reduce, produciendo los cortes laterales líquidos que se retiran en los platos diseñados para este propósito. Los vapores de cima, mezcla de bencina y vapor de agua, salen a una temperatura controlada de 235° F hacia el condensador de cima E-505. Allí se condensa la bencina y el vapor de agua, y se enfrían los gases no

condensables hasta 95° F. Si la presión en la cima de la torre T-501 baja, la válvula PCV-5007A cierra impidiendo el paso de líquido condensado hacia el acumulador D-502, inundando el E-505 y disminuyendo el área de transferencia. Si la presión sube, la válvula abre y automáticamente el área de transferencia aumenta para aumentar la condensación y bajar la presión.

Destilación al vacío. La T-504 recibe el crudo reducido del fondo de la T-501 que opera a –26.48 pulgadas de Hg, produciendo un vacío que se obtiene mediante dos eyectores en serie, cuya fuerza motriz es vapor saturado a 150 PSI.

Los vapores no condensados, en esta fase, son extraídos del inter-condensador D-529 A por él eyector secundario J-503 B que los descarga junto con el vapor motriz a un segundo inter-condensador D-529 B, que también tiene una inyección de 80 GPM de agua. Los últimos gases no condensables del D-529 B van al sistema de Blow-Down y más específicamente a la chimenea, I-501, donde son diluidos con vapor. En esta condición de operación, los livianos atrapados en el crudo reducido se separan de éste condensándose en la parte media de la torre, y los más livianos salen por la parte superior y finalmente se depositan en el D-525. Los vapores que salen por la cima de la torre, pasan a través de los eyectores de vacío y la parte que se condensa se separa como gasóleo liviano en el D-525.

Enfriamiento, almacenamiento y entrega de productos. Al terminar el proceso los productos de la planta se encuentran a temperaturas muy altas para ser almacenados en los tanques; por tanto, es necesario enfriarlos por medio de intercambiadores con aire atmosférico en el caso de los siguientes productos: Bencina (E-505), Kerosene (E-506), ACPM (E-507) y Gasóleo (E-517); además, el Asfalto y el Gasóleo ceden temperatura en los intercambiadores E-503 y E-516 respectivamente.

- La BENCINA se almacena en dos tambores de 230 BLS cada uno, y en un tanque de almacenamiento para ventas de 5.800 BLS. (K-503). Actualmente este tanque K-503 se usa para almacenamiento de Mezcla de Refinados: Bencina, gasóleo y ACPM fuera de especificaciones o para su degradación por altas existencias.
- El Kerosene y el ACPM se almacenan y controla su calidad en el K-505 de 970 Barriles de capacidad.
- El ACEM se almacena en los K-514 A/B de 430 Barriles cada uno.
- El K-504 de 5.800 BLS recibe el ACPM del K-505 y el ACEM de los K-514 y, de él toman las bombas de ventas P-512 C y B.
- El K-503 recibe gasóleo producto, gasóleo liviano del D-525, bencina producto y ACPM cuando está fuera de especificaciones. A esta mezcla se le hace caracterización para venderlo como Mezcla de Refinados.
- El K-506 de 13.100 Barriles almacena Nafta y esta se usa como diluyente del crudo pesado en la Estación de Bombeo.
- Para el almacenamiento de asfalto producto se cuenta con los tanques K-507 A y B de 20.000 BLS cada uno, provistos de unidades de calentamiento conocidas como quemadores. Estos tanques llamados “tanques calientes” para que el asfalto se mantenga en estado líquido presentan alto riesgo de explosión e incendio y por lo tanto su diseño, instrumentación, alarmas, etc., son críticos. Por esta razón, se dispone de un sistema de blanqueo con gas el cual cumple dos objetivos:
  1- La atmósfera de gas sella e impide la entrada de aire al tanque y esto evita la oxidación del asfalto.
  2- El gas impide la presencia del tercer elemento de una combustión, que es el oxígeno.

Tabla 4-52. Capacidad de almacenamiento

Producto	Tanque	Capacidad
Bencina diario	D-503 A / B	230 BLS c/u
Mezcla de Refinados	K-503	5.800 BLS
ACPM Diario	K-505	970 BLS
ACPM Ventas	K-504	5.800 BLS
ACEM o Gasóleo	K-514 A / B	430 BLS c/u
Asfalto	K-507 A / B	20.000 BLS c/u
Nafta	K 506	13.100 BLS
SLOP Liviano	K-508	1.900 BLS
SLOP Pesado	K-512	3.800 BLS

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El asfalto producto es succionado de los tanques K-507 A o B por las bombas P-515 A o B que lo entregan a carro-tanques por medio de dos brazos de llenado a una rata constante de 172 BLS / hora por cada brazo, controlando su despacho por pesaje directo en básculas automáticas.

Figura 4-61. Detalles del proceso de la planta de asfalto

Vista general de la Planta de Asfalto, destacándose la torre de destilación.

Tanques de almacenamiento de crudo Castilla y Rubiales.

Horno de la Planta de Asfalto, destacándose la torre de vacío.

Sector de almacenamiento de la Planta de Asfalto y en primera plana el hidrante contraincendios.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Sistemas auxiliares en la planta de asfalto Apiay

Sistemas de Lavado (Flushing). Para evitar taponamientos en los instrumentos que monitorean productos pesados, la planta cuenta con un sistema de flushing que se usa como lavado a las conexiones de estos instrumentos. Este sistema está equipado con cheques especiales en línea y su flujo está regulado por platinas de orificio. Este aceite de lavado se suministra caliente desde las bombas P-532 A o B.

Sistema de Purga y Desocupación. Como sistema alterno de purga y limpieza se usan tres corrientes en este orden, así:

1) ACEM o Gasóleo de los K-514 con la P-511 A.
2) ACPM del K-505 con las P-512.
3) ACPM caliente suministrado desde la descarga de las bombas P-507 A/B.

Sistemas de Transferencia. En la Refinería se cuenta con facilidades para la transferencia de productos entre los diferentes tanques cuando se requiera, por estar fuera de especificación, o por cualquier otra necesidad. Los siguientes equipos poseen mecanismos de transferencia dentro de sus sistemas normales de operación:

- Tanques de crudo K-501 A/B/C.
- Tanques de bencina D-503 A/B y de Refinados, K-503.
- Tanques de ACEM o Gasóleo K-514 A/B y de ACPM, K-504.
- Tanques de ACPM K-505 y K-504.
- Tanques de asfalto K-507 A/B.
- Tanque de Nafta K-506 y de refinados, K-503.
- Tanque de residuos K-508 y de carga, K-501 A/B/C.
- Tanque de Slop pesado K-512 y planta.

Sistema de Residuos o Productos Fuera de Especificaciones (Slop). Para la recolección de los diferentes productos que están fueran de especificación, se dispone de un sistema de almacenamiento de dos tanques; el K-508 para residuos livianos (slop liviano) y el K-512 para residuos pesados (slop asfalto). Al tanque K-508 puede llegar, bencina de las P-505; Kerosene de las P-508; ACPM de las P-507 y gasóleo de las P-532, cuando estos productos tienen mal color o están fuera de especificaciones.

La mezcla de estos productos se llama Slop. A este tanque de residuos livianos llegan además las siguientes corrientes:

- ACPM o gasóleo de limpieza de los equipos: P-515 A/B y P-525 A/B, P-504 A/B, E-516 A/B, E-503 A/B y E-512 A/B.
- Residuos aceitosos del API con la P-517.
- Residuos recolectados en el D-518, descargados con la P-526.
- Los disparos de las válvulas de seguridad de los equipos del área de recibo de crudo (E-501 A/B, P-533 A/B/C)
- El disparo de la PSV de la línea de crudo Apiay
- El disparo de la PSV de la línea de recirculación de crudo.

Previo drenaje del tanque, todos estos residuos livianos del K-508, la bomba P-516 los toma y los envía preferiblemente a EBA, a la Estación de Recolección Apiay o a los tanques de crudo K-501 A/B/C, a través del FICV-5009. Los residuos pesados o asfalto, producto fuera de especificaciones,

del fondo de la torre correctora de chispa, T-504, se reciben en el K-512 y esporádicamente se reciclan a la planta desde este tanque. Este tanque tiene un sistema de calentamiento que consta de un calentador de fuego, X-504, alimentado con gas combustible, y además para prevenir explosión e incendio, un sistema de blanqueo, con gas combustible.

Tratamiento y Vertimiento de Efluentes. Los efluentes líquidos se tratan en un Separador API y en un sistema de piscinas (estabilizadora y de aireación) con el objeto de evitar la contaminación ambiental, mediante la recuperación de hidrocarburos de los sistemas de aguas aceitosas e industriales del área de proceso.

El Separador API está conformado por la piscina de entrada (BA-506), piscina de separación (BA-502), piscina de agua (BA-501) y piscina de aceite (BA-505) De esta última los hidrocarburos separados son enviados al tanque de residuos livianos, K-508, por medio de la bomba P-517. De la piscina de agua (BA-501) succionan las P-538 A/B que descargan a la piscina estabilizadora. Estas bombas se activan automáticamente mediante boyas de nivel.

Las aguas contaminadas (aceitosas) de las dos plantas, van inicialmente al sistema (Separador API) con tiempo de residencia calculado con base en el tiempo de separación (ascensión) de las partículas de hidrocarburo.

El efluente libre de hidrocarburos pasa por debajo de dos bafles invertidos al depósito de agua de donde lo toman las P-538 A/B y lo envían a la piscina de estabilización (BA-503). El aceite de la piscina de entrada es recogido por unos skimmer manuales y cae al foso de hidrocarburo donde lo toma la P-517 que lo envía al K-508.

Las aguas industriales (aguas lluvias de los diques de los tanques y de los pisos duros de las plantas) llegan a la fosa de succión de las P-537 A/B/C (BA-507) y de allí son descargadas por estas bombas a la piscina de estabilización (BA-503). En esta piscina la capa superior de hidrocarburos es tomada por los desnatadores de banda SK-502 A/B que lo retornan al sumidero de recuperación de aceites (BA-505).

El efluente de la piscina BA-503 pasa a la piscina de aireación, BA-504, por un bafle invertido que impide el paso de hidrocarburo, si lo hay.

En la fosa de las P-537 se instaló un canal colector con el cual se retira el hidrocarburo que eventualmente llegue, hacia el Separador API. Estas bombas operan en forma automática por la señal de un radar de nivel que arranca y para las P-537 A/C a un nivel establecido y la P-537B, a un nivel mayor.

El Vertimiento de las aguas industriales de producción tratadas es impulsado hasta el Vertimiento en el rio Ocoa, el cual se encuentra licenciado y en operación.

Campo Suria

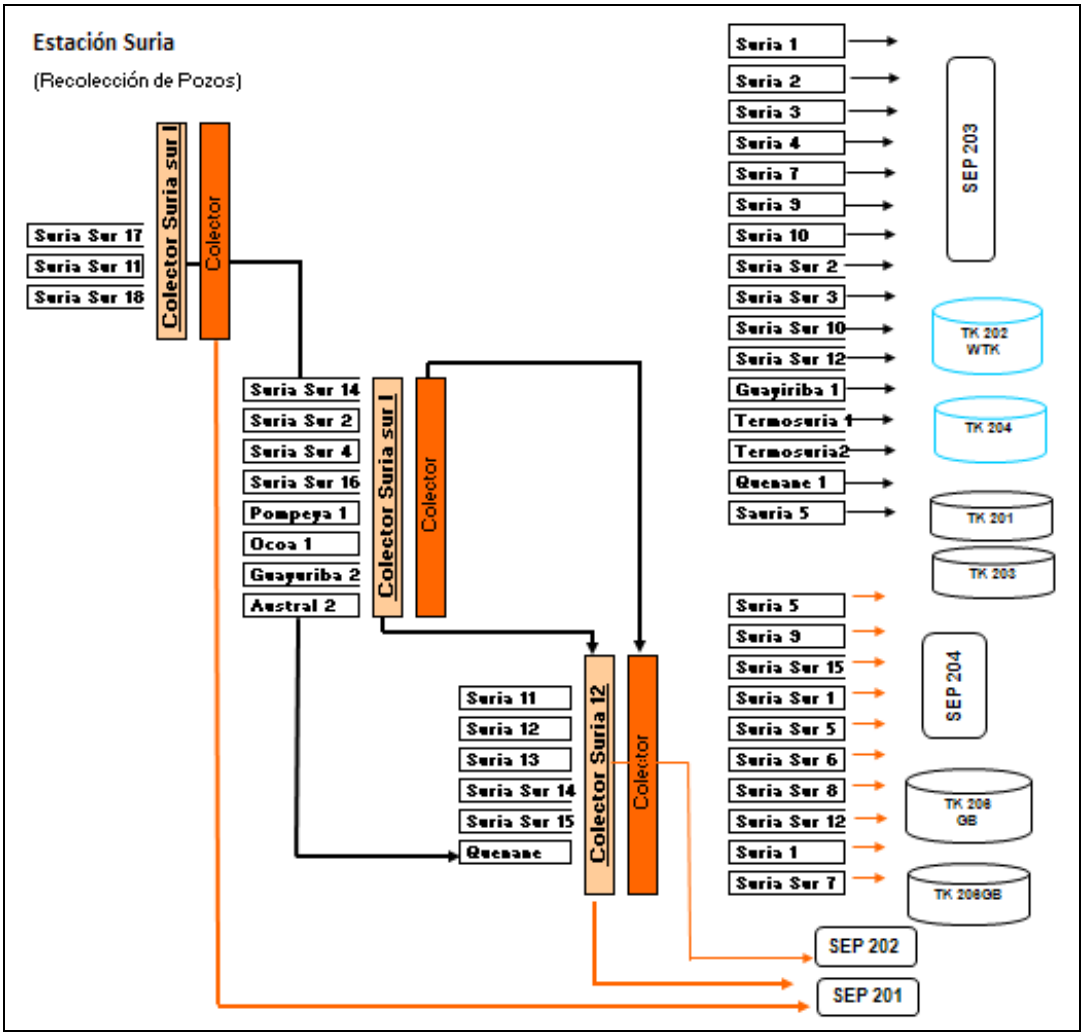
La Estación Suria cuenta con una producción aproximada de 7000 BOPD, 30000 BWPD y 12 MMCSFD. Esta se encuentra operando bajo los siguientes sistemas:

- Sistema de recolección de fluidos
- Sistema de prueba de pozos
- Sistema de separación de gas, crudo y agua
- Sistema de enfriamiento del gas y recuperación de condensados

- Sistema de enfriamiento de crudo
- Sistema de tratamiento de crudo
- Sistema de tratamiento de aguas de producción
- Sistema de almacenamiento y envío de crudo a EBA
- Sistemas auxiliares
  - Sistema de tea de baja presión
  - Sistema de agua y espuma contra- incendio
  - Sistema de generación de energía

Sistema de Recolección. El Campo Suria cuenta con un sistema de recolección de colectores de entrada (manifold) a donde llegan las 40 líneas de producción (38 en uso) de 4 y 6 pulgadas de diámetro. El módulo tiene dos colectores generales de 12 pulgadas de diámetro y un colector de prueba de 10 pulgadas, con facilidad para inyección de químicos a la salida de cada colector mediante tubería de ½ pulgada.

Figura 4-62. Sistema de recolección Suria



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El sistema de prueba. Consiste en la distribución de operaciones de acuerdo con las necesidades de detallar procesamiento de fluidos de un determinado pozo. El sistema cuenta con dos múltiples de recolección, a los cuales llegan todos los pozos del área SURIA, de tal manera que se pueden alinear hacia cualquier separador y de allí hacia cualquier tanque de prueba, tratamiento o lavado. Los tanques que reciben normalmente el efluente de los ASEP-201 y 202 son los tanques de prueba TK-207/208; cuando el pozo evaluado tiene un caudal superior a los 10000 BOPB se une el flujo de los dos múltiples de prueba.

Sistema de separación. Los separadores trifásicos son utilizados en el proceso convencional y los separadores bifásicos se aplican a las pruebas. Aquí se disgregan las fases agua, aceite y gas del crudo extraído del subsuelo. El gas fluye por la parte superior de los separadores en donde es cuantificado y evacuado hacia el sistema de enfriamiento de gas por tubería de 6 y 8 pulgadas. La recolección de gas utiliza tubería de 14 pulgadas de diámetro y luego de ser enfriado se mezcla con la producción de gas de la Estación Reforma – Libertad y se conduce a la Planta de Gas Apiay para su compresión y refinado.

Sistema de enfriamiento de gases. Constituido por ocho bahías con capacidad de 19.84 millones de pies cúbicos estándar día, en donde se disminuye la temperatura del gas de 20 a 50% y se separan los condensados.

Desde este separador los condensados pasan al separador bifásico en donde se les retira el remanente de agua y se estabilizan para que las bombas lo dirijan al punto de mezcla estática con la producción de crudo y finalmente se envíen a la Estación de Bombeo Apiay (EBA). En caso de que la EBA tenga problemas, para recibir crudos o que los condensados resulten con alto porcentaje de agua, se puede evacuar hacia el módulo de recolección de la Estación Suria.

Tanques de tratamiento de crudo, TK-205 y TK-206 (“Gun Barrel”), el flujo de aceite ingresa inicialmente a la bota desgasificadora antes de iniciar el tratamiento dentro del tanque, estas botas facilitan la separación de las partículas de gas que se encuentran mezcladas en el crudo que va entrar al tanque.

Tratamiento de las aguas de producción. En la Estación Suria se inicia el proceso en los separadores donde se inyecta un producto coagulante que acelera el proceso de clarificación formando flóculos que se precipitan. Después, el flujo se envía a los tanques de lavado donde continúa el tratamiento.

Actualmente existen dos Separadores API, cuyo tiempo de retención o residencia permite que el crudo que se haya arrastrado se separe y quede en la superficie, para posteriormente ser retirado por las flautas o *"skimmer,* dispuestos en la salida del flujo de agua de los separadores API. Las aguas aceitosas recogidas se envían al sumidero donde las bombas lo succionan y lo envían nuevamente a los tanques de tratamiento. El agua después de haber sido tratada en los separadores API abandona los separadores a través de un canal que finaliza en las piscinas de aspersión para bajarle la temperatura para verterla al río Guayuriba.

Figura 4-63. Tratamiento y vertimiento de las aguas industriales tratadas en la E. Suria

Piscinas de estabilización en la Estación Suria.

Vertimiento directo a un brazo artificial del rio Guayuriba, por su margen izquierda

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

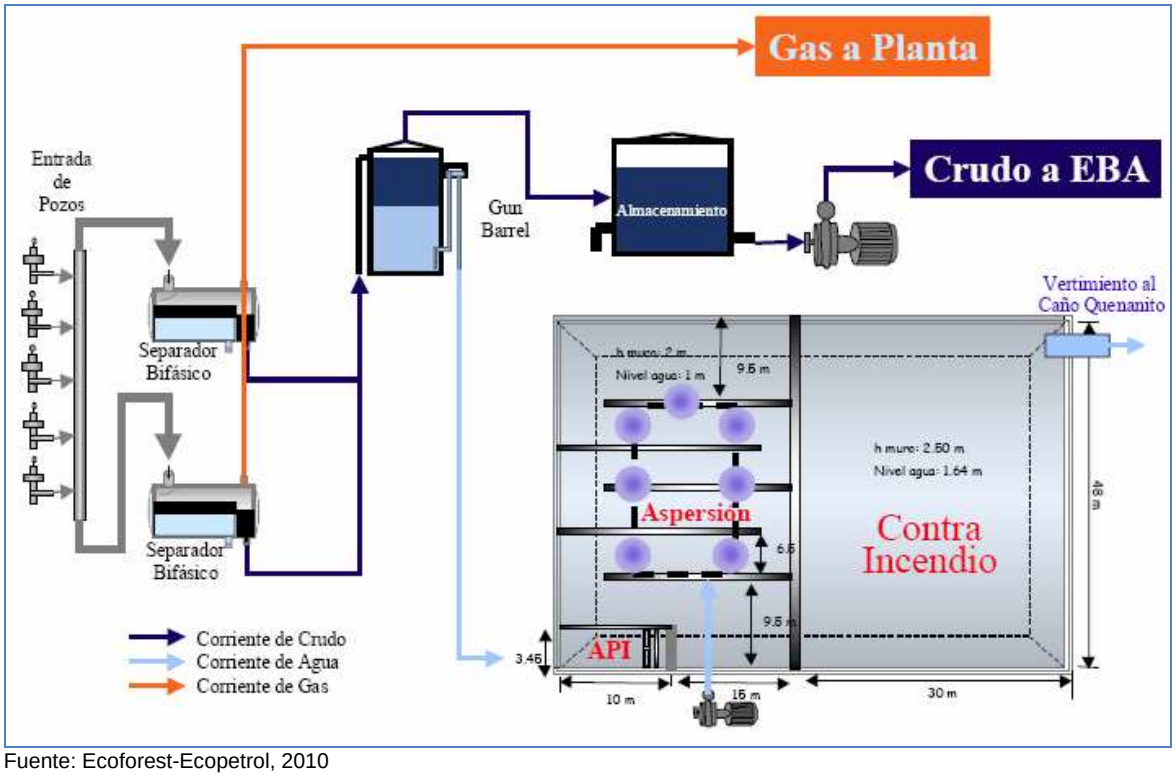
Campo Reforma/Libertad

La Estación de Recolección Reforma recibe y trata los fluidos producidos por los yacimientos K1 y K2 de la formación Guadalupe, de los campos LIBERTAD, LIBERTAD NORTE Y REFORMA, para despacharlos a la Estación de Bombeo de APIAY, a través de la línea Suria, una vez se cumpla con las condiciones y especificaciones establecidas para transporte y venta del crudo.

El Gas separado en la Estación recolectora Reforma se une con el gas producido en la estación de recolección Suria y es conducido hacia la planta de gas Apiay por medio de una línea de catorce (14”) pulgadas de diámetro y una longitud de 12 Kilómetros aproximadamente, en donde se somete primero a un proceso de compresión en tres etapas y luego a un proceso de refinación para separar sus componentes y comercializarlos.

La estación no cuenta con un técnico de producción para ser operada y las tareas son ejecutadas por el supervisor de turno que debe estar al tanto de la Estación, manteniendo una revisión periódica, y a su vez entregar los reportes necesarios al Operador de la Estación Suria, para que él realice la liquidación de producción diaria.

Figura 4-64. Esquema de tratamiento estación Reforma



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

La Estación Reforma – Libertad opera según los siguientes sistemas:

- Sistema de recolección de fluidos
- Sistema de separación de gas, crudo y agua
- Sistema de enfriamiento del gas y recuperación de condensados
- Sistema de tratamiento de crudo
- Sistema de tratamiento de aguas de producción
- Sistema de almacenamiento y envío de crudo a EBA
- Sistemas auxiliares
    - Sistema de tea de baja presión
    - Sistema de agua y espuma contra- incendio
    - Sistema de generación de energía

Sistema de recolección. Este sistema tiene un múltiple con 15 líneas de entrada de cuatro pulgadas de diámetro de las cuales diez corresponden a pozos y cinco son adicionales. Desde el *manifold* de entrada de pozos se pueden conducir los fluidos de producción del Campo a cualquier separador y a cualquier tanque de tratamiento. En la salida de cada colector general se puede introducir los químicos de rompimiento de las emulsiones inversas y directas, mediante una tubería de ½ pulgada.

Sistema de separación. Consta de 3 separadores horizontales siendo 2 bifásicos y 1 trifásico. La fase gaseosa fluye por la parte superior de las vasijas hacia la línea de seis pulgadas que la recolecta y conduce a un *drum* depurador para retirar la mayor cantidad de condensados posibles y

medir flujos. Retirados los condensados el gas se conduce por tubería hacia la estación Suria en donde se une con el gas producido allí para ser enviado a la Planta de Gas de Apiay en tubería de 14 pulgadas y 12 Kilómetros de longitud.

Almacenamiento. Los crudos depurados fluyen por gravedad hacia los tanques de almacenamiento TK-301 B y TK- 301 C, con capacidad de 10.000 Bbls cada uno, donde se recolecta hasta que se envía a Estación de bombeo Apiay (EBA). La Estación Reforma–Libertad cuenta con la opción recibir crudo de Suria, por medio de una línea de tres pulgadas de diámetro con acceso a todos los tanques de la estación, controlando así altas existencias de crudo en Suria. Los tanques de almacenamiento poseen facilidades para evacuar remanentes de agua hacía el separador API a través de tubería.

Sistema de tratamiento de aguas de producción. Consta de un Separador API y una piscina de aspersión. El separador API funciona con tiempo de residencia óptimo de las aguas contaminadas, recolección de natas con el *skimmer* flauta (que se llevan a TK-301 A) y limpieza de precipitados. El agua del sistema contra incendios se surte de la piscina de aspersión. También existe un sistema para la generación e inyección de espuma hacia los tanques de almacenamiento y tratamiento.

Figura 4-65. Vertimiento al caño Quenanito de las aguas industriales tratadas en la E. Reforma

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

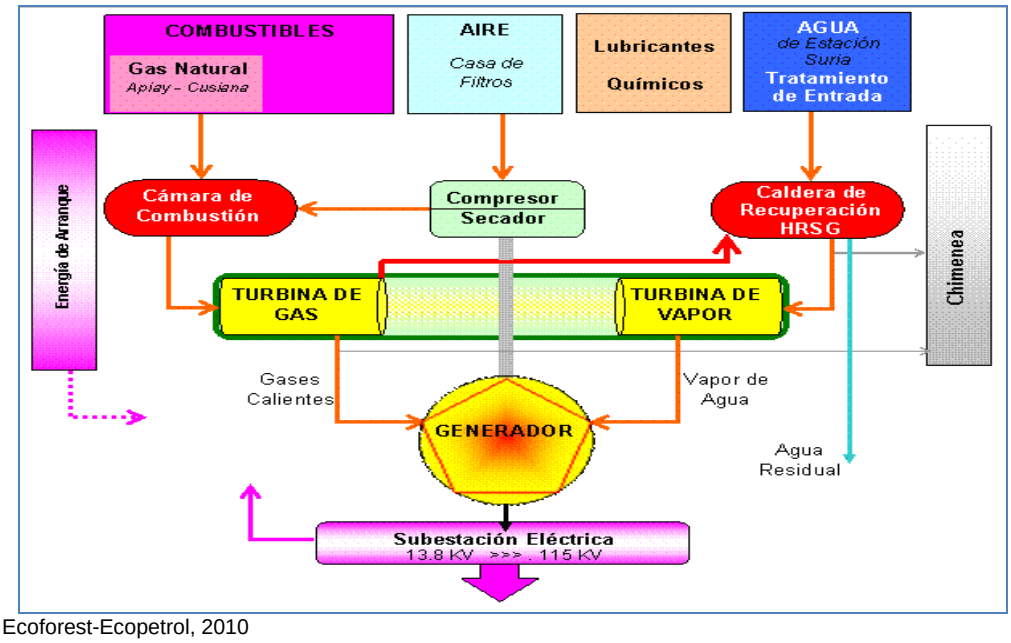
Termosuria

La demanda energética que se requiere para extraer, procesar y entregar los crudos incentivó a la SOA a satisfacer tales necesidades y a extender las redes de distribución correspondientes incurriendo en mínimos costos y buscando la autosuficiencia, mediante el traslado de la planta existente en Gualanday.

Termosuria funciona con gas tanto de Cusiana como de Apiay, en relación de 70% de gas Apiay y 30% de gas Cusiana. La planta termoeléctrica tiene una capacidad de 42 Megavatios. La energía generada utiliza la red de distribución existente para la conducción hasta las áreas del campo. Esta generación permite un voltaje de 13,2 kilovoltios que mediante un transformador alcanza una diferencia de potencial de 115 kilovoltios, posteriormente el voltaje se reduce a 34,5 kilovoltios y se reparte por la red eléctrica del campo. La termoeléctrica Suria es una central del tipo “ciclo

combinado" o de ciclo Steam Turbine Injected Gas (STIG) en la que se optimizan las combustiones y energías del proceso. Las centrales de ciclo combinado son actualmente las plantas de energía con la eficiencia más alta, debido a que consumen menos combustible por cada megavatio (MW) generado. Adicionalmente, el consumo de agua en las centrales de ciclo combinado es menor que en las centrales de vapor convencionales y debido al uso de gas natural, las emisiones generadas de óxido de nitrógeno y NOx son bajas y las de partículas sólidas y de óxidos de azufre muy bajas. La Térmica dispone del correspondiente sistema de enfriamiento.

Figura 4-66. Diagrama de procesos termoeléctrica Suria



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

A continuación en la Tabla 4-53 se presenta el resumen de las instalaciones petroleras localizadas en el Bloque Apiay, relacionadas con la Estación y la Cuenca a la cual pertenece, al Punto de Control donde podrá ser atendida una contingencia, y a la distancia crítica de la infraestructura petrolera más cercana (resaltado en rojo) al respectivo PC.

Igualmente y en las Tablas 4-54 y 4-55 se presentan los resultados de los cálculos hidrométricos de caudales y Velocidades media, máxima y mínima para la ruta del derrame, junto con los tiempos de recorrido de la mancha y sus tasas de arribo (en función de la velocidad y ancho del cauce) para condiciones de distancias mayores, media y críticas (desde la infraestructura más cercana al Punto de Control), calculado para las tres épocas de precipitación del año:

1) Epoca de precipitación promedia: con caudales y velocidades medias, que arrojan los tiempos medios de recorrido de la mancha así como sus tasas de arribo medias.
2) Epoca Lluviosa: con caudales y velocidades máximas, que arrojan los tiempos mínimos de recorrido de la mancha así como sus tasas de arribo máximas.
3) Epoca Seca: con caudales y velocidades mínimas, que arrojan los tiempos máximos de recorrido de la mancha así como sus tasas de arribo mínimas.

Dentro de los parámetros de diseño de ubicación de los puntos de control está la estimación de las tasas de arribo de la mancha, los tiempos de paso de la mancha y los volúmenes de recolección en las piscinas de transferencia y almacenamiento. Esto debe hacerse a partir de las características hidrológicas e hidráulicas (atrás descritas) para los tramos de cauces donde se ubican los puntos de control.

De acuerdo con los criterios de diseño de barreras flotantes, éstas operan adecuadamente si la velocidad superficial del agua es menor o igual a 1.2 m/s. En las curvas de duración de velocidades superficiales medias diarias se pueden establecer los porcentajes de tiempo al año que las barreras pueden operar adecuadamente. Consecuentemente para estas condiciones hidrológicas se deben establecer las tasas de arribo y los volúmenes de las piscinas. Para caudales mayores las condiciones de operación en el río se dificultarán y las barreras podrán presentar problemas.

La tasa de arribo de crudo se puede estimar como: Tasa de arribo = Vsup x Bd (m3/s)

Donde la tasa de arribo está dada en m3/s, la velocidad superficial del agua en m/s, B es el ancho mojado en metros y d es el espesor de la película de crudo, estimada en 2 mm.

En las Fichas de los Puntos de Control se utilizaron para las tres épocas del año los tiempos críticos de arribo de la mancha, suponiendo siempre que el derrame ocurriera en la infraestructura petrolera más cerca al respectivo PC relacionada en la Tabla 4-53.

Tabla 4-53. Infraestructura petrolera del bloque Apiay, por Estaciones y con relación a cuencas y corrientes de agua

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
RIO OCOA	CAÑO AFL. PIÑALITO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			1.0	ESTACION APIAY ESTACION REFORMA/LIBERTAD
	CAÑO PIÑALITO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			1.0	
	RIO OCOA, Pte El Amor					
	RIO OCOA	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			2.5	
	RIO OCOA, Vertim.	Estación AP			4.0	
	RIO OCOA	Vertimiento ERA al Ocoa.		G-1	1.20	
CAÑO PERALONSO	C. PACHAQUIARO	Emisario Vertimiento al Ocoa		G7-1, G7-2, G7-3; GA-2, G-2, G-3H, G-4H, G8-1, G8-2, G8-3, G8-4, G8-5, G-5H, A-25H.	2.2	
	CAÑO PERALONSO	Emisario Vertimiento al Ocoa		G8-1, G8-2, G8-3, G8-4, GA-4, G-6, A-30, A-15, A-23, G13-2, G13-1, A-20, A-6, GA-1, GA-5.	2.0	
	CAÑO PERALONSO	Punto de Control Alternativo, abajo de PC# 39 y PC# 40.			5.2	
CAÑO QUENANE	CAÑO QUENANE	ERA	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP Oleoducto R/L-AP	SAU2-1,SAU2-2,SAU2-3,SAU2-4, A-7, A-2, A-28, A-1, A-11, A-13, A-32, A-5, A-4.	0.20	
	CAÑO SECO, afl. caño Quenane	PLANTAS, Mantenimiento	Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP	A-17M, A-26, A-3, A-29, A-19, A-31.	0.40	
	CAÑO QUENANE	Planta Asfalto y Planta Gas	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP	A-9 y abajo del PC 24.	0.30	
	CAÑO QUENANE	Plantas Asfalto y Gas	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP.	Abajo de PC 14 y PC 24.	0.55	
	AFL CAÑO QUENANE	Parqueadero Carrotanques	Gasoducto R/L-SU-AP	A-21, A-8.	0.15	
	AFL CAÑO QUENANE	Parqueadero Carrotanques	Gasoducto R/L-SU-AP	A-10, A-24, A-21, A-8. A-14, A-12, A-3, A-22, A-18.	0.53	
	CAÑO QUENANE	ERA/PLANTAS Parqueadero alterno	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP.	AE-2,AE-3, AE-1, A-18, A-16, A-14, A-12.	0.86	
	CAÑO QUENANE	Ultimo PC alternativo en el Caño Quenane			8.00	
	CAÑO SECO	ERA	Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 161 (A-17M, A-26, A-3, A-29, A-19, A-31).	0.90	
	CAÑO MORROCO	Futuros desarrollos al S del Campo Apiay			2.36	
	CAÑO CAJUY		Oleoducto CH-AP	L5-2, L5-3, L5-4, L5-5, S19-1, S19-2, S19-3, S19-	0.35	

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
			Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP.	4, S-33, S-17.		
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto CH-AP. Oleoducto C2-AP.	T-8, T-3, T-1, CA-1.	0.80	
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 33	2.00	
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 44	3.70	
	CAÑO CAJUY		Oleoducto R/L-APOleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	A-32, AE4-2, AE4-5, Abajo del PC 48	5.44	
	CAÑO BLANCO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad.			1.00	ESTACION REFORMA / LIBERTAD
	CAÑO BLANCO			L-9, R-1.	0.40	
	CAÑO MORICHES			LN8-1, LN8-2, LN8-3, T-1.	0.50	
	CAÑO QUENANITO			LN-4, LN30-1, LN30-2, LN30-3.	1.09	
	CAÑO QUENANITO	ESTACION R/L Vertimiento	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-A	LN-3	0.20	
	CAÑO QUENANE			R-2	0.40	
	CAÑO QUENANE y Quenanito	Vertimiento R/L		LN-1, LN-5, LN-2	1.00	
	CAÑO Afl QUENANE	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma.			1.64	
	AFL CAÑO ICA		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP	L-1, L-2, L-4, LN6-1, LN6-2	2.00	
	CAÑO QUENANE			L-9, R-1, L-23.	3.00	
	CAÑO LIBERTAD		Gasoducto R/L-SU-A	L-7, L14-1, L14-2, L14-3, L-14.	0.20	
	BAJO LAS BRISAS		Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	S-30,S40-2,S40-3,S40-4,S40-5,T9-1, T9-2,SAU5-1,SAU5-2,SAU5-3,SAU5-4, SAU5-5, SAU-1.	0.60	
RIO NEGRO	CAÑO SURIA	Futuros desarrollos al W del Campo Suria.			1.00	ESTACION SURIA
	CAÑO SURIA; Caño Hornos	ESTACION SURIA	Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	QUE-1,OCO-1,GY-1,GY-2,S-14,S-10, S-11,S-12,S-13,SS-12,SS-13,S-14, SS-7, SS-4, SS-2,S-9,S-6,S-18, S-1R.	0.40	
	CAÑO SURIA	ESTACION SURIA	Gasoducto R/L-SU-AP.	T-2, S-4, S-5, S-7, S-16, S-8, S-2, S-3, S-12, SS-1, SS-3, SS-9	3.90	
	CAÑO SURIA	Punto de Control Alternativo abajo de PC # 31.			2.00	
	CAÑO SANTA ROSA		Oleoducto CH-AP.		1.60	
	CAÑO SANTA ROSA		Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	SS-33, SS-15, SS-10, SS-8, R-1, SS-11, SS-18, SS-17, SS-6.	0.50	
	CAÑO STA ROSA	Abajo del PC 29			7.56	
	CAÑO STA ROSA	Punto de Control Alternativo abajo de la confluencia de los PC 41 y PC 42.			11.85	

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP.		2.01	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP.		6.20	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	AU-1, AU-1aux, SS-5, SS-16, AU-2, SS21-1,SS21-2,SS21-3,SS21-4,SS-24.	0.80	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #30			10.60	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #43			16.80	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #49			22.50	
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA		Oleoducto C2-AP.		1.50	
	CAÑO LA MONA		Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 92	4.00	
	CAÑO SAN CARLOS		Oleoducto C2-AP.		1.80	
	CAÑO SAN CARLOS		Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 93	5.00	
	CAÑO LAS MINAS		Oleoducto C2-AP.		1.70	
	RIO GUAYURIBA	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP. Oleoducto CH-AP.		1.00	
	RIO GUAYURIBA	Vertimiento Estación SU	Oleoducto CH-APOleoducto C2-AP.	Abajo del PC 174	7.20	
	RIO GUAYURIBA		Oleoducto CH-AP	Abajo del PC 150	30.00	
CAÑO CHICHIMENE	CAÑO CHICHIMENE		Oleoducto CH-APOleoducto C2-AP.		5.00	
	CAÑO LOS HORNOS		Oleoducto C2-AP.		4.20	
	CAÑO MITU		Oleoducto C2-AP.		5.00	
	CAÑO LOS HORNOS		Oleoducto C2-AP.	Abajo de confluencia de PC170 y 171	15.00	
	CAÑO GRANDE	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP.	Derivación del rio Guayuriba, abajo del Vertimiento C1+C2+AC. (PC 174)	15.00	
	CAÑO GRANDE	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP.		16.50	

Vertimiento ERA al Ocoa = Vertimiento de aguas industriales tratadas de la Estación de Bombeo a Coveñas, al Río Ocoa.
ERA = Estación Recolectora Apiay. Estación R/L= Estación Reforma/Libertad
Estación AP = Estación Apiay. Estación SU= Estación Suria
Oleoducto CH-AP = Oleoducto Chichimene-Apiay;
Oleoducto R/L-AP = Oleoducto Reforma/Libertad-Apiay
Gasoducto R/L-SU-AP = Gasoducto Reforma/Libertad-Suria-Apiay;
Oleoducto C2-AP= Oleoducto Castilla 2-Apiay
Vertim. C1+C2+AC =Vertimiento de aguas industriales tratadas en Castilla 1, Castilla 2, y Acacías al río Guayuriba.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-54. Caudal máximo (m3/s), velocidad máxima superficial (m/s) de cuencas y sub-cuencas potencialmente afectadas, y tiempos y tasas de arribo de la mancha

Cuenca	Corriente	Caudal Máx.	Velocidad Máx.	Tiempo (horas), para Distancia máxima, media y crítica			Tasa de arribo
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo	(m3/s)
RIO OCOA	CAÑO AFL.PIÑALITO	0.70	0.68	0.81	0.41	0.41	0.004
	CAÑO PIÑALITO	2.84	0.56	4.20	2.10	0.49	0.022
	RIO OCOA	46.51	1.01	1.72	0.86	0.69	0.109
	RIO OCOA, vertimiento	59.70	1.15	5.25	2.62	0.96	0.115
	RIO OCOA	60.15	1.17	5.77	2.88	0.29	0.126
RIO NEGRO (TRIBUTARIO DEL Río Metica)	CAÑO PACHAQUIARO	0.50	0.41	3.04	1.52	1.49	0.005
	CAÑO PERALONSO	1.94	0.77	2.72	1.36	0.72	0.009
	CAÑO PERALONSO	4.19	0.93	3.50	1.75	1.55	0.015
	CAÑO QUENANE	5.69	1.03	5.53	2.77	0.05	0.016
	CAÑO QUENANE	5.72	1.03	5.71	2.85	0.08	0.017
	CAÑO QUENANE	5.75	0.75	8.10	4.05	0.20	0.027
	CAÑO QUENANE	5.87	0.95	6.58	3.29	0.43	0.019
	CAÑO QUENANE	11.44	0.94	8.72	4.36	2.36	0.038
	CAÑO POZO 8	0.04	0.15	1.29	0.65	0.28	0.002
	AFL CAÑO QUENANE	0.08	0.33	3.24	1.62	0.44	0.001
	CAÑO LAS BRISAS	0.18	0.31	3.59	1.79	0.54	0.003
	CAÑO SECO	0.12	0.32	1.93	0.96	0.35	0.002
	CAÑO SECO	0.17	0.25	9.83	4.92	1.02	0.004
	CAÑO MORROCO	0.14	0.52	1.28	0.64	1.26	0.003
	CAÑO CAJUY	0.42	0.44	2.87	1.44	0.22	0.004
	CAÑO CAJUY	0.87	0.56	4.75	2.38	0.40	0.008
	CAÑO CAJUY	1.28	0.65	4.70	2.35	0.85	0.009
	CAÑO CAJUY	1.89	0.76	4.94	2.47	1.36	0.011
	CAÑO CAJUY	2.57	0.91	5.33	2.66	1.66	0.011
	CAÑO BLANCO	0.14	0.21	3.21	1.60	1.34	0.003
	CAÑO BLANCO	0.28	0.41	3.33	1.67	0.27	0.002
	CAÑO QUENANE	1.03	0.48	4.38	2.19	0.23	0.010
	CAÑO QUENANE	2.37	0.62	4.28	2.14	0.45	0.015
	CAÑO Afl QUENANE	0.01	0.10	4.51	2.26	2.65	0.001
	AFL CAÑO ICA	0.18	0.31	1.62	0.81	1.80	0.002
	CAÑO QUENANE	3.45	0.77	3.21	1.61	1.08	0.009
	CAÑO LA LIBERTAD	0.21	0.40	2.06	1.03	0.14	0.002
	CAÑO MORICHES	0.22	0.34	2.73	1.37	0.41	0.003
	CAÑO QUENANITO	1.03	0.42	4.87	2.44	0.73	0.010
	CAÑO QUENANITO, VertR/L	1.04	0.59	3.55	1.78	0.09	0.006
	CAÑO SURIA	1.62	0.75	2.82	1.41	0.37	0.010
	CAÑO SURIA	2.35	0.64	5.56	2.78	0.17	0.019
	CAÑO SURIA	2.83	0.61	8.00	4.00	1.76	0.025
	CAÑO SURIA	2.99	0.70	7.73	3.87	0.79	0.021
	CAÑO SANTA ROSA	0.48	0.31	6.96	3.48	1.45	0.009
	CAÑO SANTA ROSA	1.09	0.61	8.83	4.41	3.42	0.007
	CAÑO SANTA ROSA	4.72	0.71	9.25	4.63	4.63	0.026
	CAÑO SANTA ROSA	0.88	0.47	8.32	4.16	0.30	0.009
	RIO NEGRO	3.76	0.40	3.20	1.60	1.40	0.040
	RIO NEGRO	8.38	0.49	6.30	3.15	3.52	0.066
	RIO NEGRO	9.23	0.70	7.10	3.55	0.32	0.042

Cuenca	Corriente	Caudal Máx.	Velocidad Máx.	Tiempo (horas), para Distancia máxima, media y crítica			Tasa de arribo
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo	(m3/s)
	RIO NEGRO	9.83	0.64	10.92	5.46	4.59	0.051
	RIO NEGRO	10.40	0.72	12.05	6.03	6.51	0.046
	RIO NEGRO	15.72	0.71	14.33	7.17	8.84	0.071
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA	0.25	0.46	2.22	1.11	0.90	0.003
	CAÑO LA MONA	0.71	0.50	3.99	2.00	2.22	0.007
	CAÑO SAN CARLOS	0.13	0.27	3.89	1.95	1.84	0.003
	CAÑO SAN CARLOS	0.40	0.40	5.44	2.72	3.48	0.006
	CAÑO LAS MINAS	1.04	0.42	3.83	1.91	1.12	0.013
	RIO GUAYURIBA, VertCastilla	574.7	1.58	1.39	0.69	0.18	0.792
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	576.2	1.59	2.28	1.14	1.26	0.793
	RIO GUAYURIBA	598.7	1.31	8.57	4.28	6.36	1.098
Caño Chichimene (Acacías, Metica)	CAÑO CHICHIMENE	2.6	0.69	3.33	1.67	2.01	0.017
	CAÑO LOS HORNOS	0.47	0.41	4.16	2.08	2.82	0.006
	CAÑO MITU	0.36	0.52	1.89	0.94	2.70	0.003
	CAÑO LOS HORNOS	1.84	0.62	6.80	3.40	6.71	0.012
	CAÑO GRANDE	0.93	0.77	5.29	2.64	5.43	0.005
	CAÑO GRANDE	0.93	0.68	4.14	2.07	6.70	0.005

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-55. Caudal mínimo (m3/s), velocidad mínima superficial (m/s) de cuencas y subcuencas potencialmente afectadas, y tiempos y tasas de arribo de la mancha

Cuenca	Corriente	Caudal mínimo	Velocidad mínima	Tiempo (horas), para Distancia máxima, media y crítica			Tasa de arribo
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo	(m3/s)
RIO OCOA	CAÑO AFL.PIÑALITO	0.04	0.22	2.48	1.24	1.24	0.001
	CAÑO PIÑALITO	0.17	0.18	12.85	6.42	1.51	0.007
	RIO OCOA	2.85	0.33	5.25	2.62	2.10	0.036
	RIO OCOA, vertimiento	3.66	0.38	16.03	8.01	2.95	0.038
	RIO OCOA	3.69	0.38	17.62	8.81	0.87	0.041
RIO NEGRO (TRIBUTARIO DEL Río Metica)	CAÑO PACHAQUIARO	0.04	0.15	8.37	4.19	4.09	0.002
	CAÑO PERALONSO	0.15	0.28	7.49	3.74	2.00	0.003
	CAÑO PERALONSO	0.33	0.34	9.63	4.82	4.28	0.005
	CAÑO QUENANE	1.87	0.66	8.64	4.32	0.08	0.011
	CAÑO QUENANE	1.88	0.66	8.92	4.46	0.13	0.011
	CAÑO QUENANE	1.88	0.48	12.66	6.33	0.32	0.017
	CAÑO QUENANE	1.92	0.61	10.29	5.14	1.30	0.012
	CAÑO QUENANE	3.75	0.60	13.62	6.81	3.68	0.024
	CAÑO POZO 8	0.01	0.10	2.02	1.01	0.43	0.001
	AFL CAÑO QUENANE	0.03	0.21	5.06	2.53	0.69	0.001
	CAÑO LAS BRISAS	0.06	0.20	5.60	2.80	0.84	0.002
	CAÑO SECO	0.04	0.20	3.01	1.51	0.55	0.001
	CAÑO SECO	0.06	0.16	15.37	7.68	1.59	0.003
	CAÑO MORROCO	0.05	0.33	2.00	1.00	1.96	0.002
	CAÑO CAJUY	0.14	0.28	4.49	2.25	0.34	0.003
	CAÑO CAJUY	0.28	0.36	7.42	3.71	0.63	0.005
	CAÑO CAJUY	0.42	0.42	7.34	3.67	1.34	0.006
	CAÑO CAJUY	0.62	0.49	7.73	3.86	2.12	0.007

Cuenca	Corriente	Caudal mínimo	Velocidad mínima	Tiempo (horas), para Distancia máxima, media y crítica			Tasa de arribo
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo	(m3/s)
	CAÑO CAJUY	0.84	0.58	8.32	4.16	2.59	0.007
	CAÑO BLANCO	0.04	0.13	5.01	2.51	2.09	0.002
	CAÑO BLANCO	0.09	0.26	5.21	2.60	0.43	0.002
	CAÑO QUENANE	0.34	0.30	6.85	3.42	0.37	0.006
	CAÑO QUENANE	0.78	0.39	6.69	3.34	0.70	0.009
	CAÑO Afl QUENANE	0.00	0.07	7.05	3.52	4.15	0.000
	AFL CAÑO ICA	0.06	0.20	2.53	1.26	2.81	0.001
	CAÑO QUENANE	1.13	0.49	5.02	2.51	1.69	0.006
	CAÑO LA LIBERTAD	0.07	0.26	3.22	1.61	0.21	0.002
	CAÑO MORICHES	0.07	0.21	4.27	2.14	0.65	0.002
	CAÑO QUENANITO	0.34	0.27	7.61	3.80	1.14	0.006
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L	0.34	0.38	5.55	2.77	0.15	0.004
	CAÑO SURIA	0.53	0.48	4.41	2.20	0.58	0.007
	CAÑO SURIA	0.77	0.41	8.69	4.34	0.27	0.012
	CAÑO SURIA	0.93	0.39	12.50	6.25	2.76	0.016
	CAÑO SURIA	0.98	0.45	12.08	6.04	1.23	0.014
	CAÑO SANTA ROSA	0.16	0.20	10.87	5.44	2.26	0.006
	CAÑO SANTA ROSA	0.36	0.39	13.79	6.89	5.35	0.005
	CAÑO SANTA ROSA	1.55	0.46	14.46	7.23	7.23	0.016
	CAÑO SANTA ROSA	0.29	0.30	13.00	6.50	0.46	0.006
	RIO NEGRO	1.23	0.26	5.00	2.50	2.19	0.026
	RIO NEGRO	2.75	0.31	9.85	4.92	5.50	0.042
	RIO NEGRO	3.02	0.45	11.09	5.54	0.50	0.027
	RIO NEGRO	3.22	0.41	17.07	8.53	7.18	0.033
	RIO NEGRO	3.41	0.46	18.83	9.42	10.17	0.029
	RIO NEGRO	5.15	0.45	22.40	11.20	13.81	0.045
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA	0.03	0.21	4.87	2.43	1.97	0.001
	CAÑO LA MONA	0.10	0.23	8.74	4.37	4.86	0.003
	CAÑO SAN CARLOS	0.02	0.12	8.52	4.26	4.04	0.001
	CAÑO SAN CARLOS	0.06	0.18	11.90	5.95	7.63	0.003
	CAÑO LAS MINAS	0.15	0.19	8.38	4.19	2.46	0.006
	RIO GUAYURIBA, VertCastilla	81.00	0.72	3.03	1.52	0.38	0.362
	RIO GUAYURIBA, VertSuria	81.21	0.72	4.99	2.49	2.76	0.362
	RIO GUAYURIBA	84.39	0.60	18.76	9.38	13.93	0.501
caño Chichimene (río Acacias, Metica)	CAÑO CHICHIMENE	0.87	0.44	5.21	2.60	3.14	0.011
	CAÑO LOS HORNOS	0.15	0.27	6.49	3.25	4.40	0.004
	CAÑO MITU	0.12	0.33	2.95	1.47	4.21	0.002
	CAÑO LOS HORNOS	0.60	0.40	10.62	5.31	10.48	0.008
	CAÑO GRANDE	0.31	0.49	8.26	4.13	8.48	0.003
	CAÑO GRANDE	0.31	0.44	6.47	3.24	10.47	0.004

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Sistemas contraincendios, rescate y de contingencias

En las Tablas siguientes se presenta el Inventario de Equipos y Materiales en Bodegas de Contingencia de Apiay y el Sistema y Equipo Contraincendios, disponible para atender incidentes Operacionales, con consecuencias ambientales y de salud ocupacional especialmente. Se destaca que por la cercanía entre las Estaciones se comparte los camiones contraincendios, la Ambulancia y la disponibilidad de los bomberos de turno, cuya sede principal está en el Complejo Industrial Apiay.

Tabla 4-56. Inventario de equipos y materiales en bodegas de contingencia de Apiay

Cant	Descripción	Capacidad	Area	Atención
22	PALAS CON CABO		BODEGA C/I	C.DERRAMES
5	MACETAS DE 10 LBS.		BODEGA C/I	C.DERRAMES
14	MACHETAS CON FUNDA		BODEGA C/I	C.DERRAMES
12	FUNDAS PARA MACHETA		BODEGA C/I	C.DERRAMES
30	AZADONES		BODEGA C/I	C.DERRAMES
27	PICAS		BODEGA C/I	C.DERRAMES
18	VALDES		BODEGA C/I	C.DERRAMES
3	ROLLOS DE MANILA		BODEGA C/I	C.DERRAMES
3	ROLLO DE MANILA DE 1/2"		BODEGA C/I	C.DERRAMES
1	CAJA CON BOLSAS PLASTICAS		BODEGA C/I	C.DERRAMES
1	PLANTA ELÉCTRICA CUMMINS ONAN DIESEL DE 16 KW.		BODEGA C/I	C.DERRAMES
2	BOMBA KUBOTA		BODEGA C/I	C.DERRAMES
3	CANECAS DE 55 GLS. DE Jabón INDUSTRIAL BIODEGRADABLE		BODEGA C/I	C.DERRAMES
32	BARRERA MECANICA X 15 MTS.		BODEGA C/I	C.DERRAMES
5	ROLOS DE MANILA DE 1/2 "		BODEGA C/I	C.DERRAMES
53	BARRERA ABSORBENTE 2" X 3 MTS.		BODEGA C/I	C.DERRAMES
40	ALMOHADILLAS DE MATERIAL ABSORBENTE		BODEGA C/I	C.DERRAMES
20	BULTOS DE MATERIAL ABSORBENTE HDN		BODEGA C/I	C.DERRAMES
1	PLANTA ELÉCTRICA MARCA HONDA DE 1000 V		BODEGA P.A	C.DERRAMES
34	HIDRANTE MONITOR		PLANTAS	C/I
24	HIDRANTE DE AGUA		PLANTAS	C/I
6	HIDRANTE MONITOR ESPUMA		PLANTAS	C/I
5	BOMBAS CONTRA INCENDIO		PLANTAS	C/I
2	SIST. ESPUMA PORTATIL	265 GLS	PLANTAS	C/I
1	SIST. ESPUMA FIJOS	1000 GLS	PLANTAS	C/I
2	AGENTE LIMPIO FM 200		PLANTAS	C/I
1	SISTEMA DE DILUVIO AGUA		PLANTAS	C/I
2	EQUIPO SCBA	4500 PSI	PLANTAS	C/I
53	EXTINTORES		PLANTAS	C/I
5	GABINETE C/I DOTADOS		PLANTAS	C/I
13	TRAJES CONTRA INCENDIO		PLANTAS	C/I
2	CAMILLA TIPO CANASTA		PLANTAS	C/I
3	CAMILLA TIPO TABLA		PLANTAS	C/I
1	PISCINA AGUA C/I	44000 Barri.	PLANTAS	C/I
25	HIDRANTE MONITOR		ERA	C/I
7	HIDRANTE DE AGUA		ERA	C/I
2	BOMBAS CONTRA INCENDIO		ERA	C/I
2	SIST. ESPUMA PORTATIL		ERA	C/I
1	SIST. ESPUMA FIJOS	750 GLS	ERA	C/I
1	AGENTE LIMPIO FE 227		ERA	C/I
2	EQUIPO SCBA	4500 PSI	ERA	C/I
11	EXTINTORES		ERA	C/I
1	GABINETE C/I DOTADOS		ERA	C/I
2	TRAJES CONTRA INCENDIO		ERA	C/I
1	PISCINA AGUA C/I	14700 Barri.	ERA	C/I
22	HIDRANTE MONITOR		SURIA	C/I
9	HIDRANTE DE AGUA		SURIA	C/I
4	HIDRANTE DE ESPUMA		SURIA	C/I
3	BOMBAS CONTRA INCENDIO		SURIA	C/I
2	SIST. ESPUMA PORTATIL		SURIA	C/I
3	AGENTE LIMPIO FE 227		SURIA	C/I
1	EQUIPO SCBA DE 4500		SURIA	C/I

Cant	Descripción	Capacidad	Area	Atención
16	EXTINTORES		SURIA	C/I
2	GABINETE C/I DOTADOS		SURIA	C/I
3	TRAJES CONTRA INCENDIO		SURIA	C/I
1	PISCINA AGUA C/I	20000 Barri	SURIA	C/I
1	SIST. ESPUMA FIJOS	750 GLS	SURIA	C/I
15	HIDRANTE MONITOR		REFORMA	C/I
2	HIDRANTE DE AGUA		REFORMA	C/I
3	BOMBAS CONTRA INCENDIO		REFORMA	C/I
2	SIST. ESPUMA PORTATIL		REFORMA	C/I
2	AGENTE LIMPIO FE 227		REFORMA	C/I
1	EQUIPO SCBA	4500 PSI	REFORMA	C/I
1	GABINETE C/I DOTADOS		REFORMA	C/I
2	TRAJES CONTRA INCENDIO		REFORMA	C/I
1	PISCINA AGUA C/I	20000 Barri	REFORMA	C/I
4	HIDRANTE MONITOR		APIAY 8	C/I
2	SIST. ESPUMA PORTATIL		APIAY 8	C/I
4	EXTINTORES		APIAY 8	C/I
1	GABINETE C/I DOTADOS		APIAY 8	C/I
1	TRAJES CONTRA INCENDIO		APIAY 8	C/I
5	HIDRANTE MONITOR		ADMINIS.	C/I
1	AGENTE LIMPIO FE 227		ADMINIS.	C/I
31	EXTINTORES		ADMINIS.	C/I
5	TRAJES CONTRA INCENDIO		ADMINIS.	C/I
72	REDUCCIÓN DE 2,5" A 1,5"		BODEGA C/I	C/I
1	VALVULA DE CORTINA 2,5"		BODEGA C/I	C/I
5	VALVULA ANGULAR DE 2,5"		BODEGA C/I	C/I
5	CAPSULA PARA EXTINTOR DE 30 LBS,		BODEGA C/I	C/I
42	CAPSULA PARA EXTINTOR DE 20 LBS,		BODEGA C/I	C/I
3	SOPORTE PARA LLAVE SPANER		BODEGA C/I	C/I
30	LLAVE SPANER PARA MANGUERA CONTRA INCENDIO		BODEGA C/I	C/I
1	CAMISA COOPER DE 2,5"		BODEGA C/I	C/I
14	CONECTOR DOBLE HEMBRA DE 2,5"		BODEGA C/I	C/I
10	CONECTOR DOBLE HEMBRA DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
1	CONECTOR DOBLE MACHO DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
12	CONECTORES HEMBRA MACHO DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
1	ROLLOS DE CINTA PARA SEÑALIZACIÓN "PELIGRO"		BODEGA C/I	C/I
5	BOQUILLA TIPO PISTOLA PARA ESPUMA DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
4	BOQUILLA TIPO PISTOLA DE 1,5" NH		BODEGA C/I	C/I
4	BOQUILLA TIPO PISTOLA DE 2,5"		BODEGA C/I	C/I
1	BOQUILLA TIPO PISTOLA DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
1	EDUCTOR TIPO CAÑON DE 1,5"		BODEGA C/I	C/I
14	ROCIADORES O SPLINKER		BODEGA C/I	C/I
14	YES DE 2.5 X 1.5		BODEGA C/I	C/I
2	BOQUILLAS TIPO PARED DE 2.5		BODEGA C/I	C/I
6	BOQUILLA TIPO PARED DE 1.5		BODEGA C/I	C/I
15	MONITORES TIPO COBRA		BODEGA C/I	C/I
2	HACHAS CABO DE MADERA		BODEGA C/I	C/I
6	HACHAS DIELECTRICAS		BODEGA C/I	C/I
3	BALAS DE NITROGENO		BODEGA C/I	C/I
1	BALA DE NITROGENO GRANDE		BODEGA C/I	C/I
2	EQUIPO DE AUTOCONTENIDO MSA 60 MIN, 4500 PSI.		BODEGA C/I	C/I
4	BOMBA DE ESPALDA PARA INCENDIOS FORESTALES		BODEGA C/I	C/I

Cant	Descripción	Capacidad	Area	Atención
2	PAR DE BOTAS EXTRA LARGA PARA BONBERO # 9 RANGER		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA PARA BOMBERO # 11 ROYAL		BODEGA C/I	C/I
4	BOTA PARA BOMBERO # 8 RANGER		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA PARA BOMBERO # 9 FIRETECH		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA PARA BOMBERO # 8 1/2 DIAMONT		BODEGA C/I	C/I
3	BOTA PARA BOMBERO # 8 AIR BAS		BODEGA C/I	C/I
3	BOTA PARA BOMBERO # 7 DIAMONT		BODEGA C/I	C/I
7	BOTA PARA BOMBERO # 8 1/2 RANGER		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA PARA BOMBERO 8 1/2 AIR BAS		BODEGA C/I	C/I
0	BOTA PARA BOMBERO # 10 1/2 FIRE TECH		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA PARA BOMBERO # 9 RANGER		BODEGA C/I	C/I
4	BOTA PARA BOMBERO # 9 1/2 RANGER		BODEGA C/I	C/I
64	MONJAS		BODEGA C/I	C/I
15	CASCOS BULLAR		BODEGA C/I	C/I
12	CASCOS LION		BODEGA C/I	C/I
2	TRAJE PARA BOMBERO ALUMINIZADO TALLA XL		BODEGA C/I	C/I
4	TRAJE PARA BOMBERO ALUMINIZADO TALLA L		BODEGA C/I	C/I
4	BOTA TIPO AERONAUTICO # 9 1/2		BODEGA C/I	C/I
2	BOTA TIPO AERONAUTICO # 9		BODEGA C/I	C/I
8	PANTALONES CONTRA INCENDIOS TALLA L		BODEGA C/I	C/I
17	PANTALONES CONTRA INCENDIOS TALLA XL		BODEGA C/I	C/I
7	CHAQUETONES CONTRA INCENDIO TALLA L		BODEGA C/I	C/I
14	CHAQUETONES CONTRA INCENDIO TALLA XL		BODEGA C/I	C/I
53	GUANTES CONTRA INCENDIO, PARES		BODEGA C/I	C/I
2	BOTA RANGER 10 1/2		BODEGA C/I	C/I
1	BOTA RANGER 11		BODEGA C/I	C/I
26	MANGUERA DE 1,5" CON PH		BODEGA C/I	C/I
17	MANGUERAS DE 2,5" CON PH		BODEGA C/I	C/I
3	CONOS		BODEGA C/I	C/I
1	BOMBA PARA PRESURIZAR MANGUERAS		BODEGA C/I	C/I
1	CAMIÓN CONTRA INCENDIO SENCILLO DYT 407 1000 GLS ESPUMA, con su respectiva dotación	DYT 407	BODEGA C/I	C/I
1	CAMIÓN CONTRA INCENDIO 1000 GLS AGUA, 250 GLS ESPUMA Y 500 LBS. DE PQS. con su respectiva dotación	DTY 406	BODEGA C/I	C/I
1	CAÑON DE 2000GPM TERMINATOR,		BODEGA C/I	C/I
1	TRAILER PARA ATENCION DE DERRAMES		BODEGA C/I	C/I
1	BOMBA MARUYAMA PARA FORESTALES		BODEGA C/I	C/I
19	CANECAS DE POLVO QUIMICO PURPURA K		BODEGA C/I	C/I
13	CANECAS DE POLVOQUIMICO SECO PLUS FIFTY		BODEGA C/I	C/I
1	MONITORES SIN BOQUILLA		BODEGA C/I	C/I
2	MONITOR TIPO ARAÑA SIN BOQUILLA		BODEGA C/I	C/I
5	CANECAS DE 55 GLS DE ESPUMA FLUROPROTEINICA		BODEGA C/I	C/I
12	EXTINTORES DE CO2 DE 10 LIBRAS		BODEGA C/I	C/I
14	CAJAS CON MANTAS PROTECTORAS		BODEGA C/I	C/I
1	EXTINTORES DE CO2 DE 50 LIBRAS		BODEGA C/I	C/I
18	BOQUILLAS DE 2.5 PARA MONITOR		BODEGA C/I	C/I
13	CANECAS DE 55 GLS DE ESPUMA AFFF		BODEGA C/I	C/I
2	CILINDROS DE AGENTE LIMPIO		BODEGA C/I	C/I
1	CANECA DE GRASA		BODEGA C/I	C/I
1	MANGUERAS DE SUCCION DE 6" NH		BODEGA C/I	C/I
7	ROLLOS DE MANGUERA PARA EXTINTOR TIPO CARRETILLA		BODEGA C/I	C/I
4	TRAMOS DE MANGUERA C/I DE 5" NH ROJAS		BODEGA C/I	C/I

Cant	Descripción	Capacidad	Area	Atención
18	TRAMOS DE MANGUERA C/I DE 5" NH AMARILLAS		BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-31687-C05	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	A6-8843-C02	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	A4-4012-H01	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	Bo-32233-Co5	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	B0-32226-C05	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	B0-32227-C05	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-51052-I07	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-55226-C08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-55227-C08	BODEGA C/I	C/I
1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	31594	BODEGA C/I	C/I
1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	30425	BODEGA C/I	C/I
1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	30660	BODEGA C/I	C/I
20	MONOGAFAS PARA ATENCIÓN DE INCENDIOS		BODEGA P.A	C/I
20	MASCARILLAS PARA PROTECCIÓN RESPIRATORIA		BODEGA P.A	C/I
1	EQUIPO SCBA 4500 PSI		BODEGA P.A	C/I
3	BOTELLAS DE REPUESTO PARA EQUIPOS SCBA		BODEGA P.A	C/I
1	COMPRESOR TIPO BAUER		BODEGA P.A	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57991-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57990-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57999-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57985-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57974-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57983-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57993-G08	BODEGA C/I	C/I
1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-57988-G08	BODEGA C/I	C/I
1	RADIOS TRONKIN	721067	APIAY	COMUNICA.
1	RADIOS TRONKIN	721061	APIAY	COMUNICA.
1	RADIOS TRONKIN	721063	APIAY	COMUNICA.
1	RADIOS TRONKIN	721066	APIAY	COMUNICA.
1	RADIOS TRONKIN	721326	APIAY	COMUNICA.
1	RADIOS TRONKIN	721065	APIAY	COMUNICA.
1	AVANTEL, COPCO	18545*2	APIAY	COMUNICA.
1	AVANTEL, COPCO	18545*3	APIAY	COMUNICA.
1	AVANTEL, ECP	8*1871	APIAY	COMUNICA.
1	AVANTEL, ECP	8*1873	APIAY	COMUNICA.
3	CEPILLOS DE ALAMBRE		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
5	CIZALLAS		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
1	EMBUDO PARA PQS		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
KIT	2 BOQUILLAS PIESOMETROS CON MANOMETROS DE 0 - 160 PSI.		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
KIT	2 PIESOMETROS, 4 TAPAS DE 2,5" CON MANOMETRO 0-200 PSI		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
KIT	JUEGO DE 6 BOQUILLAS PARAPRUEBAS DE FLUJO DE BOMBAS C/I 2,5" -1 3/8"		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
KIT	KIT PARA PRUEBAS DE ESPUMA FFFA FLUOROPROTEINICA, CONTIENE: TUBO DE CONDENSACIÓN, REFRACTOMETRO, DENSIMETRO, 3 PROVETA, TERMOMETRO, TACOMETRO DIGITAL, TUBO DE ENSAYO.		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
KIT	KIT PARA PRUEBAS DE ESPUMA AFFF, CONTIENE: 8 TARROS CON TAPA, 8 VASOS DE 150 ML. TUBO DE ENSAYO, TETERA DE 250ML. 2 GERINGAS, 6 GOTEROS PEQUEÑOS, 6 GOTEROS GRANDES, GRAMERA, PATRON PARA CALIBRACIÓ DE LA GRAMERA, WATERPROOF, TACOMETRO DIGITAL.		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
4	FILTROS PARA COMPRESOR BAUER		BODEGA C/I	HERRAMIENTAS
2	PUESTOS DE TRABAJO CON SILLA		APIAY	OFICINAS
3	TELEFONOS		BODEGA C/I	OFICINAS
8	mesas para sala de reuniones		BODEGA C/I	OFICINAS

Cant	Descripción	Capacidad	Area	Atención
20	silla para sala de reuniones		BODEGA C/I	OFICINAS
1	EDIFICIO CENTRAL DE EMERGENCIAS, CON 5 AIRES ACONDIIONADOS		BODEGA C/I	OFICINAS
7	LAVA OJOS		BODEGA C/I	OTROS
3	BATERIAS		BODEGA C/I	OTROS
1	MANTAS ANTI FUEGO		PLANTAS	P.A
5	MANTAS WATERGEL		PLANTAS	P.A
2	BOTIQUINES		PLANTAS	P.A
1	CAMILLA TIPO CANASTA		ERA	P.A
1	CAMILLA TIPO TABLA		ERA	P.A
1	MANTAS ANTI FUEGO		ERA	P.A
2	MANTAS WATERGEL		ERA	P.A
1	BOTIQUINES		ERA	P.A
1	CAMILLA TIPO TABLA		SURIA	P.A
1	CAMILLA TIPO CANASTA		SURIA	P.A
1	BOTIQUINES		SURIA	P.A
2	MANTAS WATERGEL		SURIA	P.A
1	MANTAS ANTI FUEGO		SURIA	P.A
1	BOTIQUINES		REFORMA	P.A
1	CAMILLA TIPO TABLA		REFORMA	P.A
12	EXTINTORES		REFORMA	P.A
1	MANTAS ANTI FUEGO		REFORMA	P.A
2	MANTAS WATERGEL		REFORMA	P.A
5	MANTAS ANTI FUEGO		ADMINIS.	P.A
3	CAMILLA TIPO TABLA		ADMINIS.	P.A
8	BOTIQUINES		ADMINIS.	P.A
6	EQUIPO DE AUTOCONTENIDO 5 MIN, 3000 PSI.		BODEGA C/I	P.A
4	KITS DE FERULAS DE VACIO		BODEGA P.A	P.A
78	MANTAS WATERJEL MEDIANAS		BODEGA P.A	P.A
6	CUERDAS ESTÁTICAS DE 50 M.		BODEGA P.A	RESCATE
6	CUERDAS DINÁMICAS		BODEGA P.A	RESCATE
8	ARNESES DE RESCATE		BODEGA P.A	RESCATE
16	MOSQUETONES		BODEGA P.A	RESCATE
3	SILLAS DE RESCATE		BODEGA P.A	RESCATE
6	DESCENDEDOR AUTO STOP		BODEGA P.A	RESCATE
1	EQUIPO DE AUTOCONTENIDO CON BOLSA RESERVORIA		BODEGA P.A	RESCATE
7	CHALECOS REFLECTIVOS PARA EMERGENCIA		BODEGA P.A	RESCATE
5	DESCENDORES EN ALUMINIO TIPO 8		BODEGA P.A	RESCATE
6	DESCENDORES EN ACERO		BODEGA P.A	RESCATE
4	POLEAS DOBLE CARRIL		BODEGA P.A	RESCATE
2	POLEAS UN CARRIL		BODEGA P.A	RESCATE
6	CINTAS TUBULARES		BODEGA P.A	RESCATE
6	CASCOS PARA RESCATE		BODEGA P.A	RESCATE
1	EXTRACTOR DE AIRE CON TUBO DE SUCCIÓN		BODEGA P.A	RESCATE
1	MEGAFONO		BODEGA P.A	RESCATE
1	CAMILLAS TIPO TABLA		BODEGA P.A	RESCATE
10	CHALECOS SALVAVIDAS		BODEGA P.A	RESCATE
1	ROLLO X 100 M CINTA TUBULAR		BODEGA P.A	RESCATE
10	PARES DE GUANTES DE RESCATE		BODEGA P.A	RESCATE
1	SIST. ESPUMA FIJOS	750 GLS	REFORMA	
4	Alcosensor		BODEGA C/I	
1732	**ELEMENTOS EN BODEGA APIAY**			

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-57. Inventario de equipos de atención de emergencias en el Bloque Apiay

INVENTARIO EQUIPOS DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR ESTACION, DEL BLOQUE APIAY.				
	PLANTAS GAS Y ASFALTO	**ERA**	**SURIA**	**REFORMA/LIBERTAD**
BOMBEROS	1 bombero en turnos de 8 horas. 1 bombero en Apiay 8 en turnos de 8 horas. 1 en Metalistaria. 1 Planta Asfalto	1 En turno de día		
CAMIÓN CONTRA INCENDIO EN BODEGA DE CONTINGENCIA	Camión # 1 solo espuma 1000 GL.			
	Camión # 2 1000 GL de Agua, 250 GL de Espuma, y 500 LB PQS			
CAP, DE ALMACEN, DE AGUA	PISCINA 44000 BLS.	Piscina 14700 Bls.	Piscina 20000 Bls.	Piscina 20000 Bls.
CAMARAS DE ESPUMA EN TK´S	6	8	9	1
PATIN DE ESPUMA	1000 gls. de espuma fluoroproteinica	750 gls. de espuma fluoroproteinica	750 gls. de espuma fluoroproteinica	750 gls. de espuma fluoroproteinica
HIDRANTE MONITOR	40	33	22	16
BOMBAS CONTRA INCENDIO	1 ELE, 4 DIES,	1 ELE, 1 DIES,	3 ELE, 1 DIES	2 ELE. 1 DIES.
AGENTE LIMPIO	2 SISTEMAS FE 227 y FM200	1 SISTEMA DE FE 227	3 SISTEMAS DE FE 227	2 SISTEMAS DE FE227
SISTEMA DE AGUA	1 sistema de 7 salidas independientes que se activa por detección de calor.			
SISTEMA DE ESPUMA	1 sistema manual en isla de venta de livianos Apiay.			
EQUIPO SCBA	6 Equipos MSA de 4.500PSI	2 Equipos MSA 4500 PSI	1 Equipos MSA 4500 PSI	
EXTINTORES	53 de 20 y 150 lbs pqs. 10 y 50 co2	11 ext. 20 y 150 lbs 10 y 50 lbs. co2	16 ext. 20 y 150 lbs 10 y 50 lbs. co2	12 extintores 20 y 150 lbs 10 y 50 lbs. co2
MANTAS ANTI FUEGO	1	1	1	1
TRAJES CONTRAINCENDIOS				2
GABINETE C/I	4 con su respectiva dotación.	1 con su respectiva dotación.	2 con su respectiva dotación.	1 con su respectiva dotación.
SISTEMA DE ALARMA	1		1	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.3.4 Proyecto de desarrollo

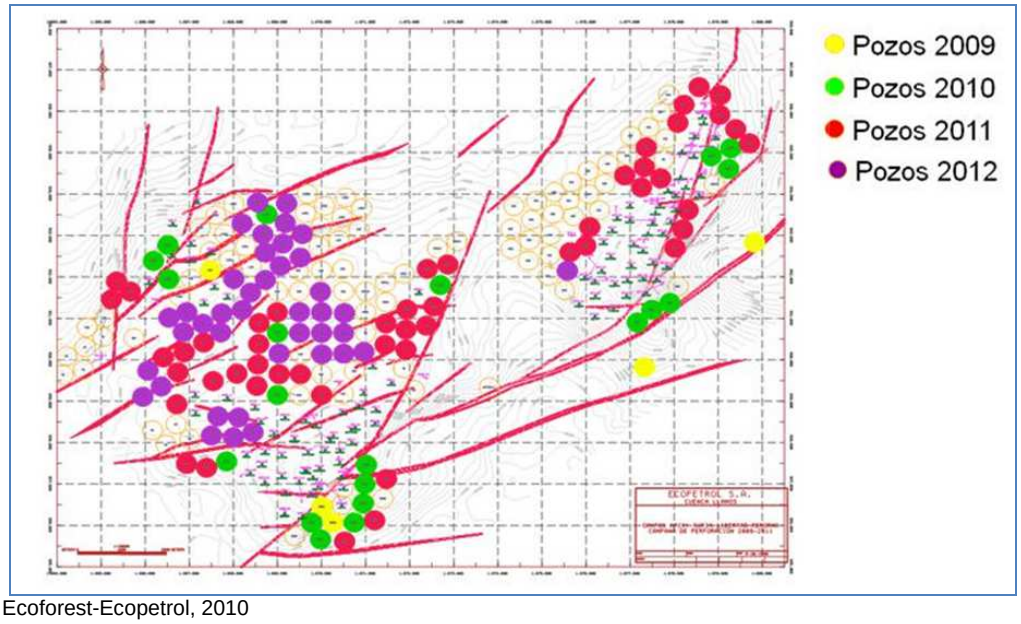
El proyecto constituye el desarrollo de los Campos Apiay, Suria y Reforma-Libertad mediante campañas de 111 pozos de Perforación y 48 Workover, Fracturamiento, ampliación de facilidades de recolección, transporte e infraestructura eléctrica para incrementar los niveles de producción hasta 15.600 BOPD en enero de 2011, y viabilizar 6.35 MBLS de crudo adicionales en el área de Apiay, 9.6 Mbls de petróleo (RPND) y 21.8 Mbls de petróleo (RNPPr) en campo Suria, y 6.1 Mbls de petróleo de RPND y 12.7 Mbls de petróleo de RNPPr en el campo Reforma, bajo actividades enmarcadas entre los años 2010 – 2012.

