TABLA DE CONTENIDO

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 15
4.1 AGUAS SUPERFICIALES 15
4.1.1 Demanda de agua requerida para el proyecto 16
4.1.1.1 Caudal de uso doméstico 17
4.1.1.2 Caudal de uso industrial 18
4.1.1.3 Caudal total de agua requerido para el proyecto 19
4.1.2 Identificación de las fuentes y sitios de captación 19
4.1.2.1 Descripción franjas de captación 22
4.1.2.1.1 CAP_01: Franja de captación sobre el río Metica 23
4.1.2.1.2 CAP_02: Franja de captación sobre el río Metica 26
4.1.2.1.3 CAP_03: Franja de captación sobre el río Metica (Res. 600/2012) 29
4.1.2.1.4 CAP_04: Franja de captación sobre el río Humea (Res. 1690/2015) 32
4.1.2.1.5 CAP_05: Franja de captación sobre el caño Boral (Res. 1690/2015) 35
4.1.2.1.6 CAP_06: Franja de captación sobre el caño Yarico (Res. 1690/2015) 38
4.1.2.1.7 CAP_07: Franja de captación sobre el río Cabuyarito (Res. 600/2012) 41
4.1.2.1.8 CAP_08: Franja de captación sobre el río Meta 44
4.1.2.1.9 CAP_09: Franja de captación sobre el río Meta 47
4.1.2.1.10 CAP_10: Franja de captación sobre el río Meta 49
4.1.2.1.11 CAP 11: Franja de captación sobre el río Meta 52
4.1.2.1.12 CAP_12: Franja de captación sobre el río Yucao (Res. 600/2012) 55
4.1.3 Análisis hidrológico de las franjas de captación del proyecto 58
4.1.3.1 Análisis hidrológico CAP_01 64
4.1.3.1.1 Morfometría 64
4.1.3.1.2 Régimen hidrológico 67
4.1.3.1.3 Periodos de retorno (Tr) 68
4.1.3.1.4 Oferta Neta Anual 68
4.1.3.1.5 Teleconexiones 68
4.1.3.1.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_01 69
4.1.3.2 Análisis hidrológico CAP_02 70
4.1.3.2.1 Morfometría 70

4.1.3.2.2 Régimen hidrológico 73
4.1.3.2.3 Periodos de retorno (Tr) 74
4.1.3.2.4 Oferta Neta Anual 74
4.1.3.2.5 Teleconexiones 74
4.1.3.2.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_02 75
4.1.3.3 Análisis hidrológico CAP_03 76
4.1.3.3.1 Morfometría 76
4.1.3.3.2 Régimen hidrológico 79
4.1.3.3.3 Periodos de retorno (Tr) 80
4.1.3.3.4 Oferta Neta Anual 80
4.1.3.3.5 Teleconexiones 80
4.1.3.3.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_03 81
4.1.3.4 Análisis hidrológico CAP_04 82
4.1.3.4.1 Morfometría 82
4.1.3.4.2 Régimen Hidrológico 85
4.1.3.4.3 Periodos de retorno (Tr) 86
4.1.3.4.4 Oferta Neta Anual 86
4.1.3.4.5 Teleconexiones 86
4.1.3.4.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_04 87
4.1.3.5 Análisis hidrológico CAP_05 88
4.1.3.5.1 Morfometría 88
4.1.3.5.2 Régimen Hidrológico 91
4.1.3.5.3 Periodos de retorno (Tr) 92
4.1.3.5.4 Oferta Neta Anual 92
4.1.3.5.5 Teleconexiones 92
4.1.3.5.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_05 93
4.1.3.6 Análisis hidrológico CAP_06 94
4.1.3.6.1 Morfometría 94
4.1.3.6.2 Régimen Hidrológico 97
4.1.3.6.3 Periodos de retorno (Tr) 98
4.1.3.6.4 Oferta Neta Anual 98

4.1.3.6.5 Teleconexiones 98
4.1.3.6.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_06 99
4.1.3.7 Análisis hidrológico CAP_07 100
4.1.3.7.1 Morfometría 100
4.1.3.7.2 Régimen Hidrológico 103
4.1.3.7.3 Periodos de retorno (Tr) 104
4.1.3.7.4 Oferta Neta Anual 104
4.1.3.7.5 Teleconexiones 104
4.1.3.7.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_07 105
4.1.3.8 Análisis hidrológico CAP_08 106
4.1.3.8.1 Morfometría 106
4.1.3.8.2 Régimen hidrológico 109
4.1.3.8.3 Periodos de retorno (Tr) 110
4.1.3.8.4 Oferta Neta Anual 110
4.1.3.8.5 Teleconexiones 110
4.1.3.8.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_08 111
4.1.3.9 Análisis hidrológico CAP_09 112
4.1.3.9.1 Morfometría 112
4.1.3.9.2 Régimen Hidrológico 115
4.1.3.9.3 Periodos de retorno (Tr) 116
4.1.3.9.4 Oferta Neta Anual 116
4.1.3.9.5 Teleconexiones 116
4.1.3.9.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_09 117
4.1.3.10 Análisis hidrológico CAP_10 118
4.1.3.10.1 Morfometría 118
4.1.3.10.2 Régimen Hidrológico 121
4.1.3.10.3 Periodos de retorno (Tr) 122
4.1.3.10.4 Oferta Neta Anual 122
4.1.3.10.5 Teleconexiones 122
4.1.3.10.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_10 123
4.1.3.11 Análisis hidrológico CAP_11 124

4.1.3.11.1 Morfometría 124
4.1.3.11.2 Curva Hipsométrica 126
4.1.3.11.3 Régimen Hidrológico 127
4.1.3.11.4 Periodos de retorno (Tr) 128
4.1.3.11.5 Oferta Neta Anual 128
4.1.3.11.6 Teleconexiones 128
4.1.3.11.7 Análisis multitemporal de la franja CAP_11 129
4.1.3.12 Análisis hidrológico CAP_12 130
4.1.3.12.1 Morfometría 130
4.1.3.12.2 Curva Hipsométrica 132
4.1.3.12.3 Régimen Hidrológico 133
4.1.3.12.4 Periodos de retorno (Tr) 134
4.1.3.12.5 Oferta Neta Anual 134
4.1.3.12.6 Teleconexiones 134
4.1.3.12.7 Análisis multitemporal de la franja CAP_12 135
4.1.3.13 Demanda Hídrica 136
4.1.4 Calidad del agua de las franjas de captación del proyecto 159
4.1.5 Usos del agua de las franjas de captación del proyecto 164
4.1.5.1 Inventario usuarios del agua 164
4.1.5.2 Indicadores del recurso hídrico 166
4.1.5.2.1 Índice de regulación Hídrica (IRH) 167
4.1.5.2.2 Índice uso del agua (IUA) 168
4.1.5.2.3 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH) 170
4.1.5.3 Conflictos existentes o potenciales sobre disponibilidad y usos del agua 172
4.1.6 Infraestructura y sistemas de captación y conducción 173
4.1.6.1 Captación 174
4.1.6.1.1 Captación mediante motobomba fija 174
4.1.6.1.2 Captación mediante motobomba adosada a carrotanque 175
4.1.6.1.3 Compra de agua 177
4.1.6.2 Conducción 177
4.1.6.2.1 Conducción por medio de carrotanque 177

4.1.6.2.2 Conducción a través de líneas de flujo 177
4.1.7 Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) 177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1-1 Caudal de uso doméstico estimado para el proyecto de modificación de licencia del Bloque CPO-5 17
Tabla 4.1-2 Caudal de uso industrial estimado para el proyecto de modificación de licencia del Bloque CPO-5 18
Tabla 4.1-3 Caudal total de agua requerida para el proyecto del Bloque CPO-5 19
Tabla 4.1-4 Franjas de captación solicitadas en la modificación de licencia ambiental para el Bloque CPO-5 21
Tabla 4.1-5 Métricas proceso de calibración 62
Tabla 4.1-6 Métricas proceso de validación 63
Tabla 4.1-7 Morfometría del área aferente Río Metica (3528010101) franja CAP_01 65
Tabla 4.1-8 Periodos de retorno área aferente Rio Metica (3528010101) en m^3/s 68
Tabla 4.1-9 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Metica (3528010101) en m^3/s 68
Tabla 4.1-10 Morfometría del área aferente Río Metica (3528010102) - Franja CAP_02 71
Tabla 4.1-11 Caudales mínimos en el área aferente Rio Metica (3528010102) en m^3/s para distintos periodos de retorno 74
Tabla 4.1-12 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Metica (3528010102) 74
Tabla 4.1-13 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010103) 77
Tabla 4.1-14 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010103) en m^3/s para distintos periodos de retorno 80
Tabla 4.1-15 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010103) (m3/s) 80
Tabla 4.1-16 Morfometría del área aferente Rio Humea (3528010104) 83
Tabla 4.1-17 Periodos de retorno área aferente Rio Humea (3528010104) en m^3/s 86
Tabla 4.1-18 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Humea (3528010104) en m^3/s 86
Tabla 4.1-19 Morfometría del área aferente Caño Boral (3527010501) 89
Tabla 4.1-20 Caudales mínimos en el área aferente Caño Boral (3527010501) en m^3/s para distintos periodos de retorno 92

Tabla 4.1-21 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Caño Boral (3527010501) 92
Tabla 4.1-22 Morfometría del área aferente Caño Yarico (3527010402) 95
Tabla 4.1-23 Caudales mínimos en el área aferente Caño Yarico (3527010402) en m^3/s para distintos periodos de retorno 98
Tabla 4.1-24 Cálculo de la Oferta Neta área aferente Caño Yarico (3527010402) 98
Tabla 4.1-25 Morfometría del área aferente Río Cabuyarito (3528010105) 101
Tabla 4.1-26 Caudales mínimos en el área aferente Rio Cabuyarito (3528010105) en m3/s para distintos periodos de retorno 104
Tabla 4.1-27 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Cabuyarito (3528010105) 104
Tabla 4.1-28 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010106) 107
Tabla 4.1-29 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010106) en m^3/s para distintos periodos de retorno 110
Tabla 4.1-30 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010106) 110
Tabla 4.1-31 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010107) 113
Tabla 4.1-32 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010107) en m^3/s para distintos periodos de retorno 116
Tabla 4.1-33 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010107) 116
Tabla 4.1-34 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010108) 119
Tabla 4.1-35 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010108) en m^3/s para distintos periodos de retorno 122
Tabla 4.1-36 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010108) 122
Tabla 4.1-37 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010109) 125
Tabla 4.1-38 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010109) en m^3/s para distintos periodos de retorno 128
Tabla 4.1-39 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010109) 128
Tabla 4.1-40 Morfometría del área aferente Río Yucao (3512010101) 131
Tabla 4.1-41 Caudales mínimos en el área aferente Rio Yucao (3512010101) en m^3/s para distintos periodos de retorno 134
Tabla 4.1-42 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Yucao (3512010101) 134
Tabla 4.1-43 Demanda Hídrica en las franjas de captación del Bloque CPO-5 137
Tabla 4.1-44 Coordenadas de los puntos monitoreo asociados a las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5 159

Tabla 4.1-45 Índices de calidad de agua en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5 160
Tabla 4.1-46 Índices de contaminación en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5 162
Tabla 4.1-47 Usuarios de agua superficial sobre las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5 164
Tabla 4.1-48 Clasificación IRH por área aferente 167
Tabla 4.1-49 Cálculo índice uso del agua (IUA) de las áreas aferentes de las franjas de captación 169
Tabla 4.1-50 Cálculo índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico de las áreas aferentes de las franjas de captación 171
Tabla 4.1-51 Caudales mínimos para periodos de retorno (Tr) de 2, 10 y 20 años vs captaciones propuestas 173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1-1 Concesión de aguas superficiales autorizada bajo la Resolución 600 de 2012 15
Figura 4.1-2 Concesión de aguas superficiales autorizada bajo la Resolución 1690 de 2015 15
Figura 4.1-3 Ubicación geográfica de las franjas de captación solicitadas en el proyecto 22
Figura 4.1-4 Ubicación espacial de la franja de Captación CAP_01 sobre el río Metica 24
Figura 4.1-5 Acceso a la franja de captación CAP_01 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 25
Figura 4.1-6 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_02 en el río Metica 27
Figura 4.1-7 Acceso a la franja de captación CAP_02 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 28
Figura 4.1-8 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_03 en el rio Metica 30
Figura 4.1-9 Acceso a la franja de captación CAP_03 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 31
Figura 4.1-10 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_04 en el río Humea 33
Figura 4.1-11 Acceso a la franja de captación CAP_04 sobre el río Humea en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 34
Figura 4.1-12 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_05 en el caño Boral 36
Figura 4.1-13 Acceso a la franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 37

Figura 4.1-14 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_ 06 en el caño Yarico 39
Figura 4.1-15 Acceso a la franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 40
Figura 4.1-16 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_07 – Rio Cabuyarito 42
Figura 4.1-17 Acceso a la franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 43
Figura 4.1-18 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_08 en el río Meta 45
Figura 4.1-19 Acceso a la franja de captación CAP_08 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 46
Figura 4.1-20 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_09 en el río Meta 47
Figura 4.1-21 Acceso a la franja de captación CAP_09 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 48
Figura 4.1-22 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_10 en el río Meta 50
Figura 4.1-23 Acceso a la franja de captación CAP_10 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 51
Figura 4.1-24 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_11 en el río Meta 53
Figura 4.1-25 Acceso a la franja de captación CAP_11 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 54
Figura 4.1-26 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_12 en el río Yucao 56
Figura 4.1-27 Acceso a la franja de captación CAP_12 sobre el río Yucao en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 57
Figura 4.1-28 Áreas aferentes delimitadas para las franjas de captación en el Bloque CPO-5 59
Figura 4.1-29 Esquema conceptual modelo GR4J 60
Figura 4.1-30 Áreas aferentes de las franjas de captación en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 y estación de calibración 61
Figura 4.1-31 Calibración estación Humapo 63
Figura 4.1-32 Validación Estación Humapo 64
Figura 4.1-33 Área aferente a la franja de captación CAP_01 sobre el rio Metica (3528010101) 65
Figura 4.1-34 Curva Hipsométrica área aferente Rio Metica (3528010101) 66
Figura 4.1-35 Resumen Régimen Hidrológico área aferente Rio Metica (3528010101) – Franja CAP_01 68
Figura 4.1-36 Teleconexiones área aferente Rio Metica (3528010101) – Franja CAP_01 69

Figura 4.1-37 Análisis multitemporal franja de captación CAP_01 sobre el Rio Metica años 2000, 2010, 2014 y 2021 70
Figura 4.1-38 Área aferente de la franja de captación CAP_02 sobre el rio Metica (3528010102) 71
Figura 4.1-39 Curva Hipsométrica del área aferente Río Metica (3528010102) 72
Figura 4.1-40 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02 73
Figura 4.1-41 Teleconexiones del área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02 75
Figura 4.1-42 Análisis multitemporal franja de captación CAP_02 sobre el Río Metica para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 76
Figura 4.1-43 Área aferente a la franja de captación CAP_03 sobre el rio Meta (3528010103) 77
Figura 4.1-44 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010103) 78
Figura 4.1-45 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010103) – Franja CAP_03 79
Figura 4.1-46 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010103) – Franja CAP_03 81
Figura 4.1-47 Análisis multitemporal franja de captación CAP_03 sobre el Río Metica para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 82
Figura 4.1-48 Área aferente a la franja de captación CAP_04 sobre el rio Humea (3528010104) 83
Figura 4.1-49 Curva Hipsométrica del área aferente Río Humea (3528010104) 84
Figura 4.1-50 Resumen Régimen Hidrológico área aferente Rio Humea (3528010104) – Franja CAP_04 85
Figura 4.1-51 Teleconexiones del área aferente Río Humea (3528010104) 87
Figura 4.1-52 Análisis multitemporal franja de captación CAP_04 sobre el Rio Humea para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 88
Figura 4.1-53 Área aferente a la franja de captación CAP_05 sobre el caño El Boral (3527010501) 89
Figura 4.1-54 Curva Hipsométrica del área aferente Caño Boral (3527010501) 90
Figura 4.1-55 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Caño Boral (3527010501) – Franja CAP_05 91
Figura 4.1-56 Teleconexiones del área aferente Caño Boral (3527010501) 93

Figura 4.1-57 Análisis multitemporal franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 94
Figura 4.1-58 Área aferente a la franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico (3527010402) 95
Figura 4.1-59 Curva Hipsométrica del área aferente Caño Yarico (3527010402) 96
Figura 4.1-60 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Caño Yarico (3527010402) – Franja CAP_06 97
Figura 4.1-61 Teleconexiones del área aferente Caño Yarico (3527010402) 99
Figura 4.1-62 Análisis multitemporal franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 100
Figura 4.1-63 Área aferente a la franja de captación CAP_07 sobre el rio Cabuyarito (3528010105) 101
Figura 4.1-64 Curva Hipsométrica del área aferente Río Cabuyarito (3528010105) 102
Figura 4.1-65 Régimen Hidrológico del área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07 103
Figura 4.1-66 Teleconexiones del área aferente Río Cabuyarito (3528010105) 105
Figura 4.1-67 Análisis multitemporal franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 106
Figura 4.1-68 Área aferente a la franja de captación CAP_08 sobre el rio Meta (3528010106) 107
Figura 4.1-69 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010106) 108
Figura 4.1-70 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08 109
Figura 4.1-71 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010106) 111
Figura 4.1-72 Análisis multitemporal franja de captación CAP_08 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 112
Figura 4.1-73 Área aferente a la franja de captación CAP_09 sobre el rio Meta (3528010107) 113
Figura 4.1-74 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010107) 114
Figura 4.1-75 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09 115
Figura 4.1-76 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010107) 117
Figura 4.1-77 Análisis multitemporal franja de captación CAP_09 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 118

Figura 4.1-78 Área aferente a la franja de captación CAP_10 sobre el rio Meta (3528010108) 119
Figura 4.1-79 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010108) 120
Figura 4.1-80 Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10 121
Figura 4.1-81 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010108) 123
Figura 4.1-82 Análisis multitemporal franja de captación CAP_10 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 124
Figura 4.1-83 Área aferente a la franja de captación CAP_11 sobre el rio Meta (3528010109) 125
Figura 4.1-84 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010109) 126
Figura 4.1-85 Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010109) – Franja CAP_11 127
Figura 4.1-86 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010109) 129
Figura 4.1-87 Análisis multitemporal franja de captación CAP_11 sobre el Río Meta años 2000, 2010, 2014 y 2021 130
Figura 4.1-88 Área aferente a la franja de captación CAP_12 sobre el rio Yucao (3512010101) 131
Figura 4.1-89 Curva Hipsométrica del área aferente Río Yucao (3512010101) 132
Figura 4.1-90 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Yucao (3512010101) – Franja CAP_12 133
Figura 4.1-91 Teleconexiones del área aferente Río Yucao (3512010101) 135
Figura 4.1-92 Análisis multitemporal franja de captación CAP_12 sobre el Río Yucao para los años 2000, 2010, 2014 y 2021 136
Figura 4.1-93 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para las áreas aferentes Río Metica (3528010101) – Franja CAP_01 138
Figura 4.1-94 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02 139
Figura 4.1-95 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Metica (3528010103) – Franja CAP_03 140
Figura 4.1-96 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río humea (3528010104) - Franja CAP_04 141
Figura 4.1-97 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Caño Boral (3527010501) – Franja CAP_05 142

Figura 4.1-98 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Caño Yarico (3527010402) – Franja CAP_06 143
Figura 4.1-99 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07 144
Figura 4.1-100 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08 145
Figura 4.1-101 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09 146
Figura 4.1-102 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10 147
Figura 4.1-103 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para área aferente Rio Meta (3528010109) – Franja CAP_11 148
Figura 4.1-104 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Rio Yucao (3512010101) – Franja CAP_12 149
Figura 4.1-105 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010101) – Franja CAP_01 150
Figura 4.1-106 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02 151
Figura 4.1-107 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010103) – Franja CAP_03 152
Figura 4.1-108 Ubicación de los centros poblados presentes en el área aferente Río humea (3528010104) - Franja CAP_04 153
Figura 4.1-109 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07 154
Figura 4.1-110 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08 155
Figura 4.1-111 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09 156
Figura 4.1-112 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10 157
Figura 4.1-113 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010109) – Franja CAP_11 158
Figura 4.1-114 Puntos de muestreo de calidad de agua superficial en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5 160
Figura 4.1-115 Usuarios de agua superficial identificados sobre las franjas de captación solicitadas en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 166

Figura 4.1-116 Distribución espacial Índice de regulación hídrica (IRH) de las áreas aferentes de las franjas de captación 168
Figura 4.1-117 Distribución espacial Índice del Uso del Agua (IUA) de las áreas aferentes de las franjas de captación 170
Figura 4.1-118 Distribución espacial índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH) 172
Figura 4.1-119 Captación con bomba fija 174
Figura 4.1-120 Sistema de captación directa desde carrotanque 176

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4.1-1 Franja de captación solicitada (CAP_01) sobre el río Metica en la vereda San Pablo, Puerto López. 26
Fotografía 4.1-2 Acceso a franja de captación CAP_01 26
Fotografía 4.1-3 Franja de captación solicitada (CAP_02) sobre el río Metica en la vereda Navajas, Puerto López 29
Fotografía 4.1-4 Acceso a franja de captación CAP_02 29
Fotografía 4.1-5 Franja de captación solicitada (CAP_03) sobre el río Metica en la vereda Alto Menegua, Puerto López 32
Fotografía 4.1-6 Franja de captación CAP_03 sobre el río Metica 32
Fotografía 4.1-7 Acceso a la Franja de captación (CAP_04) sobre el río Humea 35
Fotografía 4.1-8 Franja de captación CAP_04 sobre el río Humea en la vereda San Isidro, municipio de Cabuyaro 35
Fotografía 4.1-9 Acceso a la Franja de captación (CAP_05) sobre el caño Boral. 38
Fotografía 4.1-10 Franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral en la vereda El Vergel, municipio de Cabuyaro 38
Fotografía 4.1-11 Acceso a la Franja de captación (CAP_06) sobre el caño Yarico. 41
Fotografía 4.1-12 Franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico en la vereda San Isidro, municipio de Cabuyaro 41
Fotografía 4.1-13 Acceso a la Franja de captación (CAP_07) sobre el río Cabuyarito. 44
Fotografía 4.1-14 Franja de captación CAP_06 sobre el río Cabuyarito en la vereda La Embajada, municipio de Cabuyaro 44
Fotografía 4.1-15 Acceso a franja de captación CAP_08 sobre el río Meta en el municipio de Cabuyaro 46

Fotografía 4.1-16 Franja de captación solicitada (CAP_09) sobre el río Meta en la vereda Mararabe, Cabuyaro 49
Fotografía 4.1-17 Acceso a franja de captación CAP_09 49
Fotografía 4.1-18 Franja de captación solicitada (CAP_10) sobre el río Meta en la vereda Santaya, Puerto López 52
Fotografía 4.1-19 Acceso a franja de captación CAP_10 52
Fotografía 4.1-20 Franja de captación solicitada (CAP_11) sobre el río Meta 55
Fotografía 4.1-21 Acceso a franja de captación CAP_11 55
Fotografía 4.1-22 Franja de captación solicitada (CAP_12) sobre el río Yucao 58
Fotografía 4.1-23 Acceso a franja de captación CAP_12 58

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

De acuerdo con el Numeral Primero, del Artículo Cuarto, de la Resolución 600 de 2012, se otorgó:

(…) Otorgar a la sociedad ONGC VIDESH LIMITED SUCURSAL COLOMBIANA, concesión de aguas superficiales, para uso industrial y doméstico durante las actividades de obras civiles, perforación y pruebas de producción del proyecto CPO-5, en un caudal máximo de 3 l/s, por el tiempo de duración del proyecto, en los puntos, épocas y caudales que se indican a continuación: (…) **Figura 4.1-1.**

(…) El permiso otorgado para la captación de agua sobre los cuatro cuerpos de agua señalados, se concede para un punto especifico, ubicado dentro las franjas previamente mencionadas (200 metros en total) (…)

Cuerpo de agua	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá				Caudal de captación autorizado	Época del año
	Inicio		Fin			
	Norte	Este	Norte	Este		
Rio Metica	950075,80	1128782,19	950268,93	1128732,00	3 l/s	Todo el año
Rio Cabuyarito	966917,94	1134357,94	966775,14	1134497,35	3 l/s	Todo el año
Rio Meta	965127,60	1142419,16	965109,36	1142616,31	3 l/s	Todo el año
Rio Yucao	938513,40	1159761,80	938522,85	1159958,92	3 l/s	Todo el año

Figura 4.1-1 Concesión de aguas superficiales autorizada bajo la Resolución 600 de 2012

Información tomada directamente de la Resolución 600 del 31 de julio de 2012, razón por la cual se presenta el sistema de coordenadas en Origen Bogotá
Fuente: Resolución 600 del 31 de julio de 2012

Adicionalmente, en el Artículo Primero de la Resolución 1690 de 2015 otorgó concesión de aguas superficiales para uso industrial y doméstico sobre las fuentes Río Humea, durante cualquier época del año y para los caños Boral y Yarico en época de invierno; en una franja de 100 m por el tiempo de duración del proyecto, en los puntos y caudales que se indican en la **Figura 4.1-2.**

Cuerpo de agua	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá				Caudal de captación autorizado	Época del año
	Inicio		Fin			
	Norte	Este	Norte	Este		
Río Humea	953594	1119863	953469	1119962	3 l/s	Todo el año
Caño Boral	959642	1124514	959611	1124605	3 l/s	Época de invierno
Caño Yarico	962158	1126908	962135	1127004	3 l/s	Época de invierno

Figura 4.1-2 Concesión de aguas superficiales autorizada bajo la Resolución 1690 de 2015

Información tomada directamente de la Resolución 1690 del 24 de diciembre de 2015, razón por la cual se presenta el sistema de coordenadas en Origen Bogotá
Fuente: Resolución 1690 del 24 de diciembre de 2015

Respecto a lo mencionado anteriormente, se solicita mantener las franjas de captación sobre el río Metica (ID CAP_03), el río Cabuyarito (ID CAP_07), y el río Yucao (ID CAP_12) autorizadas bajo el Artículo Cuarto, Numeral 1 de la Resolución 600 de 2012.

También se solicita mantener las franjas de captación sobre el caño Boral (ID CAP_05), y el caño Yarico (ID CAP_06), autorizadas en el artículo primero de la Resolución 1690 de 2015.

Además, se solicita modificar la concesión sobre el río Humea (ID CAP_04) autorizada bajo la Resolución 1690 de 2015, en el sentido de desplazar la franja 26,24 metros en la misma margen del río, además de la ampliación de la franja de 100 m (actual) a 200 m (modificación), tal como se detalla en el **numeral 4.1.2.1.4.**

Para todas las franjas autorizadas tanto por la Res. 600, como en la Res. 1690, se solicita ampliación del caudal de captación, de 3 l/s a 5 l/s. Así mismo, se solicita ajustar el sistema de referencia de las coordenadas a Origen Único Nacional de acuerdo con la actualización de la cartografía y la operatividad de la captación.

Finalmente, se solicita la concesión de aguas superficiales en seis (6) nuevas franjas de captación localizadas en los ríos Meta y Metica. Las franjas de captación nuevas corresponden a tramos de 200 metros biofísicamente homogéneos en un caudal de 5 L/s para uso doméstico e industrial.

En la **Tabla 4.1-4** se presentan la totalidad de franjas a mantener y solicitar dentro de la presente modificación. También se aclara que el agua para consumo humano se comprará en el comercio local o regional más cercano a la operación, en presentación de botellones que cuenten con su respectivo registro INVIMA.

En el **Anexo 4.1_Agua_superficial**, se presenta el correspondiente Formulario único Nacional de Concesión de Aguas Superficiales - FUN.

4.1.1 Demanda de agua requerida para el proyecto

El Bloque CPO-5 busca iniciar actividades de explotación de hidrocarburos, es así como desde la fase de planeación se contempla el caudal de agua requerido para cada una de las etapas del proyecto, así como las fuentes de agua superficiales que garantizarán un suministro constante durante su ejecución.

Lo anterior comprende el uso doméstico e industrial del recurso hídrico. El agua para consumo humano se comprará en el comercio local o regional más cercano a la operación, en presentación de botellones que cuenten con su respectivo registro INVIMA.

4.1.1.1 Caudal de uso doméstico

Para el cálculo del caudal de uso doméstico se tuvo en cuenta la cantidad de personal requerido en cada una de las etapas y actividades definidas para el proyecto expuesto en el *Capítulo 2. Descripción del proyecto*, en el numeral *2.2.2.2 Etapas y actividades del proyecto*.

Adicionalmente, se determinó la dotación neta máxima por habitante, teniendo en cuenta el clima, la información histórica de los consumos de agua potable durante el proyecto y, lo descrito en el artículo 43. *Dotación neta máxima* de la Resolución 0330 de 2017 (Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS); donde para un clima cálido por debajo de 1000 m.s.n.m la dotación neta máximá tiene un valor de 140 l/hab/día.

El caudal de agua para uso doméstico se calculó a partir de las siguientes ecuaciones, usando una dotación neta máximá de 140 l/hab/día y un porcentaje de pérdida de 25%.

$$Dbruta = \frac{Dotación\ Neta\ máxima\ adoptada}{(1 - \%p)}$$

Ecuación 1 Dotación bruta

$$\text{Caudal uso doméstico} = \frac{Dotación\ bruta\ L}{Habitante\ x\ día}\ x\ \#\ de\ personal$$

Ecuación 2 Demanda de caudal de uso doméstico

$$\text{Caudal medio diario para uso doméstico} = \frac{L}{día}\ x\ 1\frac{día}{86.400\ s}$$

Ecuación 3 Caudal medio diario

En la **Tabla 4.1-1**, se presenta el caudal de consumo de agua doméstica estimado por etapa para el Bloque CPO-5.

Tabla 4.1-1 Caudal de uso doméstico estimado para el proyecto de modificación de licencia del Bloque CPO-5

Etapa	Subetapa	Caudal por etapa (L/s)
Actividades Transversales		**0,05**
Actividades Preoperativas		**0,01**
Adecuación / construcción de infraestructura	Obras civiles asociadas a la construcción, adecuación y mantenimiento de accesos viales	**0,37**
	Obras asociadas a la construcción, adecuación, mantenimiento de locaciones, facilidades de superficie e infraestructura de apoyo	
	Líneas de flujo (construcción y mantenimiento)	

	Líneas eléctricas (construcción, adecuación y mantenimiento)	
Operativa	Perforación	**0,22**
	Pruebas de Producción y operación de Facilidades de Producción	
Desmantelamiento y abandono		**0,02**
TOTAL, CAUDAL DOMÉSTICO		**0,67**

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.1.2 Caudal de uso industrial

En la **Tabla 4.1-2**, se presentan los estimados de consumo promedio de agua para uso industrial por etapa del proyecto. En cuanto a las actividades transversales, sólo se considera la actividad de riego en vías para el control de material particulado, siendo este el caudal mínimo requerido durante las etapas del proyecto, considerando que no se requiere la captación de agua debido a que se cuenta con el permiso de vertimiento para riego en vías de aguas residuales tratadas.

La etapa de adecuación / construcción de infraestructura incluye obras civiles en vías, locaciones, facilidades de superficie – CPF, líneas eléctricas, infraestructura de apoyo como piscinas para el tratamiento de cortes de perforación, centrales generadoras de energía, áreas solares fotovoltaicas, y ZODME; cuyo consumo se realiza en menor medida en la preparación de concreto, rellenos y afirmado, donde la cantidad depende del contenido de humedad presente en los materiales a utilizar. Además, en la etapa de construcción, se incluye el tendido de las líneas de flujo requeridas para el transporte de fluidos derivados del proyecto, a las cuales se les realizará la correspondiente prueba hidrostática, las cuales tienen una duración máxima de un (1) día, sin embargo, la cantidad de estas pruebas depende del comportamiento del pozo durante las pruebas de producción.

Por otro lado, durante la etapa de operación se realiza el mayor consumo de agua, en ella se ejecutan las actividades de perforación y pruebas de producción, además de las actividades industriales de las facilidades instaladas. Finalmente, durante la etapa de desmantelamiento y abandono, la captación de agua para uso industrial será mínima para actividades de revegetalización.

Tabla 4.1-2 Caudal de uso industrial estimado para el proyecto de modificación de licencia del Bloque CPO-5

Etapa	Subetapa	Caudal por etapa (L/s)
Actividades Transversales		**0,05**
Actividades Preoperativas		N.A.
Adecuación / construcción de infraestructura	Obras civiles asociadas a la construcción, adecuación y mantenimiento de accesos viales	**1,4**
	Obras asociadas a la construcción, adecuación, mantenimiento de locaciones, facilidades de superficie e infraestructura de apoyo	
	Líneas de flujo (construcción y mantenimiento)	

	Líneas eléctricas (construcción, adecuación y mantenimiento)	
Operativa	Perforación	**2,23**
	Pruebas de Producción y operación de Facilidades de Producción	
Desmantelamiento y abandono		**0,65**
TOTAL, CAUDAL INDUSTRIAL (L/s)		**4,33**

Nota: N.A: No aplica. Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.1.3 Caudal total de agua requerido para el proyecto

Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente, para asegurar un correcto desarrollo de las actividades de explotación del proyecto, se estima un caudal total de 5 L/s para uso doméstico e industrial, por actividad y por punto de captación.

Tabla 4.1-3 Caudal total de agua requerida para el proyecto del Bloque CPO-5

Tipo de uso	Consumo de agua (L/s)	Total, caudal de agua (L/s)
Uso Doméstico	0,67	5,00
Uso Industrial	4,33	

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.2 Identificación de las fuentes y sitios de captación

Para el proyecto de modificación de licencia ambiental de la fase exploratoria a través de la obtención de licencia ambiental de desarrollo de hidrocarburos del Bloque CPO-5, se solicita un total de 12 franjas de captación así (ver **Tabla 4.1-4**):

- Se manifiesta continuar con las franjas de captación de agua superficial de 200 metros, para uso industrial y doméstico, autorizadas por el artículo cuarto numeral 1 de la Resolución 600 del 31 de julio de 2012, sobre el río Metica (ID CAP_03), el río Cabuyarito (ID CAP_07), y el río Yucao (ID CAP_12); considerando una modificación en el sentido de actualizar el caudal total de agua a 5 L/s, y, ajustar las coordenadas establecidas en la Resolución 600 de 2012, de acuerdo a la actualización de la base cartográfica y cartografía de la línea base del estudio, lo anterior teniendo en cuenta el paso del tiempo, que la imagen satelital usada presenta un mayor detalle, y que la información presentada ha sido validada en campo.
- Se manifiesta continuar con las franjas de captación de 100 metros, para uso industrial y doméstico, autorizadas por el artículo primero de la Resolución 1690 del 24 de diciembre de 2015, sobre el caño Boral (ID CAP_05), y el caño Yarico (ID CAP_06); considerando una modificación en el sentido de actualizar el caudal total de agua a 5 L/s, y, ajustar las coordenadas establecidas en la Resolución 1690 de 2015, de acuerdo a la actualización de la base cartográfica y cartografía de la línea base del estudio, lo anterior teniendo en cuenta el paso del tiempo, que la imagen satelital usada presenta un mayor detalle, y que la información presentada ha sido validada en campo.

- Se solicita modificar la concesión autorizada por la Resolución 1690 de 2015 sobre el río Humea (ID CAP_04), en relación con el desplazamiento de la franja hacia una posición de aproximadamente 130 metros aguas abajo del punto final de la actual franja de captación, en las coordenadas presentadas en la **Tabla 4.1-4**, junto con la ampliación de la franja de 100 m (actual) a 200 m (modificación), sobre la misma margen del cuerpo de agua, además de actualizar el caudal total de agua a 5 L/s. Este ajuste facilitará las maniobras del carrotanque y la captación de agua, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los impactos y riesgos asociados con las operaciones en la proximidad del puente.
- Se solicita la concesión de captación del recurso hídrico superficial en un caudal de 5 L/s, para uso doméstico e industrial, en las siguientes franjas de 200m sobre el río Meta: ID CAP_08, y CAP_09 en el municipio de Cabuyaro, y, ID CAP_10 y CAP_11 en el municipio de Puerto López; y, sobre el río Metica: ID CAP_01 y CAP_02 en el municipio de Puerto López.

Según lo establecido en la Resolución 600 de 2012, ONGC VL especificará en los Informes de Cumplimiento Ambiental, la coordenada georreferenciada del punto de captación al interior de la franja autorizada. La interventoría ambiental o HSE, verificará y/o avalará tanto la ubicación de equipos y elementos empleados para la captación como los procedimientos del caso, vigilando que se cumplan las acciones y medidas de manejo necesarias para proteger, mitigar y controlar los impactos de la actividad y las posibles contingencias durante la captación.

Tabla 4.1-4 Franjas de captación solicitadas en la modificación de licencia ambiental para el Bloque CPO-5

ID	Cuerpo de agua	Vereda	Municipio	Observación	Caudal de agua	Longitud (m)	Época del año	Coordenadas Planas Origen Único Nacional			
								Inicio		Fin	
								Este	Norte	Este	Norte
CAP_01	Río Metica	SAN PABLO	PUERTO LÓPEZ	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.001.415,98	1.998.423,81	5.001.605,11	1.998.482,27
CAP_02	Río Metica	NAVAJAS	PUERTO LÓPEZ	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.007.034,34	2.011.349,04	5.007.135,69	2.011.216,92
CAP_03	Río Metica	ALTO MENEGUA	PUERTO LÓPEZ	Autorizada bajo la Res. 600 de 2012	5 L/s	200	Todo el año	5.009.124,29	2.015.913,77	5.009.114,81	2.016.105,11
CAP_04	Río Humea	SAN ISIDRO	CABUYARO	Autorizada bajo la Res. 1690 de 2015, objeto de modificación	5 L/s	200	Todo el año	5.000.453,55	2.019.136,04	5.000.573,66	2.018.976,40
CAP_05	Caño Boral	EL VERGEL	CABUYARO	Autorizada bajo la Res. 1690 de 2015	5 L/s	100	Época de invierno	5.004.880,94	2.025.469,81	5.004.968,48	2.025.428,70
CAP_06	Caño Yarico	SAN ISIDRO	CABUYARO	Autorizada bajo la Res. 1690 de 2015	5 L/s	100	Época de invierno	5.007.282,08	2.027.976,14	5.007.372,36	2.027.962,11
CAP_07	Río Cabuyarito	LA EMBAJADA	CABUYARO	Autorizada bajo la Res. 600 de 2012	5 L/s	201	Todo el año	5.014.722,29	2.032.712,47	5.014.846,85	2.032.564,03
CAP_08	Río Meta	CENTRO POBLADO DE CABUYARO	CABUYARO	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.023.063,21	2.030.985,19	5.022.907,71	2.031.042,96
CAP_09	Río Meta	MARARABE	CABUYARO	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.024.744,51	2.029.342,94	5.024.912,93	2.029.236,56
CAP_10	Río Meta	YURIMENA	PUERTO LÓPEZ	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.024.494,05	2.029.007,10	5.024.680,19	2.029.018,02
CAP_11	Río Meta	PUERTO GUADALUPE	PUERTO LÓPEZ	Franja solicitud nueva	5 L/s	200	Todo el año	5.059.431,22	2.035.328,61	5.059.540,11	2.035.439,69
CAP_12	Río Yucao	YURIMENA	PUERTO LÓPEZ	Autorizada bajo la Res. 600 de 2012	5 L/s	200	Todo el año	5.040.072,94	2.004.361,71	5.040.224,23	2.004.342,54

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 4.1-3** se presenta una vista general de la ubicación geográfica de las franjas de captación solicitadas al interior del área de influencia físico-biótica del Bloque CPO-5.