Para desarrollar esta campaña es preciso la ampliación del Sistema de Tratamiento de Aguas para los campos Apiay, Suria, Reforma y Libertad para una capacidad máxima de tratamiento de 260 KBWPD, el fracturamiento y perforación de pozos que continuarían en ejecución en la vigencia del año 2010 para un total de 12.86 MBLS, y la ampliación de las facilidades de recolección e infraestructura eléctrica que permitan el manejo de volúmenes proyectados de agua y crudo.

4.1.3.5 Perforación de nuevos pozos en los Campos Apiay, Suria y Libertad

La perforación de 111 nuevos pozos contempla, 20 pozos en el año 2010, 50 pozos en el año 2011 y 41 pozos en el año 2012, tal como se muestra en la Figura adjunta.

Figura 4-67. Localización general aproximada de nuevos Pozos en Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Para el año 2010 se ha previsto la perforación de los siguientes 20 pozos, lo cual implica la construcción de localizaciones, líneas de flujo y líneas eléctricas para cada uno de los clúster, puesta en producción y automatización de pozos.

Tabla 4-58. Proyecto de perforación de nuevos pozos en Apiay, Suria y Libertad

Prioridad	Pozo	Cluster	Tipo de pozo	Tipo de reserva
1	Suria Sur - 27	Isla Suria Sur – 21	D	RNPPR
2	Apiay Este – 4	Apiay Este - 4	D	RNPPR
3	Apiay Este – 5		D	RNPPR
4	Apiay Este – 7		D	RNPPR
5	Gaván – 8	Gaván – 8	D	RNPPR
6	Gaván – 6		D	RPND
7	Gaván – 7		D	RPND
8	Suria Sur – 19	Suria Sur – 19	D	RPND
9	Suria Sur – 20		D	RPND
10	Suria Sur – 25		D	RNPPR
11	Libertad Norte - 11	Libertad Norte – 30	D	RPND
12	Libertad Norte – 30		D	RPND
13	Libertad Norte – 31		D	RNPPR
14	Suria Sur – 24	Suria Sur – 24	V	RPND
15	Libertad Norte – 8	Libertad Norte – 8	D	RNPPR
16	Guatiquía – 12	Isla Guatiquía – 8	D	RNPPR
17	Guatiquía - 9	Gaván - 12	D	RPND
18	Suria Sur – 34	Suria Sur – 33	D	RNPPR
19	Libertad Norte – 9	Libertad Norte – 9	D	RNPPR
20	Saurio - 2	Saurio - 2	D	RNPPR

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.3.6 Nuevas facilidades complementarias

Con los pronósticos de producción de agua será necesario ampliar la capacidad de tratamiento y se tendrá que eliminar el vertimiento de la Estación Reforma al caño Quenanito; para tal efecto se ha propuesto la construcción del STAP (sistema de tratamiento de agua de producción) con el fin de ampliar los sistemas de tratamiento así:

- En Apiay, se ampliará el tratamiento en la ERA de 100 a 140 KBWPD.
- En Suria se ampliara el tratamiento de 100 a 120 KBWPD, incluyendo los 10 KBWPD provenientes de la Estación Reforma, cuyo vertimiento al caño Quenanito será eliminado y su efluente tratado será transportado a la Estación Suria para unificar el vertimiento al río Guayuriba.

4.1.4 Área de Influencia

Un aspecto indispensable para el Plan de Contingencia del Bloque Apiay es la definición del área de influencia del PDC, la cual se basa en el alcance de la afectación de un evento, los recursos disponibles y la capacidad de respuesta de la instalación y de la población en el área de influencia.

Para efectos de análisis y preparación para la emergencia, se consideran tres tipos de áreas principales, cuyo concepto general es el siguiente:

- **Área de Influencia Puntual**: Área definida estrictamente por el área operativa en la que se produce el evento. En las áreas internas de las instalaciones los derrames están totalmente confinados y los incendios no comprometen otras áreas. En áreas rurales consisten en

drenajes que solo producen el humedecimiento del terreno sin formación de capa de producto ni ruta de derrame, condición en la cual solo podrán presentarse conatos de incendio, que si no comprometen otras áreas, pondrán considerarse dentro del área de influencia puntual.

- **Área de Influencia Local**: Área definida por las distancias de afectación de los eventos de incendio y derrame que se presentan en las inmediaciones de la facilidad, sin formación de un escurrimiento superficial sobre grandes áreas y sin formación de rutas de derrame.
- **Área de Influencia Regional**: Comprende el área de influencia local, más el área definida por las áreas de afectación de los eventos de derrame e incendio en rutas de derrame.

4.1.4.1 Área de influencia puntual

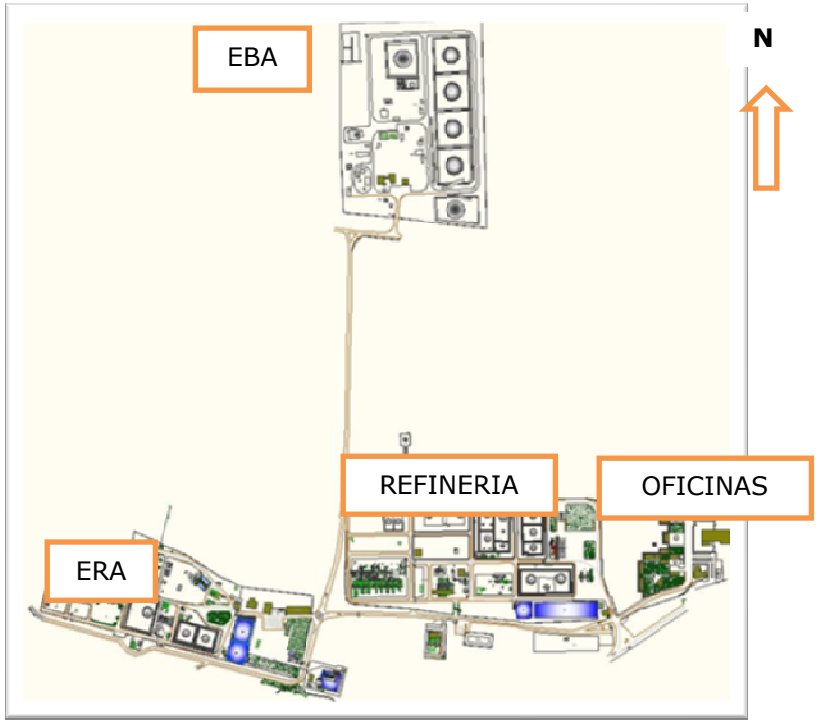
El área de influencia puntual del bloque Apiay para efectos del PDC, corresponde a los sitios específicos en donde se encuentra la infraestructura petrolera de la SOA, y en donde pueden originarse escapes de gas o derrames de crudo, de otros hidrocarburos (bencina, mezcla de refinados, ACPM, gasóleo, asfalto, nafta, SLOP liviano y pesado), o de sustancias químicas utilizadas en los diferentes procesos petroleros.

Esta infraestructura está conformada por el Complejo Industrial Apiay y sus conexidades que se indican con las siguientes instalaciones las cuales se muestran en las Tablas 4-59, 4-60, 4-61, 4-62 y 4-63, que incluyen Figuras (Mapas y Fotografías).

Los corredores de otras instalaciones petroleras como oleoductos y gasoductos, que se encuentran dentro del área de influencia directa de la SOA, cuentan con Planes de Contingencia específicos a cargo de la Superintendencia de Transportes y por lo tanto no se incluyen en este PDC.

Las vías terrestres utilizadas para el transporte de crudo en carrotanques desde las estaciones de producción hasta las zonas de parqueo mencionadas, y de allí hasta la estación Apiay, también se consideran área de influencia directa de la SOA, aunque la atención de contingencias en las vías en caso de derrame de crudo de carrotanques corresponde a las estaciones de procedencia en caso del crudo de la SCC, o al operador correspondiente, no siendo responsabilidad de la SOA y por lo tanto tampoco de este PDC.

Tabla 4-59. Localización general del complejo industrial Apiay

AREA DE INFLUENCIA PUNTUAL	COMPLEJO INDUSTRIAL APIAY
Área definida por la malla que delimita la ocupación de las instalaciones del Complejo Industrial del Bloque Apiay, que encierra los recursos propios de la misma para atender la emergencia. <u>El área puntual del Bloque Apiay comprende:</u> ➢ Estación de Recolección Apiay ERA (campos Apiay, Apiay Este, Guatiquía y Gaván); ➢ Planta de Asfalto; ➢ Planta de Gas; ➢ Estación Reforma-La Libertad (campos Libertad, Libertad Norte y Reforma); ➢ Estación Suria (campos Suria, Suria Sur, Tanané, Ocoa, Saurio, Pompeya, Guayuriba, Austral y Quenane), y Termosuria ➢ Estación de Bombeo Apiay; la EBA no hace parte de este PDC; ➢ Pozos de producción (Sector Apiay: 40 pozos; sectores Suria y Reforma La Libertad: 67 pozos) y sus Cluster. ➢ Zonas de parqueo de carrotanques (permanente: locación Pozo A-8; temporal: locación Pozo Apiay E-1. <u>El área de influencia puntual de corredores comprende:</u> ➢ Líneas de producción y transferencia de crudo y de gas. ➢ Oleoductos (Castilla 2 – Apiay; Chichimene – Apiay; Reforma – Apiay) ➢ Gasoductos (La Reforma – Suria; Suria – Apiay). ➢ Ductos de vertimiento de aguas industriales tratadas a los ríos Ocoa y Guayuriba.	 **Mapa de localización General del Complejo Apiay (Zona NE del Bloque Apiay)**

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

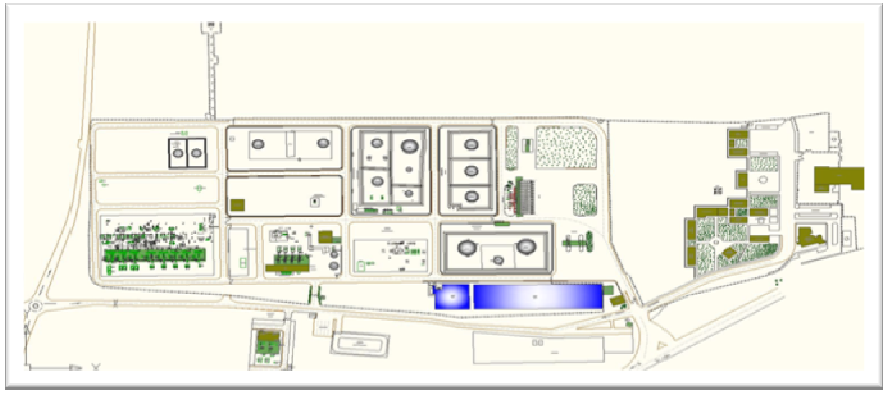
Tabla 4-60. Localización detallada de la Estación Recolectora Apiay – ERA

AREA DE INFLUENCIA PUNTUAL	ESTACION RECOLECTORA APIAY	

Instalaciones y Sistemas principales de la ERA:
➢ Múltiple de entrada
➢ Inyección de químicos
➢ Separadores Trifásicos
➢ Tanques Gun Barrel
➢ Tanques Wash Tank
➢ Tanques de Fiscalización
➢ Sistemas conexos:
  ➢ Tratamiento de aguas industriales y vertimiento al río Ocoa.
  ➢ Sistema de enfriamiento
  ➢ Sistema contraincendios
  ➢ Vertimiento al río Ocoa
  ➢ Suministro de energía		

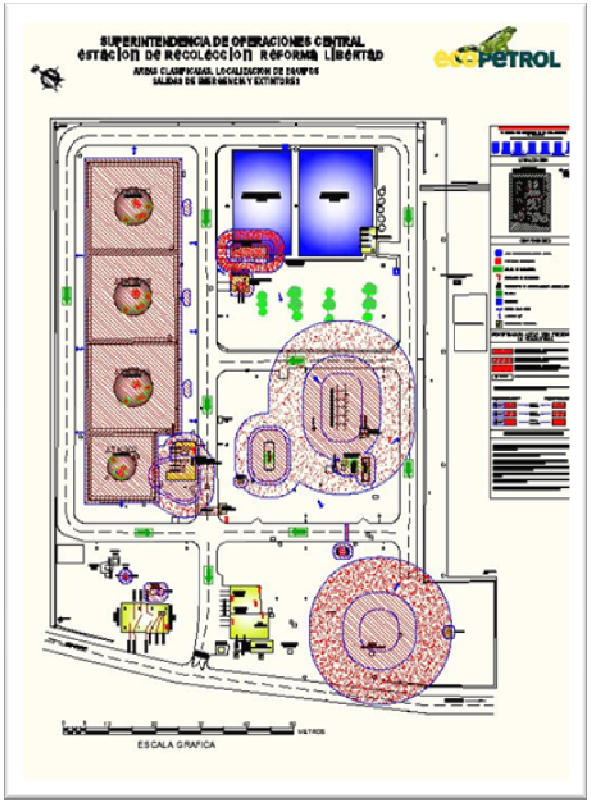
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-61. Localización puntual de las plantas de Gas y de Asfalto, Cargadero, Oficinas y Bodega, de la Estación Apiay

AREA DE INFLUENCIA PUNTUAL	PLANTAS DE GAS Y ASFALTO
Instalaciones y sistemas principales de la Planta de Gas ➢ Sistema de Carga y Compresión ➢ Sistema de Secado y Regeneración de secadores ➢ Sistema de Refrigeración y Separación ➢ Sistema de manejo de Gas Cusiana ➢ Sistema de Refrigeración con propano ➢ Sistema de Fraccionamiento, mediante la operación de torres ➢ Sistema de Almacenamiento de de Apiasol y de GLP **Instalaciones y sistemas Planta de Asfalto ó Refinería:** ➢ Descargue y almacenamiento de crudo ➢ Carga de crudo. ➢ Precalentamiento de crudo. ➢ Destilación atmosférica y despojo con vapor ➢ Destilación al vacío. ➢ Enfriamiento de productos. ➢ Almacenamiento y entrega de productos. ➢ Sistemas auxiliares o Sistemas de lavado (*flushing*) o Sistema de purga y desocupación o Sistema de transferencia o Sistema de residuos (*slop*) 0 Tratamiento de efluentes y vertimiento al río Ocoa	

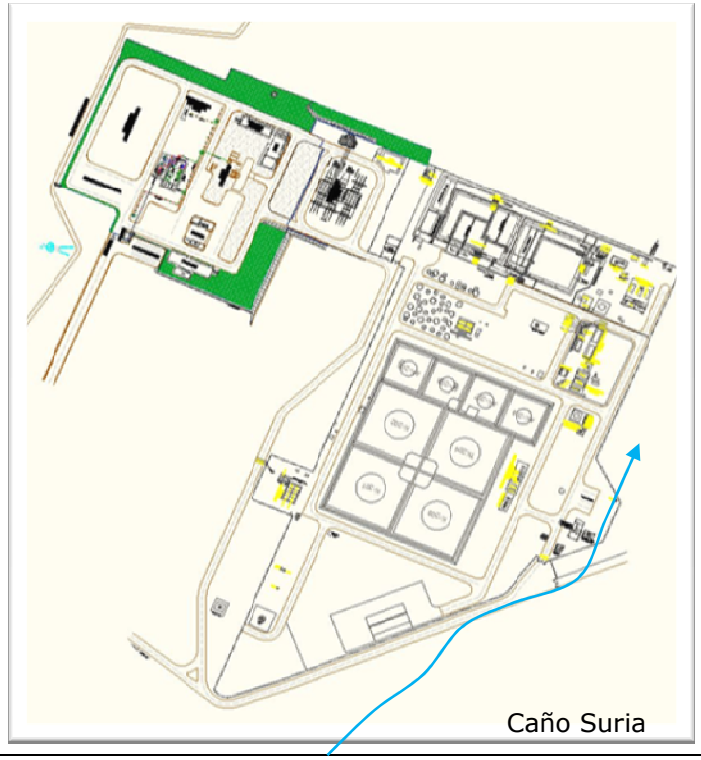
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-62. Localización puntual de la estación recolectora Reforma/Libertad. ERR

AREA DE INFLUENCIA PUNTUAL	ESTACION RECOLECTORA REFORMA – LIBERTAD
Instalaciones y sistemas principales de la Estación Recolectora Reforma/Libertad: ➢ Sistema de recolección de fluidos ➢ Sistema de separación de gas, crudo y agua ➢ Sistema de enfriamiento del gas y recuperación de condensados ➢ Sistema de tratamiento de crudo ➢ Sistema de tratamiento de aguas de producción y vertimiento al caño Quenanito. ➢ Sistema de almacenamiento y envío de crudo a EBA ➢ Sistemas auxiliares ➢ Sistema de tea de baja presión ➢ Sistema de agua y espuma contra-incendio ➢ Sistema de generación de energía	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-63. Localización puntual de la estación recolectora Suria. ERS

AREA DE INFLUENCIA PUNTUAL	ESTACION RECOLECTORA SURIA
Instalaciones y sistemas principales de la Estación Recolectora Suria: ➢ Sistema de separación de gas, crudo y agua ➢ Sistema de enfriamiento del gas y recuperación de condensados ➢ Sistema de enfriamiento de crudo ➢ Sistema de tratamiento de crudo ➢ Sistema de tratamiento de aguas de producción y vertimiento al Río Guayuriba ➢ Sistema de almacenamiento y envío de crudo a EBA ➢ Sistemas auxiliares o Sistema de tea de baja presión o Sistema de agua y espuma contraincendio o Sistema de generación de energía	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.4.2 Área de Influencia Local

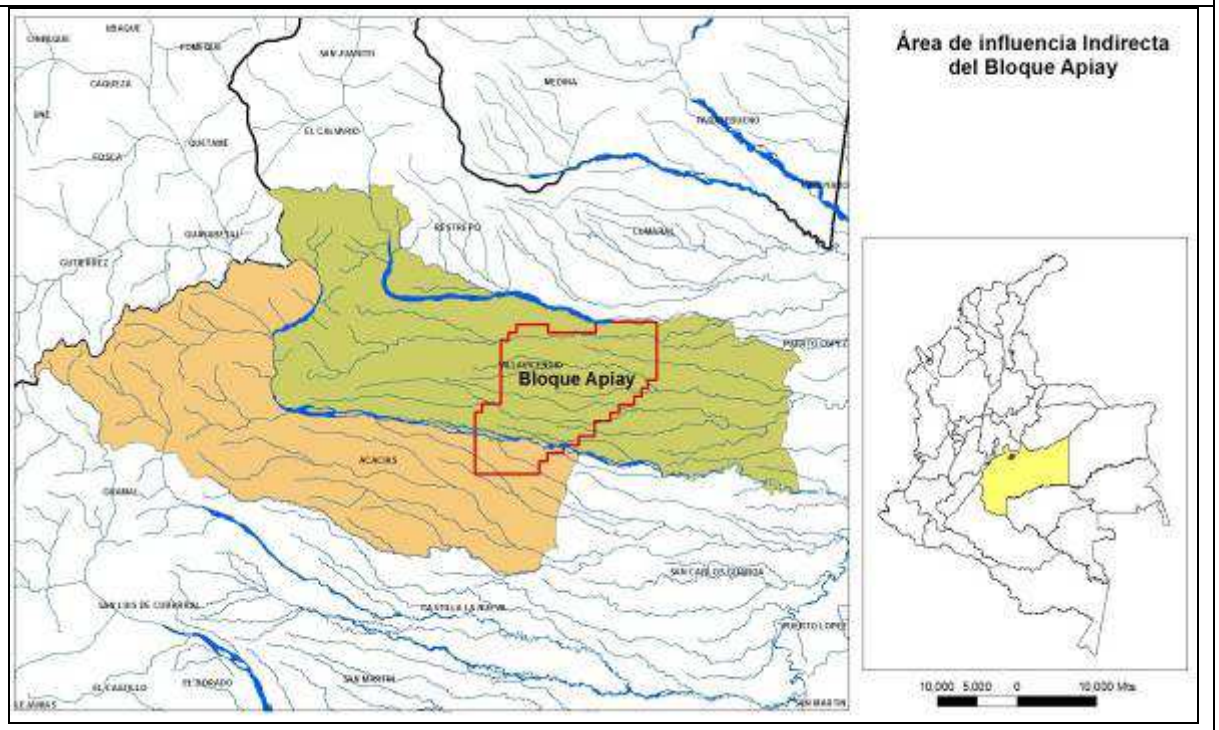
El área de influencia local para efectos del PDC corresponde a las áreas ocupadas por las facilidades y el Municipio de Villavicencio.

4.1.4.3 Área de influencia regional

Esta área de influencia regional engloba las áreas puntuales y locales, así como el área de influencia indirecta que se extiende por fuera del Bloque, hasta los últimos puntos de control, y que por recursos comprometidos, abarca además el Departamento del Meta.

En el mapa de Cuencas 2/3 del presente PDC se indica la totalidad de las cuencas que pueden verse afectadas en el caso de una contingencia con derrame de productos líquidos, así como los Puntos de Control preestablecidos en las diferentes cuencas.

Tabla 4-64. Área de Influencia Local

AREA DE INFLUENCIA LOCAL	ILUSTRACION MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO
Corresponde al área de las instalaciones del Bloque Apiay atrás descritas y el Municipio de Villavicencio, el cual cuenta con las entidades de apoyo para respuesta y los recursos para atender una emergencia. Esta área cuenta con brigadistas de las Entidades de Apoyo y el Comité Local de Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD) de Villavicencio.	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.5 Análisis y evaluación del riesgo tecnológico

4.1.5.1 Generalidades del riesgo

El presente estudio ha desarrollado un proceso de selección de escenarios, estimación de consecuencias, valoración de peligros en cuanto a la afectación que puede causar el desarrollo de cada evento identificado en personas, economía, medio ambiente, clientes e imagen de la Empresa, así como una estimación del riesgo de daño a personas y el medio ambiente.

Identificación de escenarios

a. Características de escenario

Para que se genere un evento amenazante en el Campo Apiay, es necesario que se presente una pérdida de contención de producto en los pozos, líneas de producción, líneas troncales del campo, o en áreas de proceso y tanques de las estaciones. Esta pérdida de contención del producto se convierte en el evento iniciante.

El evento iniciante se define como la liberación o pérdida de materia y/o energía contenida en un recipiente, línea o tanque. De acuerdo con esta definición, el evento iniciante identificado y objeto del presente estudio consiste en un derrame de crudo, gas o sustancia nociva.

A partir del momento en que se presenta el evento iniciante, se desarrollará uno o más eventos amenazantes. El tipo y cantidad de eventos amenazantes que se pueden presentar a partir del evento iniciante, dependerá básicamente de las condiciones de descarga y del medio receptor.

Las siguientes características modifican las condiciones de descarga de un producto líquido:

- Presión del producto en el sitio en que se produce la rotura. A mayor presión, mayor es el flujo de descarga al medio.
- Flujo de producto para el caso de líneas de proceso. Será mayor la descarga de producto al medio, si existe flujo en el momento de la rotura. Si el flujo se mantiene en el sistema, el flujo de descarga tiende a mantenerse.
- Volumen de producto contenido en el caso de los tanques de almacenamiento. A mayor volumen disponible a ser vertido, la descarga se mantiene por mayor tiempo.
- El tamaño de la rotura es definitivamente determinante en el flujo de descarga. A mayor tamaño de rotura, mayor será el flujo de descarga.
- El tipo de descarga, es decir, si el producto sale libremente a la atmósfera o si existen restricciones debido a la forma de instalación de la línea o tanque que presenta la rotura. Esto también tiene que ver con la dirección y distancia en la que se proyecta la descarga.
- Cantidad de crudo en el proceso con relación a la cantidad de flujo total transportado o almacenado.
- Concentraciones características de las sustancias nocivas que pueden afectar un cuerpo de agua, suelo o aire.

Respecto al medio receptor, este podrá condicionar o no, la ocurrencia de determinados eventos amenazantes. Las características del medio que modifican la ocurrencia de eventos amenazantes son:

- El medio que recibe la descarga como una superficie, el suelo o la atmósfera. En descargas de productos líquidos combustibles, principalmente, se presentarán importantes fracciones de

vapor de hidrocarburo en la atmósfera. El producto descargado en el suelo podrá seguir por la superficie del mismo y/o infiltrarse, con posibilidad en ambos casos de seguir una trayectoria o de estancarse formando un reservorio del producto.

- Las condiciones de permeabilidad y drenaje del suelo que recibe la descarga.
- Los patrones de drenaje en la superficie del suelo tanto al interior de las instalaciones como fuera de ellas.
- Las condiciones de estabilidad atmosférica, y demás características climáticas como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento.
- En el caso de derrames de sustancias nocivas, es de vital importancia el flujo del medio receptor, pues el grado de dilución del producto depende de esta característica de la corriente de agua. En medios lóticos, será el volumen del cuerpo de agua el que define el nivel de dilución y por tanto el nivel de peligrosidad.

Para el presente estudio se consideraron tres tipos de rotura de tuberías como son: rotura menor, media y mayor que consideran descargas a través de orificios, con diámetros equivalentes del 5%, 25% y 90% del diámetro total de la línea contenedora, respectivamente. Estos tipos de rotura han sido utilizados para describir los eventos amenazantes que se presentan en líneas de proceso.

Para los escenarios de tanques a presión atmosférica, con líquidos inflamables, se han considerado los escenarios de incendio en la superficie de estos tanques y de incendio en los diques de contención asumiendo que toda la superficie del dique está incendiada y que la superficie del tanque que arde, está en sus niveles máximos, condiciones críticas probables.

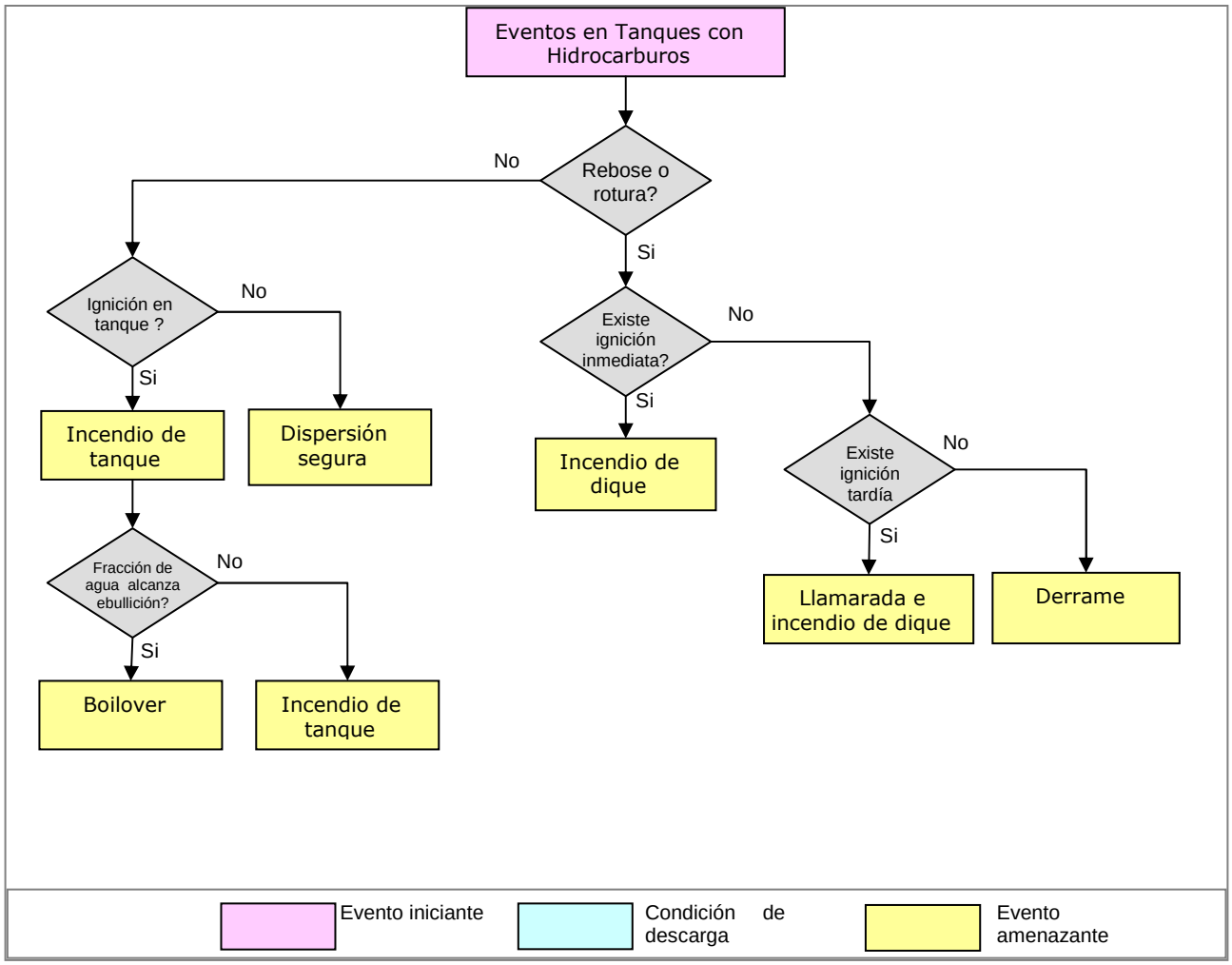
En cuanto a los escenarios de reservorios de gas se ha considerado la condición crítica que consiste en la explosión del recipiente por acción externa de un incendio.

b. Selección de eventos amenazantes

Con base en el desarrollo de eventos de las Figuras 4-68 a 4-72, se han seleccionado los eventos amenazantes de derrame (trayectoria de derrame), dispersión con condición de asfixia, contaminación, incendio de piscina, incendio de chorro, incendio de nube de vapores, boilover y explosión.

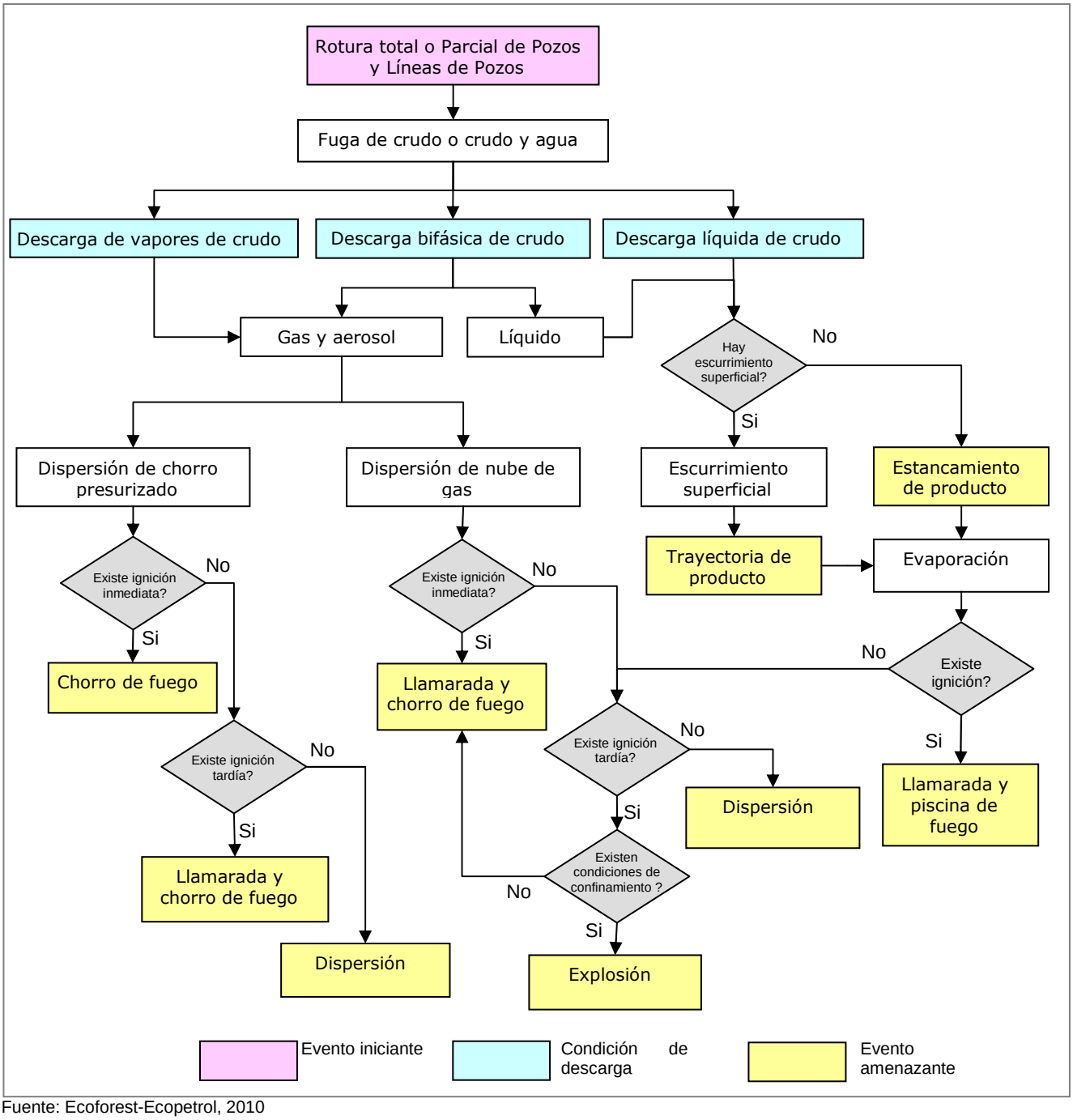
El incendio se puede presentar a manera de incendio de chorro, incendio de piscina y llamarada, y en un derrame se identifican eventos amenazantes de contaminación de suelo y de aguas, relacionados con el estancamiento de producto o el desarrollo de trayectorias en suelo y agua. En esta sección se hará una estimación de las consecuencias de un in, una explosión, generados en diferentes condiciones de derrame.

Figura 4-68. Árbol de eventos en tanques



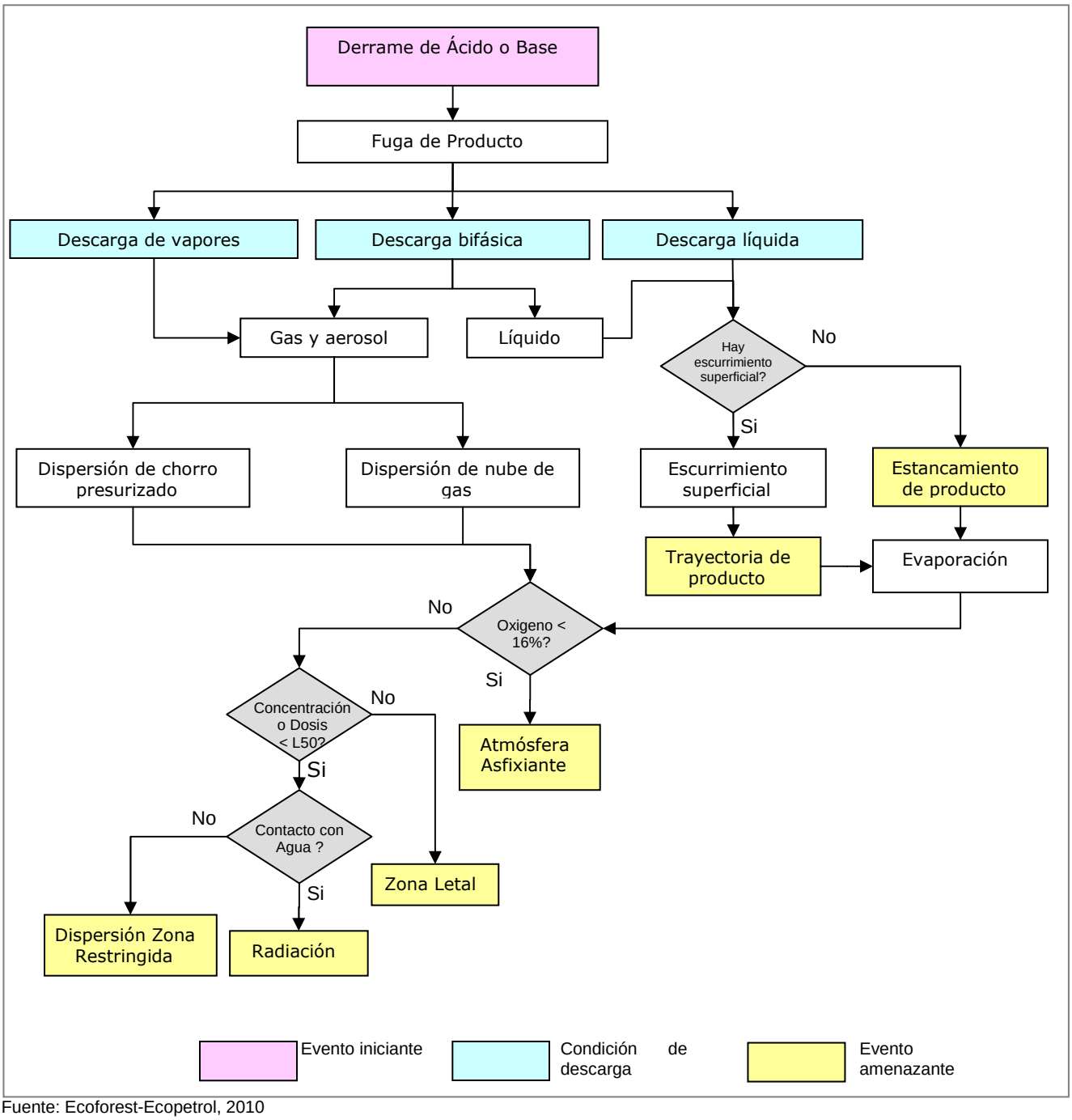
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-69. Árbol de eventos en líneas y áreas de proceso



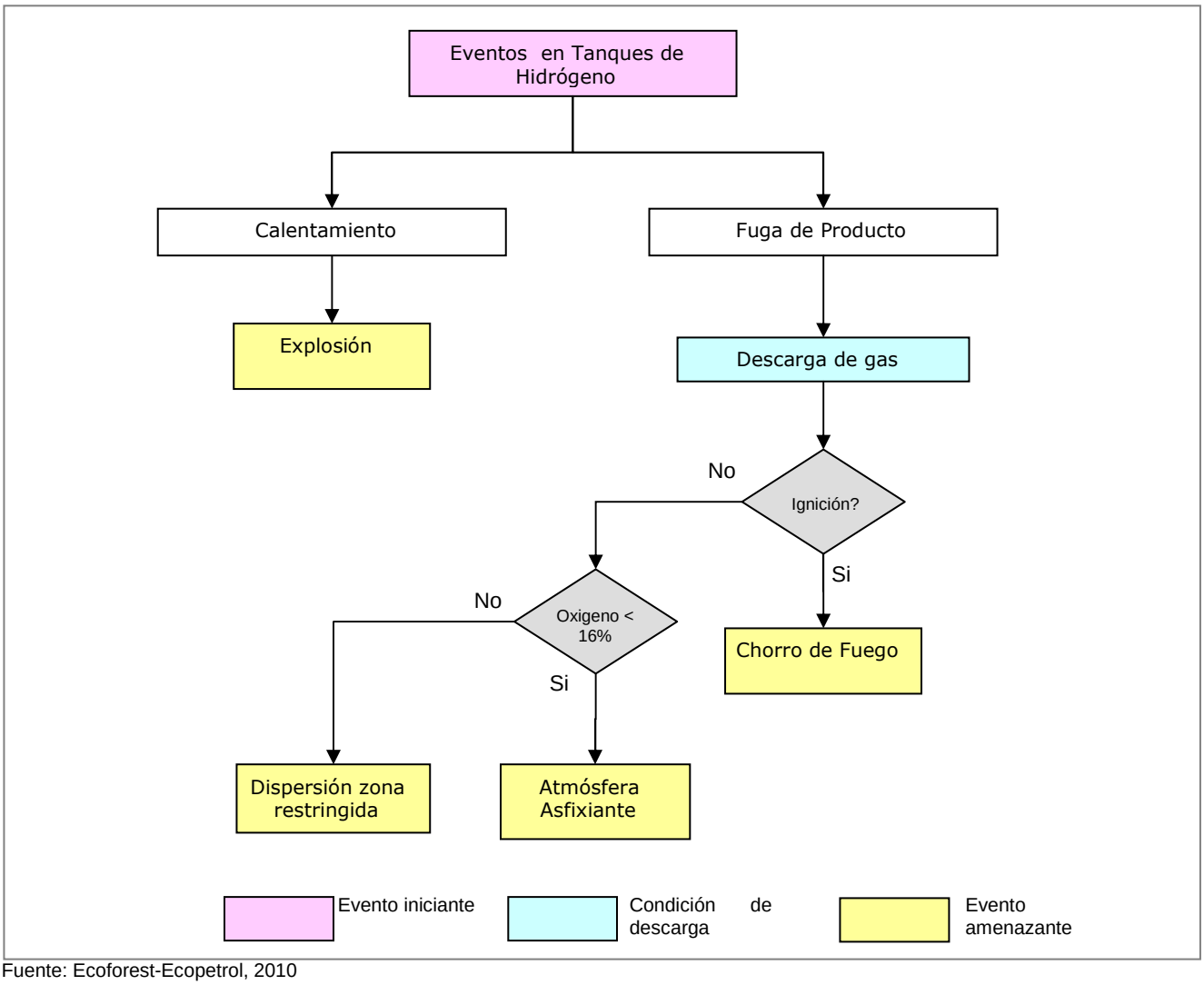
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-70. Árbol de eventos en tanques de ácido o base



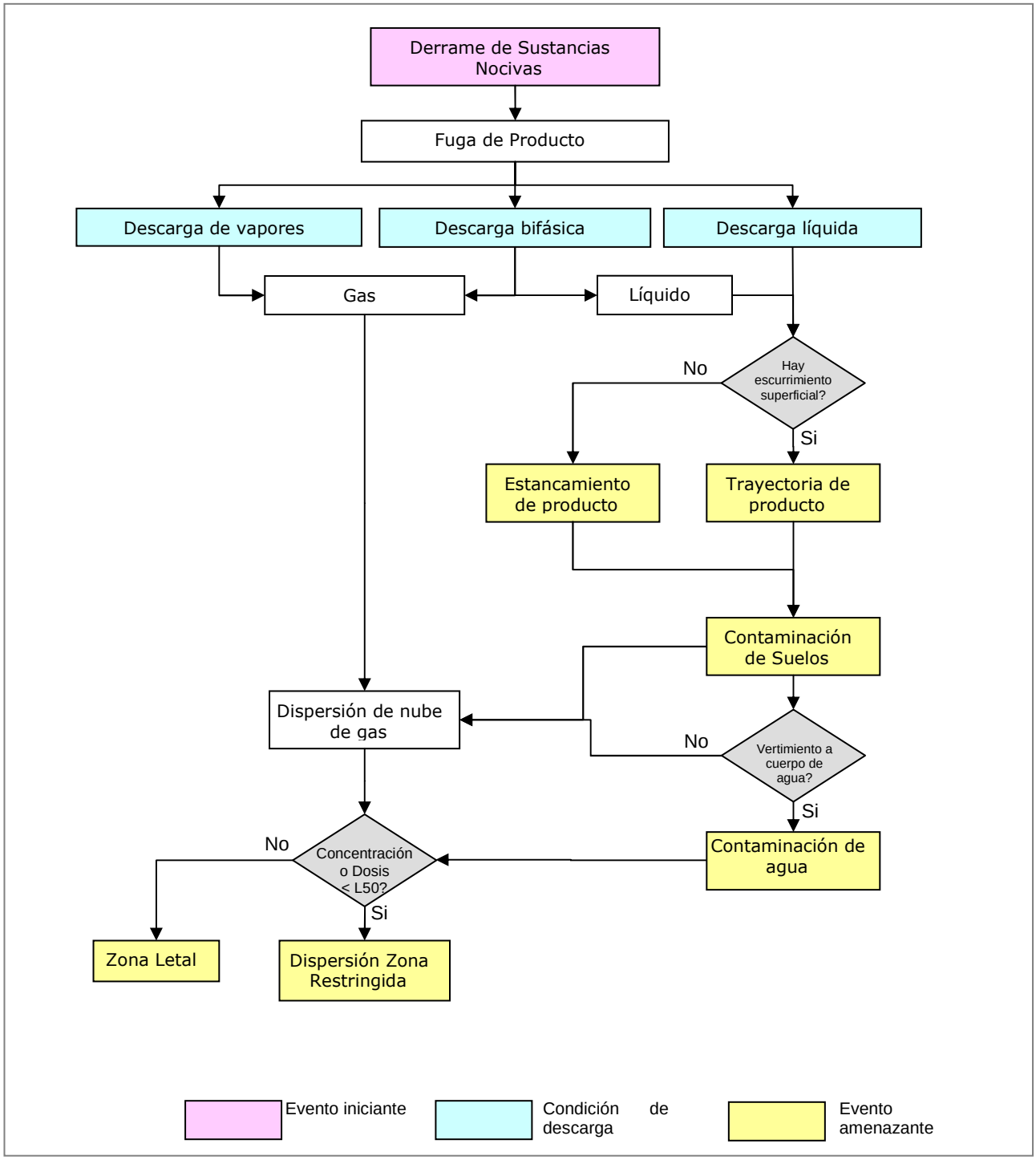
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-71. Árbol de eventos en tanques de hidrógeno



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-72. Árbol de eventos de derrame de sustancias nocivas



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Derrame

Consiste en un vertimiento de un líquido al medio, que en el momento de la descarga puede convertirse en vapores y fracciones que se precipitan en forma de neblina o de chorro, pudiendo formar empozamientos de producto o trayectorias de derrame. Las características de un derrame dependen de las condiciones de descarga y las condiciones del suelo.

Cuando ocurre una rotura, el primer evento amenazante que se identifica es el derrame. Este evento pierde importancia en la medida que se presenta un evento amenazante tipo incendio, ya que este último pone en estado de emergencia mayor, dadas las condiciones de capacidad de afectación tanto a personas como al medio ambiente. La mayoría de los casos de pérdida de contención terminan en un evento amenazante de derrame con efectos de contaminación de suelos y cuerpos de agua.

Si ocurre un derrame en las áreas de almacenamiento, este será contenido en los diques de contención. Si el derrame ocurre en áreas de proceso de las estaciones, generalmente el producto derramado seguirá una trayectoria de derrame en la cual se podrán presentar de forma combinada sitios de empozamiento de producto y rutas de derrame, con las posibilidad siempre de que haya emanación de vapores de hidrocarburo que pongan en riesgo las personas y medio ambiente, o con contaminación de suelos y aguas que principalmente producirían un impacto en los medio suelo y agua. Igualmente si el derrame ocurre en el área del campo, se podrán producir eventos de afectación a suelos y cuerpos de agua.

Se considera que esencialmente el efecto de un derrame de hidrocarburo está relacionado con los eventos amenazantes que se pueden desencadenar del tipo incendio y explosión, aunque también se considera la contaminación que el hidrocarburo puede generar en suelos y cuerpos de agua.

De igual forma ocurre con los derrames de sustancias nocivas, que siendo su potencialidad de daño principalmente nociva por contacto, inhalación o ingestión, también se pueden presentar efectos relacionados con la inflamabilidad, y en algunos casos, de radiación por combinación con otros elementos.

Los efectos de una sustancia nociva podrán medirse o cuantificarse en los valores de concentración que definen el nivel o grado de letalidad por contacto, ingestión o inhalación, muy por encima de valores menores de tipo ocupacional. Teniendo en cuenta que, en la mayoría de los casos las sustancias empleadas o adicionadas en alguna de las diferentes etapas del proceso, son mezclas y que a veces se desconoce sus composiciones o proporciones, es necesario garantizar la asesoría o apoyo de los proveedores para su manejo adecuado en situaciones normales de uso o en aquellas anormales que pueden afectar la normalidad. Se aplica en los casos de sustancias reguladas (dosificadas) o no.

Incendio de la Piscina de Producto (Pool Fire)

Ocurre si los vapores de las fracciones volátiles del producto derramado, dentro de los límites de inflamabilidad superior e inferior, entran en contacto con una fuente de ignición, transfiriendo suficiente energía para generar un incendio de toda la masa de producto. Es un evento amenazante localizado, de interés debido a que la radiación térmica resultante puede generar un efecto dominó o encadenado sobre los elementos vulnerables adyacentes. La duración del incendio está relacionada con la naturaleza y cantidad de combustible disponible para quemar. El incendio del hidrocarburo puede presentarse posterior al derrame de producto; en éste caso el derrame puede ser confinado por un dique de contención.

Chorro de Fuego (Jet-Fire)

Ocurre cuando un escape presurizado de una sustancia inflamable (gas, líquido o mezcla en dos fases) se incendia cerca del punto de la fuga, generando radiación térmica continua. La zona de afectación depende de la velocidad y área de descarga del producto, orientación y dirección del chorro y condiciones meteorológicas predominantes en el momento del evento.

Incendio de Nube de Vapores (Flash Fire o Llamarada)

La llamarada corresponde a la ignición repentina de una nube de vapor. Ocurre en la zona comprendida entre los límites inferior y superior de inflamabilidad de la nube de vapor, donde la proporción adecuada aire-vapor inflamable en contacto con una fuente de ignición, produce la combustión de la masa disponible. Vale la pena aclarar que una característica de este evento es que la masa contenida en la nube no es suficiente para generar sobrepresión.

Explosión de Nube no Confinada de Vapores (UVCE)

Sucede posterior al escape de una gran cantidad vapores de producto inflamable o presencia de vapor inflamable a la atmósfera, con ignición a cierta distancia del punto de escape, produciendo una liberación súbita y violenta de energía en forma de ondas de presión.

Una condición necesaria para la explosión de nube de gas con generación de ondas de presión, es la turbulencia causada por la presencia de confinamiento u obstrucción, la cual favorece altas velocidades de combustión y la generación de la onda de presión.

Explosión de los Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE)

Resulta de la falla catastrófica de un recipiente que contiene gas licuado o líquido sobrecalentado. El tipo más común de BLEVE ocurre cuando un tanque de almacenamiento está expuesto al fuego. El fuego incrementa la presión interna dentro del tanque por la ebullición del líquido conduciendo a la ruptura violenta del mismo y a la descarga de una mezcla líquido - vapor, que en caso de ser inflamable puede dar lugar a una bola de fuego de consecuencias devastadoras tras su ignición inmediata, a pesar de su corta duración, a menudo de 15 - 45 segundos. Los casos relacionados con este tipo de evento se presentan con el almacenamiento presurizado de gas licuado del petróleo (GLP).

c. Eventos seleccionados

Considerando las características operativas el tipo de escenario, el aislamiento de algunas áreas operativas y el tipo de evento amenazante de cada escenario seleccionado, se han identificado los eventos amenazantes que se presentan en la Tabla 4-65, para la estimación del riesgo en los pozos, líneas de transferencia y las estaciones.

Tabla 4-65 Lista de eventos amenazantes

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
No.	***Suria***	Rotura/ Descarga	Rotura/ Descarga
Su.1	Múltiple de entrada	Menor	L
Su.2	Múltiple de entrada	Media	L
Su.3	Múltiple de entrada	Mayor	L
Su.4	Múltiple despacho a Apiay	Menor	L
Su.5	Múltiple despacho a Apiay	Media	L
Su.6	Múltiple despacho a Apiay	Mayor	L
Su.7	Bombas de transferencia	Menor	L
Su.8	Bombas de transferencia	Media	L
Su.9	Bombas de transferencia	Mayor	L
Su.10	Enfriadores de crudo	Superficie	S
Su.11	Unidad LAC	Menor	L
Su.12	Unidad LAC	Media	L
Su.13	Unidad LAC	Mayor	L
Su.14	Separador Trifasico 212	Superficie	R
Su.15	Separador 214	Superficie	R
Su.16	Separador 213	Superficie	R
Su.17	TK 201 - Almacenamiento	Superficie	T
Su.18	TK 202 - Lavado	Superficie	T
Su.19	TK 203 - Almacenamiento	Superficie	T
Su.20	TK 204 - Lavado	Superficie	T
Su.21	TK 205	Superficie	T
Su.22	TK 206	Superficie	T
Su.23	TK 207 - Prueba	Superficie	T
Su.24	TK 208 - Prueba	Superficie	T
Su.25	Dique TK 201	Superficie	S
Su.26	Dique TK 202	Superficie	S
Su.27	Dique TK 203	Superficie	S
Su.28	Dique TK 204	Superficie	S
Su.29	Dique TK 205	Superficie	S
Su.30	Dique TK 206	Superficie	S
Su.31	Dique TK 207	Superficie	S
Su.32	Dique TK 208	Superficie	S
Su.33	Sumidero	Superficie	S
Su.34	Separador API 201	Superficie	S
Su.35	Separador API 202	Superficie	S
Su.36	Piscina Aerobica	Superficie	S
Su.37	Tanque Servicio ACPM - Generador	Superficie	S
Su.38	TEA	Superficie	S
Su.39	TEA baja	Superficie	S
	Termo Suria		
TS.1	Trampa de recibo Gas Natural	Menor	L
TS.2	Trampa de recibo Gas Natural	Media	L
TS.3	Trampa de recibo Gas Natural	Mayor	L
TS.4	City Gate	Menor	L
TS.5	City Gate	Media	L
TS.6	City Gate	Mayor	L

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
	Reforma Libertad		
RL.1	Múltiple de entrada	Menor	L
RL.2	Múltiple de entrada	Media	L
RL.3	Múltiple de entrada	Mayor	L
RL.4	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	Menor	L
RL.5	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	Media	L
RL.6	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	Mayor	L
RL.7	Separador 311	Superficie	R
RL.8	Separador 312	Superficie	R
RL.9	Separador 313	Superficie	R
RL.10	Separador 314	Superficie	R
RL.11	Compresores	Superficie	S
RL.12	TK 301 A	Superficie	T
RL.13	TK 301 B	Superficie	T
RL.14	TK 301 C	Superficie	T
RL.15	TK 302 - Prueba	Superficie	T
RL.16	Dique TK 301 A	Superficie	S
RL.17	Dique TK 301B	Superficie	S
RL.18	Dique TK 301C	Superficie	S
RL.19	Dique TK 302	Superficie	S
RL.20	Sumidero	Superficie	S
RL.21	API 301	Superficie	S
RL.22	Piscina de Oxidación	Superficie	S
RL.23	TEA	Superficie	S
	Planta Gas (GLP)		
PG.1	Esfera GLP 690 A	Superficie	E
PG.2	Esfera GLP 690 B	Superficie	E
PG.3	Bombas de transferencia	Menor	L
PG.4	Bombas de transferencia	Media	L
PG.5	Bombas de transferencia	Mayor	L
PG.6	Bombas de Despacho	Menor	L
PG.7	Bombas de Despacho	Media	L
PG.8	Bombas de Despacho	Mayor	L
PG.9	Tanque de Hidrógeno	Explosión	E
	Planta Asfalto		
PA.1	Múltiple de entrada	Menor	L
PA.2	Múltiple de entrada	Media	L
PA.3	Múltiple de entrada	Mayor	L
PA.4	Cargadero	Menor	L
PA.5	Cargadero	Media	L
PA.6	Cargadero	Mayor	L
PA.7	Bombeo	Menor	L
PA.8	Bombeo	Media	L
PA.9	Bombeo	Mayor	L
PA.10	Descargadero	Menor	L
PA.11	Descargadero	Media	L
PA.12	Descargadero	Mayor	L
PA.13	TK 610 (incluyen APIASOL)	Superficie	T

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
PA.14	TK 620 (incluyen APIASOL)	Superficie	T
PA.15	TK 501 A	Superficie	T
PA.16	TK 501 B	Superficie	T
PA.17	TK 501 C	Superficie	T
PA.18	TK 503	Superficie	T
PA.19	TK 504	Superficie	T
PA.20	TK 505	Superficie	T
PA.21	TK 506	Superficie	T
PA.22	TK 507 A	Superficie	T
PA.23	TK 507 B	Superficie	T
PA.24	TK 508	Superficie	T
PA.25	TK 512	Superficie	T
PA.26	TK 514 A	Superficie	T
PA.27	TK 514 B	Superficie	T
PA.28	DiqueTK 610 (incluyen APIASOL)	Superficie	S
PA.29	Dique TK 620 (incluyen APIASOL)	Superficie	S
PA.30	Dique TK 501 A	Superficie	S
PA.31	Dique TK 501 B	Superficie	S
PA.32	Dique TK 501 C	Superficie	S
PA.33	Dique TK 503	Superficie	S
PA.34	Dique TK 504	Superficie	S
PA.35	Dique TK 505	Superficie	S
PA.36	DiqueTK 506	Superficie	S
PA.37	Dique TK 507 A	Superficie	S
PA.38	Dique TK 507 B	Superficie	S
PA.39	Dique TK 508	Superficie	S
PA.40	Dique TK 512	Superficie	S
PA.41	Dique TK 514 A	Superficie	S
PA.42	Dique TK 514 B	Superficie	S
PA.43	Piscina BA503	Superficie	S
PA.44	Piscina BA504	Superficie	S
	Estación de Recolección de Apiay (ERA)		
ERA.1	Múltiple de entrada	Superficie	L
ERA.2	Múltiple de entrada	Superficie	L
ERA.3	Múltiple de entrada	Superficie	L
ERA.4	Unidad de medición LACT	Superficie	L
ERA.5	Unidad de medición LACT	Superficie	L
ERA.6	Unidad de medición LACT	Superficie	L
ERA.7	Enfriadores de crudo	Superficie	S
ERA.8	Bombas de transferencia	Superficie	L
ERA.9	Bombas de transferencia	Superficie	L
ERA.10	Bombas de transferencia	Superficie	L
ERA.11	Separador 111	Superficie	R
ERA.12	Separador 112	Superficie	R
ERA.13	Separador 113	Superficie	R
ERA.14	Separador 114	Superficie	R
ERA.15	Separador 170	Superficie	R
ERA.16	Separador 171	Superficie	R
ERA.17	TK 101	Superficie	T
ERA.18	TK 102	Superficie	T

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
ERA.19	TK 103	Superficie	T
ERA.20	TK 104	Superficie	T
ERA.21	TK 105	Superficie	T
ERA.22	TK 106	Superficie	T
ERA.23	TK 107	Superficie	T
ERA.24	TK condensados (DRUM)	Superficie	R
ERA.25	Dique TK 101	Superficie	S
ERA.26	Dique TK 102	Superficie	S
ERA.27	Dique TK 103	Superficie	S
ERA.28	Dique TK 104	Superficie	S
ERA.29	Dique TK 105	Superficie	S
ERA.30	Dique TK 106	Superficie	S
ERA.31	Dique TK 107	Superficie	S
ERA.32	API 1	Superficie	S
ERA.33	API 2	Superficie	S
ERA.34	API 3	Superficie	S
ERA.35	Piscina de Oxidación (aspersión)	Superficie	S
	Apiay		
Apiay	ApiayEste-1:SF	Superficie	S
Apiay	ApiayEste-2:K2	Superficie	S
Apiay	ApiayEste-2:SF	Superficie	S
Apiay	ApiayEste-3:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-10:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-11:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-12:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-14:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-15:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-16:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-17:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-18:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-19:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-19:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-1:T1	Superficie	S
Apiay	Apiay-20:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-21:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-22:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-23H:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-23H:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-24:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-24:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-25D:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-25D:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-26D:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-27:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-28:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-29:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-30:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-31:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-32:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-3R:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-4:SF	Superficie	S

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
Apiay	Apiay-5:K1	Superficie	S
Apiay	Apiay-6:SF	Superficie	S
Apiay	Apiay-7:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-8:K2	Superficie	S
Apiay	Apiay-9:SF	Superficie	S
Apiay	Gavan-1:K2	Superficie	S
Apiay	Gavan-1:SF	Superficie	S
Apiay	Gavan-2:K1	Superficie	S
Apiay	Gavan-2:SF	Superficie	S
Apiay	Gavan-4:K1	Superficie	S
Apiay	Gavan-4:SF	Superficie	S
Apiay	Gavan-5:K1	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-10:K1	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-2:K2	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-2:SF	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-3H:SF	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-4H:K2	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-5:K2	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-5:SF	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-6D:K1	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-6D:SF	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-7:K1	Superficie	S
Apiay	Guatiquia-8:K1	Superficie	S
	Reforma		
	LibertadNorte-3:K2	Superficie	S
Reforma	LibertadNorte-4:K1	Superficie	S
Reforma	LibertadNorte-5:K2	Superficie	S
Reforma	LibertadNorte-5:SF	Superficie	S
Reforma	LibertadNorte-6:K1	Superficie	S
Reforma	Libertad-1:K2	Superficie	S
	Suria		
	Austral-1R:K1	Superficie	S
Suria	Austral-2:K2	Superficie	S
Suria	Guayuriba-1:K1	Superficie	S
Suria	Guayuriba-2:K2	Superficie	S
Suria	Ocoa-1:K1	Superficie	S
Suria	POMPEYA-1:K2	Superficie	S
Suria	SAURIO-1:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-10:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-11:K2	Superficie	S
Suria	SuriaSur-12:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-12:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-13:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-13:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-14:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-15:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-16:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-17:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-18:K1	Superficie	S

Modelamiento Plantas Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.			
Suria	SuriaSur-1:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-21:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-22:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-2:K2	Superficie	S
Suria	SuriaSur-3:K2	Superficie	S
Suria	SuriaSur-4:K2	Superficie	S
Suria	SuriaSur-5:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-6:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-7:SF	Superficie	S
Suria	SuriaSur-8:K1	Superficie	S
Suria	SuriaSur-9:K1	Superficie	S
Suria	Suria-10:K1	Superficie	S
Suria	Suria-11:K1	Superficie	S
Suria	Suria-12:K2	Superficie	S
Suria	Suria-13:K1	Superficie	S
Suria	Suria-13:SF	Superficie	S
Suria	Suria-14:K1	Superficie	S
Suria	Suria-15:K1	Superficie	S
Suria	Suria-16:SF	Superficie	S
Suria	Suria-17:SF	Superficie	S
Suria	Suria-1:K2	Superficie	S
Suria	Suria-2:K2	Superficie	S
Suria	Suria-2:SF	Superficie	S
Suria	Suria-3:K2	Superficie	S
Suria	Suria-4:K1	Superficie	S
Suria	Suria-5:SF	Superficie	S
Suria	Suria-6:K2	Superficie	S
Suria	Suria-7:K2	Superficie	S
Suria	Suria-8:SF	Superficie	S
Suria	Suria-9:K1	Superficie	S
Suria	Tanane-1:K1	Superficie	S
Suria	Tanane-3:K1	Superficie	S

Convenciones: E: Evento, L: Rotura de línea de proceso, T: Tanque de almacenamiento; S: Incendio de superficie, R: Rotura de recipiente.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

d. Generalidades del riesgo

La evaluación de la amenaza está relacionada con la medición de la frecuencia de causa de falla que el sistema afecte o sea afectado en un período de tiempo.

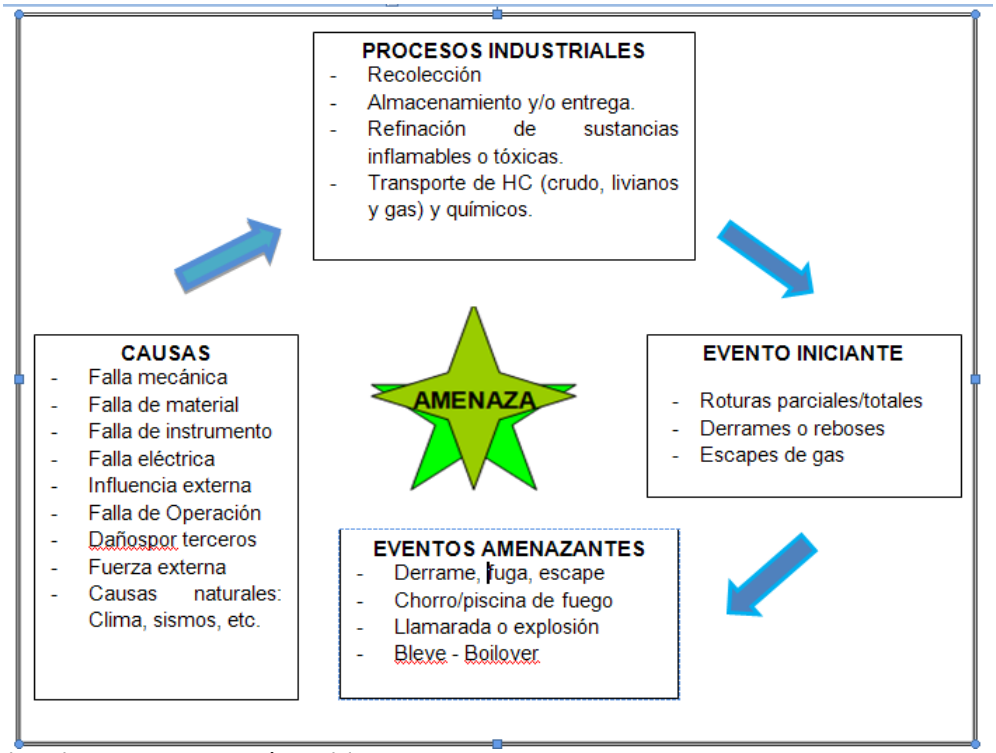
La Figura 4-73 esquematiza el desarrollo de la amenaza, donde los productos inflamables representan la amenaza tecnológica que es afectada por diversas causas, las cuales generan eventos iniciantes que bajo condiciones apropiadas dan origen a eventos amenazantes tales como incendios y explosiones.

El objetivo primordial de la evaluación de la amenaza es la selección y caracterización de los eventos iniciantes y amenazantes, de acuerdo con los escenarios identificados y las causas de falla que los originan.

Caracterizado el sistema, se procede a definir la amenaza como primer paso para la determinación del riesgo, **siguiendo los registros históricos de incidentes del quinquenio 2005-2009**. Las siguientes son las etapas llevadas a cabo para estimar la amenaza inherente a los campos, estaciones y plantas del bloque Apiay:

- Identificación y selección de las causas que originan los eventos iniciantes.
- Identificación de eventos iniciantes.
- Definición de eventos amenazantes.
- Determinación de los intervalos de frecuencia de ocurrencia para el sistema.
- Estimación de frecuencia de ocurrencia de eventos iniciantes y amenazantes.

Figura 4-73. Desarrollo de la amenaza en el bloque Apiay



Fuente: Adaptado para este PDC según modelo ECOPETROL, 2010.

e. Causas comunes en elementos

Tanques de almacenamiento

Las fallas de los tanques de almacenamiento que ocurren con mayor frecuencia son debidas a errores operacionales, y a otras causas tales como incendios, explosiones en equipos suplementarios o equipos vecinos.

Para tanques pequeños de almacenamiento, los modos de falla más comunes son escapes y obstrucciones especialmente en los tubos de salida y trasiego. El rompimiento, como modo de falla, es generalmente causado por eventos externos tales como choques, sobrepresión o

incendios. Adicionalmente, recubrimientos con sustancias inadecuadas y colapsamiento de construcciones o soportes son también posibilidades que derivan en el rompimiento del tanque.

Los tanques de techo flotante tienen algunos modos de falla especiales. Para algunos diseños es posible que el techo flotante se atasque y posteriormente sea averiado, por acción del peso soportado de forma no uniforme. Los sellos que impiden el ingreso de aire pueden también fallar y atascar el techo. Un modo de falla especial es la posibilidad del hundimiento del techo, si se desarrolla un taponamiento grande en la tubería de drenaje.

Un modo relevante pero inusual de fallo para tanques grandes es el caso en que se pueden rebosar, y desplazar el techo, de forma tal que cause rupturas en los sistemas de tubería aledaños al tanque.

Bombas

La falla más frecuente en las bombas es el escape de fluido a través de los sellos. Este tipo de falla es causado por:

- Mantenimiento inadecuado.
- Arranques repetitivos de la bomba con ausencia de lubricación en sus sellos.
- Sustancias sólidas forzadas dentro de los sellos de la bomba debido a la sobrepresión dentro de la bomba o a fallas en el flujo de lubricante en los sellos.
- Tipo de sello inadecuado o sellos instalados inadecuadamente.

Líneas de Proceso y de Transferencia

Los modos de falla en secciones de líneas de proceso corresponden a bloqueos, escapes o rupturas. Sólo en casos extremos la corrosión será una causa de bloqueo.

El daño mecánico, como un resultado de choques, o explosiones, puede picar o doblar líneas suficientemente para detener el flujo. De otro modo, las principales causas de falla corresponden a depósitos, impurezas o cuerpos extraños, especialmente en los puntos bajos de alguna sección de la línea o a flujos estancados.

Los escapes o las rupturas de líneas de proceso pueden ser causados por:

- Corrosión o erosión.
- Choques de vehículos.
- Sobretensión, cuando una línea es usada también como soporte estructural (especialmente durante construcciones o instalaciones).
- Daños que ocurren durante instalaciones (estos pueden permanecer escondidos durante un largo tiempo).
- Esfuerzos por expansión, especialmente si las uniones flexibles se encuentran muy cercanas.
- Movimiento en estructuras.
- Procesos de excavación que pueden afectar a las líneas subterráneas.
- Explosiones o sobrepresiones internas o externas.
- Sobrecalentamiento debido a procesos o por incendios, causando debilitamiento de las paredes de la línea.
- Vibración que causa fatiga.
- Por líneas a muy altas temperaturas.

f. Causas Identificadas

Valoración de Causas

El proceso de reducción del riesgo se basa en la información recopilada y procesada para el presente estudio y sus resultados deben verse reflejados haciendo los ajustes de mantenimiento, inspección, adecuación, etc., según lo indiquen los resultados de evaluación del riesgo, sobre todo en los sectores en los que este valor sobresale de los demás. Es por esto que es necesario incorporar a la base de datos para la administración de emergencias en la infraestructura, un módulo que permita hacer extensiva la administración a la etapa de reducción del riesgo.

En la Tabla 4-68 se presentan los resultados de valoración de las causas seleccionadas, de acuerdo con el orden establecido por la metodología empleada.

En el taller de riesgo se han valorado las causas teniendo en cuenta la experiencia que particularmente han tenido todos los participantes en las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento.

Para verificar los efectos de cada causa se analizó independientemente el sector, respecto al registro histórico de emergencias que reportó el personal operativo. Posteriormente se revisó que incidencia tiene cada causa en la deformación de la tubería y en el desarrollo de roturas totales o parciales, y se valoró según los parámetros de la Tabla 4-66 y 4-67.

Se puede apreciar que existen algunas causas con poca influencia en la formación de roturas o deformaciones en la tubería, sin embargo la valoración de estas causas es de gran importancia pues arroja resultados importantes en la frecuencia de ocurrencia de las mismas. Del mismo modo causas de ocurrencia poco probable, si se llegan a presentar, tendrían gran influencia en la ocurrencia de roturas.

El proceso de valoración de causas que se presenta fue verificado con la información reportada por registros de incidentes, apoyada en experiencias transmitidas por el personal de operaciones.

En la Tabla 4-69 se puede apreciar la justificación para la valoración de cada causa. Aquí se puede saber de dónde se toma cada valor y las razones expuestas para ciertas determinaciones. Algunas causas son valoradas parcialmente tomando sectores específicos.

En la Figura 4-74 se presentan los resultados de valoración de las causas posibles de emergencia en el campo. Las causas ubicadas en la zona gris son las de mayor influencia en las actividades de operación. Como puede verse, aunque algunas causas parecen no tener mucha influencia por su baja frecuencia de ocurrencia, tienen alta potencialidad de daños o de afectación como ocurre con los atentados. Otras causas como desgaste de materiales o actividad ceráunica son de alta frecuencia de ocurrencia, pero su efecto es de poca influencia en el campo.

Como se mencionó anteriormente se espera que esta valoración ayude a definir la importancia de estas causas y su influencia en la ocurrencia de eventos que puedan afectar la integridad del Sistema. En esta valoración se aportan conceptos que pueden utilizarse para planear programas de inversión de la infraestructura, apoyados además en la valoración del riesgo que se presenta en las siguientes secciones del estudio del riesgo.

La metodología empleada para la clasificación de causas es básicamente un procedimiento cualitativo y pretende determinar los puntos críticos por factores que originan eventos amenazantes

en la infraestructura. La información base para la aplicación de esta metodología ha sido extractada de la información existente y de consultas adicionales realizadas al personal encargado de la operación y mantenimiento del campo, en procedimiento tipo taller.

Se ha seleccionado un conjunto de causas agrupadas según su origen, para facilitar la selección de las mismas, su valoración y evaluación. Estas causas han sido evaluadas para cuantificar los respectivos valores de frecuencia e incidencia, siguiendo los parámetros y medidas contempladas en las Tablas 4-66 y 4-67 respectivamente.

Es posible que no se hayan presentado ocurrencias de alguna causa de las consideradas, pero que por sugerencia de los participantes al taller, deba tenerse en cuenta por tratarse de una amenaza que a futuro tenga mayor incidencia en el desarrollo de eventos iniciantes. De igual forma algunas de las causas consideradas podrán a futuro tener menor influencia, por lo que también se han considerado correctivos en este sentido para adaptarse a las nuevas condiciones de operación o del entorno.

Algunas ocurrencias o incidencias de eventos no podrán definirse para el sistema, por falta de información o por tratarse de sistemas que no cuenta con un registro de causas que puedan ser documentadas. En estos casos se define una valoración ajustándola a áreas que se consideren homogéneas, si la causa depende del medio, o a otras infraestructuras manejadas con condiciones similares, si esta depende del operador a cargo. En otras palabras, si no existe registro de causas, deberán utilizarse valoraciones aplicadas por regionalización o asimilación de actividades de operación en otro sistema, esperando que con el tiempo estas valoraciones sean rectificadas si es necesario.

Una causa puede tener una incidencia alta, media o baja sobre la ocurrencia de eventos iniciantes. Esto se define haciendo uso de la Tabla 4-66, en la cual se debe establecer para cada tipo de daño la factibilidad de que se presente este daño, y que tipo de mitigación actúa para reducir el efecto de dicha causa. El mayor valor de los tres tipos de daño considerados es el resultado de valoración de la causa desde el punto de vista de su incidencia en la ocurrencia de eventos iniciantes.

El resultado de interacción del daño, factibilidad y mitigación en cada causa, es lo que se denomina el nivel o grado de incidencia, que corresponde a la relación entre la causa y la ocurrencia de una rotura.

Una vez valoradas las causas en su frecuencia e influencia, se grafican los resultados en una matriz de selección de causas en la que se tiene preestablecido el nivel aceptable de valores.