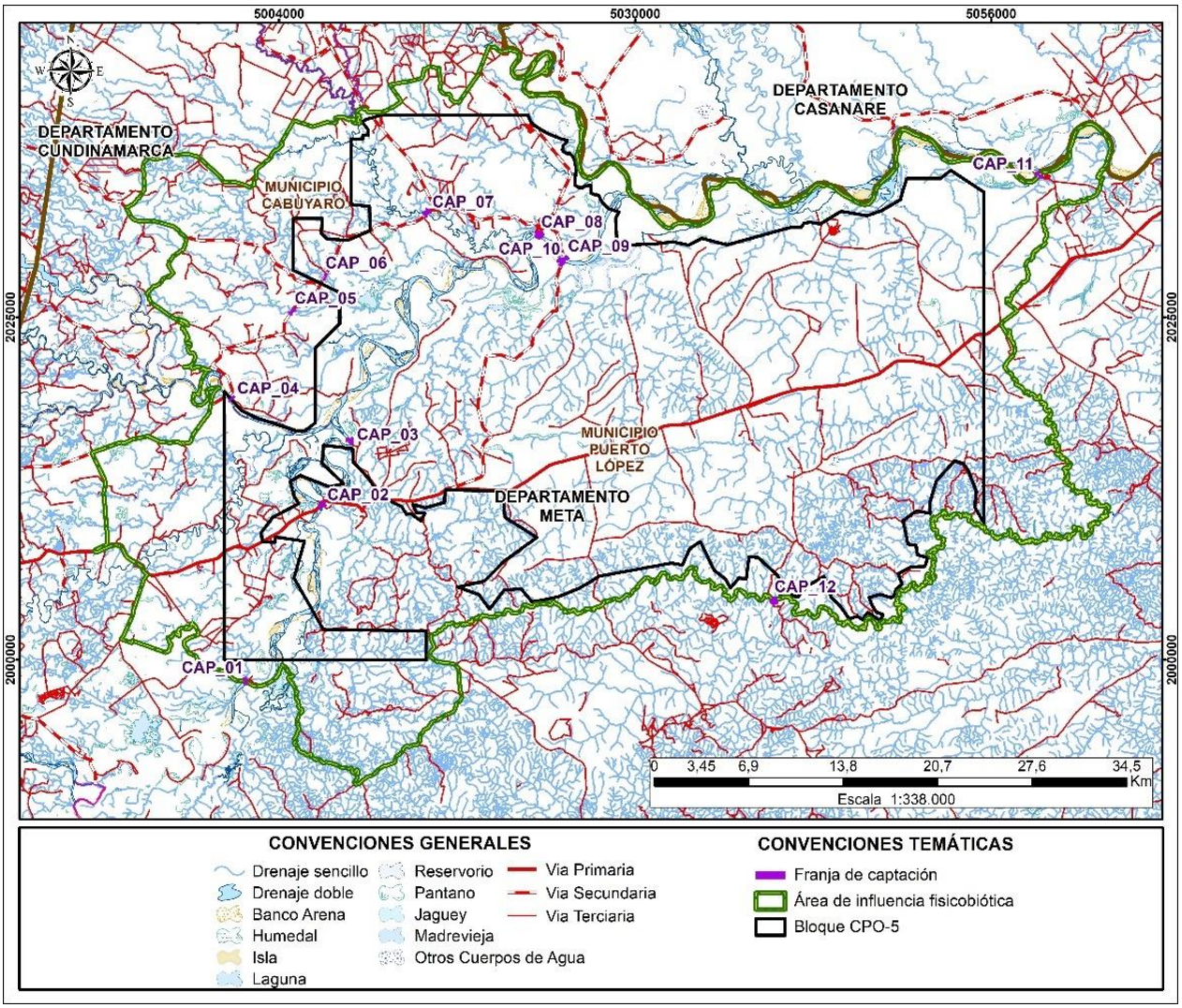


Figura 4.1-3 Ubicación geográfica de las franjas de captación solicitadas en el proyecto

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.2.1 Descripción franjas de captación

Las franjas de captación solicitadas en la actual modificación de licencia corresponden a tramos cortos de 200 metros biofísicamente homogéneos (a excepción de las franjas de 100 metros licenciadas sobre el caño Boral y el caño Yarico por la Resolución 1690 de 2015), los cuales fueron seleccionados de acuerdo con la normatividad ambiental enmarcada en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 del MADS), y los Términos de Referencia HI-TER-1-03 para proyectos de explotación de

Hidrocarburos aprobados bajo la Resolución 1543 del 06 de agosto de 2010; además, las franjas se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes factores físicos, bióticos y socioeconómicos del territorio:

- La estabilidad del terreno y su capacidad de soportar la infraestructura necesaria para la captación. No se realizará captación en terrenos con presencia o vulnerabilidad a procesos erosivos o que presentan inestabilidad.
- La facilidad de acceso a las franjas de captación a través de la malla vial existente y los accesos proyectados hacia las plataformas y el CPF, también se aprovecharán las ocupaciones de cauce existentes o proyectadas, de tal manera que se disminuya la posibilidad de intervenir áreas mayores en los cauces o sus rondas. Así mismo se consideraron áreas adecuadas para el estacionamiento y maniobras del carrotanque que permitan una correcta operación.
- La disponibilidad de caudal de los ríos Meta y Metica, suficiente y constante en las diferentes épocas del año para satisfacer las necesidades de captación del proyecto sin afectar negativamente los ecosistemas acuáticos y la oferta hídrica de los demás usuarios.
- La utilización de diferentes tecnologías y prácticas eficientes para la captación de agua superficial.
- La presencia de zonas de exclusión y hábitats/ecosistemas de importancia ambiental. Se seleccionaron tramos que no tienen cobertura boscosa y/o bosque de galería para reducir el impacto sobre estos ecosistemas.
- El uso del recurso hídrico por parte de las comunidades aguas arriba y aguas abajo de las franjas de captación, con el fin de evitar conflictos y asegurar una distribución equitativa del recurso.
- Se consideraron proyectos sociales en el territorio que puedan influir o ser influenciados por la captación de agua.

A continuación, se presenta una descripción de la ubicación, estado actual y acceso a las franjas de captación solicitadas en la presente modificación de licencia.

4.1.2.1.1 CAP_01: Franja de captación sobre el río Metica

En la **Figura 4.1-4** se presenta la ubicación espacial de la franja de captación CAP_01 solicitada sobre la margen izquierda del río Metica, alimentado aguas arriba por el río Guayauriba, río Metica y Caño Nare, ubicado en la vereda San Pablo del municipio de Puerto López, departamento del Meta. La franja se ubica hacia el suroeste del Bloque CPO-5, en un tramo del afluente caracterizado por una curvatura natural del cauce, lo cual influye en la dinámica fluvial del sector.

Esta franja tiene una longitud de 200,03 metros y se encuentra localizada en las coordenadas 1.998.423,81 metros Norte y 5.001.415,98 metros Este en el punto de inicio, y, 1.998.482,27 metros Norte y 5.001.605,11 metros Este en el punto final. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto METICA_CL_03 fue utilizado para

realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_01.

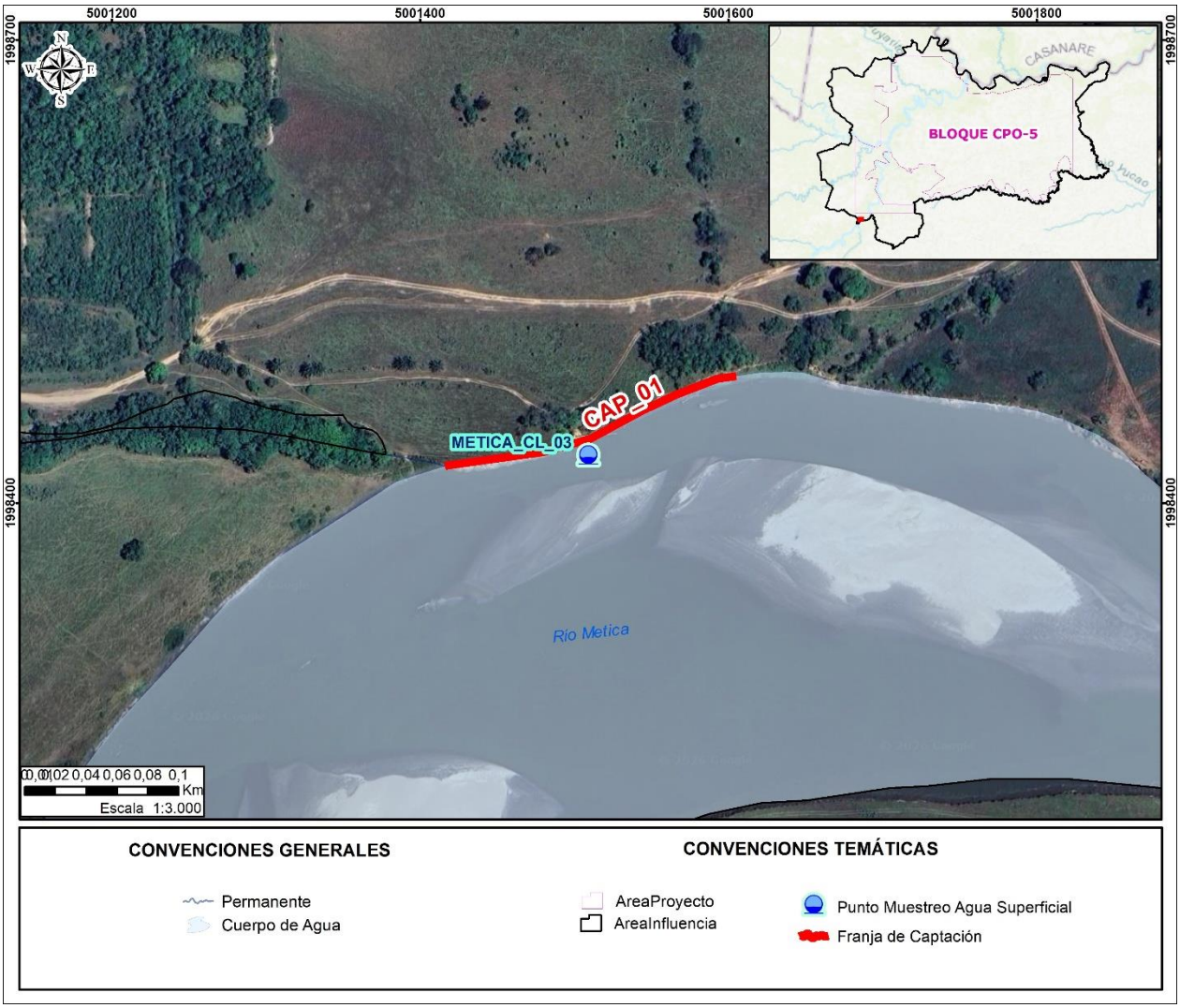


Figura 4.1-4 Ubicación espacial de la franja de Captación CAP_01 sobre el río Metica

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso a CAP_01 realiza a través de la vía 1.10 ramal 102, acceso de tramo 4007 a San Pablo, la cual es una vía pública angosta sin pavimentar para la cual se está solicitando adecuación y adicionalmente se contempla la construcción de un tramo al final de esta de aproximadamente 200 m. Se continua el ingreso por el predio Horizontes (ver **Figura 4.1-5**).

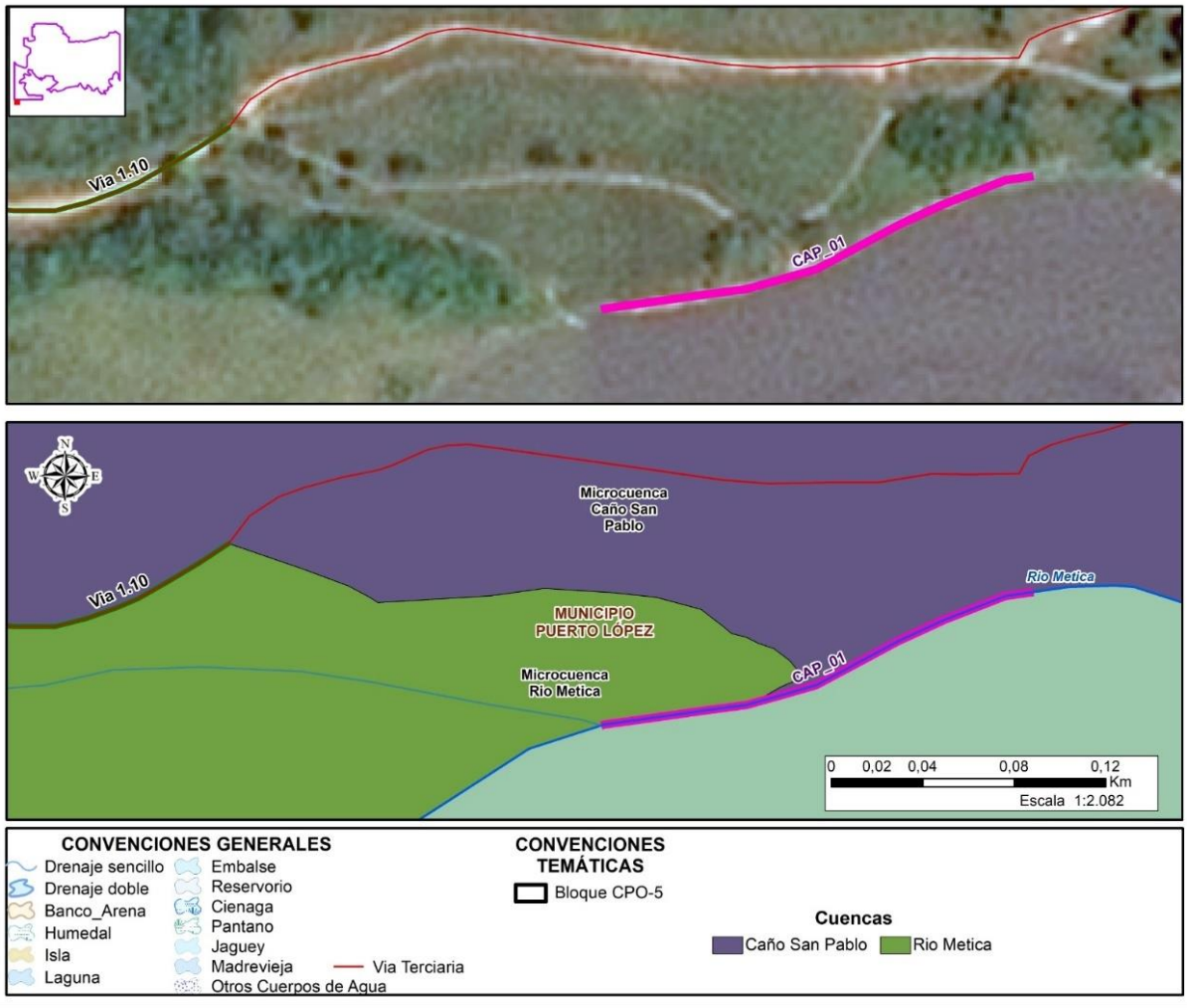


Figura 4.1-5 Acceso a la franja de captación CAP_01 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

En la franja se evidencia una cobertura de pastos limpios dedicada al pastoreo extensivo, y, una capa de suelo limo arcilloso que le da firmeza y una mayor capacidad portante al suelo. La franja cuenta con espacio suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto mediante motobomba adosada a carrotanque.



Fotografía 4.1-1 Franja de captación solicitada (CAP_01) sobre el río Metica en la vereda San Pablo, Puerto López.

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5001530,98 E, 1998456,82 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-2 Acceso a franja de captación CAP_01

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5001468,10 E, 1998466,95 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.2 CAP_02: Franja de captación sobre el río Metica

En la **Figura 4.1-6** se ilustra la ubicación geográfica de la franja de captación CAP_02 sobre la margen derecha del río Metica, con confluencia aguas arriba por el caño Menegua y el caño Banderas, la franja está situada en la vereda Navajas del municipio de Puerto López, departamento del Meta. Esta Franja tiene una longitud de 200,08 metros y se encuentra localizada en las coordenadas 2.011.349,04 metros Norte y 5.007.034,34 metros Este al inicio de la franja, y, 2.011.216,92 metros Norte y 5.007.135,69 metros Este al final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto METICA_CL_02 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_02.

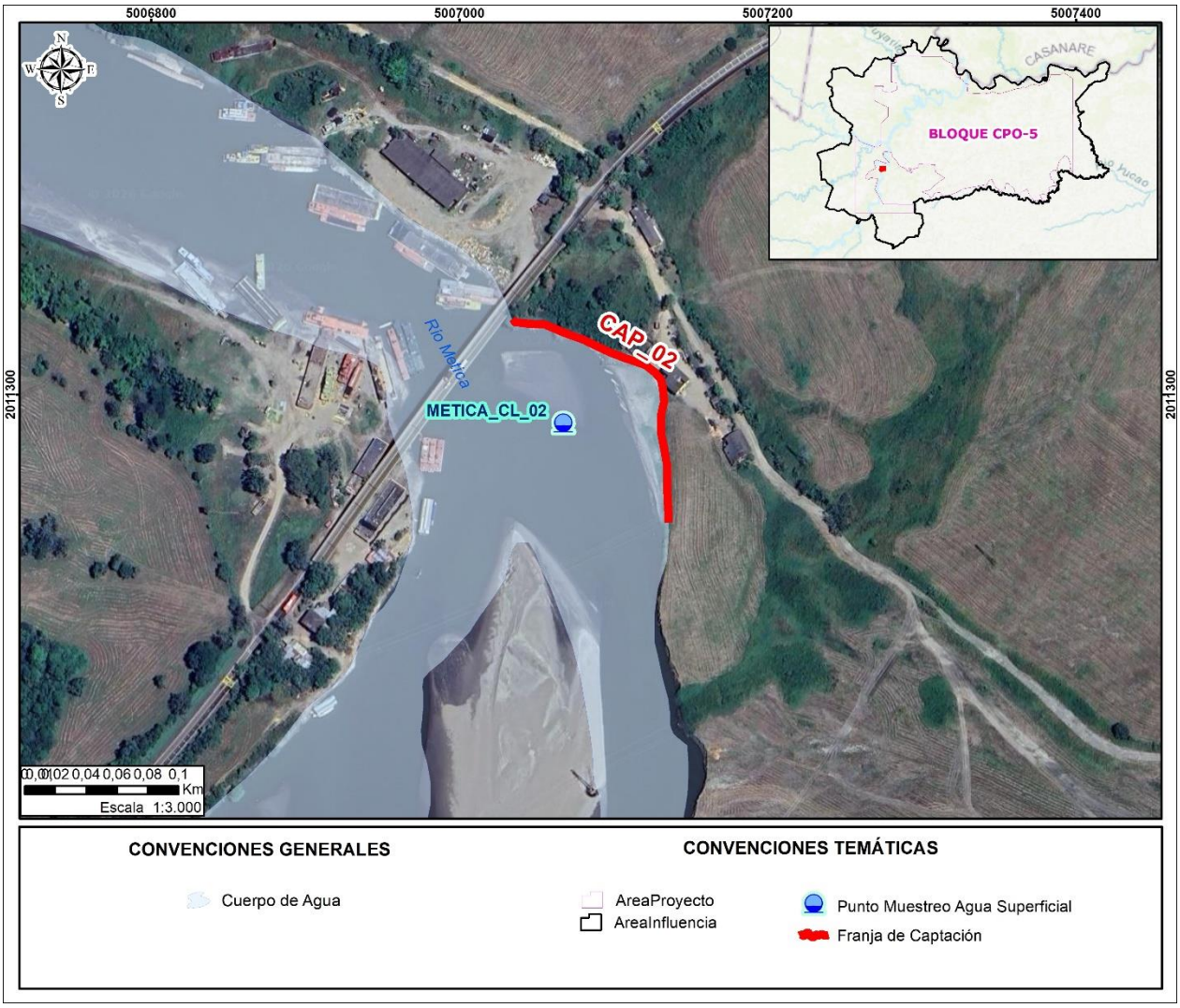


Figura 4.1-6 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_02 en el río Metica

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza luego de cruzar el puente sobre el río Metica de la vía Nacional 40 (vía 1), ingresando por la vía 1.20 ramal 20 acceso a CAP_02 Metica, que conduce al predio en el cual se encuentra la franja de captación. La vía usada para acceder requiere adecuación. (ver **Figura 4.1-7**).

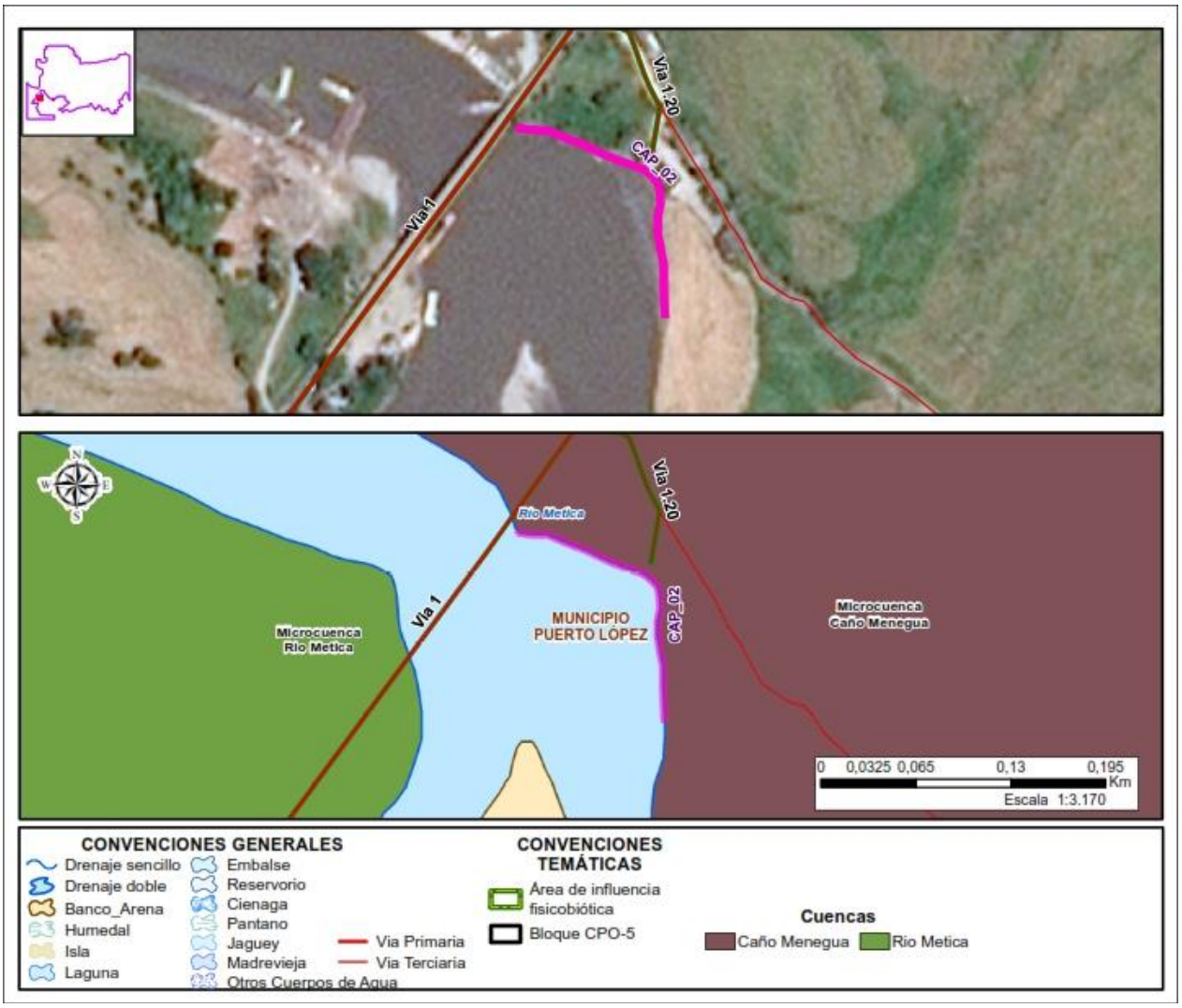


Figura 4.1-7 Acceso a la franja de captación CAP_02 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

En la franja se evidencia la presencia de material de río con un porcentaje de saturación alto al borde de la fuente de captación. Al margen del río se evidencian estructuras en mal estado, principalmente porque cuentan con malos cimientos. Por lo cual, se realizaría una estabilización de la base del suelo para cualquier tipo de construcción o se trabajaría a 30m de distancia de la fuente de captación en una base más retirada de la orilla que proporcione buena capacidad portante del suelo. El espacio de la franja es suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto en el *numeral 4.1.6*. Anteriormente, el espacio era utilizado como embarcadero, sin embargo, actualmente no se evidencian actividades relacionadas además de la pesca. Las coberturas de suelo identificadas en la franja corresponden a pastos arbolados dedicados al pastoreo extensivo, y cultivos de arroz.



Fotografía 4.1-3 Franja de captación solicitada (CAP_02) sobre el río Metica en la vereda Navajas, Puerto López

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5007108,95 E, 2011313,06 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-4 Acceso a franja de captación CAP_02

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5007101,55 E, 2011430,92 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.3 CAP_03: Franja de captación sobre el río Metica (Res. 600/2012)

En la **Figura 4.1-8** se presenta la ubicación general de la franja de captación CAP_03 autorizada por el artículo cuarto numeral 1 de la Resolución 600 del 31 de julio de 2012, sobre el margen derecho del río Metica, en la vereda Alto Menegua del municipio de Puerto López, departamento del Meta.

Esta Franja tiene una longitud de 200,13 metros y las coordenadas para esta franja de interés son 2.015.913,77 metros Norte y 5.009.124,29 metros Este en el punto de inicio, y, 2.016.105,11 metros Norte y 5.009.114,81 metros Este en el punto final. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto METICA_CL_01 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_03.

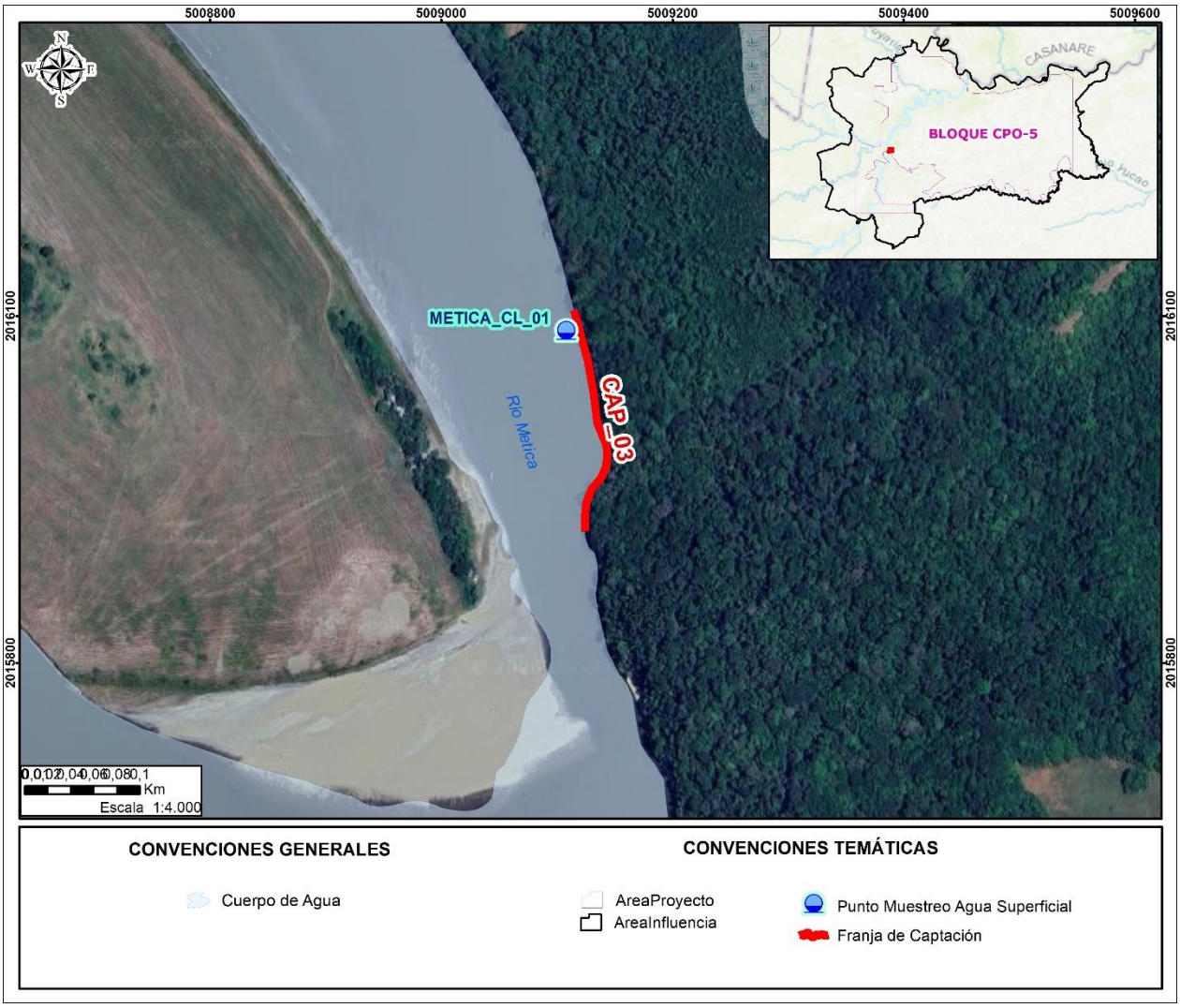


Figura 4.1-8 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_03 en el rio Metica

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza a través de la vía 1.19 ramal 19 "acceso a las Lajitas", vía terciaria en la cual se solicita adecuación, el predio por el cual se accede a la franja de captación corresponde a Las Lajitas (ver **Figura 4.1-9**).

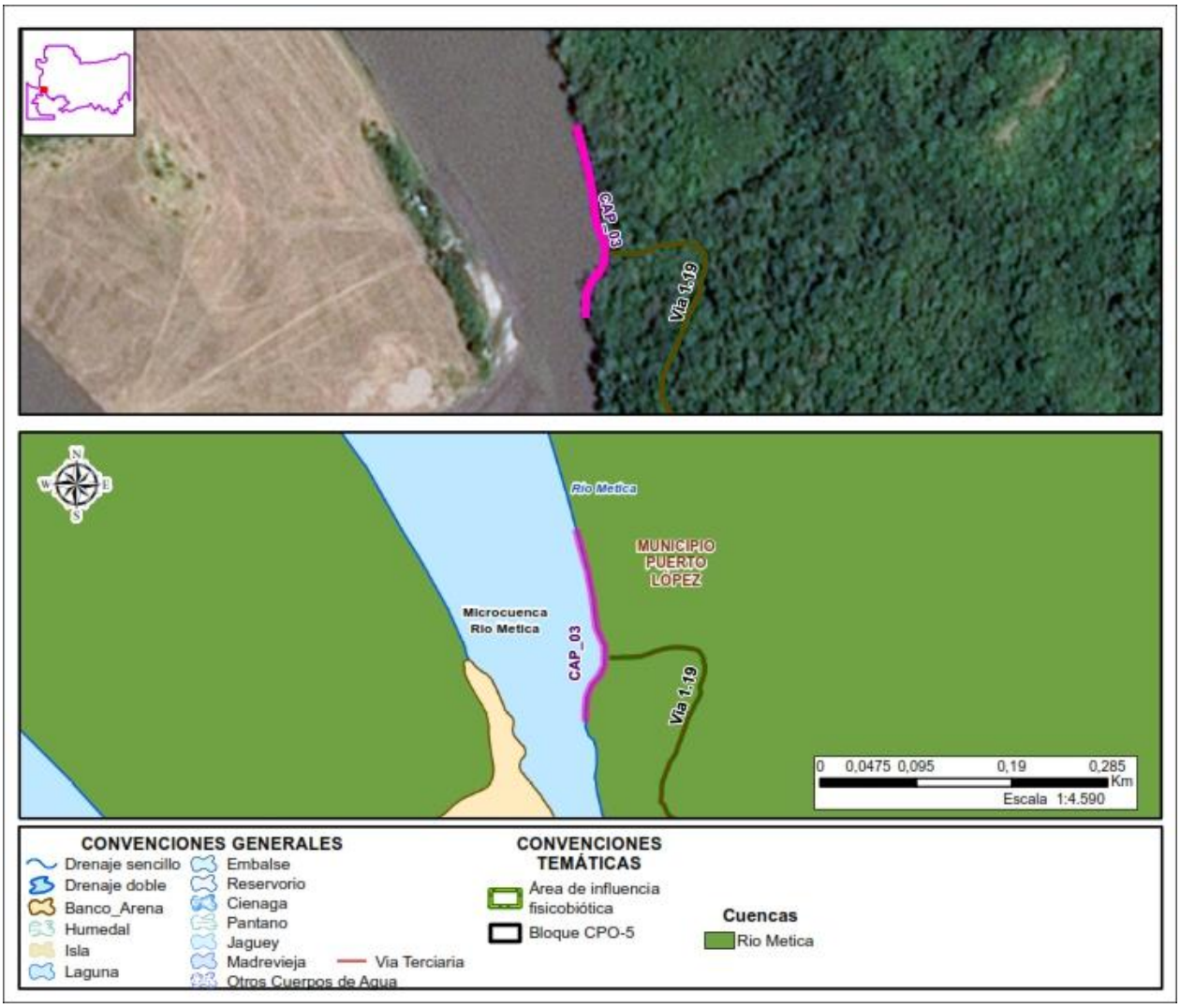


Figura 4.1-9 Acceso a la franja de captación CAP_03 sobre el río Metica en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La Franja se ubica sobre una cobertura de bosque de galería, que presenta un uso actual del suelo destinado a conservación, producción y protección. La franja cuenta con espacio suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto en el numeral *4.1.6 Infraestructura y sistemas de captación y conducción*.



Fotografía 4.1-5 Franja de captación solicitada (CAP_03) sobre el río Metica en la vereda Alto Menegua, Puerto López

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5009145,90 E, 2015967,71 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-6 Franja de captación CAP_03 sobre el río Metica

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5009143,74 E, 2015981,52 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.4 CAP_04: Franja de captación sobre el río Humea (Res. 1690/2015)

En la **Figura 4.1-10** se relaciona la ubicación espacial de la franja de captación CAP_04 sobre la margen izquierda del río Humea, que desplaza a la franja autorizada por la Resolución 1690 de 2015, bajo el puente del río Humea, alrededor de 130 metros aguas abajo, donde se cuenta con mayor espacio para la correcta operación del sistema de captación propuesto, teniendo en cuenta el comportamiento del caudal del río, como se aprecia en la imagen, la franja original se encuentra sobre un banco de arena y no cuenta con suficiente espacio para la correcta captación.

Esta franja tiene una longitud de 200.06 metros y se encuentra localizada en las coordenadas 5.000.453,55 metros Este y 2.019.136,04 metros Norte en el punto de inicio, y, 5.000.573,66 metros Este y 2.018.976,40 metros Norte en el punto final. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto HUMEA_CL_01A fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_04 sobre el río Humea.

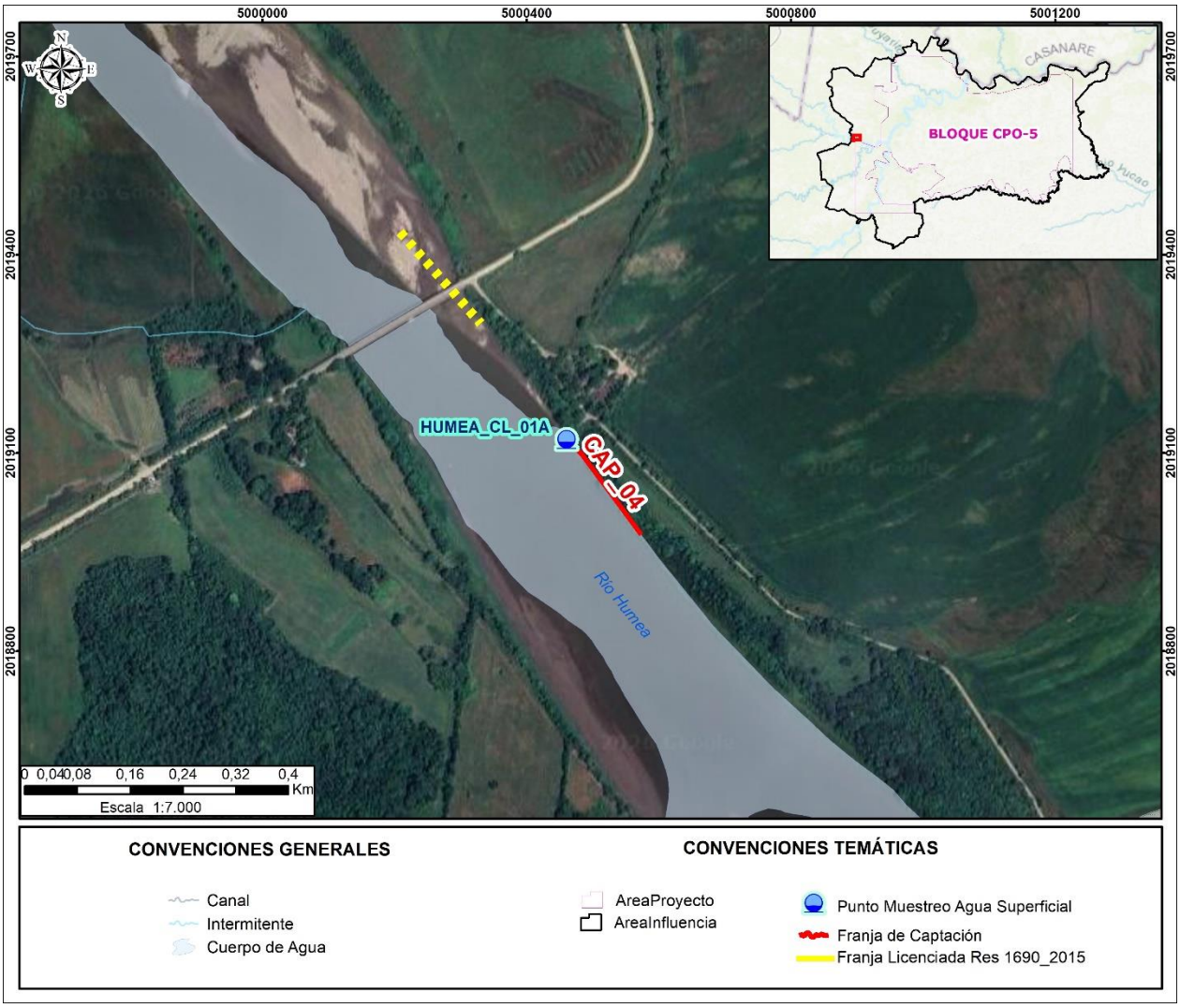


Figura 4.1-10 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_04 en el río Humea

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso a la franja de captación se realiza por medio de la vía terciaría 2.6 ramal 26 "acceso a CAP Humea", vía pública sin pavimentar, que cuenta con un ancho de 4,5 m, y, tiene buenas condiciones para transitar, la franja se encuentra en el predio Santa Marta de la vereda San Isidro (ver **Figura 4.1-11**).