Todas estas causas que se presentan en la Tabla 4-66 deben ser tenidas en cuenta para posteriores estudios y proyectos relacionados con la evaluación del riesgo de la infraestructura, y para futuras inversiones en medidas de prevención y reducción del riesgo. Las causas de la zona gris merecen la atención por parte del operador de la infraestructura y serán objeto de estudio permanente durante los siguientes años, hasta que estas dejen de ser críticas para el sistema. Las demás causas serán tenidas en cuenta en los sectores de mayor riesgo.

Para definir la influencia de estas causas en el nivel de riesgo de las instalaciones, se ha utilizado una codificación que relaciona causa con evento iniciante. Para cada escenario serán asignadas hasta dos causas, y de esta forma las causas identificadas podrán ser priorizadas.

Tabla 4-66. Lista de causas identificadas

Origen	Causa	Descripción	Código
Terceros	Tráfico vehicular	Acciones del tránsito de vehículos, ya sea por vibración o presión directa sobre la infraestructura del ducto.	C1
	Actividad de terceros	Manipulación de maquinaria para ejecutar movimientos de terreno, arado y otros.	C2
	Obra civil	Las obras civiles de construcción y mantenimiento.	C3
	Amenaza tecnológica	Acción de eventos amenazantes desarrollados en otras infraestructuras cercanas.	C4
	Robo de producto	Cuando en una operación ilícita se origina un evento amenazante.	C5
	Robo de elementos	Acción producida al eliminar intencionalmente un elemento que hace parte de las facilidades.	C6
	Atentado	Acción directa de grupos al margen de la ley, afecta la integridad de la tubería.	C7
	Sabotaje	Acciones intencionales o desviaciones producidas por el personal operativo desmejorando la funcionalidad del sistema.	C8
Operación	Falla en inspecciones	Cuando no se ejecuta una inspección de rutina o inspección técnica de manera inadecuada o deficiente.	C9
	Deficiencia de mantenimiento	Por no realizar las medidas preventiva, correctivas o de seguridad adecuadas.	C10
	Falla operacional	Cuando se cometen errores en la operación de una válvula, sistema de bombeo o de medición de manera que se produzcan pérdidas de contención.	C11
	Falla del sistema	Una falla en los sistemas de control, fuerza u otro sistema auxiliar.	C12
Operación	Corrosión	Cuando se producen roturas por deficiencia del material principalmente por corrosión.	C13
	Desgaste o deterioro	En piezas, equipos, accesorios o elementos de una infraestructura.	C14
Construcción	Diseño deficiente	Mala concepción del diseño del sistema o parte de él, o una mala instalación o montaje de un elemento o tubería.	C15
	Construcción deficiente	Acciones ocasionadas por construcción o montaje deficiente	C16
	Material defectuoso	Cuando el material utilizado para el montaje del sistema tiene defectos o fallas y pueden producir pérdida de producto.	C17
	Material o elementos averiados	Cuando en la construcción o en acciones de mantenimiento se produce daño o exposición de las facilidades.	C18
Medio Natural	Movimientos sísmicos	Acción mecánica directa de un movimiento sísmico sobre la tubería.	C19
	Fallas estructurales	Cuando se activa una falla por cualquier motivo y esta ocasiona la rotura.	C20
	Corrientes de agua	Acción dinámica del agua que afecten las facilidades.	C21
	Inundaciones	Inundación de áreas de proceso o de control.	C22
	Tormentas	Acción relacionada a los vientos y lluvias de una tormenta.	C23
	Actividad ceráunica (rayos)	Acción de descargas eléctricas producidas por los rayos, de forma directa o indirecta.	C24
	Movimientos del terreno	Acciones producidas directamente por un movimiento local del terreno.	C25
	Erosión	Producida por los cambios en la conformación del terreno, ya sea principalmente por acción del viento o del agua.	C26
	Avalanchas	Cuando la acción mecánica de una avalancha genera roturas en la tubería.	C27
	Incendios forestales	Pérdida de contención producida al generarse un incendio forestal en el área de influencia del sistema.	C28
	Acción de animales	Acción directa de animales en elementos, controles o sistemas de fuerza.	C29
	Acción de microorganismos	Acción biológica de algunos microorganismos sobre las facilidades.	C30

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-67. Valores de frecuencia de ocurrencia de la causa

Parámetro de ocurrencia	Ocurrencia	Valor
Una o más veces al año	Alta	3
Desde una vez cada 5 años a menos de una vez por año	Media	2
Desde cero ocurrencias hasta una vez en más de cinco años	Baja	1

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-68. Valores de incidencia de la causa

Daño	Factibilidad	Mitigación	Incidencia	Valor
Rotura Total	Seguro	Baja	ALTA	3
		Media	ALTA	3
		Alta	MEDIA	2
	Probable	Baja	ALTA	3
		Media	MEDIA	2
		Alta	MEDIA	2
	Poco probable	Baja	MEDIA	2
		Media	MEDIA	2
		Alta	BAJA	1
Rotura Parcial	Seguro	Baja	ALTA	3
		Media	MEDIA	2
		Alta	MEDIA	2
	Probable	Baja	MEDIA	2
		Media	MEDIA	2
		Alta	BAJA	1
	Poco probable	Baja	MEDIA	2
		Media	BAJA	1
		Alta	BAJA	1
Abolladura o deformación	Seguro	Baja	MEDIA	2
		Media	MEDIA	2
		Alta	BAJA	1
	Probable	Baja	MEDIA	2
		Media	BAJA	1
		Alta	BAJA	1
	Poco Probable	Baja	BAJA	1
		Media	BAJA	1
		Alta	BAJA	1

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Valoración de Causas del Campo

El proceso de reducción del riesgo se basa en la información recopilada y procesada para el presente estudio y sus resultados se muestran en el Anexo Estadísticas de Incidentes Operacionales con consecuencias Ambientales, los cuales deben permitir hacer los ajustes de mantenimiento, inspección, adecuación, etc. Es por esto que es necesario incorporar a la base de datos para la administración de emergencias en la infraestructura, un módulo que permita hacer extensiva la administración a la etapa de reducción del riesgo.

En la Tabla 4-69 se presentan los resultados de valoración de las causas seleccionadas, de acuerdo con el orden establecido por la metodología empleada.

En el taller de riesgo se han valorado las causas teniendo en cuenta la experiencia que particularmente han tenido todos los participantes en las actividades relacionadas con la operación y mantenimiento.

Para verificar los efectos de cada causa se analizó independientemente el sector, respecto al registro histórico de emergencias que reportó el personal operativo. Posteriormente se revisó que incidencia tiene cada causa en la deformación de la tubería y en el desarrollo de roturas totales o parciales, y se valoró según los parámetros de la Tabla 4-66 y 4-67.

Se puede apreciar que existen algunas causas con poca influencia en la formación de roturas o deformaciones en la tubería, sin embargo la valoración de estas causas es de gran importancia pues arroja resultados importantes en la frecuencia de ocurrencia de las mismas. Del mismo modo causas de ocurrencia poco probable, si se llegan a presentar, tendrían gran influencia en la ocurrencia de roturas.

En la Tabla 4-69 se puede apreciar la Tabla de valoración de las causas. Aquí se puede saber de dónde se toma cada valor y las razones expuestas para ciertas determinaciones.

En la Figura 4-74 se presentan los resultados de valoración de las causas posibles de emergencia en el campo. Las causas ubicadas en la zona gris son las de mayor influencia en las actividades de operación. Como puede verse, aunque algunas causas parecen no tener mucha influencia por su baja frecuencia de ocurrencia, tienen alta potencialidad de daños o de afectación como ocurre con los atentados. Otras causas como desgaste de materiales o robo de elementos o de producto son de alta frecuencia de ocurrencia, pero su efecto es de poca influencia en el campo.

Como de mencionó anteriormente se espera que esta valoración ayude a definir la importancia de estas causas y su influencia en la ocurrencia de eventos que puedan afectar la integridad del Sistema. En esta valoración se aportan conceptos que pueden utilizarse para planear programas de inversión de la infraestructura, apoyados además en la valoración del riesgo que se presenta en las siguientes secciones del estudio del riesgo.

Figura 4-74. Matriz de selección de causas

Frecuencia de ocurrencia de la causa	Alta (3)		C28	
	Media (2)	C5, C6, C9, C10, C14, C21, C22,	C1, C2, C4, C13, C23, C24,	C3,C11
	Baja (1)	C16, C27, C29, C30	C8, C12, C15, C17, C18, C19, C20, C25, C26,	C7
		Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
		Incidencia sobre la ocurrencia de eventos iniciantes		

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-69. Resultados de valoración de causas

Origen	Causa	Código	F	I	M
Acción de Terceros	Tráfico vehicular	C1	2	2	4
	Actividad de terceros	C2	2	2	4
	Obra civil	C3	2	3	6
	Amenaza tecnológica	C4	2	2	2
	Robo de producto	C5	2	1	1
	Robo de elementos	C6	2	1	2
	Atentado	C7	1	3	3
	Sabotaje	C8	1	2	2
Operación	Falla en inspecciones	C9	2	1	2
	Deficiencia de mantenimiento	C10	2	1	2
	Falla operacional	C11	2	3	6
	Falla del sistema	C12	1	2	2
	Corrosión	C13	2	2	4
	Desgaste o deterioro	C14	2	1	2
Construcción	Diseño deficiente	C15	1	2	2
	Construcción deficiente	C16	1	1	1
	Material defectuoso	C17	1	2	2
	Material o elementos averiados	C18	1	2	2
Fenómenos naturales	Movimientos sísmicos	C19	1	2	2
	Fallas estructurales	C20	1	2	2
	Corrientes de agua	C21	2	1	2
	Inundaciones	C22	2	1	2
	Tormentas	C23	2	2	4
	Actividad ceráunica (rayos)	C24	2	2	4
	Movimientos del terreno	C25	1	2	2
	Erosión	C26	1	2	2
	Avalanchas	C27	1	1	1
	Incendios forestales	C28	3	2	6
	Acción de animales	C29	1	1	1
	Acción de microorganismos	C30	1	1	1

F: Frecuencia, M: Magnitud, I: Incidencia.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.5.2 Estimación de consecuencias

a. Niveles de Interés de Afectación

Para el modelamiento de consecuencias se han tenido en cuenta condiciones críticas del escenario. La estimación de consecuencias de los eventos amenazantes, con efectos de radiación y onda expansiva, se realiza empleando modelos sistematizados de uso comercial. Para el

modelamiento de consecuencias se utilizó el software Phast 6.54, desarrollado por DNV (Det Norske Veritas), además de ayudas desarrolladas para el modelamiento de descargas y evaporación de productos, desarrolladas por el consultor.

Desarrollar un análisis de riesgo con un caudal de descarga inicial, puede llevar a resultados conservativos en exceso (sobreestimación del riesgo). Trabajar con el caudal estabilizado, obliga a despreciar la gran cantidad de masa que se ha liberado inicialmente, dando lugar a resultados poco fiables. El presente estudio considera el cálculo de un caudal de descarga promedio entre las condiciones iniciales y un tiempo de 2 minutos.

Afectación por Incendio de Piscina o Chorro Presurizado

Antes de calcular las distancias de afectación y protección debido a la ocurrencia de los eventos amenazantes originados por la pérdida de producto, es necesario predeterminar los niveles de interés para el modelamiento.

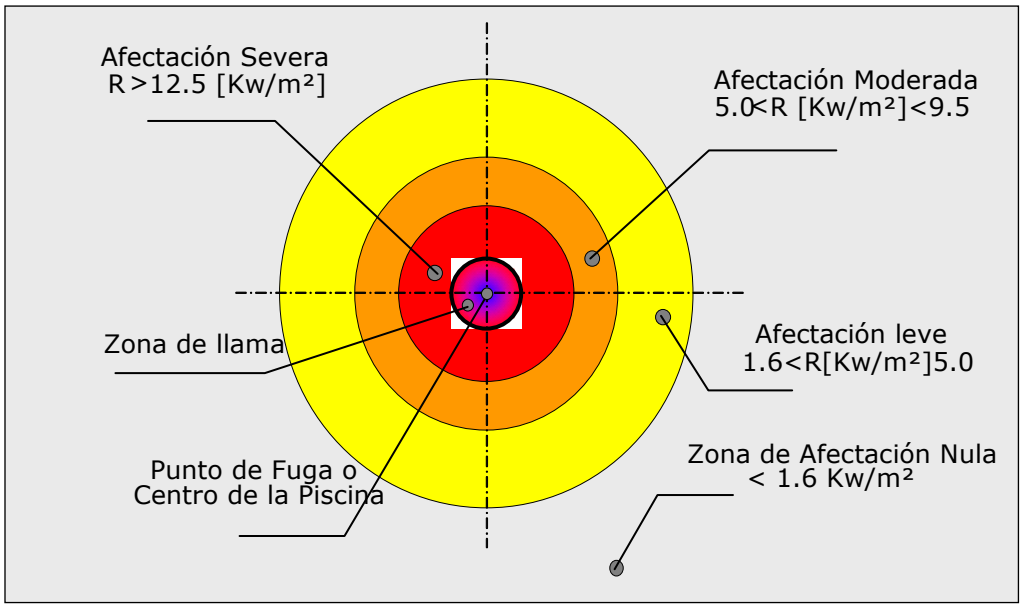
Las áreas de afectación se determinan con base en los efectos que pueden tener la radiación térmica del incendio sobre personas y bienes utilizándose para tal fin la metodología Probit. Las zonas de protección y afectación que se establecen para la planeación de la emergencia por incendio se resumen en las Tabla 4-70 La representación de estos niveles de afectación se puede apreciar en la Figura 4-75.

Tabla 4-70. Niveles de protección y afectación por radiación térmica

Radiación Térmica (KW/m²)	Condiciones
> 37.5	Intensidad suficiente para causar daño a equipos de proceso.
> 20.9	Zona de probabilidad de 90% de muerte para tiempos de exposición mayores de 30 segundos.
> 14.50	Zona de probabilidad del 50% de muerte para tiempos de exposición mayores de 30 segundos. No se espera personal en esta área.
9.50 - 12.50	Al interior de esta área, existe ignición de la madera sometida al flujo de calor durante un tiempo excesivo. Intensidad suficiente para fundir tuberías de plástico. Puede desarrollar fatalidad debido a quemaduras de tercer grado después de 100 segundos de exposición. Quemaduras de segundo grado después de 12 segundos de exposición.
7.25 – 9.50	Intensidad calórica que permite que la exposición se límite a algunos segundos, suficiente para escapar.
5 – 7.25	Zona límite de probabilidad de 1% de muerte para tiempos de exposición mayores de 30 segundos. Tiempo de exposición máximo de un (1) minuto sin ropa de protección adecuada. Quemaduras de primer grado después de 30 segundos de exposición. Quemaduras de segundo grado después de 180 segundos de exposición. Las consecuencias estimadas del accidente producen un nivel de daño que justifica la aplicación inmediata de las medidas de seguridad.
1.6 – 5	Tiempo de exposición máximo de tres (3) minutos sin ropa de protección adecuada. Quemaduras de primer grado después de 120 segundos de exposición. Las consecuencias a este nivel del accidente provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención inmediata de las medidas de protección sobre las personas. Zona límite de intensidad calórica en áreas donde pueden emplearse acciones de emergencia que duren hasta varios minutos por personal con ropa adecuada.
< 1.6	En esta zona no se producen daños por exposición prolongada. Zona exterior que corresponde al área para establecer los cordones de protección.

Fuente: Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. AICHE. Second Edition.2000.

Figura 4-75. Niveles de protección y afectación por radiación térmica



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Llamarada de Nube de Vapores

Los efectos originados por la llamarada son de radiación térmica, causados principalmente por el contacto directo de la llama con la persona ubicada dentro de los límites de inflamabilidad de la nube de vapores de hidrocarburo. Para tal fin, se establece que la nube de vapor puede incendiarse hasta un límite máximo desde el punto de fuga, dado por la distancia a la cual la concentración de la nube se ha diluido en el límite inferior de inflamabilidad del producto (LII).

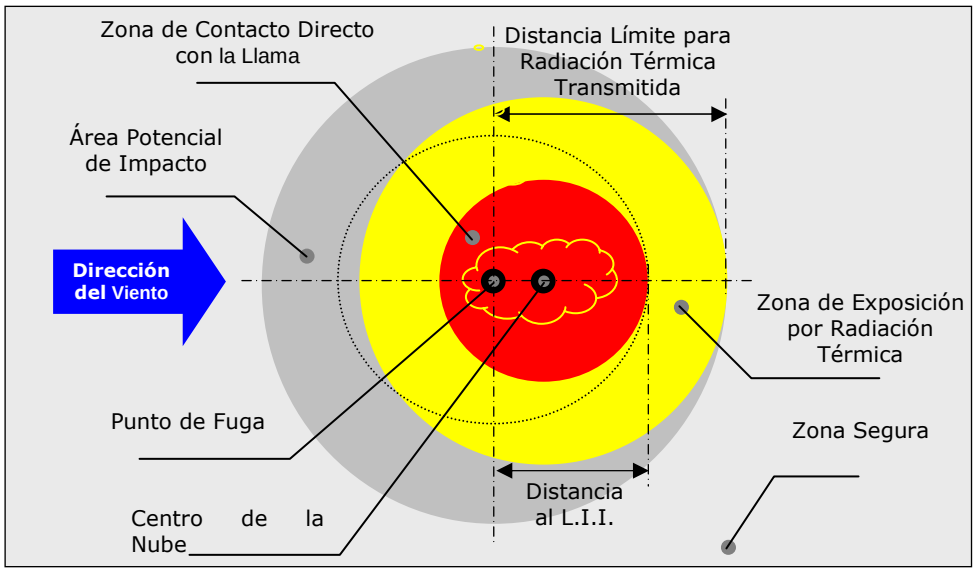
La anterior zona considera la muerte de todas las personas presentes, ya que la radiación producida por la llamarada de un hidrocarburo (superiores a 170 KW/m2), es suficiente para causar muerte instantáneamente. Adicionalmente del daño causado por el contacto directo de la llama, debe tenerse en cuenta los efectos de la radiación transmitida por convección hacia zonas por debajo del límite inferior de inflamabilidad. La Tabla 4-71 describe los corredores de afectación y protección por el evento llamarada, los cuales se representan en la Figura 4-76.

Tabla 4-71. Niveles de protección y afectación por llamarada

Zona	Descripción
Zona Mortal Zona con concentración de nubes de vapor superiores al L.I.I.	Zona en la cual no deben existir fuentes de ignición, se asume 100% la probabilidad de muerte de una persona, siempre y cuando este en la dirección del viento.
Zona Segura	Zona cuya distancia más cercana al punto de fuga, corresponde a la suma de la distancia en la cual la nube se diluye hasta el L.I.I. y la distancia adicional en la que se espera probabilidad de muerte del 1%, debido a los efectos de la transmisión de la radiación térmica.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-76. Niveles de protección y afectación por llamarada



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Explosión de Nube de Vapores de Hidrocarburo

Los efectos de una explosión dependen del pico de onda expansiva más alta que alcanza una persona. La exposición directa a niveles de onda expansiva altos puede ser fatal.

Si la persona está alejada del sitio de la explosión la onda expansiva es incapaz de causar muertes directamente, pero sí indirectamente. Este es el caso de una onda de presión que puede colapsar una estructura, la cual cae sobre una persona.

En el evento de explosión de una nube de vapor, el daño al público se determina en función de los niveles de onda expansiva, sin tener en cuenta el tiempo de exposición, dado que las personas expuestas a un pico de onda expansiva no tienen tiempo para reaccionar o protegerse.

Uno de los efectos de un pico de onda expansiva sobre personas es la rotura de tímpanos, por lo tanto se evaluarán las distancias en las cuales existen el 50, 10 y 1% de probabilidad de este tipo

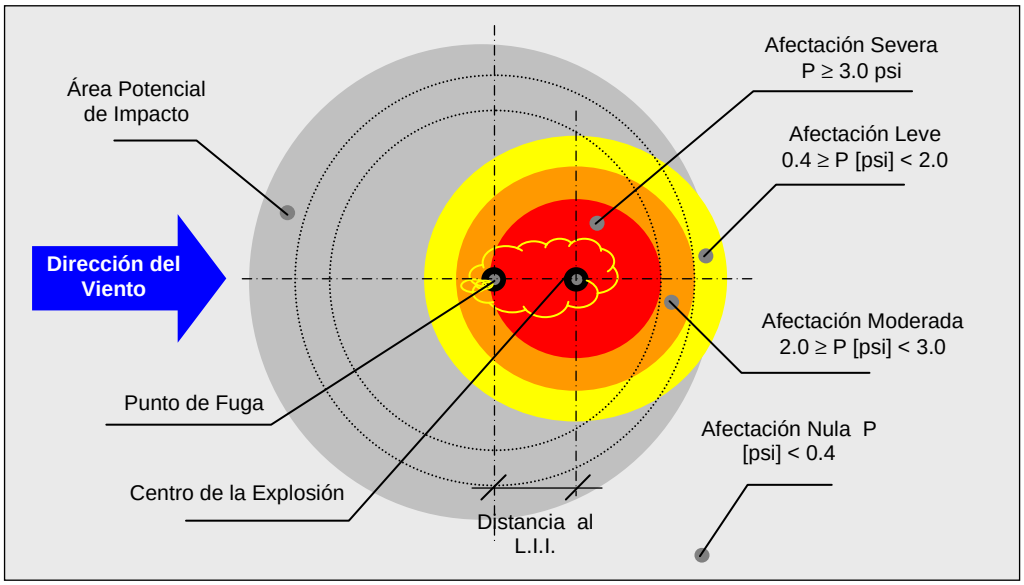
de daño. En la Tabla 4-72 se relacionan los rangos de valores característicos de onda expansiva. En la Figura 4-77 se puede apreciar la representación de estos valores.

Tabla 4-72. Niveles de protección y afectación por explosión

Rango de Onda Expansiva (psi)	Descripción
14.0	Máximo pico de onda expansiva que puede desarrollar una explosión no confinada de vapores de hidrocarburos. Este nivel de onda expansiva no causa mortalidad, pero si alcanza una probabilidad de afectación del 45% por rotura de tímpano.
> 6.4	Destrucción casi completa de casas. Posible daño de tanques de almacenamiento y equipo de proceso. Probabilidad de afectación del 10% por rotura de tímpano.
> 3.25	El umbral de rotura de tímpano (probabilidad del 1%) se presenta a esta onda expansiva.
>3	Al interior de esta zona se producen daños severos en estructuras de acero y mampostería (edificios industriales).
2 – 3	Dentro de esta zona se produce el colapso parcial de techos y paredes de casas.
0.4 – 2	Niveles de onda expansiva suficientes para ocasionar daños menores a estructuras de casas y edificios.
< 0.4	Zona expuesta a niveles de onda expansiva inferiores a 0.4 psig. 50% de vidrios domésticos rotos. La probabilidad de que no existan daños no serios por encima de este valor es del 95%. Establece la distancia de seguridad para la población ante el evento de explosión.

Fuente: Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. AICHE. Second Edition.2000.

Figura 4-77. Niveles de protección y afectación por explosión



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Derrame

Para los derrames se ha desarrollado un modelo que considera el efecto de evaporación y de contaminación, de manera que se pretende definir hasta donde llega un producto si este sigue una trayectoria de derrame. Esta consideración se ha tenido en cuenta tanto para el producto superficial como para las fracciones de producto que pueden viajar con el sedimento del cuerpo de agua que haya podido ser interceptado.

Lo anterior quiere decir que para este efecto se tendrá en cuenta tanto la evaporación del producto que viaja superficialmente, con su incorporación en la columna de agua del cuerpo receptor. El seguimiento de esta trayectoria se hará teniendo en cuenta las condiciones presentadas en la Tabla 4-73.

Tabla 4-73. Niveles de protección y afectación por derrame

Característica	Descripción
Pérdida de Hidrocarburo flotante	Se establecerá el punto hasta el cual el volumen remanente de producto es cero, considerando efectos de evaporación y de pérdida de producto en su trayecto.
Dispersión del hidrocarburo precipitado	Fracción del producto se precipita por efectos de advección, difusión y transporte de partículas (sedimentos). Estos resultados han sido utilizados en el modelo de derrames considerando el efecto de dispersión en función del volumen en la superficie del agua, producida por los efectos mencionados. Se considera un límite aceptable cuando la concentración ha llegado a menos de 10 miligramos por litro.
Dilución y Dispersión del Ácido Clorhídrico	DL50 (intraperitoneal ratón)=40.142mg/kg, DL50 (oral conejo)= 900 mg/kg, LC50/1H (inhalación, ratones)= 1108ppm, LC50 (inhalación, ratas)= 3124 ppm/1H Se disocia totalmente en agua, toxicidad peces CL50/96H 0 282 ppm, es mortal a concentraciones mayores de 25 mg/L
Dilución y Dispersión de la Soda Cáustica	Toxicidad aguda No disponible, toxicidad crónica no disponible, efectos locales no disponible y sensibilización alergénica no disponible Dosis letal en ratas 40mg/kg TLm en peces agua fria 125ppm-796 horas, en peses de agua tibia TLm 99mg/48 horas
Hidrógeno	Límites de inflamabilidad inferior (LEL) 4%, (en aire por vol, %) superior (UEL) 75% Asfixiante simple 12-16% oxigeno, aumenta respiración y pulso, 10-14% oxigeno, fatiga respiración perturbada, 6-10% oxigeno, Nauseas, vomito pérdida de conciencia, menor 6% oxigeno. Convulsiones, colapso respiratorio y posible muerte
Nitrógeno	Síntomas de exposición12-16% oxigeno, aumenta respiración y pulso altera ligeramente coordinación muscular, 10-14% oxigeno, fatiga respiración perturbada, 6-10% oxigeno, Nauseas, vomito, colapso o pérdida de conciencia, menor 6% oxigeno. Convulsiones, colapso respiratorio y posible muerte

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

b. Corredores de protección y afectación

La obtención de los corredores de protección y afectación consideraron situaciones desfavorables en las que los sistemas de control y seguridad actúan dependiendo del tipo de producto y de las condiciones de la descarga (rotura mínima, media o total); adicionalmente cada evento se calculó bajo condiciones muy conservativas, donde las condiciones de operación, siempre son las máximas y el tipo de descarga considerado siempre es el de mayor efecto.

En la Tabla 4-74 se muestran los resultados de los corredores de protección y afectación de los escenarios de eventos amenazantes seleccionados para el campo. Como puede verse, se presentan resultados para las condiciones de incendio y llamarada y no para explosión, debido a que en las condiciones de escenario existente, el modelo no considera probable el desarrollo de este evento amenazante en derrames de los productos refinados contemplados. Se han dado resultados para explosión, sólo para el almacenamiento de GLP, asociado a la ocurrencia de un BLEVE y al almacenamiento de hidrógeno.

Como medida preventiva se asume que la distancia a partir de la cual se considera zona segura, la cual aplica para eventos de llamarada, puede aplicarse para casos de una posible llamarada y en casos extremos una explosión si los vapores de hidrocarburo considerados, se encuentran en alto grado de confinamiento.

Tabla 4-74. Corredores de protección y afectación

		Radiación (m)						Llamarada (m)		Sobrepresión (m)		
		1,6	5	7,5	9,5	14,5	37,5	LII	Zona	0,4	2	3
Suria		Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2		Segura	psi	psi	psi
Su.1	Múltiple de entrada	26,1	15,5	13,9	13,3	11,0	8,7	18,1	27,1			
Su.2	Múltiple de entrada	37,0	19,9	18,2	16,8	11,6	9,3	44,5	61,1			
Su.3	Múltiple de entrada	44,1	22,9	23,4	20,7	17,3	12,6	70,9	94,4			
Su.4	Múltiple despacho a Apiay	17,4	9,6	7,9	8,1	6,4	4,4	14,5	18,3			
Su.5	Múltiple despacho a Apiay	23,5	12,3	12,3	8,9	9,8	5,3	30,7	37,6			
Su.6	Múltiple despacho a Apiay	27,7	17,8	17,5	14,6	11,0	8,2	48,1	60,0			
Su.7	Bombas de transferencia	20,1	12,1	9,7	9,3	6,5	4,4	12,9	16,0			
Su.8	Bombas de transferencia	27,4	12,8	10,7	9,6	9,2	7,1	27,3	37,7			
Su.9	Bombas de transferencia	33,0	18,2	14,7	12,4	12,1	8,3	41,7	53,5			
Su.10	Enfriadores de crudo	28,2	14,6	13,3	10,6	9,2	7,4	12,4	18,9			
Su.11	Unidad LAC	19,3	11,2	8,1	8,7	7,3	4,4	12,2	15,6			
Su.12	Unidad LAC	24,1	14,2	10,3	10,9	8,3	6,4	30,8	45,2			
Su.13	Unidad LAC	32,4	19,8	16,6	12,4	10,8	8,4	43,4	68,5			
Su.14	Separador Trifasico 212	13,5	8,2	8,0	6,7	4,8	3,4	6,2	11,9			
Su.15	Separador 214	18,9	9,9	8,3	7,9	6,7	4,6	6,6	13,2			
Su.16	Separador 213	14,8	7,9	9,1	7,0	5,8	4,3	6,7	15,0			
Su.17	TK 201 - Almacenamiento	59,3	27,5	22,0	19,6	15,2	N.A.	23,7	54,6			
Su.18	TK 202 - Lavado	62,8	27,6	25,7	22,4	18,4	N.A.	27,8	50,2			
Su.19	TK 203 - Almacenamiento	68,8	26,7	21,9	24,1	16,9	N.A.	28,4	44,4			
Su.20	TK 204 - Lavado	65,4	29,1	24,9	19,4	18,4	N.A.	25,7	50,3			
Su.21	TK 205	26,8	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Su.22	TK 206	27,5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Su.23	TK 207 - Prueba	29,0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	20,6			
Su.24	TK 208 - Prueba	30,7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	21,5			
Su.25	Dique TK 201	134,2	66,3	51,7	60,5	53,0	29,1	56,2	98,1			
Su.26	Dique TK 202	121,7	66,7	53,2	56,1	49,8	33,5	62,2	97,8			
Su.27	Dique TK 203	144,8	66,2	58,3	48,6	44,8	32,8	59,0	117,1			
Su.28	Dique TK 204	121,1	73,1	67,7	62,4	44,9	30,8	64,5	109,8			
Su.29	Dique TK 205	84,4	40,2	32,3	36,6	24,3	20,5	34,3	65,1			
Su.30	Dique TK 206	82,5	41,9	36,1	28,9	27,5	22,2	32,2	59,1			
Su.31	Dique TK 207	81,8	42,2	37,7	34,3	27,0	22,2	34,7	53,3			
Su.32	Dique TK 208	65,9	45,3	34,0	37,4	26,0	21,4	35,4	61,9			
Su.33	Sumidero	11,4	6,7	5,3	4,8	3,5	2,9	5,7	8,1			
Su.34	Separador API 201	25,9	11,7	9,9	9,1	8,0	6,1	9,9	21,5			
Su.35	Separador API 202	43,5	25,6	21,7	22,6	16,4	10,8	24,0	42,6			
Su.36	Piscina Aerobica	112,4	65,2	48,3	44,4	37,3	30,0	53,8	106,1			
Su.37	Tanque Servicio ACPM - Generador	10,2	5,7	4,0	3,7	3,6	2,7	4,4	7,0			
Su.38	TEA	57,9	35,1	31,0	29,0	28,0	17,6	36,7	64,0			
Su.39	TEA baja	32,8	13,9	12,0	11,0	11,8	7,1	12,4	21,7			

		Radiación (m)						Llamarada (m)		Sobrepresión (m)		
		1,6	5	7,5	9,5	14,5	37,5	LII	Zona	0,4	2	3
Suria		Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2		Segura	psi	psi	psi
	Termo Suria											
TS.1	Trampa de recibo Gas Natural	28,1	15,5	13,4	12,2	10,5	7,4	18,6	26,1			
TS.2	Trampa de recibo Gas Natural	34,0	18,8	16,1	14,8	12,7	8,9	40,5	56,7			
TS.3	Trampa de recibo Gas Natural	45,4	25,1	21,6	19,8	16,9	11,9	60,1	84,2			
TS.4	City Gate	28,1	15,5	13,4	12,2	10,5	7,4	18,6	26,1			
TS.5	City Gate	34,0	18,8	16,1	14,8	12,7	8,9	40,5	56,7			
TS.6	City Gate	45,4	25,1	21,6	19,8	16,9	11,9	60,1	84,2			
	Reforma Libertad											
RL.1	Múltiple de entrada	16,8	9,3	8,0	7,3	6,3	4,4	11,1	15,6			
RL.2	Múltiple de entrada	21,5	11,8	10,2	9,3	8,0	5,6	25,6	35,8			
RL.3	Múltiple de entrada	29,2	16,1	13,9	12,7	10,9	7,6	38,7	54,1			
RL.4	Bombas de Transferencia (unidada LACT)	7,1	3,9	3,4	3,1	2,6	1,9	4,7	6,6			
RL.5	Bombas de Transferencia (unidada LACT)	10,2	5,6	4,8	4,4	3,8	2,7	12,1	17,0			
RL.6	Bombas de Transferencia (unidada LACT)	14,5	8,0	6,9	6,3	5,4	3,8	19,1	26,8			
RL.7	Separador 311	15,6	8,6	7,4	6,8	5,8	4,1	7,2	12,4			
RL.8	Separador 312	10,0	5,5	4,7	4,4	3,7	2,6	4,6	7,8			
RL.9	Separador 313	7,2	4,0	3,4	3,1	2,7	1,9	3,3	5,6			
RL.10	Separador 314	21,2	11,7	10,1	9,2	7,9	5,6	9,9	17,1			
RL.11	Compresores	46,4	25,6	22,0	20,2	17,2	12,1	22,1	38,3			
RL.12	TK 301 A	44,4	20,3	15,6	12,5	N.A.	N.A.	17,1	35,9			
RL.13	TK 301 B	44,4	20,3	15,6	12,5	N.A.	N.A.	17,1	35,9			
RL.14	TK 301 C	44,4	20,3	15,6	12,5	N.A.	N.A.	17,1	35,9			
RL.15	TK 302 - Prueba	30,7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	23,8			
RL.16	Dique TK 301 A	97,0	53,5	46,0	42,2	36,1	25,4	47,2	82,4			
RL.17	Dique TK 301B	96,7	53,3	45,9	42,1	36,0	25,3	47,0	82,1			
RL.18	Dique TK 301C	96,5	53,2	45,8	41,9	35,9	25,2	46,9	81,9			
RL.19	Dique TK 302	72,3	39,9	34,3	31,5	26,9	18,9	34,9	60,8			
RL.20	Sumidero	12,0	6,6	5,7	5,2	4,5	3,1	5,5	9,4			
RL.21	API 301	25,7	14,1	12,2	11,2	9,5	6,7	12,0	20,8			
RL.22	Piscina de Oxidación	89,0	49,1	42,2	38,7	33,1	23,3	43,2	75,4			
RL.23	TEA	22,7	12,5	10,8	9,9	8,4	5,9	10,6	18,3			
	Planta Gas (GLP)											
PG.1	Esfera GLP 690 A	3043,4	1677,8	1444,1	1323,1	1131,5	796,1	2636	3163,8	3391	2844,1	2035
PG.2	Esfera GLP 690 B	3043,7	1678,0	1444,2	1323,3	1131,6	796,2	2636	3164,2	4227	2918,8	2347
PG.3	Bombas de transferencia	21,5	11,9	10,2	9,3	8,0	5,6	14,2	19,9			
PG.4	Bombas de transferencia	26,7	14,7	12,7	11,6	9,9	7,0	31,8	44,5			
PG.5	Bombas de transferencia	36,0	19,8	17,1	15,6	13,4	9,4	47,6	66,6			
PG.6	Bombas de Despacho	21,9	12,1	10,4	9,5	8,2	5,7	14,5	20,3			
PG.7	Bombas de Despacho	27,2	15,0	12,9	11,8	10,1	7,1	32,4	45,3			
PG.8	Bombas de Despacho	36,6	20,2	17,4	15,9	13,6	9,6	48,4	67,8			
PG.9	Tanque de Hidrógeno	147,9	69,9	64,0	53,2	51,2	35,3	121,2	151,4	129,8	74,5	61,9
	Planta Asfalto											
PA.1	Múltiple de entrada	38,4	21,2	18,2	16,7	14,3	10,0	25,4	35,6			
PA.2	Múltiple de entrada	45,3	24,9	21,5	19,7	16,8	11,8	53,9	75,4			
PA.3	Múltiple de entrada	59,9	33,0	28,4	26,1	22,3	15,7	79,3	111,0			
PA.4	Cargadero	14,2	7,8	6,7	6,2	5,3	3,7	9,4	13,2			
PA.5	Cargadero	25,4	14,0	12,0	11,0	9,4	6,6	33,5	47,0			
PA.6	Cargadero											
PA.7	Bombeo	32,3	17,8	15,3	14,0	12,0	8,4	21,4	29,9			
PA.8	Bombeo	38,6	21,3	18,3	16,8	14,3	10,1	45,9	64,3			
PA.9	Bombeo	51,3	28,3	24,3	22,3	19,1	13,4	67,9	95,0			
PA.10	Descargadero	28,1	15,5	13,3	12,2	10,4	7,3	18,6	26,0			
PA.11	Descargadero	34,0	18,7	16,1	14,8	12,6	8,9	40,5	56,6			
PA.12	Descargadero	45,4	25,0	21,5	19,7	16,9	11,9	60,0	84,0			
PA.13	TK 610 (incluyen APIASOL)	33,2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	25,9			
PA.14	TK 620 (incluyen APIASOL)	33,2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	25,9			
PA.15	TK 501 A	38,8	15,1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10,5	30,8			
PA.16	TK 501 B	38,8	15,1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10,5	30,8			
PA.17	TK 501 C	38,8	15,1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10,5	30,8			
PA.18	TK 503	33,2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	25,9			
PA.19	TK 504	33,2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	25,9			
PA.20	TK 505	15,9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10,1			
PA.21	TK 506	47,0	21,2	16,0	12,2	N.A.	N.A.	17,8	38,0			
PA.22	TK 507 A	54,4	23,7	17,1	N.A.	N.A.	N.A.	19,8	44,2			
PA.23	TK 507 B	53,9	21,7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	17,3	43,6			
PA.24	TK 508	22,3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	16,8			
PA.25	TK 512	26,4	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	19,5			
PA.26	TK 514 A	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
PA.27	TK 514 B	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
PA.28	DiqueTK 610 (incluyen APIASOL)	99,2	54,7	47,1	43,1	36,9	25,9	48,2	84,3			
PA.29	Dique TK 620 (incluyen APIASOL)	99,6	54,9	47,2	43,3	37,0	26,0	48,4	84,6			
PA.30	Dique TK 501 A	92,2	50,8	43,7	40,1	34,3	24,1	44,7	78,1			
PA.31	Dique TK 501 B	92,0	50,7	43,6	40,0	34,2	24,1	44,6	78,0			
PA.32	Dique TK 501 C	83,8	46,2	39,8	36,4	31,2	21,9	40,6	70,8			

		Radiación (m)						Llamarada (m)		Sobrepresión (m)		
		1,6	5	7,5	9,5	14,5	37,5	LII	Zona	0,4	2	3
Suria		Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2		Segura	psi	psi	psi
PA.33	Dique TK 503	89,9	49,6	42,7	39,1	33,4	23,5	43,6	76,1			
PA.34	Dique TK 504	91,7	50,5	43,5	39,8	34,1	24,0	44,5	77,7			
PA.35	Dique TK 505	115,7	63,8	54,9	50,3	43,0	30,3	56,5	98,9			
PA.36	DigueTK 506	115,7	63,8	54,9	50,3	43,0	30,3	56,5	98,9			
PA.37	Dique TK 507 A	147,9	81,5	70,2	64,3	55,0	38,7	72,8	127,6			
PA.38	Dique TK 507 B	147,9	81,5	70,2	64,3	55,0	38,7	72,8	127,6			
PA.39	Dique TK 508	65,5	36,1	31,1	28,5	24,3	17,1	31,5	54,8			
PA.40	Dique TK 512	87,3	48,1	41,4	38,0	32,5	22,8	42,3	73,8			
PA.41	Dique TK 514 A	91,7	50,5	43,5	39,8	34,1	24,0	44,5	77,7			
PA.42	Dique TK 514 B	91,7	50,5	43,5	39,8	34,1	24,0	44,5	77,7			
PA.43	Piscina BA503	91,2	50,3	43,3	39,6	33,9	23,8	44,2	77,2			
PA.44	Piscina BA504	164,4	90,7	78,0	71,5	61,1	43,0	81,2	142,4			
	Estación de Recolección de Apiay (ERA)											
ERA.1	Múltiple de entrada	29,2	16,1	13,9	12,7	10,9	7,6	19,3	27,0			
ERA.2	Múltiple de entrada	35,2	19,4	16,7	15,3	13,1	9,2	41,9	58,6			
ERA.3	Múltiple de entrada	46,9	25,9	22,3	20,4	17,4	12,3	62,1	86,9			
ERA.4	Unidad de medición LACT	28,1	15,5	13,3	12,2	10,4	7,3	18,6	26,0			
ERA.5	Unidad de medición LACT	34,0	18,7	16,1	14,8	12,6	8,9	40,5	56,6			
ERA.6	Unidad de medición LACT	45,4	25,0	21,5	19,7	16,9	11,9	60,0	84,0			
ERA.7	Enfriadores de crudo	37,8	20,9	18,0	16,4	14,1	9,9	17,9	31,0			
ERA.8	Bombas de transferencia	19,1	10,5	9,1	8,3	7,1	5,0	12,7	17,7			
ERA.9	Bombas de transferencia	24,0	13,3	11,4	10,5	8,9	6,3	28,6	40,1			
ERA.10	Bombas de transferencia	32,5	17,9	15,4	14,1	12,1	8,5	43,0	60,3			
ERA.11	Separador 111	17,5	9,6	8,3	7,6	6,5	4,6	8,1	13,9			
ERA.12	Separador 112	18,0	9,9	8,5	7,8	6,7	4,7	8,3	14,3			
ERA.13	Separador 113	8,8	4,9	4,2	3,8	3,3	2,3	4,0	6,9			
ERA.14	Separador 114	19,7	10,9	9,3	8,6	7,3	5,1	9,1	15,8			
ERA.15	Separador 170	15,7	8,6	7,4	6,8	5,8	4,1	7,2	12,4			
ERA.16	Separador 171	15,7	8,6	7,4	6,8	5,8	4,1	7,2	12,4			
ERA.17	TK 101	44,4	20,3	15,6	12,5	N.A.	N.A.	17,1	35,9			
ERA.18	TK 102	44,4	20,3	15,6	12,5	N.A.	N.A.	17,1	35,9			
ERA.19	TK 103	61,0	30,3	24,9	22,0	16,7	N.A.	26,3	50,4			
ERA.20	TK 104	31,6	13,5	9,2	N.A.	N.A.	N.A.	10,7	25,0			
ERA.21	TK 105	31,8	13,6	9,5	N.A.	N.A.	N.A.	10,9	25,2			
ERA.22	TK 106	31,8	13,6	9,5	N.A.	N.A.	N.A.	10,9	25,2			
ERA.23	TK 107	61,0	30,3	24,9	22,0	16,7	N.A.	26,3	50,4			
ERA.24	TK condensados (DRUM)	27,2	15,0	12,9	11,8	10,1	7,1	12,8	22,1			
ERA.25	Dique TK 101	93,3	51,4	44,3	40,5	34,7	24,4	45,3	79,1			
ERA.26	Dique TK 102	94,0	51,8	44,6	40,9	35,0	24,6	45,7	79,7			
ERA.27	Dique TK 103	146,9	81,0	69,7	63,9	54,6	38,4	72,3	126,7			
ERA.28	Dique TK 104	70,1	38,6	33,2	30,5	26,0	18,3	33,7	58,8			
ERA.29	Dique TK 105	70,7	39,0	33,5	30,7	26,3	18,5	34,0	59,3			
ERA.30	Dique TK 106	66,8	36,8	31,7	29,0	24,8	17,5	32,1	55,9			
ERA.31	Dique TK 107	116,3	64,1	55,2	50,6	43,2	30,4	56,8	99,4			
ERA.32	API 1	48,1	26,5	22,8	20,9	17,9	12,6	22,9	39,8			
ERA.33	API 2	27,1	15,0	12,9	11,8	10,1	7,1	12,7	22,0			
ERA.34	API 3	14,3	7,9	6,8	6,2	5,3	3,7	6,6	11,3			
ERA.35	Piscina de Oxidación (aspersión)	66,1	36,5	31,4	28,8	24,6	17,3	31,8	55,4			
	Apiay											
Apiay												
Apiay	ApiayEste-1:SF	10,8	6,0	5,1	4,7	4,0	2,8	5,0	8,5			
Apiay	ApiayEste-2:K2	22,1	12,2	10,5	9,6	8,2	5,8	10,3	17,8			
Apiay	ApiayEste-2:SF	11,5	6,3	5,4	5,0	4,3	3,0	5,2	9,0			
Apiay	ApiayEste-3:SF	14,3	7,9	6,8	6,2	5,3	3,7	6,6	11,4			
Apiay	Apiay-10:K1	20,4	11,3	9,7	8,9	7,6	5,3	9,5	16,4			
Apiay	Apiay-11:K2	12,7	7,0	6,0	5,5	4,7	3,3	5,8	10,0			
Apiay	Apiay-12:K2	5,3	2,9	2,5	2,3	2,0	1,4	2,4	4,0			
Apiay	Apiay-14:K1	7,8	4,3	3,7	3,4	2,9	2,0	3,5	6,1			
Apiay	Apiay-15:K2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Apiay-16:K2	15,9	8,8	7,6	6,9	5,9	4,2	7,4	12,7			
Apiay	Apiay-17:K2	17,8	9,8	8,4	7,7	6,6	4,7	8,2	14,2			
Apiay	Apiay-18:SF	32,6	18,0	15,5	14,2	12,1	8,5	15,4	26,6			
Apiay	Apiay-19:K2	7,8	4,3	3,7	3,4	2,9	2,0	3,5	6,1			
Apiay	Apiay-19:SF	2,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,7	1,2	2,1			
Apiay	Apiay-1:T1	12,1	6,7	5,8	5,3	4,5	3,2	5,6	9,6			
Apiay	Apiay-20:K2	25,6	14,1	12,1	11,1	9,5	6,7	12,0	20,7			
Apiay	Apiay-21:K1	27,5	15,2	13,1	12,0	10,2	7,2	12,9	22,3			
Apiay	Apiay-22:K1	12,5	6,9	5,9	5,4	4,6	3,3	5,7	9,8			
Apiay	Apiay-23H:K1	21,2	11,7	10,0	9,2	7,9	5,5	9,9	17,0			
Apiay	Apiay-23H:SF	29,1	16,1	13,8	12,7	10,8	7,6	13,7	23,7			
Apiay	Apiay-24:K1	18,4	10,2	8,7	8,0	6,8	4,8	8,5	14,7			
Apiay	Apiay-24:SF	18,4	10,2	8,7	8,0	6,8	4,8	8,5	14,7			
Apiay	Apiay-25D:K1	20,6	11,4	9,8	9,0	7,7	5,4	9,6	16,5			

		Radiación (m)						Llamarada (m)		Sobrepresión (m)		
		1,6	5	7,5	9,5	14,5	37,5	LII	Zona	0,4	2	3
Suria		Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2		Segura	psi	psi	psi
Apiay	Apiay-25D:SF	14,1	7,7	6,7	6,1	5,2	3,7	6,5	11,1			
Apiay	Apiay-26D:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Apiay-27:K1	7,8	4,3	3,7	3,4	2,9	2,0	3,5	6,1			
Apiay	Apiay-28:K1	6,6	3,6	3,1	2,9	2,4	1,7	3,0	5,1			
Apiay	Apiay-29:K1	5,0	2,7	2,4	2,2	1,8	1,3	2,2	3,8			
Apiay	Apiay-30:K1	31,7	17,5	15,1	13,8	11,8	8,3	14,9	25,9			
Apiay	Apiay-31:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Apiay-32:K1	18,2	10,0	8,6	7,9	6,8	4,8	8,4	14,5			
Apiay	Apiay-3R:K1	38,9	21,5	18,5	16,9	14,5	10,2	18,4	32,0			
Apiay	Apiay-4:SF	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Apiay-5:K1	27,9	15,4	13,2	12,1	10,4	7,3	13,1	22,6			
Apiay	Apiay-6:SF	13,9	7,6	6,6	6,0	5,2	3,6	6,4	11,0			
Apiay	Apiay-7:K2	8,9	4,9	4,2	3,9	3,3	2,3	4,0	6,9			
Apiay	Apiay-8:K2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Apiay-9:SF	38,9	21,4	18,4	16,9	14,5	10,2	18,4	31,9			
Apiay	Gavan-1:K2	7,6	4,2	3,6	3,3	2,8	2,0	3,5	5,9			
Apiay	Gavan-1:SF	3,9	2,1	1,8	1,7	1,4	1,0	1,7	2,9			
Apiay	Gavan-2:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Gavan-2:SF	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Apiay	Gavan-4:K1	36,7	20,2	17,4	16,0	13,6	9,6	17,4	30,1			
Apiay	Gavan-4:SF	21,2	11,7	10,1	9,2	7,9	5,6	9,9	17,0			
Apiay	Gavan-5:K1	35,8	19,7	17,0	15,5	13,3	9,4	16,9	29,3			
Apiay	Guatiquia-10:K1	35,4	19,5	16,8	15,4	13,2	9,3	16,7	29,0			
Apiay	Guatiquia-2:K2	13,6	7,5	6,4	5,9	5,1	3,6	6,2	10,7			
Apiay	Guatiquia-2:SF	9,3	5,1	4,4	4,1	3,5	2,4	4,2	7,3			
Apiay	Guatiquia-3H:SF	44,3	24,4	21,0	19,2	16,5	11,6	21,0	36,5			
Apiay	Guatiquia-4H:K2	16,7	9,2	7,9	7,3	6,2	4,4	7,7	13,3			
Apiay	Guatiquia-5:K2	12,6	6,9	6,0	5,5	4,7	3,3	5,8	9,9			
Apiay	Guatiquia-5:SF	12,6	6,9	6,0	5,5	4,7	3,3	5,8	9,9			
Apiay	Guatiquia-6D:K1	18,4	10,2	8,7	8,0	6,8	4,8	8,5	14,7			
Apiay	Guatiquia-6D:SF	22,7	12,5	10,8	9,9	8,4	5,9	10,6	18,3			
Apiay	Guatiquia-7:K1	25,4	14,0	12,1	11,1	9,5	6,7	11,9	20,6			
Apiay	Guatiquia-8:K1	40,4	22,3	19,2	17,5	15,0	10,6	19,1	33,2			
	Reforma											
Reforma	LibertadNorte-3:K2	22,2	12,2	10,5	9,7	8,3	5,8	10,4	17,9			
Reforma	LibertadNorte-4:K1	11,6	6,4	5,5	5,0	4,3	3,0	5,3	9,1			
Reforma	LibertadNorte-5:K2	8,7	4,8	4,1	3,8	3,2	2,3	3,9	6,8			
Reforma	LibertadNorte-5:SF	6,8	3,8	3,2	3,0	2,5	1,8	3,1	5,3			
Reforma	LibertadNorte-6:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Reforma	Libertad-1:K2	9,8	5,4	4,6	4,2	3,6	2,6	4,5	7,6			
	Suria											
	Austral-1R:K1	22,6	12,5	10,7	9,8	8,4	5,9	10,6	18,2			
Suria	Austral-2:K2	16,6	9,1	7,9	7,2	6,2	4,3	7,7	13,2			
Suria	Guayuriba-1:K1	37,5	20,7	17,8	16,3	13,9	9,8	17,7	30,7			
Suria	Guayuriba-2:K2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	Ocoa-1:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	POMPEYA-1:K2	11,1	6,1	5,3	4,8	4,1	2,9	5,1	8,7			
Suria	SAURIO-1:SF	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-10:SF	28,0	15,5	13,3	12,2	10,4	7,3	13,2	22,8			
Suria	SuriaSur-11:K2	22,0	12,1	10,4	9,6	8,2	5,8	10,2	17,7			
Suria	SuriaSur-12:K1	19,6	10,8	9,3	8,5	7,3	5,1	9,1	15,7			
Suria	SuriaSur-12:SF	2,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,5	0,9	1,5			
Suria	SuriaSur-13:K1	18,5	10,2	8,8	8,0	6,9	4,8	8,6	14,8			
Suria	SuriaSur-13:SF	5,3	2,9	2,5	2,3	2,0	1,4	2,4	4,0			
Suria	SuriaSur-14:K1	15,2	8,4	7,2	6,6	5,7	4,0	7,0	12,1			
Suria	SuriaSur-15:K1	24,1	13,3	11,5	10,5	9,0	6,3	11,3	19,5			
Suria	SuriaSur-16:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-17:K1	57,5	31,7	27,3	25,0	21,4	15,0	27,5	47,9			
Suria	SuriaSur-18:K1	33,4	18,4	15,8	14,5	12,4	8,7	15,7	27,3			
Suria	SuriaSur-1:SF	20,2	11,1	9,6	8,8	7,5	5,3	9,4	16,2			
Suria	SuriaSur-21:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-22:K1	17,2	9,5	8,2	7,5	6,4	4,5	8,0	13,7			
Suria	SuriaSur-2:K2	11,3	6,3	5,4	4,9	4,2	3,0	5,2	8,9			
Suria	SuriaSur-3:K2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-4:K2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-5:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-6:SF	3,4	1,9	1,6	1,5	1,3	0,9	1,5	2,5			
Suria	SuriaSur-7:SF	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	SuriaSur-8:K1	22,4	12,4	10,6	9,7	8,3	5,9	10,5	18,0			
Suria	SuriaSur-9:K1	18,5	10,2	8,8	8,1	6,9	4,9	8,6	14,8			
Suria	Suria-10:K1	29,7	16,4	14,1	12,9	11,0	7,8	13,9	24,1			
Suria	Suria-11:K1	34,0	18,7	16,1	14,8	12,6	8,9	16,0	27,8			
Suria	Suria-12:K2	14,4	8,0	6,8	6,3	5,4	3,8	6,6	11,4			
Suria	Suria-13:K1	20,7	11,4	9,8	9,0	7,7	5,4	9,6	16,6			
Suria	Suria-13:SF	35,3	19,5	16,8	15,4	13,1	9,2	16,7	28,9			

		Radiación (m)						Llamarada (m)		Sobrepresión (m)		
		1,6	5	7,5	9,5	14,5	37,5	LII	Zona	0,4	2	3
Suria		Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2	Kw/m2		Segura	psi	psi	psi
Suria	Suria-14:K1	46,9	25,9	22,3	20,4	17,4	12,3	22,3	38,8			
Suria	Suria-15:K1	35,4	19,5	16,8	15,4	13,2	9,3	16,7	28,9			
Suria	Suria-16:SF	32,2	17,7	15,3	14,0	12,0	8,4	15,2	26,2			
Suria	Suria-17:SF	7,0	3,9	3,3	3,1	2,6	1,8	3,2	5,4			
Suria	Suria-1:K2	16,8	9,3	8,0	7,3	6,2	4,4	7,8	13,4			
Suria	Suria-2:K2	3,9	2,1	1,8	1,7	1,4	1,0	1,7	2,9			
Suria	Suria-2:SF	10,1	5,5	4,8	4,4	3,7	2,6	4,6	7,9			
Suria	Suria-3:K2	11,2	6,2	5,3	4,9	4,2	2,9	5,1	8,8			
Suria	Suria-4:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	Suria-5:SF	24,2	13,4	11,5	10,5	9,0	6,3	11,3	19,6			
Suria	Suria-6:K2	19,1	10,5	9,0	8,3	7,1	5,0	8,8	15,3			
Suria	Suria-7:K2	21,1	11,6	10,0	9,2	7,8	5,5	9,8	16,9			
Suria	Suria-8:SF	27,2	15,0	12,9	11,8	10,1	7,1	12,7	22,0			
Suria	Suria-9:K1	28,3	15,6	13,4	12,3	10,5	7,4	13,3	23,0			
Suria	Tanane-1:K1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
Suria	Tanane-3:K1	11,6	6,4	5,5	5,0	4,3	3,0	5,3	9,1			
	Servicios y actividades en Pozos											
Campo	Carrotanque Nafta	98.7	63.3	46.9	53.7	34.9	34.1	104.3	125.4			
Campo	Carrotanque Nafta	73.5	37.7	34.1	26.8	22.8	19.3	53.0	92.8			
Campo	Carrotanque Nafta	32.1	14.1	15.7	10.7	10.5	8.1	19.5	43.7			
Campo	Cargue y descargue Nafta	5.8	4.6	3.5	2.8	2.7	1.7	8.5	8.5			
Campo	Cargue y descargue Nafta	8.8	5.8	4.7	4.2	4.2	2.4	18.7	29.4			
Campo	Cargue y descargue Nafta	14.6	6.4	5.7	6.7	6.2	4.3	30.2	36.5			
Campo	Tea - Gas (Rotura menor)	3,1	1,6	1,5	1,3	1	0,9	2,3	2,8			
Campo	Tea - Gas (Rotura media)	4,7	2,4	2,5	2	1,9	1,2	6,1	8			
Campo	Tea - Gas (Rotura mayor)	8,4	4	3,5	3,2	2,4	1,7	9,7	14,1			
Campo	Tea - Condensado (Rotura menor)	8,8	4,9	4,2	3,7	3,1	2,5	3,6	5,8			
Campo	Tea - Condensado (Rotuar media)	17,1	8	7,1	8,3	5,6	4,8	6,9	14,3			
Campo	Tea - Condensado (Rotura mayor)	25,1	13,4	11,5	11,6	9,5	6,6	10,8	20,6			
Campo	Pozos In Flujo (Ruta de derrame)	18,1	9,8	6,9	7,8	6,2	3,9	7	11,1			
Campo	Pozos In Flujo (Empozamiento Menor)	24,6	14,7	12,4	9,9	8,2	7,3	10	17,7			
Campo	Pozos In Flujo (Empozamiento Medio)	49,4	23	21,7	20,3	16,2	9,8	20,1	37,2			
Campo	Pozos In Flujo (Empozamiento Mayor)	70,3	41,7	40,1	28,6	30,3	20,2	31,7	60,4			

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

c. Comportamiento de un derrame

Se han determinado parámetros de diseño de los sistemas de drenaje en el área de influencia del campo, con el propósito de tener la información necesaria sobre el comportamiento de un derrame de hidrocarburo y de una sustancia nociva.

Esta sección hace parte de la estimación de consecuencias, pues en ella se define el comportamiento de un derrame que haya sido interceptado por los sistemas de drenaje de, para lo cual se ha adelantado el siguiente análisis:

- Identificación de patrones locales de drenaje, así como la clasificación de cuencas y subcuencas que agrupan estos patrones de drenaje.
- Definición de las posibles rutas de derrame que serán tenidas en cuenta para el estudio hidrométrico.
- Regionalización de las características de las corrientes de agua clasificando pendientes, y demás de las características propias de cada cauce.
- Estimación de velocidades, tiempos de viaje, tasas de arribo y concentración de hidrocarburo derramado.
- Estimación de las concentraciones máximas de sustancias nocivas en los puntos de control, en cuyo caso se convertirían en puntos de control.

En el Anexo Rutas de derrame para volúmenes remanentes de producto, se muestra una visión y análisis de las diferentes rutas de un derrame, y consecuente con estos, en la Tabla 4-75 puede verse un resumen de las características hidrométricas tenidas en cuenta para estimar el comportamiento de un derrame en cada punto de control. La información de tiempos de viaje del producto, velocidades y flujos puede consultarse en la Tabla 4-76 y en las Tablas 4-77 y 4-78 se

pueden consultar los resultados del comportamiento del derrame de hidrocarburos y sustancias nocivas respectivamente. El volumen de derrame de hidrocarburos ha sido estimado como el valor mayor de derrame en cada campo, mientas que para el volumen máximo de derrame de sustancias nocivas, se ha supuesto la rotura de una tubería que inyecta producto de limpieza.

Tabla 4-75. Características de las rutas de derrame

Código	Nombre PC	Nombre Cuerpo de Agua	Longitud Acum. (Km)	Ancho Canal (m)	Profundidad (m)
01	PC-01-AP	CAÑO AFL.PIÑALITO	2,0	3,0	0,5
02	PC-02-AP	CAÑO PIÑALITO	8,5	20	1,4
03	PC-03-AP	RIO OCOA	6,3	54	2,3
04	PC-04-AP	RIO OCOA, vertimiento	21,8	50	2,2
04	PC-04-AP	RIO OCOA	24,3	54	2,3
05	PC-05-AP	CAÑO PACHAQUIARO	4,5	6	0,8
06	PC-06-AP	CAÑO PERALONSO	7,5	6	0,8
07	PC-07-AP	CAÑO PERALONSO	11,7	8	0,9
19	PC-19-AP	CAÑO QUENANE	20,5	8	0,9
20	PC-20-AP	CAÑO QUENANE	21,2	8	0,9
21	PC-21-AP	CAÑO QUENANE	21,8	18	1,3
23	PC-23-AP	CAÑO QUENANE	22,6	10	1,0
26	PC-26-AP	CAÑO QUENANE	29,6	20	1,4
21	PC-21A-AP	CAÑO POZO 8	0,7	6	0,8
22	PC-22-AP	AFL CAÑO QUENANE	3,9	2	0,4
17	PC-17A-AP	CAÑO LAS BRISAS	4,0	5	0,7
17	PC-17B-AP	CAÑO SECO	2,2	3	0,5
18	PC-18-AP	CAÑO SECO	8,7	8	0,9
24	PC-24-AP	CAÑO MORROCO	2,4	3	0,5
27	PC-27-SU	CAÑO CAJUY	4,6	5	0,7
28	PC-28-SU	CAÑO CAJUY	9,5	7	0,8
29	PC-29-SU	CAÑO CAJUY	11,0	7	0,8
30	PC-30-SU	CAÑO CAJUY	13,5	7	0,8
25	PC-25-AP	CAÑO CAJUY	17,5	6	0,8
08	PC-08-RL	CAÑO BLANCO	2,4	8	0,9
09	PC-09-RL	CAÑO BLANCO	4,9	3	0,5
10	PC-10-RL	CAÑO QUENANE	7,5	10	1,0
16	PC-16-RL	CAÑO QUENANE	9,5	12	1,1
15	PC-15-RL	CAÑO Afl QUENANE	1,7	3	0,5
16	PC-16-RL	AFL CAÑO ICA	1,8	3	0,5
16	PC-16A-RL	CAÑO QUENANE	8,9	6	0,8
17	PC-17-RL	CAÑO LA LIBERTAD	3,0	3	0,5
12	PC-12-RL	CAÑO MORICHES	3,3	5	0,7
13	PC-13-RL	CAÑO QUENANITO	7,3	12	1,1
14	PC-14-RL	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	7,6	5	0,7
31	PC-31-SU	CAÑO SURIA	7,6	7	0,8
32	PC-32-SU	CAÑO SURIA	12,8	15	1,2
33	PC-33-SU	CAÑO SURIA	17,7	20	1,4
34	PC-34-SU	CAÑO SURIA	19,6	15	1,2
35	PC-35-SU	CAÑO SANTA ROSA	7,7	15	1,2
36	PC-36-SU	CAÑO SANTA ROSA	19,5	6	0,8
37	PC-37-SU	CAÑO SANTA ROSA	23,7	18	1,3
40	PC-40-SU	CAÑO SANTA ROSA	14,0	10	1,0

Código	Nombre PC	Nombre Cuerpo de Agua	Longitud Acum. (Km)	Ancho Canal (m)	Profundidad (m)
38	PC-38-SU	RIO NEGRO	4,6	50	2,2
39	PC-39-SU	RIO NEGRO	11,1	67	2,6
41	PC-41-SU	RIO NEGRO	17,9	30	1,7
42	PC-42-SU	RIO NEGRO	25,2	40	2,0
43	PC-43-SU	RIO NEGRO	31,1	32	1,8
44	PC-44-SU	RIO NEGRO	36,5	50	2,2
45	PC-45-SU	CAÑO LA MONA	3,7	3	0,5
48	PC-48-SU	CAÑO LA MONA	7,2	7	0,8
46	PC-46-SU	CAÑO SAN CARLOS	3,8	6	0,8
49	PC-49-SU	CAÑO SAN CARLOS	7,8	7	0,8
47	PC-47-SU	CAÑO LAS MINAS	5,8	15	1,2
22	PC-22-C1C2AC	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	7,9	250	5,0
49	PC-49A-SU	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	13,0	250	5,0
50	PC-50-SU	RIO GUAYURIBA	40,4	419	6,5
51	PC-51-SU	CAÑO CHICHIMENE	8,3	12	1,1
52	PC-52-SU	CAÑO LOS HORNOS	6,2	7	0,8
53	PC-53-SU	CAÑO MITU	3,5	3	0,5
53	PC-53A-SU	CAÑO LOS HORNOS	15,2	10	1,0
54	PC-54-SU	CAÑO GRANDE	14,6	3	0,5
55	PC-55-SU	CAÑO GRANDE	10,2	4	0,6

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-76. Comportamiento hidrométrico

Nombre PC	Tiempo Acumulado			Velocidad Media			Flujo en el PC		
	Q min (h)	Q med (h)	Q max (h)	Q min (m/s)	Q med (m/s)	Q max (m/s)	Q min (m3/s)	Q med (m3/s)	Q max (m3/s)
PC-01-AP	0,4	0,9	1,2	0,22	0,32	0,68	0,0	0,1	0,7
PC-02-AP	2,1	4,5	6,4	0,18	0,26	0,56	0,2	0,4	2,8
PC-03-AP	0,9	1,8	2,6	0,33	0,47	1,01	2,9	7,0	46,5
PC-04-AP	2,6	5,6	8,0	0,38	0,54	1,15	3,7	9,0	59,7
PC-04-AP	2,9	6,2	8,8	0,38	0,55	1,17	3,7	9,0	60,2
PC-05-AP	1,5	2,6	4,2	0,15	0,24	0,41	0,0	0,1	0,5
PC-06-AP	1,4	2,3	3,7	0,28	0,44	0,77	0,2	0,5	1,9
PC-07-AP	1,7	3,0	4,8	0,34	0,54	0,93	0,3	1,1	4,2
PC-19-AP	2,8	3,3	4,3	0,66	0,85	1,03	1,9	3,6	5,7
PC-20-AP	2,9	3,4	4,5	0,66	0,86	1,03	1,9	3,6	5,7
PC-21-AP	4,1	4,9	6,3	0,48	0,62	0,75	1,9	3,6	5,7
PC-23-AP	3,3	4,0	5,1	0,61	0,79	0,95	1,9	3,7	5,9
PC-26-AP	4,4	5,3	6,8	0,60	0,78	0,94	3,7	7,2	11,4
PC-21A-AP	0,6	0,8	1,0	0,10	0,12	0,15	0,0	0,0	0,0
PC-22-AP	1,6	2,0	2,5	0,21	0,28	0,33	0,0	0,1	0,1
PC-17A-AP	1,8	2,2	2,8	0,20	0,26	0,31	0,1	0,1	0,2
PC-17B-AP	1,0	1,2	1,5	0,20	0,26	0,32	0,0	0,1	0,1
PC-18-AP	4,9	5,9	7,7	0,16	0,20	0,25	0,1	0,1	0,2
PC-24-AP	0,6	0,8	1,0	0,33	0,43	0,52	0,0	0,1	0,1
PC-27-SU	1,4	1,7	2,2	0,28	0,37	0,44	0,1	0,3	0,4
PC-28-SU	2,4	2,9	3,7	0,36	0,46	0,56	0,3	0,5	0,9
PC-29-SU	2,4	2,8	3,7	0,42	0,54	0,65	0,4	0,8	1,3
PC-30-SU	2,5	3,0	3,9	0,49	0,63	0,76	0,6	1,2	1,9

Nombre PC	Tiempo Acumulado			Velocidad Media			Flujo en el PC		
	Q min	Q med	Q max	Q min	Q med	Q max	Q min	Q med	Q max
	(h)	(h)	(h)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
PC-25-AP	2,7	3,2	4,2	0,58	0,76	0,91	0,8	1,6	2,6
PC-08-RL	1,6	1,9	2,5	0,13	0,17	0,21	0,0	0,1	0,1
PC-09-RL	1,7	2,0	2,6	0,26	0,34	0,41	0,1	0,2	0,3
PC-10-RL	2,2	2,6	3,4	0,30	0,39	0,48	0,3	0,6	1,0
PC-16-RL	2,1	2,6	3,3	0,39	0,51	0,62	0,8	1,5	2,4
PC-15-RL	2,3	2,7	3,5	0,07	0,09	0,10	0,0	0,0	0,0
PC-16-RL	0,8	1,0	1,3	0,20	0,26	0,31	0,1	0,1	0,2
PC-16A-RL	1,6	1,9	2,5	0,49	0,64	0,77	1,1	2,2	3,5
PC-17-RL	1,0	1,2	1,6	0,26	0,34	0,40	0,1	0,1	0,2
PC-12-RL	1,4	1,6	2,1	0,21	0,28	0,34	0,1	0,1	0,2
PC-13-RL	2,4	2,9	3,8	0,27	0,35	0,42	0,3	0,6	1,0
PC-14-RL	1,8	2,1	2,8	0,38	0,49	0,59	0,3	0,7	1,0
PC-31-SU	1,4	1,7	2,2	0,48	0,62	0,75	0,5	1,0	1,6
PC-32-SU	2,8	3,4	4,3	0,41	0,53	0,64	0,8	1,5	2,3
PC-33-SU	4,0	4,8	6,3	0,39	0,51	0,61	0,9	1,8	2,8
PC-34-SU	3,9	4,7	6,0	0,45	0,58	0,70	1,0	1,9	3,0
PC-35-SU	3,5	4,2	5,4	0,20	0,25	0,31	0,2	0,3	0,5
PC-36-SU	4,4	5,3	6,9	0,39	0,51	0,61	0,4	0,7	1,1
PC-37-SU	4,6	5,6	7,2	0,46	0,59	0,71	1,5	3,0	4,7
PC-40-SU	4,2	5,0	6,5	0,30	0,39	0,47	0,3	0,5	0,9
PC-38-SU	1,6	1,9	2,5	0,26	0,33	0,40	1,2	2,4	3,8
PC-39-SU	3,2	3,8	4,9	0,31	0,41	0,49	2,7	5,2	8,4
PC-41-SU	3,5	4,3	5,5	0,45	0,58	0,70	3,0	5,8	9,2
PC-42-SU	5,5	6,6	8,5	0,41	0,53	0,64	3,2	6,2	9,8
PC-43-SU	6,0	7,3	9,4	0,46	0,59	0,72	3,4	6,5	10,4
PC-44-SU	7,2	8,6	11,2	0,45	0,59	0,71	5,2	9,8	15,7
PC-45-SU	1,1	1,9	2,4	0,21	0,27	0,46	0,0	0,1	0,2
PC-48-SU	2,0	3,4	4,4	0,23	0,29	0,50	0,1	0,2	0,7
PC-46-SU	1,9	3,3	4,3	0,12	0,16	0,27	0,0	0,0	0,1
PC-49-SU	2,7	4,7	6,0	0,18	0,23	0,40	0,1	0,1	0,4
PC-47-SU	1,9	3,3	4,2	0,19	0,25	0,42	0,1	0,3	1,0
PC-22-C1C2AC	0,7	1,2	1,5	0,72	0,92	1,58	81,0	149,2	574,7
PC-49A-SU	1,1	2,0	2,5	0,72	0,92	1,59	81,2	149,6	576,2
PC-50-SU	4,3	7,3	9,4	0,60	0,76	1,31	84,4	155,5	598,7
PC-51-SU	1,7	2,0	2,6	0,44	0,57	0,69	0,9	1,7	2,6
PC-52-SU	2,1	2,5	3,2	0,27	0,34	0,41	0,2	0,3	0,5
PC-53-SU	0,9	1,1	1,5	0,33	0,43	0,52	0,1	0,2	0,4
PC-53A-SU	3,4	4,1	5,3	0,40	0,52	0,62	0,6	1,1	1,8
PC-54-SU	2,6	3,2	4,1	0,49	0,64	0,77	0,3	0,6	0,9
PC-55-SU	2,1	2,5	3,2	0,44	0,57	0,68	0,3	0,6	0,9

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-77. Remanencia del hidrocarburo

Nombre PC	Vol. Máximo Recuperable			Tasa Máxima de Arribo			Máxima Conc. de Producto		
	Q min (Bls)	Q med (Bls)	Q max (Bls)	Q min (Bls/h)	Q med (Bls/h)	Q max (Bls/h)	Q min (mg/lt)	Q med (mg/lt)	Q max (mg/lt)
PC-01-AP	816,0	811,7	808,3	65,7	93,6	198,9	273,4	271,9	270,8
PC-02-AP	472,7	424,6	424,6	7,4	9,5	20,2	158,4	142,3	142,3
PC-03-AP	600,0	426,4	426,4	22,9	23,3	49,7	201,0	142,9	142,9
PC-04-AP	414,0	414,0	414,0	5,2	7,4	15,8	138,7	138,7	138,7
PC-04-AP	412,0	412,0	412,0	4,7	6,7	14,3	138,1	138,1	138,1
PC-05-AP	764,7	726,2	671,7	18,3	27,7	44,2	256,2	243,3	225,0
PC-06-AP	736,3	678,9	597,6	19,7	29,0	44,0	246,7	227,5	200,2
PC-07-AP	615,2	472,4	422,1	12,8	15,7	24,1	206,1	158,3	141,4
PC-19-AP	415,0	415,0	415,0	9,6	12,4	15,0	139,1	139,1	139,1
PC-20-AP	414,5	414,5	414,5	9,3	12,0	14,5	138,9	138,9	138,9
PC-21-AP	414,0	414,0	414,0	6,5	8,5	10,2	138,7	138,7	138,7
PC-23-AP	413,4	413,4	413,4	8,0	10,4	12,6	138,5	138,5	138,5
PC-26-AP	407,8	407,8	407,8	6,0	7,8	9,4	136,6	136,6	136,6
PC-21A-AP	817,2	816,5	815,3	81,0	104,9	126,3	273,8	273,6	273,1
PC-22-AP	796,8	792,4	784,8	31,5	40,6	48,5	267,0	265,5	262,9
PC-17A-AP	769,6	759,6	742,3	27,5	35,1	41,4	257,8	254,5	248,7
PC-17B-AP	809,8	807,7	804,3	53,7	69,4	83,4	271,3	270,6	269,5
PC-18-AP	424,5	424,5	424,5	5,5	7,2	8,6	142,2	142,2	142,2
PC-24-AP	812,3	810,9	808,3	81,4	105,2	126,5	272,2	271,7	270,8
PC-27-SU	1339,6	1330,4	1314,4	59,7	76,8	91,5	448,8	445,7	440,4
PC-28-SU	1183,9	1143,5	1073,5	31,9	39,9	45,2	396,7	383,1	359,7
PC-29-SU	1154,2	1107,9	1027,7	31,4	39,1	43,7	386,7	371,2	344,3
PC-30-SU	1086,7	1026,9	923,4	28,1	34,4	37,3	364,1	344,0	309,4
PC-25-AP	446,0	417,4	417,4	10,7	13,0	15,7	149,4	139,9	139,9
PC-08-RL	16,0	16,0	16,0	0,6	0,8	1,0	5,4	5,4	5,4
PC-09-RL	14,0	14,0	14,0	0,5	0,7	0,8	4,7	4,7	4,7
PC-10-RL	11,9	11,9	11,9	0,3	0,5	0,5	4,0	4,0	4,0
PC-16-RL	10,3	10,3	10,3	0,3	0,4	0,5	3,5	3,5	3,5
PC-15-RL	16,5	16,5	16,5	0,5	0,6	0,7	5,5	5,5	5,5
PC-16-RL	25,9	24,5	22,2	2,1	2,5	2,7	8,7	8,2	7,4
PC-16A-RL	10,8	10,8	10,8	0,4	0,6	0,7	3,6	3,6	3,6
PC-17-RL	17,4	15,5	15,5	1,1	1,2	1,5	5,8	5,2	5,2
PC-12-RL	15,3	15,3	15,3	0,7	0,9	1,1	5,1	5,1	5,1
PC-13-RL	12,1	12,1	12,1	0,3	0,4	0,5	4,0	4,0	4,0
PC-14-RL	11,8	11,8	11,8	0,4	0,6	0,7	4,0	4,0	4,0
PC-31-SU	1288,6	1269,4	1236,1	58,5	74,6	87,6	431,7	425,3	414,1
PC-32-SU	829,1	718,9	718,9	19,1	21,4	25,9	277,8	240,9	240,9
PC-33-SU	715,0	715,0	715,0	11,4	14,8	17,9	239,5	239,5	239,5
PC-34-SU	713,5	713,5	713,5	11,8	15,3	18,5	239,0	239,0	239,0
PC-35-SU	968,9	883,9	736,7	17,8	21,1	21,2	324,6	296,1	246,8
PC-36-SU	713,5	713,5	713,5	10,3	13,4	16,2	239,1	239,1	239,1
PC-37-SU	710,2	710,2	710,2	9,8	12,7	15,3	237,9	237,9	237,9
PC-40-SU	717,9	717,9	717,9	11,0	14,3	17,3	240,5	240,5	240,5
PC-38-SU	1104,2	1046,6	946,7	44,1	54,2	59,1	370,0	350,6	317,2
PC-39-SU	720,3	720,3	720,3	14,6	19,0	22,9	241,3	241,3	241,3
PC-41-SU	714,8	714,8	714,8	12,9	16,7	20,1	239,5	239,5	239,5
PC-42-SU	709,0	709,0	709,0	8,3	10,8	13,0	237,5	237,5	237,5
PC-43-SU	704,3	704,3	704,3	7,5	9,7	11,7	236,0	236,0	236,0

Nombre PC	Vol. Máximo Recuperable			Tasa Máxima de Arribo			Máxima Conc. de Producto		
	Q min (Bls)	Q med (Bls)	Q max (Bls)	Q min (Bls/h)	Q med (Bls/h)	Q max (Bls/h)	Q min (mg/lt)	Q med (mg/lt)	Q max (mg/lt)
PC-44-SU	699,9	699,9	699,9	6,3	8,1	9,8	234,5	234,5	234,5
PC-45-SU	1366,1	1352,5	1343,5	56,1	71,0	120,9	457,7	453,1	450,1
PC-48-SU	1257,1	1167,6	1108,2	28,8	34,1	55,5	421,2	391,2	371,3
PC-46-SU	1327,6	1286,6	1259,4	31,1	38,5	64,7	444,8	431,1	421,9
PC-49-SU	1197,2	1065,3	977,7	20,1	22,9	36,0	401,1	356,9	327,6
PC-47-SU	1212,2	1089,8	1008,6	28,9	33,2	52,7	406,1	365,1	337,9
PC-22-C1C2AC	722,8	722,8	722,8	47,7	60,9	104,4	242,2	242,2	242,2
PC-49A-SU	718,7	718,7	718,7	28,8	36,8	63,1	240,8	240,8	240,8
PC-50-SU	696,8	696,8	696,8	7,4	9,5	16,3	233,5	233,5	233,5
PC-51-SU	1201,0	1163,9	1099,7	46,1	57,9	66,0	402,4	390,0	368,4
PC-52-SU	1270,9	1247,8	1207,8	39,1	49,8	58,1	425,8	418,1	404,7
PC-53-SU	1370,0	1366,8	1361,4	92,9	120,1	144,3	459,0	457,9	456,1
PC-53A-SU	788,4	717,0	717,0	14,9	17,5	21,1	264,1	240,2	240,2
PC-54-SU	1198,4	1161,8	1098,4	29,0	36,5	41,6	401,5	389,2	368,0
PC-55-SU	1259,0	1234,1	1191,0	38,9	49,4	57,5	421,8	413,5	399,0

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-78. Comportamiento de una sustancia nociva

Nombre PC	Tasa Máxima de Arribo			Máxima Conc. de Producto		
	Q min (Bls/h)	Q med (Bls/h)	Q max (Bls/h)	Q min (% V/V)	Q med (% V/V)	Q max (% V/V)
PC-01-AP	230,1	329,4	703,0	23,81	13,90	4,46
PC-02-AP	44,5	63,7	135,9	1,13	0,66	0,21
PC-03-AP	108,9	155,9	332,6	0,17	0,10	0,03
PC-04-AP	35,6	51,0	108,9	0,04	0,03	0,01
PC-04-AP	32,4	46,4	99,1	0,04	0,02	0,01
PC-05-AP	68,3	108,9	188,0	7,60	3,77	1,66
PC-06-AP	76,3	121,8	210,2	2,18	1,08	0,48
PC-07-AP	59,3	94,7	163,4	0,79	0,39	0,17
PC-19-AP	66,1	85,7	103,3	0,16	0,11	0,08
PC-20-AP	64,1	83,0	100,1	0,15	0,10	0,08
PC-21-AP	45,1	58,5	70,5	0,11	0,07	0,05
PC-23-AP	55,6	72,0	86,8	0,13	0,09	0,07
PC-26-AP	42,0	54,4	65,6	0,05	0,03	0,03
PC-21A-AP	283,3	367,0	442,6	>100	71,10	53,69
PC-22-AP	112,9	146,3	176,4	17,98	12,19	9,21
PC-17A-AP	102,0	132,1	159,3	7,47	5,06	3,82
PC-17B-AP	189,6	245,6	296,2	21,45	14,55	10,99
PC-18-AP	37,2	48,2	58,1	2,98	2,02	1,52
PC-24-AP	286,2	370,8	447,1	26,84	18,20	13,74
PC-27-SU	127,2	164,8	198,8	4,08	2,77	2,09
PC-28-SU	77,0	99,7	120,3	1,20	0,81	0,61
PC-29-SU	77,8	100,8	121,6	0,82	0,55	0,42
PC-30-SU	74,0	95,8	115,6	0,53	0,36	0,27
PC-25-AP	68,7	89,0	107,3	0,36	0,24	0,18
PC-08-RL	114,0	147,7	178,1	11,23	7,62	5,75
PC-09-RL	109,7	142,1	171,4	5,33	3,61	2,73
PC-10-RL	83,4	108,1	130,3	1,09	0,74	0,56
PC-16-RL	85,5	110,7	133,5	0,49	0,33	0,25

Nombre PC	Tasa Máxima de Arribo			Máxima Conc. de Producto		
	Q min (Bls/h)	Q med (Bls/h)	Q max (Bls/h)	Q min (% V/V)	Q med (% V/V)	Q max (% V/V)
PC-15-RL	81,1	105,0	126,7	92,50	62,73	47,37
PC-16-RL	226,2	293,0	353,4	17,21	11,67	8,81
PC-16A-RL	113,8	147,4	177,8	0,44	0,30	0,23
PC-17-RL	177,3	229,7	277,0	11,14	7,55	5,70
PC-12-RL	133,8	173,3	209,0	8,03	5,45	4,11
PC-13-RL	75,1	97,3	117,3	0,98	0,67	0,50
PC-14-RL	103,0	133,4	160,9	1,33	0,90	0,68
PC-31-SU	129,6	168,0	202,5	1,07	0,73	0,55
PC-32-SU	65,8	85,2	102,8	0,38	0,26	0,19
PC-33-SU	45,7	59,2	71,4	0,22	0,15	0,11
PC-34-SU	47,3	61,3	73,9	0,21	0,14	0,11
PC-35-SU	52,6	68,1	82,1	1,47	0,99	0,75
PC-36-SU	41,4	53,7	64,7	0,51	0,35	0,26
PC-37-SU	39,5	51,2	61,7	0,11	0,08	0,06
PC-40-SU	44,0	57,0	68,7	0,67	0,46	0,35
PC-38-SU	114,2	148,0	178,4	0,41	0,28	0,21
PC-39-SU	58,0	75,2	90,7	0,09	0,06	0,05
PC-41-SU	51,5	66,8	80,5	0,08	0,05	0,04
PC-42-SU	33,5	43,4	52,3	0,05	0,03	0,02
PC-43-SU	30,3	39,3	47,4	0,04	0,03	0,02
PC-44-SU	25,5	33,1	39,9	0,02	0,01	0,01
PC-45-SU	117,4	149,9	257,0	14,83	10,28	4,58
PC-48-SU	65,3	83,4	143,1	2,90	2,01	0,89
PC-46-SU	67,0	85,6	146,8	15,86	11,00	4,90
PC-49-SU	48,0	61,3	105,1	3,72	2,58	1,15
PC-47-SU	68,2	87,0	149,2	2,05	1,42	0,63
PC-22-C1C2AC	188,4	240,6	412,5	0,01	0,01	0,00
PC-49A-SU	114,6	146,3	250,9	0,01	0,00	0,00
PC-50-SU	30,5	38,9	66,7	0,00	0,00	0,00
PC-51-SU	109,8	142,2	171,5	0,56	0,38	0,29
PC-52-SU	88,0	114,0	137,5	2,54	1,72	1,30
PC-53-SU	193,8	251,1	302,8	7,19	4,88	3,68
PC-53A-SU	53,8	69,7	84,1	0,39	0,27	0,20
PC-54-SU	69,2	89,6	108,1	1,00	0,68	0,51
PC-55-SU	88,3	114,4	137,9	1,27	0,86	0,65

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.5.3 Valoración matriz RAM

Dado el interés de la empresa de definir el riesgo de sus facilidades considerando sus propios criterios y políticas establecidas en seguridad industrial, se ha desarrollado un análisis de los escenarios seleccionados, considerando la matriz de estimación del riesgo en actividades. Este procedimiento consistió en la identificación y clasificación de los escenarios de riesgo identificados en el campo según una matriz de valoración que tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia de los mismos y la magnitud de las consecuencias que se pueden presentar al desarrollarse estos eventos.

Este procedimiento de valoración ha contemplado la pérdida de vidas humanas representadas en el personal encargado de la operación y los habitantes del área de influencia del campo, así como los daños al medio ambiente.

En la categoría de pérdidas económicas se han contemplado los daños a las facilidades y al área de influencia, así como los daños ocasionados por pérdidas en infraestructura de servicio público de abastecimiento de combustible, reuniendo así una valoración del riesgo que contempla las categorías de consecuencias propuestas en la matriz.

El resultado de esta valoración propuesta ha sido la clasificación de todos los escenarios en niveles de riesgo que finalmente podrán estar ubicados en valores: nulo, bajo y moderado, alto o muy alto.

Se ha realizado un análisis cualitativo considerando el tipo de evento para cada escenario, con el propósito de obtener los primeros valores de frecuencia de ocurrencia de eventos amenazantes y de valoración del riesgo del campo, utilizando los criterios corporativos de Ecopetrol S.A. La matriz utilizada en la valoración de consecuencias es la que se presenta en la Figura 4-78 Se han empleado las categorías de consecuencias de afectación a personas, pérdidas económicas, daño ambiental y pérdida de imagen de la Empresa, y los resultados de aplicación de estos criterios de valoración, pueden consultarse en la Tabla 4-79.

Figura 4-78. Matriz de aceptabilidad de Ecopetrol S.A.

CONSECUENCIAS						PROBABILIDAD				
						A	B	C	D	E
Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen de la Empresa		No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades (**Nota 1**)	Catastrofica > $10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	**5**	M	M	H	H	VH
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave $1M a $10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participacion en el mercado	Nacional	**4**	L	M	M	H	H
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo $100k a $1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	**3**	N	L	M	M	H
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante $10k a $100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	**2**	N	N	L	L	M
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	**1**	N	N	N	L	L
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	**0**	N	N	N	N	N

Nota: Todo accidente con fatalidad(es) debe ser valorado como MUY ALTO (VH) ; teniendo en cuenta que toda fatalidad es un riesgo intolerable. (Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte instructivo ECP-DRI-I-007)

Color	Riesgo	Tomando Decisiones	Para Ejecutar Trabajos
VH	Muy alto	Intolerable	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, la alta dirección (Vicepresidente o Director) define el equipo para la elaboración del ATS y lo aprueba.
H	Alto	Deben buscarse alternativas que presenten menor riesgo. Si se decide realizar la actividad se requiere demostrar cómo se controla el riesgo y los cargos de niveles iguales o superiores a Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio o Jefe de Unidad deben participar y aprobar la decisión.	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, el Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio, Jefe de Unidad o Jefe de Departamento del área involucrada nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
M	Medio	No son suficientes los sistemas de control establecidos; se deben tomar medidas que controlen mejor el riesgo.	El coordinador nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
L	Bajo	Se deben gestionar mejoras a los sistemas de control establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.).	Efectuar Tres Ques: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
N	Ninguno	Riesgo muy bajo, usar los sistemas de control y calidad establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.)	

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-79. Resultado de valoración de consecuencias

Subsistema	Sección	Evento	Frec.	Severidad					Severidad				
				Pers.	Econ.	Amb.	Cliente	Imag.	Pers.	Econ.	Amb.	Clien.	Imag.
Pozos y Líneas de Transferencia	Pozo	Drenaje o fuga	D	0	0	1	0	1	N	N	L	N	L
		Rotura mínima	C	1	1	2	0	1	N	N	L	N	N
		Rotura media	C	2	2	2	1	2	L	L	L	N	L
		Rotura total	C	3	2	3	1	3	M	L	M	N	M
	Tea en Pozo	Drenaje o fuga gas	C	0	0	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima gas	C	1	1	2	0	1	N	N	L	N	N
		Rotura media gas	C	2	2	2	1	2	L	L	L	N	L
		Rotura total gas	C	2	2	2	1	2	L	L	L	N	L
	Tea en Pozo	Drenaje o fuga condensado	C	0	0	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima condensado	C	1	1	2	0	1	N	N	L	N	N
		Rotura media condensado	C	2	2	2	1	2	L	L	L	N	L
		Rotura total condensado	C	3	2	3	2	3	M	L	M	L	M
	Pozo in-flujo	Drenaje o fuga	C	0	0	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	2	1	2	N	N	L	N	L
		Rotura media	C	2	2	3	2	3	L	L	M	L	M
		Rotura total	C	3	3	4	2	4	M	M	M	L	M
	Líneas de recolección de pozos	Drenaje o fuga	D	0	1	1	0	1	N	L	L	N	L
		Rotura mínima	D	1	1	2	0	1	L	L	L	N	L
		Rotura media	C	2	2	2	1	2	L	L	L	N	L
		Rotura total	C	3	2	3	1	3	M	L	M	N	M
	Líneas de transferencia de producción	Drenaje o fuga	D	0	1	2	0	1	N	L	L	N	L
		Rotura mínima	C	1	1	3	1	1	N	N	M	N	N
		Rotura media	B	2	2	4	2	2	N	N	M	N	N
		Rotura total	B	3	3	4	2	3	L	L	M	N	L
	Líneas de transferencia de gas	Fuga menor	D	1	1	1	0	1	L	L	L	N	L
		Rotura mínima	C	2	1	2	1	1	L	N	L	N	N
		Rotura media	B	3	2	2	2	2	L	N	N	N	N
		Rotura total	B	3	2	3	2	3	L	N	L	N	L
	Líneas de agua de producción	Drenaje o fuga	D	0	1	1	0	1	N	L	L	N	L
		Rotura mínima	C	1	1	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura media	B	2	2	2	1	2	N	N	N	N	N
		Rotura total	B	3	2	3	2	3	L	N	L	N	L

Subsistema	Sección	Evento	Frec.	Severidad					Severidad				
				Pers.	Econ.	Amb.	Cliente	Imag.	Pers.	Econ.	Amb.	Clien.	Imag.
Plantas de recolección y tratamiento	Transferencia y bombeo	Drenaje o fuga	D	0	1	0	0	0	N	L	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura media	B	2	1	2	1	2	N	N	N	N	N
		Rotura total	A	3	2	2	1	3	N	N	N	N	N
	Múltiples	Drenaje o fuga	D	0	1	0	0	0	N	L	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	1	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura media	B	2	1	2	1	2	N	N	N	N	N
		Rotura total	A	3	2	2	1	3	N	N	N	N	N
	Tanques de almacenamiento y relevo	Incendio de superficie	C	1	2	2	1	3	N	L	L	N	M
		Derrame parcial en dique	B	0	1	1	0	1	N	N	N	N	N
		Derrame total en dique	C	2	2	1	1	2	L	L	N	N	L
		Incendio de dique	B	3	3	2	2	4	L	L	N	N	M
	Separadores de producto	Drenaje o fuga	D	0	1	0	0	0	N	L	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	1	1	1	N	N	N	N	N
		Rotura media	B	2	2	2	1	2	N	N	N	N	N
		Rotura total	A	3	2	2	2	3	N	N	N	N	N
	Sistema recolector de aguas aceitosas	Derrames menores controlados	E	0	0	0	0	0	N	N	N	N	N
		Derrames menores no controlados	D	1	1	1	0	1	L	L	L	N	L
		Capa de producto en separador CPI	D	1	1	1	0	1	L	L	L	N	L
		Rebosamiento de separador CPI	C	2	2	3	2	3	L	L	M	L	M
Otras Plantas	Esferas de GLP en Planta de Gas	Drenaje o fuga	C	1	1	0	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	1	1	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima e incendio	C	2	1	1	1	2	L	N	N	N	L
		Explosión	B	5	4	4	4	5	M	M	M	M	M
	Tanque de hidrógeno en Planta de Gas	Drenaje o fuga	C	1	1	0	0	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima	C	1	1	1	1	1	N	N	N	N	N
		Rotura mínima e incendio	C	2	1	1	1	2	L	N	N	N	L
		Explosión	B	4	4	3	3	4	M	M	L	L	M
	Cargadero y descargadero de carrotanques	Rotura mínima	D	1	1	1	0	1	L	L	L	N	L
		Rotura media	D	1	1	1	0	2	L	L	L	N	L
		Rebose de carrotanque	C	2	1	2	1	2	L	N	L	N	L
		Incendio	B	3	2	2	2	3	L	N	N	N	L
Derrame de sustancias inflamables	Derrame menor	Estancamientos producto en suelo	E	1	1	2	0	2	L	L	M	N	M
		Escurrimiento en laderas	E	1	2	3	1	3	L	M	H	L	H
		Cuerpos de agua lénticos	E	2	2	3	1	3	M	M	H	L	H
		Corrientes de agua	E	2	2	3	2	4	M	M	H	M	H
	Derrame Mayor	Estancamientos producto en suelo	E	1	1	3	0	2	L	L	H	N	M
		Escurrimiento en laderas	E	2	2	4	1	3	M	M	H	L	H
		Cuerpos de agua lénticos	E	2	2	4	1	3	M	M	H	L	H
		Corrientes de agua	E	2	2	4	2	4	M	M	H	M	H
Derrame de sustancias	Derrame menor	Estancamientos producto en	D	1	1	2	0	2	L	L	L	N	L

Subsistema	Sección	Evento	Frec.	Severidad					Severidad				
				Pers.	Econ.	Amb.	Cliente	Imag.	Pers.	Econ.	Amb.	Clien.	Imag.
nocivas		suelo											
		Escurrimiento en laderas	C	2	2	3	1	2	L	L	M	N	L
		Cuerpos de agua lénticos	C	2	2	3	2	3	L	L	M	L	M
		Corrientes de agua	C	2	3	3	2	3	L	M	M	L	M
	Derrame Mayor	Estancamientos producto en suelo	C	1	1	3	0	2	N	N	M	N	L
		Escurrimiento en laderas	C	2	2	3	1	2	L	L	M	N	L
		Cuerpos de agua lénticos	C	3	2	4	2	3	M	L	M	L	M
		Corrientes de agua	C	4	3	4	2	4	M	M	M	L	M
Incendio del derrame	Incendio en derrame menor	Estancamientos producto en suelo	C	2	2	2	0	2	L	L	L	N	L
		Escurrimiento en laderas	C	2	3	3	1	3	L	M	M	N	M
		Cuerpos de agua lénticos	C	2	2	4	1	3	L	L	M	N	M
		Corrientes de agua	C	2	2	4	2	4	L	L	M	L	M
	Incendio en derrame mayor	Estancamientos producto en suelo	C	2	2	3	0	2	L	L	M	N	L
		Escurrimiento en laderas	C	3	3	4	1	3	M	M	M	N	M
		Cuerpos de agua lénticos	C	2	2	4	1	3	L	L	M	N	M
		Corrientes de agua	C	2	2	4	2	4	L	L	M	L	M

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.5.4 Estimación del riesgo

Ecopetrol S.A., consciente de la necesidad de estudiar con mayor detenimiento los riesgos de su actividad del campo, ha desarrollado un estudio detallado de riesgo de sus facilidades.

Esta evaluación detallada tiene el siguiente alcance:

- Modifica la probabilidad de ocurrencia de un evento iniciante, medido a partir de las actividades de mantenimiento.
- Evalúa la condición propia de probabilidad de ocurrencia del evento amenazante.
- Establece puntos en contra o a favor de la probabilidad de daño, de acuerdo a características de preparación y posibilidades de mitigación de los eventos.
- Utiliza las distancias de afectación en el proceso de evaluación del daño.
- Permite estimar el valor numérico del riesgo social de cada facilidad y del campo.

Esta evaluación ha presentado la definición del riesgo individual basado en las características propias de cada evento amenazante identificado y en la estimación del riesgo social de las facilidades se ha contemplado la cantidad de habitantes en el área de influencia de cada escenario identificado.

Con este procedimiento se ha establecido el riesgo total, al contemplar todas las facilidades, eventos amenazantes y escenarios de riesgo posibles. Siendo el escenario, el que define totalmente los riesgos en cada área operativa y del campo, la suma de estos riesgos representa el

riesgo total del campo, valor comparable a los niveles de riesgo individual cotidiano, considerando el área de influencia total.

Los corredores de afectación han sido estimados como una base para la valoración del riesgo y además, como una herramienta para la determinación de las zonas de mayor peligro en caso de presentarse un escape o derrame en el cual no se haya manifestado un evento amenazante tipo incendio, pero que por la existencia de vapores de gas y producto líquido, sea necesario predecir los efectos para tomar las medidas pertinentes.

Con el uso de la metodología de valoración por características se pretende además tener una base para el manejo del riesgo, representada en un valor de riesgo para cada evento amenazante considerado, definido a partir de variables relacionadas con la amenaza, los aspectos constructivos del sistema y los eventos que se pueden originar a partir de terceros o de fenómenos naturales. Este valor final del riesgo corresponde al valor de riesgo en términos de probabilidad de que haya una fatalidad relacionada al evento considerado y en general con las actividades que se desarrollan en cada área operativa del campo.

El estudio explica paso a paso los aspectos de la metodología pues es necesario que el grupo operativo encargado del mantenimiento de la información del Plan de Contingencia realice las modificaciones necesarias para mantener actualizado el estudio del riesgo, y utilice además estos resultados en las decisiones para condicionar los programas de inversión anual.

En el presente plan inicialmente se presentan aspectos generales del riesgo, para facilitar el entendimiento de los procedimientos y resultados empleados en la metodología de estimación del riesgo. Posteriormente se describen dicha metodología y se realiza la aplicación al campo.

La metodología de valoración se basa en el concepto universal del riesgo, en el cual los parámetros que la modifican son determinados de manera semicualitativa aprovechando la estimación de consecuencias (valores cuantitativos) y las valoraciones cualitativas que definen algunos parámetros o aspectos del riesgo.

4.1.5.5 Metodología de valoración del riesgo

Base Metodológica

La metodología utilizada es una adaptación del Método de Indexamiento desarrollado en Pipeline Risk Management Manual (W. Kent Muhlbauer), que utiliza las distancias de afectación reportadas por la estimación de consecuencias y lleva las características de operación del campo a variables que modifican el riesgo, desde el punto de vista del riesgo individual como se contempla en Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Análisis, Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA).

La metodología de valoración del riesgo incorpora datos específicos de entrada y salida que deben ser actualizados constantemente por el personal encargado en la operación y mantenimiento de las facilidades. Se deben considerar como datos de entrada las características que modifican el riesgo, las cuales están relacionadas con la infraestructura, la operación, el mantenimiento, el medio ambiente, las actividades de prevención y las características del producto transportado. Estas características influyen en la frecuencia de un evento iniciante, la probabilidad de que se presente un evento amenazante, la probabilidad de producir un daño en el área en que ocurre el evento dadas las condiciones del mismo y la vulnerabilidad del medio.

Estas características serán valoradas para las condiciones propias del campo considerando los eventos amenazantes de forma independiente, de manera que cada evento producirá un valor de riesgo referido a dicho evento y sumando estos valores se obtendrán el riesgo total de la infraestructura.

La combinación de los valores de estas características afectadas con factores de peso definidos para cada una, arrojan factores de riesgo por evento. La metodología permite el cálculo de un valor de riesgo de toda la infraestructura por evento, además que permite comparar el nivel de riesgo de cada escenario o evento seleccionado.

Frecuencias de Ocurrencia

La amenaza de un escape o derrame de producto inflamable se describe en términos de la frecuencia de ocurrencia de los eventos amenazantes que afectan el entorno. En general, la realización de un análisis cuantitativo de riesgos para operaciones de manejo de sustancias peligrosas está condicionada a un buen análisis de frecuencia del incidente, para el cual se requieren datos históricos de frecuencias.

En particular para el campo se tiene:

$$Frecuencia\,Base = \frac{\#\ de\ escapes}{No.Elementos \quad * \quad año} \qquad (1)$$

Para el caso específico del Bloque Apiay se ha considerado el reporte estadístico de incidentes ocurridos desde el año 2005 hasta el 2009, cuya información y análisis se presenta en el Anexo Estadística de Incidentes. Este análisis nos muestra la ocurrencia de 112 incidentes relacionados con escapes y derrames en el Bloque Apiay, valor utilizado para modificar la frecuencia base de incidentes.

Los eventos para cinco años representan una frecuencia base real de 22,40 eventos menores al año, y considerando que el 51,68% representan eventos relacionados directamente con la pérdida de contención de producto, esta frecuencia base bajaría a 11,57, valor más alto que la frecuencia base seleccionada para el bloque, la cual tiene un valor de 3,52 eventos menores al año. Esto implica que debe haber un énfasis especial en las recomendaciones del estudio.

La frecuencia base, real del campo, es considerada en la metodología de análisis detallado del riesgo (ADR), con una influencia del 60%, lo que implicaría partir, para el análisis, con un valor de frecuencia base de 8,35 eventos menores por año para los 704 escenarios identificados.

La frecuencia de ocurrencia de un evento amenazante está determinada principalmente por la probabilidad de existencia de fuentes de ignición que originen tales eventos y de las condiciones de operación de la descarga. La probabilidad de ignición depende básicamente de tres factores a saber:

- Masa involucrada en el evento
- Temperatura de la sustancia liberada
- Existencia de fuente de ignición

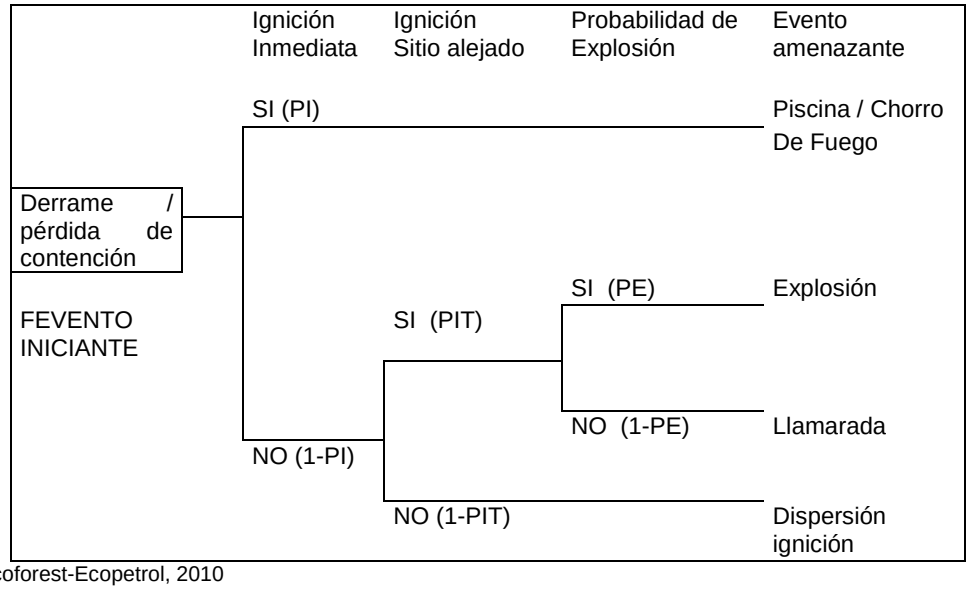
La técnica árbol de eventos es un modelo lógico que identifica y cuantifica los posibles sucesos peligrosos ó eventos amenazantes desarrollados a continuación del derrame o escape de

sustancia inflamable. El árbol de eventos proporciona un cubrimiento sistemático de la secuencia en el tiempo del desarrollo de la amenaza, según sean las condiciones climáticas, existencia de fuentes de ignición, etc.

Dentro del procedimiento para la estimación del riesgo, se ha utilizado el árbol de eventos amenazantes para determinar las probabilidades intermedias del desarrollo del evento iniciante. La Figura 4-79 se presenta el árbol de eventos amenazantes para un derrame o escape de productos.

Con base en los resultados del análisis de probabilidad de ocurrencia de eventos amenazantes de los árboles de eventos, se obtienen estas probabilidades de ocurrencia. El tratamiento requerido para obtener la probabilidad de ocurrencia de cada evento amenazante, incendio de piscina, llamarada y explosión de nube, sigue la estadística de Bayes mediante el producto de la frecuencia base del incidente por las probabilidades condicionales a lo largo de la ruta que conduce a un determinado evento amenazante.

Figura 4-79. Descripción de eventos amenazantes



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Por tanto, la frecuencia de ocurrencia de cada evento estará dada por la Ecuación No. 1 y No. 2:

$$F_{PISCINA\ DE\ FUEGO} = F_{EVENTO\ INICIANTE} * (P_I) \quad (1)$$

$$F_{LLAMARADA} = F_{EVENTO\ \ INICIANTE} * (1 - P_I) * (P_{IT}) \quad (2)$$

Donde:

PI: Probabilidad de ignición de la fase de descarga
PIT: Probabilidad de ignición tardía.
PE: Probabilidad de explosión.

Los valores adoptados en la metodología toman una frecuencia base basada en estadísticas internacionales, la cual ha sido adaptada para obtener la probabilidad de ocurrencia del evento amenazante con los valores que se presentan en la Tabla 4-80.

Tabla 4-80. Probabilidades de eventos amenazantes

Variable	Combustibles	Lubricantes
PI : Probabilidad de ignición de la fase de descarga	0,11	0,01
PIT : Probabilidad de ignición tardía	0,16	0,002
PE : Probabilidad de explosión	0,006	0,0

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

El riesgo está definido como la combinación de cuatro factores de los cuales uno es una frecuencia (ocurrencias por unidad de tiempo) y los demás son probabilidades de ocurrencia (valores adimensionales) de sucesos que encadenados resultantes en un evento amenazante, dando como resultado un valor de riesgo en términos de la ocurrencia de un daño determinado por unidad de tiempo.

Para facilitar el manejo del riesgo se define una serie de características que infieren en el mismo y relacionadas con la infraestructura, los sistemas auxiliares, la operación, los programas de seguridad y las características del medio ambiente.

Estas características determinan el riesgo, en cuatro factores determinantes que son: la frecuencia de ocurrencia de un evento iniciante (fEi), la probabilidad de que se origine un evento amenazante dado el evento iniciante (Prob.Ea/Ei), la probabilidad de que se produzca un efecto con potencialidad de daño dadas las condiciones del entorno (Prob.Ef/Ce) y la probabilidad de que se produzca un daño dado el efecto de un evento amenazante (Prob.Daño).

Características que Modifican el Riesgo

Para realizar la valoración se deben identificar las particiones que cada característica produce a lo largo de la tubería y así poder asignarle los valores respectivos de cada evento identificado en el sistema.

A cada característica referida a la fEi se le dará un valor relativo que consiste en un número entre 0 y 10 siguiendo los lineamientos que se presentan en la Tabla 4-81 y considerando cada característica del riesgo independientemente.

En la Tabla 4-82 se presentan las bases para la valoración de las características referidas a la probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante dado el evento iniciante, juntamente con las referidas a la probabilidad de que se presente un efecto con potencialidad de daño (Prob.Ea/Ei * Prob.Ef/Ce).

Los eventos amenazantes que se consideran son chorro de fuego, llamarada y explosión. Si dado un escape, no se presenta ninguno de estos eventos, se dice que el evento consecuente es una contaminación por dispersión del producto en agua o suelo.

Las características deben ser evaluadas en el área de influencia de la infraestructura, la cual se define con la distancia de afectación para las condiciones propias de la tubería.

En la Tabla 4-83 se presentan los lineamientos para valorar las características referidas a la probabilidad de daño (Prob.Daño). Con estos valores se define para cada sector, la probabilidad de ocurrencia de daño dadas las condiciones de vulnerabilidad del área.

Las características analizadas representan a la vez los tipos de daño considerados en la evaluación del riesgo.

Tabla 4-81. Características referidas a fEi

Características		Valor VCr
Nº	**Nombre**	
Cr 1	Edad de la facilidad	Mayor o igual a 40 años.....10 Menor de 40 años.....(Edad (años) / 4)
Cr 2	Instalación del área o elemento	Sin protección Protegida Superficial restricción señalada.....10 ..... 5 Superficial restricción peatonal.....8 ..... 4 Superficial restricción vehicular.....6 ..... 3 Enterrado .....4 ..... 2 Nota: La protección se refiere a recubrimientos estructurales que prevengan la acción de esfuerzos.
Cr 3	Sistemas para evitar o prevenir corrosión	Ningún sistema para prevenir corrosión .....10 Un sistema para prevenir corrosión .....7 Dos sistemas para prevenir corrosión .....4 Tres o más sistemas para prevenir corrosión .....0 Nota: No se tiene en cuenta el revestimiento de la tubería como un sistema para evitar o prevenir la corrosión. El valor mínimo es cero y el máximo 10.
Cr 4	Factor de seguridad del área o elemento	Sistema de control básico..... 10 Más dispositivos de protección física ……..... 6 Más monitoreo y control del área en CCM..... 3 Más sistema de gestión del riesgo ……..... 0
Cr 5	Amenaza por actividades en el área	Actividad alta.....10 Actividad media.....8 Actividad baja.....0 Nota: Se refiere a actividades de terceros que puedan comprometer la integridad del sistema, área o elemento.
Cr 6	Amenaza por aspectos sociales	Terrorismo.....10 Zonas de conflicto social.....4 Zonas de poco conflicto social.....0
Cr 7	Amenaza por fenómenos naturales	Amenaza por 3 o más fenómenos naturales .....10 Amenaza por 2 fenómenos naturales .....8 Amenaza por 1 fenómeno natural .....4 No hay amenaza por fenómenos naturales .....0 Se deben considerar la existencia de amenazas por movimientos de tierra, fenómenos hidrometeorológicos, erosión, procesos fluviales, procesos sísmicos y vulcanismo y actividad sísmica. El valor mínimo es cero y el máximo 10.
Cr 8	Procedimientos implementados para la operación y mantenimiento	No cubre ninguna actividad ..... 10 Cubrimiento parcial de las actividades .....7 Cubre todas las actividades..... 0 Nota: Deben considerarse las actividades como: suspender bombeo, bloquear un sector, operación de válvulas, reiniciar operaciones, mantenimiento de la tubería, mantenimiento de válvulas, mantenimiento de sistemas auxiliares. El mínimo valor es cero y el máximo 10.
Cr 9	Procedimientos implementados de inspecciones de seguridad	Procedimiento no implementado.....10 Algunos procedimientos implementados……5 Programa adecuado…….....0

Características		Valor VCr
Nº	Nombre	
Cr 10	Programas de socialización	Ninguna actividad realizada.....10 Se realizan pocas actividades.....8 Se realizan actividades……..4 Implementación de un programa adecuado.....0 Nota: Anualmente el programa implementado debe contemplar por lo menos una divulgación y capacitación a la comunidad de toda el área de influencia.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-82. Características referidas a probabilidades Ea/Ei y Prob.Ef/Ce

Características		Valor VCr
N°	Nombre	
Cr 11	Puntos que puedan producir Ignición	10 * Cpi * / (0.11 * e (7.67 * (Dpi / Daf))) Nota: El mínimo valor es cero y valores mayores de 10 serán 10. Cpi: cantidad de infraestructuras, Dpi: distancia a la que se encuentran estas infraestructuras.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-83. Características referidas a Probabilidades daño

Característica		Valor (Vcr)
No.	Nombre	
Cr 12	Personas expuestas	10 * Cpe * / (0.80 * e (4.56 * (Dpe / Daf))) Nota: El mínimo valor es cero y valores mayores de 10 serán 10. Cpe: cantidad de personas, Dpe: distancia a la que se encuentran estas personas.
Cr 13	Áreas de importancia ambiental	10 * Caa * / (0.11 * e (7.67 * (Daa / Daf))) Nota: El mínimo valor es cero y valores mayores de 10 serán 10. Caa: Cantidad de áreas ambientales especiales, Daa: distancia a la que se encuentran estas áreas ambientales especiales.
Cr 14	Áreas de potenciación de la emergencia	10 * Cap * / (0.11 * e (7.67 * (Dap / Daf))) Nota: El mínimo valor es cero y valores mayores de 10 serán 10. Cap: cantidad de áreas de potenciación, Dap: distancia a la que se encuentran estas áreas de potenciación de la emergencia.
Cr 15	Programas de divulgación y capacitación	Ninguna actividad realizada.....10 Cumplimiento de algunas actividades.....8 Implementación de un programa adecuado.....0 Nota: Anualmente el programa implementado debe contemplar por lo menos: una divulgación a nivel estratégico, dos divulgaciones y capacitaciones a nivel táctico y tres divulgaciones y capacitaciones a nivel operativo.
Cr 10	Programas de socialización	Ninguna actividad realizada.....10 Cumplimiento de algunas actividades.....8 Programa implementado.....0 Nota: Anualmente el programa implementado debe contemplar por lo menos una divulgación y capacitación a la comunidad de toda el área de influencia.
Cr 16	Implementación de sistemas de reporte	Con apoyo de la comunidad (línea 500) .....0 Con apoyo de entidades y líderes comunitarios .....4 No hay sistema de reporte en campo.....10

Característica		Valor (Vcr)
No.	Nombre	
Cr 17	Implementación de sistemas de alarma	Sistema de alarma con apoyo de la comunidad.....0 Sistema de alarma con apoyo de las entidades operativas y de líderes comunitarios.....6 Sin sistema de alarma en campo.....10

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Cálculo del Riesgo

El valor asignado a cada característica es utilizado para calcular el respectivo valor de frecuencia o probabilidad de cada factor de riesgo, empleando las fórmulas que se presentan en la Tabla 4-84.

La información del riesgo por eventos se representa en las respectivas tablas de valoración y en ella se puede identificar los eventos críticos del campo. Se establecen los valores de incidencia de cada característica como se muestra en la Tabla 4-85, la cual toma como base las estadísticas de incidentes en el transporte de hidrocarburos del U.S. Department of Transportation (DOT), adaptadas para nuestro país por la influencia de causas relacionadas con terrorismo y conflicto social.

Tabla 4-84. Factores de riesgo

Variable	Calculo
Frecuencia del evento iniciante.	fEi = 0.1 fi * Σ(VCr * ICr) donde, f1: Frecuencia inicial. FfEi: Factor de frecuencia del evento iniciante. VCr: Valor de la característica. ICr: Incidencia de la característica. Para tuberías de diámetro igual a 2 pulgadas o menos fi = 9.68x10-6 * L años-1. Para tuberías de diámetro mayor de 2 pulgadas y hasta 6 pulgadas fi = 5.56x10-6 * L años-1. Para tuberías de más de 6 pulgadas de diámetro fi = 2.688x10-6 * L años-1.
Probabilidad de que se presente el evento amenazante dado el evento iniciante y las condiciones del entorno.	Prob.Ea/Ei = 0.026 * VCr12
Probabilidad de que se presente daño dadas las condiciones del evento amenazante.	Prob.(Daño personas) = (1 – Dpe / Daf)2.67 * Cpe * (1 + VCr14 / 10) * (1 - (VCr15 + VCr10 + VCr16 + VCr17) / 160) Prob(Daño ambiental) = (1 – Daa / (0.547 * Daf))2.67 * Caa * (1 + VCr14 / 10) * (1 - (VCr15 + VCr10 + VCr16 + VCr17) / 160) Nota: Los valores Dpe, Cpe, Daa y Caa son valores establecidos en las características VCr12 y VCr13. Daf es la distancia de afectación.
Riesgo por sector	Rs(Daño) = fEi * Prob.Ea/Ei * Prob.(Daño) Para cada sector se evalúa el riesgo por cada tipo de daño. Estos valores son representados independientemente para cada sector.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-85. Incidencias referidas a fEi

Característica	Incidencia (I)
Edad de la tubería	0,039
Instalación de la tubería	0,039
Sistemas para evitar o prevenir corrosión	0,189
Factor de seguridad del sistema	0,039
Amenaza por actividades en el área	0,270
Amenaza por aspectos sociales	0,270
Amenaza por fenómenos naturales	0,039
Procedimientos implementados para la operación y mantenimiento	0,038
Procedimientos implementados de inspecciones de seguridad	0,038
Programas de socialización	0,039

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Riesgo Individual

El riesgo individual involucra la probabilidad de que un escenario particular del evento amenazante resulte en un afectado de daño en un punto x, y. Se asume por facilidad de cálculo que el individuo esta en el punto determinado, las 24 horas del día los 360 días del año, lo cual sería la situación más crítica.

En términos numéricos el riesgo individual se define como la probabilidad de muerte de una persona entre un número determinado de ellas, para una área específica, en un año.

La forma de cálculo es como se indica a continuación:

$$IR_{x,y,i} = f_{EA,i} P_{f,i}$$

IRx,y,i: Riesgo individual en un punto x, y dado el escenario y evento amenazante i.
fEA,i: Frecuencia del escenario de evento amenazante i (años-1).
Pf,i: Probabilidad de que en el escenario de evento amenazante i resulte una persona afectada en el punto x, y.

La probabilidad se determina a partir del porcentaje de afectación dado por Probit. De los dos términos empleados en el cálculo del riesgo individual, tan solo el de probabilidad de afectación (Pf,i), es función de la posición geográfica. Por lo tanto, el riesgo individual máximo se alcanza en el punto x, y que determine una probabilidad de afectación de 1.00. Matemáticamente, el riesgo individual máximo es igual al valor de la frecuencia del escenario de evento amenazante (fEA,i).

El riesgo individual máximo total en el punto x, e incluyendo todos los eventos amenazantes, y esta dado por la sumatoria de los riesgos individuales máximos que se puedan presentar en los diferentes escenarios y su respectivo evento amenazante:

$$IR = X,Y \sum_{i=1}^{n} IR_{X,Y,J}$$

IRx,y: Riesgo individual total para todos los eventos amenazantes que se puedan presentar en el punto x, y.
IRx,y,i: Riesgo individual de afectación en el punto x, y dado un solo evento amenazante.

Riesgo Social

El anterior concepto de riesgo individual, aplicado al área en que se desarrolla cada evento amenazante contemplado, más exactamente a la distribución de personas en el área de influencia de cada evento amenazante, ha sido reunida en la expresión siguiente:

$$\text{Prob.(Daño personas)} = (1 - Dpe / Daf)2.67 * Cpe * (1 + VCr14 / 10) * (1 - (VCr15 + VCr10 + VCr16 + VCr17) / 160)$$

Donde,

Dpe: Distancia a la cual se encuentran las personas expuestas.
Cpe: Cantidad de personas expuestas.
Daf: Distancia de afectación característica.
Los valores Dpe, Cpe, Daa y Caa son valores establecidos en las características VCr12 y VCr13.

De la expresión anterior se ha calculado el riesgo de afectación a personas. La estimación de la cantidad de personas expuestas se ha basado en la verificación de campo, de la información de referencia, considerando además la densidad de población, la distribución de habitantes según tipo de actividad y horarios de ocupación o circulación. Estos valores de densidad han sido calculados por sectores, considerando la probabilidad de daño, para los efectos de radiación.

Aceptabilidad

Para generar un concepto de aceptabilidad el presente estudio ha estimado criterios basados en los riesgos de actividades cotidianas para compararlos con los resultados de riesgo del campo.

La valoración del riesgo individual ha tenido su fundamento en la aplicación de procedimientos utilizados en otras infraestructuras del sector y en general de la industria, y como resultado se ha obtenido un valor de riesgo del campo por debajo de los límites de aceptabilidad propuestos en el presente estudio.

De igual forma, tomando individualmente cada uno de los eventos, estos también representan un riesgo aceptable para los criterios establecidos. Estas comparaciones se han establecido considerando la cantidad de personas comprometidas en cada evento amenazante y comparando con los valores de riesgo de referencia.

Los valores de riesgo individual calculados son de gran valor al ser comparados con los riesgos en otras actividades cotidianas de la vida normal de una persona. Estos valores se expresan en términos de riesgo individual o de la probabilidad de muerte de una persona entre un número determinado, en un año.

Con el objeto de establecer niveles comparativos de riesgo individual, la Tabla 4-86 presenta valores internacionales de riesgo individual para diferentes actividades. De esta información se han tomado dos referencias para definir la aceptabilidad del riesgo para el STD. Se ha seleccionado el accidente de tráfico (1.98*10-4), como el nivel máximo para riesgos aceptable y el riesgo de muertes por cáncer (1.96*10-3), como el límite mínimo para pasar de una zona intolerable a una zona tolerable.

Tabla 4-86. Valores internacionales de riesgo individual

Actividad	Riesgo Individual Aproximado de Muerte	
	Probabilidad / Año	Una Muerte al Año Entre (personas)
Ataque cardiaco.	3.12*10-3	320
Cáncer.	1.96*10-3	510
Todos los accidentes.	3.90*10-4	2560
Vehículos a motor.	1.98*10-4	5030
Homicidios.	8.66*10-5	11500
Ahogamiento.	2.09*10-5	47600
Incendios.	1.93*10-5	51600
Aviación civil.	5.19*10-6	192600
Transporte acuático.	3.90*10-6	256000
Accidentes de ferrocarril.	2.56*10-6	389000
Tormentas.	4.06*10-7	2454000
Mordeduras y picaduras.	2.79*10-7	3570000

Fuente: Quantitative Risk Analysis of the WAHSATCH GAS GATEHERING PIPELINE SYSTEM, John B. Cornwell and William E. Martinsen. Enero de 1994, Houston, Texas.

Ejemplo de Interpretación: Según la Tabla, una de cada 510 personas pueden morir al año por cáncer.

4.1.5.6 Valoración del riesgo

En las Tablas 4-87 y 4-88 se pueden apreciar los resultados de asignación de valores de características del campo, aplicando los criterios descritos. Se presentan los valores de cantidad de elementos que modifican el riesgo como puntos de ignición, personas expuestas, áreas ambientales y áreas de potenciación, y sus respectivas distancias de afectación, con las cuales se calculan las características Cr11 a Cr14. Los resultados de la evaluación se presentan en las Tablas 4-89 y 4-90.

El valor de riesgo total de afectación a personas del campo es de 4.70x10-5 años-1, por debajo del riesgo de muerte por cáncer el cual es de 1.96x10-3 años-1, y por debajo del riesgo de muerte por accidentes de tránsito que es de 1.98x10-4 años-1, lo que lo ubica en el rango aceptable según los valores de aceptabilidad adoptados.

La aceptabilidad por daño ambiental se ha establecido tomando como referencia el concepto de magnitud del daño, para lo cual se establecen los parámetros que tienen mayor influencia en este criterio, los cuales son el desplazamiento del producto y la permanencia del mismo. En el campo este valor es bastante bajo considerando que la mayoría de los derrames en las áreas de proceso y todos los derrames de las áreas de almacenamiento podrán ser controlados, antes de que estos puedan afectar una corriente de agua o un área ambiental. Sin embargo la valoración ha considerado el caso crítico de afectación, lo que podría ocurrir fácilmente en las áreas operativas o por una sobrecarga del separador, lo cual ha arrojado valores en el rango tolerable de lo establecido como daño ambiental.

Tabla 4-87. Características referidas al evento iniciante

Sector	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6	Cr7	Cr8	Cr9	Cr10
Estaciones	2,5	3	7	5	0	0	4	0	0	8
Campo	2,5	4	7	5	8	0	4	0	0	8

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Descripción de Características: C1: Edad de la tubería, C2: Instalación de la tubería, C3: Sistema para evitar o prevenir erosión, C4: Factor de seguridad del área o elemento, C5: Amenaza por actividades en el área, C6: Amenaza por aspectos sociales, C7: Amenaza por fenómenos naturales, C8: Procedimientos implementados para la operación y mantenimiento, C9: Procedimiento implementados de inspección de seguridad, C10: programa de socialización,

Tabla 4-88. Características de vulnerabilidad

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
	Suria									
Su.1	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	27,1
Su.2	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	61,1
Su.3	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	94,4
Su.4	Múltiple despacho a Apiay	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	18,3
Su.5	Múltiple despacho a Apiay	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	37,6
Su.6	Múltiple despacho a Apiay	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	60,0
Su.7	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	20,1
Su.8	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	37,7
Su.9	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	53,5
Su.10	Enfriadores de crudo	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	28,2
Su.11	Unidad LAC	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	19,3
Su.12	Unidad LAC	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	45,2
Su.13	Unidad LAC	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	68,5
Su.14	Separador Trifasico 212	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	13,5
Su.15	Separador 214	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	18,9
Su.16	Separador 213	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	15,0
Su.17	TK 201 - Almacenamiento	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	59,3
Su.18	TK 202 - Lavado	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	62,8
Su.19	TK 203 - Almacenamiento	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	68,8
Su.20	TK 204 - Lavado	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	65,4
Su.21	TK 205	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	26,8
Su.22	TK 206	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	27,5
Su.23	TK 207 - Prueba	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	29,0
Su.24	TK 208 - Prueba	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	30,7
Su.25	Dique TK 201	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	134,2
Su.26	Dique TK 202	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	121,7
Su.27	Dique TK 203	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	144,8
Su.28	Dique TK 204	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	121,1
Su.29	Dique TK 205	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	84,4
Su.30	Dique TK 206	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	82,5
Su.31	Dique TK 207	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	81,8
Su.32	Dique TK 208	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	65,9
Su.33	Sumidero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	11,4
Su.34	Separador API 201	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	25,9
Su.35	Separador API 202	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	43,5
Su.36	Piscina Aeróbica	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	112,4
Su.37	Tanque Servicio ACPM - Generador	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	10,2
Su.38	TEA	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	64,0
Su.39	TEA baja	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	32,8
	Termo Suria									
TS.1	Trampa de recibo Gas Natural	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	28,1

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
TS.2	Trampa de recibo Gas Natural	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	56,7
TS.3	Trampa de recibo Gas Natural	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	84,2
TS.4	City Gate	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	28,1
TS.5	City Gate	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	56,7
TS.6	City Gate	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	84,2
	Reforma Libertad									
RL.1	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	16,8
RL.2	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	35,8
RL.3	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	54,1
RL.4	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	7,1
RL.5	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	17,0
RL.6	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	26,8
RL.7	Separador 311	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	15,6
RL.8	Separador 312	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	10,0
RL.9	Separador 313	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	7,2
RL.10	Separador 314	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	21,2
RL.11	Compresores	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	46,4
RL.12	TK 301 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	44,4
RL.13	TK 301 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	44,4
RL.14	TK 301 C	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	44,4
RL.15	TK 302 - Prueba	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	30,7
RL.16	Dique TK 301 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	97,0
RL.17	Dique TK 301B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	96,7
RL.18	Dique TK 301C	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	96,5
RL.19	Dique TK 302	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	72,3
RL.20	Sumidero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	12,0
RL.21	API 301	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	25,7
RL.22	Piscina de Oxidación	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	89,0
RL.23	TEA	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	22,7
	Planta Gas (GLP)									
PG.1	Esfera GLP 690 A	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	1091,2
PG.2	Esfera GLP 690 B	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	1227,0
PG.3	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	21,5
PG.4	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	44,5
PG.5	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	66,6
PG.6	Bombas de Despacho	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	21,9
PG.7	Bombas de Despacho	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	45,3
PG.8	Bombas de Despacho	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	67,8
PG.9	Tanque de Hidrógeno	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	151,4
	Planta Asfalto									
PA.1	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	38,4
PA.2	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	75,4
PA.3	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	111,0
PA.4	Cargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	14,2
PA.5	Cargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	47,0
PA.6	Cargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	0,0
PA.7	Bombeo	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	32,3
PA.8	Bombeo	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	64,3
PA.9	Bombeo	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	95,0
PA.10	Descargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	28,1
PA.11	Descargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	56,6
PA.12	Descargadero	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	84,0
PA.13	TK 610 (incluyen APIASOL)	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	33,2

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
PA.14	TK 620 (incluyen APIASOL)	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	33,2
PA.15	TK 501 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	38,8
PA.16	TK 501 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	38,8
PA.17	TK 501 C	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	38,8
PA.18	TK 503	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	33,2
PA.19	TK 504	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	33,2
PA.20	TK 505	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	15,9
PA.21	TK 506	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	47,0
PA.22	TK 507 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	54,4
PA.23	TK 507 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	53,9
PA.24	TK 508	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	22,3
PA.25	TK 512	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	26,4
PA.26	TK 514 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	0,0
PA.27	TK 514 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	0,0
PA.28	Dique TK 610 (incluyen APIASOL)	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	99,2
PA.29	Dique TK 620 (incluyen APIASOL)	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	99,6
PA.30	Dique TK 501 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	92,2
PA.31	Dique TK 501 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	92,0
PA.32	Dique TK 501 C	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	83,8
PA.33	Dique TK 503	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	89,9
PA.34	Dique TK 504	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	91,7
PA.35	Dique TK 505	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	115,7
PA.36	Dique TK 506	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	115,7
PA.37	Dique TK 507 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	147,9
PA.38	Dique TK 507 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	147,9
PA.39	Dique TK 508	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	65,5
PA.40	Dique TK 512	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	87,3
PA.41	Dique TK 514 A	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	91,7
PA.42	Dique TK 514 B	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	91,7
PA.43	Piscina BA503	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	91,2
PA.44	Piscina BA504	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	164,4
	Estación de Recolección de Apiay (ERA)									
ERA.1	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	29,2
ERA.2	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	58,6
ERA.3	Múltiple de entrada	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	86,9
ERA.4	Unidad de medición LACT	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	28,1
ERA.5	Unidad de medición LACT	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	56,6
ERA.6	Unidad de medición LACT	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	84,0
ERA.7	Enfriadores de crudo	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	37,8
ERA.8	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	19,1
ERA.9	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	40,1
ERA.10	Bombas de transferencia	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	60,3
ERA.11	Separador 111	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	17,5
ERA.12	Separador 112	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	18,0
ERA.13	Separador 113	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	8,8
ERA.14	Separador 114	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	19,7
ERA.15	Separador 170	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	15,7
ERA.16	Separador 171	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	15,7
ERA.17	TK 101	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	44,4
ERA.18	TK 102	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	44,4
ERA.19	TK 103	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	61,0
ERA.20	TK 104	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	31,6
ERA.21	TK 105	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	31,8
ERA.22	TK 106	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	31,8
ERA.23	TK 107	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	61,0
ERA.24	TK condensados (DRUM)	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	27,2
ERA.25	Dique TK 101	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	93,3

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
ERA.26	Dique TK 102	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	94,0
ERA.27	Dique TK 103	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	146,9
ERA.28	Dique TK 104	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	70,1
ERA.29	Dique TK 105	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	70,7
ERA.30	Dique TK 106	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	66,8
ERA.31	Dique TK 107	0,3	0,3	0,3	0,1	6	4	8	6	116,3
ERA.32	API 1	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	48,1
ERA.33	API 2	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	27,1
ERA.34	API 3	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	14,3
ERA.35	Piscina de Oxidación (aspersión)	0,3	0,3	0,3	0,5	6	4	8	6	66,1
	Apiay									
CAp.1	ApiayEste-1:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	10,8
CAp.2	ApiayEste-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,1
CAp.3	ApiayEste-2:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,5
CAp.4	ApiayEste-3:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	14,3
CAp.5	Apiay-10:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	20,4
CAp.6	Apiay-11:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	12,7
CAp.7	Apiay-12:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	5,3
CAp.8	Apiay-14:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	7,8
CAp.9	Apiay-15:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.10	Apiay-16:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	15,9
CAp.11	Apiay-17:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	17,8
CAp.12	Apiay-18:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	32,6
CAp.13	Apiay-19:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	7,8
CAp.14	Apiay-19:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	2,8
CAp.15	Apiay-1:T1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	12,1
CAp.16	Apiay-20:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	25,6
CAp.17	Apiay-21:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	27,5
CAp.18	Apiay-22:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	12,5
CAp.19	Apiay-23H:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	21,2
CAp.20	Apiay-23H:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	29,1
CAp.21	Apiay-24:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,4
CAp.22	Apiay-24:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,4
CAp.23	Apiay-25D:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	20,6
CAp.24	Apiay-25D:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	14,1
CAp.25	Apiay-26D:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.26	Apiay-27:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	7,8
CAp.27	Apiay-28:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	6,6
CAp.28	Apiay-29:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	5,0
CAp.29	Apiay-30:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	31,7
CAp.30	Apiay-31:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.31	Apiay-32:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,2
CAp.32	Apiay-3R:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	38,9
CAp.33	Apiay-4:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.34	Apiay-5:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	27,9
CAp.35	Apiay-6:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	13,9
CAp.36	Apiay-7:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	8,9
CAp.37	Apiay-8:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.38	Apiay-9:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	38,9
CAp.39	Gavan-1:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	7,6
CAp.40	Gavan-1:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	3,9
CAp.41	Gavan-2:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.42	Gavan-2:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CAp.43	Gavan-4:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	36,7
CAp.44	Gavan-4:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	21,2
CAp.45	Gavan-5:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	35,8
CAp.46	Guatiquia-10:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	35,4
CAp.47	Guatiquia-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	13,6

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
CAp.48	Guatiquia-2:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	9,3
CAp.49	Guatiquia-3H:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	44,3
CAp.50	Guatiquia-4H:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	16,7
CAp.51	Guatiquia-5:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	12,6
CAp.52	Guatiquia-5:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	12,6
CAp.53	Guatiquia-6D:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,4
CAp.54	Guatiquia-6D:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,7
CAp.55	Guatiquia-7:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	25,4
CAp.56	Guatiquia-8:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	40,4
	Reforma									
CRe.1	LibertadNorte-3:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,2
CRe.2	LibertadNorte-4:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,6
CRe.3	LibertadNorte-5:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	8,7
CRe.4	LibertadNorte-5:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	6,8
CRe.5	LibertadNorte-6:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CRe.6	Libertad-1:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	9,8
	Suria									
CSu.1	Austral-1R:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,6
CSu.2	Austral-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	16,6
CSu.3	Guayuriba-1:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	37,5
CSu.4	Guayuriba-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.5	Ocoa-1:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.6	POMPEYA-1:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,1
CSu.7	SAURIO-1:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.8	SuriaSur-10:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	28,0
CSu.9	SuriaSur-11:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,0
CSu.10	SuriaSur-12:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	19,6
CSu.11	SuriaSur-12:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	2,1
CSu.12	SuriaSur-13:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,5
CSu.13	SuriaSur-13:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	5,3
CSu.14	SuriaSur-14:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	15,2
CSu.15	SuriaSur-15:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	24,1
CSu.16	SuriaSur-16:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.17	SuriaSur-17:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	57,5
CSu.18	SuriaSur-18:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	33,4
CSu.19	SuriaSur-1:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	20,2
CSu.20	SuriaSur-21:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.21	SuriaSur-22:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	17,2
CSu.22	SuriaSur-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,3
CSu.23	SuriaSur-3:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.24	SuriaSur-4:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.25	SuriaSur-5:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.26	SuriaSur-6:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	3,4
CSu.27	SuriaSur-7:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.28	SuriaSur-8:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	22,4
CSu.29	SuriaSur-9:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	18,5
CSu.30	Suria-10:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	29,7
CSu.31	Suria-11:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	34,0
CSu.32	Suria-12:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	14,4
CSu.33	Suria-13:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	20,7
CSu.34	Suria-13:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	35,3
CSu.35	Suria-14:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	46,9
CSu.36	Suria-15:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	35,4
CSu.37	Suria-16:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	32,2
CSu.38	Suria-17:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	7,0
CSu.39	Suria-1:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	16,8
CSu.40	Suria-2:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	3,9

Evento	Descripción	Cr11	Cr12	Cr13	Cr14	Cr15	Cr16	Cr17	Cr18	Daf max
CSu.41	Suria-2:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	10,1
CSu.42	Suria-3:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,2
CSu.43	Suria-4:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.44	Suria-5:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	24,2
CSu.45	Suria-6:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	19,1
CSu.46	Suria-7:K2	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	21,1
CSu.47	Suria-8:SF	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	27,2
CSu.48	Suria-9:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	28,3
CSu.49	Tanane-1:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	0,0
CSu.50	Tanane-3:K1	0,1	0,1	0,1	3	2	8	8	6	11,6

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Descripción de Características: Cr11: Puntos que puedan producir ignición Cr12: Personas expuestas, Cr13: Áreas de importancia ambiental, Cr14: Áreas de potenciación de la emergencia, Cr15: Programas de divulgación y capacitación, Cr16: Implementación de sistemas de reporte Cr17: Implementación de sistemas de alarma, Daf: Distancia de afectación.

Tabla 4-89. Valoración del riesgo por tipo de evento

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
	Suria						
Su.1	Múltiple de entrada	8,98E-08	2,40E-08	1,16E-07	1,54E-07	1,67E-11	8,37E-07
Su.2	Múltiple de entrada	2,32E-06	6,20E-07	2,99E-06	3,99E-06	4,31E-10	2,16E-05
Su.3	Múltiple de entrada	1,32E-05	3,53E-06	1,70E-05	2,27E-05	2,46E-09	1,23E-04
Su.4	Múltiple despacho a Apiay	1,87E-08	4,99E-09	2,40E-08	3,21E-08	3,47E-12	1,74E-07
Su.5	Múltiple despacho a Apiay	3,33E-07	8,89E-08	4,28E-07	5,72E-07	6,18E-11	3,10E-06
Su.6	Múltiple despacho a Apiay	2,16E-06	5,76E-07	2,78E-06	3,71E-06	4,01E-10	2,01E-05
Su.7	Bombas de transferencia	2,72E-08	7,26E-09	3,50E-08	4,67E-08	5,05E-12	2,53E-07
Su.8	Bombas de transferencia	3,36E-07	8,98E-08	4,33E-07	5,78E-07	6,25E-11	3,13E-06
Su.9	Bombas de transferencia	1,36E-06	3,64E-07	1,76E-06	2,34E-06	2,53E-10	1,27E-05
Su.10	Enfriadores de crudo	1,05E-07	2,81E-08	1,36E-07	1,81E-07	1,96E-11	9,81E-07
Su.11	Unidad LAC	2,31E-08	6,17E-09	2,97E-08	3,97E-08	4,29E-12	2,15E-07
Su.12	Unidad LAC	6,95E-07	1,86E-07	8,94E-07	1,19E-06	1,29E-10	6,47E-06
Su.13	Unidad LAC	3,67E-06	9,79E-07	4,72E-06	6,30E-06	6,81E-10	3,41E-05
Su.14	Separador Trifasico 212	5,53E-09	1,48E-09	7,12E-09	9,50E-09	1,03E-12	5,15E-08
Su.15	Separador 214	2,12E-08	5,68E-09	2,73E-08	3,65E-08	3,95E-12	1,98E-07
Su.16	Separador 213	8,43E-09	2,25E-09	1,08E-08	1,45E-08	1,57E-12	7,85E-08
Su.17	TK 201 - Almacenamiento	2,06E-06	2,20E-08	2,65E-06	1,42E-07	3,82E-10	7,67E-07
Su.18	TK 202 - Lavado	2,59E-06	2,77E-08	3,33E-06	1,78E-07	4,81E-10	9,65E-07
Su.19	TK 203 - Almacenamiento	3,73E-06	3,99E-08	4,80E-06	2,56E-07	6,93E-10	1,39E-06
Su.20	TK 204 - Lavado	3,05E-06	3,25E-08	3,92E-06	2,09E-07	5,66E-10	1,13E-06
Su.21	TK 205	8,59E-08	9,18E-10	1,11E-07	5,90E-09	1,60E-11	3,20E-08
Su.22	TK 206	9,52E-08	1,02E-09	1,23E-07	6,55E-09	1,77E-11	3,55E-08
Su.23	TK 207 - Prueba	1,18E-07	1,26E-09	1,52E-07	8,10E-09	2,19E-11	4,39E-08
Su.24	TK 208 - Prueba	1,48E-07	1,58E-09	1,90E-07	1,02E-08	2,75E-11	5,51E-08
Su.25	Dique TK 201	5,40E-05	5,77E-07	6,95E-05	3,71E-06	1,00E-08	2,01E-05
Su.26	Dique TK 202	3,65E-05	3,90E-07	4,70E-05	2,51E-06	6,78E-09	1,36E-05
Su.27	Dique TK 203	7,32E-05	7,82E-07	9,42E-05	5,03E-06	1,36E-08	2,73E-05

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
Su.28	Dique TK 204	3,58E-05	3,83E-07	4,61E-05	2,46E-06	6,65E-09	1,33E-05
Su.29	Dique TK 205	8,45E-06	9,03E-08	1,09E-05	5,81E-07	1,57E-09	3,15E-06
Su.30	Dique TK 206	7,71E-06	8,24E-08	9,93E-06	5,30E-07	1,43E-09	2,87E-06
Su.31	Dique TK 207	7,46E-06	7,97E-08	9,59E-06	5,12E-07	1,38E-09	2,78E-06
Su.32	Dique TK 208	3,14E-06	3,36E-08	4,04E-06	2,16E-07	5,83E-10	1,17E-06
Su.33	Sumidero	2,81E-09	7,51E-10	3,62E-09	4,83E-09	5,22E-13	2,62E-08
Su.34	Separador API 201	7,49E-08	2,00E-08	9,64E-08	1,29E-07	1,39E-11	6,98E-07
Su.35	Separador API 202	5,96E-07	1,59E-07	7,67E-07	1,02E-06	1,11E-10	5,55E-06
Su.36	Piscina Aeróbica	2,66E-05	7,10E-06	3,42E-05	4,57E-05	4,94E-09	2,48E-04
Su.37	Tanque Servicio ACPM - Generador	1,80E-09	4,81E-10	2,32E-09	3,10E-09	3,35E-13	1,68E-08
Su.38	TEA	2,79E-06	7,46E-07	3,59E-06	4,80E-06	5,19E-10	2,60E-05
Su.39	TEA baja	1,93E-07	5,15E-08	2,48E-07	3,31E-07	3,58E-11	1,80E-06
	Termo Suria						
TS.1	Trampa de recibo Gas Natural	1,04E-07	2,77E-08	1,34E-07	1,78E-07	1,93E-11	9,67E-07
TS.2	Trampa de recibo Gas Natural	1,72E-06	4,60E-07	2,21E-06	2,96E-06	3,20E-10	1,60E-05
TS.3	Trampa de recibo Gas Natural	8,37E-06	2,24E-06	1,08E-05	1,44E-05	1,55E-09	7,80E-05
TS.4	City Gate	1,04E-07	2,77E-08	1,34E-07	1,78E-07	1,93E-11	9,67E-07
TS.5	City Gate	1,72E-06	4,60E-07	2,21E-06	2,96E-06	3,20E-10	1,60E-05
TS.6	City Gate	8,37E-06	2,24E-06	1,08E-05	1,44E-05	1,55E-09	7,80E-05
	Reforma Libertad						
RL.1	Múltiple de entrada	1,33E-08	3,54E-09	1,71E-08	2,28E-08	2,46E-12	1,24E-07
RL.2	Múltiple de entrada	2,74E-07	7,31E-08	3,52E-07	4,70E-07	5,08E-11	2,55E-06
RL.3	Múltiple de entrada	1,43E-06	3,81E-07	1,84E-06	2,45E-06	2,65E-10	1,33E-05
RL.4	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	4,23E-10	1,13E-10	5,45E-10	7,27E-10	7,86E-14	3,94E-09
RL.5	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	1,39E-08	3,71E-09	1,79E-08	2,39E-08	2,58E-12	1,30E-07
RL.6	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	8,59E-08	2,29E-08	1,11E-07	1,48E-07	1,60E-11	8,00E-07
RL.7	Separador 311	9,86E-09	2,63E-09	1,27E-08	1,69E-08	1,83E-12	9,19E-08
RL.8	Separador 312	1,67E-09	4,45E-10	2,14E-09	2,86E-09	3,09E-13	1,55E-08
RL.9	Separador 313	4,48E-10	1,20E-10	5,76E-10	7,69E-10	8,31E-14	4,17E-09
RL.10	Separador 314	3,36E-08	8,98E-09	4,33E-08	5,78E-08	6,25E-12	3,13E-07
RL.11	Compresores	7,72E-07	2,06E-07	9,93E-07	1,33E-06	1,43E-10	7,19E-06
RL.12	TK 301 A	6,47E-07	6,91E-09	8,33E-07	4,45E-08	1,20E-10	2,41E-07
RL.13	TK 301 B	6,47E-07	6,91E-09	8,33E-07	4,45E-08	1,20E-10	2,41E-07
RL.14	TK 301 C	6,47E-07	6,91E-09	8,33E-07	4,45E-08	1,20E-10	2,41E-07
RL.15	TK 302 - Prueba	1,48E-07	1,58E-09	1,90E-07	1,02E-08	2,75E-11	5,51E-08
RL.16	Dique TK 301 A	1,47E-05	1,58E-07	1,90E-05	1,01E-06	2,74E-09	5,49E-06
RL.17	Dique TK 301B	1,46E-05	1,56E-07	1,87E-05	1,00E-06	2,70E-09	5,42E-06
RL.18	Dique TK 301C	1,44E-05	1,54E-07	1,86E-05	9,93E-07	2,68E-09	5,38E-06
RL.19	Dique TK 302	4,55E-06	4,86E-08	5,86E-06	3,13E-07	8,45E-10	1,70E-06
RL.20	Sumidero	3,45E-09	9,22E-10	4,44E-09	5,93E-09	6,41E-13	3,22E-08
RL.21	API 301	7,26E-08	1,94E-08	9,35E-08	1,25E-07	1,35E-11	6,77E-07
RL.22	Piscina de Oxidación	1,04E-05	2,79E-06	1,34E-05	1,80E-05	1,94E-09	9,73E-05
RL.23	TEA	4,42E-08	1,18E-08	5,69E-08	7,60E-08	8,21E-12	4,12E-07

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
	Planta Gas (GLP)						
PG.1	Esfera GLP 690 A	1,69E-04	4,50E-05	2,17E-04	2,90E-04	3,13E-08	1,57E-03
PG.2	Esfera GLP 690 B	2,70E-04	7,20E-05	3,47E-04	4,63E-04	5,01E-08	2,51E-03
PG.3	Bombas de transferencia	3,56E-08	9,50E-09	4,58E-08	6,11E-08	6,61E-12	3,31E-07
PG.4	Bombas de transferencia	6,53E-07	1,74E-07	8,40E-07	1,12E-06	1,21E-10	6,08E-06
PG.5	Bombas de transferencia	3,28E-06	8,75E-07	4,22E-06	5,63E-06	6,08E-10	3,05E-05
PG.6	Bombas de Despacho	3,83E-08	1,02E-08	4,93E-08	6,58E-08	7,11E-12	3,57E-07
PG.7	Bombas de Despacho	7,01E-07	1,87E-07	9,02E-07	1,21E-06	1,30E-10	6,53E-06
PG.8	Bombas de Despacho	3,52E-06	9,40E-07	4,53E-06	6,05E-06	6,53E-10	3,28E-05
PG.9	Tanque de Hidrógeno	8,75E-05	2,34E-05	1,13E-04	1,50E-04	1,62E-08	8,15E-04
	Planta Asfalto						
PA.1	Múltiple de entrada	3,62E-07	9,67E-08	4,66E-07	6,22E-07	6,72E-11	3,37E-06
PA.2	Múltiple de entrada	5,38E-06	1,44E-06	6,93E-06	9,25E-06	9,99E-10	5,01E-05
PA.3	Múltiple de entrada	2,53E-05	6,75E-06	3,25E-05	4,34E-05	4,69E-09	2,35E-04
PA.4	Cargadero	6,77E-09	1,81E-09	8,71E-09	1,16E-08	1,26E-12	6,31E-08
PA.5	Cargadero	8,13E-07	2,17E-07	1,05E-06	1,40E-06	1,51E-10	7,57E-06
PA.6	Cargadero	1,67E-25	4,45E-26	2,14E-25	2,86E-25	3,09E-29	1,55E-24
PA.7	Bombeo	1,81E-07	4,84E-08	2,33E-07	3,11E-07	3,37E-11	1,69E-06
PA.8	Bombeo	2,85E-06	7,60E-07	3,66E-06	4,89E-06	5,29E-10	2,65E-05
PA.9	Bombeo	1,36E-05	3,62E-06	1,75E-05	2,33E-05	2,52E-09	1,26E-04
PA.10	Descargadero	1,04E-07	2,77E-08	1,34E-07	1,78E-07	1,93E-11	9,67E-07
PA.11	Descargadero	1,71E-06	4,56E-07	2,20E-06	2,94E-06	3,17E-10	1,59E-05
PA.12	Descargadero	8,29E-06	2,21E-06	1,07E-05	1,42E-05	1,54E-09	7,72E-05
PA.13	TK 610 (incluyen APIASOL)	2,02E-07	2,16E-09	2,60E-07	1,39E-08	3,76E-11	7,54E-08
PA.14	TK 620 (incluyen APIASOL)	2,02E-07	2,16E-09	2,60E-07	1,39E-08	3,76E-11	7,54E-08
PA.15	TK 501 A	3,77E-07	4,03E-09	4,86E-07	2,59E-08	7,01E-11	1,41E-07
PA.16	TK 501 B	3,77E-07	4,03E-09	4,86E-07	2,59E-08	7,01E-11	1,41E-07
PA.17	TK 501 C	3,77E-07	4,03E-09	4,86E-07	2,59E-08	7,01E-11	1,41E-07
PA.18	TK 503	2,02E-07	2,16E-09	2,60E-07	1,39E-08	3,76E-11	7,54E-08
PA.19	TK 504	2,02E-07	2,16E-09	2,60E-07	1,39E-08	3,76E-11	7,54E-08
PA.20	TK 505	1,06E-08	1,14E-10	1,37E-08	7,32E-10	1,98E-12	3,96E-09
PA.21	TK 506	8,13E-07	8,68E-09	1,05E-06	5,59E-08	1,51E-10	3,03E-07
PA.22	TK 507 A	1,46E-06	1,56E-08	1,88E-06	1,00E-07	2,71E-10	5,43E-07
PA.23	TK 507 B	1,41E-06	1,50E-08	1,81E-06	9,66E-08	2,61E-10	5,24E-07
PA.24	TK 508	4,12E-08	4,40E-10	5,30E-08	2,83E-09	7,65E-12	1,53E-08
PA.25	TK 512	8,09E-08	8,64E-10	1,04E-07	5,56E-09	1,50E-11	3,01E-08
PA.26	TK 514 A	1,67E-25	1,78E-27	2,14E-25	1,14E-26	3,09E-29	6,20E-26
PA.27	TK 514 B	1,67E-25	1,78E-27	2,14E-25	1,14E-26	3,09E-29	6,20E-26
PA.28	Dique TK 610 (incluyen APIASOL)	1,61E-05	1,72E-07	2,08E-05	1,11E-06	2,99E-09	6,01E-06
PA.29	Dique TK 620 (incluyen APIASOL)	1,64E-05	1,75E-07	2,11E-05	1,13E-06	3,04E-09	6,11E-06
PA.30	Dique TK 501 A	1,20E-05	1,29E-07	1,55E-05	8,27E-07	2,23E-09	4,48E-06
PA.31	Dique TK 501 B	1,19E-05	1,27E-07	1,54E-05	8,20E-07	2,22E-09	4,44E-06
PA.32	Dique TK 501 C	8,21E-06	8,77E-08	1,06E-05	5,64E-07	1,52E-09	3,06E-06
PA.33	Dique TK 503	1,09E-05	1,16E-07	1,40E-05	7,48E-07	2,02E-09	4,05E-06
PA.34	Dique TK 504	1,18E-05	1,26E-07	1,52E-05	8,09E-07	2,19E-09	4,39E-06
PA.35	Dique TK 505	2,98E-05	3,19E-07	3,84E-05	2,05E-06	5,54E-09	1,11E-05