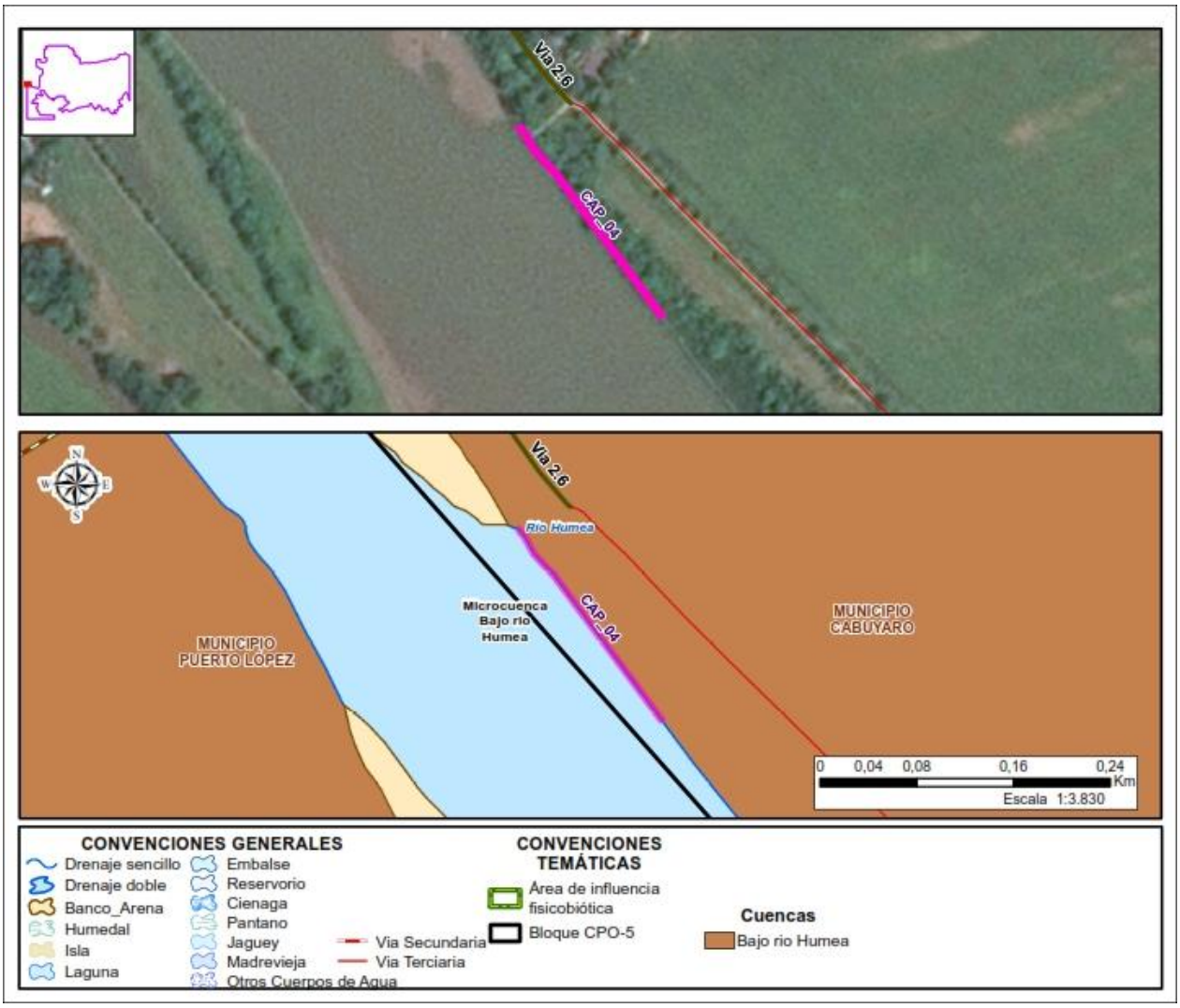


Figura 4.1-11 Acceso a la franja de captación CAP_04 sobre el río Humea en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja se ubica sobre una cobertura de Bosque denso alto inundable, el uso del suelo identificado corresponde a sistemas forestales protectores (FPR), aun así, el punto donde se realiza la captación cuenta con el espacio suficiente para la correcta operación del sistema de captación mediante motobomba adosada a carrotanque sin necesidad de aprovechamiento forestal, tal y como se evidencia en las fotografías a continuación.



Fotografía 4.1-7 Acceso a la Franja de captación (CAP_04) sobre el río Humea

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5000493,58 E, 2019159,57 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-8 Franja de captación CAP_04 sobre el río Humea en la vereda San Isidro, municipio de Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5000463,47 E, 2019128,52 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.5 CAP_05: Franja de captación sobre el caño Boral (Res. 1690/2015)

La **Figura 4.1-12** muestra la posición de la franja de captación CAP_05 autorizada por el artículo primero de la Resolución 1690 del 24 de diciembre de 2015, sobre el caño el Boral, ubicado en la vereda El Vergel del municipio de Cabuyaro, departamento del Meta.

Esta Franja tiene una longitud de 100,09 metros y las coordenadas del punto de inicio de la franja son 2.025.469,81 metros Norte y 5.004.880,94 metros Este, y, las coordenadas del punto de finalización de la franja son 2.025.428,70 metros Norte y 5.004.968,48 metros Este. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto BORAL_CL_02 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_05 sobre el caño El Boral.

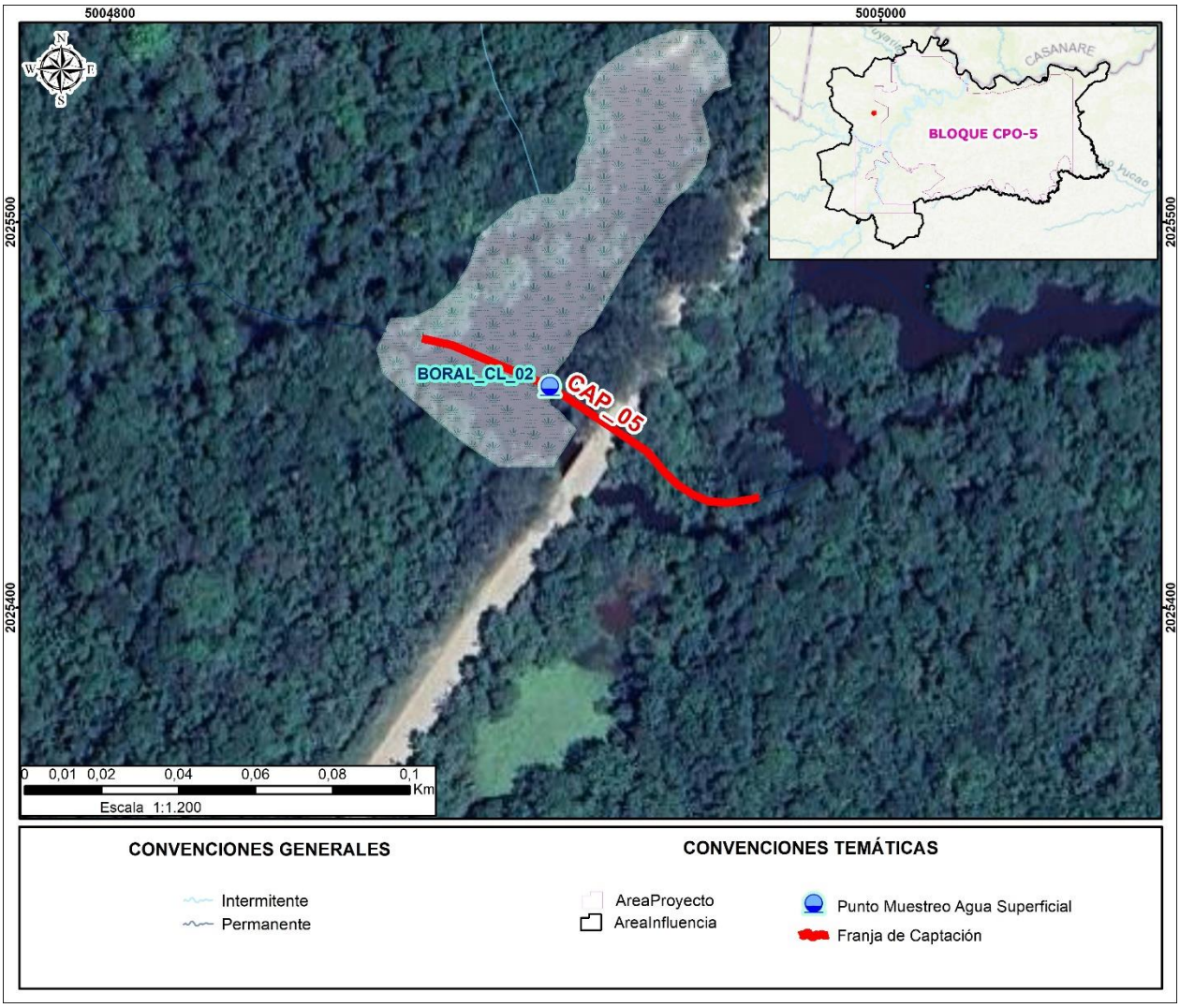


Figura 4.1-12 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_05 en el caño Boral

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza por medio de la vía secundaría 2 "Cabuyaro - Puente Humea" que se encuentra en proceso de pavimentación, la franja se ubica sobre el predio La Esperanza/ El Algarrobo de la vereda El Vergel del municipio de Cabuyaro (ver **Figura 4.1-13**).



Figura 4.1-13 Acceso a la franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja de captación CAP_05 atraviesa las coberturas de Humedal correspondiente al Humedal "caño El Boral" según el atlas de humedales de Cabuyaro, bosque fragmentado con vegetación secundaria, vegetación segundaría alta, y red vial. El uso predominante es destinado a Producción-Protección (Fpp), seguido de áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación, y, finalmente transporte y red vial.



Fotografía 4.1-9 Acceso a la Franja de captación (CAP_05) sobre el caño Boral.

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5004947,45 E, 2025475,19 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-10 Franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral en la vereda El Vergel, municipio de Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5004940,36 E, 2025471,20 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.6 CAP_06: Franja de captación sobre el caño Yarico (Res. 1690/2015)

En la **Figura 4.1-14** se presenta la ubicación espacial de la franja de captación CAP_06 autorizada por el artículo primero de la Resolución 1690 del 24 de diciembre de 2015, sobre el caño Yarico, ubicada en la vereda San Isidro del municipio de Cabuyaro, departamento del Meta.

Esta Franja tiene una longitud de 100,30 metros y está localizado en las coordenadas 2.027.976,14 metros Norte y 5.007.282,08 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.027.962,11 metros Norte y 5.007.372,36 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto OCMY5 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y, en época de lluvia (se referencia con el nombre de YARICO_CL_02) en la franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico.

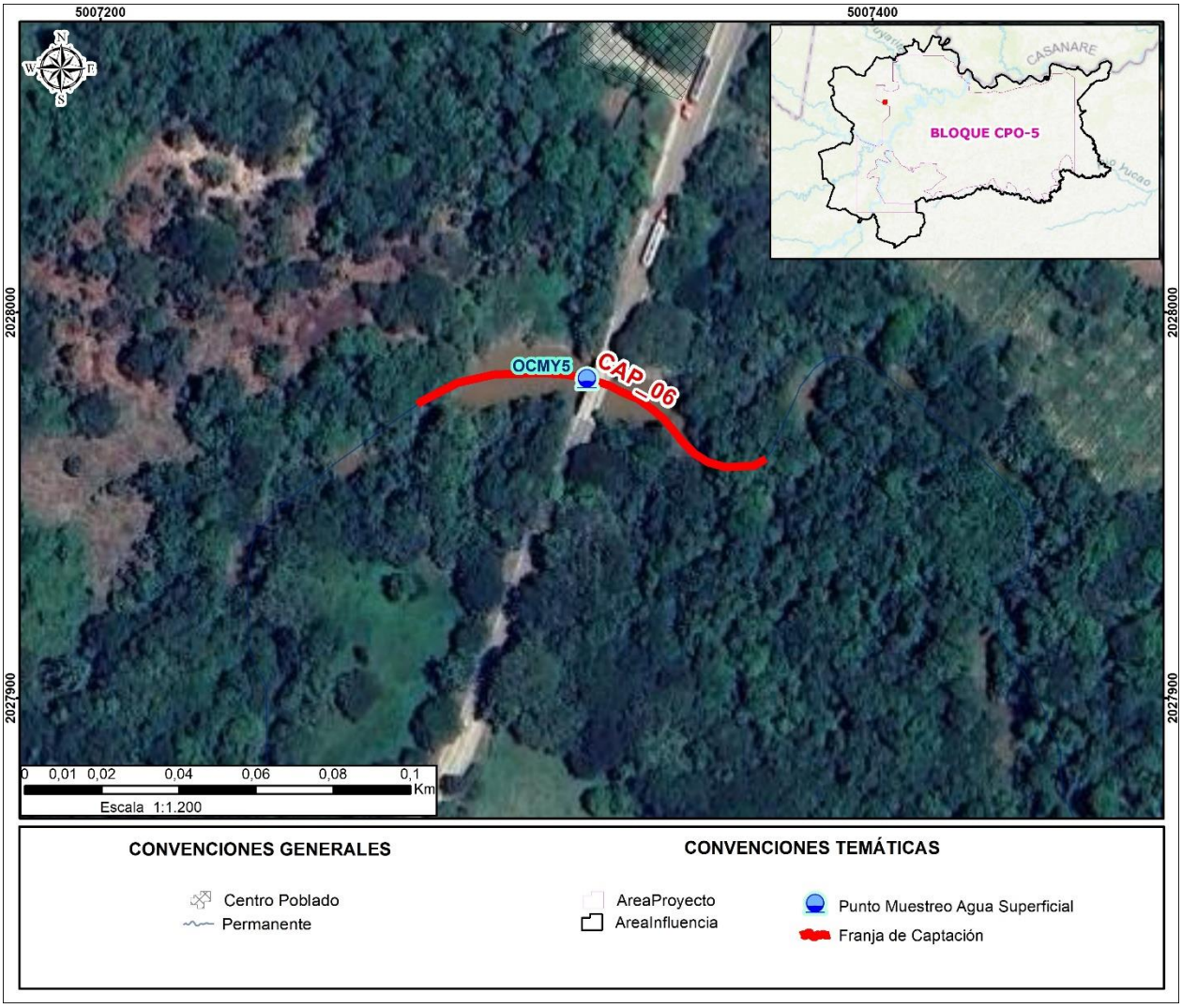


Figura 4.1-14 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_ 06 en el caño Yarico

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza por medio de la vía secundaría 2 "Cabuyaro- Puente Humea" que se encuentra en proceso de pavimentación, la franja de captación CAP_06 está ubicada al interior del predio Brisas del Yarico en la vereda Yarico, municipio de Cabuyaro (ver **Figura 4.1-15**).

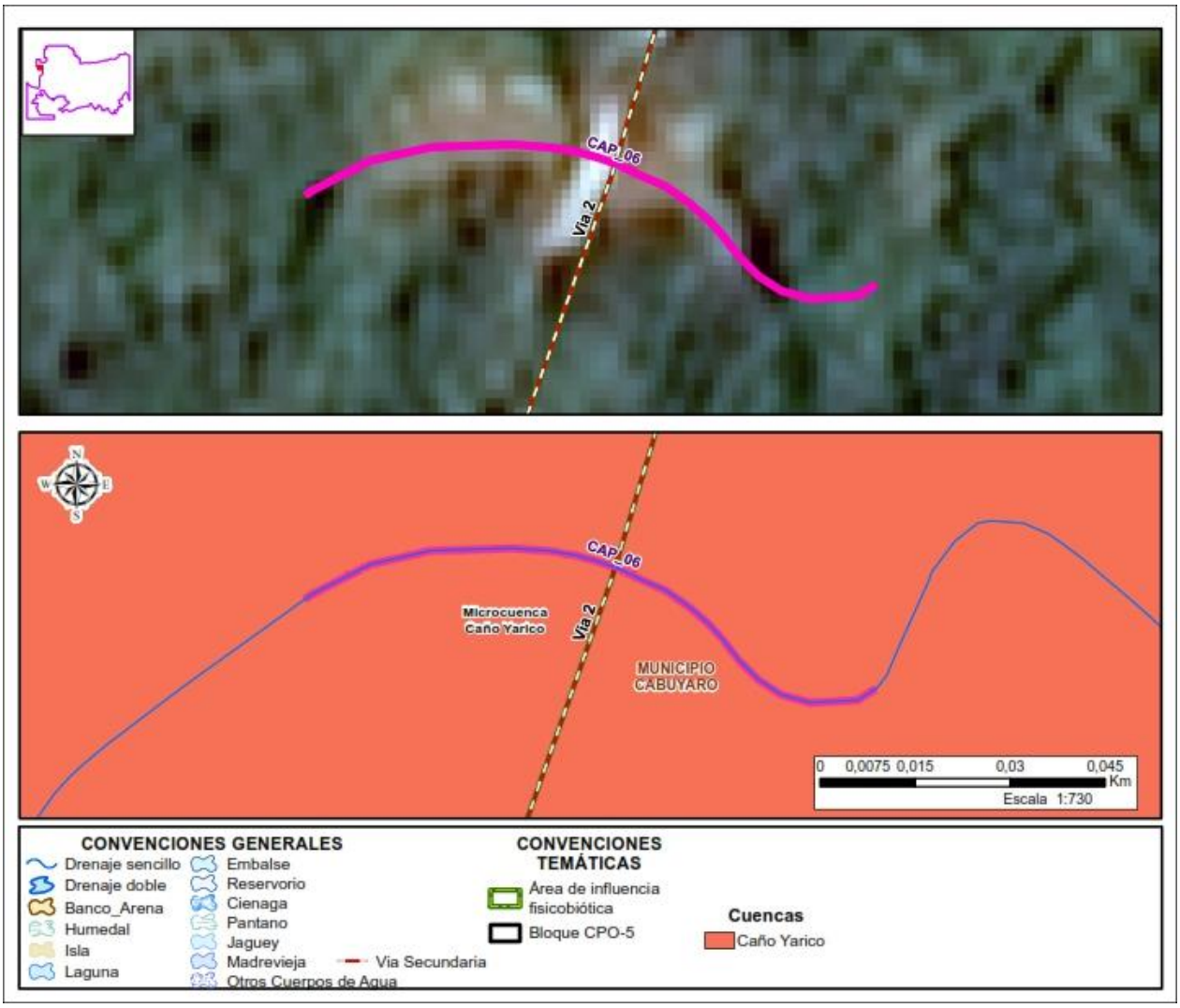


Figura 4.1-15 Acceso a la franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja se encuentra sobre las coberturas de red vial y bosques de galería, el uso del suelo predominante es dedicado a la conservación – protección a través de Sistemas Forestales Protectores (FPR), seguido de uso para transporte vial.



Fotografía 4.1-11 Acceso a la Franja de captación (CAP_06) sobre el caño Yarico.

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional:
5007326,06 E, 2027973,40 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-12 Franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico en la vereda San Isidro, municipio de Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional:
5007325,99 E, 2027980,02 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.7 CAP_07: Franja de captación sobre el río Cabuyarito (Res. 600/2012)

La **Figura 4.1-16** ilustra la ubicación espacial de la franja de captación CAP_07 autorizada por el artículo cuarto numeral 1 de la Resolución 600 del 31 de julio de 2012, sobre la margen izquierda del río Cabuyarito, en la vereda La Embajada del municipio de Cabuyaro, departamento del Meta.

Esta Franja tiene una longitud de 201,07 metros, las coordenadas de la franja son 2.032.712,47 metros Norte y 5.014.722,29 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.032.564,03 metros Norte y 5.014.846,85 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas de origen único nacional. El punto CABUYARITO_ CL_01 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito.

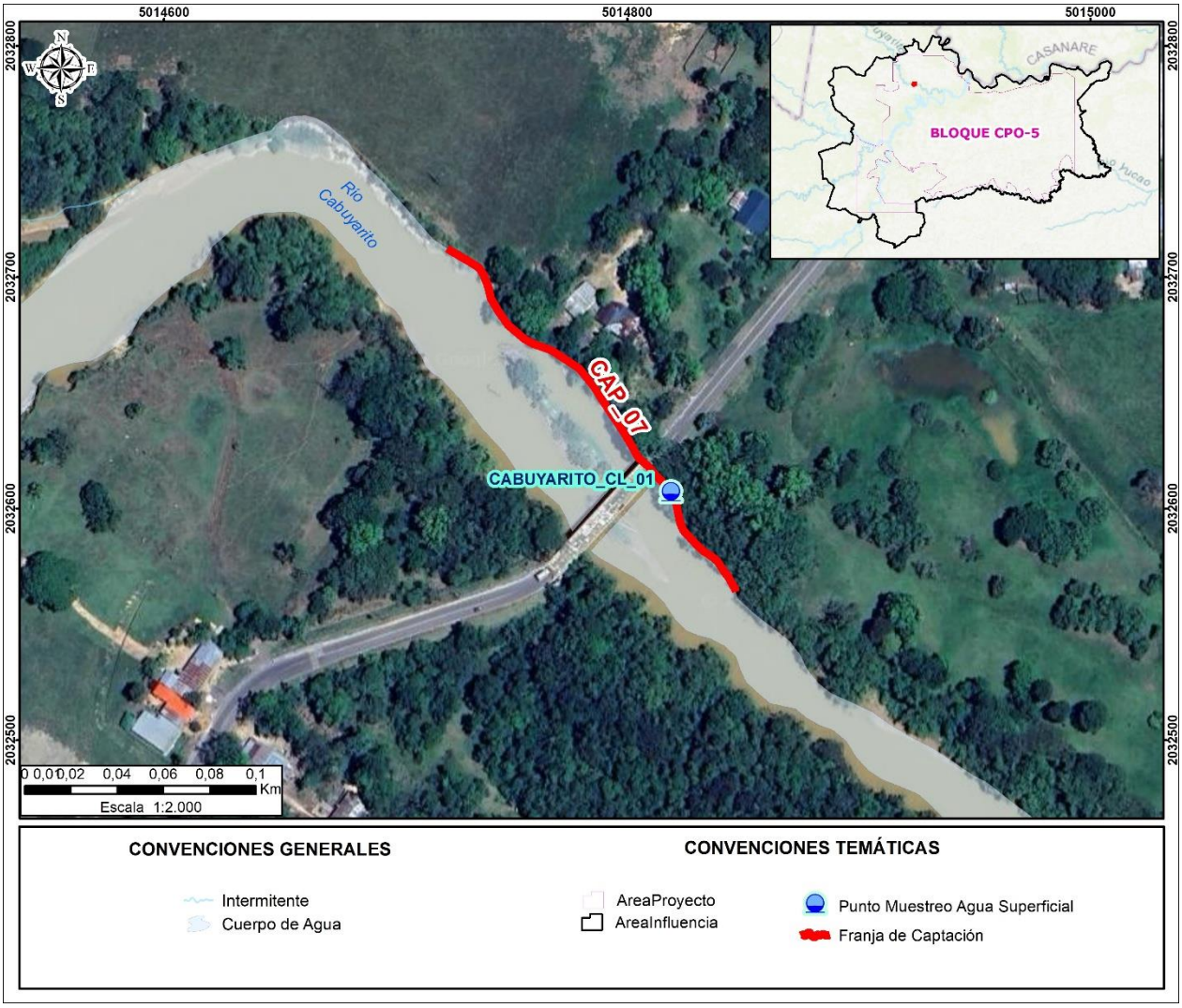


Figura 4.1-16 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_07 – Rio Cabuyarito

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza por medio de la vía secundaría 2 "Cabuyaro- Puente Humea" que se encuentra en proceso de pavimentación, la franja se ubica al interior del predio La Alemania en la vereda La Embajada, municipio de Cabuyaro (ver **Figura 4.1-17**).

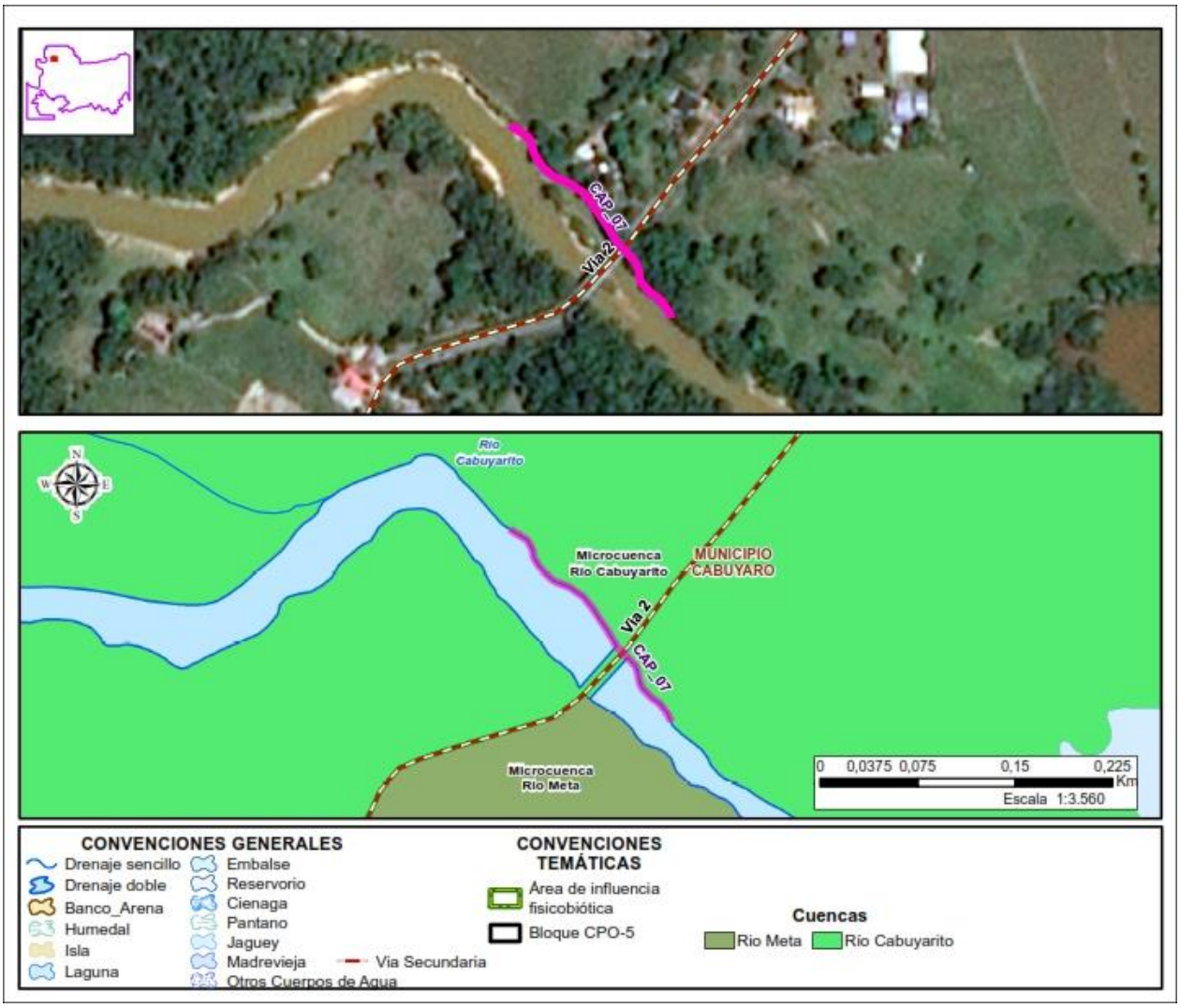


Figura 4.1-17 Acceso a la franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja CAP_07 atraviesa diferentes coberturas de suelo entre las que se encuentra el tejido urbano discontinuo con un uso de suelo residencial, pastos limpios con uso destinado a ganadería de pastoreo extensivo, bosque abierto alto inundable con fines de conservación-protección, y, finalmente red vial y territorios asociados con uso destinado al transporte vial.



Fotografía 4.1-13 Acceso a la Franja de captación (CAP_07) sobre el río Cabuyarito.

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5.014.792,14 E, 2.032.601,84 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-14 Franja de captación CAP_06 sobre el río Cabuyarito en la vereda La Embajada, municipio de Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5.014.789,55 E, 2.032.604,05 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.8 CAP_08: Franja de captación sobre el río Meta

En la **Figura 4.1-18** se muestra la ubicación espacial de la franja de captación CAP_08 solicitada sobre la margen izquierda del río Meta, al sur del casco urbano del municipio de Cabuyaro. Esta Franja tiene una longitud de 200,73 metros y se encuentra en las coordenadas 2.030.985,19 metros Norte y 5.023.063,21 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.031.042,96 metros Norte y 5.022.907,71 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de referencia de coordenadas de origen único nacional. El punto META_CL_01A fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_08 sobre el río Meta.

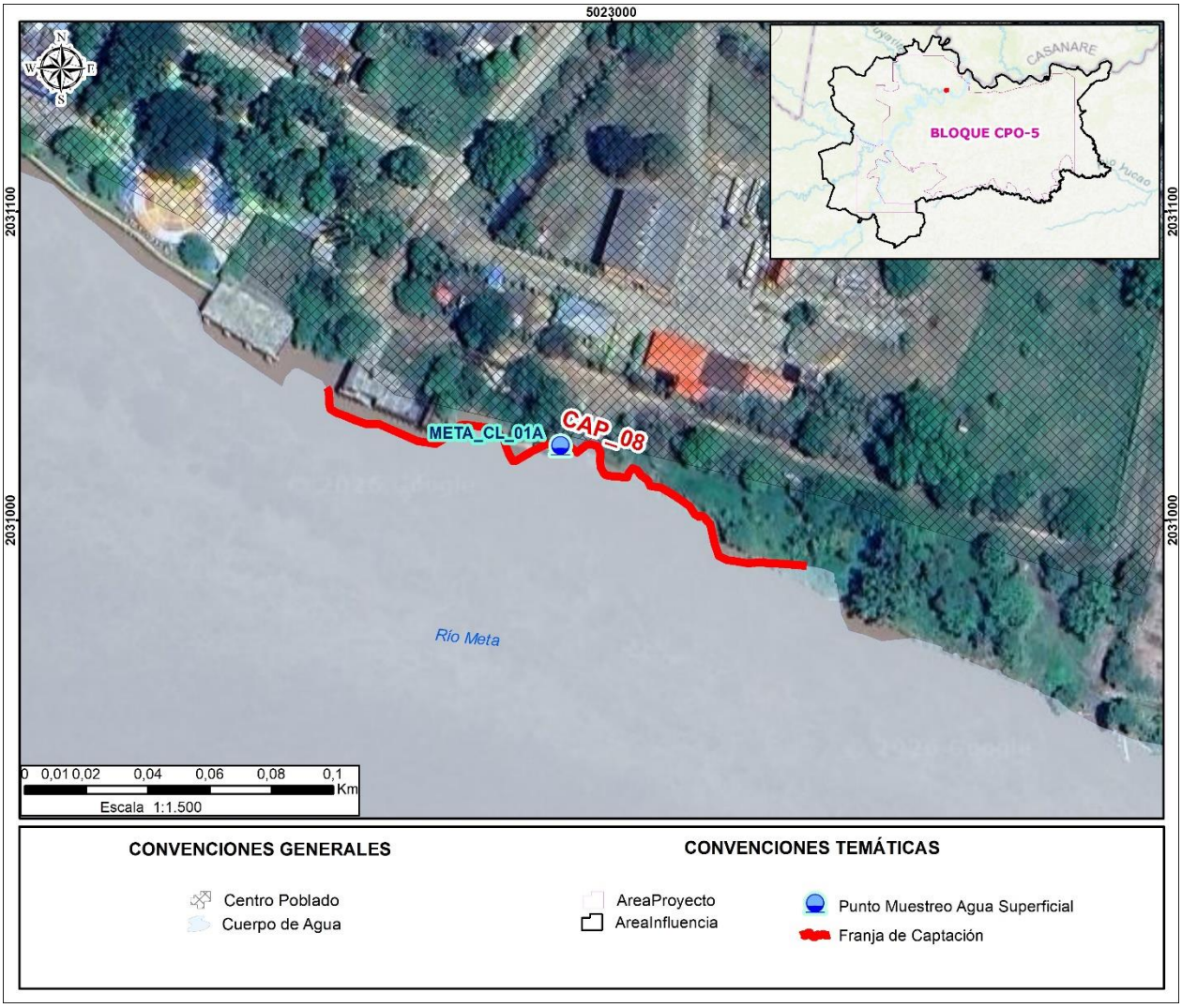


Figura 4.1-18 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_08 en el río Meta

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso al punto de captación se realiza a través del casco urbano de Cabuyaro (ver **Figura 4.1-19**). Sobre la franja de captación no se evidencian viviendas, la infraestructura identificada corresponde a un embarcadero para el ganado, ubicado sobre la orilla del río al costado izquierdo de la franja de captación. La cobertura según Corine Land Cover corresponde a tejido urbano continuo, hay poca o nula presencia de vegetación arbustiva, contando con espacio suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto. En cercanías a la franja se identificaron actividades comerciales como la pesca, el transporte fluvial, la carga, descarga y almacenamiento de mercancía, y el mantenimiento y reparación de embarcaciones (ver **Fotografía 4.1-15**).

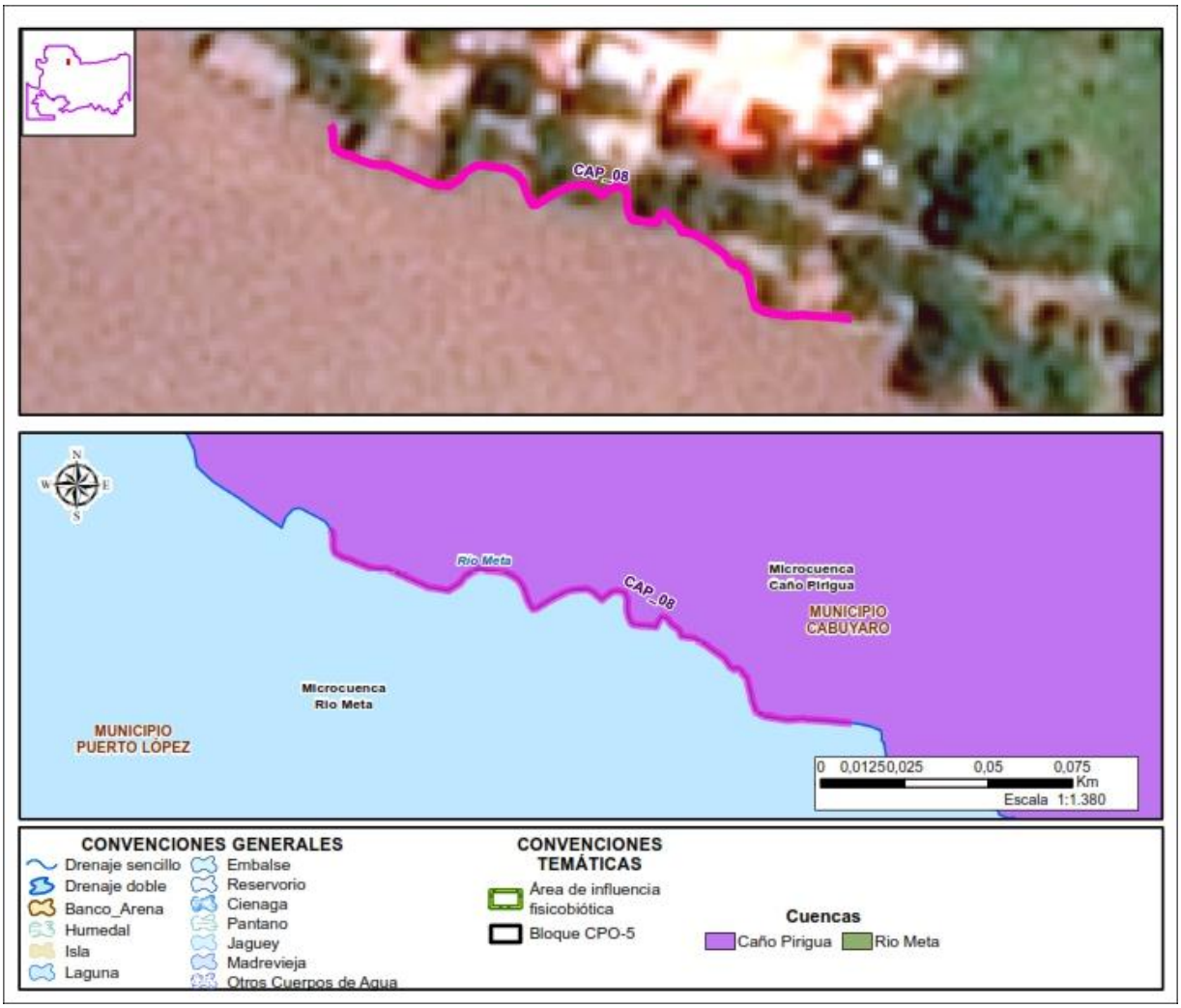


Figura 4.1-19 Acceso a la franja de captación CAP_08 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026



Fotografía 4.1-15 Acceso a franja de captación CAP_08 sobre el río Meta en el municipio de Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5022930,43 E, 2031061,05 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.9 CAP_09: Franja de captación sobre el río Meta

En la **Figura 4.1-20** se presenta la posición de la franja de captación CAP_09 solicitada sobre la margen izquierda del río Meta, en la vereda Mararabe del municipio de Cabuyaro, departamento del Meta, cerca al planchón sobre el río Meta que conecta a los municipios de Cabuyaro y Puerto López.