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
PA.36	Dique TK 506	2,98E-05	3,19E-07	3,84E-05	2,05E-06	5,54E-09	1,11E-05
PA.37	Dique TK 507 A	7,97E-05	8,51E-07	1,03E-04	5,48E-06	1,48E-08	2,97E-05
PA.38	Dique TK 507 B	7,97E-05	8,51E-07	1,03E-04	5,48E-06	1,48E-08	2,97E-05
PA.39	Dique TK 508	3,07E-06	3,27E-08	3,94E-06	2,11E-07	5,69E-10	1,14E-06
PA.40	Dique TK 512	9,67E-06	1,03E-07	1,24E-05	6,65E-07	1,80E-09	3,60E-06
PA.41	Dique TK 514 A	1,18E-05	1,26E-07	1,52E-05	8,09E-07	2,19E-09	4,39E-06
PA.42	Dique TK 514 B	1,18E-05	1,26E-07	1,52E-05	8,09E-07	2,19E-09	4,39E-06
PA.43	Piscina BA503	1,15E-05	3,08E-06	1,48E-05	1,98E-05	2,14E-09	1,07E-04
PA.44	Piscina BA504	1,22E-04	3,25E-05	1,57E-04	2,09E-04	2,26E-08	1,13E-03
	Estación de Recolección de Apiay (ERA)						
ERA.1	Múltiple de entrada	1,21E-07	3,23E-08	1,56E-07	2,08E-07	2,25E-11	1,13E-06
ERA.2	Múltiple de entrada	1,96E-06	5,24E-07	2,53E-06	3,37E-06	3,65E-10	1,83E-05
ERA.3	Múltiple de entrada	9,50E-06	2,54E-06	1,22E-05	1,63E-05	1,76E-09	8,84E-05
ERA.4	Unidad de medición LACT	1,04E-07	2,77E-08	1,34E-07	1,78E-07	1,93E-11	9,67E-07
ERA.5	Unidad de medición LACT	1,71E-06	4,56E-07	2,20E-06	2,94E-06	3,17E-10	1,59E-05
ERA.6	Unidad de medición LACT	8,29E-06	2,21E-06	1,07E-05	1,42E-05	1,54E-09	7,72E-05
ERA.7	Enfriadores de crudo	3,40E-07	9,08E-08	4,37E-07	5,84E-07	6,31E-11	3,17E-06
ERA.8	Bombas de transferencia	2,22E-08	5,92E-09	2,85E-08	3,81E-08	4,11E-12	2,06E-07
ERA.9	Bombas de transferencia	4,31E-07	1,15E-07	5,54E-07	7,40E-07	7,99E-11	4,01E-06
ERA.10	Bombas de transferencia	2,20E-06	5,88E-07	2,83E-06	3,78E-06	4,09E-10	2,05E-05
ERA.11	Separador 111	1,56E-08	4,17E-09	2,01E-08	2,68E-08	2,90E-12	1,45E-07
ERA.12	Separador 112	1,75E-08	4,67E-09	2,25E-08	3,00E-08	3,25E-12	1,63E-07
ERA.13	Separador 113	9,99E-10	2,67E-10	1,29E-09	1,72E-09	1,85E-13	9,30E-09
ERA.14	Separador 114	2,51E-08	6,70E-09	3,23E-08	4,31E-08	4,66E-12	2,34E-07
ERA.15	Separador 170	1,01E-08	2,70E-09	1,30E-08	1,74E-08	1,88E-12	9,42E-08
ERA.16	Separador 171	1,01E-08	2,70E-09	1,30E-08	1,74E-08	1,88E-12	9,42E-08
ERA.17	TK 101	6,47E-07	6,91E-09	8,33E-07	4,45E-08	1,20E-10	2,41E-07
ERA.18	TK 102	6,47E-07	6,91E-09	8,33E-07	4,45E-08	1,20E-10	2,41E-07
ERA.19	TK 103	2,31E-06	2,46E-08	2,97E-06	1,58E-07	4,28E-10	8,59E-07
ERA.20	TK 104	1,66E-07	1,77E-09	2,14E-07	1,14E-08	3,08E-11	6,19E-08
ERA.21	TK 105	1,70E-07	1,82E-09	2,19E-07	1,17E-08	3,16E-11	6,34E-08
ERA.22	TK 106	1,70E-07	1,82E-09	2,19E-07	1,17E-08	3,16E-11	6,34E-08
ERA.23	TK 107	2,31E-06	2,46E-08	2,97E-06	1,58E-07	4,28E-10	8,59E-07
ERA.24	TK condensados (DRUM)	9,11E-08	9,74E-10	1,17E-07	6,27E-09	1,69E-11	3,40E-08
ERA.25	Dique TK 101	1,26E-05	1,35E-07	1,62E-05	8,67E-07	2,34E-09	4,70E-06
ERA.26	Dique TK 102	1,30E-05	1,39E-07	1,67E-05	8,94E-07	2,41E-09	4,84E-06
ERA.27	Dique TK 103	7,75E-05	8,28E-07	9,98E-05	5,33E-06	1,44E-08	2,89E-05
ERA.28	Dique TK 104	4,02E-06	4,30E-08	5,17E-06	2,76E-07	7,47E-10	1,50E-06
ERA.29	Dique TK 105	4,16E-06	4,45E-08	5,35E-06	2,86E-07	7,73E-10	1,55E-06
ERA.30	Dique TK 106	3,32E-06	3,54E-08	4,27E-06	2,28E-07	6,16E-10	1,24E-06
ERA.31	Dique TK 107	3,05E-05	3,25E-07	3,92E-05	2,09E-06	5,66E-09	1,13E-05
ERA.32	API 1	8,91E-07	2,38E-07	1,15E-06	1,53E-06	1,66E-10	8,30E-06
ERA.33	API 2	8,98E-08	2,40E-08	1,16E-07	1,54E-07	1,67E-11	8,37E-07
ERA.34	API 3	6,96E-09	1,86E-09	8,96E-09	1,20E-08	1,29E-12	6,49E-08
ERA.35	Piscina de Oxidación (aspersión)	3,18E-06	8,49E-07	4,09E-06	5,46E-06	5,90E-10	2,96E-05

Evento	Descripción			Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
				Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
	Apiay								
CAp.1	ApiayEste-1:SF			2,23E-10	1,93E-08	2,88E-10	1,24E-07	4,26E-14	6,92E-07
CAp.2	ApiayEste-2:K2			3,92E-09	3,39E-07	5,04E-09	2,18E-06	7,47E-13	1,21E-05
CAp.3	ApiayEste-2:SF			2,87E-10	2,49E-08	3,70E-10	1,60E-07	5,47E-14	8,90E-07
CAp.4	ApiayEste-3:SF			6,87E-10	5,94E-08	8,84E-10	3,82E-07	1,31E-13	2,13E-06
CAp.5	Apiay-10:K1			2,85E-09	2,46E-07	3,66E-09	1,58E-06	5,42E-13	8,81E-06
CAp.6	Apiay-11:K2			4,27E-10	3,70E-08	5,50E-10	2,38E-07	8,14E-14	1,32E-06
CAp.7	Apiay-12:K2			1,30E-11	1,12E-09	1,67E-11	7,22E-09	2,47E-15	4,01E-08
CAp.8	Apiay-14:K1			6,08E-11	5,26E-09	7,82E-11	3,39E-08	1,16E-14	1,88E-07
CAp.9	Apiay-15:K2			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.10	Apiay-16:K2			1,05E-09	9,09E-08	1,35E-09	5,85E-07	2,00E-13	3,25E-06
CAp.11	Apiay-17:K2			1,65E-09	1,43E-07	2,12E-09	9,18E-07	3,14E-13	5,11E-06
CAp.12	Apiay-18:SF			1,86E-08	1,61E-06	2,39E-08	1,03E-05	3,54E-12	5,75E-05
CAp.13	Apiay-19:K2			6,08E-11	5,26E-09	7,82E-11	3,39E-08	1,16E-14	1,88E-07
CAp.14	Apiay-19:SF			1,01E-12	8,74E-11	1,30E-12	5,62E-10	1,92E-16	3,13E-09
CAp.15	Apiay-1:T1			3,52E-10	3,05E-08	4,53E-10	1,96E-07	6,71E-14	1,09E-06
CAp.16	Apiay-20:K2			7,06E-09	6,11E-07	9,08E-09	3,93E-06	1,34E-12	2,18E-05
CAp.17	Apiay-21:K1			9,39E-09	8,13E-07	1,21E-08	5,23E-06	1,79E-12	2,91E-05
CAp.18	Apiay-22:K1			4,01E-10	3,47E-08	5,16E-10	2,23E-07	7,64E-14	1,24E-06
CAp.19	Apiay-23H:K1			3,32E-09	2,87E-07	4,27E-09	1,85E-06	6,32E-13	1,03E-05
CAp.20	Apiay-23H:SF			1,18E-08	1,02E-06	1,52E-08	6,56E-06	2,24E-12	3,65E-05
CAp.21	Apiay-24:K1			1,88E-09	1,63E-07	2,42E-09	1,05E-06	3,59E-13	5,83E-06
CAp.22	Apiay-24:SF			1,88E-09	1,63E-07	2,42E-09	1,05E-06	3,59E-13	5,83E-06
CAp.23	Apiay-25D:K1			2,96E-09	2,56E-07	3,81E-09	1,65E-06	5,64E-13	9,16E-06
CAp.24	Apiay-25D:SF			6,49E-10	5,62E-08	8,35E-10	3,62E-07	1,24E-13	2,01E-06
CAp.25	Apiay-26D:K1			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.26	Apiay-27:K1			6,08E-11	5,26E-09	7,82E-11	3,39E-08	1,16E-14	1,88E-07
CAp.27	Apiay-28:K1			3,12E-11	2,70E-09	4,01E-11	1,74E-08	5,94E-15	9,65E-08
CAp.28	Apiay-29:K1			1,03E-11	8,88E-10	1,32E-11	5,72E-09	1,96E-15	3,18E-08
CAp.29	Apiay-30:K1			1,66E-08	1,44E-06	2,13E-08	9,24E-06	3,16E-12	5,14E-05
CAp.30	Apiay-31:K1			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.31	Apiay-32:K1			1,80E-09	1,56E-07	2,32E-09	1,00E-06	3,43E-13	5,58E-06
CAp.32	Apiay-3R:K1			3,76E-08	3,26E-06	4,84E-08	2,09E-05	7,17E-12	1,16E-04
CAp.33	Apiay-4:SF			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.34	Apiay-5:K1			9,95E-09	8,61E-07	1,28E-08	5,54E-06	1,90E-12	3,08E-05
CAp.35	Apiay-6:SF			6,13E-10	5,31E-08	7,89E-10	3,41E-07	1,17E-13	1,90E-06
CAp.36	Apiay-7:K2			1,03E-10	8,92E-09	1,33E-10	5,74E-08	1,96E-14	3,19E-07
CAp.37	Apiay-8:K2			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.38	Apiay-9:SF			3,76E-08	3,26E-06	4,84E-08	2,09E-05	7,17E-12	1,16E-04
CAp.39	Gavan-1:K2			5,48E-11	4,74E-09	7,05E-11	3,05E-08	1,04E-14	1,70E-07
CAp.40	Gavan-1:SF			3,80E-12	3,29E-10	4,89E-12	2,12E-09	7,24E-16	1,18E-08
CAp.41	Gavan-2:K1			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.42	Gavan-2:SF			1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CAp.43	Gavan-4:K1			2,98E-08	2,58E-06	3,83E-08	1,66E-05	5,68E-12	9,23E-05
CAp.44	Gavan-4:SF			3,32E-09	2,87E-07	4,27E-09	1,85E-06	6,32E-13	1,03E-05
CAp.45	Gavan-5:K1			2,70E-08	2,34E-06	3,47E-08	1,50E-05	5,14E-12	8,36E-05
CAp.46	Guatiquia-10:K1			2,58E-08	2,23E-06	3,32E-08	1,44E-05	4,92E-12	7,99E-05
CAp.47	Guatiquia-2:K2			5,62E-10	4,86E-08	7,23E-10	3,13E-07	1,07E-13	1,74E-06

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
CAp.48	Guatiquia-2:SF	1,23E-10	1,06E-08	1,58E-10	6,84E-08	2,34E-14	3,81E-07
CAp.49	Guatiquia-3H:SF	6,33E-08	5,48E-06	8,14E-08	3,52E-05	1,21E-11	1,96E-04
CAp.50	Guatiquia-4H:K2	1,28E-09	1,11E-07	1,64E-09	7,11E-07	2,43E-13	3,96E-06
CAp.51	Guatiquia-5:K2	4,14E-10	3,58E-08	5,33E-10	2,31E-07	7,89E-14	1,28E-06
CAp.52	Guatiquia-5:SF	4,14E-10	3,58E-08	5,33E-10	2,31E-07	7,89E-14	1,28E-06
CAp.53	Guatiquia-6D:K1	1,88E-09	1,63E-07	2,42E-09	1,05E-06	3,59E-13	5,83E-06
CAp.54	Guatiquia-6D:SF	4,36E-09	3,77E-07	5,61E-09	2,43E-06	8,31E-13	1,35E-05
CAp.55	Guatiquia-7:K1	6,84E-09	5,92E-07	8,80E-09	3,81E-06	1,30E-12	2,12E-05
CAp.56	Guatiquia-8:K1	4,38E-08	3,79E-06	5,63E-08	2,44E-05	8,34E-12	1,36E-04
	Reforma						
CRe.1	LibertadNorte-3:K2	3,99E-09	3,45E-07	5,13E-09	2,22E-06	7,60E-13	1,24E-05
CRe.2	LibertadNorte-4:K1	2,97E-10	2,57E-08	3,83E-10	1,66E-07	5,67E-14	9,21E-07
CRe.3	LibertadNorte-5:K2	9,41E-11	8,14E-09	1,21E-10	5,24E-08	1,79E-14	2,91E-07
CRe.4	LibertadNorte-5:SF	3,51E-11	3,04E-09	4,52E-11	1,96E-08	6,69E-15	1,09E-07
CRe.5	LibertadNorte-6:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CRe.6	Libertad-1:K2	1,52E-10	1,31E-08	1,95E-10	8,44E-08	2,89E-14	4,69E-07
	Suria						
CSu.1	Austral-1R:K1	4,29E-09	3,71E-07	5,51E-09	2,39E-06	8,17E-13	1,33E-05
CSu.2	Austral-2:K2	1,25E-09	1,08E-07	1,61E-09	6,95E-07	2,38E-13	3,86E-06
CSu.3	Guayuriba-1:K1	3,25E-08	2,81E-06	4,18E-08	1,81E-05	6,19E-12	1,01E-04
CSu.4	Guayuriba-2:K2	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.5	Ocoa-1:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.6	POMPEYA-1:K2	2,49E-10	2,16E-08	3,21E-10	1,39E-07	4,75E-14	7,72E-07
CSu.7	SAURIO-1:SF	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.8	SuriaSur-10:SF	1,01E-08	8,74E-07	1,30E-08	5,62E-06	1,92E-12	3,13E-05
CSu.9	SuriaSur-11:K2	3,85E-09	3,33E-07	4,95E-09	2,14E-06	7,33E-13	1,19E-05
CSu.10	SuriaSur-12:K1	2,42E-09	2,10E-07	3,12E-09	1,35E-06	4,62E-13	7,51E-06
CSu.11	SuriaSur-12:SF	3,19E-13	2,76E-11	4,11E-13	1,78E-10	6,09E-17	9,89E-10
CSu.12	SuriaSur-13:K1	1,92E-09	1,67E-07	2,48E-09	1,07E-06	3,67E-13	5,96E-06
CSu.13	SuriaSur-13:SF	1,30E-11	1,12E-09	1,67E-11	7,22E-09	2,47E-15	4,01E-08
CSu.14	SuriaSur-14:K1	8,77E-10	7,59E-08	1,13E-09	4,88E-07	1,67E-13	2,72E-06
CSu.15	SuriaSur-15:K1	5,54E-09	4,80E-07	7,13E-09	3,09E-06	1,06E-12	1,72E-05
CSu.16	SuriaSur-16:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.17	SuriaSur-17:K1	1,80E-07	1,55E-05	2,31E-07	1,00E-04	3,42E-11	5,56E-04
CSu.18	SuriaSur-18:K1	2,04E-08	1,77E-06	2,63E-08	1,14E-05	3,90E-12	6,33E-05
CSu.19	SuriaSur-1:SF	2,74E-09	2,37E-07	3,52E-09	1,52E-06	5,21E-13	8,47E-06
CSu.20	SuriaSur-21:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.21	SuriaSur-22:K1	1,44E-09	1,24E-07	1,85E-09	8,00E-07	2,74E-13	4,45E-06
CSu.22	SuriaSur-2:K2	2,68E-10	2,32E-08	3,45E-10	1,49E-07	5,10E-14	8,29E-07
CSu.23	SuriaSur-3:K2	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.24	SuriaSur-4:K2	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.25	SuriaSur-5:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.26	SuriaSur-6:SF	2,20E-12	1,90E-10	2,82E-12	1,22E-09	4,18E-16	6,80E-09
CSu.27	SuriaSur-7:SF	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.28	SuriaSur-8:K1	4,14E-09	3,58E-07	5,32E-09	2,30E-06	7,88E-13	1,28E-05

Evento	Descripción	Incendio		Llamarada		Dispersión/Derrame	
		Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa	Riesgo pe	Riesgo aa
CSu.29	SuriaSur-9:K1	1,92E-09	1,67E-07	2,48E-09	1,07E-06	3,67E-13	5,96E-06
CSu.30	Suria-10:K1	1,28E-08	1,11E-06	1,64E-08	7,12E-06	2,44E-12	3,96E-05
CSu.31	Suria-11:K1	2,20E-08	1,90E-06	2,82E-08	1,22E-05	4,18E-12	6,80E-05
CSu.32	Suria-12:K2	7,06E-10	6,11E-08	9,09E-10	3,93E-07	1,35E-13	2,19E-06
CSu.33	Suria-13:K1	3,02E-09	2,61E-07	3,88E-09	1,68E-06	5,75E-13	9,34E-06
CSu.34	Suria-13:SF	2,55E-08	2,21E-06	3,28E-08	1,42E-05	4,86E-12	7,90E-05
CSu.35	Suria-14:K1	7,95E-08	6,88E-06	1,02E-07	4,43E-05	1,51E-11	2,46E-04
CSu.36	Suria-15:K1	2,58E-08	2,23E-06	3,32E-08	1,44E-05	4,92E-12	7,99E-05
CSu.37	Suria-16:SF	1,77E-08	1,53E-06	2,27E-08	9,83E-06	3,36E-12	5,47E-05
CSu.38	Suria-17:SF	3,94E-11	3,41E-09	5,08E-11	2,20E-08	7,51E-15	1,22E-07
CSu.39	Suria-1:K2	1,31E-09	1,13E-07	1,68E-09	7,29E-07	2,49E-13	4,05E-06
CSu.40	Suria-2:K2	3,80E-12	3,29E-10	4,89E-12	2,12E-09	7,24E-16	1,18E-08
CSu.41	Suria-2:SF	1,71E-10	1,48E-08	2,20E-10	9,52E-08	3,26E-14	5,29E-07
CSu.42	Suria-3:K2	2,58E-10	2,24E-08	3,33E-10	1,44E-07	4,92E-14	8,00E-07
CSu.43	Suria-4:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.44	Suria-5:SF	5,63E-09	4,88E-07	7,25E-09	3,14E-06	1,07E-12	1,74E-05
CSu.45	Suria-6:K2	2,19E-09	1,89E-07	2,81E-09	1,22E-06	4,17E-13	6,77E-06
CSu.46	Suria-7:K2	3,26E-09	2,82E-07	4,19E-09	1,81E-06	6,20E-13	1,01E-05
CSu.47	Suria-8:SF	8,99E-09	7,78E-07	1,16E-08	5,01E-06	1,71E-12	2,78E-05
CSu.48	Suria-9:K1	1,05E-08	9,12E-07	1,36E-08	5,87E-06	2,01E-12	3,26E-05
CSu.49	Tanane-1:K1	1,64E-22	1,42E-20	2,11E-22	9,15E-20	3,13E-26	5,09E-19
CSu.50	Tanane-3:K1	2,97E-10	2,57E-08	3,83E-10	1,66E-07	5,67E-14	9,21E-07

pe: Personas, aa: áreas ambientales
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-90. Aceptabilidad del riesgo por evento

Evento	Descripción	Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
Bloque Apiay		**4,70E-05**		Aceptable	**7,40E-05**	Aceptable
	Suria					
Su.1	Múltiple de entrada	2,05E-07	44259	Aceptable	1,01E-06	Aceptable
Su.2	Múltiple de entrada	5,31E-06	1713	Aceptable	2,62E-05	Aceptable
Su.3	Múltiple de entrada	3,02E-05	301	Aceptable	1,49E-04	Aceptable
Su.4	Múltiple despacho a Apiay	4,27E-08	212848	Aceptable	2,11E-07	Aceptable
Su.5	Múltiple despacho a Apiay	7,61E-07	11943	Aceptable	3,76E-06	Aceptable
Su.6	Múltiple despacho a Apiay	4,94E-06	1842	Aceptable	2,44E-05	Aceptable
Su.7	Bombas de transferencia	6,22E-08	146248	Aceptable	3,07E-07	Aceptable
Su.8	Bombas de transferencia	7,69E-07	11817	Aceptable	3,80E-06	Aceptable
Su.9	Bombas de transferencia	3,12E-06	2914	Aceptable	1,54E-05	Aceptable
Su.10	Enfriadores de crudo	2,41E-07	37747	Aceptable	1,19E-06	Aceptable
Su.11	Unidad LAC	5,28E-08	172046	Aceptable	2,61E-07	Aceptable
Su.12	Unidad LAC	1,59E-06	5719	Aceptable	7,85E-06	Aceptable
Su.13	Unidad LAC	8,38E-06	1084	Aceptable	4,14E-05	Aceptable
Su.14	Separador Trifasico 212	1,26E-08	718686	Aceptable	6,25E-08	Aceptable
Su.15	Separador 214	4,86E-08	187080	Aceptable	2,40E-07	Aceptable
Su.16	Separador 213	1,93E-08	471530	Aceptable	9,53E-08	Aceptable
Su.17	TK 201 - Almacenamiento	4,71E-06	1930	Aceptable	9,31E-07	Aceptable
Su.18	TK 202 - Lavado	5,92E-06	1535	Aceptable	1,17E-06	Aceptable
Su.19	TK 203 - Almacenamiento	8,53E-06	1065	Aceptable	1,69E-06	Aceptable
Su.20	TK 204 - Lavado	6,97E-06	1305	Aceptable	1,38E-06	Aceptable
Su.21	TK 205	1,96E-07	46274	Aceptable	3,88E-08	Aceptable

Evento	Descripción	Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
Su.22	TK 206	2,18E-07	41739	Aceptable	4,30E-08	Aceptable
Su.23	TK 207 - Prueba	2,69E-07	33751	Aceptable	5,32E-08	Aceptable
Su.24	TK 208 - Prueba	3,38E-07	26873	Aceptable	6,69E-08	Aceptable
Su.25	Dique TK 201	1,24E-04	74	Aceptable	2,44E-05	Aceptable
Su.26	Dique TK 202	8,35E-05	109	Aceptable	1,65E-05	Aceptable
Su.27	Dique TK 203	1,67E-04	54	Aceptable	3,31E-05	Aceptable
Su.28	Dique TK 204	8,19E-05	111	Aceptable	1,62E-05	Aceptable
Su.29	Dique TK 205	1,93E-05	470	Aceptable	3,82E-06	Aceptable
Su.30	Dique TK 206	1,76E-05	515	Aceptable	3,49E-06	Aceptable
Su.31	Dique TK 207	1,71E-05	533	Aceptable	3,37E-06	Aceptable
Su.32	Dique TK 208	7,18E-06	1266	Aceptable	1,42E-06	Aceptable
Su.33	Sumidero	6,43E-09	1413366	Aceptable	3,18E-08	Aceptable
Su.34	Separador API 201	1,71E-07	53049	Aceptable	8,47E-07	Aceptable
Su.35	Separador API 202	1,36E-06	6667	Aceptable	6,74E-06	Aceptable
Su.36	Piscina Aeróbica	6,08E-05	150	Aceptable	3,00E-04	Aceptable
Su.37	Tanque Servicio ACPM - Generador	4,12E-09	2205329	Aceptable	2,04E-08	Aceptable
Su.38	TEA	6,39E-06	1423	Aceptable	3,16E-05	Aceptable
Su.39	TEA baja	4,41E-07	20624	Aceptable	2,18E-06	Aceptable
	Termo Suria					
TS.1	Trampa de recibo Gas Natural	2,37E-07	38287	Aceptable	1,17E-06	Aceptable
TS.2	Trampa de recibo Gas Natural	3,94E-06	2310	Aceptable	1,94E-05	Aceptable
TS.3	Trampa de recibo Gas Natural	1,91E-05	475	Aceptable	9,46E-05	Aceptable
TS.4	City Gate	2,37E-07	38287	Aceptable	1,17E-06	Aceptable
TS.5	City Gate	3,94E-06	2310	Aceptable	1,94E-05	Aceptable
TS.6	City Gate	1,91E-05	475	Aceptable	9,46E-05	Aceptable
	Reforma Libertad					
RL.1	Múltiple de entrada	3,03E-08	299666	Aceptable	1,50E-07	Aceptable
RL.2	Múltiple de entrada	6,26E-07	14533	Aceptable	3,09E-06	Aceptable
RL.3	Múltiple de entrada	3,26E-06	2787	Aceptable	1,61E-05	Aceptable
RL.4	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	9,68E-10	9393787	Aceptable	4,78E-09	Aceptable
RL.5	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	3,18E-08	285811	Aceptable	1,57E-07	Aceptable
RL.6	Bombas de Transferencia (unidad LACT)	1,96E-07	46274	Aceptable	9,71E-07	Aceptable
RL.7	Separador 311	2,26E-08	403066	Aceptable	1,11E-07	Aceptable
RL.8	Separador 312	3,81E-09	2387119	Aceptable	1,88E-08	Aceptable
RL.9	Separador 313	1,02E-09	8882682	Aceptable	5,06E-09	Aceptable
RL.10	Separador 314	7,69E-08	118176	Aceptable	3,80E-07	Aceptable
RL.11	Compresores	1,77E-06	5150	Aceptable	8,72E-06	Aceptable
RL.12	TK 301 A	1,48E-06	6142	Aceptable	2,92E-07	Aceptable
RL.13	TK 301 B	1,48E-06	6142	Aceptable	2,92E-07	Aceptable
RL.14	TK 301 C	1,48E-06	6142	Aceptable	2,92E-07	Aceptable
RL.15	TK 302 - Prueba	3,38E-07	26873	Aceptable	6,69E-08	Aceptable
RL.16	Dique TK 301 A	3,37E-05	270	Aceptable	6,66E-06	Aceptable
RL.17	Dique TK 301B	3,33E-05	273	Aceptable	6,58E-06	Aceptable
RL.18	Dique TK 301C	3,30E-05	275	Aceptable	6,53E-06	Aceptable
RL.19	Dique TK 302	1,04E-05	874	Aceptable	2,06E-06	Aceptable
RL.20	Sumidero	7,90E-09	1151196	Aceptable	3,90E-08	Aceptable
RL.21	API 301	1,66E-07	54719	Aceptable	8,21E-07	Aceptable
RL.22	Piscina de Oxidación	2,39E-05	380	Aceptable	1,18E-04	Aceptable
RL.23	TEA	1,01E-07	89902	Aceptable	5,00E-07	Aceptable
	Planta Gas (GLP)					
PG.1	Esfera GLP 690 A	3,86E-04	24	Tolerable	1,91E-03	Tolerable
PG.2	Esfera GLP 690 B	6,17E-04	15	Tolerable	3,05E-03	Tolerable
PG.3	Bombas de transferencia	8,14E-08	111717	Aceptable	4,02E-07	Aceptable
PG.4	Bombas de transferencia	1,49E-06	6087	Aceptable	7,38E-06	Aceptable
PG.5	Bombas de transferencia	7,49E-06	1213	Aceptable	3,70E-05	Aceptable

Evento	Descripción	Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
PG.6	Bombas de Despacho	8,76E-08	103776	Aceptable	4,33E-07	Aceptable
PG.7	Bombas de Despacho	1,60E-06	5669	Aceptable	7,92E-06	Aceptable
PG.8	Bombas de Despacho	8,05E-06	1130	Aceptable	3,98E-05	Aceptable
PG.9	Tanque de Hidrógeno	2,00E-04	45	Aceptable	9,89E-04	Tolerable
	Planta Asfalto					
PA.1	Múltiple de entrada	8,28E-07	10979	Aceptable	4,09E-06	Aceptable
PA.2	Múltiple de entrada	1,23E-05	739	Aceptable	6,08E-05	Aceptable
PA.3	Múltiple de entrada	5,78E-05	157	Aceptable	2,86E-04	Aceptable
PA.4	Cargadero	1,55E-08	587112	Aceptable	7,65E-08	Aceptable
PA.5	Cargadero	1,86E-06	4892	Aceptable	9,18E-06	Aceptable
PA.6	Cargadero	3,81E-25	> 10 millones	Aceptable	1,88E-24	Aceptable
PA.7	Bombeo	4,15E-07	21931	Aceptable	2,05E-06	Aceptable
PA.8	Bombeo	6,51E-06	1396	Aceptable	3,22E-05	Aceptable
PA.9	Bombeo	3,10E-05	293	Aceptable	1,53E-04	Aceptable
PA.10	Descargadero	2,37E-07	38287	Aceptable	1,17E-06	Aceptable
PA.11	Descargadero	3,91E-06	2326	Aceptable	1,93E-05	Aceptable
PA.12	Descargadero	1,90E-05	479	Aceptable	9,37E-05	Aceptable
PA.13	TK 610 (incluyen APIASOL)	4,63E-07	19648	Aceptable	9,14E-08	Aceptable
PA.14	TK 620 (incluyen APIASOL)	4,63E-07	19648	Aceptable	9,14E-08	Aceptable
PA.15	TK 501 A	8,63E-07	10533	Aceptable	1,71E-07	Aceptable
PA.16	TK 501 B	8,63E-07	10533	Aceptable	1,71E-07	Aceptable
PA.17	TK 501 C	8,63E-07	10533	Aceptable	1,71E-07	Aceptable
PA.18	TK 503	4,63E-07	19648	Aceptable	9,14E-08	Aceptable
PA.19	TK 504	4,63E-07	19648	Aceptable	9,14E-08	Aceptable
PA.20	TK 505	2,43E-08	373496	Aceptable	4,81E-09	Aceptable
PA.21	TK 506	1,86E-06	4892	Aceptable	3,67E-07	Aceptable
PA.22	TK 507 A	3,34E-06	2726	Aceptable	6,59E-07	Aceptable
PA.23	TK 507 B	3,21E-06	2828	Aceptable	6,35E-07	Aceptable
PA.24	TK 508	9,42E-08	96528	Aceptable	1,86E-08	Aceptable
PA.25	TK 512	1,85E-07	49143	Aceptable	3,66E-08	Aceptable
PA.26	TK 514 A	3,81E-25	> 10 millones	Aceptable	7,53E-26	Aceptable
PA.27	TK 514 B	3,81E-25	> 10 millones	Aceptable	7,53E-26	Aceptable
PA.28	Dique TK 610 (incluyen APIASOL)	3,69E-05	247	Aceptable	7,29E-06	Aceptable
PA.29	Dique TK 620 (incluyen APIASOL)	3,75E-05	243	Aceptable	7,41E-06	Aceptable
PA.30	Dique TK 501 A	2,75E-05	330	Aceptable	5,44E-06	Aceptable
PA.31	Dique TK 501 B	2,73E-05	333	Aceptable	5,39E-06	Aceptable
PA.32	Dique TK 501 C	1,88E-05	484	Aceptable	3,71E-06	Aceptable
PA.33	Dique TK 503	2,49E-05	365	Aceptable	4,92E-06	Aceptable
PA.34	Dique TK 504	2,69E-05	338	Aceptable	5,32E-06	Aceptable
PA.35	Dique TK 505	6,82E-05	133	Aceptable	1,35E-05	Aceptable
PA.36	Dique TK 506	6,82E-05	133	Aceptable	1,35E-05	Aceptable
PA.37	Dique TK 507 A	1,82E-04	50	Aceptable	3,60E-05	Aceptable
PA.38	Dique TK 507 B	1,82E-04	50	Aceptable	3,60E-05	Aceptable
PA.39	Dique TK 508	7,01E-06	1297	Aceptable	1,39E-06	Aceptable
PA.40	Dique TK 512	2,21E-05	411	Aceptable	4,37E-06	Aceptable
PA.41	Dique TK 514 A	2,69E-05	338	Aceptable	5,32E-06	Aceptable
PA.42	Dique TK 514 B	2,69E-05	338	Aceptable	5,32E-06	Aceptable
PA.43	Piscina BA503	2,63E-05	345	Aceptable	1,30E-04	Aceptable
PA.44	Piscina BA504	2,78E-04	33	Tolerable	1,37E-03	Tolerable
	Estación de Recolección de Apiay (ERA)					
ERA.1	Múltiple de entrada	2,77E-07	32835	Aceptable	1,37E-06	Aceptable

Evento	Descripción	Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
ERA.2	Múltiple de entrada	4,49E-06	2024	Aceptable	2,22E-05	Aceptable
ERA.3	Múltiple de entrada	2,17E-05	419	Aceptable	1,07E-04	Aceptable
ERA.4	Unidad de medición LACT	2,37E-07	38287	Aceptable	1,17E-06	Aceptable
ERA.5	Unidad de medición LACT	3,91E-06	2326	Aceptable	1,93E-05	Aceptable
ERA.6	Unidad de medición LACT	1,90E-05	479	Aceptable	9,37E-05	Aceptable
ERA.7	Enfriadores de crudo	7,78E-07	11692	Aceptable	3,84E-06	Aceptable
ERA.8	Bombas de transferencia	5,07E-08	179366	Aceptable	2,50E-07	Aceptable
ERA.9	Bombas de transferencia	9,85E-07	9232	Aceptable	4,87E-06	Aceptable
ERA.10	Bombas de transferencia	5,04E-06	1806	Aceptable	2,49E-05	Aceptable
ERA.11	Separador 111	3,57E-08	254520	Aceptable	1,76E-07	Aceptable
ERA.12	Separador 112	4,00E-08	227397	Aceptable	1,98E-07	Aceptable
ERA.13	Separador 113	2,28E-09	3980553	Aceptable	1,13E-08	Aceptable
ERA.14	Separador 114	5,74E-08	158493	Aceptable	2,83E-07	Aceptable
ERA.15	Separador 170	2,31E-08	392894	Aceptable	1,14E-07	Aceptable
ERA.16	Separador 171	2,31E-08	392894	Aceptable	1,14E-07	Aceptable
ERA.17	TK 101	1,48E-06	6142	Aceptable	2,92E-07	Aceptable
ERA.18	TK 102	1,48E-06	6142	Aceptable	2,92E-07	Aceptable
ERA.19	TK 103	5,27E-06	1724	Aceptable	1,04E-06	Aceptable
ERA.20	TK 104	3,80E-07	23940	Aceptable	7,50E-08	Aceptable
ERA.21	TK 105	3,89E-07	23343	Aceptable	7,70E-08	Aceptable
ERA.22	TK 106	3,89E-07	23343	Aceptable	7,70E-08	Aceptable
ERA.23	TK 107	5,27E-06	1724	Aceptable	1,04E-06	Aceptable
ERA.24	TK condensados (DRUM)	2,08E-07	43611	Aceptable	4,12E-08	Aceptable
ERA.25	Dique TK 101	2,89E-05	315	Aceptable	5,70E-06	Aceptable
ERA.26	Dique TK 102	2,97E-05	306	Aceptable	5,88E-06	Aceptable
ERA.27	Dique TK 103	1,77E-04	51	Aceptable	3,50E-05	Aceptable
ERA.28	Dique TK 104	9,20E-06	989	Aceptable	1,82E-06	Aceptable
ERA.29	Dique TK 105	9,52E-06	955	Aceptable	1,88E-06	Aceptable
ERA.30	Dique TK 106	7,58E-06	1199	Aceptable	1,50E-06	Aceptable
ERA.31	Dique TK 107	6,97E-05	130	Aceptable	1,38E-05	Aceptable
ERA.32	API 1	2,04E-06	4460	Aceptable	1,01E-05	Aceptable
ERA.33	API 2	2,05E-07	44259	Aceptable	1,01E-06	Aceptable
ERA.34	API 3	1,59E-08	570860	Aceptable	7,87E-08	Aceptable
ERA.35	Piscina de Oxidación (aspersión)	7,27E-06	1250	Aceptable	3,59E-05	Aceptable
	Apiay					
CAp.1	ApiayEste-1:SF	1,53E-09	5928829	Aceptable	2,51E-06	Aceptable
CAp.2	ApiayEste-2:K2	2,69E-08	338139	Aceptable	4,40E-05	Aceptable
CAp.3	ApiayEste-2:SF	1,97E-09	4611823	Aceptable	3,22E-06	Aceptable
CAp.4	ApiayEste-3:SF	4,71E-09	1928945	Aceptable	7,71E-06	Aceptable
CAp.5	Apiay-10:K1	1,95E-08	465740	Aceptable	3,19E-05	Aceptable
CAp.6	Apiay-11:K2	2,93E-09	3100624	Aceptable	4,79E-06	Aceptable
CAp.7	Apiay-12:K2	8,89E-11	102225788	Aceptable	1,45E-07	Aceptable
CAp.8	Apiay-14:K1	4,17E-10	21791420	Aceptable	6,82E-07	Aceptable
CAp.9	Apiay-15:K2	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.10	Apiay-16:K2	7,20E-09	1262047	Aceptable	1,18E-05	Aceptable
CAp.11	Apiay-17:K2	1,13E-08	803496	Aceptable	1,85E-05	Aceptable
CAp.12	Apiay-18:SF	1,27E-07	71416	Aceptable	2,08E-04	Aceptable
CAp.13	Apiay-19:K2	4,17E-10	21791420	Aceptable	6,82E-07	Aceptable
CAp.14	Apiay-19:SF	6,93E-12	1312296048	Aceptable	1,13E-08	Aceptable
CAp.15	Apiay-1:T1	2,42E-09	3762898	Aceptable	3,95E-06	Aceptable
CAp.16	Apiay-20:K2	4,84E-08	187804	Aceptable	7,92E-05	Aceptable
CAp.17	Apiay-21:K1	6,45E-08	141037	Aceptable	1,05E-04	Aceptable
CAp.18	Apiay-22:K1	2,75E-09	3303877	Aceptable	4,50E-06	Aceptable
CAp.19	Apiay-23H:K1	2,28E-08	399319	Aceptable	3,72E-05	Aceptable
CAp.20	Apiay-23H:SF	8,08E-08	112484	Aceptable	1,32E-04	Aceptable
CAp.21	Apiay-24:K1	1,29E-08	703708	Aceptable	2,11E-05	Aceptable

Evento	Descripción	Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
CAp.22	Apiay-24:SF	1,29E-08	703708	Aceptable	2,11E-05	Aceptable
CAp.23	Apiay-25D:K1	2,03E-08	447914	Aceptable	3,32E-05	Aceptable
CAp.24	Apiay-25D:SF	4,45E-09	2040739	Aceptable	7,28E-06	Aceptable
CAp.25	Apiay-26D:K1	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.26	Apiay-27:K1	4,17E-10	21791420	Aceptable	6,82E-07	Aceptable
CAp.27	Apiay-28:K1	2,14E-10	42509716	Aceptable	3,50E-07	Aceptable
CAp.28	Apiay-29:K1	7,04E-11	129057702	Aceptable	1,15E-07	Aceptable
CAp.29	Apiay-30:K1	1,14E-07	79878	Aceptable	1,86E-04	Aceptable
CAp.30	Apiay-31:K1	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.31	Apiay-32:K1	1,24E-08	735154	Aceptable	2,02E-05	Aceptable
CAp.32	Apiay-3R:K1	2,58E-07	35226	Aceptable	4,22E-04	Aceptable
CAp.33	Apiay-4:SF	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.34	Apiay-5:K1	6,83E-08	133121	Aceptable	1,12E-04	Aceptable
CAp.35	Apiay-6:SF	4,21E-09	2160751	Aceptable	6,88E-06	Aceptable
CAp.36	Apiay-7:K2	7,07E-10	12855942	Aceptable	1,16E-06	Aceptable
CAp.37	Apiay-8:K2	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.38	Apiay-9:SF	2,58E-07	35226	Aceptable	4,22E-04	Aceptable
CAp.39	Gavan-1:K2	3,76E-10	24177399	Aceptable	6,15E-07	Aceptable
CAp.40	Gavan-1:SF	2,61E-11	348662723	Aceptable	4,26E-08	Aceptable
CAp.41	Gavan-2:K1	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.42	Gavan-2:SF	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CAp.43	Gavan-4:K1	2,04E-07	44463	Aceptable	3,34E-04	Aceptable
CAp.44	Gavan-4:SF	2,28E-08	399319	Aceptable	3,72E-05	Aceptable
CAp.45	Gavan-5:K1	1,85E-07	49106	Aceptable	3,03E-04	Aceptable
CAp.46	Guatiquia-10:K1	1,77E-07	51363	Aceptable	2,89E-04	Aceptable
CAp.47	Guatiquia-2:K2	3,86E-09	2357807	Aceptable	6,31E-06	Aceptable
CAp.48	Guatiquia-2:SF	8,43E-10	10782815	Aceptable	1,38E-06	Aceptable
CAp.49	Guatiquia-3H:SF	4,34E-07	20943	Aceptable	7,10E-04	Aceptable
CAp.50	Guatiquia-4H:K2	8,77E-09	1037046	Aceptable	1,43E-05	Aceptable
CAp.51	Guatiquia-5:K2	2,84E-09	3200234	Aceptable	4,65E-06	Aceptable
CAp.52	Guatiquia-5:SF	2,84E-09	3200234	Aceptable	4,65E-06	Aceptable
CAp.53	Guatiquia-6D:K1	1,29E-08	703708	Aceptable	2,11E-05	Aceptable
CAp.54	Guatiquia-6D:SF	2,99E-08	303781	Aceptable	4,89E-05	Aceptable
CAp.55	Guatiquia-7:K1	4,69E-08	193789	Aceptable	7,67E-05	Aceptable
CAp.56	Guatiquia-8:K1	3,00E-07	30279	Aceptable	4,91E-04	Aceptable
	Reforma					
CRe.1	LibertadNorte-3:K2	2,74E-08	332087	Aceptable	4,48E-05	Aceptable
CRe.2	LibertadNorte-4:K1	2,04E-09	4454839	Aceptable	3,34E-06	Aceptable
CRe.3	LibertadNorte-5:K2	6,46E-10	14079490	Aceptable	1,06E-06	Aceptable
CRe.4	LibertadNorte-5:SF	2,41E-10	37724917	Aceptable	3,94E-07	Aceptable
CRe.5	LibertadNorte-6:K1	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CRe.6	Libertad-1:K2	1,04E-09	8744997	Aceptable	1,70E-06	Aceptable
	Suria					
CSu.1	Austral-1R:K1	2,94E-08	309193	Aceptable	4,81E-05	Aceptable
CSu.2	Austral-2:K2	8,56E-09	1062262	Aceptable	1,40E-05	Aceptable
CSu.3	Guayuriba-1:K1	2,23E-07	40789	Aceptable	3,64E-04	Aceptable
CSu.4	Guayuriba-2:K2	1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.5	Ocoa-1:K1	1,13E-21	> 10	Aceptable	1,84E-18	Aceptable

Evento	Descripción			Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
					millones			
CSu.6	POMPEYA-1:K2			1,71E-09	5313394	Aceptable	2,80E-06	Aceptable
CSu.7	SAURIO-1:SF			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.8	SuriaSur-10:SF			6,93E-08	131230	Aceptable	1,13E-04	Aceptable
CSu.9	SuriaSur-11:K2			2,64E-08	344329	Aceptable	4,32E-05	Aceptable
CSu.10	SuriaSur-12:K1			1,66E-08	546562	Aceptable	2,72E-05	Aceptable
CSu.11	SuriaSur-12:SF			2,19E-12	4147503559	Aceptable	3,58E-09	Aceptable
CSu.12	SuriaSur-13:K1			1,32E-08	688616	Aceptable	2,16E-05	Aceptable
CSu.13	SuriaSur-13:SF			8,89E-11	102225788	Aceptable	1,45E-07	Aceptable
CSu.14	SuriaSur-14:K1			6,02E-09	1511087	Aceptable	9,84E-06	Aceptable
CSu.15	SuriaSur-15:K1			3,80E-08	239109	Aceptable	6,22E-05	Aceptable
CSu.16	SuriaSur-16:K1			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.17	SuriaSur-17:K1			1,23E-06	7379	Aceptable	2,01E-03	Aceptable
CSu.18	SuriaSur-18:K1			1,40E-07	64815	Aceptable	2,29E-04	Aceptable
CSu.19	SuriaSur-1:SF			1,88E-08	484461	Aceptable	3,07E-05	Aceptable
CSu.20	SuriaSur-21:K1			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.21	SuriaSur-22:K1			9,86E-09	921616	Aceptable	1,61E-05	Aceptable
CSu.22	SuriaSur-2:K2			1,84E-09	4947094	Aceptable	3,01E-06	Aceptable
CSu.23	SuriaSur-3:K2			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.24	SuriaSur-4:K2			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.25	SuriaSur-5:K1			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.26	SuriaSur-6:SF			1,51E-11	603598675	Aceptable	2,46E-08	Aceptable
CSu.27	SuriaSur-7:SF			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.28	SuriaSur-8:K1			2,84E-08	320385	Aceptable	4,64E-05	Aceptable
CSu.29	SuriaSur-9:K1			1,32E-08	688616	Aceptable	2,16E-05	Aceptable
CSu.30	Suria-10:K1			8,77E-08	103666	Aceptable	1,43E-04	Aceptable
CSu.31	Suria-11:K1			1,51E-07	60360	Aceptable	2,46E-04	Aceptable
CSu.32	Suria-12:K2			4,85E-09	1875919	Aceptable	7,92E-06	Aceptable
CSu.33	Suria-13:K1			2,07E-08	439322	Aceptable	3,38E-05	Aceptable
CSu.34	Suria-13:SF			1,75E-07	51948	Aceptable	2,86E-04	Aceptable
CSu.35	Suria-14:K1			5,45E-07	16671	Aceptable	8,92E-04	Aceptable
CSu.36	Suria-15:K1			1,77E-07	51363	Aceptable	2,89E-04	Aceptable
CSu.37	Suria-16:SF			1,21E-07	75031	Aceptable	1,98E-04	Aceptable
CSu.38	Suria-17:SF			2,71E-10	33594779	Aceptable	4,43E-07	Aceptable
CSu.39	Suria-1:K2			8,98E-09	1012574	Aceptable	1,47E-05	Aceptable
CSu.40	Suria-2:K2			2,61E-11	348662723	Aceptable	4,26E-08	Aceptable
CSu.41	Suria-2:SF			1,17E-09	7751370	Aceptable	1,92E-06	Aceptable
CSu.42	Suria-3:K2			1,77E-09	5126156	Aceptable	2,90E-06	Aceptable
CSu.43	Suria-4:K1			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.44	Suria-5:SF			3,87E-08	235181	Aceptable	6,32E-05	Aceptable
CSu.45	Suria-6:K2			1,50E-08	606081	Aceptable	2,45E-05	Aceptable
CSu.46	Suria-7:K2			2,23E-08	406944	Aceptable	3,65E-05	Aceptable
CSu.47	Suria-8:SF			6,17E-08	147363	Aceptable	1,01E-04	Aceptable
CSu.48	Suria-9:K1			7,23E-08	125753	Aceptable	1,18E-04	Aceptable
CSu.49	Tanane-1:K1			1,13E-21	> 10 millones	Aceptable	1,84E-18	Aceptable
CSu.50	Tanane-3:K1			2,04E-09	4454839	Aceptable	3,34E-06	Aceptable
	Carrotanque Nafta			4,49E-08	202557	Aceptable	9,79E-09	Aceptable
	Carrotanque Nafta			1,48E-06	6130	Aceptable	3,16E-07	Aceptable

Evento	Descripción			Riesgo pe Pr/año	Una muerte al año entre	Aceptabilidad pe	Riesgo aa Pr/año	Aceptabilidad aa
	Carrotanque Nafta			8,29E-06	1097	Aceptable	2,26E-06	Aceptable
	Cargue y descargue de Nafta			3,49E-08	260159	Aceptable	8,07E-09	Aceptable
	Cargue y descargue de Nafta			8,95E-07	10155	Aceptable	3,08E-07	Aceptable
	Cargue y descargue de Nafta			7,05E-06	1290	Aceptable	2,16E-06	Aceptable
	Tea - Gas (Rotura menor)			5,56E-08	163485	Aceptable	1,06E-08	Aceptable
	Tea - Gas (Rotura media)			1,26E-06	7233	Aceptable	3,85E-07	Aceptable
	Tea - Gas (Rotura mayor)			4,95E-06	1837	Aceptable	2,24E-06	Aceptable
	Tea - Condensado (Rotura menor)			3,78E-08	240387	Aceptable	1,20E-08	Aceptable
	Tea - Condensado (Rotuar media)			9,29E-07	9789	Aceptable	3,45E-07	Aceptable
	Tea - Condensado (Rotura mayor)			8,11E-06	1122	Aceptable	1,92E-06	Aceptable
	Pozos In Flujo (Ruta de derrame)			8,46E-07	10751	Aceptable	3,52E-07	Aceptable
	Pozos In Flujo (Empozamiento Menor)			3,49E-08	260172	Aceptable	1,37E-08	Aceptable
	Pozos In Flujo (Empozamiento Medio)			1,39E-06	6521	Aceptable	2,28E-07	Aceptable
	Pozos In Flujo (Empozamiento Mayor)			8,62E-06	1054	Aceptable	2,08E-06	Aceptable

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.5.7 Conclusiones

El presente estudio del riesgo fue elaborado para orientar las estrategias y procedimientos definidos para el presente Plan de Contingencia. Los diferentes análisis y valoraciones de este plan fueron elaborados a partir de los eventos, condiciones de escenario, actividades de inspección y mantenimiento, registro de incidentes, entorno medio ambiental, y organización de autoridades de prevención y atención de desastres, propios del Bloque Apiay y su área de influencia.

La metodología empleada considera las causas naturales o antrópicas, mediante un procedimiento cualitativo que determina los factores que originan eventos amenazantes en la infraestructura y su incidencia. Estos eventos no se muestran de manera individual o específica, están relacionados con los procesos industriales y por tanto, con los eventos iniciantes (Rotura parcial o total, derrames o reboses y escapes de gas) y su relación con los eventos amenazantes.

En la Tabla 4-91 se presenta la lista de elementos contemplados en el presente estudio con los elementos que las definen y los procedimientos que se pueden orientar a partir de los resultados.

Tabla 4-91. Apoyo a procedimientos

Valoración del riesgo	Elementos contemplados	Apoyo a procedimientos
Identificación de escenarios	• Eventos iniciantes • Condiciones de escenario • Eventos amenazantes	• Identificar el curso de una emergencia a partir de las condiciones de escenario. • Conocer los eventos que se pueden presentar en caso de derrame o escape de hidrocarburo, y de sustancias nocivas manejadas a granel.
Valoración de causas	• Frecuencia de ocurrencia de causas • Influencia de una causa en la ocurrencia de un evento iniciante. • Probabilidad de mitigación de un evento o efecto amenazante.	• Identificar las causas de mayor influencia en la ocurrencia de e emergencias, para establecer de esta forma las medidas más adecuadas de reducción del riesgo. • Considerar la posibilidad de aplicar medidas de reducción del riesgo dirigidas a reducir de la frecuencia de ocurrencia de la causa, mitigar el desarrollo de un evento amenazante y aplicar medidas para mitigar el efecto, una vez presentado el evento iniciante. • Establecer las temáticas y población de interés de mayor importancia en el desarrollo de programas de divulgación con las comunidades y autoridades del área de influencia.
Estimación de consecuencias de incendio	• Clasificación de eventos iniciantes • Distancias de afectación por radiación • Distancias de afectación por incendio de nube • Distancias de afectación por explosión	• Tener en cuenta las distancias a las cuales pueden presentarse niveles de afectación de importancia para personas, elementos estos combustibles e infraestructuras. • Considerar las distancias hasta las cuales se debe evitar la existencia de puntos calientes, especialmente en emergencia. • Establecer hasta donde pueden presentarse efectos importantes de sobrepresión sobre personas e infraestructuras. • Considerar las condiciones propias de una emergencia con relación al tamaño de la rotura.
Estimación de consecuencias de derrame	• Identificar rutas de derrame • Condiciones del cauce • Evaporación de producto • Dilución del producto en el agua • Tasas de arribo de producto	• Establecer la cantidad de producto máximo que se puede recuperar en cada punto de control para definir de esta forma si los equipos serán suficientes para efectuar la recuperación. • Considerar las concentraciones de producto en el agua, para establecer las condiciones de letalidad de un producto derramado, así como el nivel de contaminación del mismo. • Considerar el punto de vertimiento en la ocurrencia de un derrame para establecer el correctivo necesario en el proceso de evaporación y dilución del producto.

4.1.6 Estrategias para la respuesta

4.1.6.1 Objetivos

El diseño de las estrategias de respuesta para las emergencias que pueden originarse en la operación del Bloque Apiay, cumple con los siguientes objetivos principales:

- Facilitar la identificación de los eventos de riesgo acorde con la necesidad de recursos, para atender las emergencias que se pueden presentar.
- Definir una estrategia de control de emergencias.
- Establecer los grados de emergencia para los eventos posibles, teniendo en cuenta las características propias del área de influencia por derrame, incendio y explosión.
- Identificar los recursos internos y externos que intervienen en el plan y definir sus funciones.
- Definir la organización de los recursos del área operativa de Ecopetrol S.A. y entidades de apoyo del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), para cada grado de emergencia identificado en la actividad de transporte de hidrocarburo por tuberías.
- Establecer procedimientos generales que garanticen la implantación del plan.

Para el diseño del plan estratégico de respuesta a emergencias que se puedan presentar en las operaciones del bloque Apiay, se ha partido de los resultados obtenidos en el análisis de riesgo. De este estudio se han tenido en cuenta las características de los eventos amenazantes y sus respectivas distancias de afectación, características que modifican la necesidad de activación de recursos para atender las emergencias.

En este diseño se tuvieron en cuenta las características del área de influencia como conformación del terreno, condiciones hidráulicas de los canales y cuerpos de agua, sensibilidad ambiental del área de influencia, localización de áreas críticas por concentración de personas en el área de influencia de los posibles eventos amenazantes, recursos internos y externos para atención de la emergencia, así como otras características generales de la emergencia que son propios del tipo de evento que se puede presentar.

4.1.6.2 Estrategia de respuesta

Como elementos fundamentales a tener en cuenta en la elaboración de la estrategia de respuesta se determinaron y desarrollaron los siguientes parámetros:

Tabla 4-92. Área de drenaje, longitud, ancho y pendiente de cada cauce hasta los puntos de control

Cuenca	Corriente	Área (Km2)	Long. (Km)	Pend. Δh/L	W (m)
Rio Ocoa	CAÑO AFL.PIÑALITO	2.99	2.00	0.0040	3
	CAÑO PIÑALITO	12.2	8.5	0.0040	20
	RIO OCOA	200	6.25	0.0026	54
	RIO OCOA, vertimiento	256.73	21.75	0.0026	50
	RIO OCOA	258.67	24.25	0.0029	54
Rio Negro, afluente del río Acacías y tributarios del río Metica	CAÑO PACHAQUIARO	3.58	4.5	0.0029	6
	CAÑO PERALONSO	13.93	7.5	0.0038	6
	CAÑO PERALONSO	30.07	11.7	0.0038	8
	CAÑO QUENANE	57.92	20.5	0.0035	8
	CAÑO QUENANE	58.26	21.2	0.0035	8
	CAÑO QUENANE	58.5	21.8	0.0035	18
	CAÑO QUENANE	59.78	22.6	0.0035	10
	CAÑO QUENANE	116.41	29.6	0.0035	20
	CAÑO POZO 8	0.37	0.7	0.0033	6
	AFL CAÑO QUENANE	0.86	3.88	0.0035	2
	CAÑO LAS BRISAS	1.87	4	0.0033	5
	CAÑO SECO	1.21	2.2	0.0032	3
	CAÑO SECO	1.71	8.7	0.0032	8
	CAÑO MORROCO	1.46	2.4	0.0133	3
	CAÑO CAJUY	4.27	4.6	0.0037	5
	CAÑO CAJUY	8.81	9.5	0.0046	7
	CAÑO CAJUY	13.06	11	0.0046	7
	CAÑO CAJUY	19.2	13.5	0.0046	7
	CAÑO CAJUY	26.14	17.5	0.0046	6
	CAÑO BLANCO	1.39	2.4	0.0024	8
	CAÑO BLANCO	2.82	4.9	0.0024	3
	CAÑO QUENANE	10.48	7.5	0.0035	10
	CAÑO QUENANE	24.12	9.5	0.0035	12
	CAÑO Afl QUENANE	0.12	1.7	0.0018	3
	AFL CAÑO ICA	1.8	1.8	0.0018	3
	CAÑO QUENANE	35.15	8.9	0.0018	6
	CAÑO LA LIBERTAD	2.18	3	0.0033	3
	CAÑO MORICHES	2.28	3.3	0.0033	5
	CAÑO QUENANITO	10.45	7.3	0.0029	12
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	10.6	7.6	0.0029	5
	CAÑO SURIA	16.52	7.6	0.0054	7
	CAÑO SURIA	23.89	12.8	0.0054	15
	CAÑO SURIA	28.82	17.7	0.0054	20
	CAÑO SURIA	30.42	19.6	0.0054	15
	CAÑO SANTA ROSA	4.91	7.7	0.0039	15
	CAÑO SANTA ROSA	11.06	19.5	0.0039	6
	CAÑO SANTA ROSA	48	23.7	0.0039	18
	CAÑO SANTA ROSA	8.93	14	0.0041	10
	RIO NEGRO	38.25	4.6	0.0030	50
	RIO NEGRO	85.3	11.1	0.0030	67
	RIO NEGRO	93.94	17.91	0.0030	30
	RIO NEGRO	100.03	25.2	0.0030	40
	RIO NEGRO	105.85	31.1	0.0030	32
	RIO NEGRO	160	36.5	0.0030	50

Cuenca	Corriente	Área (Km2)	Long. (Km)	Pend. Δh/L	W (m)
Rio Guayuriba	CAÑO LA MONA	1.33	3.7	0.0043	3
	CAÑO LA MONA	3.79	7.2	0.0043	7
	CAÑO SAN CARLOS	0.71	3.8	0.0042	6
	CAÑO SAN CARLOS	2.17	7.8	0.0042	7
	CAÑO LAS MINAS	5.59	5.8	0.0040	15
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	3087	7.9	0.0031	250
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	3095	13	0.0031	250
	RIO GUAYURIBA	3216	40.4	0.0031	419
Caño Chichimene	CAÑO CHICHIMENE	26.92	8.3	0.0045	12
	CAÑO LOS HORNOS	4.75	6.2	0.0040	7
	CAÑO MITU	3.69	3.5	0.0037	3
	CAÑO LOS HORNOS	18.68	15.2	0.0040	10
	CAÑO GRANDE	16.13	14.6	0.0040	3
	CAÑO GRANDE	18.67	10.2	0.00397	4

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Velocidad superficial del agua para caudales promedios en aguas medias, altas y mínimas

Las substancias derramadas por el ducto tienen una densidad inferior a la del agua, y por lo tanto un derrame es transportado por las corrientes de agua principalmente por flotación, y por lo tanto su desplazamiento hacia aguas abajo y el correspondiente tiempo de viaje están asociados con la velocidad superficial del flujo.

En lo que respecta a los caudales representativos de velocidades, se desarrolló el cálculo de los valores promedio de caudales medios, mínimos y máximos para los diferentes puntos de control sobre la red de drenaje, aplicando el criterio de áreas tributarias y rendimientos hídricos. Por lo tanto para este tipo de simulación para canales abiertos se aplica la fórmula de Manning, en donde **Q** es el caudal, **n** el coeficiente de rugosidad de Manning (0.045 para caños y ríos), **A**: el área mojada, **R** el radio hidráulico, $\mathbf{S_o}$ la pendiente de la línea de energía, **y** la profundidad y **w** el ancho.

$$V = \frac{1}{n^{0.6}} \frac{Q^{0.4}}{w^{0.4}} S_0^{0.3} \qquad (6)$$

A continuación se presentan las Tablas 4-93, 4-94 y 4-95 cuyo objeto es el cálculo de las velocidades superficiales promedio multianuales en aguas medias, máximas y mínimas.

Las velocidades que sobrepasan 1.2 m/s se han resaltado debido a que las barreras flotantes dejan de ser efectivas. En época de fuerte sequía, de Enero a Marzo, el caudal y nivel de los ríos y caños disminuye drásticamente, llegando en varios casos extremos a secar su cauce, y en algunos tramos quedan secos o solamente pequeños pocitos sin flujo; este es el caso del Río Negro, entrando por Suria en la Hda La Florida (PC 30). Igualmente se encontraron sin flujo y/o secos los siguientes Caños: Seco (PC 60), afluente del Quenane (PC 63), Morroco (PC 64), Cajuy (PC 65), Piñalito (PC 80), Blanco (PC 78), La Libertad (PC 74), Suria en Santa Rosa (86), La Mona (PC 92 y 99), San Carlos (PC 93 y 100) y Las Minas (PC 96).

En el Capítulo 4.1.5 Análisis y Evaluación del Riesgo Tecnológico, se presentan los resultados de las rutas del derrame y las tasas de arribo a los Puntos de Control.

Tabla 4-93. Cálculo de velocidad media superficial a partir del caudal medio multianual

Cuenca	Corriente	Área	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)
Rio Ocoa	CAÑO AFL.PIÑALITO	2.99	2.00	0.0040	3	34.95	0.045	0.10	0.32
	CAÑO PIÑALITO	12.2	8.5	0.0040	20	34.95	0.045	0.43	0.26
	RIO OCOA	200	6.25	0.0026	54	34.95	0.045	6.99	0.47
	RIO OCOA, vert.	256.73	21.75	0.0026	50	34.95	0.045	8.97	0.54
	RIO OCOA	258.67	24.25	0.0029	54	34.95	0.045	9.04	0.55
Rio Negro, afluente del rio Acacias y tributarios del río Metica	CAÑO PACHAQUIARO	3.58	4.5	0.0029	6	35.60	0.045	0.13	0.24
	CAÑO PERALONSO	13.93	7.5	0.0038	6	35.60	0.045	0.50	0.44
	CAÑO PERALONSO	30.07	11.7	0.0038	8	35.60	0.045	1.07	0.54
	CAÑO QUENANE	57.92	20.5	0.0035	8	61.52	0.045	3.56	0.85
	CAÑO QUENANE	58.26	21.2	0.0035	8	61.52	0.045	3.58	0.86
	CAÑO QUENANE	58.5	21.8	0.0035	18	61.52	0.045	3.60	0.62
	CAÑO QUENANE	59.78	22.6	0.0035	10	61.52	0.045	3.68	0.79
	CAÑO QUENANE	116.41	29.6	0.0035	20	61.52	0.045	7.16	0.78
	CAÑO POZO 8	0.37	0.7	0.0033	6	61.52	0.045	0.02	0.12
	AFL CAÑO QUENANE	0.86	3.88	0.0035	2	61.52	0.045	0.05	0.28
	CAÑO LAS BRISAS	1.87	4	0.0033	5	61.52	0.045	0.12	0.26
	CAÑO SECO	1.21	2.2	0.0032	3	61.52	0.045	0.07	0.26
	CAÑO SECO	1.71	8.7	0.0032	8	61.52	0.045	0.11	0.20
	CAÑO MORROCO	1.46	2.4	0.0133	3	61.52	0.045	0.09	0.43
	CAÑO CAJUY	4.27	4.6	0.0037	5	61.52	0.045	0.26	0.37
	CAÑO CAJUY	8.81	9.5	0.0046	7	61.52	0.045	0.54	0.46
	CAÑO CAJUY	13.06	11	0.0046	7	61.52	0.045	0.80	0.54
	CAÑO CAJUY	19.2	13.5	0.0046	7	61.52	0.045	1.18	0.63
	CAÑO CAJUY	26.14	17.5	0.0046	6	61.52	0.045	1.61	0.76
	CAÑO BLANCO	1.39	2.4	0.0024	8	61.52	0.045	0.09	0.17
	CAÑO BLANCO	2.82	4.9	0.0024	3	61.52	0.045	0.17	0.34
	CAÑO QUENANE	10.48	7.5	0.0035	10	61.52	0.045	0.64	0.39
	CAÑO QUENANE	24.12	9.5	0.0035	12	61.52	0.045	1.48	0.51
	CAÑO Afl QUENANE	0.12	1.7	0.0018	3	61.52	0.045	0.01	0.09
	AFL CAÑO ICA	1.8	1.8	0.0018	3	61.52	0.045	0.11	0.26
	CAÑO QUENANE	35.15	8.9	0.0018	6	61.52	0.045	2.16	0.64
	CAÑO LA LIBERTAD	2.18	3	0.0033	3	61.52	0.045	3.56	0.85
	CAÑO MORICHES	2.28	3.3	0.0033	5	61.52	0.045	0.13	0.34
	CAÑO QUENANITO	10.45	7.3	0.0029	12	61.52	0.045	0.14	0.28
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	10.6	7.6	0.0029	5	61.52	0.045	0.64	0.35
	CAÑO SURIA	16.52	7.6	0.0054	7	61.52	0.045	0.65	0.49
	CAÑO SURIA	23.89	12.8	0.0054	15	61.52	0.045	1.02	0.62
	CAÑO SURIA	28.82	17.7	0.0054	20	61.52	0.045	1.47	0.53
	CAÑO SURIA	30.42	19.6	0.0054	15	61.52	0.045	1.77	0.51
	CAÑO SANTA ROSA	4.91	7.7	0.0039	15	61.52	0.045	1.87	0.58
	CAÑO SANTA ROSA	11.06	19.5	0.0039	6	61.52	0.045	0.30	0.25
	CAÑO SANTA ROSA	48	23.7	0.0039	18	61.52	0.045	0.68	0.51
	CAÑO SANTA ROSA	8.93	14	0.0041	10	61.52	0.045	2.95	0.59
	RIO NEGRO	38.25	4.6	0.0030	50	61.52	0.045	0.55	0.39
	RIO NEGRO	85.3	11.1	0.0030	67	61.52	0.045	2.35	0.33
	RIO NEGRO	93.94	17.91	0.0030	30	61.52	0.045	5.25	0.41
	RIO NEGRO	100.03	25.2	0.0030	40	61.52	0.045	5.78	0.58
	RIO NEGRO	105.85	31.1	0.0030	32	61.52	0.045	6.15	0.53
	RIO NEGRO	160	36.5	0.0030	50	61.52	0.045	6.51	0.59

Cuenca	Corriente	Área	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)
Rio Guayuriba	CAÑO LA MONA	1.33	3.7	0.0043	3	61.52	0.045	9.84	0.59
	CAÑO LA MONA	3.79	7.2	0.0043	7	48.34	0.045	0.06	0.27
	CAÑO SAN CARLOS	0.71	3.8	0.0042	6	48.34	0.045	0.18	0.29
	CAÑO SAN CARLOS	2.17	7.8	0.0042	7	48.34	0.045	0.03	0.16
	CAÑO LAS MINAS	5.59	5.8	0.0040	15	48.34	0.045	0.10	0.23
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	591	7.9	0.0031	250	48.34	0.045	0.27	0.25
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	599	13	0.0031	250	48.34	0.045	149.23	0.92
	RIO GUAYURIBA	720.36	40.4	0.0031	419	48.34	0.045	149.61	0.92
Caño Chichimene	CAÑO CHICHIMENE	26.92	8.3	0.0045	12	48.34	0.045	155.46	0.76
	CAÑO LOS HORNOS	4.75	6.2	0.0040	7	61.52	0.045	1.66	0.57
	CAÑO MITU	3.69	3.5	0.0037	3	61.52	0.045	0.29	0.34
	CAÑO LOS HORNOS	18.68	15.2	0.0040	10	61.52	0.045	0.23	0.43
	CAÑO GRANDE	16.13	14.6	0.0040	3	61.52	0.045	1.15	0.52
	CAÑO GRANDE	18.67	10.2	0.00397	4	61.52	0.045	0.58	0.64

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-94. Cálculo de velocidad máxima superficial a partir del caudal máximo multianual

Cuenca	Corriente	Área	Long.	Pend.	W	Rendim.	n	Caudal	Velocidad
		(Km2)	(Km)	Δh/L	(m)	(Lps-Km2)		(m3/s)	(m/s)
Rio Ocoa	CAÑO AFL.PIÑALITO	2.99	2	0.004	3	232.55	0.045	0.70	0.68
	CAÑO PIÑALITO	12.2	8.5	0.004	20	232.55	0.045	2.84	0.56
	RIO OCOA	200	6.25	0.00256	54	232.55	0.045	46.51	1.01
	RIO OCOA, Vertim.	256.7	21.75	0.00256	50	232.55	0.045	59.70	1.15
	RIO OCOA	258.7	24.25	0.00294	54	232.55	0.045	60.15	1.17
Rio Negro, afluente del rio Acacías y tributarios del rio Metica	CAÑO PACHAQUIARO	3.58	4.5	0.00289	6	139.30	0.045	0.50	0.41
	CAÑO PERALONSO	13.93	7.5	0.00376	6	139.30	0.045	1.94	0.77
	CAÑO PERALONSO	30.07	11.7	0.00376	8	139.30	0.045	4.19	0.93
	CAÑO QUENANE	57.92	20.5	0.00351	8	98.25	0.045	5.69	1.03
	CAÑO QUENANE	58.26	21.2	0.00351	8	98.25	0.045	5.72	1.03
	CAÑO QUENANE	58.5	21.8	0.00351	18	98.25	0.045	5.75	0.75
	CAÑO QUENANE	59.78	22.6	0.00351	10	98.25	0.045	5.87	0.95
	CAÑO QUENANE	116.4	29.6	0.00351	20	98.25	0.045	11.44	0.94
	CAÑO POZO 8	0.37	0.7	0.00333	6	98.25	0.045	0.04	0.15
	AFL CAÑO QUENANE	0.86	3.88	0.00351	2	98.25	0.045	0.08	0.33
	CAÑO LAS BRISAS	1.87	4	0.00333	5	98.25	0.045	0.18	0.31
	CAÑO SECO	1.21	2.2	0.00325	3	98.25	0.045	0.12	0.32
	CAÑO SECO	1.71	8.7	0.00325	8	98.25	0.045	0.17	0.25
	CAÑO MORROCO	1.46	2.4	0.01333	3	98.25	0.045	0.14	0.52
	CAÑO CAJUY	4.27	4.6	0.0037	5	98.25	0.045	0.42	0.44
	CAÑO CAJUY	8.81	9.5	0.00463	7	98.25	0.045	0.87	0.56
	CAÑO CAJUY	13.06	11	0.00463	7	98.25	0.045	1.28	0.65
	CAÑO CAJUY	19.2	13.5	0.00463	7	98.25	0.045	1.89	0.76
	CAÑO CAJUY	26.14	17.5	0.00463	6	98.25	0.045	2.57	0.91
	CAÑO BLANCO	1.39	2.4	0.00245	8	98.25	0.045	0.14	0.21
	CAÑO BLANCO	2.82	4.9	0.00245	3	98.25	0.045	0.28	0.41
	CAÑO QUENANE	10.48	7.5	0.00351	10	98.25	0.045	1.03	0.48
	CAÑO QUENANE	24.12	9.5	0.00351	12	98.25	0.045	2.37	0.62
	CAÑO Afl QUENANE	0.12	1.7	0.00176	3	98.25	0.045	0.01	0.10

Cuenca	Corriente	Área (Km2)	Long. (Km)	Pend. Δh/L	W (m)	Rendim. (Lps-Km2)	n	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)
	AFL CAÑO ICA	1.8	1.8	0.00176	3	98.25	0.045	0.18	0.31
	CAÑO QUENANE	35.15	8.9	0.00176	6	98.25	0.045	3.45	0.77
	CAÑO LA LIBERTAD	2.18	3	0.00333	3	98.25	0.045	0.21	0.40
	CAÑO MORICHES	2.28	3.3	0.00333	5	98.25	0.045	0.22	0.34
	CAÑO QUENANITO	10.45	7.3	0.00289	12	98.25	0.045	1.03	0.42
	CAÑO QUENANITO, Vertim R/L.	10.6	7.6	0.00289	5	98.25	0.045	1.04	0.59
	CAÑO SURIA	16.52	7.6	0.00541	7	98.25	0.045	1.62	0.75
	CAÑO SURIA	23.89	12.8	0.00541	15	98.25	0.045	2.35	0.64
	CAÑO SURIA	28.82	17.7	0.00541	20	98.25	0.045	2.83	0.61
	CAÑO SURIA	30.42	19.6	0.00541	15	98.25	0.045	2.99	0.70
	CAÑO SANTA ROSA	4.91	7.7	0.00388	15	98.25	0.045	0.48	0.31
	CAÑO SANTA ROSA	11.06	19.5	0.00388	6	98.25	0.045	1.09	0.61
	CAÑO SANTA ROSA	48	23.7	0.00388	18	98.25	0.045	4.72	0.71
	CAÑO SANTA ROSA	8.93	14	0.00412	10	98.25	0.045	0.88	0.47
	RIO NEGRO	38.25	4.6	0.00299	50	98.25	0.045	3.76	0.40
	RIO NEGRO	85.3	11.1	0.00299	67	98.25	0.045	8.38	0.49
	RIO NEGRO	93.94	17.91	0.00299	30	98.25	0.045	9.23	0.70
	RIO NEGRO	100	25.2	0.00299	40	98.25	0.045	9.83	0.64
	RIO NEGRO	105.9	31.1	0.00299	32	98.25	0.045	10.40	0.72
	RIO NEGRO	160	36.5	0.00299	50	98.25	0.045	15.72	0.71
Rio Guayuriba	CAÑO LA MONA	1.33	3.7	0.00431	3	186.16	0.045	0.25	0.46
	CAÑO LA MONA	3.79	7.2	0.00431	7	186.16	0.045	0.71	0.50
	CAÑO SAN CARLOS	0.71	3.8	0.00423	6	186.16	0.045	0.13	0.27
	CAÑO SAN CARLOS	2.17	7.8	0.00423	7	186.16	0.045	0.40	0.40
	CAÑO LAS MINAS	5.59	5.8	0.00397	15	186.16	0.045	1.04	0.42
	RIO GUAYURIBA, Vertim E. Castilla	3087	7.9	0.00309	250	186.16	0.045	574.7	1.58
	RIO GUAYURIBA, Vertim E. Suria	3095	13	0.00309	250	186.16	0.045	576.2	1.59
	RIO GUAYURIBA	3216	40.4	0.00309	419	186.16	0.045	598.7	1.31
	CAÑO CHICHIMENE	26.92	8.3	0.00446	12	98.25	0.045	2.6	0.69
	CAÑO LOS HORNOS	4.75	6.2	0.00397	7	98.25	0.045	0.47	0.41
	CAÑO MITU	3.69	3.5	0.00371	3	98.25	0.045	0.36	0.52
	CAÑO LOS HORNOS	18.68	15.2	0.00397	10	98.25	0.045	1.84	0.62
	CAÑO GRANDE	16.13	14.6	0.00397	3	98.25	0.045	0.93	0.77
	CAÑO GRANDE	18.67	10.2	0.00397	4	98.25	0.045	0.93	0.68

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-95. Cálculo de velocidad mínima superficial a partir del caudal mínimo multianual

Cuenca	Corriente	Área (Km2)	Long. (Km)	Pend. Δh/L	W (m)	Rendim. (Lps-Km2)	n	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)
Rio Ocoa	CAÑO AFL.PIÑALITO	2.99	2	0.004	3	14.25	0.045	0.04	0.22
	CAÑO PIÑALITO	12.2	8.5	0.004	20	14.25	0.045	0.17	0.18
	RIO OCOA, Pte El Amor	120		0.0026		14.25	0.045	1.71	
	RIO OCOA	200	6.25	0.0026	54	14.25	0.045	2.85	0.33
	RIO OCOA, vertimiento	256.73	21.8	0.0026	50	14.25	0.045	3.66	0.38
	RIO OCOA	258.67	24.3	0.0029	54	14.25	0.045	3.69	0.38
Rio Negro, afluente del río Acacias y tributarios del río Metica	CAÑO PACHAQUIARO	3.58	4.5	0.0029	6	11.06	0.045	0.04	0.15
	CAÑO PERALONSO	13.93	7.5	0.0038	6	11.06	0.045	0.15	0.28
	CAÑO PERALONSO	30.07	11.7	0.0038	8	11.06	0.045	0.33	0.34
	CAÑO QUENANE	57.92	20.5	0.0035	8	32.20	0.045	1.87	0.66
	CAÑO QUENANE	58.26	21.2	0.0035	8	32.20	0.045	1.88	0.66
	CAÑO QUENANE	58.5	21.8	0.0035	18	32.20	0.045	1.88	0.48
	CAÑO QUENANE	59.78	22.6	0.0035	10	32.20	0.045	1.92	0.61
	CAÑO QUENANE	116.41	29.6	0.0035	20	32.20	0.045	3.75	0.60
	CAÑO POZO 8	0.37	0.7	0.0033	6	32.20	0.045	0.01	0.10
	AFL CAÑO QUENANE	0.86	3.88	0.0035	2	32.20	0.045	0.03	0.21
	CAÑO LAS BRISAS	1.87	4	0.0033	5	32.20	0.045	0.06	0.20
	CAÑO SECO	1.21	2.2	0.0032	3	32.20	0.045	0.04	0.20
	CAÑO SECO	1.71	8.7	0.0032	8	32.20	0.045	0.06	0.16
	CAÑO MORROCO	1.46	2.4	0.0133	3	32.20	0.045	0.05	0.33
	CAÑO CAJUY	4.27	4.6	0.0037	5	32.20	0.045	0.14	0.28
	CAÑO CAJUY	8.81	9.5	0.0046	7	32.20	0.045	0.28	0.36
	CAÑO CAJUY	13.06	11	0.0046	7	32.20	0.045	0.42	0.42
	CAÑO CAJUY	19.2	13.5	0.0046	7	32.20	0.045	0.62	0.49
	CAÑO CAJUY	26.14	17.5	0.0046	6	32.20	0.045	0.84	0.58
	CAÑO BLANCO	1.39	2.4	0.0024	8	32.20	0.045	0.04	0.13
	CAÑO BLANCO	2.82	4.9	0.0024	3	32.20	0.045	0.09	0.26
	CAÑO QUENANE	10.48	7.5	0.0035	10	32.20	0.045	0.34	0.30
	CAÑO QUENANE	24.12	9.5	0.0035	12	32.20	0.045	0.78	0.39
	CAÑO Afl QUENANE	0.12	1.7	0.0018	3	32.20	0.045	0.00	0.07
	AFL CAÑO ICA	1.8	1.8	0.0018	3	32.20	0.045	0.06	0.20
	CAÑO QUENANE	35.15	8.9	0.0018	6	32.20	0.045	1.13	0.49
	CAÑO LA LIBERTAD	2.18	3	0.0033	3	32.20	0.045	0.07	0.26
	CAÑO MORICHES	2.28	3.3	0.0033	5	32.20	0.045	0.07	0.21
	CAÑO QUENANITO	10.45	7.3	0.0029	12	32.20	0.045	0.34	0.27
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L.	10.6	7.6	0.0029	5	32.20	0.045	0.34	0.38
	CAÑO SURIA	16.52	7.6	0.0054	7	32.20	0.045	0.53	0.48
	CAÑO SURIA	23.89	12.8	0.0054	15	32.20	0.045	0.77	0.41
	CAÑO SURIA	28.82	17.7	0.0054	20	32.20	0.045	0.93	0.39
	CAÑO SURIA	30.42	19.6	0.0054	15	32.20	0.045	0.98	0.45
	CAÑO SANTA ROSA	4.91	7.7	0.0039	15	32.20	0.045	0.16	0.20
	CAÑO SANTA ROSA	11.06	19.5	0.0039	6	32.20	0.045	0.36	0.39
	CAÑO SANTA ROSA	48	23.7	0.0039	18	32.20	0.045	1.55	0.46
	CAÑO SANTA ROSA	8.93	14	0.0041	10	32.20	0.045	0.29	0.30
	RIO NEGRO	38.25	4.6	0.003	50	32.20	0.045	1.23	0.26
	RIO NEGRO	85.3	11.1	0.003	67	32.20	0.045	2.75	0.31
	RIO NEGRO	93.94	17.9	0.003	30	32.20	0.045	3.02	0.45
	RIO NEGRO	100.03	25.2	0.003	40	32.20	0.045	3.22	0.41
	RIO NEGRO	105.85	31.1	0.003	32	32.20	0.045	3.41	0.46

Cuenca	Corriente	Área (Km2)	Long. (Km)	Pend. Δh/L	W (m)	Rendim. (Lps-Km2)	n	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)
	RIO NEGRO	160	36.5	0.003	50	32.20	0.045	5.15	0.45
Rio Guayuriba	CAÑO LA MONA	1.33	3.7	0.0043	3	26.24	0.045	0.03	0.21
	CAÑO LA MONA	3.79	7.2	0.0043	7	26.24	0.045	0.10	0.23
	CAÑO SAN CARLOS	0.71	3.8	0.0042	6	26.24	0.045	0.02	0.12
	CAÑO SAN CARLOS	2.17	7.8	0.0042	7	26.24	0.045	0.06	0.18
	CAÑO LAS MINAS	5.59	5.8	0.004	15	26.24	0.045	0.15	0.19
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	3087	7.9	0.0031	250	26.24	0.045	81.00	0.72
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	3095	13	0.0031	250	26.24	0.045	81.21	0.72
	RIO GUAYURIBA	3216	40.4	0.0031	419	26.24	0.045	84.39	0.60
	CAÑO CHICHIMENE	26.92	8.3	0.0045	12	32.20	0.045	0.87	0.44
	CAÑO LOS HORNOS	4.75	6.2	0.004	7	32.20	0.045	0.15	0.27
	CAÑO MITU	3.69	3.5	0.0037	3	32.20	0.045	0.12	0.33
	CAÑO LOS HORNOS	18.68	15.2	0.004	10	32.20	0.045	0.60	0.40
	CAÑO GRANDE	16.13	14.6	0.004	3	32.20	0.045	0.31	0.49
	CAÑO GRANDE	18.67	10.2	0.004	4	32.20	0.045	0.31	0.44

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Red vial

En el Figura 4-80 de Accesos, Distancias y Velocidades, se representa de manera esquemática la red vial del bloque Apiay y utilizada para el PDC de la SOA, enlazada con la información general de tiempos y distancias desde las 4 estaciones de la SCC. Además de la red vial, en este esquema se indica para cada vía el nombre general dado a cada una, y se delimitan tramos de acuerdo con la ubicación de puntos de interés para el PDC de la SOA, como Estaciones de ECOPETROL, cruces con corrientes en los Puntos de Control, poblaciones, infraestructura regional de importancia, puntos de referencia, y cambio de categoría de las vías (pavimentadas a no pavimentadas). Cada tramo de cada vía tiene información sobre la distancia parcial y la velocidad correspondiente determinada en los recorridos de campo de acuerdo con el estado del tramo. Esta información sirvió como base para la determinación de los tiempos de desplazamiento del personal hasta los 56 Puntos de Control determinados para la SOA, y hasta los 7 Puntos de Control que se encuentran al sur del bloque Apiay y al norte del bloque Chichimene y Castilla y que cubren parte de los oleoductos Chichimene – Apiay y Castilla 2 – Apiay, Puntos que pueden ser atendidos desde ambas superintendencias.

Figura 4-80. Esquema de accesos, distancias y velocidades de desplazamiento, bloque Apiay

Tabla 4-96. Infraestructura petrolera del bloque Apiay, por Estaciones y con relación a cuencas y corrientes de agua

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
RIO OCOA	CAÑO AFL. PIÑALITO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			1.0	ESTACION APIAY ESTACION REFORMA/LIBERTAD
	CAÑO PIÑALITO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			1.0	
	RIO OCOA, Pte El Amor					
	RIO OCOA	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad			2.5	
	RIO OCOA, Vertim.	Estación AP			4.0	
	RIO OCOA	Vertimiento ERA al Ocoa.		G-1	1.20	
CAÑO PERALONSO	C. PACHAQUIARO	Emisario Vertimiento al Ocoa		G7-1, G7-2, G7-3; GA-2, G-2, G-3H, G-4H, G8-1, G8-2, G8-3, G8-4, G8-5, G-5H, A-25H.	2.2	
	CAÑO PERALONSO	Emisario Vertimiento al Ocoa		G8-1, G8-2, G8-3, G8-4, GA-4, G-6, A-30, A-15, A-23, G13-2, G13-1, A-20, A-6, GA-1, GA-5.	2.0	
	CAÑO PERALONSO	Punto de Control Alternativo, abajo de PC# 39 y PC# 40.			5.2	
CAÑO QUENANE	CAÑO QUENANE	ERA	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP Oleoducto R/L-AP	SAU2-1,SAU2-2,SAU2-3,SAU2-4, A-7, A-2, A-28, A-1, A-11, A-13, A-32, A-5, A-4.	0.20	
	CAÑO SECO, afl. caño Quenane	PLANTAS, Mantenimiento	Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP	A-17M, A-26, A-3, A-29, A-19, A-31.	0.40	
	CAÑO QUENANE	Planta Asfalto y Planta Gas	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP	A-9 y abajo del PC 24.	0.30	
	CAÑO QUENANE	Plantas Asfalto y Gas	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP.	Abajo de PC 14 y PC 24.	0.55	
	AFL CAÑO QUENANE	Parqueadero Carrotanques	Gasoducto R/L-SU-AP	A-21, A-8.	0.15	
	AFL CAÑO QUENANE	Parqueadero Carrotanques	Gasoducto R/L-SU-AP	A-10, A-24, A-21, A-8. A-14, A-12, A-3, A-22, A-18.	0.53	
	CAÑO QUENANE	ERA/PLANTAS Parqueadero alterno	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP Oleoducto CH-AP Oleoducto C2-AP.	AE-2,AE-3, AE-1, A-18, A-16, A-14, A-12.	0.86	
	CAÑO QUENANE	Ultimo PC alternativo en el Caño Quenane			8.00	
	CAÑO SECO	ERA	Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 161 (A-17M, A-26, A-3, A-29, A-19, A-31).	0.90	

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
	CAÑO MORROCO	Futuros desarrollos al S del Campo Apiay			2.36	
	CAÑO CAJUY		Oleoducto CH-AP Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP.	L5-2, L5-3, L5-4, L5-5, S19-1, S19-2, S19-3, S19-4, S-33, S-17.	0.35	
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto CH-AP. Oleoducto C2-AP.	T-8, T-3, T-1, CA-1.	0.80	
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 33	2.00	
	CAÑO CAJUY		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 44	3.70	
	CAÑO CAJUY		Oleoducto R/L-APOleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	A-32, AE4-2, AE4-5, Abajo del PC 48	5.44	
	CAÑO BLANCO	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma/Libertad.			1.00	ESTACION REFORMA / LIBERTAD
	CAÑO BLANCO			L-9, R-1.	0.40	
	CAÑO MORICHES			LN8-1, LN8-2, LN8-3, T-1.	0.50	
	CAÑO QUENANITO			LN-4, LN30-1, LN30-2, LN30-3.	1.09	
	CAÑO QUENANITO	ESTACION R/L Vertimiento	Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-A	LN-3	0.20	
	CAÑO QUENANE			R-2	0.40	
	CAÑO QUENANE y Quenanito	Vertimiento R/L		LN-1, LN-5, LN-2	1.00	
	CAÑO Afl QUENANE	Futuros desarrollos al W del Campo Reforma.			1.64	
	AFL CAÑO ICA		Gasoducto R/L-SU-AP Oleoducto R/L-AP	L-1, L-2, L-4, LN6-1, LN6-2	2.00	
	CAÑO QUENANE			L-9, R-1, L-23.	3.00	
	CAÑO LIBERTAD		Gasoducto R/L-SU-A	L-7, L14-1, L14-2, L14-3, L-14.	0.20	
	BAJO LAS BRISAS		Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	S-30,S40-2,S40-3,S40-4,S40-5,T9-1, T9-2,SAU5-1,SAU5-2,SAU5-3,SAU5-4, SAU5-5, SAU-1.	0.60	
RIO NEGRO	CAÑO SURIA	Futuros desarrollos al W del Campo Suria.			1.00	ESTACION SURIA
	CAÑO SURIA; Caño Hornos	ESTACION SURIA	Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	QUE-1,OCO-1,GY-1,GY-2,S-14,S-10, S-11,S-12,S-13,SS-12,SS-13,S-14, SS-7, SS-4, SS-2,S-9,S-6,S-18, S-1R.	0.40	
	CAÑO SURIA	ESTACION SURIA	Gasoducto R/L-SU-AP.	T-2, S-4, S-5, S-7, S-16, S-8, S-2, S-3, S-12, SS-1, SS-3, SS-9	3.90	
	CAÑO SURIA	Punto de Control Alternativo abajo de PC # 31.			2.00	
	CAÑO SANTA ROSA		Oleoducto CH-AP.		1.60	
	CAÑO SANTA ROSA		Oleoducto R/L-AP. Oleoducto C2-AP.	SS-33, SS-15, SS-10, SS-8, R-1, SS-11, SS-18, SS-17, SS-6.	0.50	

Cuenca	Corriente	Relación de infraestructura petrolera			Distancia Crítica	Estación Comando
		Estación	Oleoducto/ Gasoducto	Pozos	(km)	
	CAÑO STA ROSA	Abajo del PC 29			7.56	
	CAÑO STA ROSA	Punto de Control Alternativo abajo de la confluencia de los PC 41 y PC 42.			11.85	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP.		2.01	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP.		6.20	
	RIO NEGRO		Oleoducto CH-AP, Oleoducto C2-AP.	AU-1, AU-1aux, SS-5, SS-16, AU-2, SS21-1,SS21-2,SS21-3,SS21-4,SS-24.	0.80	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #30			10.60	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #43			16.80	
	RIO NEGRO	Punto de Control Alternativo abajo del PC #49			22.50	
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA		Oleoducto C2-AP.		1.50	
	CAÑO LA MONA		Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 92	4.00	
	CAÑO SAN CARLOS		Oleoducto C2-AP.		1.80	
	CAÑO SAN CARLOS		Oleoducto C2-AP.	Abajo del PC 93	5.00	
	CAÑO LAS MINAS		Oleoducto C2-AP.		1.70	
	RIO GUAYURIBA	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP. Oleoducto CH-AP.		1.00	
	RIO GUAYURIBA	Vertimiento Estación SU	Oleoducto CH-APOleoducto C2-AP.	Abajo del PC 174	7.20	
	RIO GUAYURIBA		Oleoducto CH-AP	Abajo del PC 150	30.00	
CAÑO CHICHIMENE	CAÑO CHICHIMENE		Oleoducto CH-APOleoducto C2-AP.		5.00	
	CAÑO LOS HORNOS		Oleoducto C2-AP.		4.20	
	CAÑO MITU		Oleoducto C2-AP.		5.00	
	CAÑO LOS HORNOS		Oleoducto C2-AP.	Abajo de confluencia de PC170 y 171	15.00	
	CAÑO GRANDE	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP.	Derivación del rio Guayuriba, abajo del Vertimiento C1+C2+AC. (PC 174)	15.00	
	CAÑO GRANDE	Vertimiento C1+C2+AC	Oleoducto C2-AP.		16.50	

Vertimiento ERA al Ocoa = Vertimiento de aguas industriales tratadas de la Estación de Bombeo a Coveñas, al Río Ocoa.
ERA = Estación Recolectora Apiay. Estación R/L= Estación Reforma/Libertad
Estación AP = Estación Apiay. Estación SU= Estación Suria
Oleoducto CH-AP = Oleoducto Chichimene-Apiay;
Oleoducto R/L-AP = Oleoducto Reforma/Libertad-Apiay
Gasoducto R/L-SU-AP = Gasoducto Reforma/Libertad-Suria-Apiay;
Oleoducto C2-AP= Oleoducto Castilla 2-Apiay
Vertim. C1+C2+AC =Vertimiento de aguas industriales tratadas en Castilla 1, Castilla 2, y Acacías al río Guayuriba.
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-97. Caudal medio (m3/s), Velocidad media superficial (m/s) de Cuencas y Sub-Cuencas potencialmente afectadas, y Tiempos y Tasas de arribo de la mancha

Cuenca	Corriente	Caudal medio	Velocidad media	TIEMPO (horas), para Distancia máxima, media y crítica.		
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo
RIO OCOA	CAÑO AFL.PIÑALITO	0.10	0.32	1.73	0.87	0.87
	CAÑO PIÑALITO	0.43	0.26	8.97	4.49	1.06
	RIO OCOA	6.99	0.47	3.67	1.83	1.47
	RIO OCOA, vertimiento	8.97	0.54	11.20	5.60	2.06
	RIO OCOA	9.04	0.55	12.31	6.15	0.61
RIO NEGRO (TRIBUTARIO DEL RIO METICA)	CAÑO PACHAQUIARO	0.13	0.24	5.24	2.62	2.56
	CAÑO PERALONSO	0.50	0.44	4.69	2.35	1.25
	CAÑO PERALONSO	1.07	0.54	6.03	3.02	2.68
	CAÑO QUENANE	3.56	0.85	6.67	3.34	0.07
	CAÑO QUENANE	3.58	0.86	6.88	3.44	0.10
	CAÑO QUENANE	3.60	0.62	9.77	4.89	0.25
	CAÑO QUENANE	3.68	0.79	7.94	3.97	0.91
	CAÑO QUENANE	7.16	0.78	10.51	5.26	2.84
	CAÑO POZO 8	0.02	0.12	1.56	0.78	0.33
	AFL CAÑO QUENANE	0.05	0.28	3.91	1.95	0.53
	CAÑO LAS BRISAS	0.12	0.26	4.33	2.16	0.65
	CAÑO SECO	0.07	0.26	2.33	1.16	0.42
	CAÑO SECO	0.11	0.20	11.86	5.93	1.23
	CAÑO MORROCO	0.09	0.43	1.54	0.77	1.52
	CAÑO CAJUY	0.26	0.37	3.47	1.73	0.26
	CAÑO CAJUY	0.54	0.46	5.73	2.87	0.48
	CAÑO CAJUY	0.80	0.54	5.67	2.83	1.03
	CAÑO CAJUY	1.18	0.63	5.96	2.98	1.63
	CAÑO CAJUY	1.61	0.76	6.42	3.21	2.00
	CAÑO BLANCO	0.09	0.17	3.87	1.93	1.61
	CAÑO BLANCO	0.17	0.34	4.02	2.01	0.33
	CAÑO QUENANE	0.64	0.39	5.29	2.64	0.28
	CAÑO QUENANE	1.48	0.51	5.16	2.58	0.54
	CAÑO Afl QUENANE	0.01	0.09	5.44	2.72	3.20
	AFL CAÑO ICA	0.11	0.26	1.95	0.97	2.17
	CAÑO QUENANE	2.16	0.64	3.88	1.94	1.31
	CAÑO LA LIBERTAD	0.13	0.34	2.49	1.24	0.17

Cuenca	Corriente	Caudal medio	Velocidad media	TIEMPO (horas), para Distancia máxima, media y crítica.		
		(m3/s)	(m/s)	Máx.	Medio	Mínimo
	CAÑO MORICHES	0.14	0.28	3.30	1.65	0.50
	CAÑO QUENANITO	0.64	0.35	5.87	2.94	0.88
	CAÑO QUENANITO, Vert R/L	0.65	0.49	4.28	2.14	0.11
	CAÑO SURIA	1.02	0.62	3.40	1.70	0.45
	CAÑO SURIA	1.47	0.53	6.71	3.35	0.21
	CAÑO SURIA	1.77	0.51	9.65	4.83	2.13
	CAÑO SURIA	1.87	0.58	9.32	4.66	0.95
	CAÑO SANTA ROSA	0.30	0.25	8.39	4.20	1.74
	CAÑO SANTA ROSA	0.68	0.51	10.64	5.32	4.13
	CAÑO SANTA ROSA	2.95	0.59	11.16	5.58	5.58
	CAÑO SANTA ROSA	0.55	0.39	10.03	5.02	0.36
	RIO NEGRO	2.35	0.33	3.86	1.93	1.69
	RIO NEGRO	5.25	0.41	7.60	3.80	4.25
	RIO NEGRO	5.78	0.58	8.56	4.28	0.38
	RIO NEGRO	6.15	0.53	13.17	6.59	5.54
	RIO NEGRO	6.51	0.59	14.54	7.27	7.85
	RIO NEGRO	9.84	0.59	17.29	8.64	10.66
RIO GUAYURIBA	CAÑO LA MONA	0.06	0.27	3.81	1.91	1.55
	CAÑO LA MONA	0.18	0.29	6.85	3.42	3.80
	CAÑO SAN CARLOS	0.03	0.16	6.68	3.34	3.16
	CAÑO SAN CARLOS	0.10	0.23	9.32	4.66	5.98
	CAÑO LAS MINAS	0.27	0.25	6.57	3.28	1.92
	RIO GUAYURIBA, Vert Castilla	149.23	0.92	2.38	1.19	0.30
	RIO GUAYURIBA, Vert Suria	149.61	0.92	3.90	1.95	2.16
	RIO GUAYURIBA	155.46	0.76	14.69	7.35	10.91
Caño Chichimene (rio Acacias Metica)	CAÑO CHICHIMENE	1.66	0.57	4.02	2.01	2.42
	CAÑO LOS HORNOS	0.29	0.34	5.01	2.51	3.40
	CAÑO MITU	0.23	0.43	2.28	1.14	3.25
	CAÑO LOS HORNOS	1.15	0.52	8.20	4.10	8.09
	CAÑO GRANDE	0.58	0.64	6.37	3.19	6.55
	CAÑO GRANDE	0.58	0.57	4.9961	2.498	8.08

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Como respuesta a los eventos que se pueden presentar en el Bloque Apiay, deben adoptarse medidas acordes a la magnitud de la emergencia, pero definitivamente la respuesta depende en gran manera del tipo de producto comprometido.

En caso de derrame de hidrocarburos, se adoptarán medidas de seguimiento del derrame para verificar su comportamiento, al mismo tiempo que se adaptan medidas de contención y recuperación en los sitios en los que se pueda recuperar la mayor cantidad de producto, optimizando así los recursos disponibles. Las medidas de control del evento de derrame dependerán básicamente del medio receptor agua o suelo.

Para derrames de sustancias nocivas, deberá realizarse un seguimiento del producto derramado, monitoreando su concentración en el agua, para poder estimar el impacto producido de manera eficiente, y así poder dar aviso a tiempo e las comunidades cercanas al sitio de vertimiento y en las rutas de derrame.

Tanto por derrames de hidrocarburos como en derrames de sustancias nocivas, si estos son vertidos en tierra, se requerirá adoptar medidas de recuperación en suelos que incluyen la interrupción del avance del producto superficial y subsuperficialmente.

Para el control de derrames de hidrocarburos se han considerado algunas variables referidas a los puntos de control, las cuales se muestran a continuación.

Distancias viales a los puntos de control

Las distancias de desplazamiento vial a los puntos para control de derrames, tanto parciales como totales, se obtuvieron directamente durante los recorridos de campo, durante los cuales se tomaron las distancias desde las estaciones Apiay, Reforma – La Libertad y Suria, por tramos hasta los sitios de importancia y hasta los 63 Puntos de Control. Las distancias parciales se relacionan en el esquema de accesos, distancias y velocidades del bloque Apiay (Figura 4-80). En la Tabla 4-98 se presenta un resumen de las distancias totales entre las estaciones de la SOA hasta los Puntos de Control definidos en el PDC de la SOA, así como desde las estaciones de la SCC hasta los puntos de Control que deben ser atendidos desde las dos Superintendencias.

Tabla 4-98. Distancias totales desde las estaciones de la SOA hasta los PC

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
ESTACION APIAY	1	Caño Piñalito	20,5
ESTACION APIAY	2	Caño Piñalito	20,2
ESTACION APIAY	3	Río Ocoa	21,0
ESTACIÒN APIAY	4	Río Ocoa	5,6
ESTACION APIAY	5	Cñ Pachaquiarito	3,1
ESTACION APIAY	6	Caño Peralonso	2,6
ESTACION APIAY	7	Caño Peralonso	7,8
ESTACION APIAY	8	Caño Blanco	16,8
ESTACION APIAY	9	Caño Blanco	15,4
ESTACION APIAY	10	Caño Quenane	16,4
ESTACION APIAY	11	Caño Quenane	14,3
ESTACION APIAY	12	Afl Cñ Quenanito	14,3
ESTACION APIAY	13	Caño Quenanito	14,9

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
ESTACION APIAY	14	Caño Quenanito	15,3
ESTACION APIAY	15	Afl Caño Blanco	14,4
ESTACION APIAY	16	Afl Caño Blanco	14,3
ESTACIÒN APIAY	16A	Caño Quenane	22,4
ESTACION APIAY	17	Caño La Libertad	12,1
ESTACIÒN APIAY	17A	Caño Quenane	7,0
ESTACIÓN APIAY	17B	Caño Quenane	**0**
ESTACION APIAY	18	Caño Seco	0,5
ESTACIÓN APIAY	19	Caño Quenane	0,5
ESTACION APIAY	20	Caño Quenane	0,5
ESTACION APIAY	21	Caño Quenane	0,4
ESTACIÒN APIAY	21A	Afl Cñ Quenane	2,2
ESTACION APIAY	22	Caño Quenane	2,5
ESTACION APIAY	23	Afl 2 Cñ Quenane	1,0
ESTACION APIAY	24	Caño Morroco	4,3
ESTACION APIAY	25	Caño Cajuy	5,4
ESTACION APIAY	26	Caño Seco	12,4
ESTACION APIAY	27	Caño Cajuy	9,5
ESTACION APIAY	28	Caño Cajuy	6,6
ESTACION APIAY	29	Caño Cajuy	5,7
ESTACION APIAY	30	Caño Cajuy	6,0
ESTACION APIAY	31	Caño Suria	14,1
ESTACION APIAY	32	Caño Suria	11,1
ESTACION APIAY	33	Caño Suria	8,1
ESTACION APIAY	34	Caño Suria	6,6
ESTACION APIAY	35	Caño Santa Rosa	16,5
ESTACION APIAY	36	Caño Santa Rosa	8,0
ESTACION APIAY	37	Caño Santa Rosa	10,3
ESTACION APIAY	38	Río Negro	24,9
ESTACION APIAY	39	Río Negro	17,1
ESTACION APIAY	40	Caño Santa Rosa	12,4
ESTACION APIAY	41	Río Negro	14,6
ESTACION APIAY	42	Río Negro	9,2
ESTACION APIAY	43	Río Negro	11,9
ESTACION APIAY	44	Río Negro	13,0
ESTACION APIAY	45	Caño La Mona	19,0
ESTACION APIAY	46	Caño San Carlos	19,8
ESTACION APIAY	47	Caño Las Minas	20,5
ESTACION APIAY	48	Caño La Mona	21,6
ESTACION APIAY	49	Caño San Carlos	22,4
ESTACION APIAY	49A	Caño San Carlos	23,2
ESTACION APIAY	50	Río Guayuriba	30,2
ESTACION APIAY	51	Caño Chichimene	49,6
ESTACION APIAY	52	Caño Los Hornos	48,0
ESTACION APIAY	53	Caño Mitú o Seco	47,7
ESTACION APIAY	53A	Caño Los Hornos	45,3
ESTACION APIAY	54	Cñ Grande Canal	41,2

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
ESTACION APIAY	55	Caño Grande	40,7
ESTACION APIAY	75	Ver R Guayuriba	50,8
ESTACION REFORMA	1	Caño Piñalito	5,2
ESTACION REFORMA	2	Caño Piñalito	4,9
ESTACION REFORMA	3	Río Ocoa	5,7
ESTACION REFORMA	4	Río Ocoa	20,9
ESTACION REFORMA	5	Cñ Pachaquiarito	18,4
ESTACION REFORMA	6	Caño Peralonso	17,9
ESTACION REFORMA	7	Caño Peralonso	23,1
ESTACION REFORMA	8	Caño Blanco	1,6
ESTACION REFORMA	9	Caño Blanco	7,7
ESTACION REFORMA	10	Caño Quenane	1,1
ESTACION REFORMA	11	Caño Quenane	6,6
ESTACION REFORMA	12	Afl Cñ Quenanito	1,0
ESTACION REFORMA	13	Caño Quenanito	0,4
ESTACION REFORMA	14	Caño Quenanito	0,2
ESTACION REFORMA	15	Afl Caño Blanco	6,7
ESTACION REFORMA	16	Afl Caño Blanco	6,6
ESTACION REFORMA	16A	Caño Quenane	7,1
ESTACION REFORMA	17	Caño La Libertad	4,4
ESTACION REFORMA	17A	Caño Quenane	8,9
ESTACIÓN REFORMA	17B	Caño Quenane	**0**
ESTACION REFORMA	18	Caño Seco	15,8
ESTACIÓN REFORMA	19	Caño Quenane	15,84
ESTACIÓN REFORMA	20	Caño Quenane	**15,83**
ESTACION REFORMA	21A	Afl Cñ Quenane	13,7
ESTACION REFORMA	21	Caño Quenane	14,9
ESTACION REFORMA	22	Caño Quenane	15,8
ESTACION REFORMA	23	Afl 2 Cñ Quenane	14,3
ESTACION REFORMA	24	Caño Morroco	17,6
ESTACION REFORMA	25	Caño Cajuy	18,7
ESTACION REFORMA	26	Caño Seco	27,7
ESTACION REFORMA	27	Caño Cajuy	7,6
ESTACION REFORMA	28	Caño Cajuy	12,1
ESTACION REFORMA	29	Caño Cajuy	12,9
ESTACION REFORMA	30	Caño Cajuy	14,1
ESTACION REFORMA	31	Caño Suria	3,8
ESTACION REFORMA	32	Caño Suria	9,2
ESTACION REFORMA	33	Caño Suria	13,6
ESTACION REFORMA	34	Caño Suria	13,8
ESTACION REFORMA	35	Caño Santa Rosa	6,2
ESTACION REFORMA	36	Caño Santa Rosa	15,2
ESTACION REFORMA	37	Caño Santa Rosa	18,4
ESTACION REFORMA	38	Río Negro	14,6
ESTACION REFORMA	39	Río Negro	6,8
ESTACION REFORMA	40	Caño Santa Rosa	10,5
ESTACION REFORMA	41	Río Negro	12,7

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
ESTACION REFORMA	42	Río Negro	16,4
ESTACION REFORMA	43	Río Negro	20,0
ESTACION REFORMA	44	Río Negro	21,1
ESTACION REFORMA	45	Caño La Mona	8,7
ESTACION REFORMA	46	Caño San Carlos	9,5
ESTACION REFORMA	47	Caño Las Minas	10,2
ESTACION REFORMA	48	Caño La Mona	11,3
ESTACION REFORMA	49	Caño San Carlos	12,1
ESTACION REFORMA	49A	Caño San Carlos	12,9
ESTACION REFORMA	50	Río Guayuriba	38,3
ESTACIÒN SURIA	1	Caño Piñalito	14,3
ESTACIÒN SURIA	2	Caño Piñalito	14,0
ESTACIÒN SURIA	3	Río Ocoa	14,8
ESTACION SURIA	4	Río Ocoa	16,6
ESTACIÒN SURIA	5	Cñ Pachaquiarito	14,1
ESTACIÒN SURIA	6	Caño Peralonso	13,6
ESTACIÒN SURIA	7	Caño Peralonso	18,8
ESTACION SURIA	8	Caño Blanco	10,6
ESTACION SURIA	9	Caño Blanco	9,2
ESTACION SURIA	10	Caño Quenane	10,2
ESTACION SURIA	11	Caño Quenane	8,1
ESTACION SURIA	12	Afl Cñ Quenanito	8,1
ESTACION SURIA	13	Caño Quenanito	8,7
ESTACION SURIA	14	Caño Quenanito	9,0
ESTACION SURIA	15	Afl Caño Blanco	8,2
ESTACION SURIA	16	Afl Caño Blanco	8,1
ESTACION SURIA	16A	Caño Quenane	16,2
ESTACION SURIA	17	Caño La Libertad	5,9
ESTACION SURIA	17A	Caño Quenane	4,6
ESTACIÓN SURIA	17B	Caño Quenane	**0**
ESTACION SURIA	18	Caño Seco	11,5
ESTACIÓN SURIA	19	Caño Quenane	**11,54**
ESTACIÓN SURIA	20	Caño Quenane	11,53
ESTACION SURIA	21A	Afl Cñ Quenane	9,4
ESTACION SURIA	21	Caño Quenane	10,6
ESTACION SURIA	22	Caño Quenane	11,5
ESTACION SURIA	23	Afl 2 Cñ Quenane	10,0
ESTACION SURIA	24	Caño Morroco	13,3
ESTACION SURIA	25	Caño Cajuy	14,4
ESTACION SURIA	26	Caño Seco	23,4
ESTACIÒN SURIA	27	Caño Cajuy	1,5
ESTACIÒN SURIA	28	Caño Cajuy	7,8
ESTACIÒN SURIA	29	Caño Cajuy	8,9
ESTACIÒN SURIA	30	Caño Cajuy	9,8
ESTACIÒN SURIA	31	Caño Suria	7,9
ESTACIÒN SURIA	32	Caño Suria	0,1
ESTACIÒN SURIA	33	Caño Suria	9,3

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
ESTACIÒN SURIA	34	Caño Suria	9,8
ESTACIÒN SURIA	35	Caño Santa Rosa	10,3
ESTACIÒN SURIA	36	Caño Santa Rosa	11,2
ESTACIÒN SURIA	37	Caño Santa Rosa	14,1
ESTACIÒN SURIA	38	Río Negro	18,7
ESTACIÒN SURIA	39	Río Negro	10,9
ESTACIÒN SURIA	40	Caño Santa Rosa	1,4
ESTACIÒN SURIA	41	Río Negro	3,6
ESTACIÒN SURIA	42	Río Negro	12,4
ESTACIÒN SURIA	43	Río Negro	15,7
ESTACIÒN SURIA	44	Río Negro	16,8
ESTACIÒN SURIA	45	Caño La Mona	9,1
ESTACIÒN SURIA	46	Caño San Carlos	9,9
ESTACIÒN SURIA	47	Caño Las Minas	10,6
ESTACIÒN SURIA	48	Caño La Mona	11,7
ESTACIÒN SURIA	49	Caño San Carlos	12,5
ESTACIÒN SURIA	49A	Caño San Carlos	17,0
ESTACIÒN SURIA	50	Río Guayuriba	34,0
ESTACION ACACIAS	50	Río Guayuriba	54,5
ESTACION ACACIAS	51	Caño Chichimene	35,1
ESTACION ACACIAS	52	Caño Los Hornos	36,7
ESTACION ACACIAS	53	Caño Mitú o Seco	37,0
ESTACION ACACIAS	53A	Caño Los Hornos	41,0
ESTACION ACACIAS	54	Caño Grande Canal	43,5
ESTACION ACACIAS	55	Caño Grande	44,0
ESTACION ACACIAS	75	Vertim R Guayuriba	40,5
ESTACION CASTILLA 1	50	Río Guayuriba	60,9
ESTACION CASTILLA 1	51	Caño Chichimene	41,5
ESTACION CASTILLA 1	52	Caño Los Hornos	43,1
ESTACION CASTILLA 1	53	Caño Mitú o Seco	43,4
ESTACION CASTILLA 1	53A	Caño Los Hornos	47,4
ESTACION CASTILLA 1	54	Cñ Grande Canal	49,9
ESTACION CASTILLA 1	55	Caño Grande	50,4
ESTACION CASTILLA 1	75	Vert R Guayuriba	46,9
ESTACION CASTILLA 2	50	Río Guayuriba	58,3
ESTACION CASTILLA 2	51	Caño Chichimene	38,9
ESTACION CASTILLA 2	52	Caño Los Hornos	40,5
ESTACION CASTILLA 2	53	Caño Mitú o Seco	40,8
ESTACION CASTILLA 2	53A	Caño los Hornos	44,8
ESTACION CASTILLA 2	54	Cñ Grande Canal	47,3
ESTACION CASTILLA 2	55	Caño Grande	47,8
ESTACION CASTILLA 2	75	Vert R Guayuriba	44,3
EST CHICHIMENE	51	Caño Chichimene	33,4
EST CHICHIMENE	52	Caño Los Hornos	35,0
EST CHICHIMENE	53	Caño Mitú o Seco	35,3
EST CHICHIMENE	53A	Caño Los Hornos	39,3
EST CHICHIMENE	54	Cñ Grande Canal	41,8

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)
EST CHICHIMENE	54	Caño Grande	42,3
EST CHICHIMENE	55	Río Guayuriba	52,8
EST CHICHIMENE	75	Vert R Guayuriba	38,8

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Velocidad de desplazamiento según el estado vial

Durante los recorridos de campo, para cada uno de los tramos de las vías involucradas en el PDC se determinó la velocidad de desplazamiento, de acuerdo con el estado real de cada vía. Esto permitió asignar para cada una de las subcategorías indicadas en la Tabla 4-98, vías de la SOA, una velocidad de desplazamiento. En la Tabla a continuación se indica la velocidad asignada para cada tipo de vías del área de estudio (Tabla 4-99). Esta información se encuentra en el Esquema de Accesos, Distancias y Velocidades de la SOA (Figura 4-80) y sirvió para determinar las velocidades de respuesta de las brigadas de emergencia ante una contingencia.

Tabla 4-99. Velocidades de desplazamiento por tipo de vía, bloque Apiay

Categoría	Subcategoría	Convención	Velocidad (km/h)
Pavimentada	Carretera nacional	=========	80
	Vía pavimentada	----------	50
	Vía pavimentada en mal estado	-- · -- · -- · --	30
No pavimentada	Vía en afirmado	= = = = =	50
	Vía en afirmado, mal estado	-- -- -- -- --	30-20
	Camino sin afirmado	·····	10

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Estas velocidades determinadas en campo, fueron las utilizadas para el cálculo de los tiempos de respuesta de las brigadas de contingencia desde las tres estaciones del bloque, Apiay, Reforma – La Libertad y Suria, hasta cada uno de los 63 Puntos de Control definidos para la SOA.

Tiempos de desplazamiento a los puntos de control

Mediante las distancias parciales o por tramo y las velocidades determinadas para cada una de ellos, se calcularon los tiempos de desplazamiento parciales y totales desde las estaciones Apiay, Reforma – La Libertad y Suria hasta cada uno de los 63 Puntos de Control. La Tabla correspondiente se encuentra en el Anexo Puntos de Control.

Estos resultados permiten determinar la efectividad de los Puntos de Control al comparar estos tiempos de desplazamiento por las vías de las brigadas versus la velocidad de recorrido de la mancha de producto derramado desde las diferentes instalaciones de la SOA hasta cada Punto de Control.

La Tabla 4-100 es un resumen del cuadro de distancias y tiempos parciales y totales desarrollado para determinar las distancias y tiempos de desplazamiento de personal entre las estaciones de la SOA y los Puntos de Control; en él se incluye las distancias totales y los tiempos totales desde cada una de las tres estaciones del bloque hasta cada uno de los 55 Puntos de Control establecidos. También se incluye las distancias totales y los tiempos totales desde las 4 estaciones

del bloque Chichimene y Castilla hasta cada uno de los 7 Puntos de Control compartidos por las dos Superintendencias.

Tabla 4-100. Resumen distancias y tiempos de desplazamiento totales desde las estaciones hasta los puntos de control

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)	Tiempo total (min)
ESTACION APIAY	1	Caño Piñalito	20,5	21,9
ESTACION APIAY	2	Caño Piñalito	20,2	19,7
ESTACION APIAY	3	Río Ocoa	21,0	24,9
ESTACIÒN APIAY	4	Río Ocoa	5,6	5,5
ESTACION APIAY	5	Cñ Pachaquiarito	3,1	2,3
ESTACION APIAY	6	Caño Peralonso	2,6	2,0
ESTACION APIAY	7	Caño Peralonso	7,8	6,1
ESTACION APIAY	8	Caño Blanco	16,8	14,4
ESTACION APIAY	9	Caño Blanco	15,4	13,3
ESTACION APIAY	10	Caño Quenane	16,4	13,9
ESTACION APIAY	11	Caño Quenane	14,3	12,0
ESTACION APIAY	12	Afl Cñ Quenanito	14,3	11,4
ESTACION APIAY	13	Caño Quenanito	14,9	12,1
ESTACION APIAY	14	Caño Quenanito	15,3	12,7
ESTACION APIAY	15	Afl Caño Blanco	14,4	15,5
ESTACION APIAY	16	Afl Caño Blanco	14,3	15,2
ESTACIÒN APIAY	16A	Caño Quenane	22,4	29,4
ESTACION APIAY	17	Caño La Libertad	12,1	9,3
ESTACIÒN APIAY	17A	Caño Quenane	7,0	5,6
ESTACIÓN APIAY	17B	Caño Quenane	**0**	0,0
ESTACION APIAY	18	Caño Seco	0,5	0,4
ESTACIÓN APIAY	19	Caño Quenane	0,5	2,0
ESTACION APIAY	20	Caño Quenane	0,5	2,0
ESTACION APIAY	21	Caño Quenane	0,4	0,3
ESTACIÒN APIAY	21A	Afl Cñ Quenane	2,2	2,0
ESTACION APIAY	22	Caño Quenane	2,5	17,0
ESTACION APIAY	23	Afl 2 Cñ Quenane	1,0	0,8
ESTACION APIAY	24	Caño Morroco	4,3	6,6
ESTACION APIAY	25	Caño Cajuy	5,4	12,2
ESTACION APIAY	26	Caño Seco	12,4	14,3
ESTACION APIAY	27	Caño Cajuy	9,5	7,5
ESTACION APIAY	28	Caño Cajuy	6,6	7,1
ESTACION APIAY	29	Caño Cajuy	5,7	8,3
ESTACION APIAY	30	Caño Cajuy	6,0	5,6
ESTACION APIAY	31	Caño Suria	14,1	11,2
ESTACION APIAY	32	Caño Suria	11,1	9,5
ESTACION APIAY	33	Caño Suria	8,1	10,1
ESTACION APIAY	34	Caño Suria	6,6	11,0
ESTACION APIAY	35	Caño Santa Rosa	16,5	14,0
ESTACION APIAY	36	Caño Santa Rosa	8,0	15,2

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)	Tiempo total (min)
ESTACION APIAY	37	Caño Santa Rosa	10,3	10,7
ESTACION APIAY	38	Río Negro	24,9	23,4
ESTACION APIAY	39	Río Negro	17,1	18,2
ESTACION APIAY	40	Caño Santa Rosa	12,4	14,1
ESTACION APIAY	41	Río Negro	14,6	18,5
ESTACION APIAY	42	Río Negro	9,2	18,8
ESTACION APIAY	43	Río Negro	11,9	12,7
ESTACION APIAY	44	Río Negro	13,0	14,8
ESTACION APIAY	45	Caño La Mona	19,0	19,0
ESTACION APIAY	46	Caño San Carlos	19,8	20,6
ESTACION APIAY	47	Caño Las Minas	20,5	24,0
ESTACION APIAY	48	Caño La Mona	21,6	24,2
ESTACION APIAY	49	Caño San Carlos	22,4	26,6
ESTACION APIAY	49A	Caño San Carlos	23,2	34,2
ESTACION APIAY	50	Río Guayuriba	30,2	47,7
ESTACION APIAY	50	Río Guayuriba	30,2	47,7
ESTACION APIAY	51	Caño Chichimene	49,6	76,8
ESTACION APIAY	52	Caño Los Hornos	48,0	74,4
ESTACION APIAY	53	Caño Mitú o Seco	47,7	74,0
ESTACION APIAY	53A	Caño Los Hornos	45,3	70,8
ESTACION APIAY	54	Cñ Grande Canal	41,2	64,2
ESTACION APIAY	55	Caño Grande	40,7	63,5
ESTACION APIAY	75	Ver R Guayuriba	50,8	78,6
ESTACION REFORMA	1	Caño Piñalito	5,2	9,3
ESTACION REFORMA	2	Caño Piñalito	4,9	7,1
ESTACION REFORMA	3	Río Ocoa	5,7	12,3
ESTACION REFORMA	4	Río Ocoa	20,9	18,1
ESTACION REFORMA	5	Cñ Pachaquiarito	18,4	14,9
ESTACION REFORMA	6	Caño Peralonso	17,9	14,6
ESTACION REFORMA	7	Caño Peralonso	23,1	18,7
ESTACION REFORMA	8	Caño Blanco	1,6	1,9
ESTACION REFORMA	9	Caño Blanco	7,7	8,7
ESTACION REFORMA	10	Caño Quenane	1,1	1,3
ESTACION REFORMA	11	Caño Quenane	6,6	7,3
ESTACION REFORMA	12	Afl Cñ Quenanito	1,0	1,2
ESTACION REFORMA	13	Caño Quenanito	0,4	0,5
ESTACION REFORMA	14	Caño Quenanito	0,2	0,2
ESTACION REFORMA	15	Afl Caño Blanco	6,7	11,7
ESTACION REFORMA	16	Afl Caño Blanco	6,6	11,4
ESTACION REFORMA	16A	Caño Quenane	7,1	16,3
ESTACION REFORMA	17	Caño La Libertad	4,4	4,7
ESTACION REFORMA	17A	Caño Quenane	8,9	8,2
ESTACIÓN REFORMA	17B	Caño Quenane	**0**	0,0
ESTACION REFORMA	18	Caño Seco	15,8	13,0
ESTACION REFORMA	21A	Afl Cñ Quenane	13,7	11,8
ESTACIÓN REFORMA	19	Caño Quenane	15,84	14,6

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)	Tiempo total (min)
ESTACIÓN REFORMA	20	Caño Quenane	**15,83**	14,6
ESTACION REFORMA	21	Caño Quenane	14,9	12,3
ESTACION REFORMA	22	Caño Quenane	15,8	28,1
ESTACION REFORMA	23	Afl 2 Cñ Quenane	14,3	11,9
ESTACION REFORMA	24	Caño Morroco	17,6	17,7
ESTACION REFORMA	25	Caño Cajuy	18,7	23,3
ESTACION REFORMA	26	Caño Seco	27,7	26,9
ESTACION REFORMA	27	Caño Cajuy	7,6	7,2
ESTACION REFORMA	28	Caño Cajuy	12,1	12,3
ESTACION REFORMA	29	Caño Cajuy	12,9	14,9
ESTACION REFORMA	30	Caño Cajuy	14,1	12,8
ESTACION REFORMA	31	Caño Suria	3,8	4,6
ESTACION REFORMA	32	Caño Suria	9,2	9,2
ESTACION REFORMA	33	Caño Suria	13,6	15,3
ESTACION REFORMA	34	Caño Suria	13,8	17,6
ESTACION REFORMA	35	Caño Santa Rosa	6,2	7,4
ESTACION REFORMA	36	Caño Santa Rosa	15,2	21,8
ESTACION REFORMA	37	Caño Santa Rosa	18,4	17,9
ESTACION REFORMA	38	Río Negro	14,6	16,8
ESTACION REFORMA	39	Río Negro	6,8	11,6
ESTACION REFORMA	40	Caño Santa Rosa	10,5	13,8
ESTACION REFORMA	41	Río Negro	12,7	18,2
ESTACION REFORMA	42	Río Negro	16,4	25,4
ESTACION REFORMA	43	Río Negro	20,0	19,9
ESTACION REFORMA	44	Río Negro	21,1	22,0
ESTACION REFORMA	45	Caño La Mona	8,7	12,4
ESTACION REFORMA	46	Caño San Carlos	9,5	14,0
ESTACION REFORMA	47	Caño Las Minas	10,2	17,4
ESTACION REFORMA	48	Caño La Mona	11,3	17,6
ESTACION REFORMA	49	Caño San Carlos	12,1	20,0
ESTACION REFORMA	49A	Caño San Carlos	12,9	27,6
ESTACION REFORMA	50	Río Guayuriba	38,3	54,9
ESTACIÒN SURIA	1	Caño Piñalito	14,3	18,4
ESTACIÒN SURIA	2	Caño Piñalito	14,0	16,2
ESTACIÒN SURIA	3	Río Ocoa	14,8	21,4
ESTACION SURIA	4	Río Ocoa	16,6	14,8
ESTACIÒN SURIA	5	Cñ Pachaquiarito	14,1	11,7
ESTACIÒN SURIA	6	Caño Peralonso	13,6	11,3
ESTACIÒN SURIA	7	Caño Peralonso	18,8	15,5
ESTACION SURIA	8	Caño Blanco	10,6	10,8
ESTACION SURIA	9	Caño Blanco	9,2	9,7
ESTACION SURIA	10	Caño Quenane	10,2	10,4
ESTACION SURIA	11	Caño Quenane	8,1	8,4
ESTACION SURIA	12	Afl Cñ Quenanito	8,1	7,8
ESTACION SURIA	13	Caño Quenanito	8,7	8,6
ESTACION SURIA	14	Caño Quenanito	9,0	8,9

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)	Tiempo total (min)
ESTACION SURIA	15	Afl Caño Blanco	8,2	12,8
ESTACION SURIA	16	Afl Caño Blanco	8,1	12,5
ESTACION SURIA	16A	Caño Quenane	16,2	25,4
ESTACION SURIA	17	Caño La Libertad	5,9	5,8
ESTACION SURIA	17A	Caño Quenane	4,6	4,9
ESTACIÓN SURIA	17B	Caño Quenane	**0**	0,0
ESTACION SURIA	18	Caño Seco	11,5	9,7
ESTACIÓN SURIA	19	Caño Quenane	**11,54**	11,3
ESTACIÓN SURIA	20	Caño Quenane	11,53	11,3
ESTACION SURIA	21A	Afl Cñ Quenane	9,4	8,5
ESTACION SURIA	21	Caño Quenane	10,6	9,0
ESTACION SURIA	22	Caño Quenane	11,5	24,8
ESTACION SURIA	23	Afl 2 Cñ Quenane	10,0	8,6
ESTACION SURIA	24	Caño Morroco	13,3	14,4
ESTACION SURIA	25	Caño Cajuy	14,4	20,0
ESTACION SURIA	26	Caño Seco	23,4	23,6
ESTACIÒN SURIA	27	Caño Cajuy	1,5	1,8
ESTACIÒN SURIA	28	Caño Cajuy	7,8	9,1
ESTACIÒN SURIA	29	Caño Cajuy	8,9	11,8
ESTACIÒN SURIA	30	Caño Cajuy	9,8	9,5
ESTACIÒN SURIA	31	Caño Suria	7,9	7,6
ESTACIÒN SURIA	32	Caño Suria	0,1	0,1
ESTACIÒN SURIA	33	Caño Suria	9,3	12,1
ESTACIÒN SURIA	34	Caño Suria	9,8	14,5
ESTACIÒN SURIA	35	Caño Santa Rosa	10,3	10,5
ESTACIÒN SURIA	36	Caño Santa Rosa	11,2	18,7
ESTACIÒN SURIA	37	Caño Santa Rosa	14,1	14,7
ESTACIÒN SURIA	38	Río Negro	18,7	19,8
ESTACIÒN SURIA	39	Río Negro	10,9	14,6
ESTACIÒN SURIA	40	Caño Santa Rosa	1,4	2,8
ESTACIÒN SURIA	41	Río Negro	3,6	7,2
ESTACIÒN SURIA	42	Río Negro	12,4	22,3
ESTACIÒN SURIA	43	Río Negro	15,7	16,6
ESTACIÒN SURIA	44	Río Negro	16,8	18,7
ESTACIÒN SURIA	45	Caño La Mona	9,1	11,0
ESTACIÒN SURIA	46	Caño San Carlos	9,9	12,6
ESTACIÒN SURIA	47	Caño Las Minas	10,6	16,0
ESTACIÒN SURIA	48	Caño La Mona	11,7	16,2
ESTACIÒN SURIA	49	Caño San Carlos	12,5	18,6
ESTACIÒN SURIA	49A	Caño San Carlos	17,0	30,6
ESTACIÒN SURIA	50	Río Guayuriba	34,0	51,6
ESTACION ACACIAS	50	Río Guayuriba	54,5	84,6
ESTACION ACACIAS	51	Caño Chichimene	35,1	55,5
ESTACION ACACIAS	52	Caño Los Hornos	36,7	57,9
ESTACION ACACIAS	53	Caño Mitú o Seco	37,0	58,3
ESTACION ACACIAS	53A	Caño Los Hornos	41,0	64,7

Estación	PC consecutivo	Corriente	Distancia total (km)	Tiempo total (min)
ESTACION ACACIAS	54	Cñ Grande Canal	43,5	68,1
ESTACION ACACIAS	55	Caño Grande	44,0	68,8
ESTACION ACACIAS	75	Vert R Guayuriba	40,5	63,6
ESTACION CASTILLA 1	50	Río Guayuriba	60,9	92,2
ESTACION CASTILLA 1	51	Caño Chichimene	41,5	63,1
ESTACION CASTILLA 1	52	Caño Los Hornos	43,1	65,5
ESTACION CASTILLA 1	53	Caño Mitú o Seco	43,4	66,0
ESTACION CASTILLA 1	53A	Caño Los Hornos	47,4	72,4
ESTACION CASTILLA 1	54	Cñ Grande Canal	49,9	75,7
ESTACION CASTILLA 1	55	Caño Grande	50,4	76,5
ESTACION CASTILLA 1	75	Vert R Guayuriba	46,9	71,2
ESTACION CASTILLA 2	50	Río Guayuriba	58,3	89,1
ESTACION CASTILLA 2	51	Caño Chichimene	38,9	60,0
ESTACION CASTILLA 2	52	Caño Los Hornos	40,5	62,4
ESTACION CASTILLA 2	53	Caño Mitú o Seco	40,8	62,9
ESTACION CASTILLA 2	53A	Caño los Hornos	44,8	69,3
ESTACION CASTILLA 2	54	Cñ Grande Canal	47,3	72,6
ESTACION CASTILLA 2	55	Caño Grande	47,8	73,4
ESTACION CASTILLA 2	75	Vert R Guayuriba	44,3	68,1
EST CHICHIMENE	51	Caño Chichimene	33,4	53,4
EST CHICHIMENE	52	Caño Los Hornos	35,0	55,8
EST CHICHIMENE	53	Caño Mitú o Seco	35,3	56,3
EST CHICHIMENE	53A	Caño Los Hornos	39,3	62,7
EST CHICHIMENE	54	Cñ Grande Canal	41,8	66,0
EST CHICHIMENE	54	Caño Grande	42,3	66,8
EST CHICHIMENE	55	Río Guayuriba	52,8	82,5
EST CHICHIMENE	75	Vert R Guayuriba	38,8	61,5

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Estos puntos de control podrán ser utilizados como puntos de observación en caso de derrames de sustancias nocivas, para poder realizar un seguimiento y corroborar así el comportamiento del derrame y adoptar las medidas necesarias de evacuación o aviso a comunidades.

Todas las emergencias pueden requerir la activación del plan de emergencias médicas (MEDEVAC), e igualmente podrán existir emergencias médicas que no involucren hidrocarburos ni sustancias nocivas, las cuales deberán tratarse de la misma forma con este plan de emergencias médicas.

4.1.6.3 Clasificación de emergencias

La clasificación de emergencias es absolutamente necesaria para la planeación y ejecución de los mecanismos de prevención, atención y control de emergencias. El objetivo de la clasificación es determinar con claridad el nivel de atención que requiere cada emergencia que pueda presentarse en cada uno de los escenarios identificados, de tal manera que con sólo identificar el evento y el sitio, se conozcan los recursos, mecanismos de atención y niveles de cooperación externa, entre otros aspectos.

La operación de atención de la emergencia cambia considerablemente de grado menor a grado medio y de ahí a grado mayor, siendo necesario que los grupos de respuesta sepan cuál es la magnitud y a qué tipo de evento se están enfrentando. El grado de emergencia para este Plan de Contingencia se clasifica de acuerdo con la gravedad, la capacidad de respuesta de los recursos propios de la operación, las características e implicaciones del evento, y los factores que determinan un nivel de respuesta específico, que compromete un nivel de administración, y que requiere un nivel de recursos ajustado a su magnitud.

Las emergencias de potencial ocurrencia en el área de operaciones del Bloque Apiay, se clasifican en tres grados, de acuerdo con los lineamientos establecidos por Ecopetrol S.A, a saber: Grado Menor, Grado Medio y Grado Mayor.

La Tabla 4-101 presenta la definición de los diferentes grados de emergencia.

Tabla 4-101. Definición de los diferentes grados de emergencias

Parámetros		Nivel de la emergencia		
Tipo	**Clasificación**	**Menor**	**Medio**	**Mayor**
CRITERIOS	RAM: Nivel de consecuencias	1 y 2	3	4
	Evacuación	Preventiva	Personal no operativo.	Áreas vecinas
	Emergencias Medicas	Primeros auxilios	Atención y Trat. Medico.	Trat. Centro Especializado.
INCENDIO	Lesionados	L < 2	3> L < 5	L > 5
	Fatalidades	0	0	F>1
	Impacto Ambiental	Terrenos propios, contaminación local y efecto temp.	Afectación a terceros, contaminación local o dispersa y efecto temporal	Afectación a terceros, contaminación local/dispersa y efecto perman.
	Unidades afectadas	Conato en pozos, líneas de producción estaciones, oficinas.	Incendio en pozos, líneas de producción, sistemas contraincendios, oficinas y bodega	Incendio en Planta Gas, Refinería, ERA, EBA, tanques de almacenamiento y tratamientos.
	Daños a propiedad	KUS < 10	11 >KUS<100	KUS > 100
	Intervención	Propios	Regionales: CLOPAD, Plan de Ayuda Mutua.	CREPAD, otras Empresas nacionales.
DERRAME HC	Lesionados	L < 2	3> L < 5	L > 5
	Fatalidades	0	0	F>1
	Volumen derramado (Bls.) (1)	V<1	1<V>100	100<V>500
	Caudal corriente (m3/s) (2)	Q < 2	3<Q<10	Q > 10

Parámetros		Nivel de la emergencia		
Tipo	**Clasificación**	**Menor**	**Medio**	**Mayor**
	Velocidad corriente(m/s)	Ve < 0.2	0.3>Ve<0.6	Ve > 0.6
	Impacto Ambiental: Contaminación suelos Contaminación de corrientes (3) Área de influencia puntual	 SI NO SI	 SI SI SI	 SI SI SI
DERRAME HC	Impacto Ambiental: Área de influencia local Área de influencia región Efecto temporal Efecto duradero	 NO NO SI NO	 SI NO SI NO	 SI SI - SI
	Costos del derrame	KUS < 10	11>KUS<100	KUS>100
	Intervención/Re-cursos	Propios	CLOPAD, Plan de Ayuda Mutua	CREPAD, otra Emp. Nales
EXPLOSION	Lesionados	L < 2	3> L < 5	L > 5
	Atención Lesionados	Primeros auxilios	Tratamiento Medico	Tratamiento Medico Espec.
	Fatalidades	0	0	F>1
	Onda Explosiva	No supera limites del equipo afectado	Daños a estructuras y equipos	Puede afectar comunidades vecinas del orden local
QUIMICOS	Características CRETI	< 8 Horas	< 8 Horas	8-24 Horas
	Sitio derrame	Retenido en sistemas de tratamiento	Sin afectación a biota, cuerpo agua receptor	Con afectación a biota, cuerpo de agua receptor.

(1) El volumen derramado está asociado a la topografía del sitio, a las condiciones hidrológicas de la corriente y a la sensibilidad del área.
(2) En tiempo de lluvias los caudales toman altas velocidades que pueden generar emergencias media o mayor.
(3) Nivel de contaminación:
Grado menor: No contamina corriente de agua.
Grado medio: Contamina caños y/o afluentes de los ríos Ocoa, Negro y Guayuriba.
Grado mayor: Contamina ríos Ocoa, Negro y Guayuriba, afluentes del río Metica.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.1.6.4 Organización de respuesta – Modelo del sistema comando de incidentes

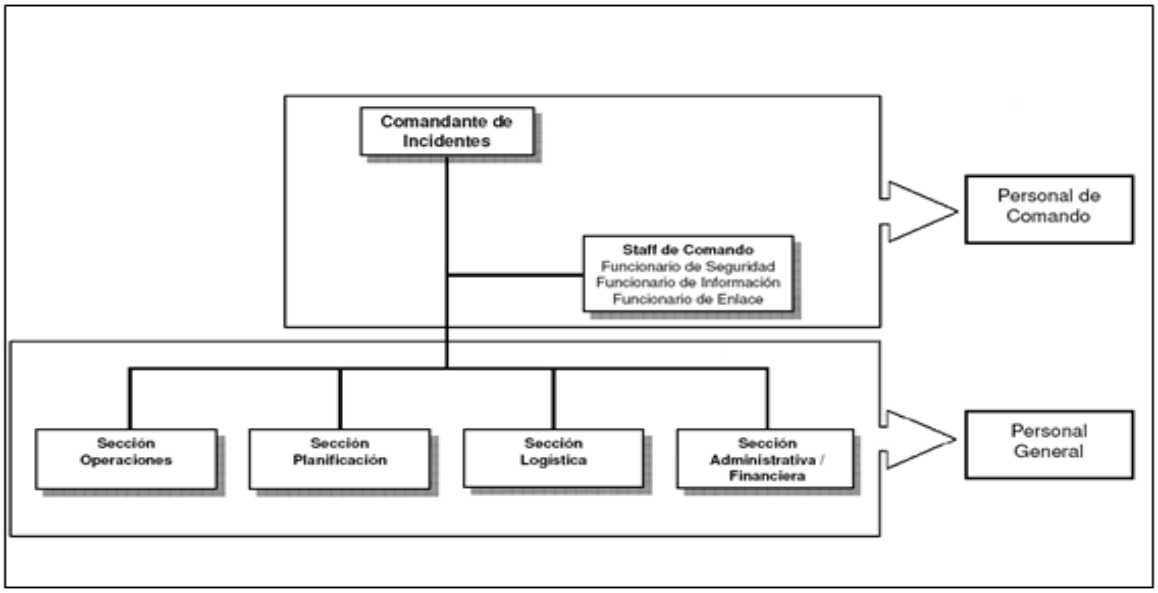
La organización prevista para la atención de las emergencias que se pueden presentar en las instalaciones del Bloque Apiay está basada en el modelo del Sistema Comando de Incidentes (SCI), en donde se adopta una estructura de organización más flexible, expandible y reducible, que proporciona un marco de referencia estandarizado en el cual todos pueden intervenir de manera

efectiva. En este sistema existen dos grupos básicos a saber, Personal de Comando y Personal General, dentro de los cuales se pueden reconocer los siguientes cargos:

- Comandante de Incidentes
- Staff de Comando
- Sección Operaciones
- Sección Planificación
- Sección Logística
- Sección Administrativa y Financiera

Roles y Responsabilidades del SCI. La Figura 4-81 presenta un esquema general de los grupos básicos de la organización para la atención de una emergencia, enfocado al Modelo del Sistema Comando de Incidentes (SCI).En la Tabla 4-102 se presentan las responsabilidades y perfiles que se asignan al Personal de Comando, Comandante de Incidente, Oficial de Información, Oficial de Enlace y Oficial de Seguridad; y la Tabla 4-103 muestra las responsabilidades y perfiles que se asignan al Personal General, Sección de Operaciones, Sección de Planificación, Sección de Logística y Sección de Administración y Finanzas. Cada uno de ellos tiene una responsabilidad general y varias específicas.

Figura 4-81. Grupos básicos del sistema comando de incidentes[16]



[16] Fuente: Guía VPR-DHS-G-016 del 30/11/2009

Tabla 4-102. Responsabilidades y perfiles que se asignan al personal de comando

Funcio-nario	Responsabilidades generales (rol)	Ubicación física	Responsabilidades específicas
COMANDANTE DE INCIDENTE (CI)	Realizar las labores de dirección y comando integral de la atención de la emergencia. Solo existe un único comandante en emergencias que no requiere comando unificado. En comando unificado, comparte actividades con los funcionarios de entidades del snpad, según el nivel de emergencia.	**Puesto de Comando** Eventualmente puede hacer recorridos a las áreas donde se llevan a cabo las operaciones de respuesta.	Asumir un liderazgo general para la respuesta al incidente. Evaluar la situación de emergencia o recibir el informe de evaluación del comandante de incidente previo. Determinar los objetivos estratégicos de la atención de la emergencia y establecer las prioridades de acción. Establecer las etapas de acción que apunten al logro de los objetivos trazados, determinando las expectativas de resultados sin perder de vista las limitaciones que puedan existir. Asegurarse que los objetivos de atención del incidente no riñen con las prioridades del PDC y que cumplen con las directrices del plan nacional de contingencia. Establecer el Puesto de Mando (o Puesto de Comando), para delegar la autoridad a otros que integran los grupos de personal de comando y personal general. Revisar, aprobar y autorizar la implementación del plan de acción del incidente. Recibir instrucciones generales de administradores / funcionarios de su propia compañía o de las agencias representadas en el Comando Unificado. Garantizar la seguridad en el incidente, asegurando que todas las medidas de control de riesgos están implementadas en el sitio del incidente. Garantizar la seguridad física de las personas y equipos que participan en la atención del incidente. Proporcionar servicios de información a los interesados internos y externos, a través del Oficial de Información (Funcionario de Información).
			Establecer y mantener un enlace con otras agencias que participen en el incidente a través del Oficial de Enlace (Funcionario de Enlace). Asegurar que existen los fondos suficientes para la ejecución del plan de acción establecido. Aprobar la adquisición de recursos adicionales para la emergencia o su liberación cuando ya no se requieren. Aprobar la vinculación de personas en entrenamiento, voluntarios y personal auxiliar cuando sea conveniente. Coordinar las acciones de investigación del incidente. Ordenar los procedimientos de desmovilización cuando sea necesario. Buscar el acompañamiento del soporte jurídico que requiera. Aprobar la liberación de información de prensa. Determinar el cierre de la fase de atención del incidente y comunicarlo al resto de la estructura de respuesta.
COMANDANTE DE INCIDENTE ALTERNO	Dar soporte al Comandante de Incidente y estar preparado para tomar su lugar en caso de requerirse	Dar soporte al Comandante de Incidente y estar preparado para tomar su lugar en caso de requerirse	Realizar tareas específicas, según lo solicite el Comandante de Incidente. Cumplir la función de comando de incidentes cuando esta autoridad le sea delegada por el Comandante titular.

Funcio-nario	Responsabilidades generales (rol)	Ubicación física	Responsabilidades específicas
		Puesto de Comando	Establecer junto con el Comandante de Incidente si existen limitaciones a la liberación de información al público y a los medios. Contar con la aprobación del Comandante de Incidente antes de liberar cualquier tipo de información. Elaborar el material que va a ser entregado como boletines de prensa periódicos. Organizar y conducir las sesiones de ruedas de prensa y demás procedimientos que sean necesarios en las actividades de liberación de información. Obtener la información de medios que pueda ser útil para el proceso de atención del incidente. Velar porque se lleve al día la bitácora de la emergencia. Participar en las reuniones de evaluación y planificación. Intercambiar información con el Oficial de Planificación (Funcionario de Planificación).
OFICIAL DE SEGURIDAD	Monitorear y evaluar las condiciones de seguridad y asegurarse de que se implementen las acciones necesarias para corregir las deficiencias de seguridad del personal que interviene en la atención de la emergencia y del público en general. Solo debe haber un único Oficial de Seguridad por incidente, incluso si se ha activado el Comando Unificado.	**Puesto de Comando** Debe recorrer las áreas de atención para realizar las inspecciones regulares de seguridad.	Garantizar la seguridad de todo el personal del incidente. Detener cualquier actividad u operación que no cumpla con los estándares de seguridad establecidos por Ecopetrol S.A. o en Plan de Seguridad y Salud que haya establecido como parte del Plan de Acción del Incidente. Asesorar al Comandante de Incidentes acerca de temas relativos a la seguridad en el incidente. Trabaja con la Sección de Operaciones para garantizar la seguridad del personal en el campo. Determinar las necesidades de equipos de protección personal (EPP) para quienes estén trabajando en la atención de la emergencia. Determina el tipo y calidad del EPP. Realizar la investigación de los accidentes / incidentes que ocurran dentro del área de atención de la emergencia. Participar en las reuniones de seguimiento y planificación, aportando información dirigida a la identificación de riesgos para las personas y mecanismos de control. Revisar el Plan de Acción del Incidente para detectar posibles problemas de seguridad. Coordinar las actividades de los asistentes que está en autonomía de nombrar según necesidades.
			Realizar sesiones periódicas de instrucción en campo sobre aspectos de seguridad al personal involucrado en la atención del evento. Promover el registro de la información a su cargo en la bitácora de la emergencia. Revisar y aprobar el Plan Médico.

Funcio-nario	Responsabilidades generales (rol)	Ubicación física	Responsabilidades específicas
OFICIAL DE ENLACE (OE)	Establecer los contactos de interacción entre la Empresa y las entidades del SNPAD y entidades ambientales que sean necesarias involucrar para la atención de emergencias de los niveles medio, mayor y nacional. Solo debe haber un único OE por incidente, incluso si se ha conformado el Mando Unificado.	**Puesto de Mando**	Asistir al Comandante de Incidente sirviendo como punto de contacto para representantes de agencias que colaboran en el apoyo de la operación. Proporcionar informes a las agencias de apoyo y responder preguntas de éstas, con base en las instrucciones y lineamientos que previamente se han acordado con el Comandante de Incidente. Identificar a los puntos focales de contacto de las entidades que intervienen en la atención de la emergencia, incluyendo los datos de referencia para comunicaciones. Mantener a las agencias externas informadas sobre el desarrollo de la atención de la emergencia. Monitorear el desarrollo del incidente y prever las interacciones potenciales con agencias externas. Participar en las reuniones de seguimiento y planificación, proporcionando información sobre la disponibilidad y estado de los recursos disponibles de las entidades que participan en la atención del evento. Llevar registro de todas sus actividades.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Tabla 4-103. Cargos y responsabilidades del personal general

Funcio-nario	Responsabilidades Generales (ROL)	Ubicación Física	Responsabilidades Específicas
Jefe de Sección de Operaciones (Respuesta)	Manejar directamente todas las operaciones que apunten al cumplimiento de los objetivos de atención de la emergencia. Solo existe un único Jefe de Sección de Operaciones en incidentes. Puede ser necesario tener un Jefe de Sección alterno en emergencias de nivel mayor / nacional.	Puesto De Mando Eventual-mente puede hacer recorridos a las áreas donde se llevan a cabo las operaciones de respuesta.	Diseñar e implementar las acciones operativas que permitan cumplir los objetivos estratégicos establecidos para la atención del incidente. Participar conjuntamente con la Sección de Planificación en la formulación del componente operativo del Plan de Acción del Incidente. Activar y supervisar la entrada de recursos a las áreas de respuesta, según los alcances de Plan de Acción. Instruir y asignar los recursos que le sean suministrados para la atención de la emergencia. Activar y ejecutar el Plan de Seguridad y Salud que le ha proporcionado el Oficial de Seguridad. Evaluar necesidades y hacer requisición de recursos. Ajustar el Plan de Acción según necesidades, informando al Comandante de Incidente y al Jefe de la Sección de Planificación. Aprobar la liberación de recursos que ya no son requeridos en las operaciones de respuesta. Ensamblar y desensamblar los grupos de tarea que se requieren en la emergencia. Reportar los resultados de las acciones de respuesta al Comandante de Incidente, al Jefe de Planificación y al Oficial de Información, en las reuniones de seguimiento. Llevar registros de todas sus actividades.

Funcio-nario	Responsabilidades Generales (ROL)	Ubicación Física	Responsabilidades Específicas
Jefe de Sección de Planificación	Colectar, evaluar, diseminar y usar la información sobre el estado del incidente para: 1) entender el estado y la situación actual; 2) hacer predicciones sobre el comportamiento de la emergencia en el corto y mediano plazos; y 3) preparar las alternativas de acción para responder al incidente. Solo existe un único Jefe de Sección de Planificación en incidentes. Puede ser necesario tener un Jefe de Sección alterno en emergencias de nivel mayor / nacional.	Puesto de Mando	Utilizar la información del incidente para la elaboración del Plan de Acción específico con apoyo de la Sección de Operaciones y el Comandante de Incidente. Asignar el personal disponible a la estructura del Sistema de Comando de Incidentes. Establecer los requerimientos de información del incidente para la preparación y ajuste del Plan de Acción. Determinar la necesidad de incorporación de especialistas en el proceso de planificación y de atención de la emergencia. Dirigir el trabajo de los profesionales y especialistas convocados como soporte técnico especializado (tales como, expertos en manejo de emergencias, especialistas ambientales, técnicos en manejo de equipos, especialistas jurídicos, etc.). Organizar información sobre alternativas para el manejo del incidente. Compilar y hacer presentaciones sobre la situación del incidente. Realizar predicciones sobre el comportamiento de la emergencia en el corto y mediano plazos que permitan hacer ajustes al Plan de Acción. Prever las necesidades de desmovilización. Participar en las reuniones de seguimiento y planificación. Llevar registro de todas sus actividades.
Jefe de Sección de Logística	Suministrar las herramientas, servicios y facilidades necesarias para la atención del incidente, tales como comunicaciones, transporte de personal, alojamiento de personal, apoyo médico para el personal, provisiones y alimentación del personal. Solo existe un único Jefe de Sección de Planificación en incidentes. Puede ser necesario tener un Jefe de Sección alterno en emergencias de nivel mayor / nacional.	Puesto de Comando	Realizar las contrataciones y adquisiciones necesarias para proveer los recursos y servicios que se requieren en la atención de la emergencia. Participar en la elaboración del Plan de Acción del incidente proporcionando información sobre la logística. Identificar las necesidades de recursos y servicios para el desarrollo del Plan de Acción, siempre adelantándose al siguiente periodo operacional. Atender la demanda de recursos y servicios que sea planteada por el Jefe de la Sección de Operaciones y de la Sección de Planificación. Recomendar las acciones de desmovilización según el análisis de la situación del incidente.