Esta franja tiene una longitud de 199,99 metros y las coordenadas son 2.029.342,94 metros Norte y 5.024.744,51 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.029.236,56 metros Norte y 5.024.912,93 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto META_ CL_03 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en las franjas de captación CAP_09 y CAP_10 sobre el río Meta, teniendo en cuenta que fue un monitoreo realizado de forma transversal.

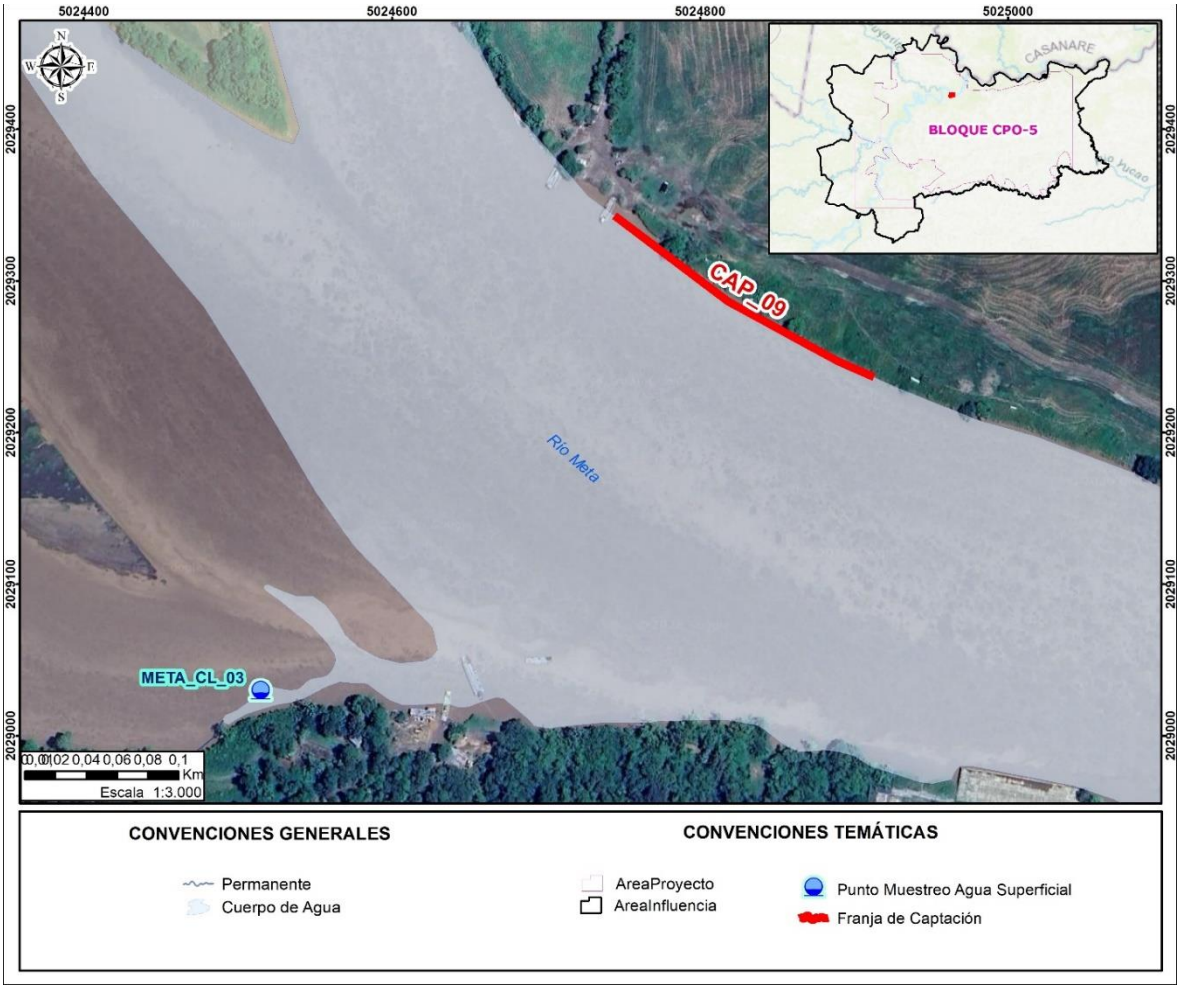


Figura 4.1-20 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_09 en el río Meta

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza a través de la vía 2.7 ramal 27 de Cabuyaro al planchón. Adicionalmente, sobre esta vía se solicita la ocupación de cauce mayor OCMY1 (ver **Figura 4.1-21**).

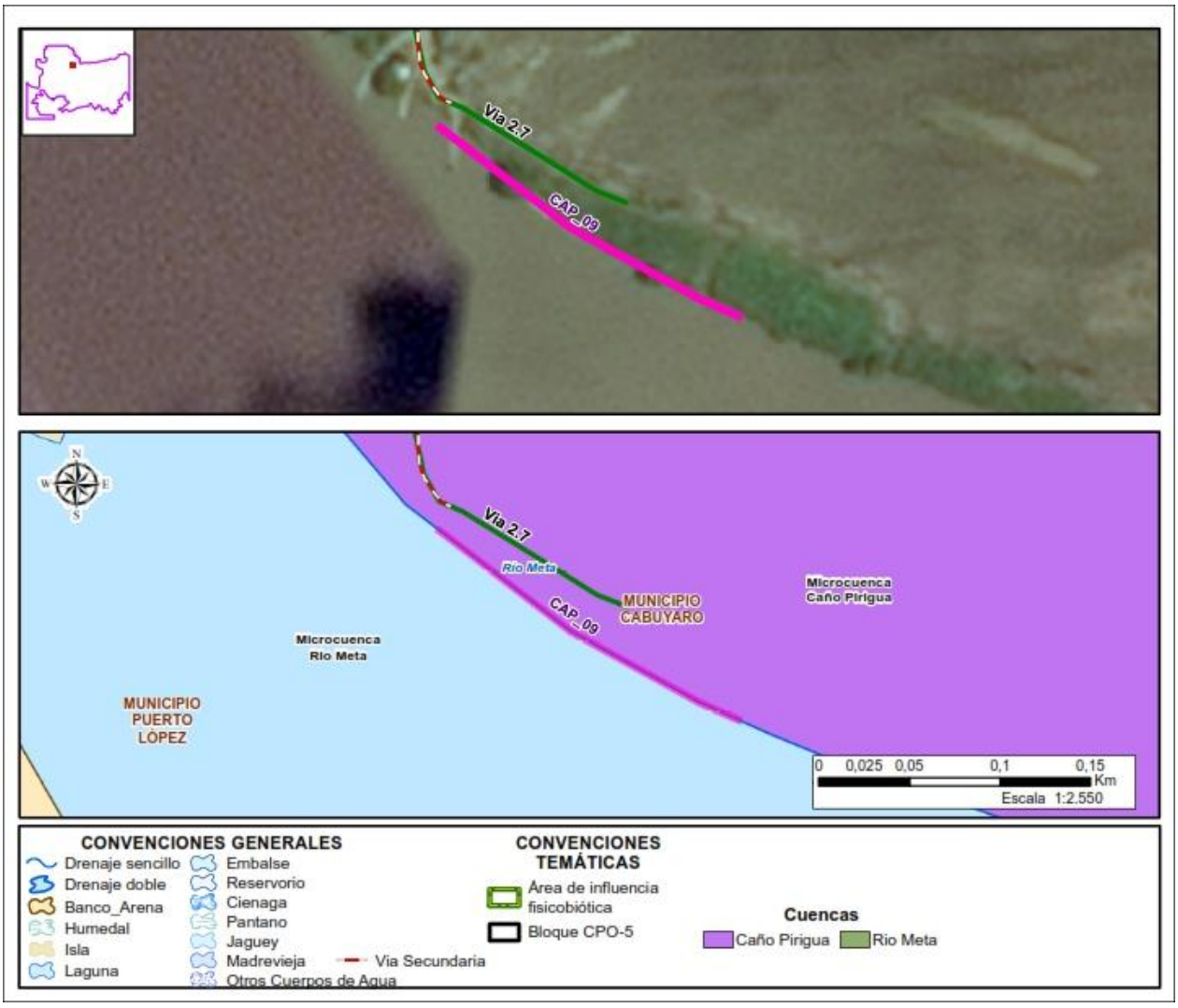


Figura 4.1-21 Acceso a la franja de captación CAP_09 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La cobertura en la franja CAP_09 según Corine Land Cover corresponde a pastos limpios con fines de pastoreo extensivo, es un área abierta con poca o nula vegetación, suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto. En cercanías se evidencian actividades de transporte fluvial, y pesca.



Fotografía 4.1-16 Franja de captación solicitada (CAP_09) sobre el río Meta en la vereda Mararabe, Cabuyaro

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5024846,20 E, 2029350,49 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-17 Acceso a franja de captación CAP_09

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5024743,59 E, 2029370,10 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.10 CAP_10: Franja de captación sobre el río Meta

En la **Figura 4.1-22** se ilustra la ubicación espacial de la franja de captación CAP_10 solicitada sobre la margen derecha del río Meta, en la vereda Yurimena, en el municipio de Puerto López, cerca al planchón sobre el río Meta, que conecta a los municipios de Puerto López y Cabuyaro.

Esta franja tiene una longitud de 200,35 metros, las coordenadas son 2.029.007,10 metros Norte y 5.024.494,05 metros Este en punto de inicio de la franja, y, 2.029.018,02 metros Norte y 5.024.680,19 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas origen único nacional. El punto META_ CL_03 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en las franjas de captación CAP_09 y CAP_10 sobre el río Meta, teniendo en cuenta que fue un monitoreo realizado de forma transversal.

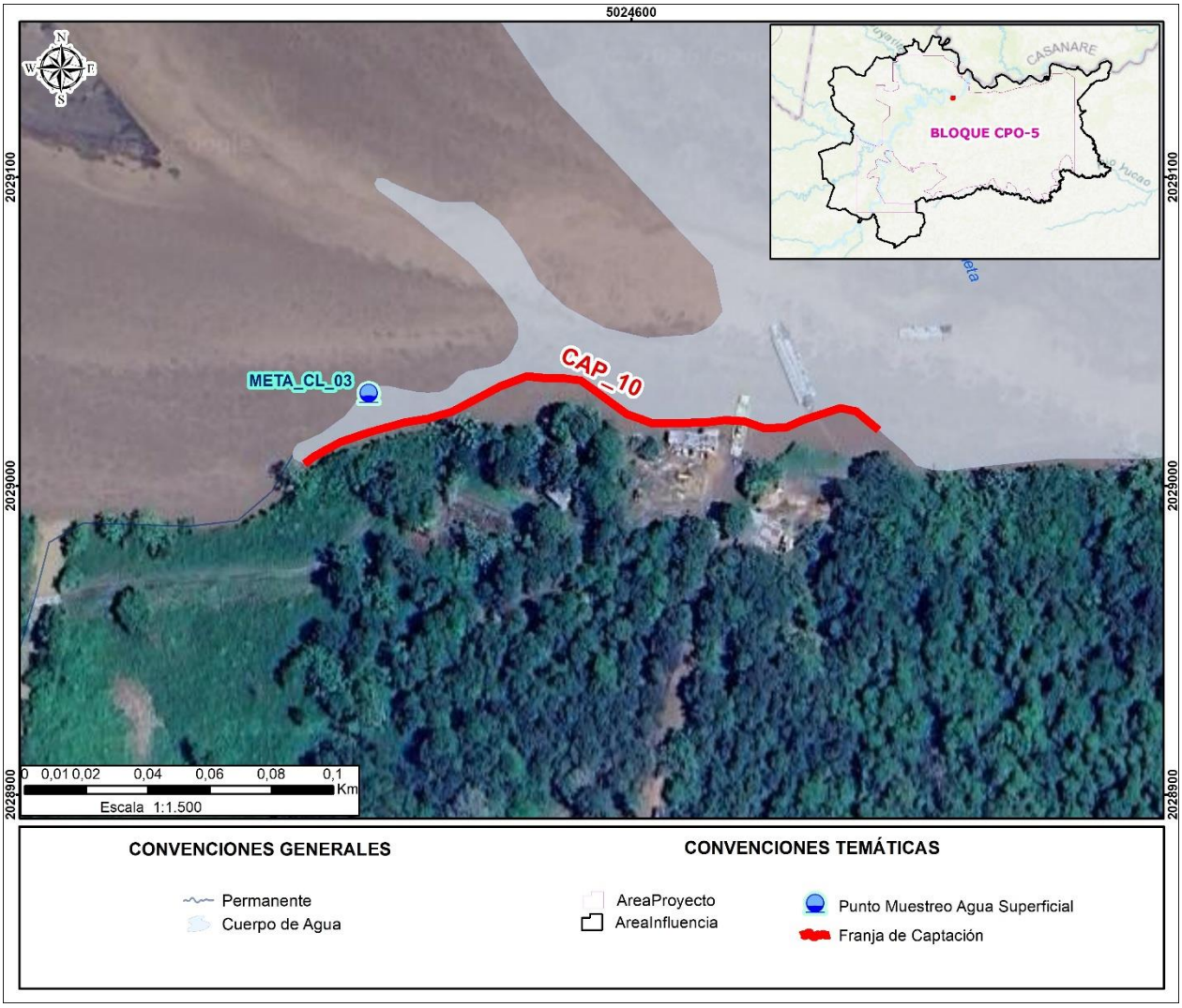


Figura 4.1-22 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_10 en el río Meta

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso a la CAP_10 se realiza a través de la vía 1.5 ramal 5 de tramo 4008 al planchón, que conecta la ruta nacional 40 con el planchón de Puerto López sobre el río Meta en la vereda Yurimena. La vía usada para acceder es una vía pública, tiene una longitud de 22,5 km desde la vía nacional y atraviesa la ocupación de cauce mayor OCMY7. Adicional, se plantea la construcción de un tramo de aproximadamente 216 m al final de la vía 1.5 (ver **Figura 4.1-23**).

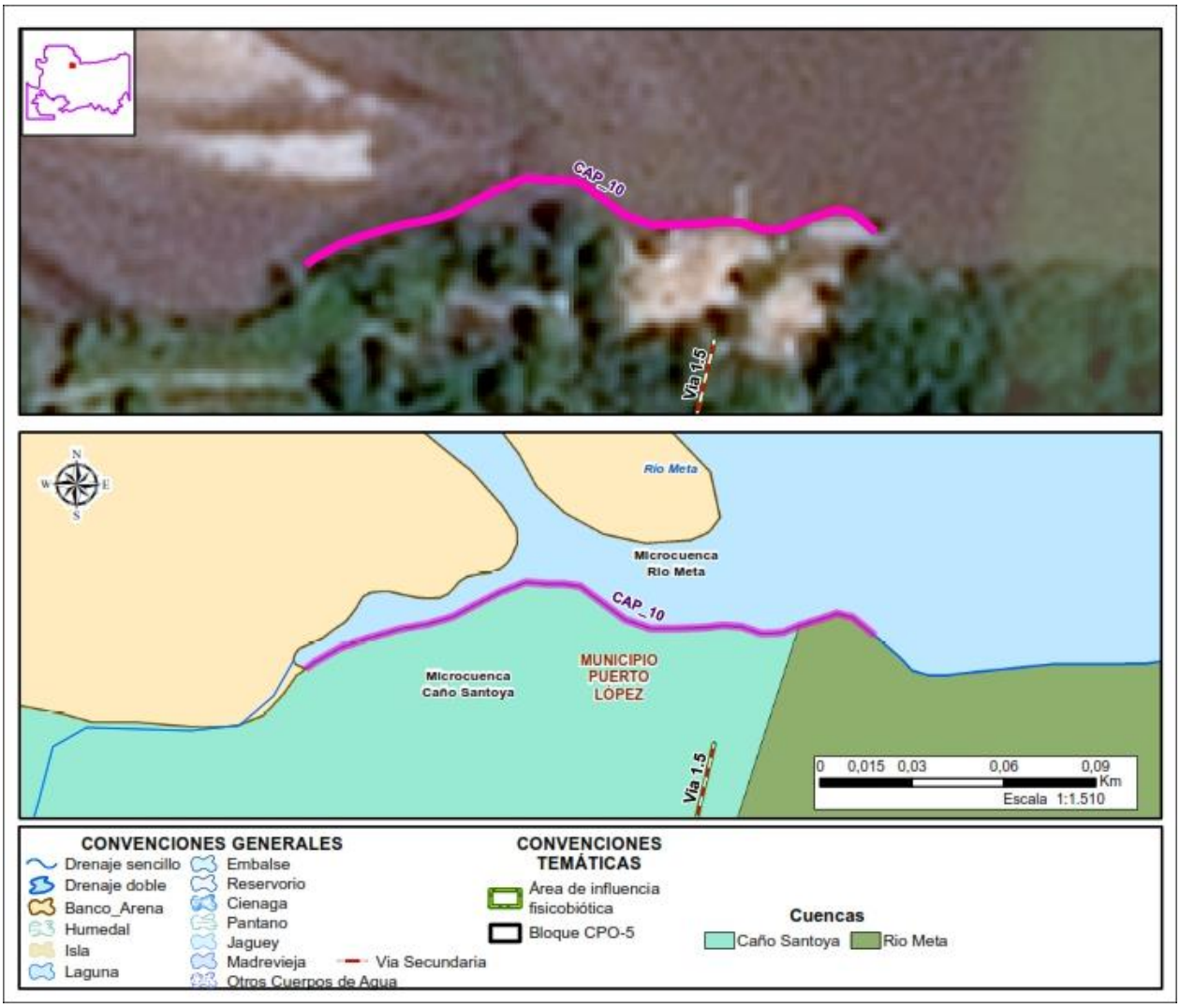


Figura 4.1-23 Acceso a la franja de captación CAP_10 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja se encuentra sobre un área con cobertura de Herbazal denso inundable arbolado, donde el uso del suelo identificado corresponde a pastoreo extensivo, y, de bosque denso alto inundable con uso del suelo destinado a sistemas forestales protectores (FPR). Cerca de la ubicación de la franja se evidencian actividades de transporte fluvial y pesca, además de viviendas ubicadas a 60 m del cauce del río. En general, el borde de la franja de captación presenta material de río con un porcentaje de saturación alto, para el inicio de la fuente hay paso transitado, sin embargo, al final el paso es complicado pues hay presencia de arena movediza, por lo cual se trabajaría en la zona despejada y los equipos de captación serian ubicados a más de 50 metros de distancia de la margen del río.



Fotografía 4.1-18 Franja de captación solicitada (CAP_10) sobre el río Meta en la vereda Santaya, Puerto López

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5024846,20 E, 2029350,49 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-19 Acceso a franja de captación CAP_10

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5024626,61 E, 2028995,62 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.11 CAP 11: Franja de captación sobre el río Meta

La **Figura 4.1-24** muestra la posición de la franja de captación CAP_11 solicitada sobre la margen derecha del río Meta en el centro poblado de Puerto Guadalupe en el municipio de Puerto López. Esta franja tiene una longitud de 200,30 metros, las coordenadas de la franja de interés son 2.035.328,61 metros Norte y 5.059.431,22 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.035.439,69 metros Norte y 5.059.540,11 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas de origen único nacional. El punto META_ CL_02 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_11 sobre el río Meta.

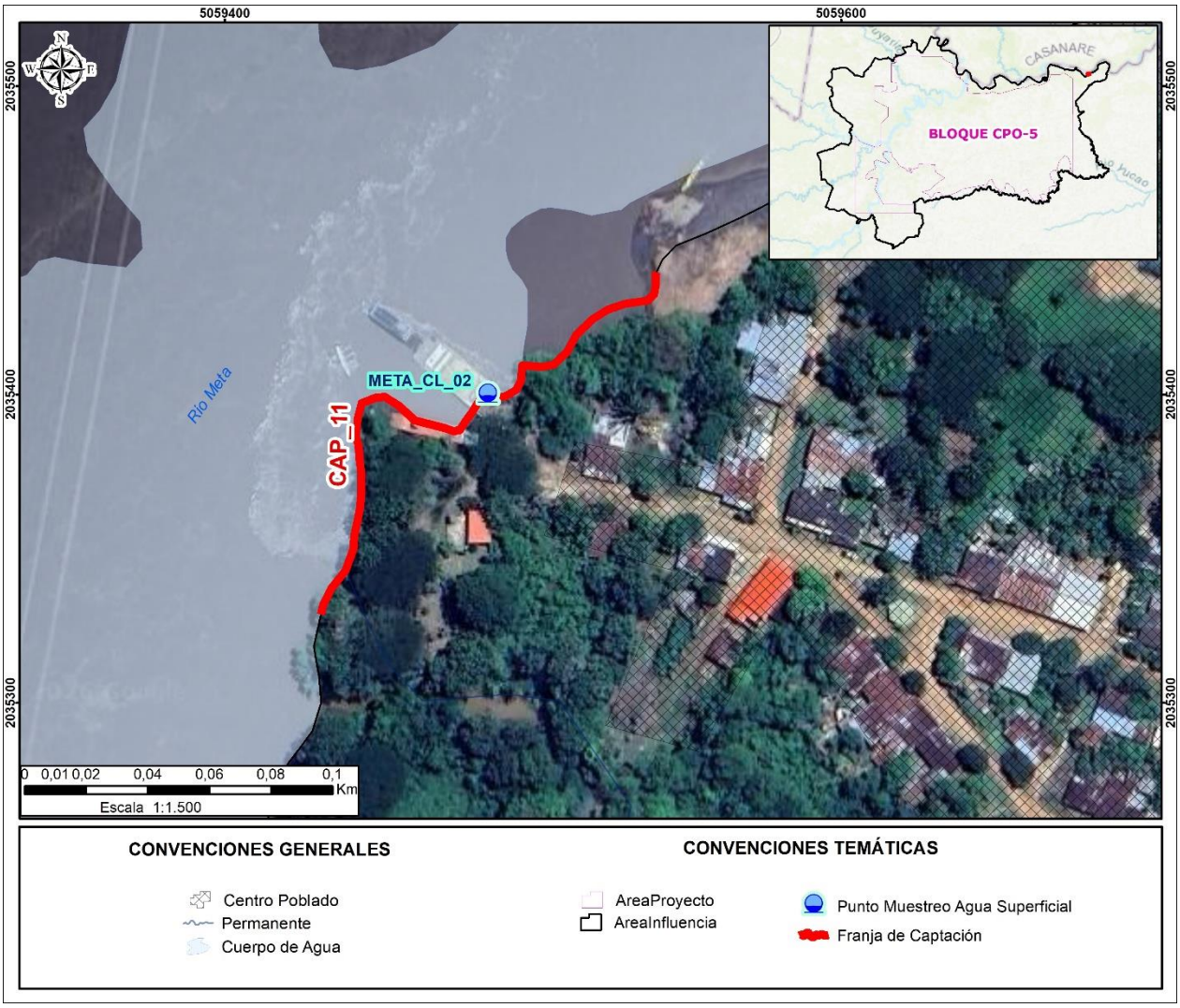


Figura 4.1-24 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_11 en el río Meta

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso se realiza tomando la vía 1.9 ramal 9 de tramo 4008 hacia Puerto Guadalupe, la cual es una vía pública sin pavimentar usada para poder ingresar al centro poblado de Puerto Guadalupe. Sin embargo, para la franja de captación CAP_11, no se realizará el ingreso con carrotanque al centro poblado, se solicita poder realizar la captación mediante motobomba fija, y conducción del agua a través de línea de flujo de aproximadamente 1,2 km que atravesará el centro poblado de Puerto Guadalupe siguiendo el trazado de la vía 1.9 ramal 9, hasta un patio de maniobras a las afueras del centro poblado donde se cargará el agua en carrotanques para su posterior transporte. Lo anterior con el fin de reducir los impactos negativos sobre el centro poblado derivados del transporte de agua mediante carrotanque. El diseño de la línea de flujo se presentará en el respectivo PMA específico ante la autoridad ambiental.

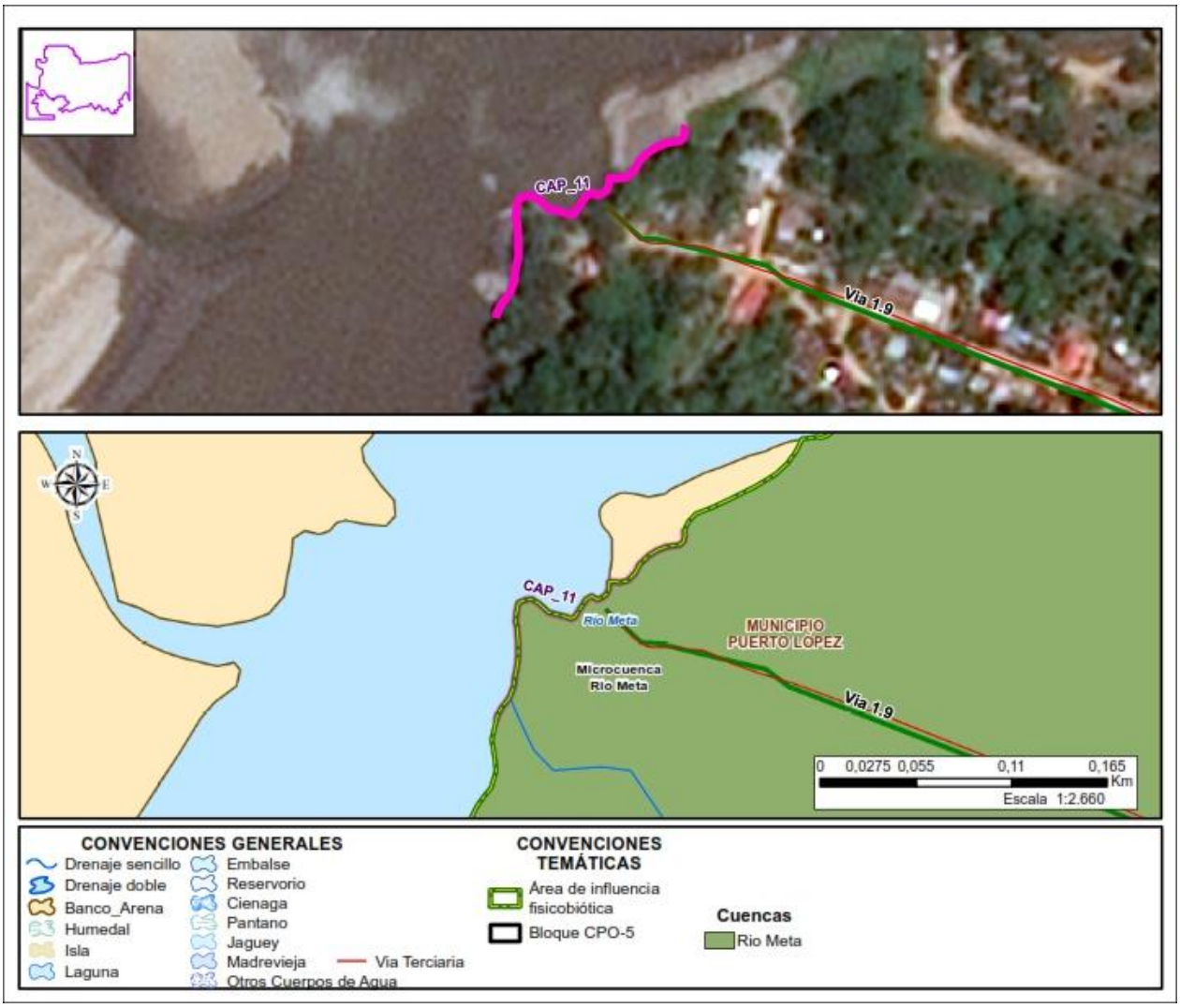


Figura 4.1-25 Acceso a la franja de captación CAP_11 sobre el río Meta en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La infraestructura observada cercana a la franja corresponde al planchón y viviendas, en la franja se identificaron las coberturas de pastos arbolados y herbazal denso inundable no arbolado con fines de ganadería de pastoreo extensivo, además de bosque de galería con uso del suelo dedicado a sistemas forestales protectores (FPR). En cercanía a la franja se identificaron actividades como transporte fluvial, pesca, acuicultura, carga y descarga de mercancía, y, mantenimiento y reparación de embarcaciones. El área cuenta con espacio suficiente para la correcta operación del sistema de captación propuesto mediante motobomba fija.



Fotografía 4.1-20 Franja de captación solicitada (CAP_11) sobre el río Meta

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional:
5059467,83 E, 2035384,73 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-21 Acceso a franja de captación CAP_11

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional:
5059503,89 E, 2035375,55 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.2.1.12 CAP_12: Franja de captación sobre el río Yucao (Res. 600/2012)

En la **Figura 4.1-26** se presenta la ubicación de la franja de captación CAP_12 autorizada por el artículo cuarto numeral 1 de la Resolución 600 del 31 de julio de 2012, sobre el tramo de drenaje sencillo del río Yucao, en la vereda Yurimena del municipio de Puerto López, departamento del Meta.

Esta franja tiene una longitud de 200,21 metros, las coordenadas son 2.004.361,71 metros Norte y 5.040.072,94 metros Este en el punto de inicio de la franja, y, 2.004.342,54 metros Norte y 5.040.224,23 metros Este en el punto final de la franja. Las coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas de origen único nacional. El punto YUCAO_ CL_02 fue utilizado para realizar el monitoreo de calidad de agua superficial durante la época seca y de lluvia en la franja de captación CAP_12 sobre el río Meta.

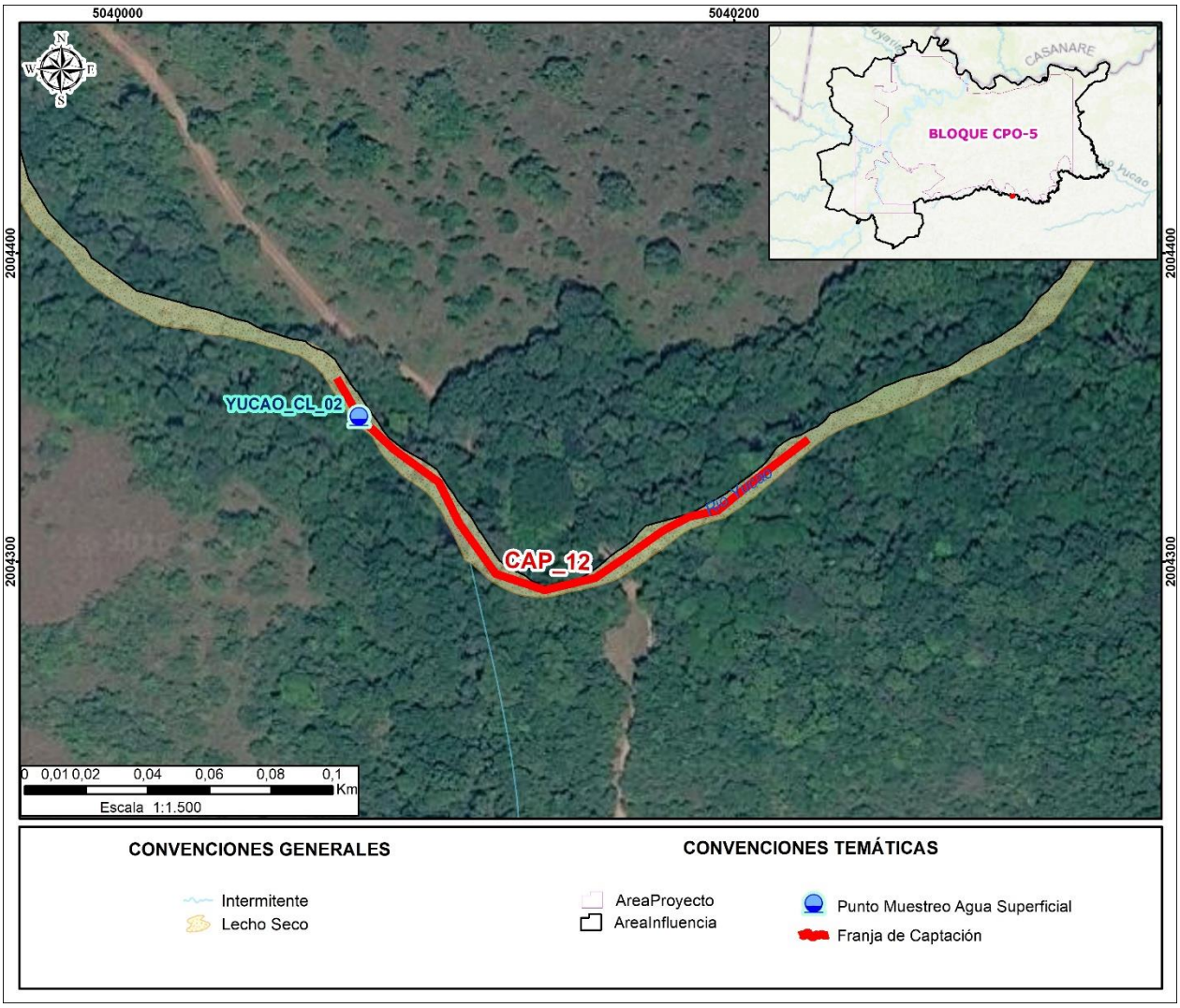


Figura 4.1-26 Ubicación espacial de la franja de captación CAP_12 en el río Yucao

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

El acceso a la franja de captación CAP_12 sobre el río Yucao se realiza usando la vía terciaria 1.14 ramal 14 "acceso de tramo 4008 a la vereda serranía", la cual requiere adecuación, el acceso se realiza por el predio San Nicolás de la vereda Yurimena, municipio de Puerto López (ver **Figura 4.1-27**).

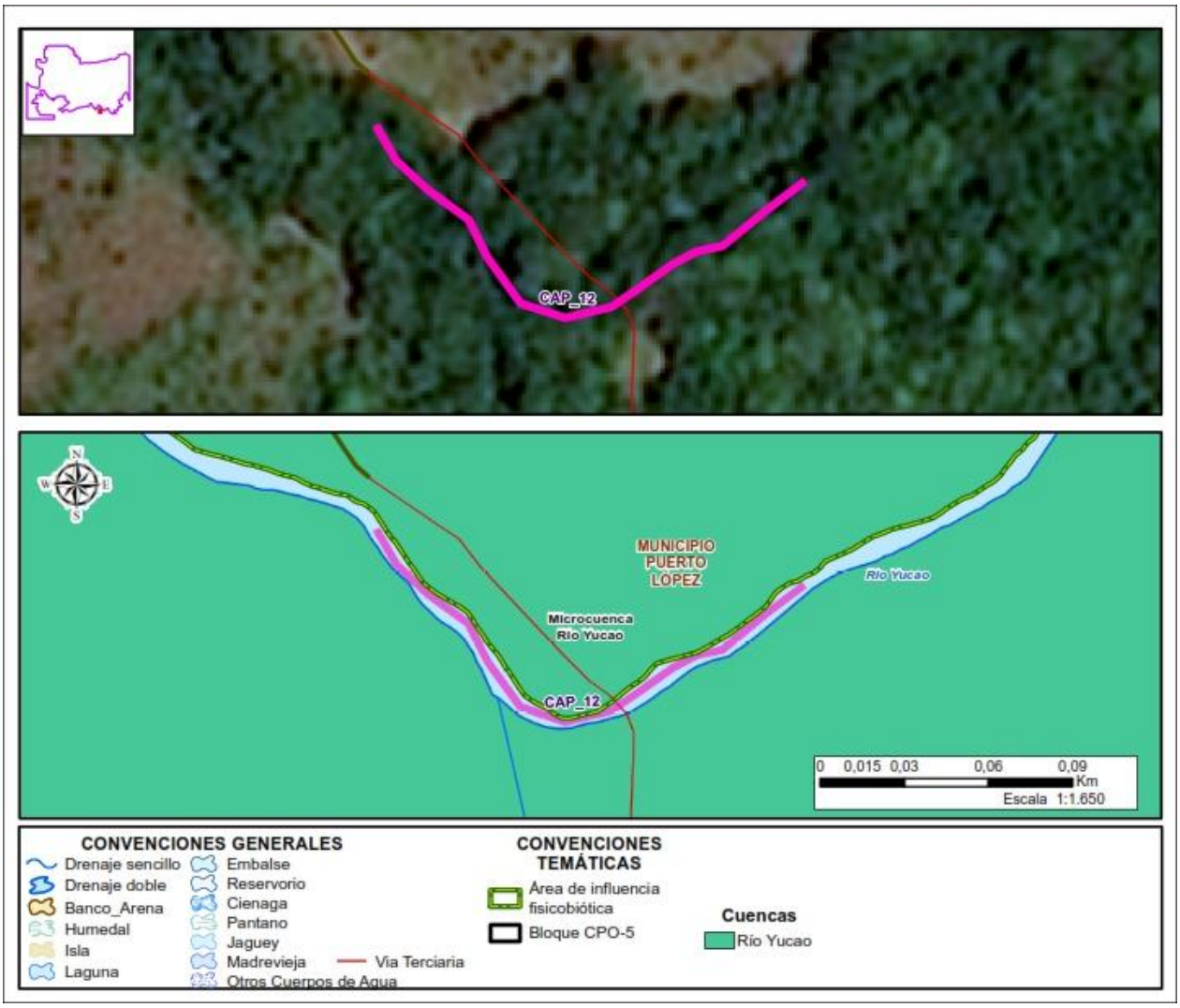


Figura 4.1-27 Acceso a la franja de captación CAP_12 sobre el río Yucao en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La franja de captación CAP_12 se encuentra sobre una cobertura de bosque de galería y red vial, cuyo uso del suelo es destinado a la conservación – protección: Sistema Forestal Protector (FPR), y transporte vial.