Funcio-nario	Responsabilidades Generales (ROL)	Ubicación Física	Responsabilidades Específicas
Jefe de Sección Administración y Finanzas	Procurar la consecución de los recursos financieros para la atención de la emergencia. Llevar registro, analizar y evaluar los costos de atención de la emergencia. Solo existe un único Jefe de Sección de Planificación en incidentes. Puede ser necesario tener un Jefe de Sección alterno en emergencias de nivel mayor / nacional. En el Comando Unificado, es probable que las entidades del SNPAD intervengan en el análisis de costos de atención.	Puesto de Comando	Revisar las negociaciones contractuales que se hagan para la atención de la emergencia. Llevar el registro de control de tiempo de personal y equipos. Procesar reclamaciones que se interpongan por accidentes o lesiones y realizar los pagos de las indemnizaciones a que haya lugar. Coordinar con la Sección de Logística la consecución de los recursos necesarios para la atención del incidente. Analizar el comportamiento de los costos de atención de la emergencia. Participar en las reuniones de seguimiento. Establecer contactos con agencias de cooperación nacional o internacional en el proceso de negociación de recursos o servicios. Asegurar que se está llevando adecuadamente el registro del tiempo y consumos. Participar en el proceso de desmovilización de personal y equipos. Asegurar que toda la documentación de soporte contractual sea llevada de manera correcta y al día. Realizar estimaciones de costos. Sugerir ahorros de costos cuando resulten convenientes y no atenten contra la consecución de los objetivos de atención del incidente. Mantener contacto con los funcionarios administrativos de la Empresa sobre los aspectos administrativos / financieros del incidente.

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Otras funciones organizacionales dependientes de las secciones

En la medida en que sea necesario y se requiera la incorporación de otras personas a la estructura de respuesta, se crearán en el organigrama del modelo nuevas posiciones, tratando siempre de respetar el máximo número de siete individuos que reportan a un mismo supervisor. Si el número de personas que están asignadas a una posición determinada llega a ser inferior a tres personas, entonces tal posición desaparecerá. Si, por el contrario, hay más de siete personas en una posición dada, será necesario crear una nueva posición con un supervisor a cargo. De esta forma, el esquema de organización cumplirá con una de sus características que apunta a la flexibilidad y modularidad.

El esquema de organización crecerá en la medida de las necesidades, para formar una estructura completa, en la que se reconocen ramas, divisiones, unidades, grupos y equipos, a partir de las secciones ya conocidas.

Figura 4-82. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Menor

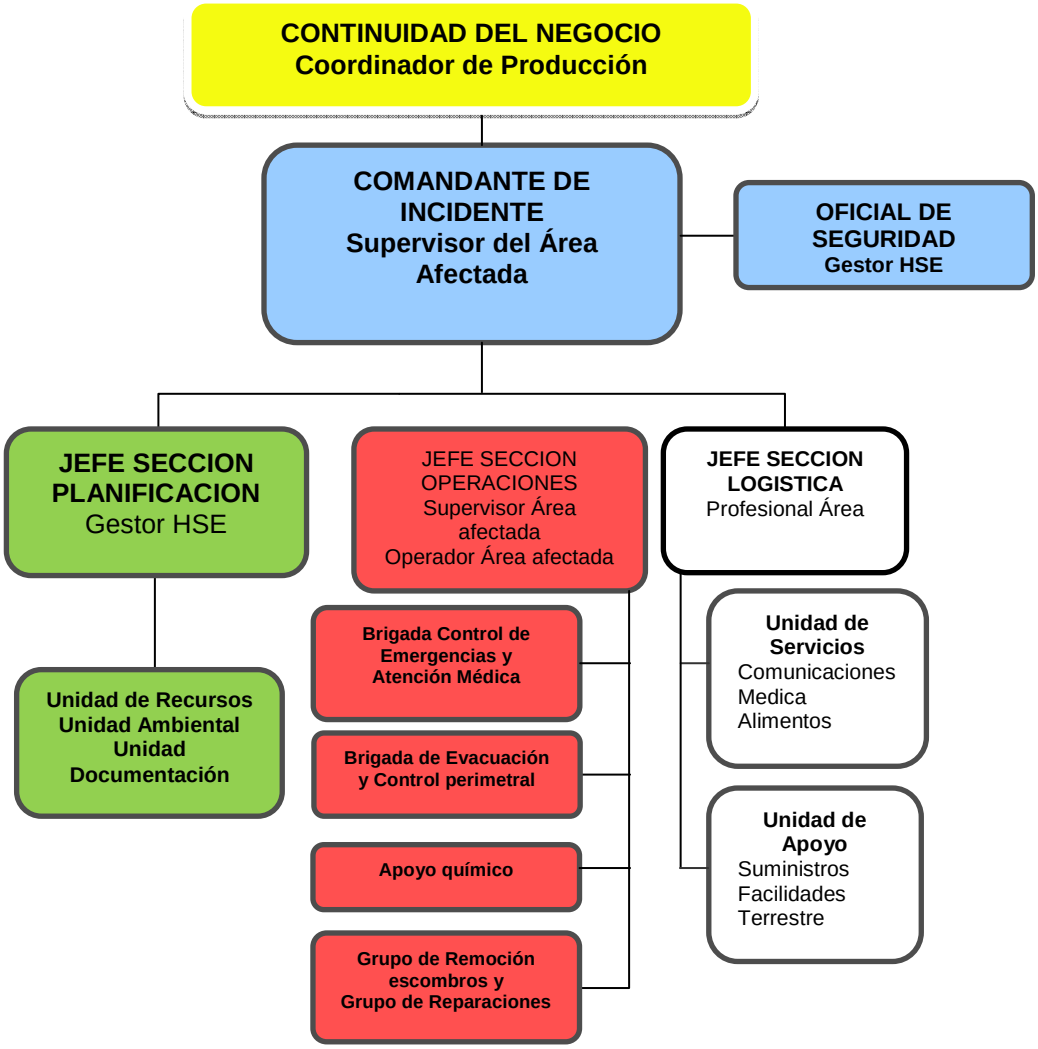


Figura 4-83. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Medio

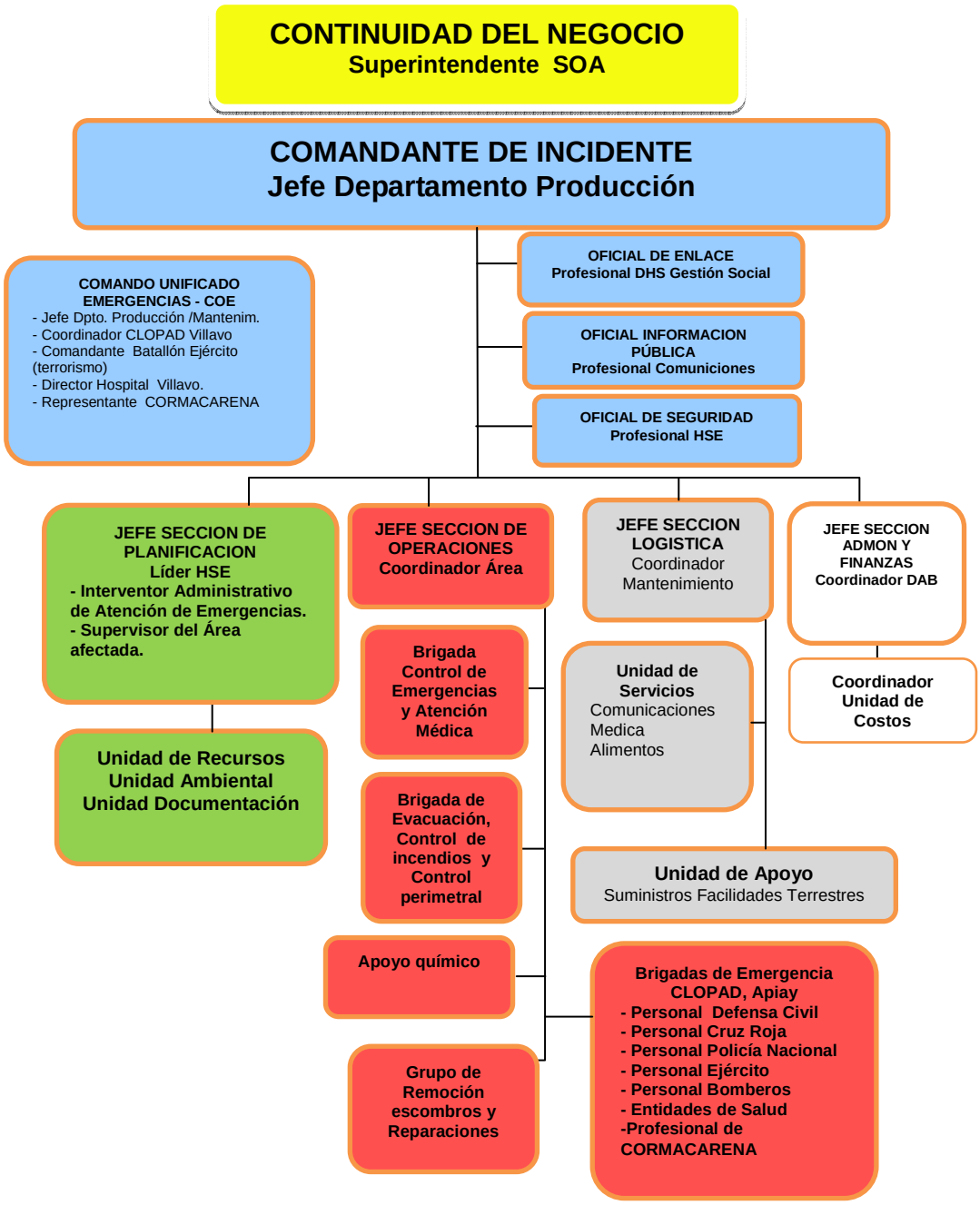
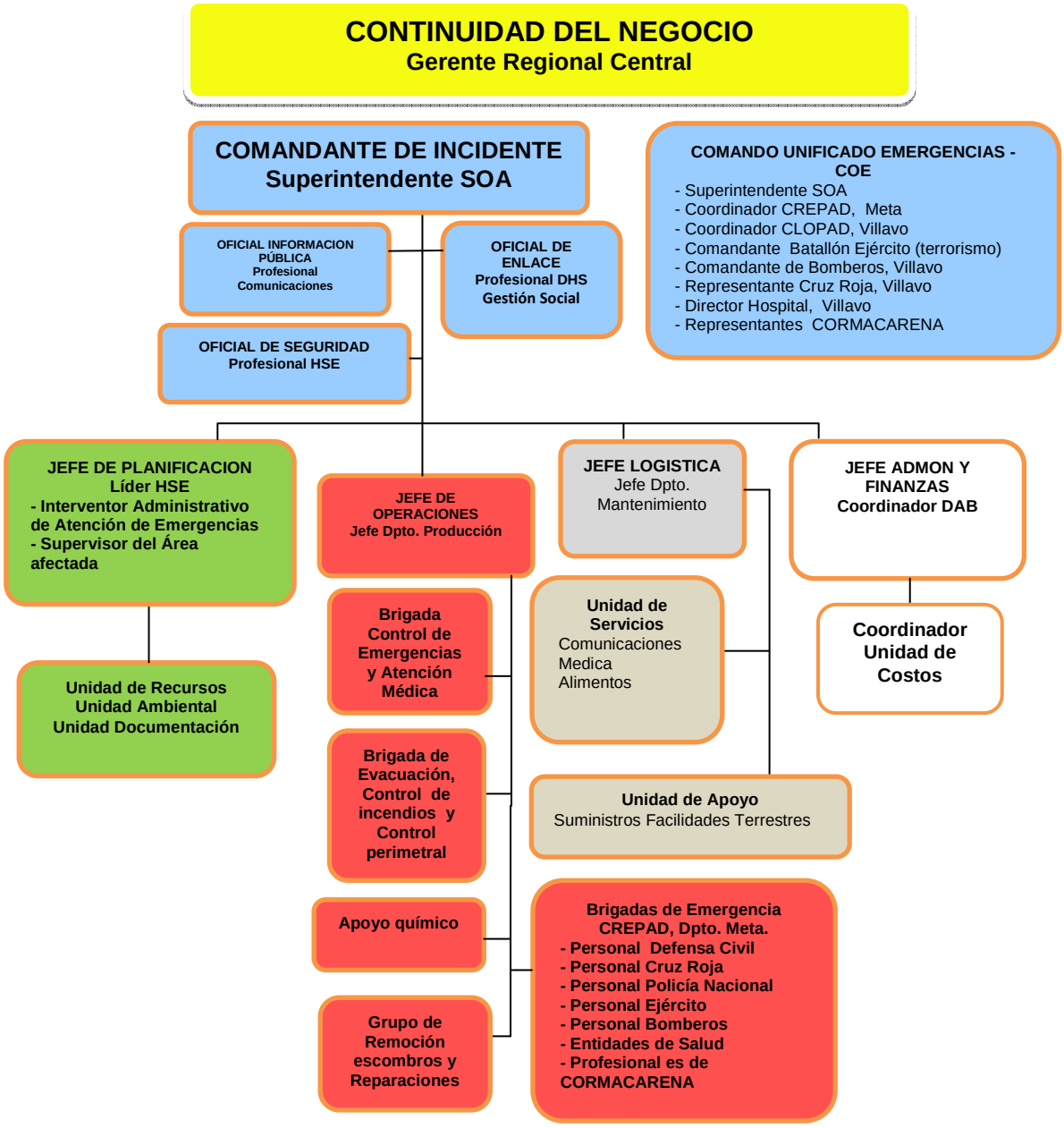


Figura 4-84. Esquema de respuesta para el Plan de Contingencia Grado Mayor

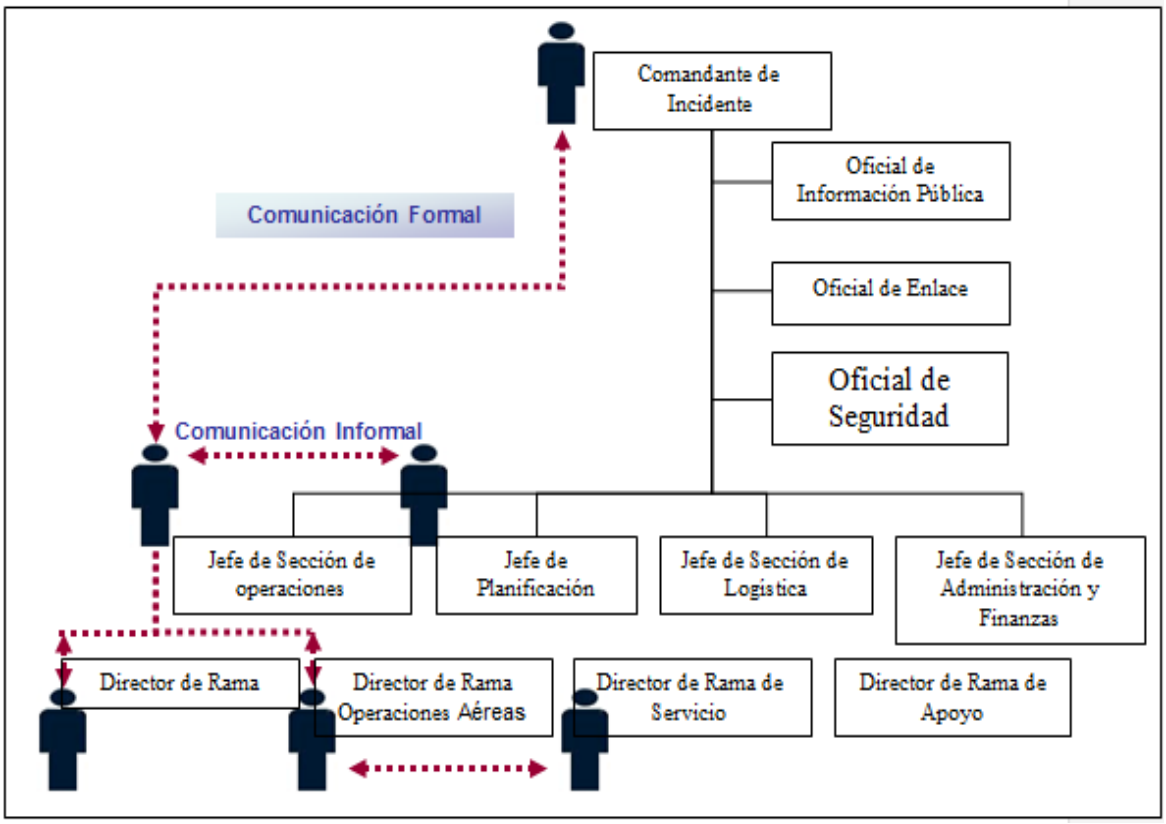


4.1.6.5 Flujo de comunicaciones en el Sistema Comando de Incidentes

La comunicación en el Modelo del Sistema Comando Incidentes funciona de manera vertical, en el mismo sentido del flujo de autoridad, pero adicionalmente también hay un flujo de comunicaciones en sentido horizontal entre ramas o grupos del mismo nivel.

De igual forma existen las comunicaciones formales y no formales (informales), en donde las formales son la regla general en el SCI y se utilizan al recibir y asignar tareas de trabajo, al solicitar apoyo y/o recursos adicionales, y al reportar el progreso de las tareas asignadas; mientras que la comunicación informal se utiliza únicamente para el intercambio de información del incidente. La Figura 4-85 presenta el esquema general de organización de los recursos de comunicaciones para la atención de emergencias.

Figura 4-85. Flujo de las comunicaciones formales en el sistema comando de incidentes[17]



[17]Fuente: Guía para la Construcción de Planes de Contingencia en la Vicepresidencia de Producción. Ecopetrol S.A. Versión 1. 2008.

4.1.7 Divulgación capacitación y entrenamiento

Los programas de divulgación, capacitación y entrenamiento sobre el Plan de Contingencia del Bloque Apiay de la Superintendencia de Operaciones Apiay tienen como objetivo lograr que el personal involucrado en la administración y ejecución del plan de contingencia, responda con los niveles máximos de desempeño ante un evento que se presente en el sistema.

Así se logrará que el Plan de Contingencia sea efectivo, pues no solo se ha tenido en cuenta la organización y los equipos necesarios para atender la emergencia, sino también se ha enfatizado en el elemento básico que es la calidad y la eficiencia del personal, y esto se logra con la capacitación y el entrenamiento de los actores del Plan.

Para asegurar que el Plan de Contingencia sea conocido, no sólo en su documento, sino que también se conozcan y se practiquen los procedimientos que en él se describen, es necesario llevar a cabo divulgación, capacitación, entrenamientos, simulacros y ejercicios.

La divulgación constituye el primer elemento en el proceso de la capacitación en la planeación de emergencias. Se consigue desde el mismo momento en el que se concibe la necesidad de elaborar el Plan, puesto que en este proceso participan miembros de la organización administrativa y operativa.

Es fundamental que todos los niveles de la organización del Bloque Apiay y la Superintendencia de Operaciones de Apiay conozcan el PDC e identifiquen sus roles dentro del mismo.

4.1.7.1 Divulgación

La divulgación debe hacerse al interior de Ecopetrol S.A. y contratistas, incluyendo las empresas del sector que hacen parte del Acuerdo de Cooperación en casos de emergencia. Esta divulgación debe extenderse además a las autoridades que ejercen control sobre la implementación del PDC, y en general, a todas las entidades que hacen parte del SNPAD.

La divulgación constituye el primer elemento en el proceso de dar a conocer los procedimientos y organización definidos en la planeación de emergencias. Se consigue desde el mismo momento en el que se tiene la necesidad de elaborar el plan, puesto que en este proceso participan los miembros de las áreas administrativas y operativas de la organización.

Por lo anterior es importante definir y desarrollar un programa periódico de divulgación del Plan de Contingencia. La Tabla 4-104 muestra algunos parámetros que ayudarán al Responsable del PDC de la Planta Mansilla a establecer el programa de divulgación de su Plan.

Tabla 4-104. Modelo programa anual de divulgación

Participantes	Actividad	Frecuencia	Temática
Personal de Operaciones. *Nota*: Por lo menos una vez al año debe invitarse al personal del Cuerpo de Bomberos y la Defensa Civil de los Municipios del área de Influencia del Bloque, a participar de esta actividad.	➢ Presentaciones ➢ Consulta de Manuales Operativos ➢ Consulta al Sistema de Información para el PDC	Dos actividades al año	➢ Reducción del Riesgo. ➢ Identificación de Emergencias. ➢ Consulta al Plan Informático. ➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Reporte. ➢ Coordinación con Entidades y Autoridades. ➢ Procedimientos de Respuesta.

Participantes	Actividad	Frecuencia	Temática
			➢ Clasificación de Emergencias. ➢ Líneas de Acción para Control de Eventos. ➢ Sistema de Comando de Incidentes.
Personal de Comando. Personal de Planeación. Personal de Logística Responsable del Plan *Nota*: Se debe invitar a las entidades de los municipios del área de influencia y del Departamento del Meta (CLOPAD, CREPAD, COLPNC, CORPNC, Secretarias de Planeación de los Municipios) a participar de esta actividad.	➢ Presentaciones ➢ Consulta al Sistema de Información	Una actividad al año	➢ Reducción del Riesgo. ➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Reporte. ➢ Coordinación con Entidades y Autoridades. ➢ Clasificación de Emergencias. ➢ Procedimientos de Respuesta. ➢ Consulta al Plan Informático. ➢ Sistema Comando de Incidentes
Personal de Operaciones (Grupos de Mantenimiento, Control de Derrames y Control de Incendio)	➢ Presentaciones ➢ Distribución de Manuales Operativos	Dos actividades al año	➢ Reducción del Riesgo. ➢ Activación del PDC. ➢ Coordinación con Entidades y Autoridades. ➢ Procedimientos de Respuesta. ➢ Acciones Específicas de Control de Eventos. ➢ Sistema de Comando de Incidentes.
Representantes del Plan Local de Ayuda Mutua	➢ Presentaciones	Una actividad al año, con las empresas del sector que hacen parte del Convenio	➢ Identificación de Zonas Vulnerables. ➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Respuesta. ➢ Acciones de Control Conjunta. ➢ Revisión de los Acuerdos establecidos en el Convenio.
Autoridades y Entidades	➢ Presentaciones ➢ Entrevistas ➢ Distribución de Documentos	Cubrimiento anual de todas las autoridades de orden local y regional, según estrategia acordada con las mismas	➢ Descripción del Riesgo. ➢ Identificación de Causas. ➢ Identificación de Zonas Vulnerables. ➢ Procedimientos de Reporte. ➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Respuesta.
Comunidad	➢ Presentaciones ➢ Distribución de Documentos	Cubrimiento anual de todas las comunidades del área de influencia, según estrategia definida con las respectivas autoridades	➢ Descripción del Riesgo. ➢ Identificación de Causas. ➢ Procedimientos de Respuesta. ➢ Identificación de Zonas Vulnerables. ➢ Activación del PDC.

4.1.7.2 Capacitación y entrenamiento

Con el objeto de profundizar en temas relacionados con la atención de emergencia, especialmente en los grupos operativos encargados de dar respuesta a las emergencias, se deben desarrollar actividades de entrenamiento que consisten en capacitaciones, entrenamientos o prácticas y desarrollo de simulacros. El objeto de estas actividades es el de lograr el mejor desempeño del personal táctico y operativo en las acciones de control, y realizar prácticas de atención que

incorporen la cadena de mando, para mejorar las comunicaciones y ordenes en las acciones de control. Debe desarrollarse un programa anual que cumpla con el modelo presentado en la Tabla 4-105.

Tabla 4-105. Modelo programa anual de capacitación y entrenamiento

Participantes	Actividad	Frecuencia	Temática
Personal de Operaciones *Nota*: Por lo menos una vez al año debe invitarse al personal del Cuerpo de Bomberos y la Defensa Civil de los Municipios del área de Influencia del Bloque, a participar de esta actividad.	➢ Entrenamiento	Dos actividades al año	➢ Control de derrames de sustancias peligrosas. ➢ Control de derrames de hidrocarburos. ➢ Control de incendios.
Personal de comando. Responsable del Plan *Nota*: Se debe invitar a las entidades de los municipios del área de influencia y del Departamento del Meta (CLOPAD, CREPAD, COLPNC, CORPNC, Secretarias de Planeación de los Municipios) a participar de esta actividad.	➢ Simulación	Una actividad al año	➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Reporte. ➢ Coordinación con Entidades y Autoridades. ➢ Clasificación de Emergencias. ➢ Consulta al Plan Informático. ➢ Sistema Comando de Incidentes
Personal de Comando Personal General Responsable del Plan Integrantes Plan Local de Ayuda Mutua Entidades y Autoridades Territoriales Comunidad	➢ Simulacro	Una actividad al año	➢ Tiempos de respuesta ➢ Cadena de mando ➢ Activación del PDC. ➢ Procedimientos de Respuesta. ➢ Acciones de Control Conjunta. ➢ Revisión de los Acuerdos establecidos en el Convenio. ➢ Coordinación con autoridades y entidades

4.1.7.3 Capacitación en el modelo sistema comando de incidente

Además de las capacitaciones básicas en Plan de Contingencia, es necesario incorporar los cursos de Sistema Comando de Incidentes (SCI), los cuales deben incluir la temática que se relaciona en la Tabla 4-106.

Tabla 4-106. Contenido del curso sistema comando de incidentes

Modulo	Curso	Temas	Destinatario
1	Introducción al SCI		Todo el personal de la Organización.
2	Curso Básico	Elementos principales del SCI con mayor detalle, con especial énfasis en la estructura de la organización, herramientas, facilidades, recursos, terminología y responsabilidades de cada asignación.	Todas aquellas personas que pueden participar activamente en la atención de la emergencia.
3	Nivel Intermedio	Temas avanzados de organización de respuesta, métodos de planeación, aprovechamiento y administración de recursos, operaciones aéreas y organización de la respuesta en la medida en que la emergencia se desarrolla.	Personal de Comando, Personal General, Líderes de Unidades, Ambientales y Documentación.
4	Nivel Avanzado	Esquemas avanzados de comando, incluyendo organizaciones de respuesta para eventos mayores, roles y responsabilidades compartidas en comando unificado y desarrollo de múltiples planes de acción en Comando de Área.	Gerentes, Jefes de Departamento, Superintendentes y Coordinadores. Representantes de las autoridades locales.

4.1.7.4 Requerimientos de capacitación y entrenamiento para brigadistas

En la Tabla 4-107 se presentan los requerimientos de capacitación y entrenamiento para las brigadas de respuesta a emergencias en las instalaciones de la Vicepresidencia de Producción de Ecopetrol S.A.

Es conveniente desarrollar un programa que de manera continua eleve el nivel de los brigadistas teniendo en cuenta los siguientes temas:

Tabla 4-107. Capacitación integral para brigadistas

Capacitación	Cubrimiento	Preparación Específica
Protocolo Básico de Primeros Auxilios	Atención de Personas	➢ Valoración del escenario. ➢ Valoración primaria y secundaria. Triage. ➢ Atragantamiento. ➢ Paro cardio respiratorio. ➢ Lesiones de tejido blando (hemorragias y quemaduras por productos químicos y electrocución. ➢ Lesiones de tejido óseo (luxación, esquince y fractura). ➢ Reanimación cerebro – cardio – pulmonar (RCCP). ➢ Vendajes e inmovilización. ➢ Manejo de botiquín de primeros auxilios. ➢ Lesiones del tejido óseo y blando. ➢ Políticas de seguridad y salud ocupacional de la empresa. ➢ Respondiendo a una emergencia. ➢ Intoxicaciones y envenenamiento. ➢ Picaduras. ➢ Manejo de contusiones. ➢ Botiquín de primeros auxilios. ➢ Atención básica para quemados.

Capacitación	Cubrimiento	Preparación Específica
Rescate Industrial	Atención en Rescate Industrial	➢ Seguridad en operaciones. ➢ Esquema de desarrollo de las operaciones en rescate. ➢ Conocimiento técnico de equipos y mantenimiento. ➢ Manejo de cuerdas. ➢ Conocimiento de nudos. ➢ Conocimiento y elaboración de amarres, sillas y anclajes. ➢ Práctica de Rapell. ➢ Anclajes especiales. ➢ Anclaje para sistema arnés- camilla. ➢ Transporte manual de pacientes y en camilla.
Control de Incendios	Atención de personas/ instalaciones	**Características físico-químicas del fuego** ➢ Como se desarrolla. ➢ Como se elimina. ➢ Como se propaga. ➢ Causas del Incendio. ➢ Clases de Incendio. ➢ Productos de Combustión. **Extintores** ➢ Clases de Extintores. ➢ Agente expulsor y extintor. ➢ Clasificación numérica, carga combustible. ➢ Tiempo de descarga. ➢ Alcance de la descarga. ➢ Cuidados y mantenimiento. ➢ Práctica con extintores. **Mangueras y Accesorios** ➢ Clases de mangueras. ➢ Tipos de mangueras. ➢ Acoples y conexiones. ➢ Pitones y boquillas. ➢ Accesorios en general. ➢ Maniobras en seco y en agua. ➢ Ataque inicial. **Sistemas Hidráulicos** ➢ Clases de sistemas (rociadores, monitores, cámara de espuma, proporcionadores, etc.). ➢ Caudal y presión. **Líquidos Combustibles e Inflamables** ➢ Clases de líquidos. ➢ Características fisicoquímicas. ➢ Sistemas de control de fugas. ➢ Proceso de control de derrames. **Escaleras** ➢ Tipos y clases de escaleras. ➢ Usos. ➢ Forma de transporte ➢ Cuidados y mantenimiento. ➢ Sistemas de detección y alarmas ➢ Detectores de humo y gases. ➢ Sensores de calor y tipos de alarma y códigos.
Evacuación de Instalaciones		➢ Definición de evacuación. ➢ Proceso de evacuación (fases). ➢ Decisiones para evacuar. ➢ Orden de evacuación. ➢ Coordinadores de evacuación. ➢ Rutas, salidas y punto de reunión final.

Capacitación	Cubrimiento	Preparación Específica
		➢ Sistema principal y opcional de alarma. ➢ Protección y salvamento de información y valores. ➢ Planos de evacuación.
Rescate en Espacios Confinados	Atención de personas en Espacios Confinados	➢ Definición de espacios confinados. ➢ Características. ➢ Perfil de personalidad del brigadista (reacciones inmediatas, claustrofobia, estrés). ➢ Componentes y características de los equipos básicos de protección personal. ➢ Equipo de protección respiratoria. ➢ Equipos auto-contenido (partes del equipo, modo de empleo, advertencias, forma de quitarse el equipo). ➢ Equipos de detención de atmósferas enrarecidas. ➢ Equipos para maniobras y búsqueda de rescate (equipo para ascenso y descenso, equipo para cortar, equipo para tensar y halar). ➢ Equipo de comunicaciones. ➢ Procedimientos a seguir al llegar al sitio en donde está la víctima. ➢ Permisos de entrada. ➢ Práctica de rescate.
Rescate Vehicular	Atención en rescates Vehiculares	➢ Inspección del área y valoración de riesgos. ➢ Señalización y determinación del área de seguridad. ➢ Equipo de señalización vial. ➢ Aseguramiento del vehículo siniestrado (neutralizar combustible, desconectar batería, bloquear el vehículo, anclar, apuntalar, revisar carga). ➢ Control de incendio. ➢ Acceso al paciente. ➢ Estabilización del paciente. ➢ Preparación y alistamiento de equipo. ➢ Extracción del paciente. ➢ Remisión a un centro asistencial.
Control de Derrames	Atención Ambiental	➢ Detección de derrames de hidrocarburos y otras sustancias. ➢ Comportamiento del derrame en cuerpos de agua y otros medios. ➢ Efectos ambientales de los derrames. ➢ Equipos, herramientas e insumos disponibles en el mercado para el manejo de derrames. ➢ Equipos disponibles en la instalación. ➢ Selección de los equipos más apropiados. ➢ Utilización de equipos para derrames. ➢ Técnicas alternativas para el control de derrames (dispersión, quema controlada, emulsificación). ➢ Contención, recolección, almacenamiento, disposición. ➢ Introducción a los procesos de remediación. ➢ Muestreo, análisis, interpretación de resultados. ➢ Cierre de operaciones de respuesta a derrames.
Plan de Contingencia		➢ Definición. ➢ Objetivos y alcance. ➢ Escenarios de riesgo. ➢ Priorización de los riesgos. ➢ Grado de las emergencias. ➢ Estructura para emergencias. ➢ Esquema de respuesta. Sistema Comando Incidentes. ➢ Activación de la brigada.

Capacitación	Cubrimiento	Preparación Específica
		➢ Funciones de la brigada. ➢ Inventarios y comunicaciones.
Simulacros		➢ Elaborar el guión del simulacro. ➢ Elaborar formatos de evaluación. ➢ Conseguir evaluadores internos y externos. ➢ Alistar la logística. ➢ Ejecución del simulacro. ➢ Evaluación y plan de acción.

4.2 COMPONENTE OPERATIVO

4.2.1 Generalidades del componente operativo

4.2.1.1 Descripción

El componente operativo lo constituyen el conjunto de acciones y decisiones reactivas, para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia, con los recursos disponibles. Es la herramienta que facilita el manejo de una emergencia, proporcionando una guía acerca de las actividades a seguir en caso de presentarse emergencias por derrames, incendio y/o explosión de hidrocarburos en las instalaciones del Bloque Apiay.

En el componente operativo se reconoce una respuesta escalonada, para 4 niveles generales de activación del Plan, para cada nivel de clasificación de la emergencia: menor, media y mayor.

4.2.2 Procesos operativos

Los procesos operativos del Componente Operativo del Plan de Contingencia cubren los procesos operativos iniciales y los procesos operativos de respuesta.

4.2.2.1 Procesos operativos iniciales

Estos procesos corresponden a las líneas de activación operativa del Plan de Contingencia y a las líneas de reporte de la situación de emergencia.

La Directriz Corporativa ECP-DRI-D-002 de Mayo del 2005 establece y define la responsabilidad de diligenciar y tramitar los formatos de reporte de las emergencias, siguiendo además la guía de la Directriz Corporativa ECP-DHS-P-001 del 4 de Diciembre de 2008, que a su vez establece las actividades que se deben realizar para la gestión de fallas de control de incidentes.

a. Líneas de activación operativa del Plan de Contingencia

La activación es el primer procedimiento que se aplica en caso de emergencia. Este procedimiento consiste en poner al tanto a los integrantes del plan acerca de las características del evento presentado, con el objeto de que estos entren a participar en las acciones de respuesta según las funciones asignadas en el Plan. La activación se realiza normalmente por vía telefónica o por radio.

En las Figuras 4-86 a 4-89 se muestran los procedimientos de activación del Plan para los grados de emergencia Menor, Medio y Mayor, respectivamente.

Figura 4-86. Aviso de la emergencia

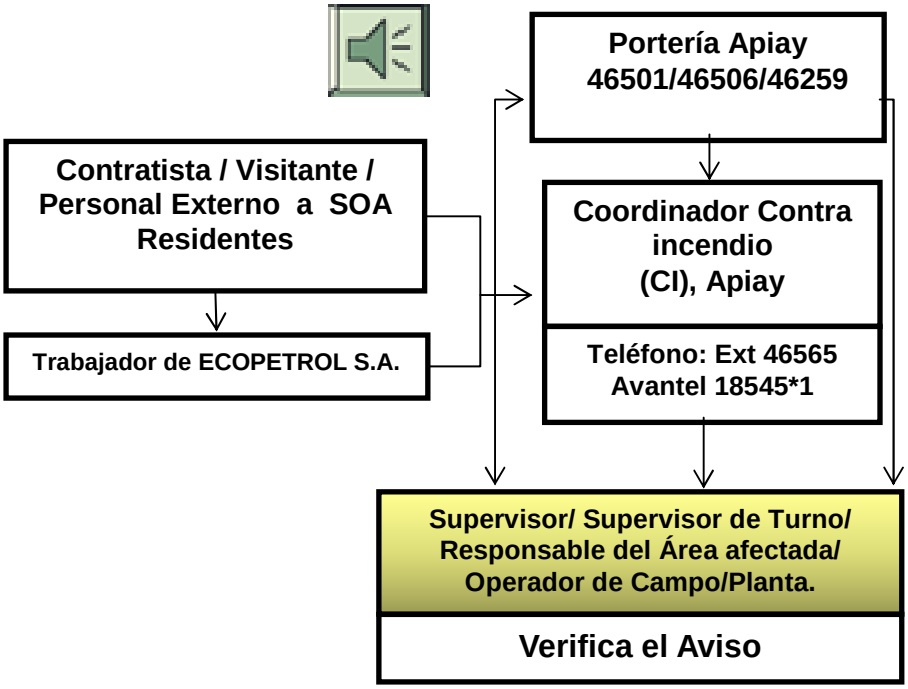


Figura 4-87. Línea de activación emergencia grado menor

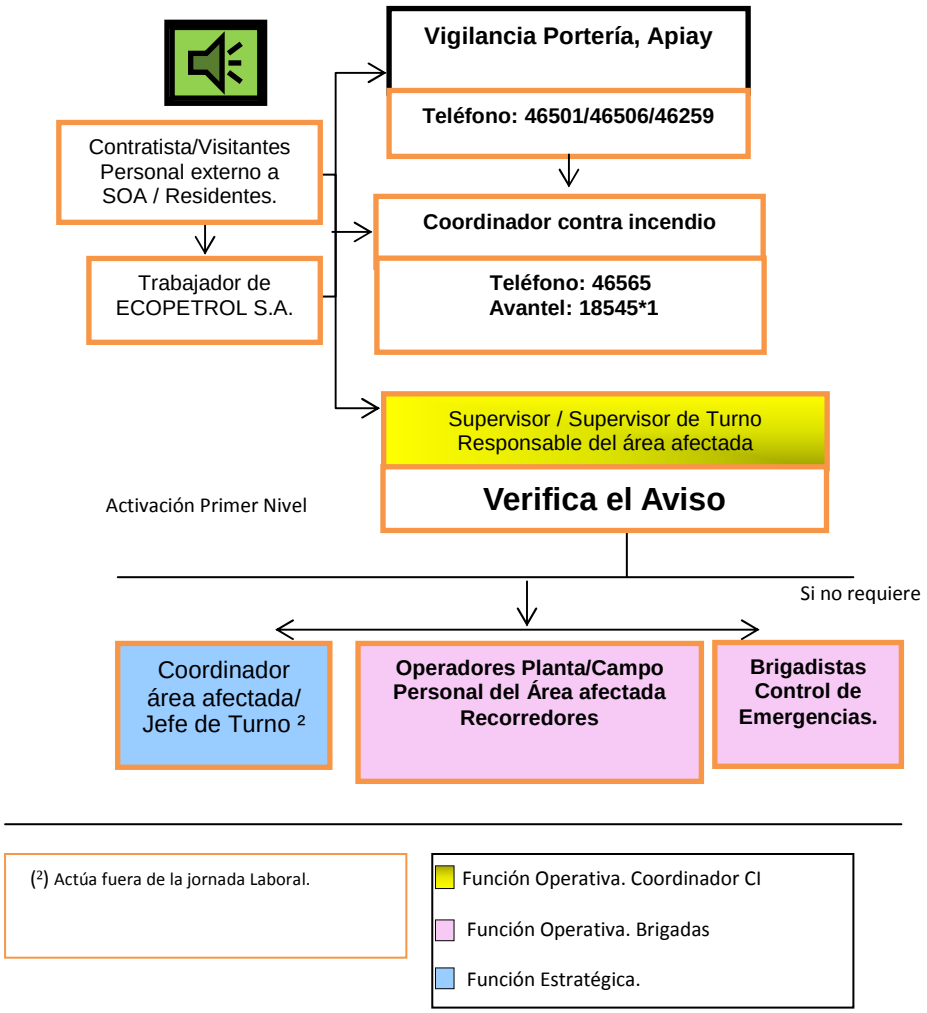


Figura 4-88. Línea de activación emergencia grado medio

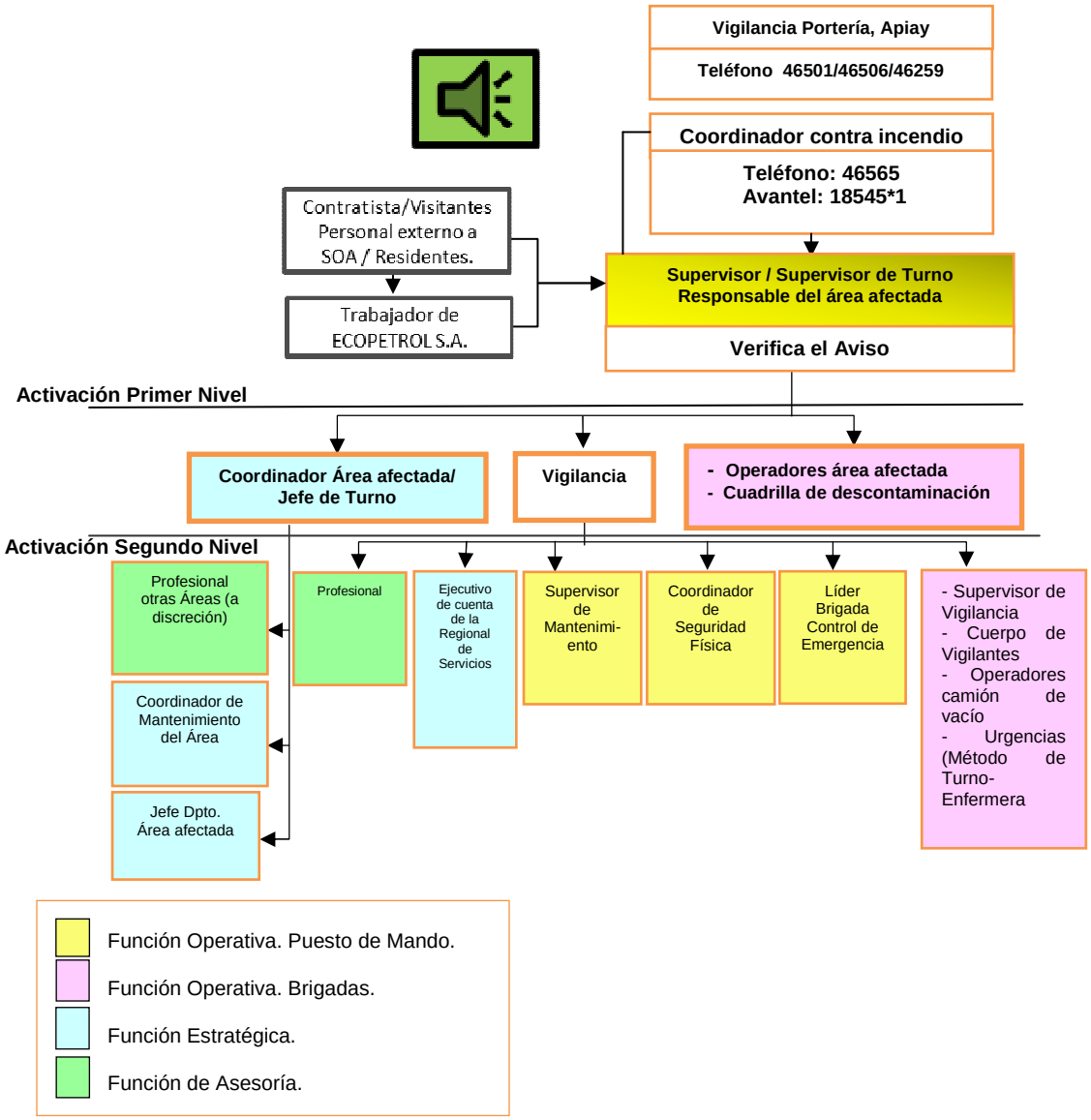
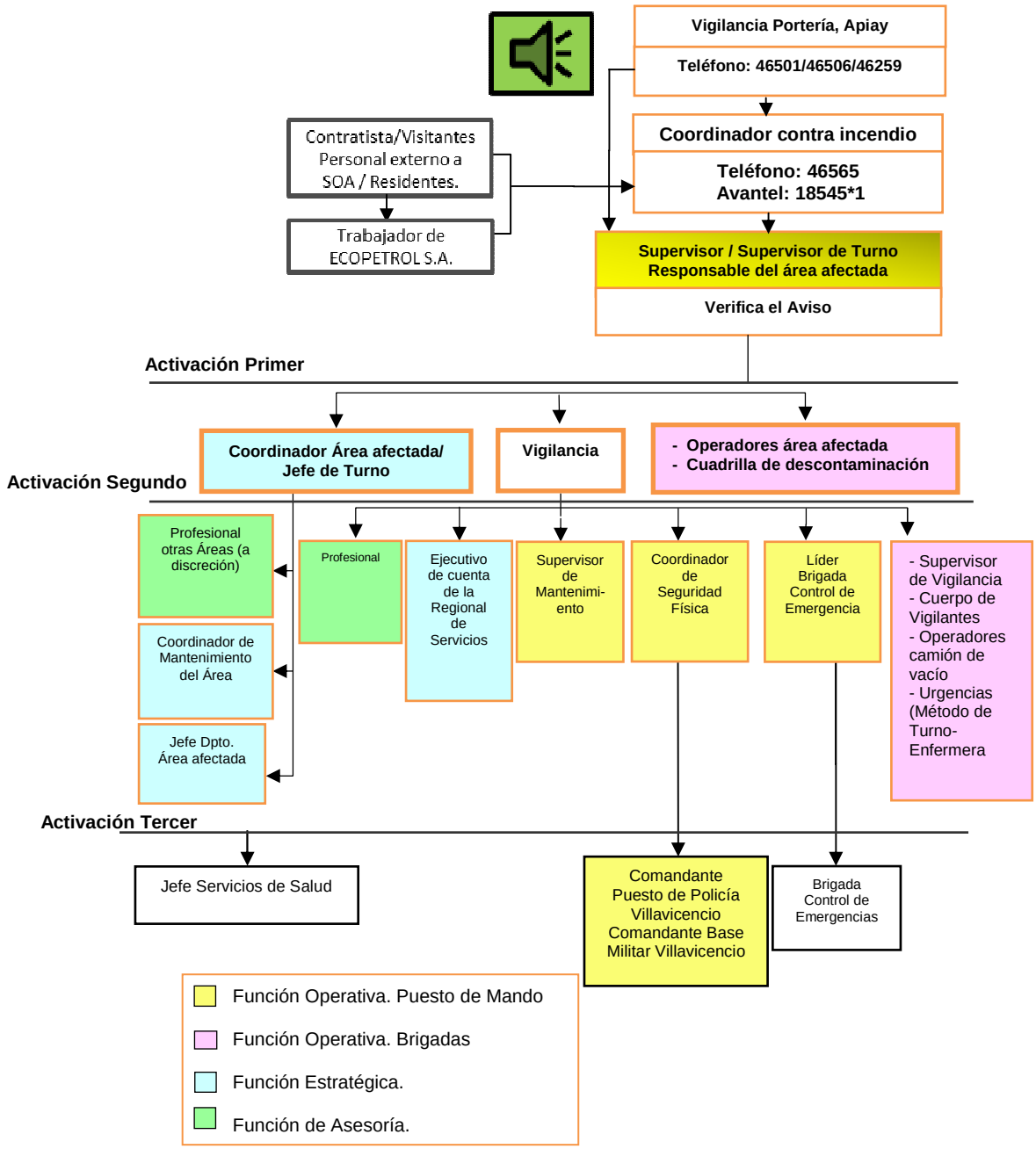


Figura 4-89. Línea de activación emergencia grado mayor



b. Líneas de reporte de la situación de emergencia

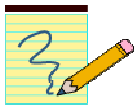
El reporte es el procedimiento formal que permite dar a conocer oficialmente a las entidades correspondientes o a otras dependencias de Ecopetrol S.A., la existencia y características de una emergencia, mediante un documento escrito, el cual es de carácter obligatorio.
Se ha definido para el PDC del Bloque Apiay un procedimiento de reporte consistente en un informe de riguroso y estricto cumplimiento entre los integrantes del Plan. En este procedimiento se señala el sentido, el tipo de comunicación y las personas que generan o reciben un reporte inicial o un informe final.

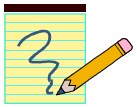
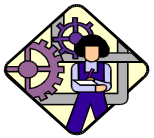
Las Figuras 4-90 a 4-92 esquematizan el procedimiento de notificación para cada nivel de emergencia.

En la Tabla 4-108 adjunta, se relacionan todos los formatos que se deben diligenciar y tramitar en el evento de una Contingencia, en donde se indica el nombre del formato, el objetivo del mismo, el plazo para tramitarlo, quién informa y elabora el formato, a quién va remitido, y la identificación codificada del respectivo formato. Al final de este mismo numeral y después de las Figuras del procedimiento de notificación se adjuntan los Formatos de todos los Reportes citados en la Tabla siguiente.

Las Figuras 4-90 a 4-92 esquematizan el procedimiento de notificación para cada nivel de emergencia.

Tabla 4-108. Formatos para el reporte de las emergencias

Nombre del formato	Objetivo	Plazo para tramitarlo	Quien informa y elabora	A quien se remite	Formato Ordenado
Reporte Telefónico de la Emergencia y Notificación inmediata.	Se elabora con el fin de tener una constancia escrita y muy corta, del aviso de la emergencia.	Inmediatamente se presenta la emergencia, y máximo 12 horas siguientes por escrito.	Operador informa. Operador notifica: Nivel Bajo (L). Supervisor notifica: Nivel Medio (M). Superintendente notifica: Nivel Alto (H).	Al Coordinador del PDC. Superintendente. SOA Presidente o Vicepresidente.	**ECP-DHS-F-022**
Reporte de Investigación de Incidentes. 	El equipo investigador recopila y analiza las evidencias, y define las acciones inmediatas para controlar causas y acciones correctivas.	Nombramiento del equipo en 24 horas. Reporte del Informe de Investigación 5 días hábiles, y 15 días cuando hay lesiones personales.	Equipo de Investigación, nombrado por el mismo a quien debe remitirse.	Al Coordinador del PDC (Nivel L) Superintendente (Nivel M). Presidente o VP (Nivel H y VH).	**ECP-DHS-F-021**
Valoración de Riesgos (RAM). Nivel Bajo (L) Nivel Medio (M) Nivel Alto (H)	Valorar y Clasificar el nivel de riesgo cruzando adecuadamente las consecuencias con la probabilidad, teniendo en cuenta las consecuencias reales y no las potenciales.	Se debe reportar en el menor tiempo posible: 4 horas en Formato ECP-DHS-F-022 (incidentes) y 30 minutos en Formato ECP-DHS-F-023 (ambiental).	Operador del Area afectada (L). Supervisor/Coordinador (M). Superintendente SOA (H y VH).	Dependiendo de la Valoración RAM: L, M, H y VH. Al Coordinador HSEQ de la VPR. A la SOA cuando el nivel sea igual o mayor a Medio.	**ECP-DHS-I-002 MATRIZ RAM** **Formatos: ECP-DHS-F-022 ECP-DHS-F-023**

Nombre del formato	Objetivo	Plazo para tramitarlo	Quien informa y elabora	A quien se remite	Formato Ordenado
Reporte Inicial del Derrame de Hidrocarburos.	Informar de la ocurrencia de un derrame y estimar preliminarmente la magnitud y severidad de la emergencia.	Se debe tramitar dentro de las 24 horas siguientes a la ocurrencia de la emergencia.	ECOPETROL-SOA (Coordinador del PDC - Supervisor).	Ver líneas de notificación.	**ECP-DHS-F-023**
Informe Final del derrame de Hidrocarburos. 	Informe escrito realizado con el fin de tener conocimiento detallado de las circunstancias del derrame, su atención y control (no de contaminación o daño).	Dentro de los 20 días contados a partir del día de la finalización de la atención del derrame.	ECOPETROL - SOA (Coordinador del PDC/SOA).	CORMACARENA Ministerio del Medio Ambiente y a la Coordinación del Comité Técnico Nacional del PNC – Coordinador HSEQ de la VPR.	**ECP-DHS-F-024**
Reporte de Lecciones Aprendidas	Para incidentes VH, H y M se garantiza la divulgación mediante Talleres de discusión que permitan asegurar el aprendizaje del incidente.	Una vez aprobado el reporte se divulga y envía copia a la DHS.	Coordinador del Área a Cargo donde ocurrió el incidente.	Reporte que carga en la Ruta: IRIS/Nuestro conocimiento/ Lección aprendida.	**ECP-DHS-F-025**
Solicitud de Equipos y Materiales 	Se tramita para el préstamo de equipos, entre empresas o industrias que no cuenten con ninguno de los mecanismos de ayuda mutua o convenios interinstitucionales.	Cuando los recursos propios no son suficientes para atender la emergencia.	Coordinador del PDC o Comandante de Emergencia	Se debe tramitar ante los Comités Operativos (COL-PNC) pertinentes, de acuerdo con la magnitud de la emergencia.	**ECP-DHS-F-036** **ECP-DHS-F-039** **Formato SCI 211e**

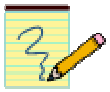
Nombre del formato	Objetivo	Plazo para tramitarlo	Quien informa y elabora	A quien se remite	Formato Ordenado
Acta de Envío y Recibo de Equipos y Materiales. 	Se realiza con el fin de llevar un registro de los equipos y material que se recibirá y devolverá y el estado de servicio, para que en caso de daño o pérdida del equipo, el Comité Operativo Local COL del PNC pueda realizar la investigación respectiva para establecer responsabilidades y realizar la reposición del equipo.	No se especifica. Se sugiere un plazo de 3 días.	El Coordinador del PDC de la empresa que solicita el préstamo (SOA). Debe ser firmado por el Coordinador del PDC y el responsable de la empresa, entidad o país que realiza el préstamo.	Ver líneas de notificación.	**ECP-DHS-F-036** **ECP-DHS-F-037** **ECP-DHS-F-039** **Formato SCI 211e**
Comunicados de Prensa o Radio. **Niveles VH ó H.**	Suministrar a las autoridades locales y a la comunidad en general sobre el avance del evento, las responsabilidades en la atención de la emergencia, y en la prevención de posibles afectaciones.	Dependiendo del nivel o gravedad de la emergencia.	Funcionario de Comunicaciones de la SOA.	Medios de comunicación.	**ECP-DHS-F-033** **y** **ECP-DHS-F-034**

Figura 4-90. Línea de reporte emergencia grado menor

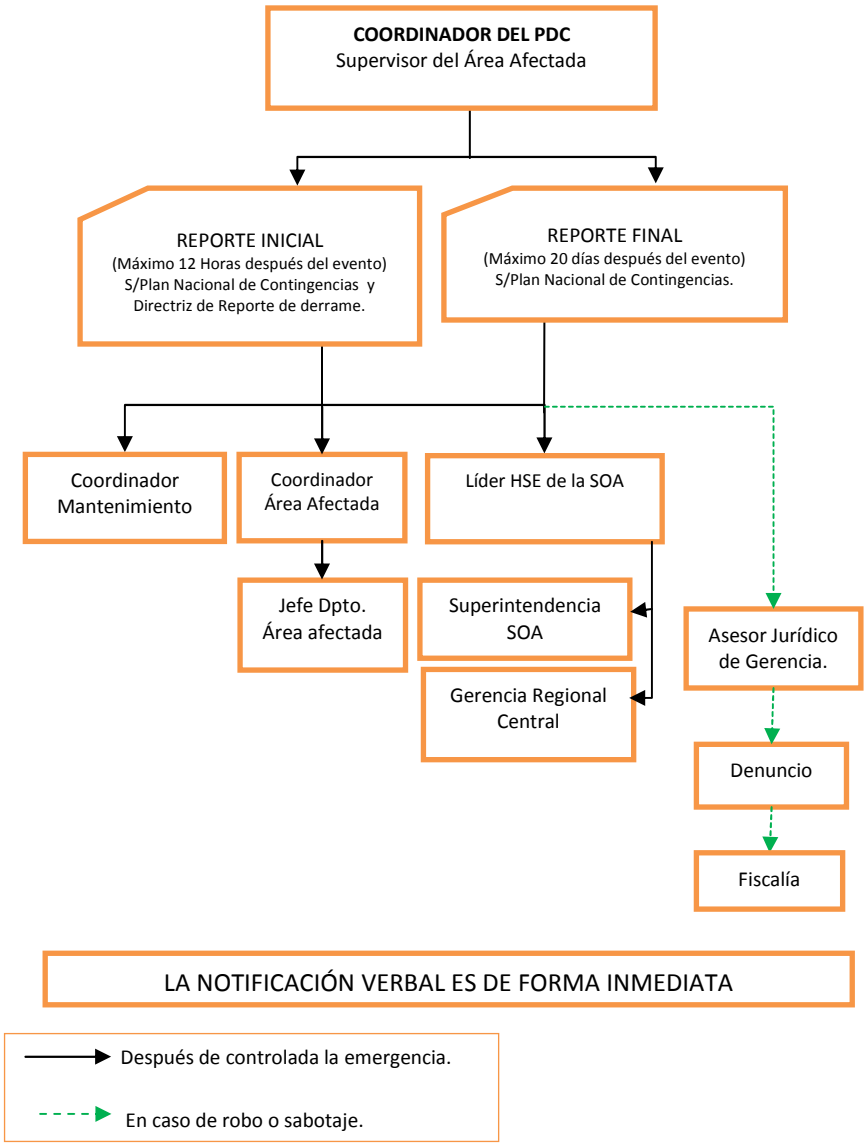


Figura 4-91. Línea de reporte emergencia grado medio

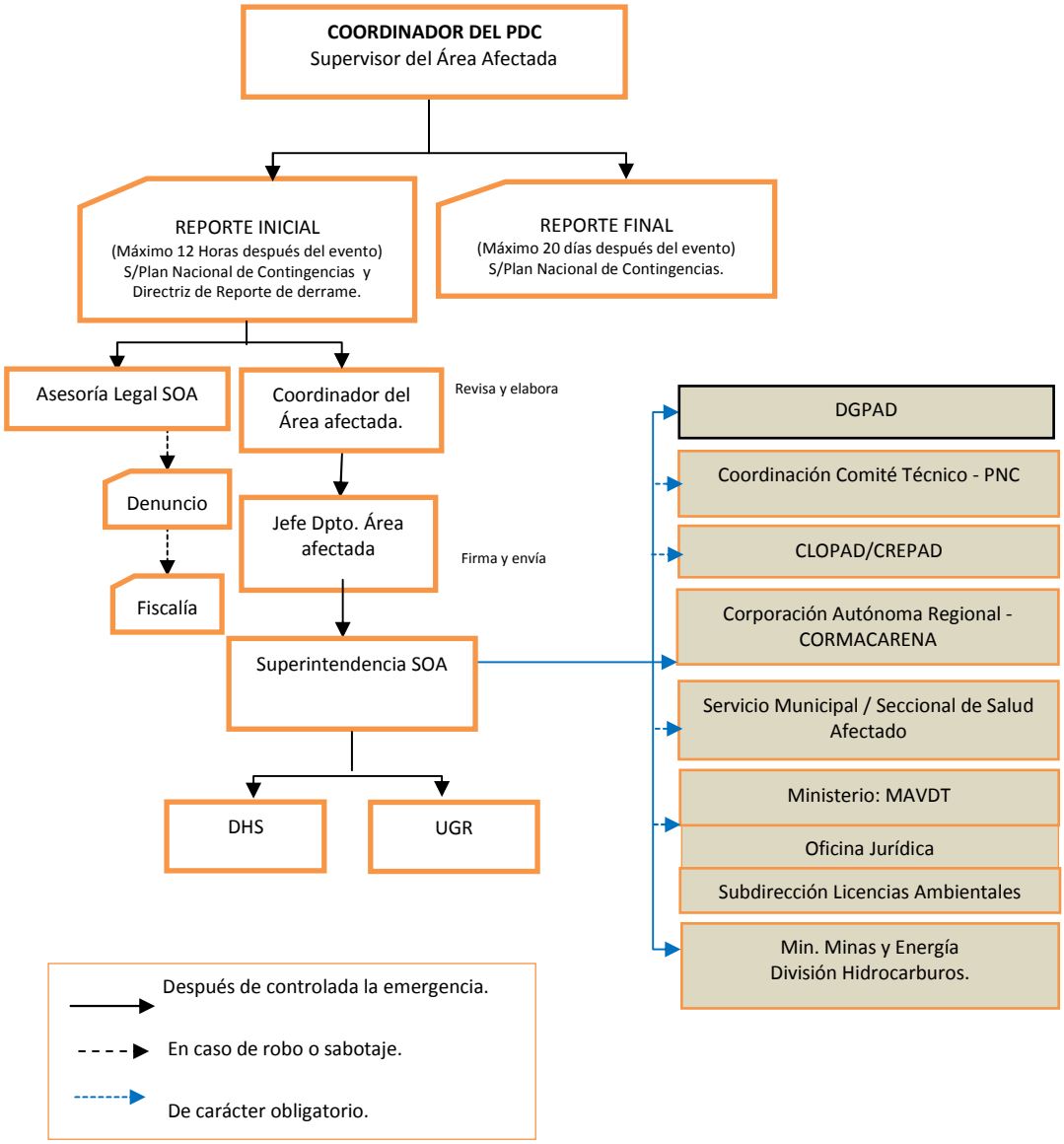
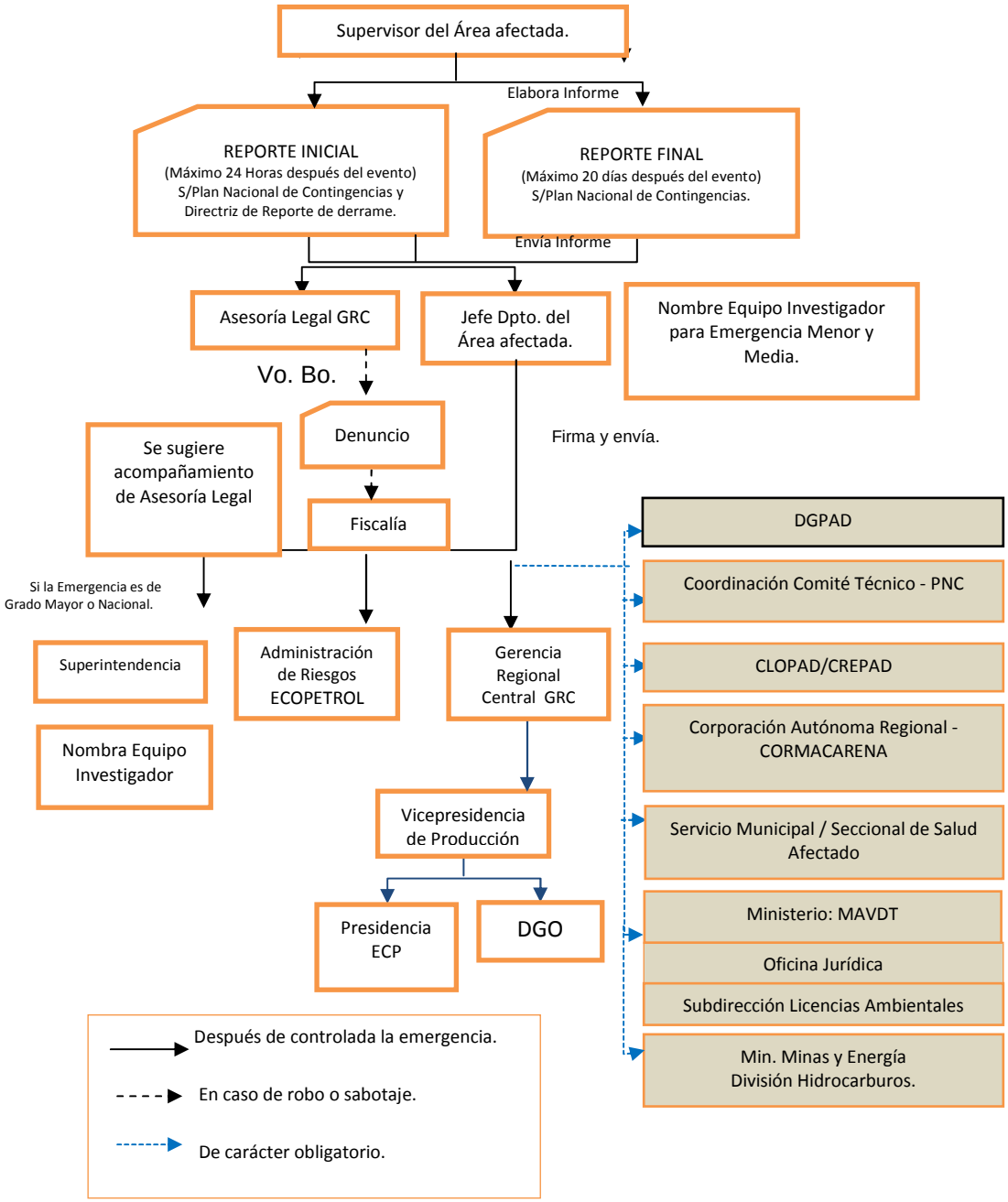


Figura 4-92. Línea de reporte emergencia grado mayor



Formato Reporte de Notificación inmediata de Incidentes (ECP-DHS-F-022)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-022	
	NOTIFICACIÓN INMEDIATA DE INCIDENTES	Versión: 3	1/1
		12/4/2008	

En caso de duda consulte el procedimiento ECP-DHS-P-001

LUGAR: _____ FECHA DE REMISION D M A A

FECHA DEL INCIDENTE D M A A

NOMBRE DEL ACCIDENTADO/ EQUIPO: HORA DEL INCIDENTE ☐☐☐☐ AM ☐ PM ☐

DEPENDENCIA: _____

REGISTRO O CC: _____ CARGO: _____

EMPRESA CONTRATISTA: _____

VALORACIÓN RAM DEL INCIDENTE ☐

1. PERSONAS	2. PROPIEDAD	3. AMBIENTE
☐ CON LESION PERSONAL	☐ CON DAÑO A LA PROPIEDAD	☐ FUGA
☐ MUERTE	☐ INCENDIO	☐ DERRAME/ AMBIENTAL
☐ LESIONES A TERCEROS	☐ ACCIDENTES DE TRÁNSITO	OTROS _____

COSTOS APROX: (KUS$) _____

AREAS CONTAMINADAS _____

DESCRIBA COMO SUCEDIÓ EL HECHO (Qué, Cómo, Por qué, Dónde)

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REPORTA:

_____ REGISTRO ☐

_____ C.C. ☐

CARGO: _____ N° _____

_____

V/B GERENTE/ SUPERINTENDENTE

DIA / MES / AÑO

FECHA RECIBO: ☐ ☐ ☐ HORA ☐☐☐☐ AM ☐ PM ☐

NOTA: Remitir por fax maximo 4 horas despues del accidente a: Unidad de Gestión de Riesgos Fax.5628
Vicepresidencia Fax. VEX.4676 VFR 5146 VIT.2881093 VRP.4625
Dirección de HSE y Gestión Social - DHS Fax. 4405

Formato Reporte de Investigación de Incidentes (ECP-DHS-F-021)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-021
	INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES	Versión: 3 — 1/2
		12/4/2008

ESTE FORMATO DEBE SER TRAMITADO POR EL JEFE DE LA PERSONA O DEPENDENCIA INVOLUCRADA
En caso de duda consulte el procedimiento ECP-DHS-P-001

NOMBRE DEL ACCIDENTADO:	REGISTRO O CC N°	CARGO:	ESTADO CIVIL	TIPO DE PERSONAL DIRECTO	
				INDEFINIDO	TEMPORAL

DATOS DEL SUCESO	DEPENDENCIA	LUGAR	DIA DE LA SEMANA	HORA	FECHA		
				AM / PM	DIA	MES	AÑO

ACCIDENTES OCURRIDOS A LOS TRABAJADORES PROPIOS

CASI ACCIDENTE		EN EL TRABAJO	CON PERDIDA DE TIEMPO
ACCIDENTE		FUERA DEL TRABAJO	SIN PERDIDA DE TIEMPO
FATALIDAD			

ACCIDENTE OCURRIDO A LAS PROPIEDADES

CASI ACCIDENTE		DAÑO A LA PROPIEDAD	
DERRAME Y/O FUGA		INCENDIO Y/O EXPLOSION	

NOMBRE DEL LESIONADO O INFORMANTE DEL CASI ACCIDENTE

REGISTRO N°	CARGO:	EDAD:	ANTIGUEDAD:

EXPERIENCIA EN EL CARGO:	AÑOS	MESES	DIAS

TURNO DE:		AM		A	AM		
		PM			PM		

BIENES AFECTADOS PROPIEDAD DE: ECOPETROL | TERCEROS

NOMBRE DEL EQUIPO Y/O INSTALACIÓN AFECTADA:

DAÑO:

COSTO TOTAL DEL CASI ACCIDENTE O ACCIDENTE: $

ESTE RECUADRO SE LLENARÁ UNICAMENTE PARA ACCIDENTES QUE AFECTAN AL TRABAJADOR

PRESENTACIÓN AL MEDICO (DDMMAAAA)

HORA

DESCRIPCION DE LA LESION O PERTURBACIÓN (FAVOR ESCRIBIR EN LTRA IMPRENTA)

NOVEDAD

REGRESO AL TRABAJO	Si		No
PRIMEROS AUXILIOS	Si		No
INCAPACIDAD	Si		No
ATENCIÓN MEDICA SIN INCAPACIDAD	Si		No
HOSPITALIZADO	Si		No
TRABAJO RESTRINGIDO	Si		No
N° de días de Incapacidad			

Dx _____ CIE (10) _____

NATURALEZA DE LA LESIÓN (Especifique con base en el listado, si es otro, aclare cual es)

FRACTURA	LUXACIÓN	ESGUINCE	TRAUMA INTERNO	HERIDA	AMPUTACIÓN	INTOXICACIÓN	TRAUMA SUPERFICIAL	
QUEMADURA	ELECTRICIDAD	ASFIXIA	INSOLACIÓN O EFECTOS DE ALTITUD	RADIACIÓN	GOLPE O CONTUSIÓN	LESIONES MULTIPLES	PERDIDA DE OJO(S)	OTROS

PARTE DEL CUERPO AFECTADA:

NOMBRE DEL MEDICO:

FIRMA

REGISTRO C.C. | NUMERO:

DEBE DESCRIBIR CLARAMENTE COMO SUCEDIÓ EL INCIDENTE/ACCIDENTE (QUÉ, CÓMO Y POR QUÉ)

FIRMA DEL ACCIDENTADO, TESTIGO O INFORMANTE | REGISTRO O C.C. N° | FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME (Dia / Mes / Año)

SI HUBO TESTIGOS QUE PRESENCIARON EL INCIDENTE COLOCAR SUS DATOS EN ESTE RECUADRO

NOMBRE	REGISTRO	CEDULA

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-021
	INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES	Versión: 3 2/2 12/4/2008

ESTE FORMATO DEBE SER TRAMITADO POR EL JEFE DE LA PERSONA O DEPENDENCIA INVOLUCRADA
En caso de duda consulte el procedimiento ECP-DHS-P-001

COORD. DE PLANTA, JEFE DE SUPERINTENDENCIA, SUPERVISOR, INTERVENTOR

CAUSAS INMEDIATAS Y BÁSICAS DEL ACCIDENTE

ACTOS SUBESTANDAR

1	MANEJO DE EQUIPO SIN AUTORIZACIÓN	10	LEVANTAMIENTO INADECUADO
2	FALTA DE ADVERTENCIA	11	POSICIÓN DE TAREA INADECUADA
3	FALTA DE ASEGURAR	12	MANUFACTURA DE EQUIPO EN OPERACIÓN
4	MANEJO A VELOCIDAD INADECUADA	13	BROMAS
5	HACER INOPERABLE LOS INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD	14	BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL Y/O DROGAS
6	USO DE EQUIPO DEFECTUOSO	15	USO INAPROPIADO DEL EQUIPO
7	USO INAPROPIADO DEL EPP	16	NO SEGUIR PROCEDIMIENTOS
8	CARGA INADECUADA		OTRO
9	ALMACENAMIENTO INADECUADO		

FAVOR IDENTIFICAR CON UNA X LAS CAUSAS QUE EXISTIERON EN EL ACCIDENTE-CASI ACCIDENTE

CONDICIONES SUBESTANDAR

17	PROTECCIONES Y BARRERAS INADECUADAS	25	EXPOSICIONES A RADIACIÓN
18	EPP INADECUADO O IMPROPIO	26	EXPOSICIONES A TEMPERATURAS EXTREMAS
19	HERRAMIENTA, EQUIPO O MATERIAL DEFECTUOSO	27	ILUMINACIÓN INADECUADA
20	CONGESTIÓN O ACCIÓN RESTRINGIDA	28	VENTILACIÓN INADECUADA
21	SISTEMA DE ADVERTENCIA INADECUADO	29	CONDICIONES AMBIENTALES PELIGROSAS
22	PELIGRO DE EXPLOSIÓN O INCENDIO		
23	DESORDEN; ASEO DEFICIENTE		OTRO _____
24	EXPOSICIONES AL RUIDO		

FACTORES PERSONALES

1	CAPACIDAD FISICA/FISIOLOGICA INADECUADA	6	FALTA DE HABILIDAD
2	CAPACIDAD MENTAL/SICOLÓGICA INADECUADA	7	MOTIVACIÓN INADECUADA
3	TENSIÓN FÍSICA O FISIOLÓGICA		OTRA NO LISTADA
4	TENSIÓN MENTAL O SICOLÓGICA		
5	FALTA DE CONOCIMIENTO		

FACTORES DEL TRABAJO

8	LIDERAZGO Y/O SUPERVISION INADECUADA	13	ESTANDARES DE TRABAJO INADECUADOS
9	INGENIERÍA INADECUADA	14	USO Y DESGASTE EXCESIVO
10	ADQUISICIONES INADECUADAS	15	ABUSO O MAL USO
11	MANTENIMIENTO INADECUADO		OTRA NO LISTADA
12	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS INADECUADOS		

RAM EVALUADO CON CONSECUENCIAS REALES ☐

RAM EVALUADO CON CONSECUENCIAS POTENCIALES ☐

INDICE PROBABLE DE REPETICIÓN

FRECUENTE ☐ OCASIONAL ☐ RARAMENTE ☐

OBJETO, INSTALACIÓN, EQUIPO QUE ORIGINO EL INCIDENTE: _____

EVALUACIÓN DEL ACCIDENTE

PROBABILIDAD DE REPETICIÓN

REPETITIVO ☐ OCASIONAL ☐ RARA VEZ ☐

TIPO DE CONSECUENCIA

MENOR ☐ SERIO ☐ GRAVE ☐

PREVENCIÓN

QUE MEDIDAS SE HAN TOMADO O SE TOMARÁN PARA EVITAR LA REPETICIÓN DEL ACCIDENTE

ACCIÓN INMEDIATA: _____

ACCIÓN DEFINITIVA: _____

EJECUTADO POR: _____ REVISIÓN N° _____ FECHA (DDMMAAAA)

EJECUCIÓN REVISADA POR REVISIÓN N° FECHA (DDMMAAAA)

JEFE DEPARTAMENTO

EN LOS CASOS EN QUE EL JEFE DE DEPARTAMENTO DE OPERACIONES O TECNICO SE ENCUENTRE EN ÁREA GEOGRÁFICA LEJANA DE DONDE SE PROCESA EL INFORME, ESTE DEBERÁ SER ENVIADO AL CORRESPONDIENTE JEFE DE DEPARTAMENTO PARA HACER MÁS EFICIENTE EL PROCESO

CONCEPTO GENERAL SOBRE EL INCIDENTE Y LAS ACCIONES PREVENTIVAS: _____

NOMBRE	REGISTRO N°	FIRMA	FECHA (DDMMAAAA)

PROFESIONAL DHS

N° Consecutivo: ☐ Año ☐

CONCEPTOS Y RECOMENDACIONES _____

NOMBRE	REGISTRO N°	FIRMA	FECHA (DDMMAAAA)