Fotografía 4.1-22 Franja de captación solicitada (CAP_12) sobre el río Yucao

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5040119,49 E, 2004338,33 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025



Fotografía 4.1-23 Acceso a franja de captación CAP_12

Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional: 5040113,32 E, 2004341,09 N
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

4.1.3 Análisis hidrológico de las franjas de captación del proyecto

Para cada franja de captación se ha delimitado un área aferente - AF con el punto de captación como punto de cierre. La delimitación de estas unidades hidrográficas se llevó a cabo de manera automatizada utilizando software de procesamiento de sistemas de información geográfica. El proceso se inició con la definición de los drenajes utilizando el algoritmo D8 [1], el cual permite la delineación de estos a partir de un modelo digital de elevación. Este proceso se basó en la cartografía base y en el Modelo Digital de Terreno Alos-Palsar con una resolución de 12,5 metros, además de la interpretación de imágenes satelitales adquiridas específicamente para el proyecto. Posteriormente, se realizó un proceso de revisión manual para asegurar la consistencia con los drenajes mapeados en la cartografía existente. En total, se delimitaron 12 unidades hidrográficas, como se muestra en la **Figura 4.1-28**.

Por otro lado, se implementó el modelo hidrológico GR4J, el cual es uno de los modelos más simples y se ha demostrado que tiene la capacidad de simular el proceso de lluvia-escorrentía a escala diaria. Este modelo ha sido ampliamente utilizado en la simulación dinámica de la humedad del suelo y de los flujos en modelos conceptuales obteniendo resultados muy satisfactorios.

El modelo GR4J tiene 4 parámetros para optimización durante la fase calibración del protocolo de modelación matemática:

X1: máxima capacidad de almacenamiento tanque superior (mm),
X2: coeficiente del intercambio de agua (mm/día),
X3: máxima capacidad de almacenamiento tanque subsuperficial (mm),

[1] López, S. (2018). Modelación Hidrológica e Hidráulica Requeridas Durante Eventos Extremos. Universidad Nacional de Córdoba

X4: tiempo de respuesta de la unidad hidrográfica entre el inicio de la precipitación y el pico del hidrograma (días).

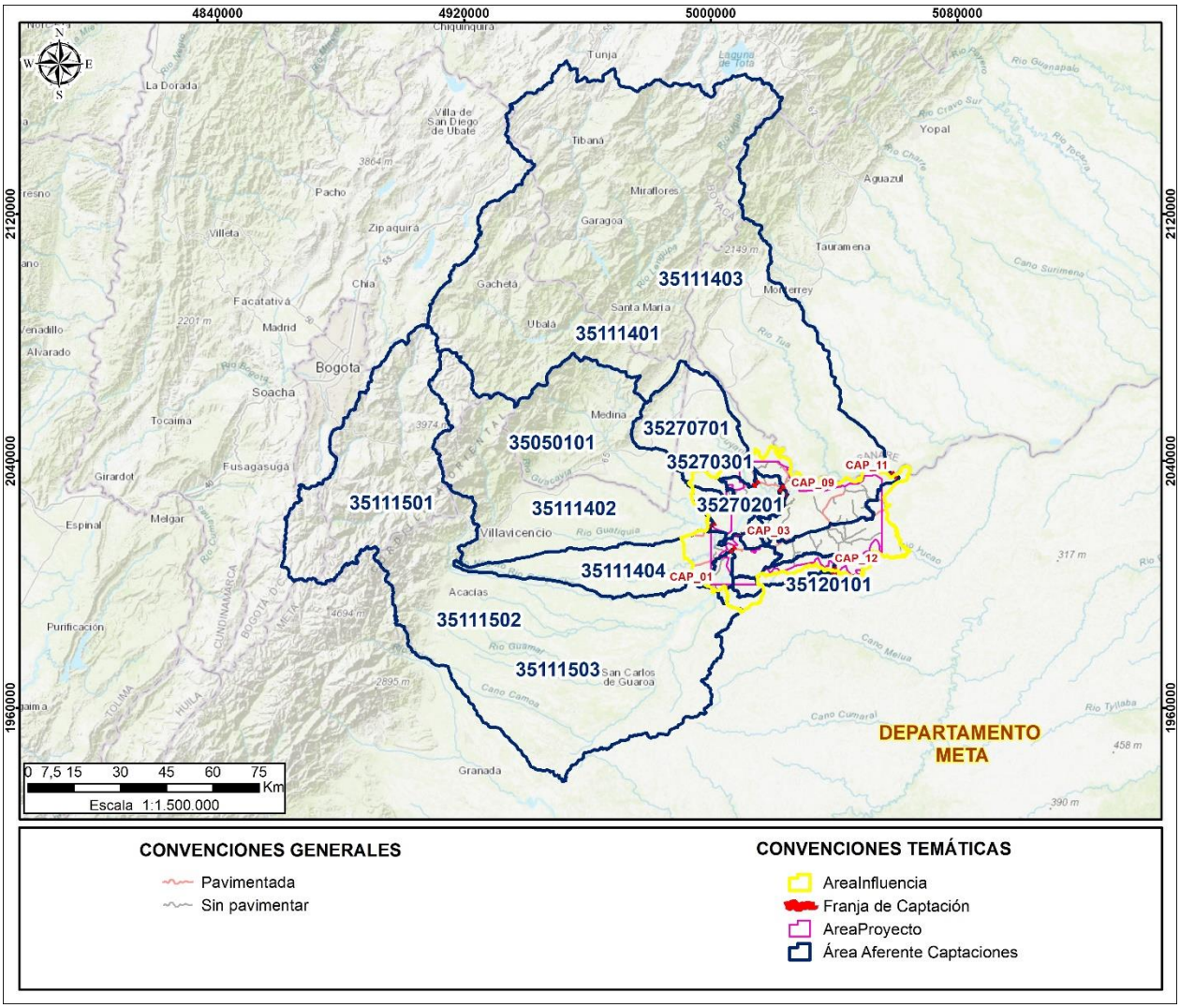


Figura 4.1-28 Áreas aferentes delimitadas para las franjas de captación en el Bloque CPO-5

Fuente: GessiG SAS, 2026

En la **Figura 4.1-29** se muestra el esquema conceptual del modelo GR4J con todas sus entradas y su modelo matemático y los parámetros necesarios para su desarrollo.

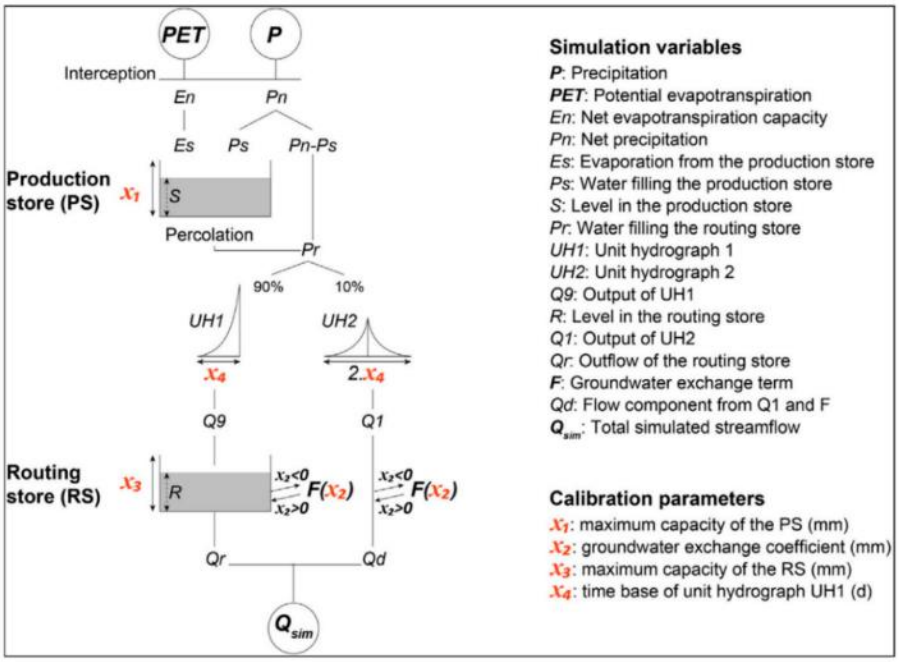


Figura 4.1-29 Esquema conceptual modelo GR4J

Fuente: Anctil en 2003[2]

Se denota por P (mm/día) la cantidad de lluvia y por E (mm/día) la evapotranspiración potencial (PET). P es una estimación de la lluvia y E proviene de una curva de PET media-interanual o de estimaciones a escala diaria. como resultado se QT siendo este el flujo total a una escala diaria.

En el presente ejercicio de modelación, una vez determinados los parámetros óptimos a partir de las series observadas, se procede a generar caudales simulados en cada una de las áreas aferentes – AF extrapolando los parámetros en aquellos sectores que se encuentra fuera de las AF de las estaciones empleadas en la calibración.

$$\boldsymbol{Q_T} = \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{Q_i}$$

Si Demanda total < Caudal total diario QT:

$$\boldsymbol{Q_N} = \boldsymbol{Q_T} - (\boldsymbol{Q_{Bocatomas}} + \boldsymbol{Q_{Trasvases}})$$

Si demanda total > Caudal total diario QT:

$$\boldsymbol{Q_N} = \boldsymbol{Q_T} - (\boldsymbol{Q_T} * \boldsymbol{ke})$$

[2] Anctil, F., Perrin, C., Andréassian, V. (2003). *Ann output updating of lumped conceptual rainfall/runoff forecasting models*. JAWRA Journal. 39(5) 1269-1279

Donde:

Q_i = Caudal de las subcuencas
Q_T= Caudal total acumulado,
ke = Coeficiente de Extracción 0 – 1 el cual compensa la demanda hídrica en función del caudal disponible, Qn Caudal neto, unidades en m^3/s

Para la implementación del modelo de lluvia escorrentía GR4J se empleó la estación limnimétrica Humapo [35117010] ubicada en el noreste del municipio de Puerto López, se tuvieron en cuenta las series de precipitación y evapotranspiración real de las áreas aferentes aguas arriba de cada estación con el fin de generar los valores simulados. Una vez determinados los parámetros en el proceso de calibración y validación estos son regionalizados a las diferentes unidades hidrográficas determinadas en el presente estudio. En la **Figura 4.1-30**, se presenta la estación y área aferente que se empleó para el proceso de calibración.

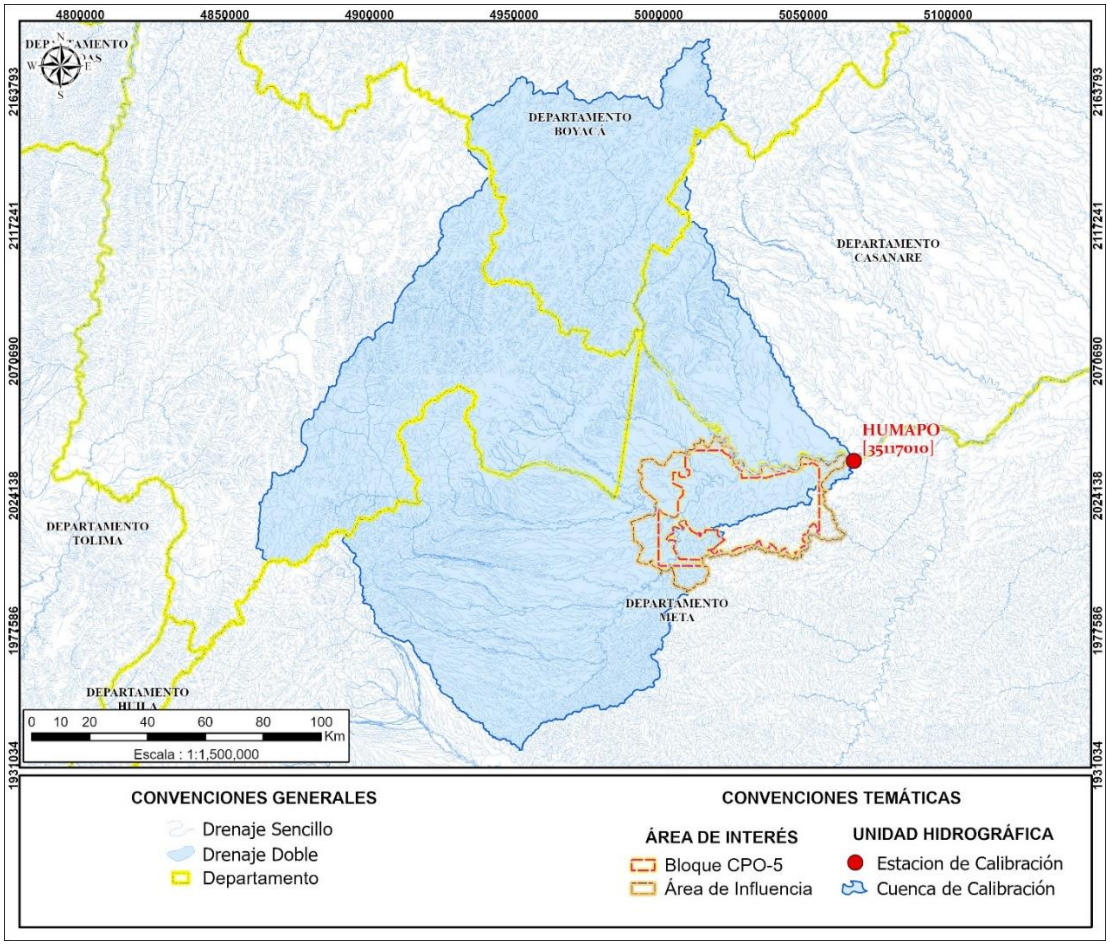


Figura 4.1-30 Áreas aferentes de las franjas de captación en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5 y estación de calibración

Fuente: GessiG SAS, 2025

En el proceso de calibración se realizó la modelación hasta el punto de ubicación de la estación mencionada. Mediante un algoritmo desarrollado en lenguaje de programación Python, se determinaron los parámetros que componen el modelo GR4J, mediante la técnica de identificación en la cual se emplean datos observados (serie de datos de la estación) y la serie simulada.

El proceso de modelación fue evaluado mediante las métricas de desempeño coeficiente de determinación R2 cuyo valor entre más cercano a 1 sugiere mayor desempeño, el error cuadrático medio RMSE donde valores cercanos a cero indican un mayor desempeño y las unidades de la métrica son las mismas del sistema evaluado, en este caso m^3/s, el error medio absoluto relativo MARE donde valores cercanos a ceros indican un excelente desempeño y por último el índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe donde valores superiores a 0,8 sugieren un desempeño casi perfecto respecto a los valores observados.

Tabla 4.1-5 Métricas proceso de calibración

Estación	Nombre	X1	X2	X3	X4	R	RMSE	MARE	NASH
35117010	Humapo	762,6894	0,825509	221,0509	3,627157	0,91	457,52	0,22	0,78

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Analizando los resultados de la tabla anterior, se puede inferir que el modelo lluvia escorrentía en la estación Humapo presenta un desempeño bueno en el proceso de calibración, en cuanto al coeficiente de determinación R2, presenta un valor de 0,91 lo cual se considera un valor excelente, con respecto a la métrica RMSE, los valores dependen de las magnitudes de los caudales evaluados.

La métrica Mare se conoce como una medida de precisión, la cual representa el porcentaje de valores que diferentes del valor observado, donde se considera valores menores a 40% un pronóstico aceptable, menores al 25 % bueno y menores al 10 % un pronóstico excelente, teniendo en cuenta el resultado esta métrica muestra un total de 22% por lo que se considera un poco debajo de un valor aceptable.

Si el valor del índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe se encuentra cercano a cero el modelo se considera insuficiente, valores del índice entre 0,2 a 0,4 satisfactorio, entre 0,4 - 0,6 bueno, valores de 0,6 a 0,8 muy bueno y superior a 0,8 excelente, en este caso para la estación Humapo se encuentra en 0,78 lo que indica un modelo bueno.

De la **Figura 4.1-31** se puede observar como el modelo tiene la capacidad de presentar aquellas condiciones medias y bajas que se observa en las series observadas, la curva de duración de caudales simulada se asemeja en gran proporción a la observada.

En la **Tabla 4.1-6** se observa el resultado de las métricas de desempeño para el proceso de validación, teniendo en cuenta la descripción de las métricas presentadas, lo que concierne a los valores en el resultado de validación, aunque algunas métricas hayan disminuido o aumentado levemente con respecto a los valores de calibración, se considera que el modelo tiene un desempeño "bueno".

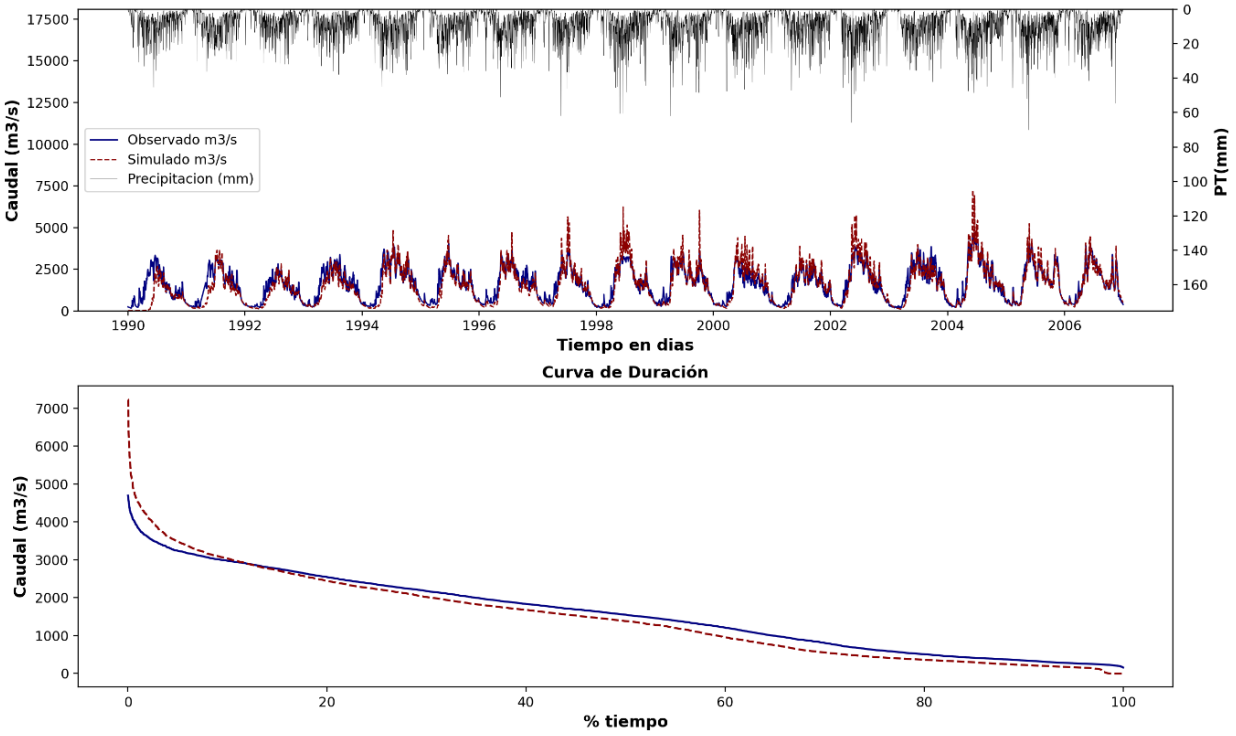


Figura 4.1-31 Calibración estación Humapo

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Tabla 4.1-6 Métricas proceso de validación

Estación	Nombre	R	RMSE	MARE	NASH
35117010	Humapo	0,72	399,49	0,43	0,65

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 4.1-32** se presentan las series simuladas y observadas en el periodo de validación de la estación Humapo (35117010).

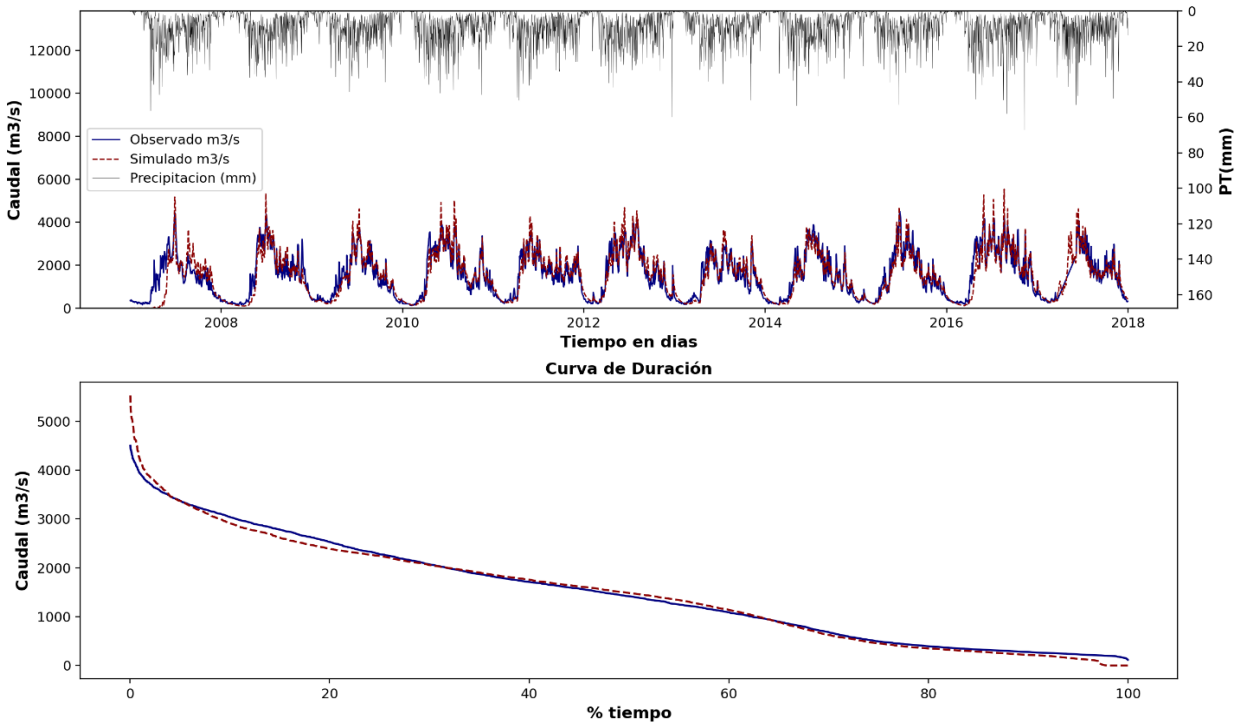


Figura 4.1-32 Validación Estación Humapo

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

A continuación, se identifican y examinan diversos aspectos fundamentales como la morfometría de las áreas aferentes a las franjas de captación, el régimen hidrológico y los caudales ambientales con un enfoque específico en la captación de agua superficial. Además, se analizan los periodos de retorno a 2, 5, 10, 15 y 20 años, proporcionando una perspectiva clara sobre las variaciones y el comportamiento del flujo de agua a lo largo del tiempo. También se consideran las Teleconexiones con el sistema ENOS, cruciales para entender las influencias climáticas a gran escala en la dinámica hidrológica del área. Adicionalmente, se aborda la Oferta Neta Anual de agua y un análisis multitemporal del comportamiento del cauce en cada franja de captación. En el **Anexo 4.1-3_AF_Franjas_Capt** se presenta el soporte de la información de los siguientes numerales.

4.1.3.1 Análisis hidrológico CAP_01

4.1.3.1.1 Morfometría

El área aferente Rio Metica (3528010101) abarca una extensión de 8.138,09 km² (ver **Figura 4.1-33**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 2,71, que sugiere una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad es de 2,59, indicando un cauce tortuoso. El factor de forma es de 0,36, lo cual denota un área aferente ligeramente alargada. Estos parámetros geométricos y morfológicos, en conjunto, sugieren un área aferente con alta

tendencia a la escorrentía y a la erosión, respaldada por una densidad de drenajes de 5,80 km/km².

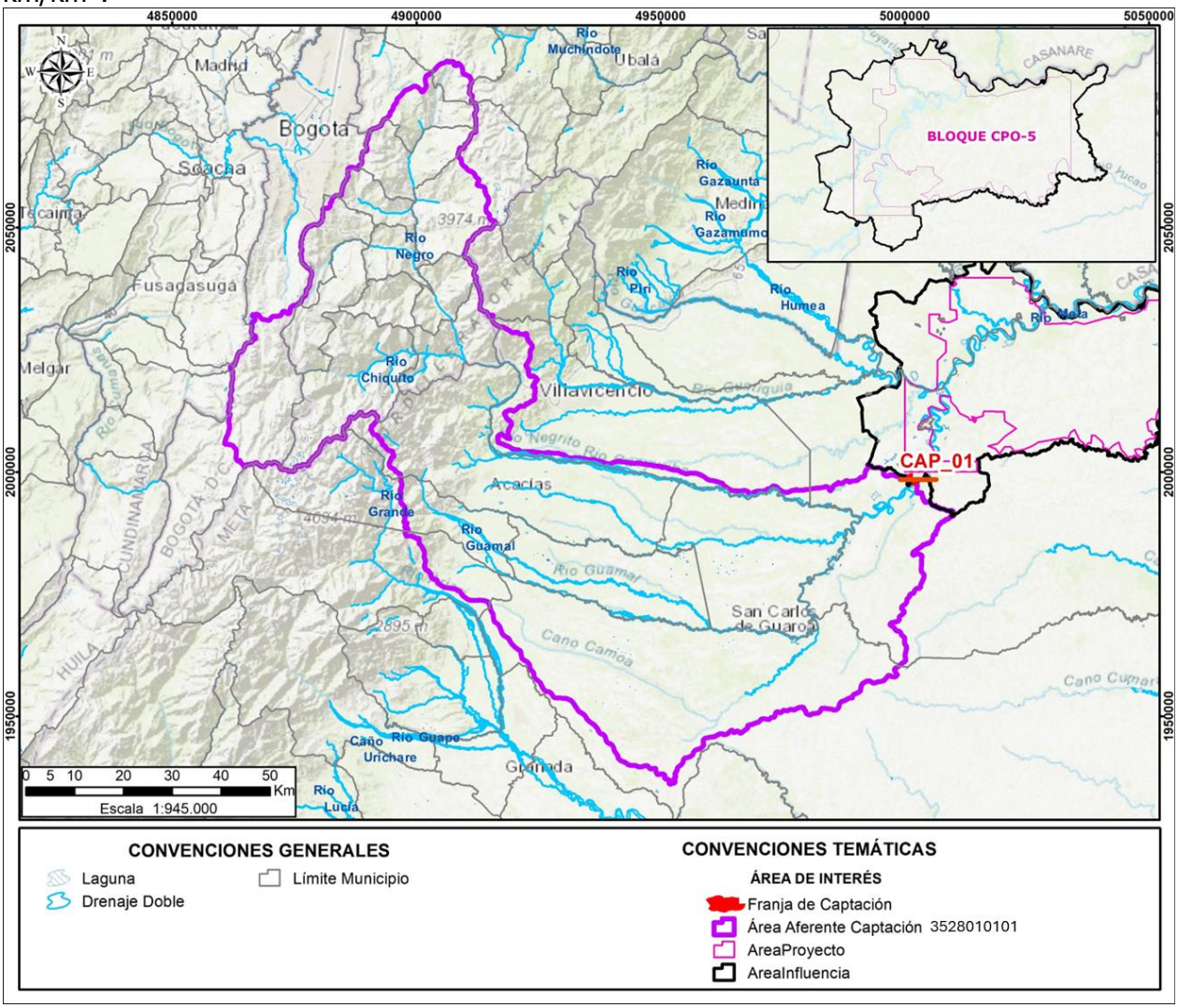


Figura 4.1-33 Área aferente a la franja de captación CAP_01 sobre el rio Metica (3528010101)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-7 Morfometría del área aferente Río Metica (3528010101) franja CAP_01

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_01 3528010101	Descripción
Área	A	(km2)	8.138,09	Muy grande
Perímetro	P	(km)	865,45	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	176,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	1.180,61	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	317,77	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_01 3528010101	Descripción
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	122,60	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	47.180,29	
Longitud AF	L	(Km)	150,50	
Ancho de la AF	B	(Km)	91,71	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	20,61	Fuertemente inclinado
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	11,45	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,71	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	2,59	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,36	Ligeramente alargada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	5,80	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,11	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,51	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	1,56	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	2,01	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	14,30	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	4,10	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva hipsométrica*

La curva hipsométrica del área aferente Rio Metica (3528010101), como se muestra en la **Figura 4.1-34** revela una forma que indica una distribución avanzada de altitudes. La predominancia de áreas de baja altitud sugiere que el área aferente se encuentra en una fase de vejez, donde los procesos de erosión han prevalecido, resultando en una superficie más nivelada.

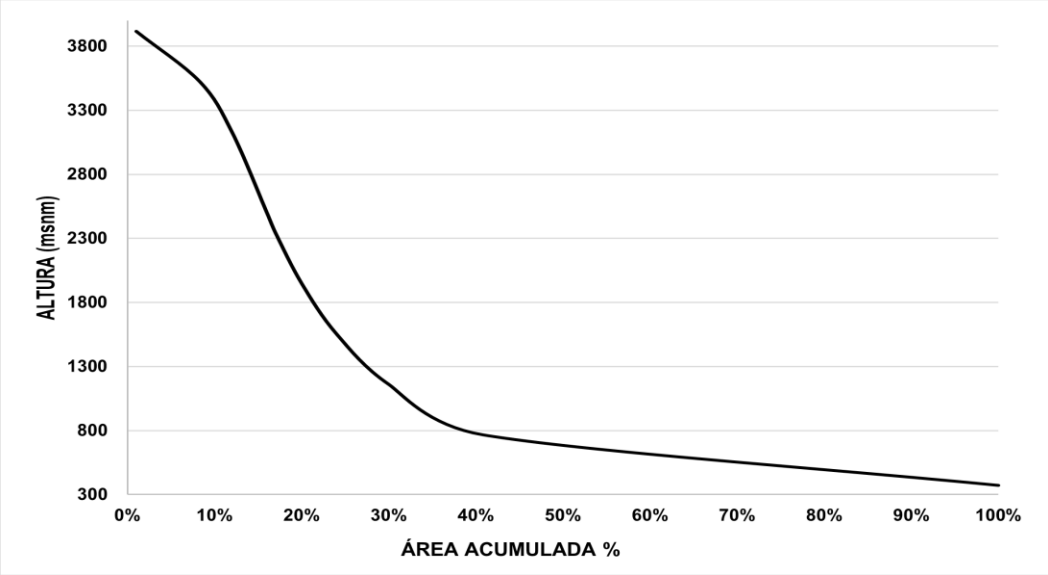


Figura 4.1-34 Curva Hipsométrica área aferente Rio Metica (3528010101)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.1.2 Régimen hidrológico

La ficha de resumen para el área aferente Rio Metica (3528010101) se encuentra en la **Figura 4.1-35**, se observa el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en relación con la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente es el Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 57,48 m³/s. Un índice de regulación hídrica de 0,71 indica que el área aferente tiene una buena capacidad para regular el flujo de agua, aunque esto no necesariamente implica una alta capacidad de retención hídrica.

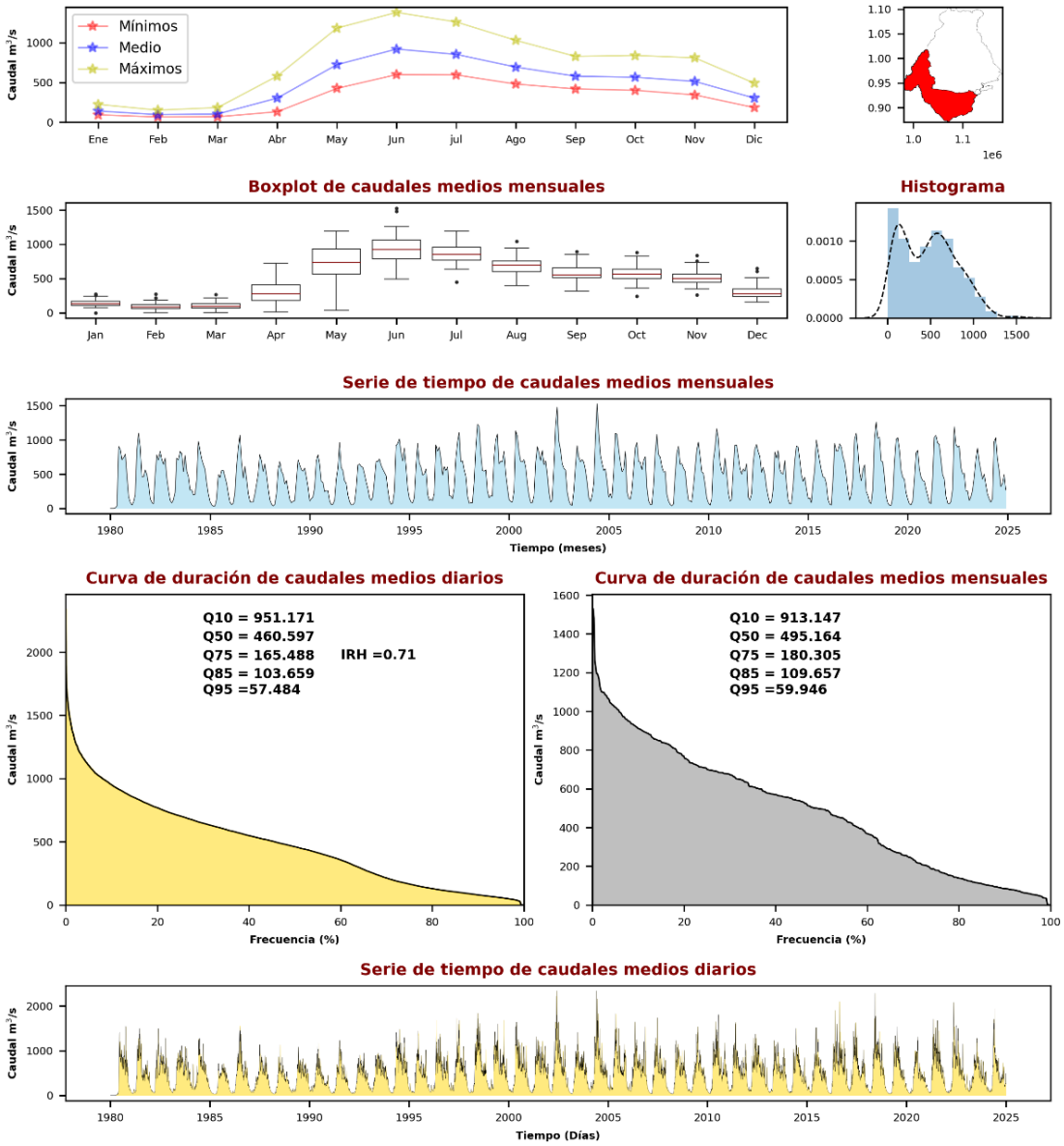


Figura 4.1-35 Resumen Régimen Hidrológico área aferente Rio Metica (3528010101) – Franja CAP_01

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.1.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Rio Metica (3528010101), los caudales mínimos decrecen significativamente con el aumento del periodo de retorno. Como se relaciona en la **Tabla 4.1-8** para un periodo de retorno de 2 años, el caudal es de 274,79 m³/s, disminuyendo a 214,98 m³/s para 5 años, 185,92 m³/s para 10 años, 173,41 m³/s para 15 años, y finalmente 162,70 m³/s para un periodo de retorno de 20 años.

Tabla 4.1-8 Periodos de retorno área aferente Rio Metica (3528010101) en m³/s

3528010101	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	274,79	214,98	185,92	173,41	162,70

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.1.4 Oferta Neta Anual

El área aferente Rio Metica (3528010101) presenta una oferta total de 482,84 m³/s como se detalla en la **Tabla 4.1-9**. El caudal ambiental, necesario para mantener los ecosistemas acuáticos y asegurar su funcionamiento adecuado, es de 258,46 m³/s. La oferta neta, que resulta de la resta entre la oferta total y el caudal ambiental, es de 224,38 m³/s, indicando la cantidad de agua disponible para otros usos después de satisfacer las necesidades ecológicas.

Tabla 4.1-9 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Metica (3528010101) en m³/s

Área aferente	Oferta Total (m³/s)	Caudal Ambiental (m³/s)	Oferta Neta Anual (m³/s)
3528010101	482,84	258,46	224,38

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.1.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-36** se presentan los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Rio Metica (3528010101). Los datos sugieren que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con valores de hasta +0.71 y rezagos de -4 y -5. Por otro lado, las correlaciones inversas más significativas son de -0.70, presentándose con rezagos de +1.

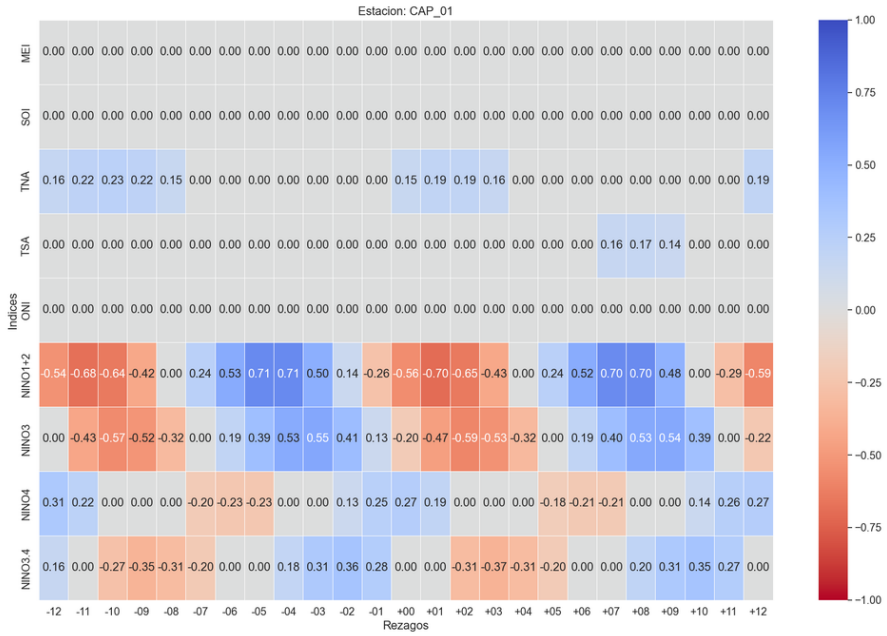


Figura 4.1-36 Teleconexiones área aferente Rio Metica (3528010101) – Franja CAP_01

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.1.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_01

El punto de interés correspondiente a la franja de captación CAP_01 ubicado sobre el Rio Metica en el municipio de Puerto López en el departamento del Meta, es alimentado aguas arriba por el Río Guayuriba, Río Metica y Caño Nare.

El método de identificación utilizado para este análisis se basa en el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI), calculado mediante la fórmula NDFI = (RED - NIR) / (RED + NIR), donde RED corresponde a la banda roja y NIR al infrarrojo cercano. Este índice permite observar con precisión los cambios en la lámina de agua y las superficies terrestres. En las imágenes obtenidas, las áreas cubiertas por agua se visualizan en tonos azules, mientras que las zonas de terreno o vegetación aparecen en colores amarillos y rojos. Mediante este método, se pudo detectar un cambio considerable en el cauce del afluente del Rio Metica para esta sección desde el año 2000 hasta 2014, desplazándose hacia el noreste y estableciéndose en su posición actual en 2021, como se observa en la **Figura 4.1-37** en la cual la línea roja es la franja de captación propuesta.

La franja de captación CAP_01 se encuentra en un tramo del afluente caracterizado por una curvatura natural del cauce, lo cual influye en la dinámica fluvial del sector. En estas zonas, es común observar variaciones en los patrones de flujo, procesos de erosión lateral y depositación de sedimentos, propios del comportamiento meándrico. Más adelante, hacia el sureste y aguas abajo, el río presenta una sección recta con menor variabilidad geomorfológica, lo que permite contrastar distintos tipos de configuraciones naturales del cauce dentro del mismo sistema.

Las áreas cercanas a meandros suelen experimentar mayor movilidad del cauce y cambios temporales en la distribución de caudales. La dinámica de los ríos en el departamento del Meta refleja una marcada estacionalidad: durante las épocas de lluvias intensas se generan incrementos de caudal que pueden producir desbordamientos locales, mientras que en periodos de menor precipitación disminuyen los niveles de agua y se acentúan los procesos de sedimentación. Estos comportamientos forman parte de la variabilidad hidrológica propia de la región y deben considerarse en el análisis general del entorno.

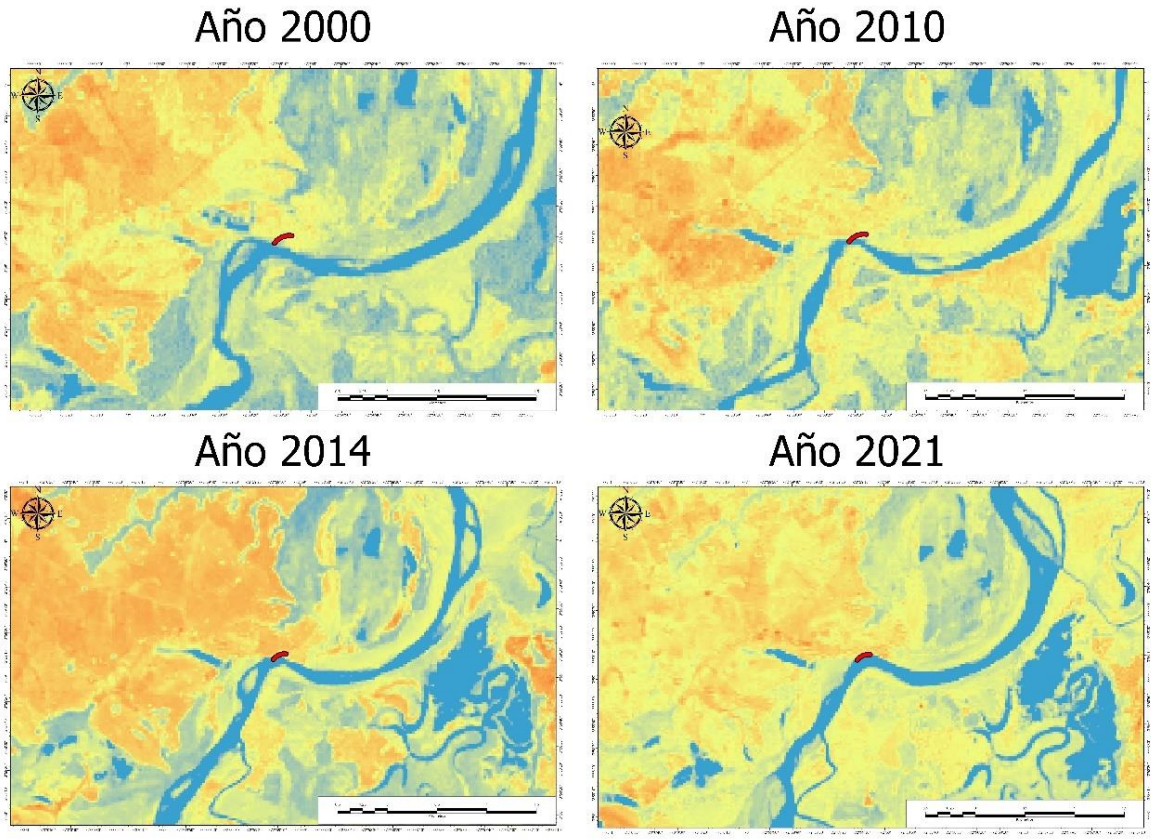


Figura 4.1-37 Análisis multitemporal franja de captación CAP_01 sobre el Rio Metica años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.2 Análisis hidrológico CAP_02

4.1.3.2.1 Morfometría

El área aferente Rio Metica (3528010102) cuenta con una extensión de 8.300,78 km² (**ver Figura 4.1-38**). Su índice de compacidad de Gravelius es de 2,80, indicando una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 2,82 siguiere cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,34 sugiere un área aferente ligeramente alargada. En conjunto, estos

parámetros describen una AF con una densidad de drenajes de 5,89 km/km², lo cual indica una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

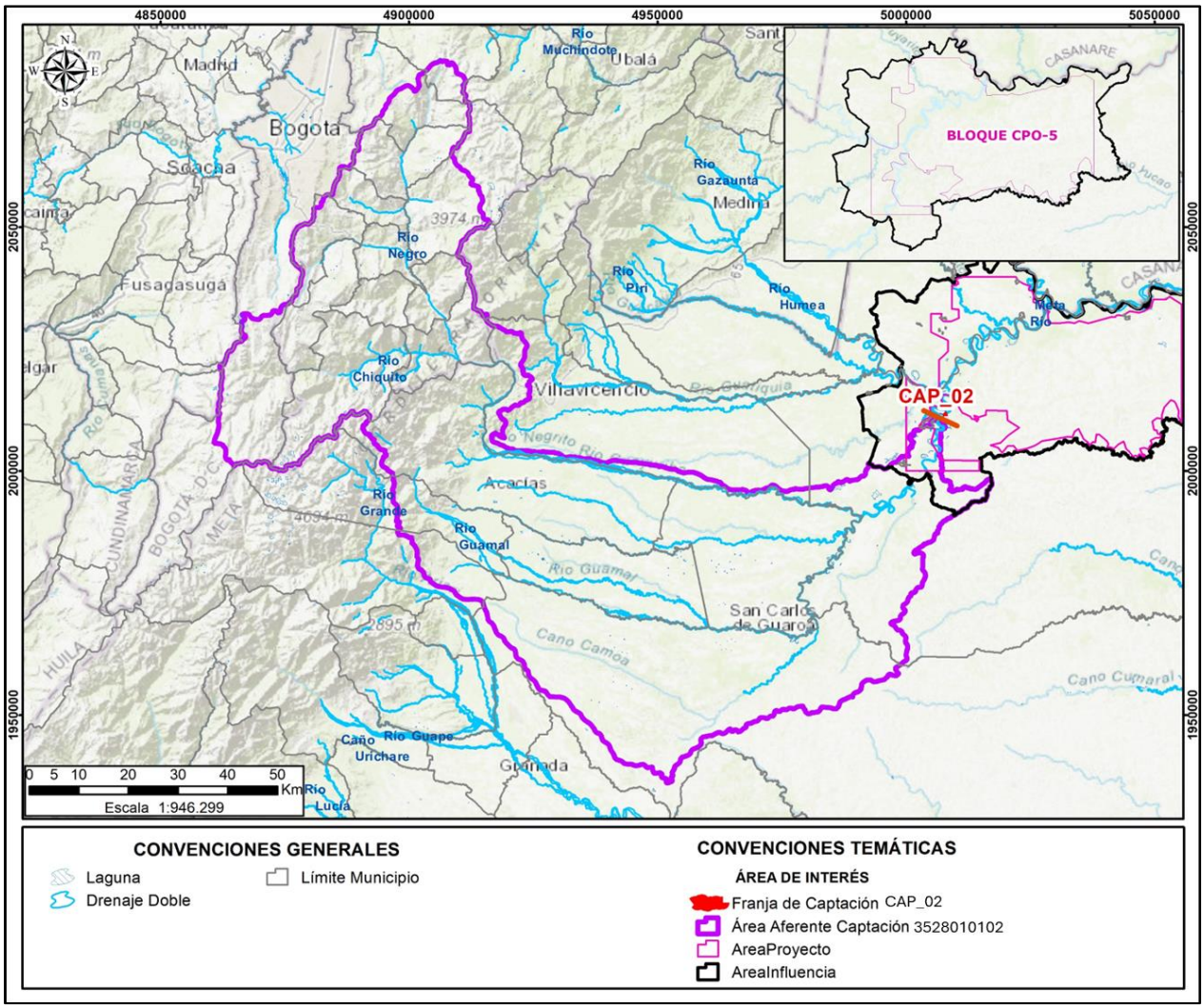


Figura 4.1-38 Área aferente de la franja de captación CAP_02 sobre el rio Metica (3528010102)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-10 Morfometría del área aferente Río Metica (3528010102) - Franja CAP_02

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cap_02 3528010102	Descripción
Área	A	(km2)	8.300,78	Muy grande
Perímetro	P	(km)	904,71	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	175,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	1.161,29	-

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cap_02 3528010102	Descripción
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	342,00	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	121,34	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	48.902,46	
Longitud AF	L	(Km)	155,87	
Ancho de la AF	B	(Km)	90,18	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	20,33	Fuertemente inclinado
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	10,87	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,80	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	2,82	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,34	Ligeramente alargada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	5,89	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,30	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,54	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	1,67	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	2,28	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,40	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	1,44	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La curva hipsométrica del área aferente Río Metica (3528010102), reflejada en la **Figura 4.1-39** presenta una forma equilibrada con una significativa proporción de áreas intermedias en altitud. Esta característica sugiere que el área aferente está en un estado de madurez, donde los procesos de erosión y sedimentación han alcanzado un balance relativo a lo largo del tiempo.

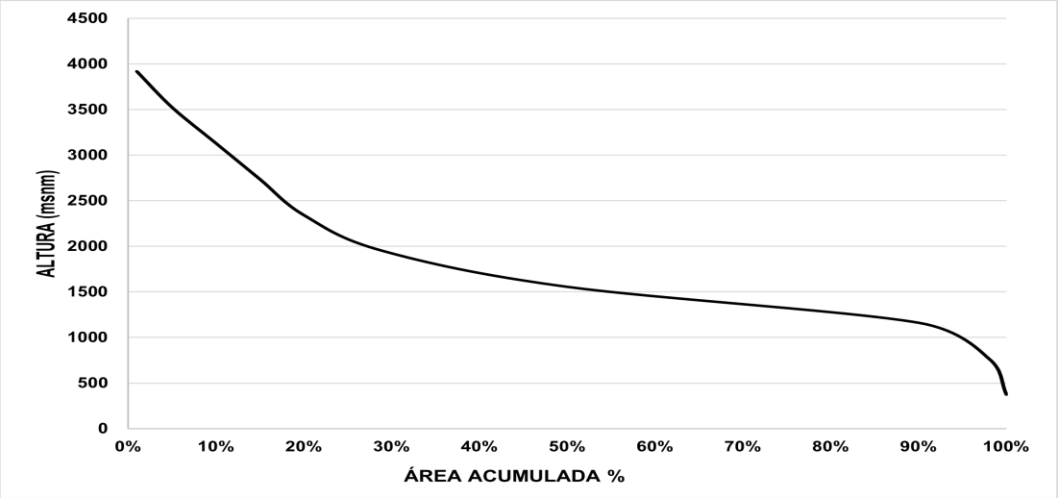


Figura 4.1-39 Curva Hipsométrica del área aferente Río Metica (3528010102)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.2.2 Régimen hidrológico

En la **Figura 4.1-40** se presenta la ficha resumen del área aferente Río Metica (3528010102), evidenciando el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales frente a la curva de duración de caudales. El Q95 de caudales medios diarios es de 57,54 m³/s, sugiriendo un índice de regulación hídrica de 0,71. De acuerdo con la tabla de categorías del índice de regulación hídrica, un valor de 0,71 se clasifica como Media, lo que indica una capacidad de regulación moderada en el área aferente.

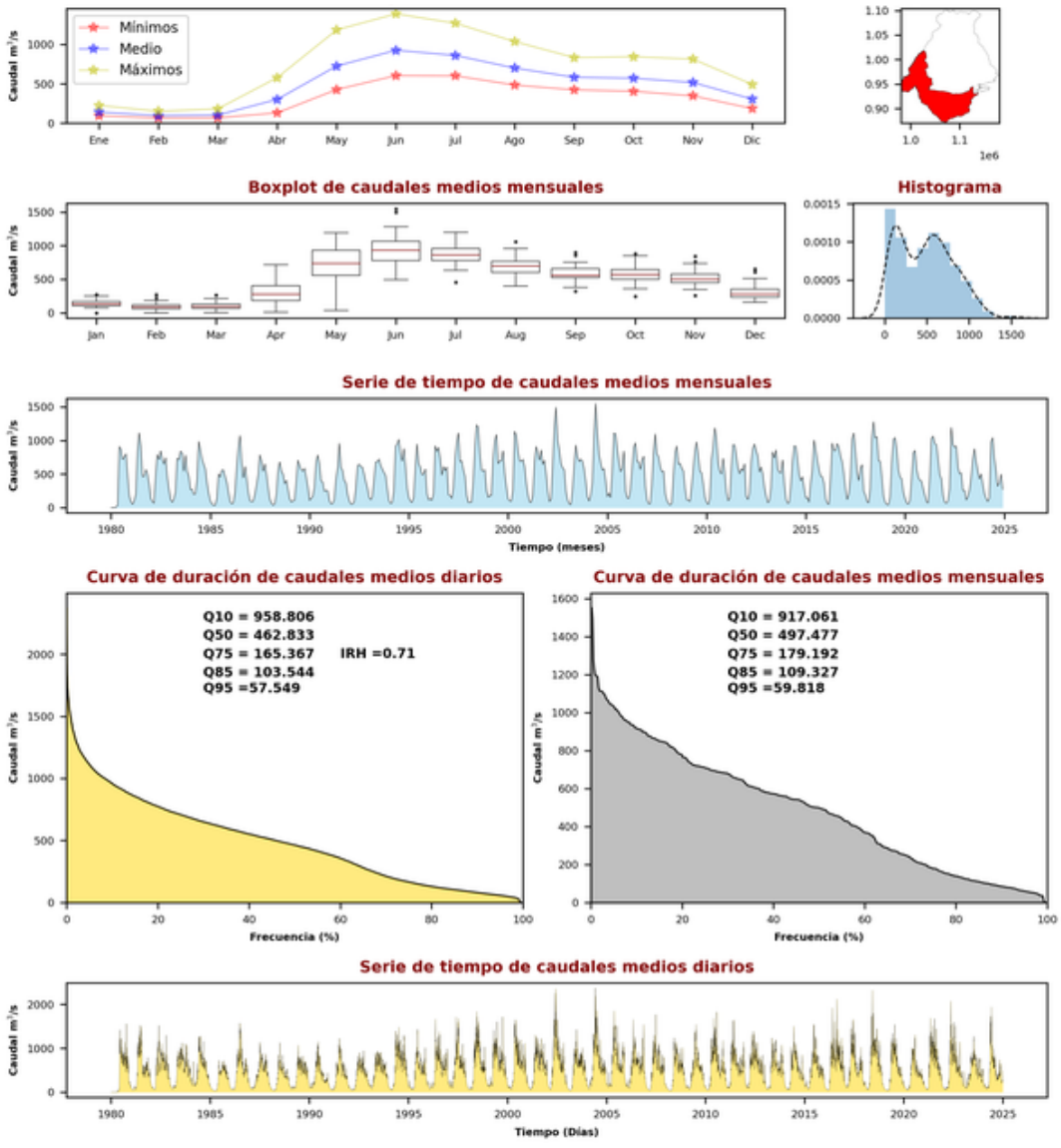


Figura 4.1-40 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.2.3 Periodos de retorno (Tr)

Los caudales mínimos en el área aferente Rio Metica (3528010102) siguen una tendencia decreciente similar con el aumento del periodo de retorno. Como se relaciona en la **Tabla 4.1-11** para un periodo de retorno de 2 años, el caudal es de 276,22 m^3/s. Este valor disminuye a 216,22 m^3/s para 5 años, 187,21 m^3/s para 10 años, 174,77 m^3/s para 15 años, y 164,12 m^3/s para un periodo de retorno de 20 años. La disminución progresiva del caudal con el tiempo resalta la variabilidad hidrológica de esta área aferente.

Tabla 4.1-11 Caudales mínimos en el área aferente Rio Metica (3528010102) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010102	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	276,22	216,22	187,21	174,77	164,12

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.2.4 Oferta Neta Anual

En el área aferente Rio Metica (3528010102), la oferta total de agua es de 485,21 m^3/s, según los datos presentados en la **Tabla 4.1-12** . El caudal ambiental requerido para preservar los ecosistemas es de 259,34 m^3/s. La oferta neta, calculada como la diferencia entre la oferta total y el caudal ambiental, es de 225,86 m^3/s, lo que muestra la disponibilidad de agua para usos adicionales una vez cubiertas las necesidades ambientales.

Tabla 4.1-12 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Metica (3528010102)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010102	485,21	259,34	225,86

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.2.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-41,** se pueden observar los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Rio Metica (3528010102). Los datos muestran que las correlaciones directas más altas se encuentran en el NIÑO 1+2, alcanzando valores de +0.71 con rezagos de -4 y -5. Asimismo, las correlaciones inversas más notables son de -0.70, con rezagos de +1.

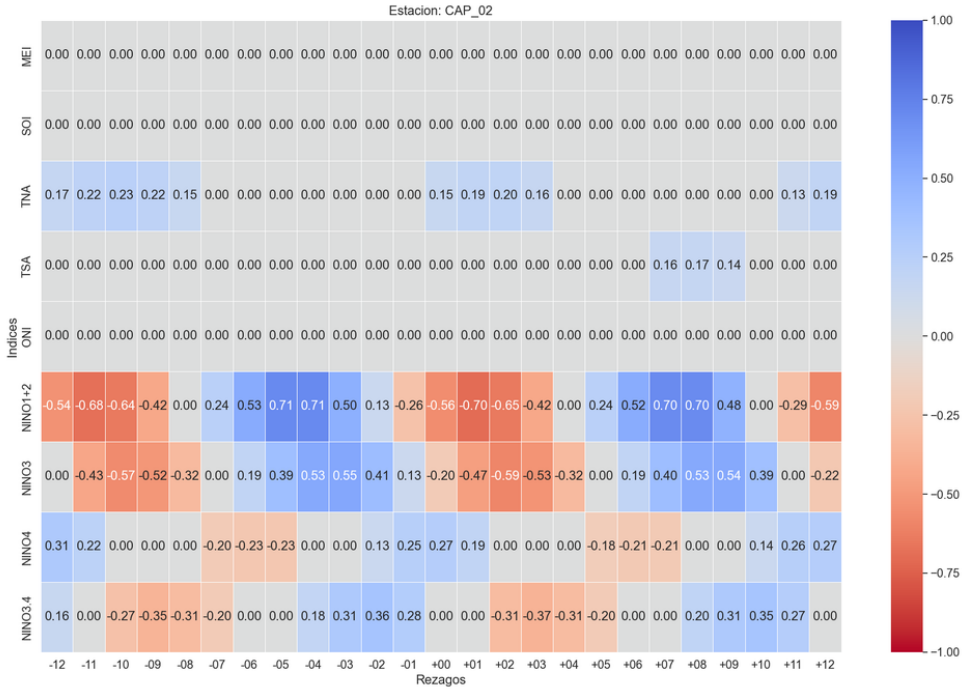


Figura 4.1-41 Teleconexiones del área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.2.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_02

El análisis multitemporal de la franja de captación CAP_02 sugiere una variación en la dinámica del afluente. En el año 2000, la curvatura del cauce del Rio Metica no era tan pronunciada en comparación con su posición actual, como se observa en la **Figura 4.1-42**, la línea de color rojo es la franja de captación propuesta. Durante el periodo de 2010 a 2021, se nota una mayor estabilidad en la dinámica del cauce respecto a la posición de la franja de captación.

Para llevar a cabo este análisis, se emplearon imágenes satelitales procesadas mediante el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI). Este índice permite identificar cambios en la lámina de agua y las superficies terrestres. En las imágenes obtenidas, las áreas cubiertas por agua se visualizan en tonos azules, lo que indica su presencia, mientras que las zonas de terreno o vegetación aparecen en colores amarillos y rojos.

Las condiciones del cauce en esta área son influenciadas por varios factores, incluidos las características geomorfológicas, la vegetación circundante y las actividades humanas. En general, los Ríos del Meta presentan un comportamiento altamente dinámico, con variaciones significativas en caudal y morfología, especialmente durante las temporadas de lluvia y sequía. En épocas de lluvias intensas, el aumento del caudal puede generar erosión en las riberas y modificaciones en el curso del río, mientras que, en temporadas de menor lluvia, el caudal disminuye, favoreciendo la sedimentación y la estabilización de ciertas áreas.

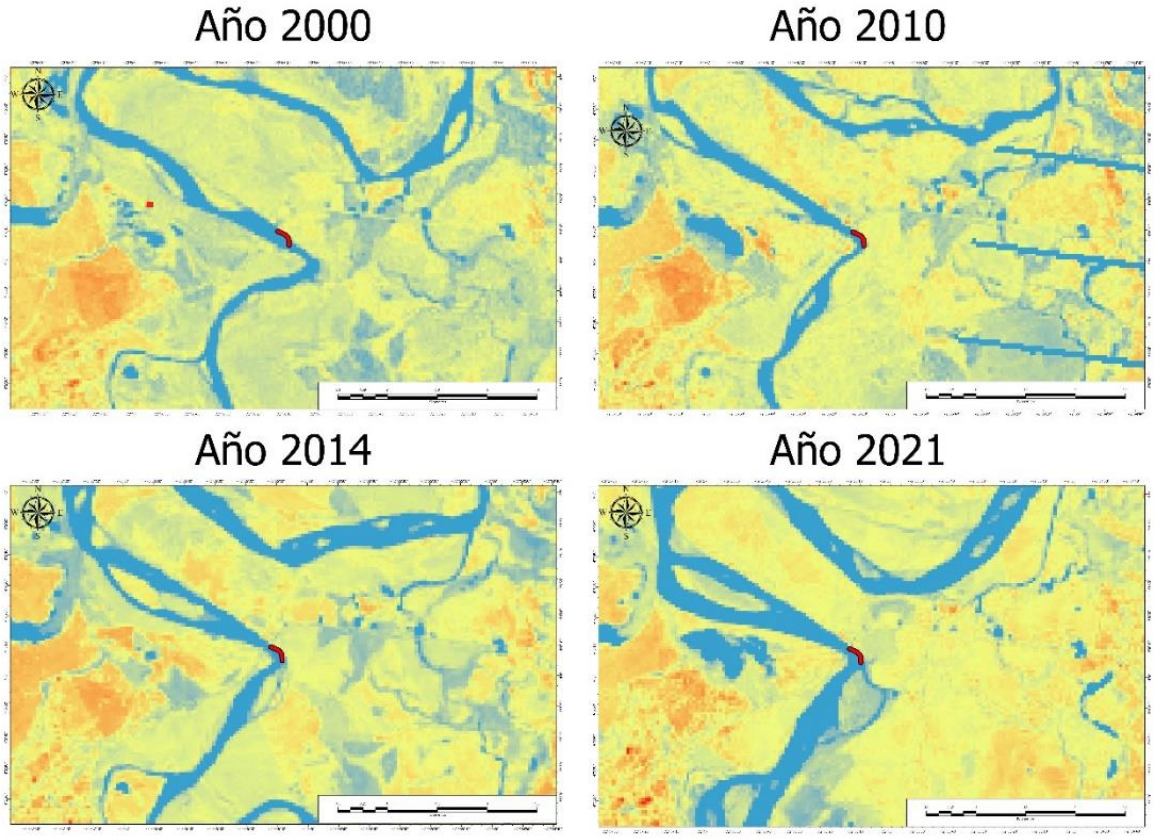


Figura 4.1-42 Análisis multitemporal franja de captación CAP_02 sobre el Río Metica para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.3 Análisis hidrológico CAP_03

4.1.3.3.1 Morfometría

El área aferente Rio Meta (3528010103) se extiende por 9.378,56 km² (ver **Figura 4.1-43**). Exhibe un índice de compacidad de Gravelius de 2,67, revelando una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 3,03 indica un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,38 sugiere una área aferente ni alargada ni achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos combinados describen una AF con una densidad de drenajes de 6,70 km/km², indicando una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

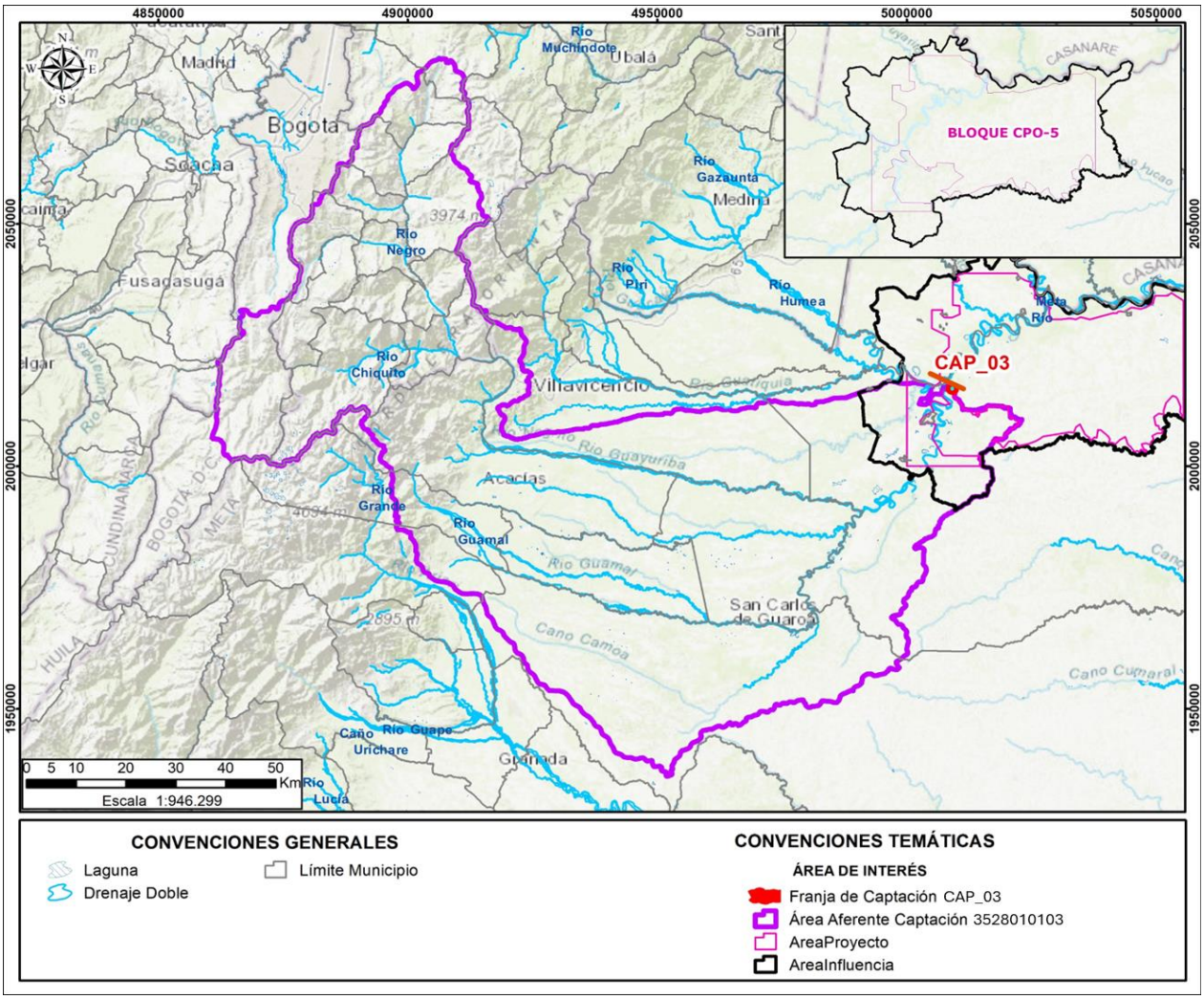


Figura 4.1-43 Área aferente a la franja de captación CAP_03 sobre el rio Meta (3528010103)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-13 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010103)

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cap_03 3528010103	Descripción
Área	A	(km2)	9.378,56	Muy grande
Perímetro	P	(km)	916,85	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	174,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	1.058,27	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	366,97	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	121,06	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	62.882,72	
Longitud AF	L	(Km)	156,95	

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cap_03 3528010103	Descripción
Ancho de la AF	B	(Km)	99,94	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	18,53	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	10,31	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,67	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	3,03	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,38	Ni alargada. Ni achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	6,70	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,46	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,60	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	1,79	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	2,70	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,41	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	1,59	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

En la **Figura 4.1-44** se observa la curva hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010103), que muestra una forma característica de un área aferente en fase de vejez. La alta proporción de áreas de baja altitud indica que los procesos erosivos han dominado, llevando a una reducción considerable de las elevaciones iniciales.

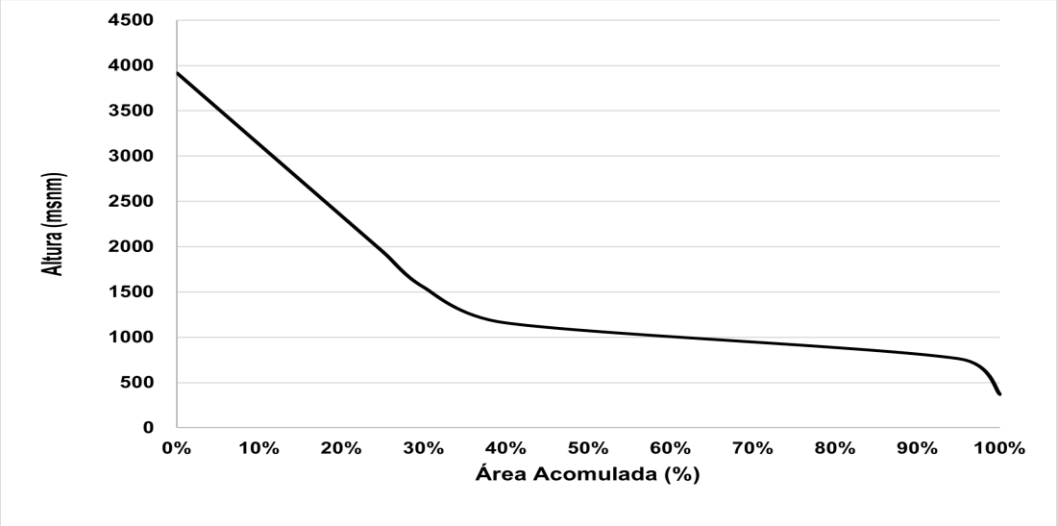


Figura 4.1-44 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010103)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.3.2 Régimen hidrológico

La **Figura 4.1-45** contiene la ficha resumen del área aferente Río Meta (3528010103), mostrando los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en comparación con la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente está dado por el Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 60,98 m³/s. Este valor sugiere un índice de regulación hídrica de 0,7, lo que indica que el área aferente Río Meta (3528010103) tiene una capacidad de regulación moderada.

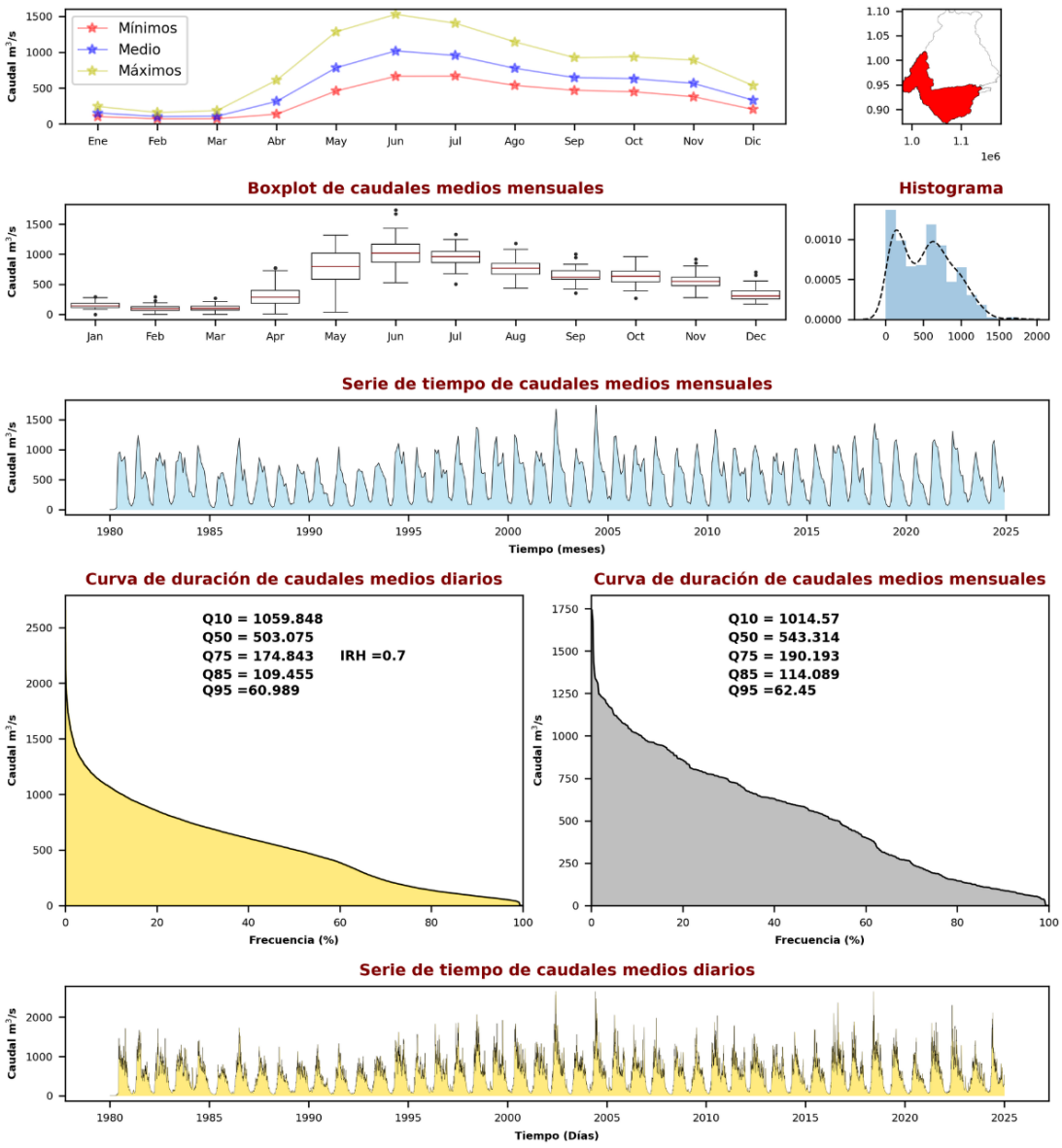


Figura 4.1-45 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010103) – Franja CAP_03

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.3.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Rio Meta (3528010103), los valores de caudales mínimos muestran una reducción gradual con el incremento del periodo de retorno. En la **Tabla 4.1-14** se registran 322,61 m^3/s para un retorno de 2 años, disminuyendo a 253,03 m^3/s en 5 años, 218,95 m^3/s en 10 años, 204,31 m^3/s en 15 años, y 191,75 m^3/s en 20 años.

Tabla 4.1-14 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010103) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010103	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	322,61	253,03	218,95	204,31	191,75

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.3.4 Oferta Neta Anual

Para el área aferente Rio Meta (3528010103), la oferta total asciende a 531,10 m^3/s, tal como se muestra en la **Tabla 4.1-15**. Se establece un caudal ambiental de 281,59 m^3/s, resultando en una oferta neta de 249,51 m^3/s, obtenida al restar el caudal ambiental de la oferta total. Esta cifra refleja la cantidad de agua que puede ser utilizada para otros propósitos después de asegurar el caudal ambiental.

Tabla 4.1-15 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010103) (m3/s)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010103	531,10	281,59	249,51

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.3.5 Teleconexiones

La **Figura 4.1-46** muestra los resultados de los caudales mínimos para el área aferente Rio Meta (3528010103). Los datos sugieren que las correlaciones directas más elevadas se presentan en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,71 y rezagos de -5. De igual forma, las correlaciones inversas más destacadas son de -0,70, observándose con rezagos de +1.

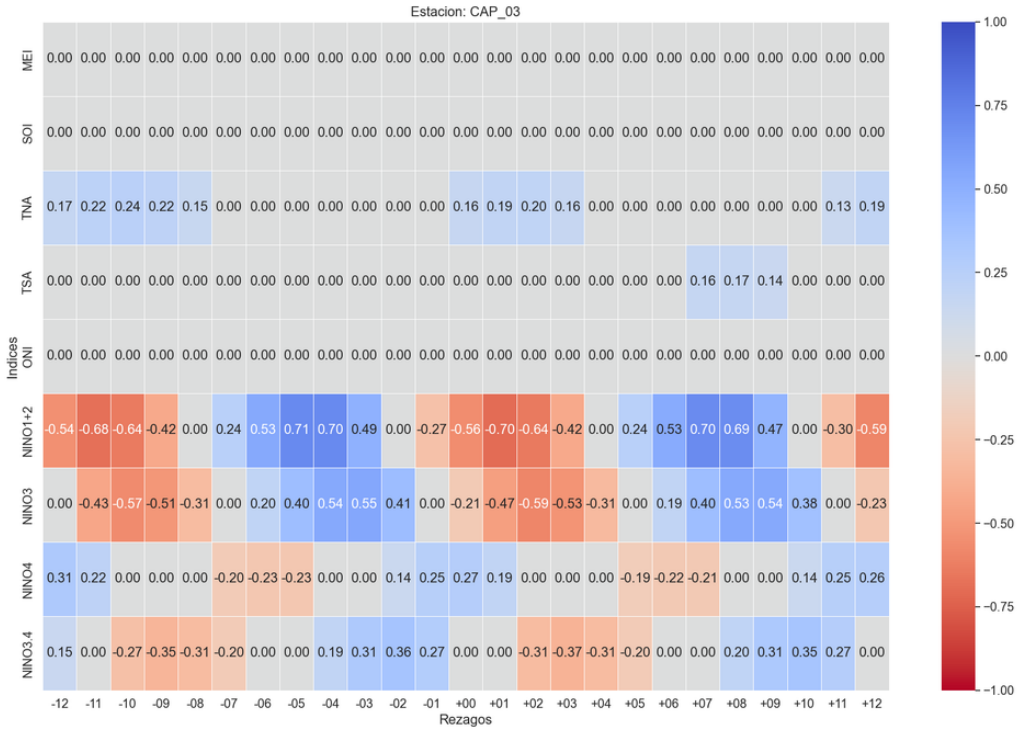


Figura 4.1-46 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010103) – Franja CAP_03

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.3.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_03

La franja de captación CAP_03 se sitúa en el Río Meta, aguas abajo de la confluencia con el Río Guatiquía, que proviene del municipio de Cabuyaro. El análisis multitemporal indica que no hay una variabilidad significativa en el comportamiento del cauce en relación con la franja de captación propuesta, como se puede apreciar en la **Figura 4.1-47**. Esta observación sugiere que la ubicación actual de la franja de captación es adecuada, ya que no se identifican riesgos importantes asociados a cambios en la dinámica fluvial.