ASESORÍA LABORAL

ESTE RECUADRO SE LLENARÁ UNICAMENTE PARA ACCIDENTES CON LESIÓN AL TRABAJADOR

TIPO DE INCIDENTE: _____

EL INCIDENTE SE CONSIDERA LEGAL O CONVENCIONALMENTE DE TRABAJO SI ☐ NO ☐

NOMBRE	REGISTRO N°	FIRMA	FECHA (DDMMAAAA)

ESPACIO PARA AMPLIAR CUALQUIER ASPECTO DEL INFORME

*** PARA LOS ACCIDENTES CON LESIÓN AL TRABAJADOR SE DEBERÁ FOTOCOPIAR ESTE FORMATO Y ENVIARLO AL JUEZ DEL TRABAJO DEL LUGAR O EN SU DEFECTO AL JUEZ MUNICIPAL (ARTICULO 220 C.S.T.)**

*** ESTE FORMATO DEBE SER DILIGENCIADO Y ENVIADO A LA OFICINA DE LA DIRECCIÓN HSE Y GESTIÓN SOCIAL CORRESPONDIENTE**

Formato Reporte Inicial de derrame de hidrocarburos (ECP-DHS-F-023)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-023
	REPORTE INICIAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS	Versión:3 1/1 12/4/2008

PLAN NACIONAL CONTROL DERRAMES DE HIDROCARBUROS Y SUS DERIVADOS

En caso de cualquier duda, consulte la directriz sobre reportes de derrames de productos quimicos. ECP-DRI-D-002

ENTIDAD O EMPRESA ENCARGADA DE LA ATENCIÓN DEL DERRAME: _____

ACTIVIDAD ECONÓMICA: _____

FUNCIONARIO RESPONSABLE DEL REPORTE: _____

TELÉFONO: _____ FAX: _____

FECHA DE DETECCIÓN DEL DERRAME: HORA _____ FECHA: DIA _____ MES _____ AÑO _____

NOMBRE DE PERSONA QUE DETECTO EL DERRAME: _____

ORIGEN DEL DERRAME (Fuente del derrame, si se tiene determinado): _____

UBICACIÓN (Dpto., Mpio, Vereda): _____

RESEÑA DEL ÁREA AFECTADA: (Elabora unesquema del sitio del derrame, superficie afectada y área de influencia) _____

NOMBRE PRODUCTO DERRAMADO: _____

CÓDIGO NACIONES UNIDAS (Si se tiene): _____ DATOS FICHA DE SEGURIDAD (Si se tiene): _____

CARACTERIZACION DEL PRODUCTO DERRAMADO _____

TÓXICO CANCERÍGENO _____

MUTAGENICO _____ TERATOGENICO _____

CANTIDAD ESTIMADA DEL DERRAME: _____ Bbls _____ Tons

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS: DEFINIDAS _____ POR DEFINIR _____ NO DEFINIDAS _____

EXISTE ALGUIEN ATENDIENDO EL DERRAME: SI _____ NO _____

AFECTACIÓN A RECURSOS NATURALES - TERRENOS - INSTALACIONES. _____

AFECTACIÓN A COMUNIDADES: _____

ACCIONES EJECUTADAS: _____

PELIGROS DE LA EMERGENCIA (Incendios - Explosión - Otros): _____

DESPLAZAMIENTO DEL DERRAME: _____

SOPORTE REQUERIDO: _____

OBSERVACIONES: _____

Nota: Los aspectos preguntados en este formato serán contestados en la medida de la aplicabilidad del cuestionario en cada caso

Formato Reporte Final de derrame de hidrocarburos (ECP-DHS-F-024)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-024	
	REPORTE FINAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS	Versión: 3	1/3
		12/4/2008	

En caso de cualquier duda,consultar la directriz sobre reporte de derrames de productos quimicos ECP-DRI-D-002

ENTIDAD O EMPRESA ENCARGADA DE LA ATENCIÓN DEL DERRAME: _____

ACTIVIDAD ECONÓMICA: _____

FUNCIONARIO RESPONSABLE DEL REPORTE: _____

TELÉFONO: _____ FAX: _____

FECHA Y HORA DEL DERRAME: _____

FECHA Y HORA DE LA NOTIFICACION INICIAL _____

FECHA Y HORA DE LA FINALIZACION DE EMERGENCIA: _____

LOCALIZACION DEL DERRAME (Dpto., Mpio, Vereda): _____

ORIGEN DEL DERRAME (Fuente del derrame, si se tiene determinado) _____

CAUSA DEL DERRAME: _____

VOLUMEN DEL DERRAME (Blls): _____

DETERMINACION DE AREAS AFECTADAS (Terrenos, Recursos Naturales, Instalaciones): _____

DETERMINACION DE COMUNIDADES AFECTADAS: _____

PLAN DE ACCION DESARROLLADO (Descripción de medidas de prevención, corrección, monitoreo adoptadas. Dentro de este item se deberá relacionar las acciones de contención, recolección, almacenamiento temporal y recuperación del producto:

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-024	
	REPORTE FINAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS	Versión: 3	3/3
		12/4/2008	

APOYO EXTERNO (Solicitado y Obtenido):

ESTIMACION DE COSTOS DE ATENCION:

OBSERVACIONES

ANEXOS: (Si existen, se pueden anexar informes y registros fotográficos de la atención de la emergencia)

Formato Reporte sobre Lecciones Aprendidas. (ECP-DHS-F-025)

ecopetrol	DIRECCIÓN HSE Y GESTIÓN SOCIAL	ECP-DHS-F-025	
	LECCIONES APRENDIDAS	Versión: 3	1/1
		12/4/2008	

En caso de duda consulte el procedimiento ECP-DHS-P-001

ÁREA Ó DEPENDENCIA: _____ FECHA: DIA ___ MES ___ AÑO ___

INFORMACIÓN BÁSICA

De un título a ésta lección aprendida y escriba una breve presentación de la lección aprendida

TÍTULO: _____

PRESENTACIÓN: _____

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA PRESENTADO

Describa lo sucedido de forma clara y resumida

QUE PASO: _____

UBICACIÓN DEL EVENTO

DONDE: _____
ÁREA: _____
DISTRITO: _____
SECCIÓN _____

FECHA DEL EVENTO

FECHA: DÍA ___ MES ___ AÑO ___

RESUMEN DE CAUSAS

Trate de describir la causa raiz del problema presentado

LECCIONES APRENDIDAS

Liste conclusiones y recomendaciones pensando en que otra persona pueda aprender de su problema y solución

DESCRIPTORES

Escriba las palabras que puedan ayudar a una persona a ubicar esta historia en una base de información y marque con una X la categoría en la que desea clasificar esta lección aprendida

DESCRIPTORES: _____

Administración y Gestión	☐	Laboratorios y plantas pilotos	☐	Operaciones de perforación y completamiento	☐	Parada de planta	☐
Equipos Industriales	☐	Mantenimiento	☐	Operaciones de producción	☐	Planeación	☐
HSEQ	☐	Medición y control de procesos	☐	Operaciones de refinación	☐	Proyectos	☐
Incidentes Ambientales	☐	Operaciones de exploración	☐	Operaciones de Transporte	☐	Tecnologias de informacion	☐

CONTACTO PARA INFORMACIÓN ADICIONAL

NOMBRE: _____ TELÉFONO: _____
CORREO ELECTRÓNICO: _____

Formato Lista de Ingreso de Equipos en Emergencias (ECP-DHS-F-036)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-036	
	FORMATO SCI 211e PARA DOCUMENTACIÓN DE LA LISTA DE INGRESO DE EQUIPOS EN EMERGENCIAS	Fecha aprobación: 23/Julio/2008	
		Versión: 1	Pág.: 1 de 1

FORMATO SCI 211e – LISTA DE INGRESO (EQUIPOS)

1. Nombre del Incidente	2. Periodo Operacional (Fecha / hora) De: A:	3. Ubicación de Registro ☐ Puesto de Mando ☐ Área de Organización ☐ Otro _____

4. INFORMACIÓN DE EQUIPO QUE INGRESA

EQUIPO	IDENTIFICACIÓN	PROVEEDOR / DUEÑO	ASIGNACIÓN	INFORMACIÓN DE CONTACTO	HORA	
					ENTRADA	SALIDA

5. Preparado por	Fecha / Hora	6. Fecha / Hora enviado a Unidad de Recursos

Formato Registro Equipos CLOPADs/CREPADs para el PDC (ECP-DHS-F-039)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-039	
	FORMATO PARA EL REGISTRO DE INFORMACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS DE CLOPADs Y CREPADS CON DESTINO AL PLAN DE CONTINGENCIA	Fecha aprobación: __/__/2008	
		Versión: 1	Pág.: 1 de 1

PROVEEDOR

Distribuidor:	Teléfono:	Número de Ficha:
Dirección:	Fax:	
Ciudad:		

FABRICACION

Fabricante:	Modelo:

CARACTERISTICAS

TIPO - TRANSPORTE - ENERGIA - APLICACION - AUTOSUFICIENCIA - DIMENSIONES DE APLICACION - ACOPLES - Etc.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Peso:	Ancho:	Largo:	Alto:

COSTO

Costo Equipo Nuevo:	Costo Arriendo:

Observaciones:

FUENTE

Nombre:	Cargo:	Fecha:

Formato Lista de Ingreso de Personal de Emergencias (ECP-DHS-F-037)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-037	
	FORMATO SCI 211p PARA DOCUMENTACIÓN DE LA LISTA DE INGRESO DE PERSONAL EN EMERGENCIAS	Fecha aprobación: 23/Julio/2008	
		Versión: 1	Pág.: 1 de 1

FORMATO SCI 211p – LISTA DE INGRESO (PERSONAL)

1. Nombre del Incidente	2. Periodo Operacional (Fecha / hora) De: A:	3. Ubicación de Registro ☐ Puesto de Mando ☐ Área de Organización ☐ Otro _____

4. INFORMACIÓN DEL PERSONAL QUE INGRESA

NOMBRE	EMPRESA / ENTIDAD / DEPENDENCIA	SECCIÓN DEL SCI A LA CUAL SE ASIGNA	TAREA ASIGNADA / CAPACIDADES	INFORMACIÓN DE CONTACTO	HORA	
					ENTRADA	SALIDA

5. Preparado por	Fecha / Hora	6. Fecha / Hora enviado a Unidad de Recursos

Formato Plan de Comunicaciones Radiales del Incidente (ECP-DHS-F-033)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-033	
	FORMATO SCI 205 PARA DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIONES RADIALES DEL INCIDENTE EN EMERGENCIAS	Fecha aprobación: 23/Julio/2008	
		Versión: 1	Pág.: 1 de 1

FORMATO SCI 205 – PLAN DE COMUNICACIONES RADIALES DEL INCIDENTE

1. Nombre del Incidente	2. Periodo Operacional (Fecha / hora) De: A:

3. USO DEL CANAL BÁSICO DE RADIO / AVANTEL

SISTEMA		CANAL	FUNCIÓN	FRECUENCIA	ASIGNADO A
RADIO	AVANTEL				

Preparado por (Unidad de Comunicaciones)	Fecha / Hora

Formato Listado de Comunicaciones Radiales del Incidente (ECP-DHS-F-034)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-034	
	FORMATO SCI 205a PARA DOCUMENTACIÓN DEL LISTADO DE COMUNICACIONES EN EMERGENCIA	Fecha aprobación: 23/Julio/2008	
		Versión: 1	Pág.: 1 de 1

FORMATO SCI 205a – LISTADO DE COMUNICACIONES

1. Nombre del Incidente	2. Periodo Operacional (Fecha / hora) De: A:

3. Información de Comunicaciones Locales:

ASIGNACIÓN	NOMBRE	Método de Contacto (frecuencia de radio, teléfono, celular, etc.)

4. Preparado por (Unidad de Comunicaciones): Fecha / Hora:

Formato Registro de Información de Sistema de Comunicaciones con destino al PDC (ECP-DHS-F-037)

ecopetrol	DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL Unidad HSE	ECP-DHS-F-037
	FORMATO PARA EL REGISTRO DE INFORMACIÓN DE SISTEMA DE COMUNICACIONES CON DESTINO AL PLAN DE CONTINGENCIA	Fecha aprobación: __/__/2008 Versión: 1 — Pág.: 1 de 1

IDENTIFICACION

Entidad:

Descripción del Cubrimiento:

TIPO DE COMUNICACION Y COBERTURA

Sistema		Cobertura N	Cobertura R	Cobertura L
UHF				
VHF				
HF				
HF-BLU (USB-LSB)				
Microondas				
Línea 500				
Celular				
Beeper				

N : Nacional , **R** : Regional , **L** : Local

REPETIDORAS

Sistema	Nombre de la Repetidora

UBICACION ESTACION CENTRAL

CANTIDAD DE PORTABLES

BASES DE LA ESTACION CENTRAL

Base	Utilización

ESTACIONES FIJAS

Cantidad	Ubicación

UTILIZACION DE CANALES

Canal	Utilización

ESTACIONES MOVILES

Cantidad	Ubicación

FUENTE

Nombre:	Cargo:	Fecha:

4.2.2.2 Procesos operativos de respuesta

Los procesos operativos de respuesta corresponden a las guías operativas del Sistema Comando de Incidentes, esquemas básicos de respuesta, líneas de acción y procedimientos operativos normalizados y procesos de evacuación.

4.2.2.3 Manejo de emergencias médicas

El procedimiento para el manejo de emergencias médicas define las estrategias y acciones de respuesta en materia de salud que se aplican en el lugar de una emergencia por parte del personal que labora en la instalación, a fin de brindar un soporte básico a la vida y la salud de los afectados en caso de registrarse alguna eventualidad que comprometa al personal de Ecopetrol S.A. y contratistas; este procedimiento está establecido en el documento ECP-DHS-P-004, Procedimiento para la Evaluación y Atención Médica del Personal Afectado o Lesionado en el Sitio de Trabajo.

4.2.2.4 Procesos de evacuación

Evacuación es el conjunto de actividades y procedimientos tendientes a conservar la vida y la integridad física de las personas en el evento de verse amenazadas, mediante el desplazamiento desde, hacia, a través y hasta lugares de menor riesgo.

a. Tipos de evacuación

Evacuación Parcial

Esta evacuación se desarrolla cuando dependiendo de la magnitud, duración y recursos comprometidos en una emergencia, sólo parte del personal que labora en la instalación debe ser evacuado.

Evacuación Total

Esta evacuación se desarrolla cuando las características de la emergencia ameritan que absolutamente todo el personal de la instalación debe ser evacuado.

b. Criterios de evacuación

La Tabla 4-109 muestra los criterios que se deben aplicar para dar inicio a los procesos de evacuación, parcial o total, en las instalaciones del Bloque Apiay.

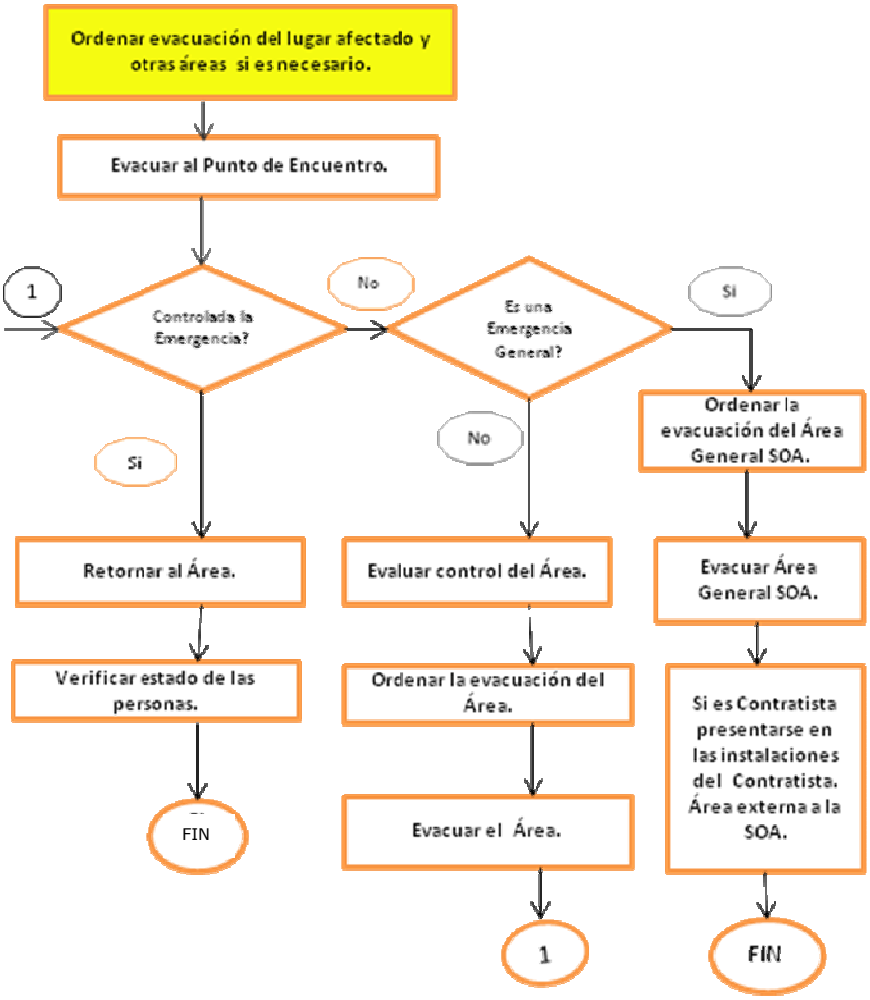
Tabla 4-109. Criterios para iniciar procesos de evacuación

Tipo de Evacuación		Criterios
Parcial	Total	
X	X	• Tiempo de duración de la emergencia • T<12 horas • T>12 horas
X	X X	• Unidades de procesos comprometidas • Tanques de almacenamiento • Sistemas contra incendio • Salas de control
X	X	• Recursos comprometidos • Los elementos para combatir el accidente superan su magnitud • Cuando los recursos para combatir el accidente son insuficientes
	X	• Tipo de producto • Productos que generen una nube contaminante o con posibilidad de explosión
X X	X	• Nivel de destrucción • Mínima. No se afectan los lugares de trabajo o sitios de habitación • Parcial. Entre 20 – 70% de edificaciones afectadas • Total. Más del 70% de edificaciones afectadas

c. Diagrama de flujo del procedimiento de evacuación

En la Figura 4-93 se presenta el diagrama del procedimiento de evacuación de las instalaciones del Bloque Apiay, indicando los responsables de cada acción, personal de apoyo y requisitos para que este proceso se dé de manera correcta.

Figura 4-93. Procedimiento de evacuación



d. Preparación de la evacuación

La preparación deberá hacerse a partir de las siguientes actividades:

Detección: El personal que observe o identifique una situación anómala (a partir del monitoreo de los sistemas, o mediante observación directa o percepción de olores), debe dar aviso en forma urgente:

- Avisar al Responsable de área.
- Utilizar el teléfono de emergencia

Alerta: El estado de alerta será declarado por el coordinador del plan de contingencia y se informará a las áreas que requieran ser evacuadas,

e. Movilización y desplazamientos

Todo el personal estable de un edificio o área, debe conocer las directivas generales del plan de evacuación, para lo cual, se tomará las medidas necesarias para que esta información sea permanente y llegue a los recién ingresados. Al darse la alarma, cada coordinador de sector ordena la evacuación inmediatamente en forma previamente determinada.

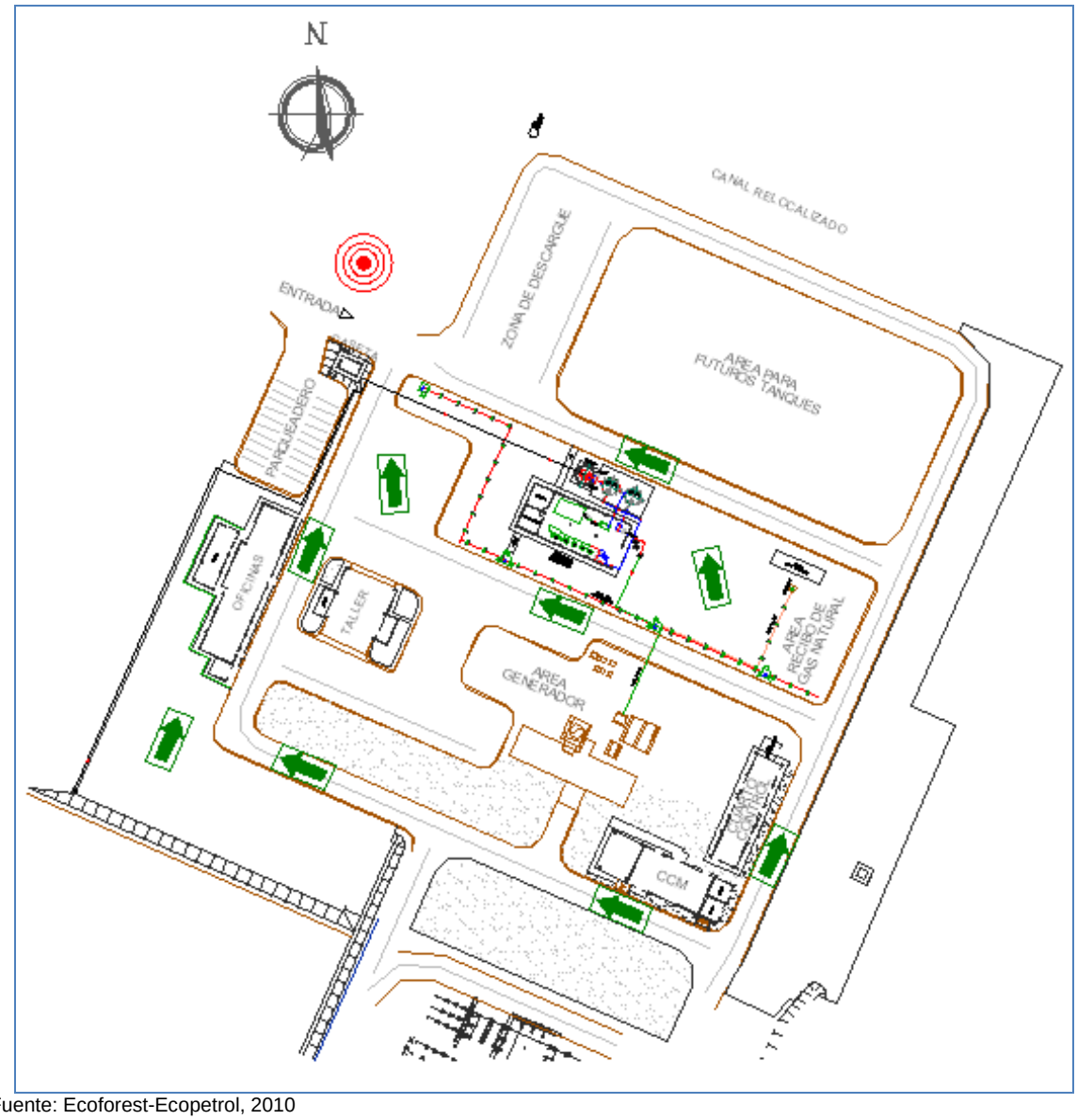
En estos casos se da una serie de recomendaciones a tener en cuenta, como son:

- Guarde los valores y documentos y desconecte los artefactos eléctricos a su cargo.
- Seguidamente, siguiendo indicaciones del Encargado del área, proceda a abandonar el lugar respetando las normas establecidas para estos casos.
- Las oficinas o salones se evacuan rápida y ordenadamente.
- Todas las puertas del establecimiento deben estar sin llaves, libres de obstáculos y en condiciones de ser abiertas con facilidad y hacia afuera.
- La persona más cercana a la puerta procede a abrirla, lo más rápido posible asegurándola con algo para que no se cierre.
- Mantener la calma, uno de los puntos fundamentales en todo momento, es mantener la calma, cuando sabemos lo que debemos hacer, tenemos y transmitimos seguridad.
- Proteger las vías respiratorias: cuando existe la presencia de humo, es importantísimo proteger las vías respiratorias colocándose un pañuelo o alguna prenda sobre boca y nariz, en lo posible humedecida.
- No volver a entrar al edificio una vez que se haya evacuado.
- La evacuación de personas enfermas, lesionados, discapacitados o mujeres embarazadas, debe estar planificada de antemano para velar por su seguridad. Se deberá mantener un registro permanente y actualizado de las personas imposibilitadas a los efectos de establecer un rol de emergencia para las mismas.
- Solicitar a los empleados cercanos que ayuden a cualquier persona que enferme o sufra lesiones durante una evacuación.
- Una vez afuera del edificio, reunirse en un lugar seguro con el resto de las personas (Punto de encuentro).
- Cada grupo que se desplaza al área de seguridad, debe permanecer en él mientras se verifica que todo el grupo complete la evacuación.
- La autorización para que el personal pueda regresar al edificio, la da la autoridad responsable mediante una señal de retorno previamente establecida.

f. Rutas de evacuación

A continuación se presentan los esquemas de evacuación para áreas operativas y áreas administrativas de la Superintendencia de operaciones.

Figura 4-94. Ruta de evacuación de la estación Termosuria

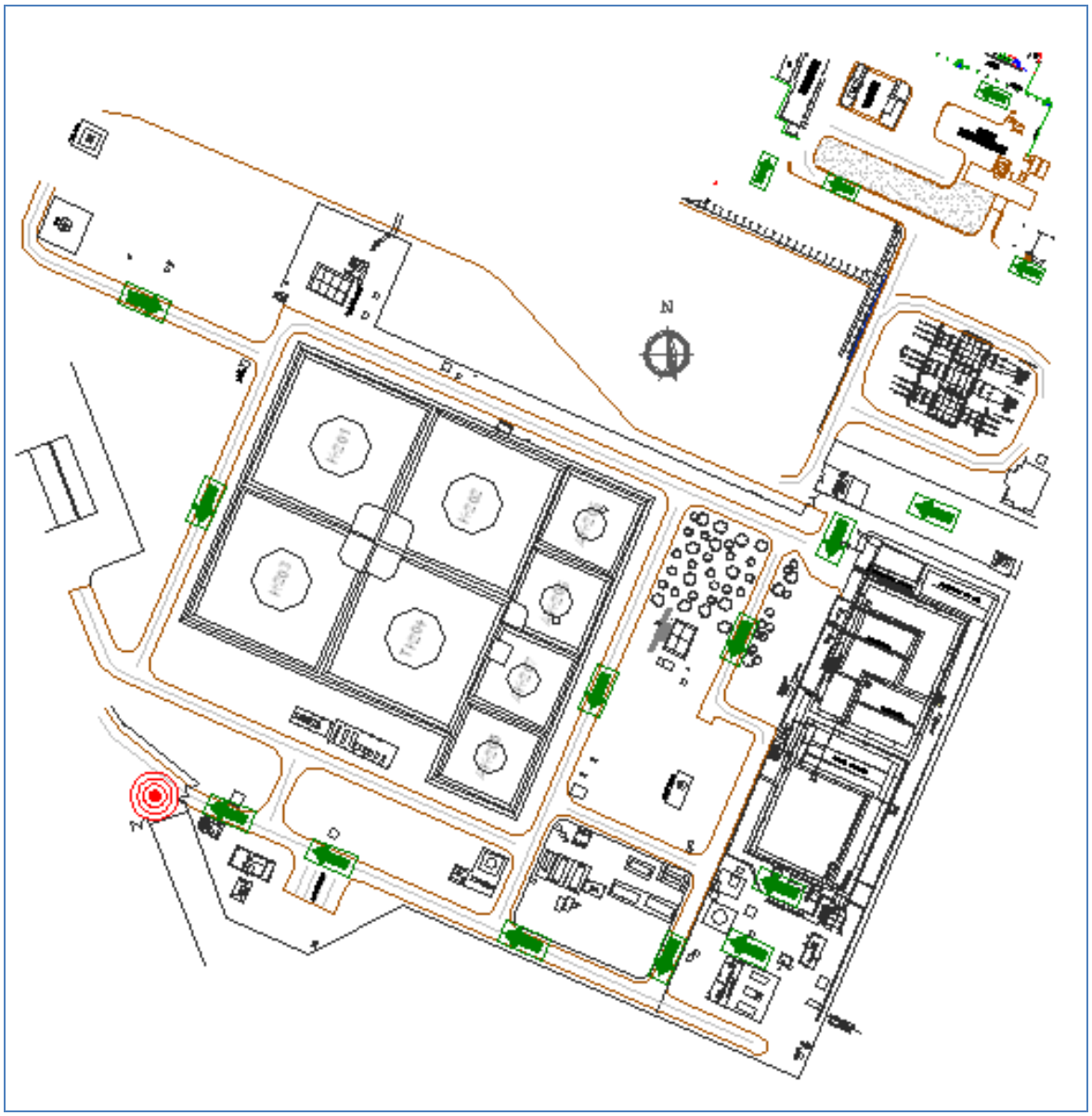


Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-95. Ruta de evacuación del área administrativa de Apiay

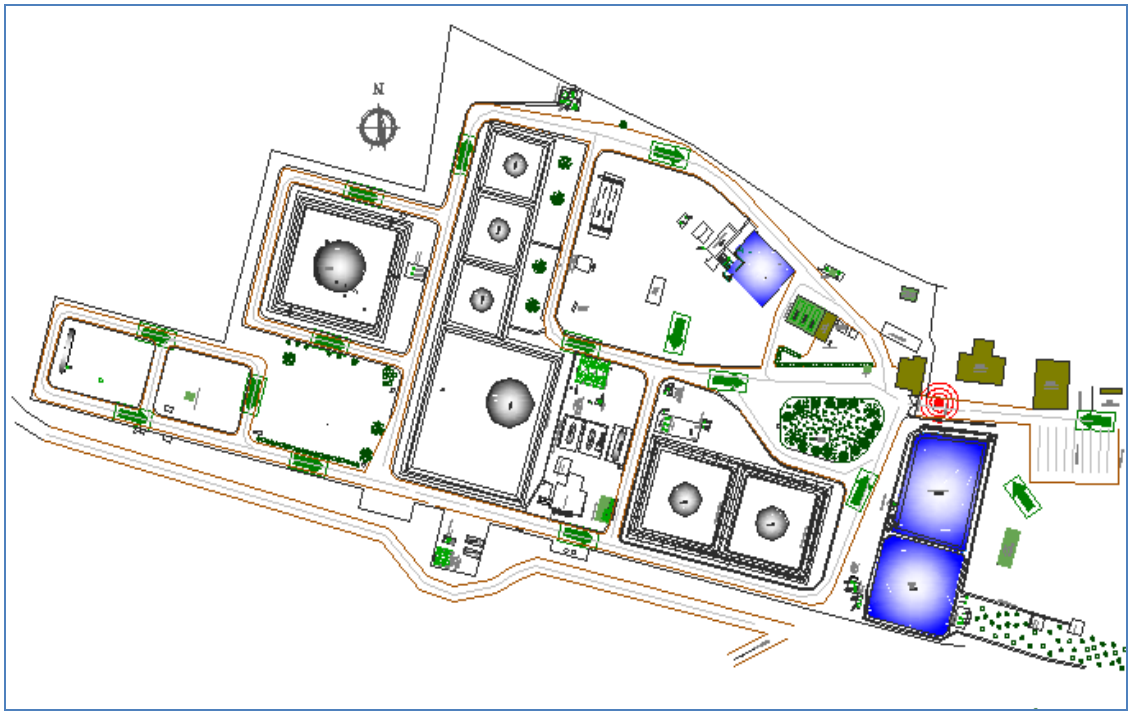
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-96. Ruta de evacuación de la estación de recolección Suria



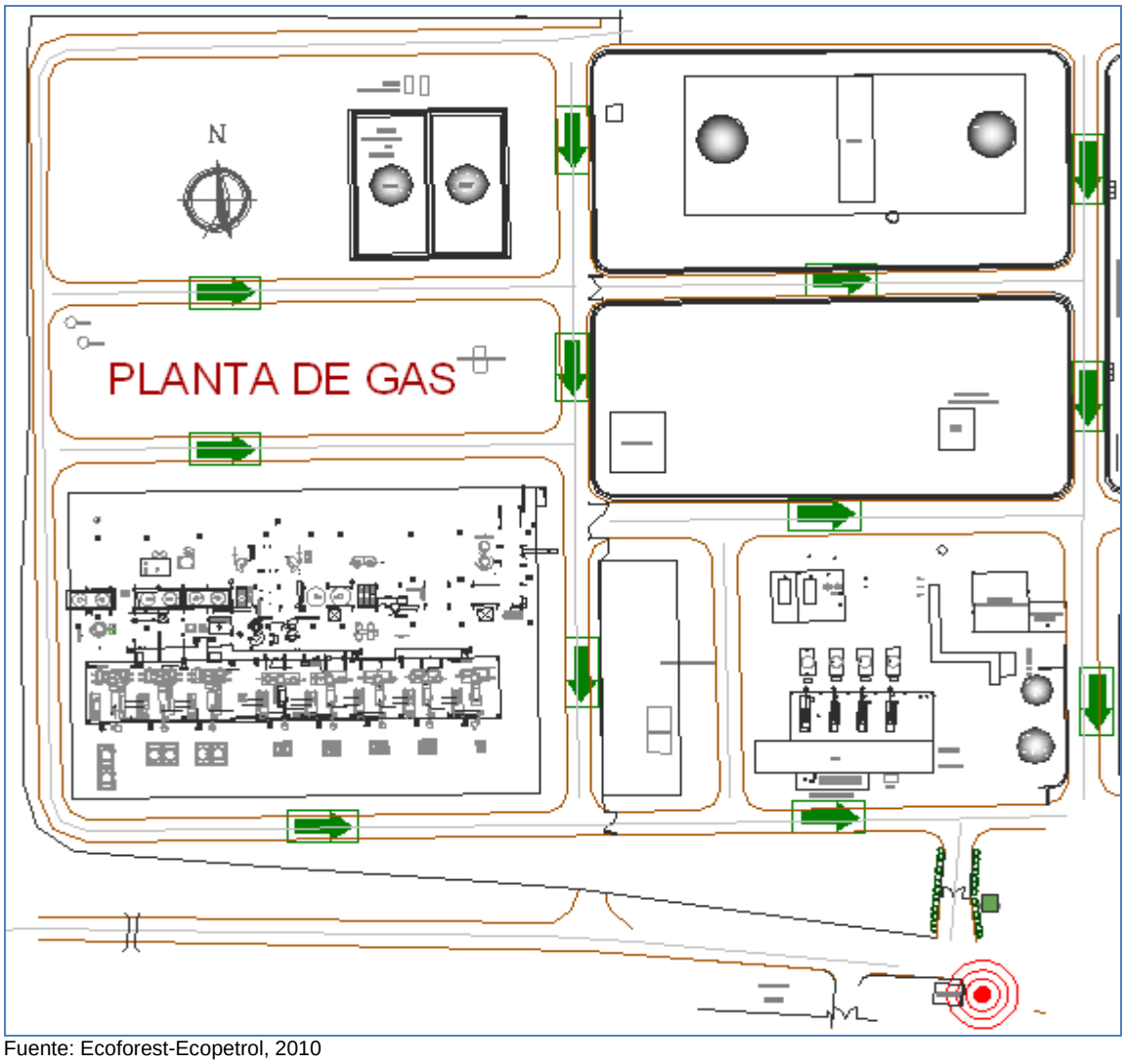
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-97. Ruta de evacuación de la estación de recolección Apiay



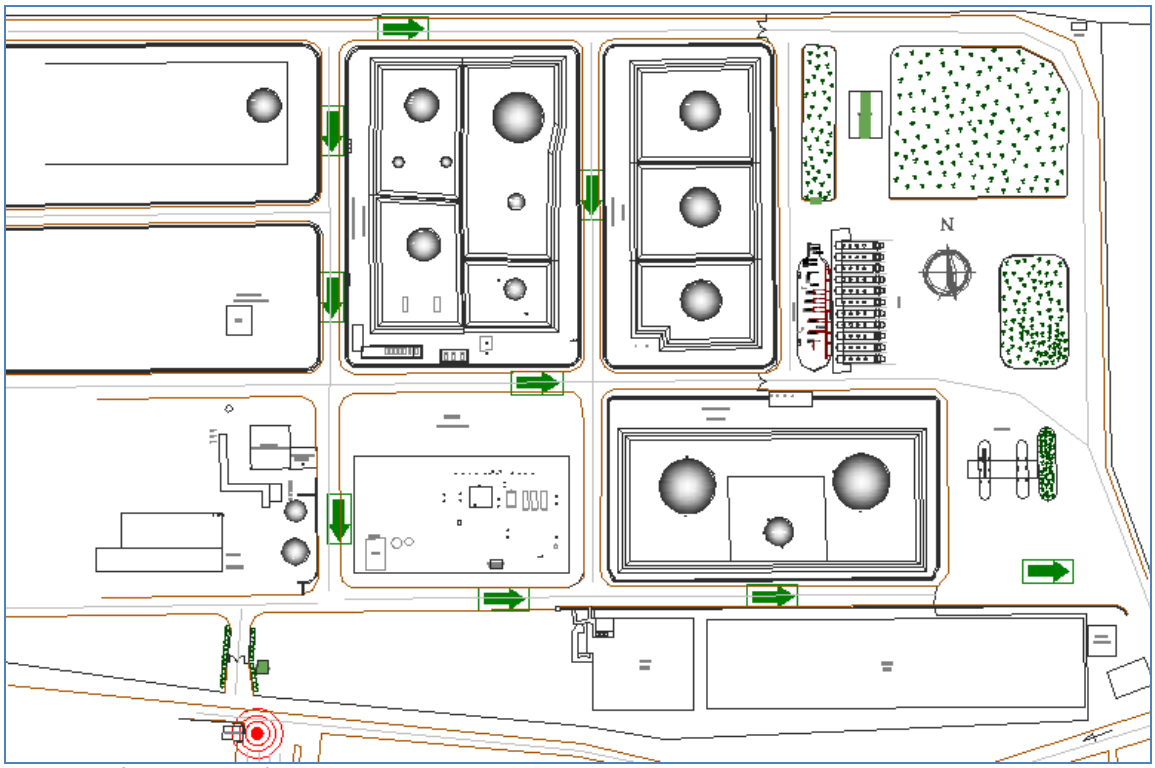
Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-98. Ruta de evacuación de la planta de gas - Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-99. Ruta de evacuación de la planta de asfalto – Apiay



Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Figura 4-100. Ruta de evacuación de la estación de recolección Reforma - Libertad

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

4.2.3 Control, seguimiento y documentación de operaciones de respuesta y monitoreo ambiental

Toda respuesta realizada bajo el sistema comando de incidente, establece su seguimiento, razón por la cual, todas las actividades desarrolladas debe quedar registradas en los diferentes formatos que para el efecto se han desarrollado, los cuales deben ser correctamente archivados y sistematizados. Adicionalmente, en este caso particular, se debe realizar el reporte de la emergencia a las autoridades competentes y de igual manera al interior de la Empresa. A continuación, mostramos los lineamientos para el trámite y presentación de los reportes.

Tabla 4-110. Formatos para el reporte de la emergencia establecidos en el PNC

Nombre del formato	Objetivos	Plazo para tramitarlos	Quién lo elabora	A quién se remite
EVALUACIÓN DEL DERRAME	Se realiza para conocer los aspectos que afectaran el comportamiento del hidrocarburo, derivado o sustancia nociva, y definir así la estrategia de respuesta al derrame.	Se debe realizar en el menor tiempo posible una vez ocurrido el derrame.	Jefe Departamento de Producción	Superintendente SOA - Gerencia Regional Central. Vicepresidencia y Presidencia en caso de emergencia Grado Mayor o Nacional
REPORTE INICIAL DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS	Informar de la ocurrencia de un derrame y estimar preliminarmente la magnitud y severidad de la emergencia.	No se especifica en el PNC. Se recomienda tramitarlo dentro de las 24 horas siguientes a la ocurrencia del derrame.	Jefe Departamento de Producción	Superintendente SOA - Gerencia Regional Central. Autoridad Ambiental, Minambiente, MInminas, CLOPAD y/o CREPAD
INFORME FINAL DE LA ATENCIÓN DEL DERRAME.	Informe escrito realizado con el fin de tener conocimiento detallado de las circunstancias del derrame, su atención y control.	Dentro de los 20 días contados a partir del día de la finalización de la atención del derrame.	Jefe Departamento de Producción	Superintendente SOA - Gerencia Regional Central.. Autoridad Ambiental, Minambiente, MInminas, CLOPAD y/o CREPAD
SOLICITUD DE EQUIPOS Y MATERIALES	Se tramita para el préstamo de equipos entre los demás distritos de la compañía o industrias que estén involucradas dentro del los mecanismos de ayuda mutua o convenios interinstitucionales.	Cuando los recursos propios no son suficientes para atender la emergencia.	Jefe Departamento de Producción	Funcionarios SNPAD, Otras áreas ECOPETROL S.A.

Nombre del formato	Objetivos	Plazo para tramitarlos	Quién lo elabora	A quién se remite
ACTA DE ENVIO Y RECIBO DE EQUIPOS Y MATERIALES	Se realiza con el fin de llevar un registro de los equipos y material que se recibirá y devolverá y el estado de éstos para que en caso de daño o pérdida de estos equipos el comité operativo local pueda realizar la reposición.	Cuando se reciban y cuando se envíen los equipos	Jefe Departamento de Producción	Funcionarios SNPAD, Otras áreas ECOPETROL S.A.
RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL (Comunicado de Prensa)	Suministrar a las autoridades locales y a la comunidad en general información sobre el evento, el avance en las medidas de control y las responsabilidades en la atención de la emergencia, y en la prevención de posibles afecciones.	Dependiendo del nivel o la gravedad de la emergencia.	Jefe Departamento de Producción – DHS	Autoridades Locales, Medios de Comunicación y Comunidad.

Durante el desarrollo de la emergencia como parte del plan de acción se debe precisar en todo momento: el objetivo, la localización exacta del evento que la ocasiona y las características ambientales y sociales del área cubierta por el mismo, el desarrollo de la emergencia entre otros. Se deben tomar además datos permanentes acerca de las condiciones meteorológicas prevalecientes en el área. Con base en esta información se deben realizar los ajustes correspondientes a los objetivos iniciales del plan de acción efectuados sobre el comportamiento de la emergencia.

Se debe establecer si persiste el riesgo su posible área de afectación y la necesidad de alertar a las autoridades y al CLOPAD de la ciudad de Villavicencio.

4.2.3.1 Herramientas para el control, seguimiento y documentación de operaciones de respuesta y monitoreo ambiental

Formatos para el control, seguimiento y documentación de operaciones de respuesta

El Comandante del Incidente con el apoyo del jefe de planeación debe realizar evaluaciones continuas sobre la efectividad de las acciones de manejo y control adelantadas. Con base en dichas evaluaciones se irán ajustando los planes de acción con el propósito de lograr una mayor eficacia y eficiencia en las operaciones.

El control y evaluación de las operaciones se realizará a través de los formatos relacionados en la Tabla 4-111 presentada a continuación.

Tabla 4-111. Formatos de control y evaluación periódica de la emergencia

Formatos	Objetivo	Alcance	Responsable
SCI 201 Resumen del Incidente	Plasmar el resumen del incidente	➢ Identificación de la estructura ➢ Mapa o bosquejo de la escena ➢ Decisiones ➢ Ordenes ➢ Instrucciones dadas ➢ Comunicaciones registradas ➢ Observaciones generales	Comandante del Incidente
SCI 202 Plan de Acción del Incidente	Establecer el plan de acción del incidente	➢ Objetivos específicos del período operacional ➢ Estrategias ➢ Recursos ➢ Asignaciones ➢ Organización para la atención	Jefe de Sección de Planificación y Comandante del Incidente
SCI 204 Asignaciones Tácticas	Organizar las asignaciones tácticas	➢ Asignaciones tácticas ➢ Responsabilidades del personal	Jefe de Sección de Operaciones y Comandante del Incidente
SCI 205 Distribución de Canales y Frecuencias	Plasmar la distribución de canales y frecuencias en el incidente	➢ Canales ➢ Frecuencias	Jefe de Sección de Logística (Unidad de Comunicaciones)
SCI 206 Plan Médico	Establecer el Plan Médico	➢ Estaciones existentes y disponibles para asistencia médica en el área del incidente ➢ Transporte de enfermos ➢ Traslado de enfermos a centros médicos	Oficial de Seguridad (Líder de Unidad Médica)
SCI 211 Registro y Control de Recursos	Registrar y controlar los recursos	➢ Solicitud de recursos ➢ Tiempo de arribo ➢ Estado de los recursos ➢ Responsables	Jefe de Sección de Operaciones
SCI 214 Registro de Actividades	Organizar de manera cronológica los eventos que suceden durante la atención de una emergencia	➢ Personal asignado ➢ Actividades	Comandante del Incidente

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010
Nota: Estos formatos se muestran en el Anexo del presente PDC.

Guías para la Documentación de Afectación y Seguimiento Ambiental en Emergencias

Son guías que permiten obtener la información para documentar la emergencia desde el punto de vista de la posible afectación ambiental.

4.2.4 Acciones de Post Emergencia

- *Finalización de la Emergencia*

Una vez finalizada la emergencia, el Comandante del Incidente deberá desarrollar una serie de actividades con el propósito de determinar el momento de cierre definitivo de las operaciones (Cierre operativo), evaluar las consecuencias derivadas de la emergencia en lo concerniente a la eficiencia de los procesos de mitigación (en caso de derrame) y efectos en el entorno tanto por la emergencia en sí misma como por las labores de respuesta desarrolladas con ocasión de ésta y finalmente conocer y evaluar los daños y elementos utilizados, para de esta forma establecer responsables de las reposiciones y reparaciones a que hubiere lugar.

- *Acciones de Recuperación*

Es importante tener en cuenta el manejo ambiental de los residuos generados en la contingencia o durante las labores de recuperación, considerando las acciones propuestas en el Plan de Manejo Ambiental PMA.

A continuación se mencionan las principales acciones de recuperación que deberán efectuar en el área del incidente, una vez finalizada la emergencia.

Remoción de Materiales, Equipos y Elementos

Después de la emergencia se hace necesaria la remoción de los materiales, equipos y elementos que han resultado deteriorados, total o parcialmente por la misma, buscando con ello:

- Salvar aquellos que no han sufrido consecuencias, o que habiéndolas sufrido, puedan recuperarse parcial o totalmente.
- Disminuir el riesgo latente ocasionado por situaciones de inestabilidad, y desorden del área afectada.
- Facilitar la valoración cualitativa y cuantitativa de las pérdidas sufridas.
- Facilitar la readecuación de las áreas afectadas y la reiniciación de actividades en la misma.

La remoción de escombros debe realizarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Debe realizarse en forma lo suficientemente cuidadosa para evitar lesiones o daños adicionales a equipos e instalaciones y para no destruir pruebas necesarias para la investigación.
2. Debe realizarse respondiendo a un método que implique procedimientos y equipos adecuados.

Para efectuar la remoción de escombros se deberá proceder de la forma expuesta a continuación.

- No inicie labores hasta tener el consentimiento de las Autoridades y las Agencias Aseguradoras.
- Inspeccione el área tratando de clasificar y cuantificar la magnitud de actividades como demolición de estructuras, reparación de materiales, equipos e instalaciones, desecho de escombros y residuos, y recolección y reacondicionamiento de las áreas.

- Determine la necesidad de recurso humano y técnico indispensable para ejecutar las actividades previstas y dotarlos de los equipos necesarios de protección personal como botas, guantes, cascos y protección respiratoria si es necesario.
- Planee el tiempo de ejecución del trabajo previsto.
- Verifique que los servicios de agua, energía y gas, estén suspendidos en el área, y sólo permita la iluminación.
- Si los riesgos a la estabilidad son inminentes, efectúe primero las labores de demolición.
- Busque primero los objetos, equipos o elementos de mayor valor económico y/o estratégico para Ecopetrol S.A.
- Clasifique y seleccione las áreas y el estado de los elementos encontrados.
- Seleccione un sitio para los desechos, que sea lo suficientemente cerca para disminuir costos de transporte; que sea de suficiente capacidad, uso permitido y que no ofrezca riesgos a la comunidad.
- Evalúe el tiempo previsto para ejecutar las acciones con recursos internos, contra el costo de contratarlas externamente.
- No haga negociaciones de ninguna índole con materiales y/o equipos cuya pérdida es indemnizable por la Compañía de Seguros.
- Haga una lista de los elementos dañados y del estado de los mismos.

Adecuación de la Planta Física

Son todas las actividades encaminadas a evaluar, restaurar y reconstruir las facilidades o infraestructura operativa que se han visto comprometidas en el accidente, y que son fundamentales para el desarrollo normal de la operación, así como la recuperación y reconstrucción de los servicios básicos.

Reingreso del Personal a las Instalaciones

Los principales aspectos que deben ser considerados en el reingreso del personal a las instalaciones de la Planta son:

1. Adaptación de los horarios de trabajo.
2. Sustitución o reemplazo del personal inhabilitado o incapacitado para continuar con sus labores.
3. Ayudas especiales a lesionados.
4. Otros aspectos logísticos especiales (transporte, alojamiento, alimentación), dependiendo de las jornadas de trabajo.

Apropiación Financiera

Comprende la financiación y obtención de los recursos necesarios para restablecer las operaciones básicas de la Planta de Ecopetrol S.A.

Restablecimiento de las Operaciones

A continuación se presentan en la Tabla 4-112 las principales consideraciones y criterios en función de los cuales se debe determinar el restablecimiento de las operaciones.

Tabla 4-112. Criterios para el restablecimiento de las operaciones

Consideraciones	Criterios
Disponibilidad de Recursos Financieros	➢ Costos de reposición ➢ Tiempo para obtener el recurso ➢ Financiación
Establecimiento de las Condiciones Normales de Operación	➢ Elementos críticos que se afectaron ➢ Grado de desarrollo tecnológico de la Instalación ➢ Nivel de importancia dentro del Sistema Operativo
Tiempo Máximo de Suspensión de las Operaciones	➢ Afectación financiera que ponga en peligro la rentabilidad de la instalación
Ayuda Externa	➢ Entidades aledañas con similares actividades operacionales y de desarrollo tecnológico, y con disponibilidad de recursos ➢ Relaciones con las comunidades

Fuente: Ecoforest-Ecopetrol, 2010

Acciones de Responsabilidad Comunitaria

La responsabilidad comunitaria implica dos etapas:

- Rehabilitación. La rehabilitación es la etapa que se realiza una vez terminadas las labores de asistencia a la población afectada, y es la primera etapa de recuperación y desarrollo que es llevada a cabo primordialmente por el Estado. En ella se continúa con la atención a la población y se restablece el funcionamiento de energía, agua, vías de comunicación y otros servicios básicos como atención psicosocial, salud, abastecimiento de alimentos, reparaciones y alistamiento temporal de los servicios.

- Reconstrucción. Las labores de reconstrucción comunitarias son ejecutadas por el Estado por medio de planes que fueron elaborados antes de la ocurrencia del accidente, de tal forma que se tengan preparados los recursos para los daños que se presenten.

  Entre los instrumentos con los que se cuenta para la ejecución de esta etapa tenemos:
  - Promoción de actividades productivas en la comunidad afectada y reactivación de la economía.
  - Restablecimiento de los servicios de salud.
  - Reactivación de la educación.
  - Recuperación de las vías de comunicación.
  - Asignación de recursos en programas de reconstrucción y autoconstrucción de vivienda.

4.2.5 Manual operativo

El Manual Operativo es una herramienta de bolsillo cuyo objetivo es suministrar información operativa concreta, concisa y suficiente para desplegar las acciones de control requeridas para la atención de emergencias.

El Manual Operativo del Plan de Contingencia de la Superintendencia de operaciones Apiay SOA contiene, entre otras, la siguiente información:

- Contactos de emergencia
- Procedimiento de respuesta a emergencias

- Clasificación de emergencias
- Esquema básico de respuesta
- Líneas de Activación para los diferentes Niveles de Emergencia
- Líneas de Reporte de Emergencia
- Esquema Básico de Respuestas
- Plan de Evacuación
- Líneas de Acción
- Puntos de control/observación
- Áreas de control
- Área de influencia del PDC
- Información logística (Directorios de apoyo interno, externo, contratistas, brigadistas)

4.3 COMPONENTE INFORMATICO

4.3.1 Generalidades del componente informático

4.3.1.1 Descripción

El componente informático suministra la información de soporte necesaria para ejecutar las operaciones de respuesta ante la ocurrencia de emergencias en el área de las instalaciones del Bloque Apiay. Incluye la información relevante y actualizada necesaria para facilitar la localización y planeación de la atención de la emergencia y garantizar la comunicación y coordinación con el personal interno y con las entidades externas involucradas en el manejo de una contingencia.

Contiene la cartografía básica y temática, el directorio telefónico del personal interno de Ecopetrol S.A., autoridades y entidades externas, el inventario de recursos disponibles para la atención de emergencias, información sobre proveedores y servicios, entre otros aspectos.

4.3.1.2 Objetivo

El objetivo del componente informático del Plan de Contingencia del Bloque Apiay es suministrar la información de soporte necesaria para optimizar la operación de atención de la emergencia, utilizando bases de datos actualizadas

4.3.2 Información documentada en el componente informático

4.3.2.1 Elementos de Información a Documentar

El Plan de Contingencia requiere mantener información relacionada con varios aspectos, como se muestra en la Tabla 4-113.

Tabla 4-113. Información requerida en el Plan de Contingencia[18]

Tipo de Información	Descripción	Fuente
Legislación Ambiental y de Planes de Contingencia	Corresponde a las normas, leyes, decretos, resoluciones, acuerdos, autos, etc., que tengan relación con la actividad petrolera y que definan lineamientos con relación a la planeación de contingencias y manejo de emergencias y la protección de recursos naturales.	➢ Centro de Información y Documentación del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. ➢ Normatividad ambiental publicada por IDEAM. ➢ Régimen legal del Medio Ambiente, publicada por Legis. ➢ Dirección de Prevención y Atención de Desastres.
Lineamientos Ambientales Corporativos	Corresponde a las normas, directrices, lineamientos, etc., emanados de las Direcciones de Ecopetrol S.A. con relación a la protección del medio ambiente y la planeación de contingencias.	Intranet de Ecopetrol S.A.
Información de Ubicación, Referenciación y Descripción	Corresponde a la cartografía básica y descriptiva de la Planta.	➢ IGAC. ➢ Ministerio de Transporte. ➢ ISA. ➢ Ingeominas. ➢ Áreas Operativas de Ecopetrol S.A. ➢ Proyecto de Integridad Operativa. ➢ DANE. ➢ Distrito Capital. ➢ Distritos Especiales y Turísticos. ➢ Otras Empresas Petroleras.

4.3.2.2 Lineamientos para documentación de información cartográfica

La cartografía está compuesta por mapas, digitalizados y en formato impreso, que contienen la información necesaria para conocer la conformación topográfica y geográfica de la zona involucrada en la emergencia, zonificación ambiental, localización de corredores de afectación, localización de infraestructura, identificación de rutas de derrame y áreas de potencial afectación, entre otros aspectos.

La cartografía resultará determinante en la planeación y desarrollo de operaciones de respuesta, así como en la fase de prevención y preparación de la estructura de atención de la emergencia

[18]Fuente: Guía para la Construcción de Planes de Contingencia en la Vicepresidencia de Producción. Ecopetrol S.A. Versión 1. 2008.

4.3.2.3 Inventario de recursos humanos, equipos y materiales para atención de emergencias

a. De las instalaciones VPR, otras gerencias y Planes de ayuda mutua

Los inventarios de recursos propios del Bloque Apiay, de otras instalaciones de la Vicepresidencia de Producción y de otras Gerencias, y de los Planes de Ayuda Mutua, deben capturarse siguiendo los lineamientos de los formatos y manuales de SINEEX – Sistema de Equipos y Expertos de Ecopetrol S.A., que se presentan en el Anexo.

Las Tablas 4-114 y 4-115 presentan el Sistema y Equipo Contraincendios y el Inventario de Equipos y Materiales en Bodegas de Contingencia de Apiay, disponible para atender incidentes Operacionales, con consecuencias ambientales y de salud ocupacional especialmente. Se destaca que por la cercanía entre las Estaciones se comparte los camiones contraincendios, la Ambulancia y la disponibilidad de los bomberos de turno, cuya sede principal está en el Complejo Industrial Apiay.

Tabla 4-114. Inventario general de equipos y materiales de las bodegas de contingencia de Apiay

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
1	4	Lámparas para áreas Clasificadas con sus respectivos trípode y conexión eléctrica		Bodega	Apiay	Emergencias
2	1	Extractor Portátil con sus accesorios		Bodega	Apiay	Emergencias
3	1	Cámara de Humo Tapsus		Bodega	Apiay	Simulacros
4	3	Botellas de Nitrógeno de .65 m3, para extintores	.65 m3	Bodega	Apiay	CI
5	1	Manguera de succión de 6" con rosca NY con espiral en duraluminio	NY	Bodega	Apiay	CI
6	52	Reducciones de 2.5" a 1.5" duraluminio	NY	Bodega	Apiay	CI
7	8	Boquillas tipo Pistola de 1.5"	NY	Bodega	Apiay	CI
8	2	Boquillas de Pared de 2.5"	NY	Bodega	Apiay	CI
9	11	Bifurcaciones	NY	Bodega	Apiay	CI
10	3	Boquillas Espuma de 2.5" Tipo Cañon	NY	Bodega	Apiay	CI
11	3	Boquillas Espuma de 1.5"	NY	Bodega	Apiay	CI
12	1	Motor Arranque para Camión CI 345		Bodega	Apiay	CI
13	5	Válvulas de 2.5" para Hidrantes		Bodega	Apiay	CI
14	28	llaves Spaner		Bodega	Apiay	CI
15	125	Acoples rosca NY 1.5" duraluminio Hembra	NY	Bodega	Apiay	CI
16	125	Acoples rosca NY 2.5" duraluminio Macho	NY	Bodega	Apiay	CI
17	100	Acoples Rosca NY 2.5" duraluminio Macho	NY	Bodega	Apiay	CI
18	100	Acoples rosca NY 2.5" duraluminio hembra	NY	Bodega	Apiay	CI
19	1	Camisa cooper de 2.5"		Bodega	Apiay	CI
20	3	Válvulas de 1.5" paso rápido tipo industrial		Bodega	Apiay	CI
21	14	Doble hembras de 2.5"		Bodega	Apiay	CI
22	12	Doble hembra de 1.5"		Bodega	Apiay	CI
23	1	Regulador para extintor carretilla		Bodega	Apiay	CI
24	2	Piezómetros de 2.5" a 1.5"		Bodega	Apiay	CI

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
25	12	Adaptadores de 1.5"		Bodega	Apiay	CI
26	34	Anillos para acoples de mangueras de 1.5"		Bodega	Apiay	CI
27	11	Machetes con funda		Bodega	Apiay	Derrames
28	12	Valdés sin manijas		Bodega	Apiay	Derrames
29	4	Batefuegos		Bodega	Apiay	CI
30	17	Picas		Bodega	Apiay	Derrames
31	30	Azadones		Bodega	Apiay	Derrames
32	5	cizallas		Bodega	Apiay	CI
33	4	Hachas dieléctricas		Bodega	Apiay	Derrames
34	5	Macetas en Acero y mango en madera		Bodega	Apiay	Derrames
35	16	Palas		Bodega	Apiay	Derrames
36	2	Rollos de manila nuevos		Bodega	Apiay	Derrames
37	6	Equipos de Escape rápido		Bodega	Apiay	PA
38	3	Equipos SCBA de 4.500 PSI, (mascara dañada)	4.500PSI	Bodega	Apiay	PA
39	3	Equipos SCBA marca SCOTT fuera de norma	2,216	Bodega	Apiay	PA
40	2	Botellas SCBA 2.216	2.216 PSI	Bodega	Apiay	PA
41	1	Brazo para llenado de camiones CI (agua)		Bodega	Apiay	CI
42	5	Maletines, KID para rescate eléctrico		Bodega	Apiay	PA
43	1	Planta generadora a gasolina marca HONDA		Bodega	Apiay	Derrames
44	9	protectores para Capsulas extintores ANSUL		Bodega	Apiay	CI
45	12	Paquetes x 6 unidades de bolsas para la basura		Bodega	Apiay	Aseo
46	17	Mangueras de 5" rosca NH Material sintético		Bodega	Apiay	CI
47	39	Capsulas para extintor de 2 cuerpos (Llenas)		Bodega	Apiay	CI
48	18	Capsulas para extintor de 2 cuerpos (vacías)		Bodega	Apiay	CI
49	12	Canecas de PQBC marca PLUS-FIFTY		Bodega	Apiay	CI
50	3	Acoples macho en aluminio de 2"		Bodega	Apiay	CI
51	3	Acoples macho en aluminio de 1.5"		Bodega	Apiay	CI
52	4	Canecas de jabón industrial		Bodega	Apiay	Aseo
53	16	Cascos CI nuevos		Bodega	Apiay	CI
54	37	Monjas		Bodega	Apiay	CI
55	2	Pares de Guantes CI tallas M		Bodega	Apiay	CI
56	19	Pares de Guantes CI tallas L		Bodega	Apiay	CI
57	7	Pares de Guantes CI tallas XL		Bodega	Apiay	CI
58	3	Paltalones CI talla 38		Bodega	Apiay	CI
59	3	Paltalones CI talla 40		Bodega	Apiay	CI
60	5	Paltalones CI talla 44		Bodega	Apiay	CI
61	2	Chaquetones CI talla M		Bodega	Apiay	CI
62	1	Chaquetón CI talla XL		Bodega	Apiay	CI
63	1	Par de botas CI caña alta # 10		Bodega	Apiay	CI
64	1	Par de botas CI caña alta # 9		Bodega	Apiay	CI

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
65	2	Pares de botas CI # 7		Bodega	Apiay	CI
66	9	Pares de botas CI # 8		Bodega	Apiay	CI
67	11	Pares de botas CI # 8 1/2		Bodega	Apiay	CI
68	1	Par de botas CI # 9		Bodega	Apiay	CI
69	2	Pares de botas CI # 9 1/2		Bodega	Apiay	CI
70	1	Par de botas CI # 9 para traje ALIMINIZADO		Bodega	Apiay	CI
71	1	Par de botas CI # 9 1/2 para traje ALUMINIZADO		Bodega	Apiay	CI
72	1	Traje ALUMINZADO (paltalos 38 - Chaquetón 44 y guantes L)		Bodega	Apiay	CI
73	2	Canecas de Espuma AFFF	55gls	Bodega	Apiay	CI
74	5	Canecas de Espuma Fluoroproteinica	55gls	Bodega	Apiay	CI
75	1	Mesa de trabajo con prensa # 7 y piedra esmeril		Bodega	Apiay	CI
76	1	Caja de herramienta (varias)		Bodega	Apiay	CI
77	9	Extintores de 2 cuerpos marca FULL	BC	Bodega	Apiay	CI
78	4	Extintores de capsula interna BC	30Lbs	Bodega	Apiay	CI
79	5	Extintores presurizados BC	20lbs	Bodega	Apiay	CI
80	7	Extintores C2	10lbs	Bodega	Apiay	CI
81	5	Extintores C2	15lbs	Bodega	Apiay	CI
82	2	Cilindros para agentes limpios blancos	F 227	Bodega	Apiay	CI
83	18	Canecas de polvo químico Bicarbonato de Potacio		Bodega	Apiay	CI
84	17	Tramos de manguera de 1.5" tipo ANGUS en buen estado		Bodega	Apiay	CI
85	10	Tramos de manguera de 2.5" tipo ANGUS en buen estado		Bodega	Apiay	CI
86	1	Gato hidráulico tipo zorra		Bodega	Apiay	CI
87	1	Bomba eléctrica para pruebas hidrostáticas		Bodega	Apiay	CI
88	2	Monitores tipo Araña		Bodega	Apiay	CI
89	7	Mangueras para extintores tipo carretilla		Bodega	Apiay	CI
90	2	Extintores de C2	50Lbs	Bodega	Apiay	CI
91	1	Extintor satélite	150Lbs	Bodega	Apiay	CI
92	1	Extintor caretilla	150Lbs	Bodega	Apiay	CI
93	8	Mantas Antifuego		Bodega	Apiay	CI
94	3	Conos de señalización grandes		Bodega	Apiay	CI
95	4	KITS DE FERULAS DE VACIO		Bodega	Apiay	PA
96	1	COMPRESOR TIPO BAUER		Frente a Bodega	Apiay	Rescate
97	6	CUERDAS ESTÁTICAS DE 50 M.		Bodega	Apiay	Rescate
98	6	CUERDAS DINÁMICAS		Bodega	Apiay	Rescate
99	8	ARNESES DE RESCATE		Bodega	Apiay	Rescate
100	16	MOSQUETONES		Bodega	Apiay	Rescate
101	3	SILLAS DE RESCATE		Bodega	Apiay	Rescate
102	6	DESCENDEDOR AUTO STOP		Bodega	Apiay	Rescate
103	1	EQUIPO DE AUTOCONTENIDO CON		Bodega	Apiay	Rescate

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
		BOLSA RESERVORIA				
104	7	CHALECOS REFLECTIVOS PARA EMERGENCIA		Bodega	Apiay	Rescate
105	5	DESCENDORES EN ALUMINIO TIPO 8		Bodega	Apiay	Rescate
106	6	DESCENDORES EN ACERO		Bodega	Apiay	Rescate
107	4	POLEAS DOBLE CARRIL		Bodega	Apiay	Rescate
108	2	POLEAS UN CARRIL		Bodega	Apiay	Rescate
109	6	CINTAS TUBULARES		Bodega	Apiay	Rescate
110	6	CASCOS PARA RESCATE		Bodega	Apiay	Rescate
111	1	MEGAFONO		Bodega	Apiay	Rescate
112	1	CAMILLAS TIPO TABLA		Bodega	Apiay	Rescate
113	10	CHALECOS SALVAVIDAS		Bodega	Apiay	Rescate
114	1	ROLLO X 100 M CINTA TUBULAR		Bodega	Apiay	Rescate
115	10	PARES DE GUANTES DE RESCATE		Bodega	Apiay	Rescate
116	1	AVANTEL ECP	8*1871	MOVIL	Apiay	PAE
117	1	AVANTEL ECP	8*1873	MOVIL	Apiay	PAE
118	1	AVANTEL ECP	8*1868	MOVIL	Apiay	PAE
119	1	RADIOS TRONKIN	721067	Bodega	Apiay	Comunicaciones
120	1	RADIOS TRONKIN	721061	Bodega	Apiay	Comunicaciones
121	1	RADIOS TRONKIN	721063	Bodega	Apiay	Comunicaciones
122	1	RADIOS TRONKIN	721066	Bodega	Apiay	Comunicaciones
123	1	RADIOS TRONKIN	721326	Bodega	Apiay	Comunicaciones
124	1	RADIOS TRONKIN	721065	Bodega	Apiay	Comunicaciones
125	14	Hidrante Monitores		Planta de Gas	Apiay	CI
126	14	Extintores PQS	30Lbs	Planta de Gas	Apiay	CI
127	13	Extintores PQS	20lbs	Planta de Gas	Apiay	CI
128	1	Extintor Co2	10lbs	Planta de Gas	Apiay	CI
129	1	Extintor PQS	150Lbs	Planta de Gas	Apiay	CI
130	1	Traje Contraincendios		Planta de Gas	Apiay	CI
131	1	GABINETE C/I DOTADOS		Planta de Gas	Apiay	CI
132	1	Extintor PQS	20lbs	Parqueadero Plantas	Apiay	CI
133	2	Hidrantes Monitor		Nueva Generación	Apiay	CI
134	1	Extintor Co2	50Lbs	Nueva Generación	Apiay	CI
135	1	Extintor Co2	15lbs	Nueva Generación	Apiay	CI
136	1	Extintor Co2	10lbs	Nueva Generación	Apiay	CI
137	13	Extintores PQS	20lbs	Planta Asfalto	Apiay	CI

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
138	4	Extintores PQS	30Lbs	Planta Asfalto	Apiay	CI
139	1	Extintor Co2	15lbs	Planta Asfalto	Apiay	CI
140	5	HIDRANTE MONITOR		ADMINIS.	Apiay	CI
141	1	AGENTE LIMPIO FE 227		ADMINIS.	Apiay	CI
142	31	EXTINTORES		ADMINIS.	Apiay	CI
143	5	TRAJES CONTRA INCENDIO		ADMINIS.	Apiay	CI
144	4	HIDRANTE MONITOR		APIAY 8	Apiay	CI
145	2	SIST. ESPUMA PORTATIL		APIAY 8	Apiay	CI
146	4	EXTINTORES		APIAY 8	Apiay	CI
147	1	GABINETE C/I DOTADOS		APIAY 8	Apiay	CI
148	1	TRAJES CONTRA INCENDIO		APIAY 8	Apiay	CI
	1	Tabla Rígida		ERA	Apiay	Rescate
	1	Camilla Tipo Rescate		ERA	Apiay	Rescate
	2	Mantas Antifuego		ERA	Apiay	Rescate
149	29	HIDRANTE MONITOR		ERA	Apiay	CI
150	4	HIDRANTE DE AGUA		ERA	Apiay	CI
151	2	BOMBAS CONTRA INCENDIO		ERA	Apiay	CI
152	2	SIST. ESPUMA PORTATIL		ERA	Apiay	CI
153	1	SIST. ESPUMA FIJOS	750 GLS	ERA	Apiay	CI
154	1	AGENTE LIMPIO FE 227		ERA	Apiay	CI
155	2	EQUIPO SCBA	4500 PSI	ERA	Apiay	CI
156	2	Trajes CI		ERA	Apiay	CI
157	2	Equipos SCBA	4500 PSI	ERA	Apiay	CI
159	1	Extintor tipo PIROTEC	150Lbs	ERA	Apiay	CI
160	2	Extintores PQS	150Lbs	ERA	Apiay	CI
161	5	Extintores PQS	20lbs	ERA	Apiay	CI
162	1	Extintor Co2	50Lbs	ERA	Apiay	CI
163	3	Extintores CO2	15lbs	ERA	Apiay	CI
164	10	Extintores CO2	10lbs	ERA	Apiay	CI
165	1	GABINETE C/I DOTADOS		ERA	Apiay	CI
167	1	PISCINA AGUA C/I	14700 Barri.	ERA	Apiay	CI
168	15	HIDRANTE MONITOR		REFORMA	Apiay	CI
169	2	HIDRANTE DE AGUA		REFORMA	Apiay	CI
170	3	BOMBAS CONTRA INCENDIO		REFORMA	Apiay	CI
171	2	SIST. ESPUMA PORTATIL		REFORMA	Apiay	CI
172	2	AGENTE LIMPIO FE 227		REFORMA	Apiay	CI
173	1	EQUIPO SCBA	4500 PSI	REFORMA	Apiay	CI
174	1	GABINETE C/I DOTADOS		REFORMA	Apiay	CI
175	2	TRAJES CONTRA INCENDIO		REFORMA	Apiay	CI
176	1	PISCINA AGUA C/I	20000 Barri	REFORMA	Apiay	CI
177	22	HIDRANTE MONITOR		SURIA	Apiay	CI

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
178	9	HIDRANTE DE AGUA		SURIA	Apiay	CI
179	4	HIDRANTE DE ESPUMA		SURIA	Apiay	CI
180	3	BOMBAS CONTRA INCENDIO		SURIA	Apiay	CI
181	2	SIST. ESPUMA PORTATIL		SURIA	Apiay	CI
182	3	AGENTE LIMPIO FE 227		SURIA	Apiay	CI
183	1	EQUIPO SCBA DE 4500		SURIA	Apiay	CI
184	16	EXTINTORES		SURIA	Apiay	CI
185	2	GABINETE C/I DOTADOS		SURIA	Apiay	CI
186	3	TRAJES CONTRA INCENDIO		SURIA	Apiay	CI
187	1	PISCINA AGUA C/I	20000 Barri	SURIA	Apiay	CI
188	1	SIST. ESPUMA FIJOS	750 GLS	SURIA	Apiay	CI
189	1	CAMIÓN CONTRA INCENDIO SENCILLO - 1000 GLS ESPUMA, con su respectiva dotación	DYT 407	BODEGA C/I	Apiay	CI
190	1	CAMIÓN CONTRA INCENDIO 1000 GLS AGUA, 250 GLS ESPUMA Y 500 LBS . DE PQS. con su respectiva dotación	DTY 406	BODEGA C/I	Apiay	CI
191	1	CAÑON DE 2000GPM TERMINATOR,		BODEGA C/I	Apiay	CI
192	1	TRAILER PARA ATENCION DE DERRAMES		BODEGA C/I	Apiay	CI
193	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-31687-C05	BODEGA C/I	Apiay	CI
194	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	A6-8843-C02	BODEGA C/I	Apiay	CI
195	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	A4-4012-H01	BODEGA C/I	Apiay	CI
196	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	Bo-32233-Co5	BODEGA C/I	Apiay	CI
197	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	B0-32226-C05	BODEGA C/I	Apiay	CI
198	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	B0-32227-C05	BODEGA C/I	Apiay	CI
199	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-51052-I07	BODEGA C/I	Apiay	CI
200	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-55226-C08	BODEGA C/I	Apiay	CI
201	1	MSA MULTI DETECTOR ORION	BO-55227-C08	BODEGA C/I	Apiay	CI
202	1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	31594	BODEGA C/I	Apiay	CI
203	1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	30425	BODEGA C/I	Apiay	CI
204	1	BIOSISTEM MONO DETECTOR	30660	BODEGA C/I	Apiay	CI
205	8	Extintor Co2	10lbs	Planta Asfalto	Apiay	CI
206	1	Extintor PQS	150Lbs	Planta Asfalto	Apiay	CI
207	1	Equipo SCBA	4.500PSI	Planta Asfalto	Apiay	CI
208	1	Traje ALUMINIZADO		Planta Asfalto	Apiay	CI
209	5	Trajes Contra Incendio Acercamiento		Planta Asfalto	Apiay	CI
210	2	Tanques solución espumogena TRIDOL C	165Gls	Planta Asfalto	Apiay	CI
211	23	Hidrante Monitores		Planta Asfalto	Apiay	CI
212	13	Hidrantes		Planta Asfalto	Apiay	CI
213	1	Gabinete C/I Dotado (ver comentario)		Planta Asfalto	Apiay	CI
214	1	Extintor PQS	150Lbs	Portería 1	Apiay	CI
215	1	Extintor CO2	10lbs	Portería 1	Apiay	CI
216	1	Extintor Co2	10lbs	Bascula	Apiay	CI

Item	Cant.	Descripción	Capacidad	Area	Campo	Atención
217	2	Extintores CO2	15lbs	Bascula	Apiay	CI
218	4	Extintores PQS tipo Carretilla	150Lbs	Bascula	Apiay	CI
219	9	Extintores PQS	20lbs	Bascula	Apiay	CI
220	6	Hidrantes Monitor		Bascula	Apiay	CI
221	1	Gabinete C/I Dotado (ver comentario)		Bascula	Apiay	CI

Tabla 4-115. Inventario trailer de contingencias

3 BARRERAS MECANICAS DE 15 Mts.
6 BULTOS DE MATERIAL ABSORBENTE.
10 ALMOHADILLAS DE MATERIAL ABSORBENTE.
10 BARRERAS DE 2” x 3 Mts. DE MATERIAL ABSORBENTE.
2 ROLLOS DE MANILA DE ½”
4 PALAS
4 PICAS
4 AZADONES
4 MACHETAS CON FUNDA
4 VALDES
50 COSTALES DE FIQUE
50 BOLSAS PLÁSTICAS NEGRAS
1 FASTAN
Observaciones
1 LLANTA DE REPUESTO

4.3.3 Sistematización del Plan de Contingencia

Para el presente plan se ha estructurado información cartográfica a manera de sistema de información geográfica, incluyendo tanto información de cartografía base como información temática del plan. Esta estructura de información es presentada en los respectivos formatos digitales (.shp), con el correspondiente archivo de visualización en ArcMap.