La sinuosidad del cauce en esta zona contribuye a la estabilidad del flujo de agua, lo que es beneficioso para la captación. La menor variabilidad en la dinámica fluvial indica que el régimen hídrico se mantiene relativamente constante, lo que sugiere un comportamiento estable del río a lo largo del tiempo. Esto es importante para garantizar un suministro adecuado de agua y minimizar los riesgos de erosión y sedimentación en la franja de captación.

Además, por estar cerca de la unión de importantes afluentes, asegura un acceso continuo y adecuado a los recursos hídricos de la región, lo que puede favorecer la sostenibilidad del sistema hídrico local. La combinación de sinuosidad moderada y un régimen hídrico predecible fortalece la viabilidad de la franja de captación, protegiéndola de fluctuaciones abruptas que podrían afectar su funcionalidad.

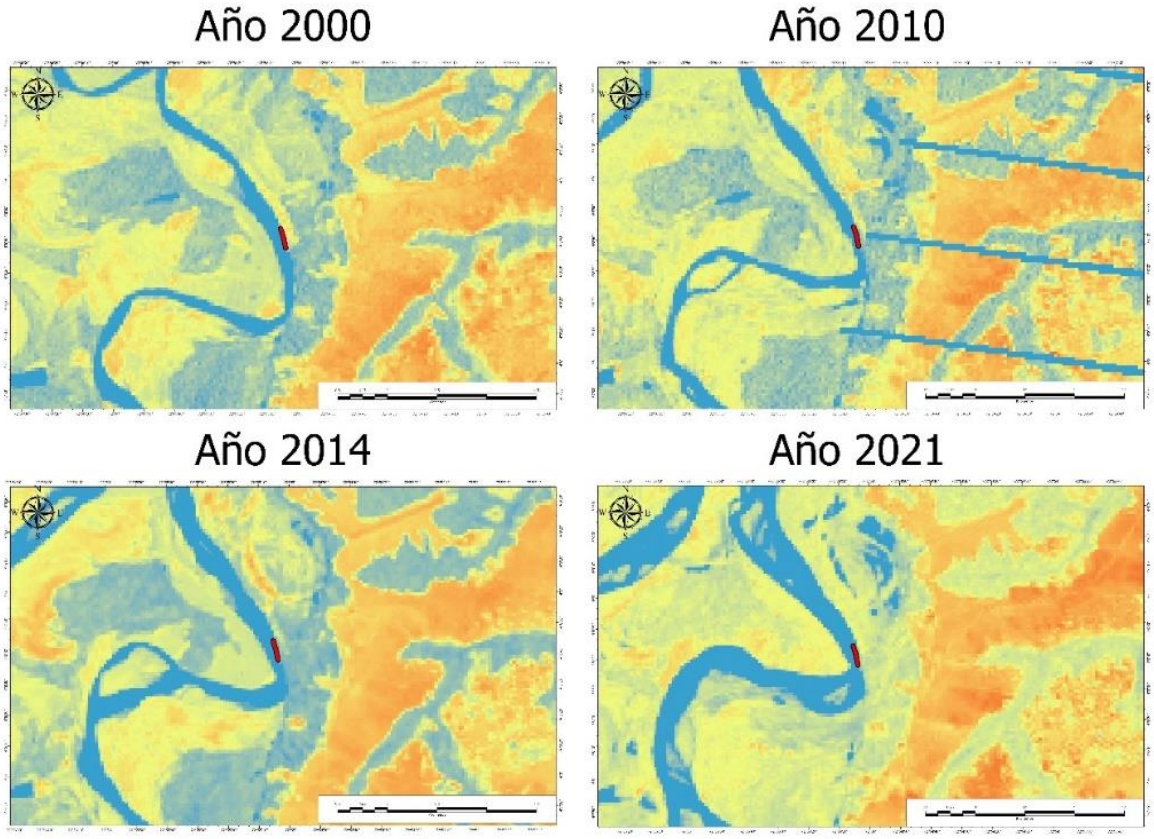


Figura 4.1-47 Análisis multitemporal franja de captación CAP_03 sobre el Río Metica para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.4 Análisis hidrológico CAP_04

4.1.3.4.1 Morfometría

El área aferente Rio Humea (3528010104), correspondiente a la captación CAP_04 del Río Humea, tiene una extensión de 3.985,96 km² (ver **Figura 4.1-48**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 1,75, sugiriendo una forma oval oblonga a rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad es de 1,90, indicando un cauce irregular. El factor de forma es de 0,38, lo que denota que el área aferente no es ni alargada ni achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos sugieren una tendencia moderada a la escorrentía, respaldada por una densidad de drenajes de 1.04 km/km².

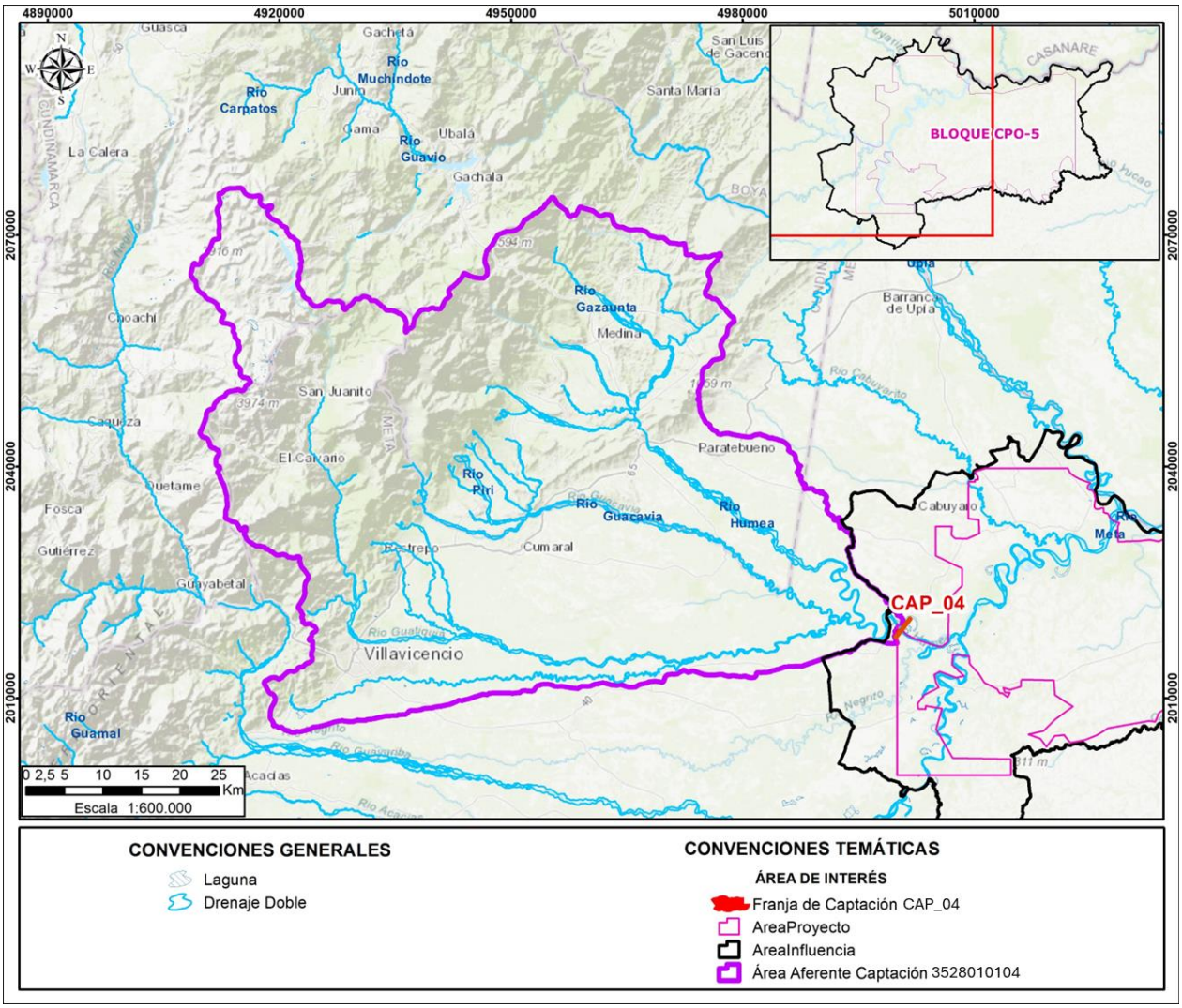


Figura 4.1-48 Área aferente a la franja de captación CAP_04 sobre el rio Humea (3528010104)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-16 Morfometría del área aferente Rio Humea (3528010104)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_04 3528010104	Descripción
Área	A	(km2)	3.985,96	Grande
Perímetro	P	(km)	391,11	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	176,00	
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.010,00	
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	1.060,59	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	192,94	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	101,81	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	4.133,15	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_04 3528010104	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	102,65	
Ancho de la AF	B	(Km)	76,90	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	26,51	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	13,82	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	1,90	Irregular
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,38	Ni alargada. Ni achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	1,04	Moderada/Tendencia media de escorrentía
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	1,33	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,35	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	1,03	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	0,96	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,30	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	0,79	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La curva hipsométrica del área aferente Río Humea (3528010104) muestra una forma equilibrada como se observa en la **Figura 4.1-49**, con una notable proporción de áreas en altitudes intermedias. Esta característica indica que el área aferente se encuentra en un estado de madurez, donde los procesos de erosión y sedimentación han alcanzado un equilibrio relativo a lo largo del tiempo.

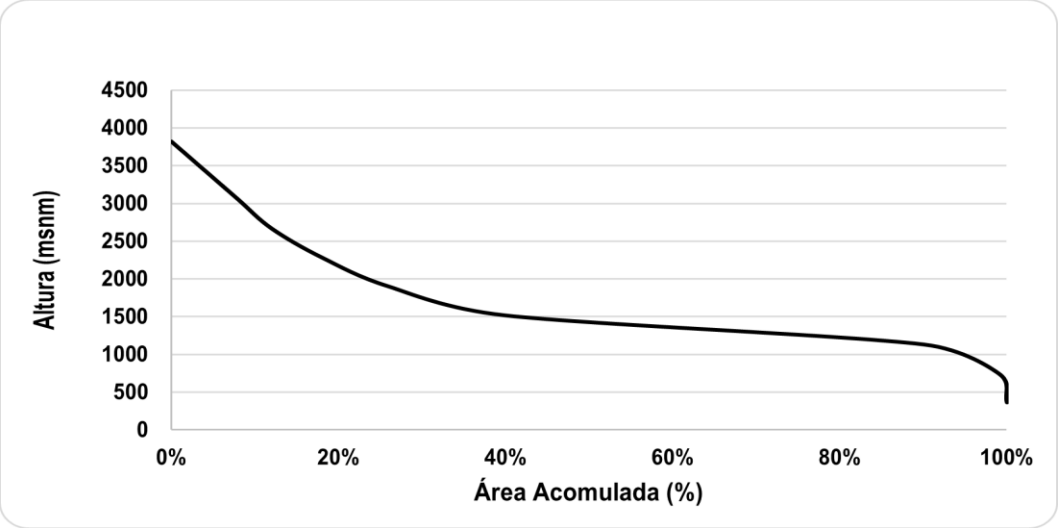


Figura 4.1-49 Curva Hipsométrica del área aferente Río Humea (3528010104)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.4.2 Régimen Hidrológico

La ficha de resumen para esta área aferente se encuentra en la **Figura 4.1-50**. En ella, se observa el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en relación con la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente, representado por el Q95 de los caudales medios diarios, tiene un valor de 29,38 m³/s. Un índice de regulación hídrica de 0.7 sugiere que el área aferente Río Humea (3528010104) posee una buena capacidad para regular el flujo de agua, aunque esto no necesariamente se traduce en una alta capacidad de retención hídrica.

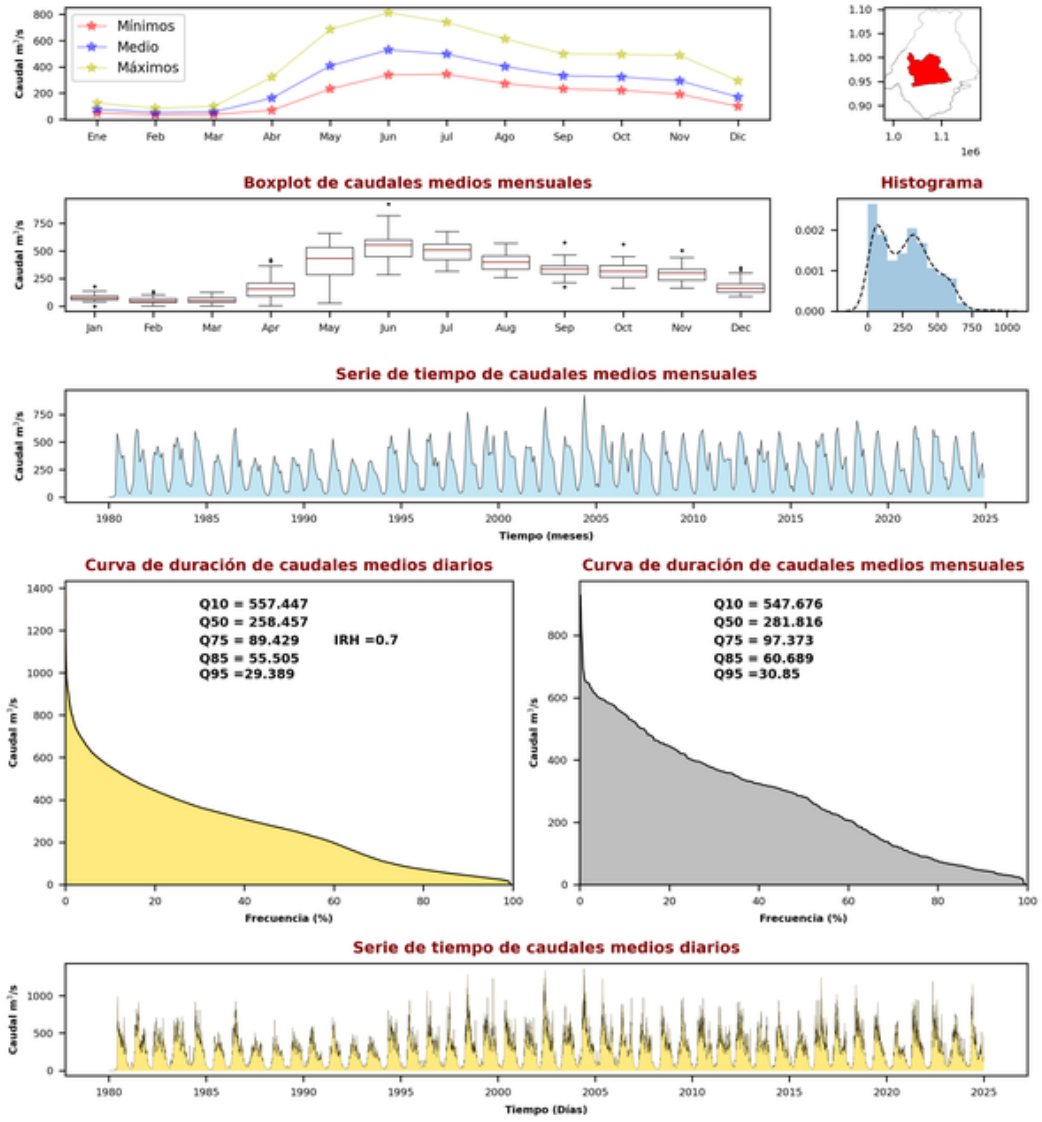


Figura 4.1-50 Resumen Régimen Hidrológico área aferente Rio Humea (3528010104) – Franja CAP_04

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.4.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Rio Humea (3528010104), los caudales mínimos muestran una disminución significativa a medida que aumenta el periodo de retorno. Según se detalla en la **Tabla 4.1-17**, el caudal mínimo asociado a un periodo de retorno de 2 años es de 168,13 m³/s. Este caudal disminuye a 130,17 m³/s para un periodo de retorno de 5 años, a 112,27 m³/s para 10 años, a 104,72 m³/s para 15 años, y a 98,31 m³/s para 20 años.

Tabla 4.1-17 Periodos de retorno área aferente Rio Humea (3528010104) en m³/s

Rio Humea	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	168,13	130,17	112,27	104,72	98,31

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.4.4 Oferta Neta Anual

El área aferente Río Humea presenta una oferta total de 275,42 m³/s, como se detalla en la **Tabla 4.1-18**. El caudal ambiental, necesario para mantener los ecosistemas acuáticos y asegurar su funcionamiento adecuado, es de 1240,84 m³/s. La oferta neta, que resulta de la diferencia entre la oferta total y el caudal ambiental, es de 134,57 m³/s, lo que indica la cantidad de agua disponible para otros usos después de satisfacer las necesidades ecológicas.

Tabla 4.1-18 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Humea (3528010104) en m³/s

Área aferente	Oferta Total	Caudal Ambiental	Oferta Neta
Rio Humea	275,42	140,84	134,57

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.4.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-51** se presentan los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Rio Humea (3528010104). Los datos sugieren que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con valores de hasta +0,70 y rezagos de -4 y -5. Por otro lado, las correlaciones inversas más significativas son de -0,69, presentándose con rezagos de +1.

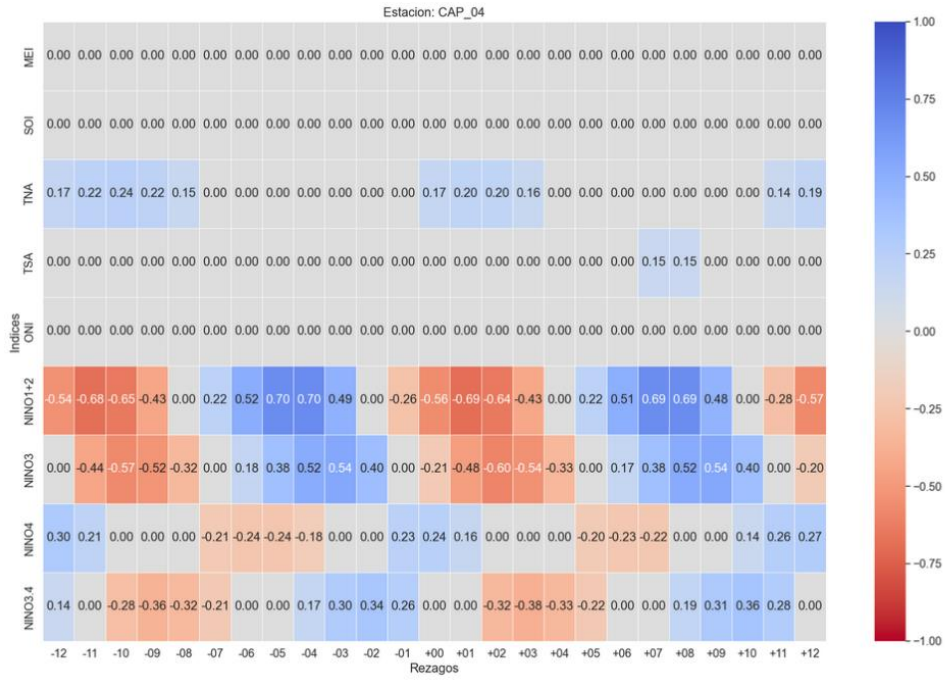


Figura 4.1-51 Teleconexiones del área aferente Río Humea (3528010104)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.4.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_04

El análisis multitemporal de la franja de captación CAP_04 revela que, para el año 2000, el cauce del río se encontraba en el costado opuesto al lugar donde actualmente se proyecta la franja de captación como se logra observar en la **Figura 4.1-52**. Las imágenes utilizadas en este análisis fueron identificadas mediante el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI), calculado con la fórmula NDFI = (RED - NIR) / (RED + NIR), donde la banda roja (RED) y el infrarrojo cercano (NIR) permiten observar con precisión los cambios en la lámina de agua y las superficies terrestres. En las imágenes obtenidas, las áreas cubiertas por agua se visualizan en tonos azules, mientras que las zonas de terreno o vegetación aparecen en colores amarillos y rojos.

Durante el periodo comprendido entre 2010 y 2021, se observa que el cauce del río se ha desplazado hacia el área donde se encuentra ubicada la franja de captación, identificada con una línea roja. Este comportamiento sugiere que, aunque el cauce ha permanecido en el mismo margen aproximadamente desde 2010, el comportamiento del río Humea es variable. Sin embargo, por el momento, se sugiere que la ubicación propuesta para esta franja es adecuada.

Los ríos en el departamento del Meta, incluido este afluente, exhiben dinámicas significativas entre las épocas de mayor y menor lluvia. Durante las temporadas de lluvias intensas, los caudales aumentan considerablemente, lo que incrementa el riesgo de desbordamientos e inundaciones, especialmente en áreas cercanas a los meandros, donde la sinuosidad del cauce puede causar

acumulación de sedimentos y cambios abruptos en el flujo del agua. En contraste, en épocas de menor precipitación, los niveles de agua disminuyen, lo que puede llevar a una mayor sedimentación y posibles cambios en el curso del río. Por ello, aunque actualmente se considera que la franja de captación propuesta es adecuada, es esencial monitorear continuamente el comportamiento del cauce para asegurar su estabilidad a largo plazo.

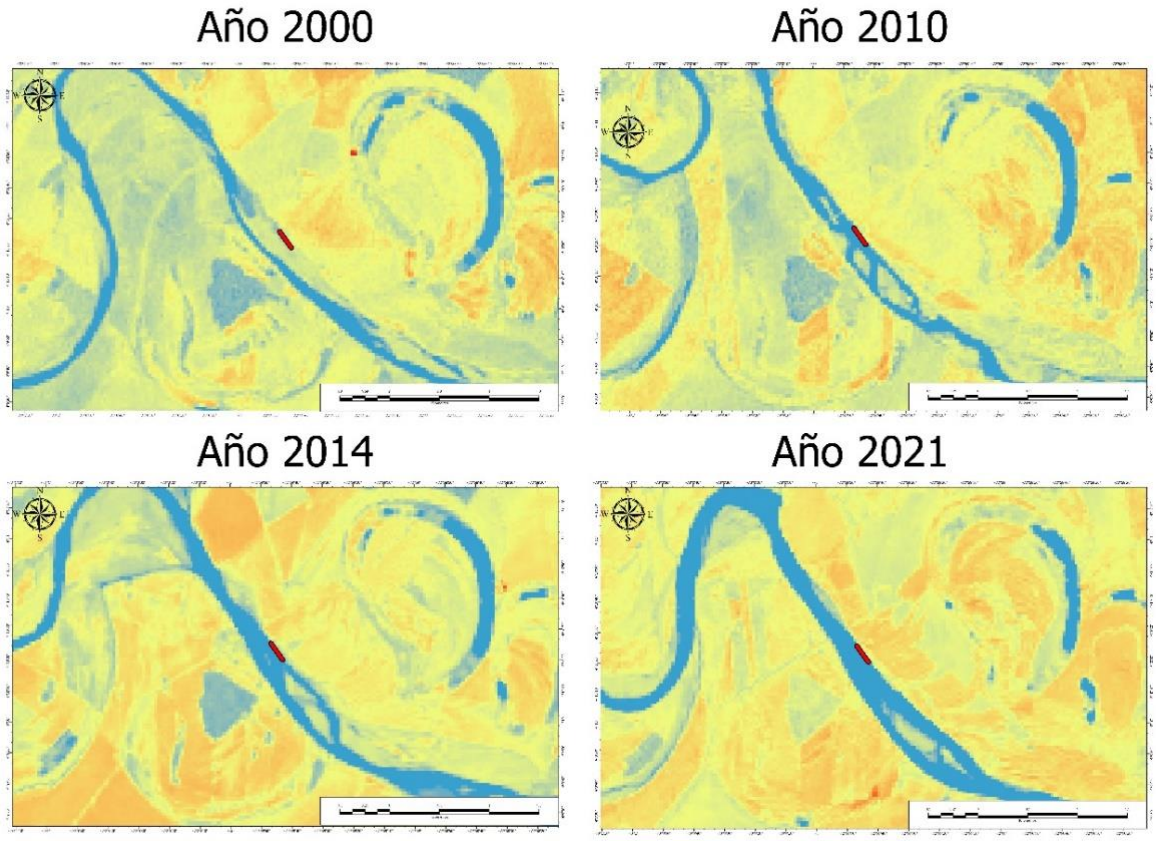


Figura 4.1-52 Análisis multitemporal franja de captación CAP_04 sobre el Rio Humea para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.5 Análisis hidrológico CAP_05

4.1.3.5.1 Morfometría

El área aferente Caño Boral (3527010501) tiene una extensión de 60,30 km² (ver **Figura 4.1-53**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 1,49, lo que sugiere una forma oval redonda a oval oblonga. El coeficiente de sinuosidad es de 1,32, lo cual indica un cauce transicional. El factor de forma es de 0,37, indicando una área aferente ni alargada ni achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos, en conjunto, describen un área aferente con una densidad de drenajes de 1,12 km/km², lo cual indica una tendencia media de escorrentía.

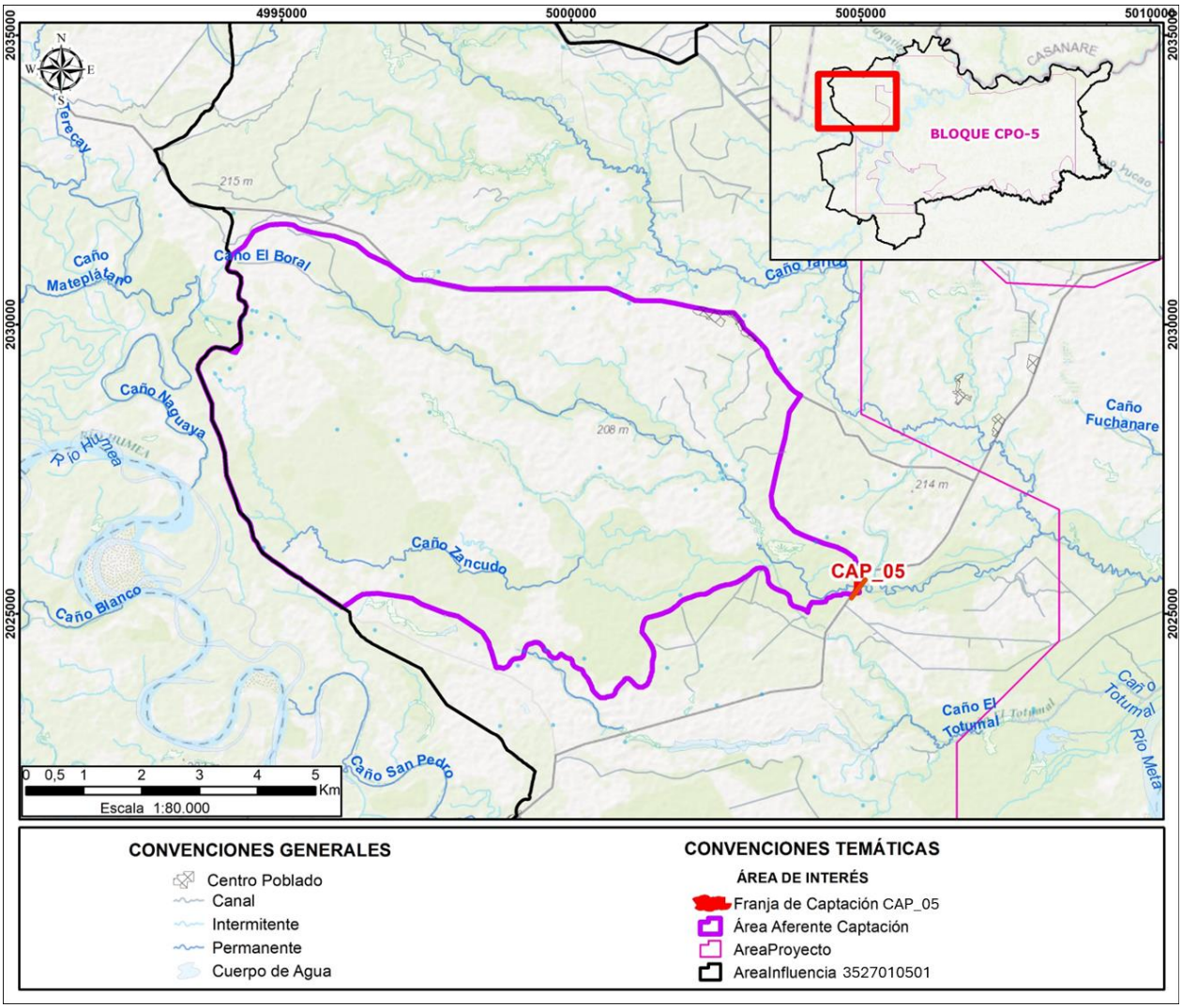


Figura 4.1-53 Área aferente a la franja de captación CAP_05 sobre el caño El Boral (3527010501)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-19 Morfometría del área aferente Caño Boral (3527010501)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_05 3527010501	Descripción
Área	A	(km2)	60,30	Pequeña
Perímetro	P	(km)	41,10	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	179,00	
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	213,00	
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	192,91	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	16,08	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	12,13	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	67,85	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_05 3527010501	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	12,76	
Ancho de la AF	B	(Km)	6,17	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	4,64	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	4,35	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	1,49	Oval redonda a oval oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	1,33	Transicional
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,37	Ni alargada. Ni achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	1,13	Moderada/Tendencia media de escorrentía
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	0,21	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,08	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	0,27	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	0,05	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,29	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	0,18	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La **Figura 4.1-54** muestra la curva hipsométrica del área aferente Caño Boral (3527010501), que refleja una distribución equilibrada de altitudes. La presencia notable de áreas intermedias sugiere que el área aferente se encuentra en una fase de madurez, con un balance relativo entre los procesos de erosión y sedimentación.

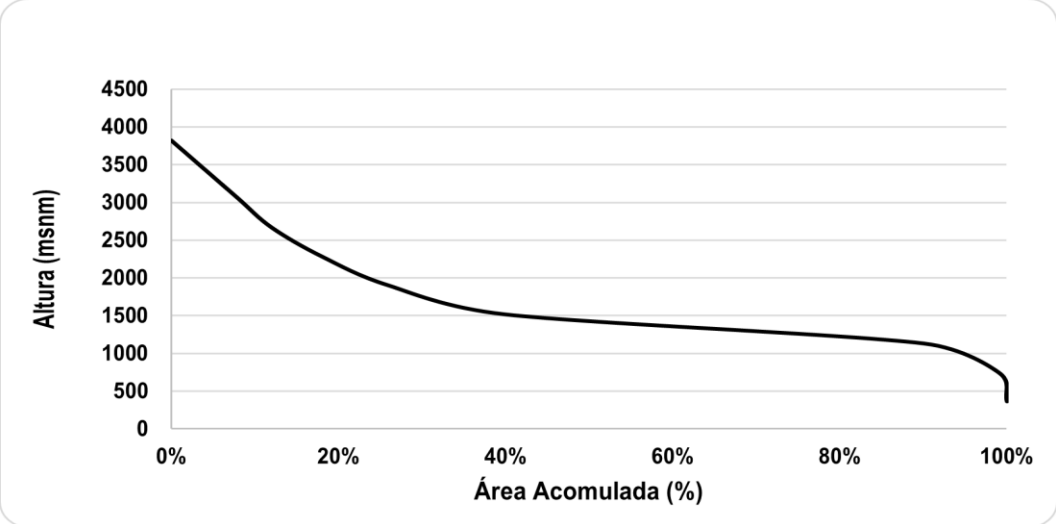


Figura 4.1-54 Curva Hipsométrica del área aferente Caño Boral (3527010501)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.5.2 Régimen Hidrológico

La ficha resumen de esta área aferente se presenta en la **Figura 4.1-55**, donde se puede observar el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en función de la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente corresponde al Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 0,219 m^3/s. Este representa la condición que persiste la mayoría del tiempo, es decir el caudal mínimo que puede tener la fuente hídrica sin tener en cuenta condiciones normales o eventos máximos, se usa para asegurar que la fuente en todo el año hidrológico va a tener condiciones adecuadas de suministro, en este caso el caudal es mucho mayor al solicitado en la franja de captación.

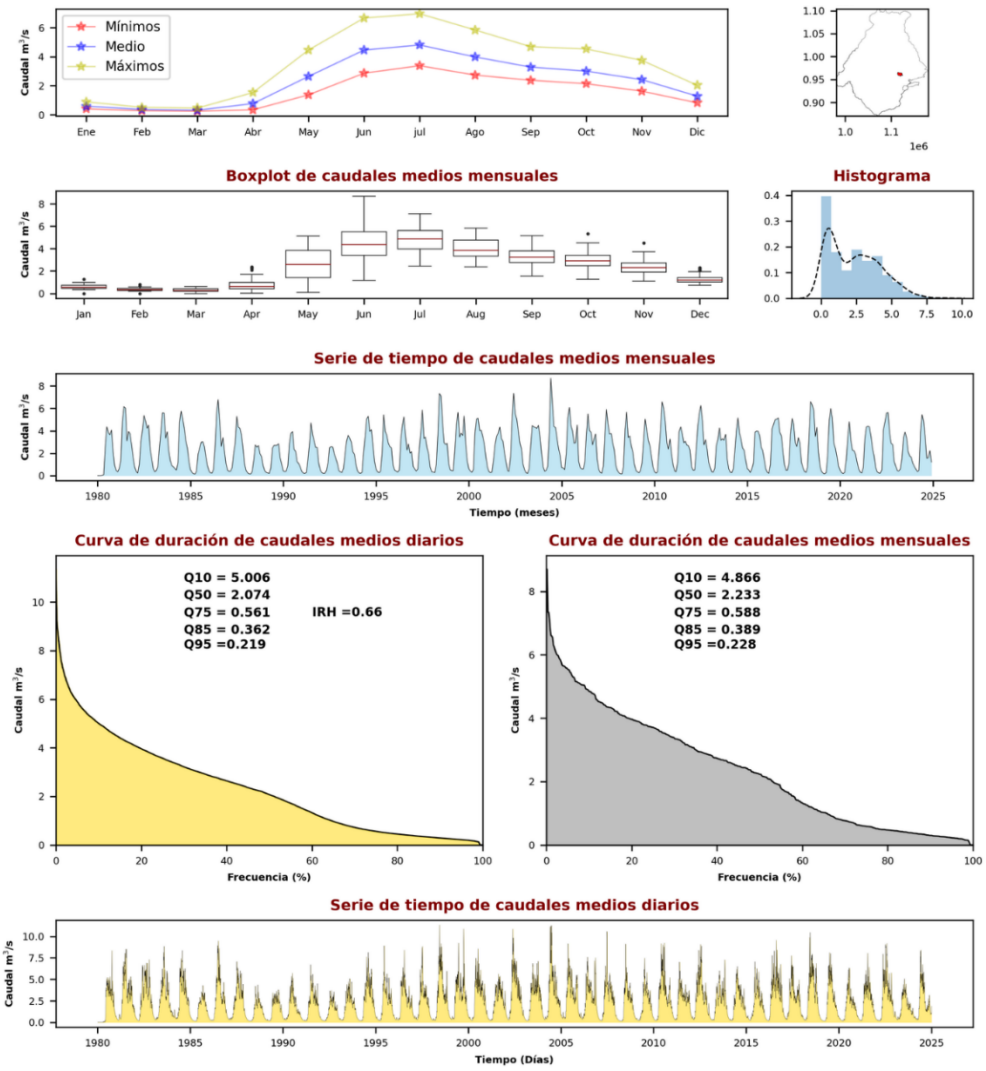


Figura 4.1-55 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Caño Boral (3527010501) – Franja CAP_05

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.5.3 Periodos de retorno (Tr)

Para el área aferente Caño Boral (3527010501), los caudales mínimos son significativamente más bajos en comparación con las otras áreas aferentes. Como se relaciona en la **Tabla 4.1-20** con un periodo de retorno de 2 años, el caudal es de 1,51 m^3/s, disminuyendo a 1,15 m^3/s en 5 años, 0,97 m^3/s en 10 años, 0,90 m^3/s en 15 años, y 0,83 m^3/s en 20 años.

Tabla 4.1-20 Caudales mínimos en el área aferente Caño Boral (3527010501) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3527010501	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	1,51	1,15	0,97	0,90	0,83

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.5.4 Oferta Neta Anual

El área aferente Caño Boral (3527010501) muestra una oferta total de 2,33 m^3/s, según los datos de la **Tabla 4.1-21** el caudal ambiental se fija en 1,15 m^3/s, y la oferta neta, resultado de restar el caudal ambiental de la oferta total, es de 1,18 m^3/s. Esta cifra representa la disponibilidad de agua para usos adicionales después de garantizar el caudal necesario para el ambiente.

Tabla 4.1-21 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Caño Boral (3527010501)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3527010501	2,33	1,15	1,18

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.5.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-56** se pueden ver los resultados de los caudales mínimos para el área aferente Caño Boral (3527010501). Los datos revelan que las correlaciones directas más altas están en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,75 y rezagos de -5. Las correlaciones inversas más notables son de -0,70, con rezagos de +1 y -11.

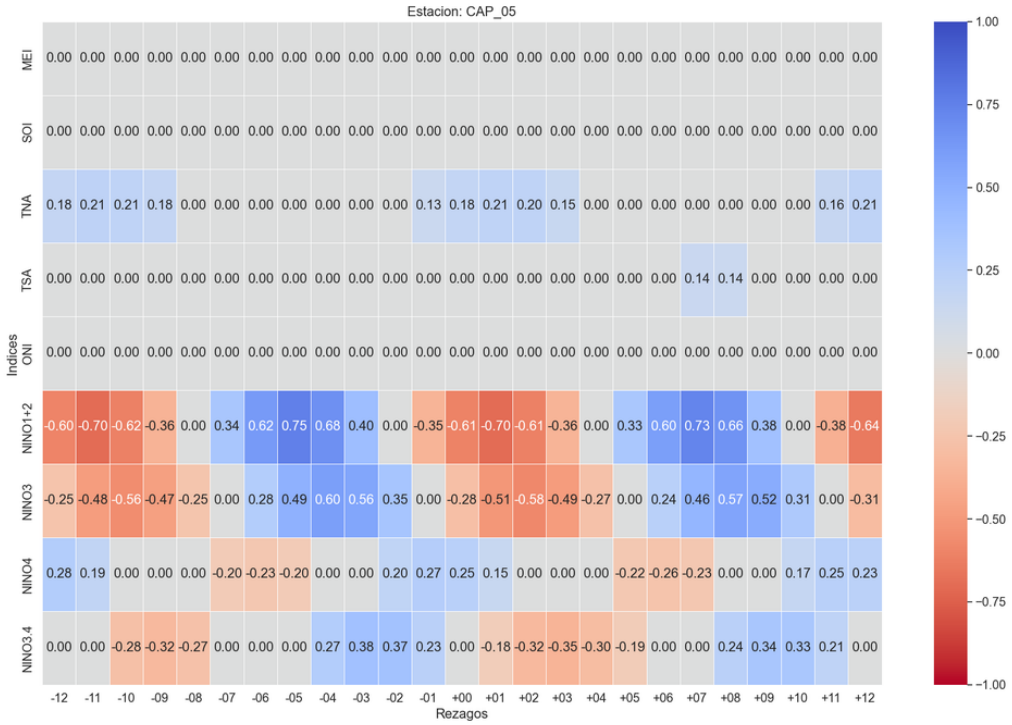


Figura 4.1-56 Teleconexiones del área aferente Caño Boral (3527010501)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.5.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_05

El análisis multitemporal de la franja de captación CAP_05 no muestra una variabilidad significativa en el comportamiento del cauce, considerando que se trata de un drenaje sencillo, como se observa en la **Figura 4.1-57** la franja CAP_05 corresponde a la línea roja y los drenajes sencillos se caracterizan por la línea azul. Este drenaje se caracteriza por su estabilidad, lo que sugiere que la ubicación de la franja de captación sobre el caño Boral es adecuada y no está sujeta a riesgos importantes de desplazamiento o erosión.

Para llevar a cabo la identificación del cauce, se utilizó el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI), que permite distinguir las áreas cubiertas por agua en imágenes satelitales. Sin embargo, la correcta identificación en esta zona se ve dificultada debido a la presencia de un denso manto arbóreo que cubre el cauce. En las imágenes, las áreas de agua se representan en tonos azules, mientras que las zonas de terreno o vegetación aparecen en colores amarillos y rojos. Esta vegetación puede enmascarar la visibilidad del cauce, lo que limita la precisión de los datos obtenidos.

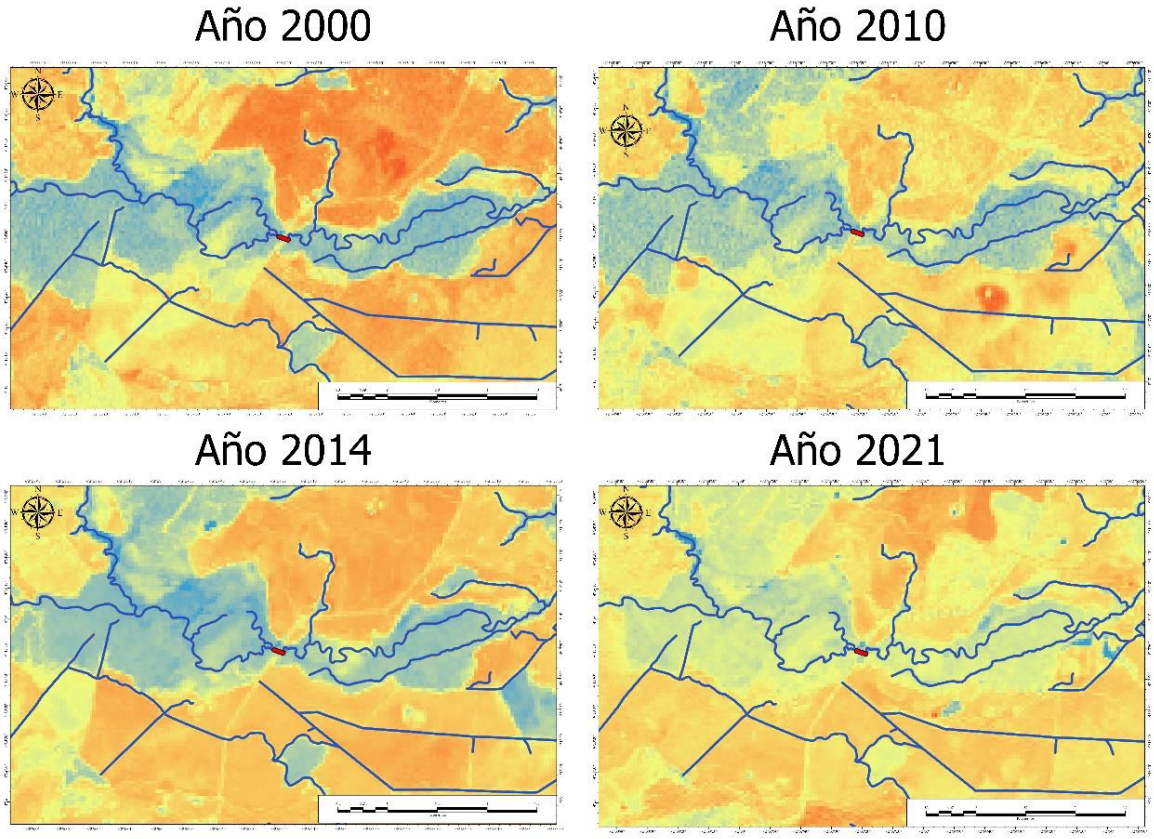


Figura 4.1-57 Análisis multitemporal franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.6 Análisis hidrológico CAP_06

4.1.3.6.1 Morfometría

El área aferente Caño Yarico (3527010402) tiene una extensión de 90,13 km² (ver **Figura 4.1-58**). Su índice de compacidad de Gravelius es de 1,97, indicando una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 1,57 sugiere un cauce regular, mientras que el factor de forma de 0,16 sugiere un área aferente muy alargada. Estos parámetros geométricos y morfológicos combinados describen una AF con una densidad de drenajes de 2,31 km/km², lo cual indica una alta tendencia a fluir y a las inundaciones.

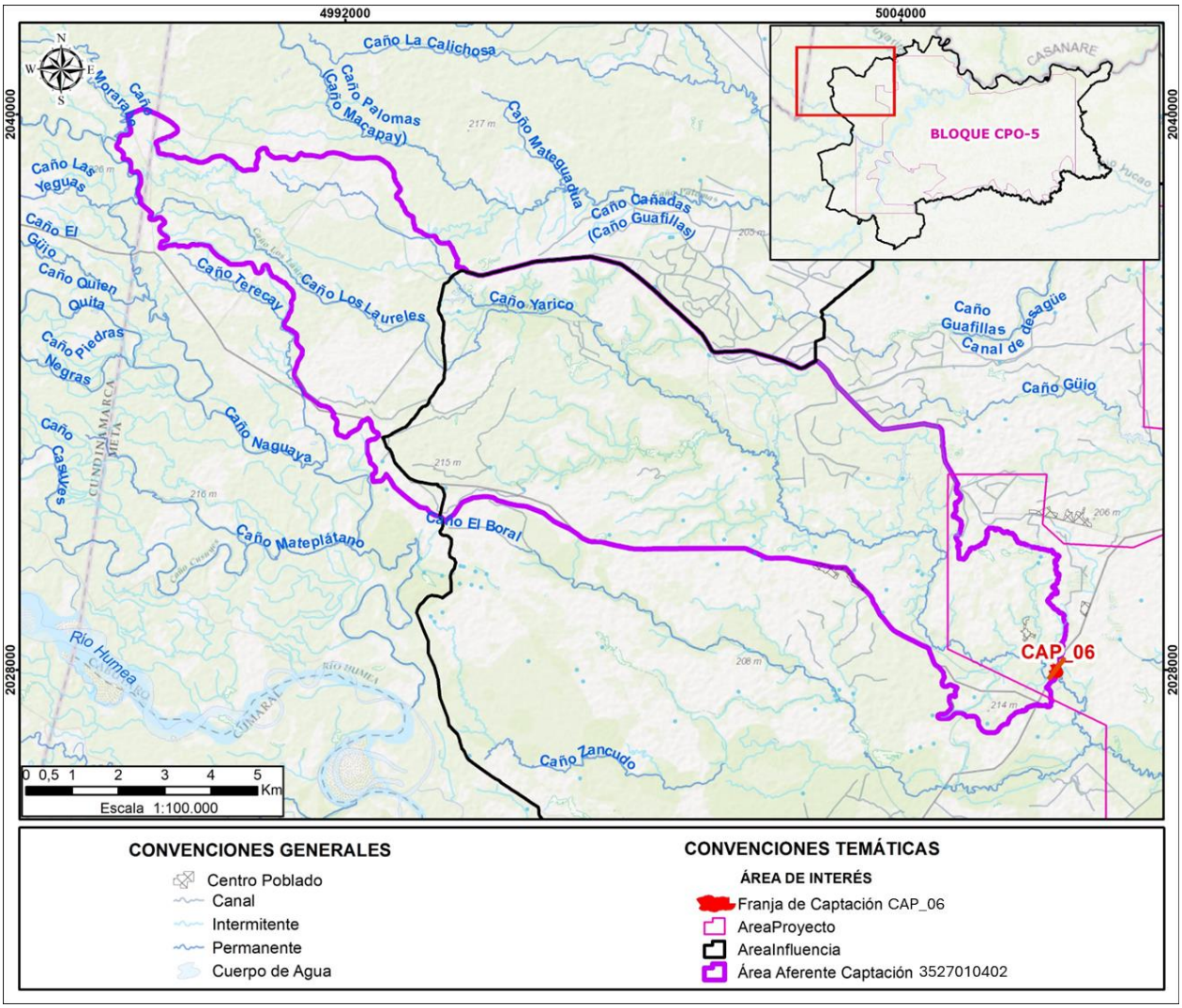


Figura 4.1-58 Área aferente a la franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico (3527010402)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-22 Morfometría del área aferente Caño Yarico (3527010402)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_06 3527010402	Descripción
Área	A	(km2)	90,13	Pequeña
Perímetro	P	(km)	66,45	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	180,00	
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	221,00	
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	197,00	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	35,89	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	22,85	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	208,26	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_06 3527010402	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	23,64	
Ancho de la AF	B	(Km)	4,28	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	4,58	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	4,77	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	1,97	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	1,57	Regular
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,16	Muy alargada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	2,31	Alta/Alta tendencia a fluir y a las inundaciones
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	0,45	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,14	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	0,46	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	0,18	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,34	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	0,31	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

En la **Figura 4.1-59**, la curva hipsométrica del área aferente Caño Yarico (3527010402) indica una distribución de altitudes que sugiere un estado de equilibrio. Las áreas intermedias predominan, lo que refleja un equilibrio entre la erosión y la sedimentación a lo largo del tiempo.

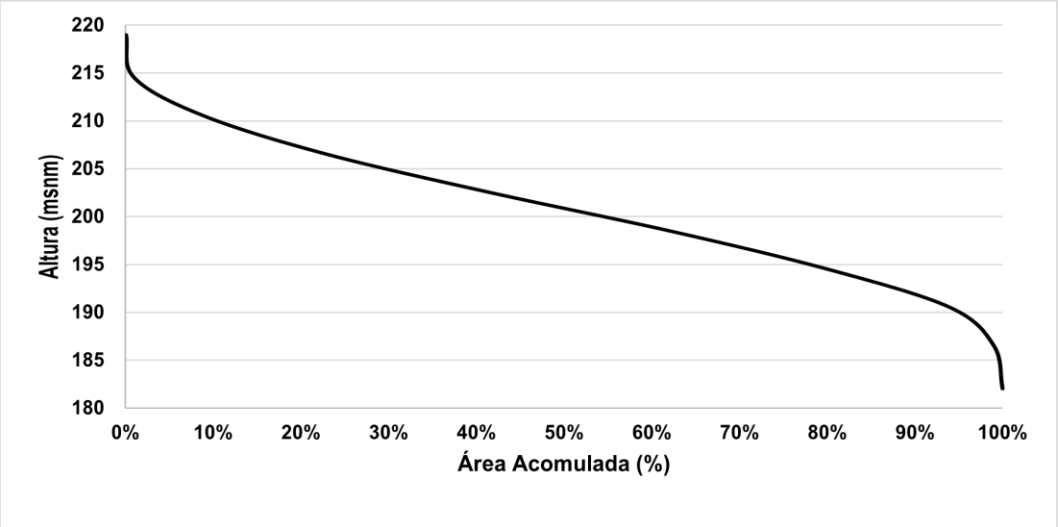


Figura 4.1-59 Curva Hipsométrica del área aferente Caño Yarico (3527010402)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.6.2 Régimen Hidrológico

En la **Figura 4.1-60** se puede ver la ficha resumen para esta área aferente, mostrando el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en comparación con la curva de duración de caudales. El Q95 de caudales medios diarios es de 0,359 m³/s. Este representa la condición que persiste la mayoría del tiempo, es decir el caudal mínimo que puede tener la fuente hídrica sin tener en cuenta condiciones normales o eventos máximos, se usa para asegurar que la fuente en todo el año hidrológico va a tener condiciones adecuadas de suministro, en este caso el caudal es mucho mayor al solicitado en la franja de captación.

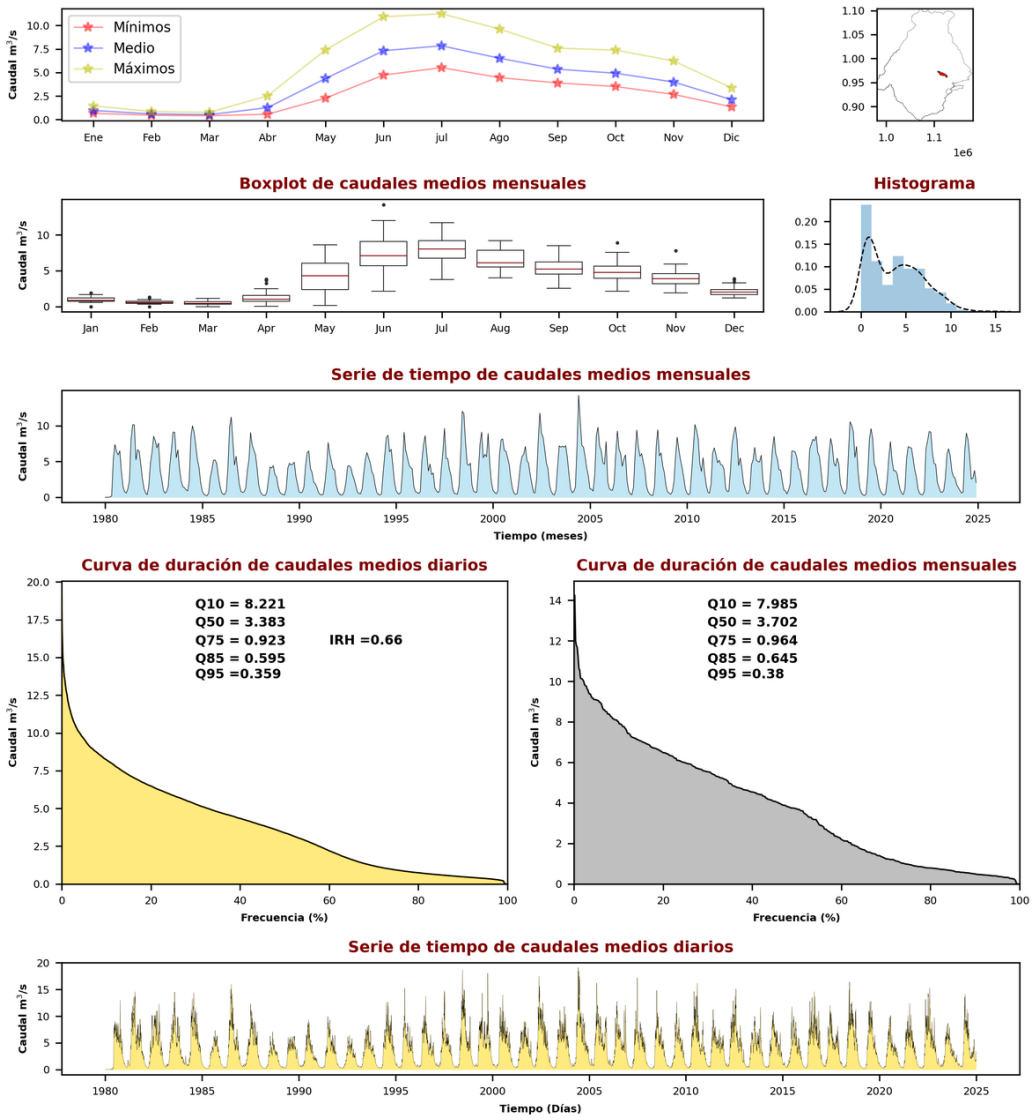


Figura 4.1-60 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Caño Yarico (3527010402) – Franja CAP_06

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.6.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Caño Yarico (3527010402), como lo indica la **Tabla 4.1-23** se observan caudales mínimos con una disminución constante al aumentar el periodo de retorno. Los valores son 2,48 m^3/s para un retorno de 2 años, 1,88 m^3/s en 5 años, 1,59 m^3/s en 10 años, 1,47 m^3/s en 15 años, y 1,37 m^3/s en 20 años.

Tabla 4.1-23 Caudales mínimos en el área aferente Caño Yarico (3527010402) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3527010402	Tr (años)				
	2	**5**	**10**	**15**	**20**
	2,48	1,88	1,59	1,47	1,37

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.6.4 Oferta Neta Anual

En el área aferente Caño Yarico (3527010402), la oferta total de agua es de 3,81 m^3/s, como se detalla en la **Tabla 4.1-24** con un caudal ambiental de 1,89 m^3/s, la oferta neta, que es la resta de la oferta total menos el caudal ambiental, es de 1,93 m^3/s. Esto indica la cantidad de agua disponible para otros usos una vez cubiertas las necesidades ecológicas.

Tabla 4.1-24 Cálculo de la Oferta Neta área aferente Caño Yarico (3527010402)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3527010402	3,81	1,89	1,93

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.6.5 Teleconexiones

La **Figura 4.1-61** muestra los resultados de los caudales mínimos en el área aferente Caño Yarico (35270301). Los datos indican que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con valores de +0,75 y rezagos de -5. Por otro lado, las correlaciones inversas más significativas son de -0,70, presentándose con rezagos de +1.

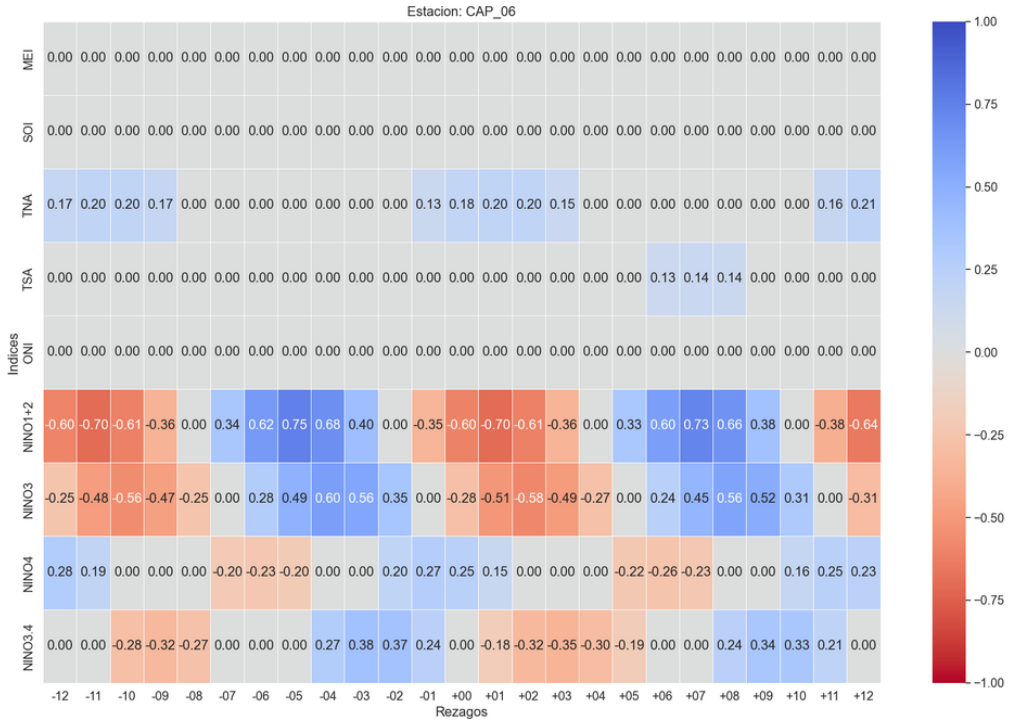


Figura 4.1-61 Teleconexiones del área aferente Caño Yarico (3527010402)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.6.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_06

El análisis multitemporal de la franja de captación CAP_06 sugiere que hay una notable estabilidad en el comportamiento del cauce, dado que se trata de un drenaje sencillo, como se aprecia en la **Figura 4.1-62** donde la franja CAP_06 sobre el caño Yarico está representada por una línea roja y los drenajes sencillos por líneas azules. La ausencia de variabilidad significativa en el cauce indica que la ubicación de la franja de captación es adecuada y confiable.

Este drenaje se caracteriza por su naturaleza estable, lo que sugiere la idea de que la franja de captación no enfrenta riesgos importantes de desplazamiento o erosión. El índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI) se utilizó para evaluar las condiciones del cauce. La metodología para el cálculo del NDFI es la misma que se menciona en las franjas de captación anteriores

Aunque la presencia de vegetación densa en la zona puede limitar la visibilidad y la identificación precisa de las características del cauce, la estabilidad general del sistema hídrico sigue siendo un buen indicativo de la efectividad de la captación en su ubicación actual. Esto sugiere que la franja de captación CAP_06 se sitúa en un entorno seguro, con un comportamiento fluvial predecible y adecuado para la gestión de los recursos hídricos. La combinación de un drenaje sencillo y la estabilidad observada sugiere la efectividad de esta franja de captación para asegurar un suministro adecuado de agua.

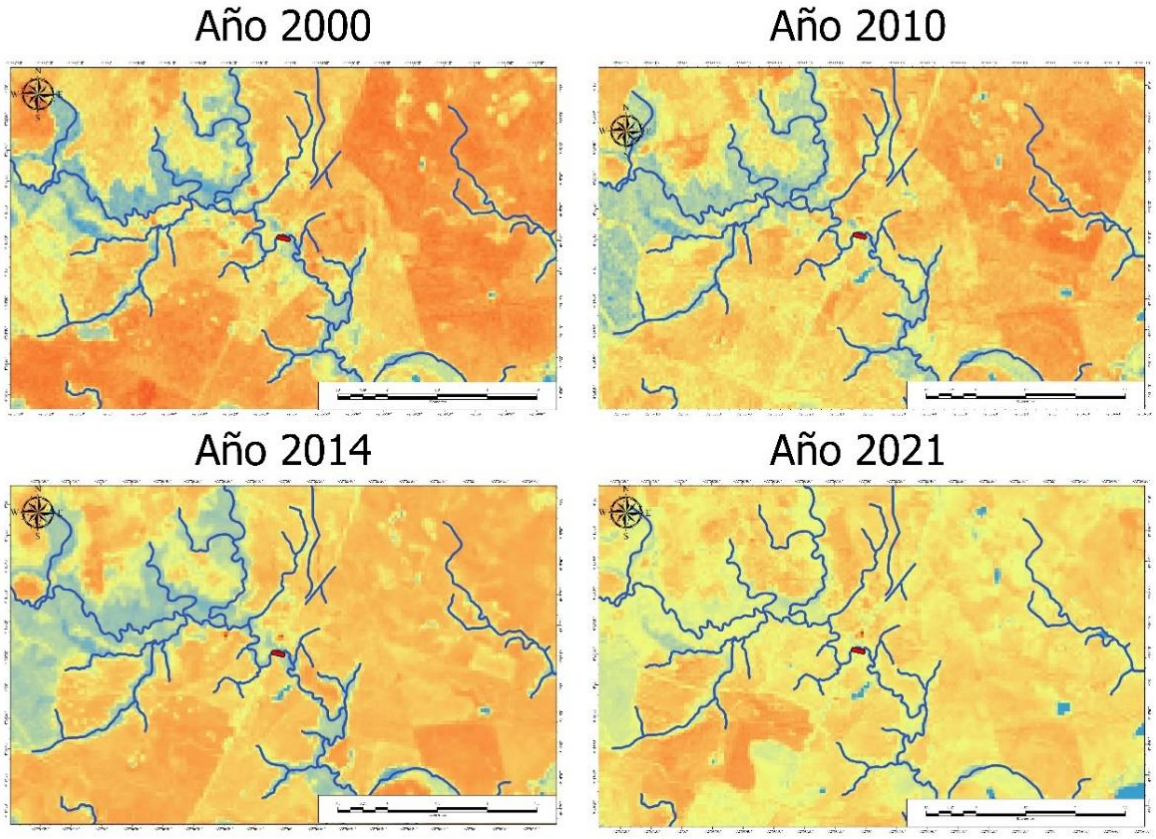


Figura 4.1-62 Análisis multitemporal franja de captación CAP_06 sobre el caño Yarico para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.7 Análisis hidrológico CAP_07

4.1.3.7.1 Morfometría

El área aferente Rio Cabuyarito (3528010105) cuenta con una extensión de 902,92 km² (ver **Figura 4.1-63**). Exhibe un índice de compacidad de Gravelius de 1,52, revelando una forma oval oblonga a rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 2,37 indica un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,41 sugiere una área aferente ni alargada ni achatada. En conjunto, estos parámetros describen una AF con una densidad de drenajes de 1,62 km/km², indicando una tendencia media de escorrentía.

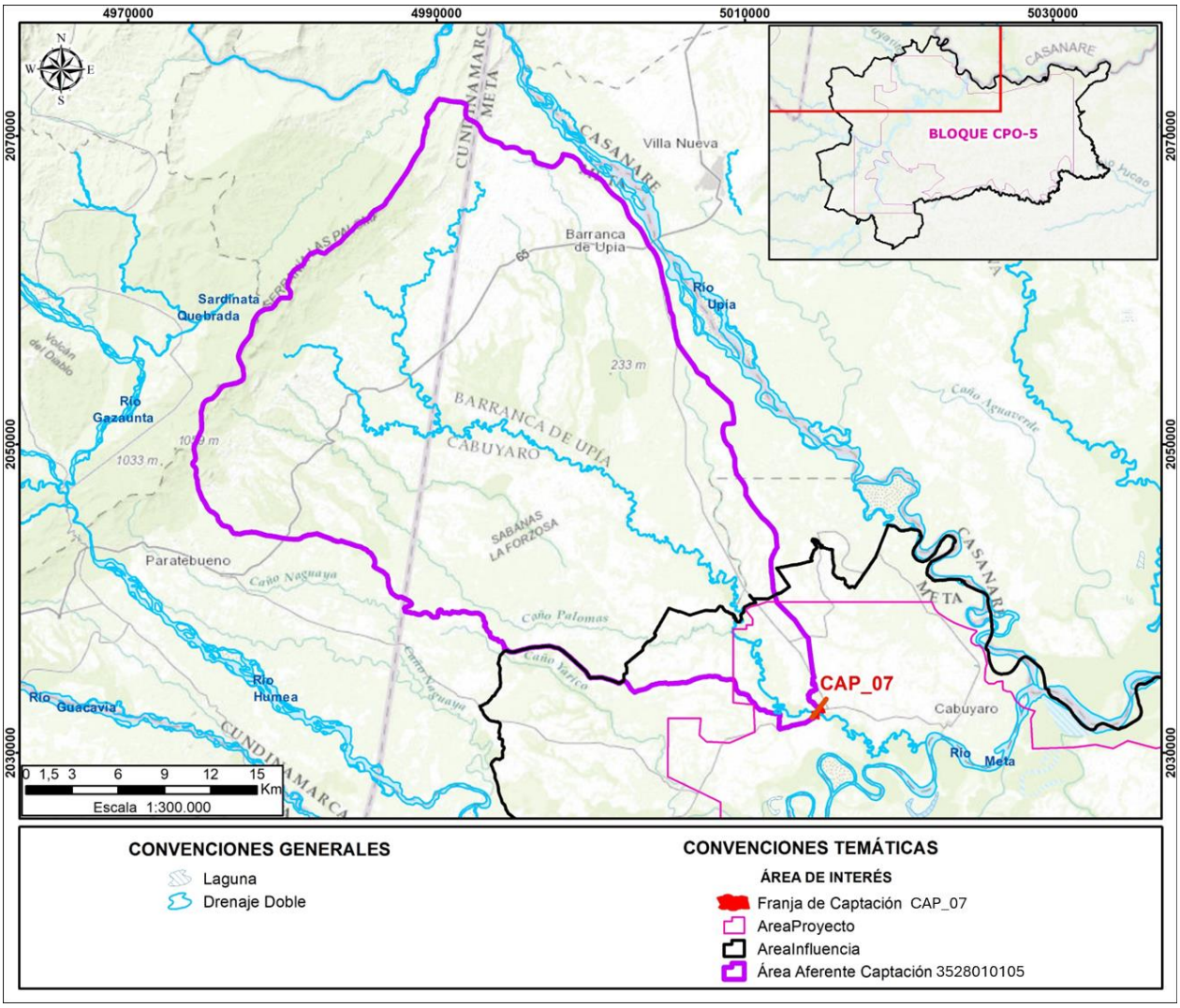


Figura 4.1-63 Área aferente a la franja de captación CAP_07 sobre el rio Cabuyarito (3528010105)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-25 Morfometría del área aferente Río Cabuyarito (3528010105)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_07 3528010105	Descripción
Área	A	(km2)	902,92	Intermedia – Grande
Perímetro	P	(km)	161,90	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	174,00	
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	1.018,00	
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	262,66	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	109,49	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	46,17	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	1.465,58	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_07 3528010105	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	47,17	
Ancho de la AF	B	(Km)	22,55	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	7,97	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	6,86	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	1,52	Oval oblonga a rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	2,37	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,41	Ni alargada. Ni achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	1,62	Moderada/Tendencia media de escorrentía
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	1,01	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,37	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	0,89	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	0,90	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,37	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	0,71	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La **Figura 4.1-64** presenta la curva hipsométrica del área aferente Río Cabuyarito (3528010105), que muestra una forma balanceada con una significativa proporción de altitudes intermedias. Esto sugiere que el área aferente está en una fase de madurez, caracterizada por un equilibrio entre los procesos de erosión y sedimentación.

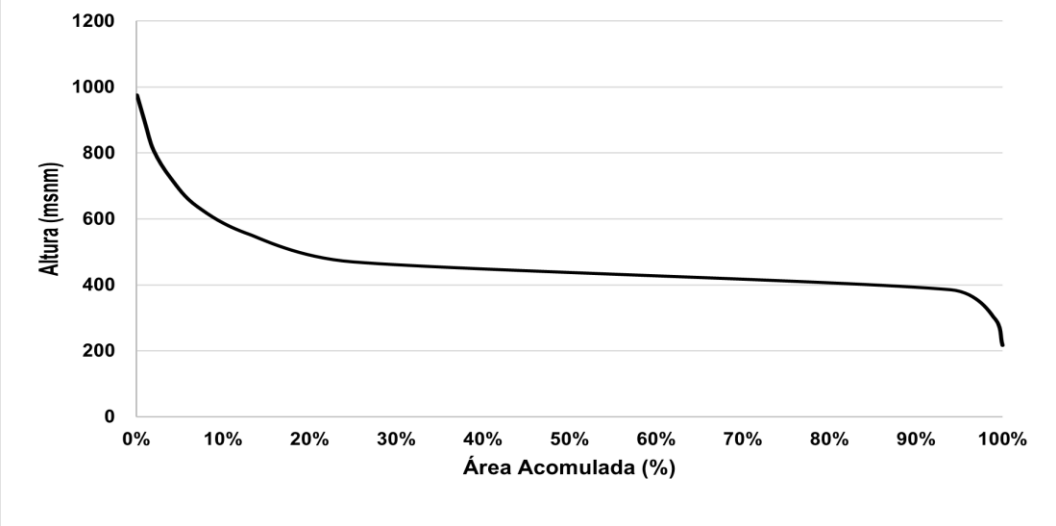


Figura 4.1-64 Curva Hipsométrica del área aferente Río Cabuyarito (3528010105)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.7.2 Régimen Hidrológico

La ficha resumen para esta área aferente se encuentra en la **Figura 4.1-65**, donde se observa el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en relación con la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente es el Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 3,478 m³/s.

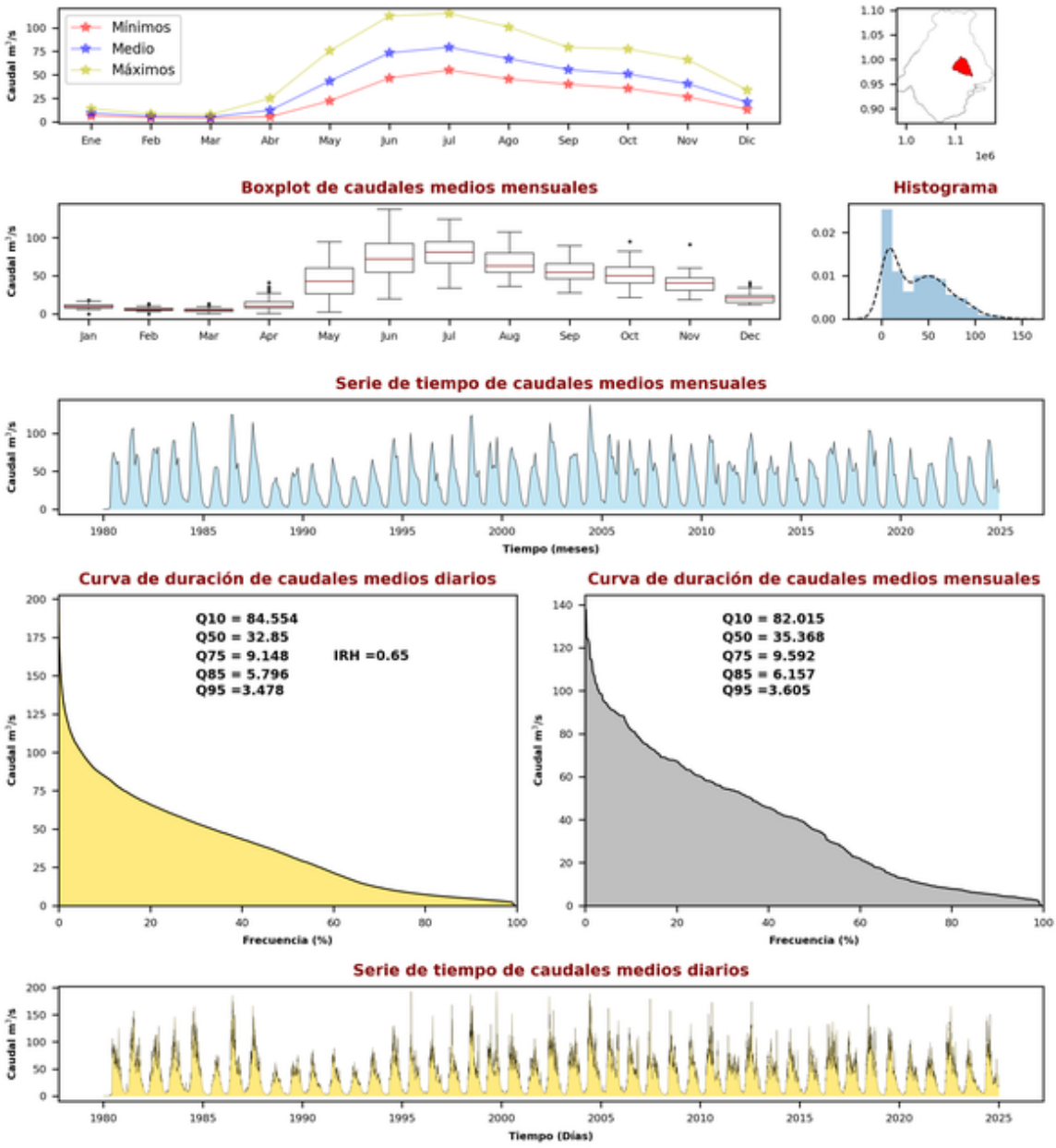


Figura 4.1-65 Régimen Hidrológico del área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.7.3 Periodos de retorno (Tr)

Los caudales mínimos en el área aferente Rio Cabuyarito (3528010105) también muestran una disminución con el incremento del periodo de retorno. En la **Tabla 4.1-26** se relacionan los valores son 24,84 m^3/s para un retorno de 2 años, 18,36 m^3/s en 5 años, 15,23 m^3/s en 10 años, 13,89 m^3/s en 15 años, y 12,75 m^3/s en 20 años. Esta tendencia destaca la variabilidad hidrológica del área aferente con el tiempo.

Tabla 4.1-26 Caudales mínimos en el área aferente Rio Cabuyarito (3528010105) en m3/s para distintos periodos de retorno

3528010105	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	24,84	18,36	15,23	13,89	12,75

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.7.4 Oferta Neta Anual

El área aferente Río Cabuyarito (3528010105) presenta una oferta total de 38,67 m^3/s, según los datos de la **Tabla 4.1-27** el caudal ambiental es de 17,83 m^3/s, resultando en una oferta neta de 20,83 m^3/s, obtenida al restar el caudal ambiental de la oferta total. Esta cifra refleja la cantidad de agua disponible para otros propósitos después de asegurar el caudal ambiental.

Tabla 4.1-27 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Cabuyarito (3528010105)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010105	38,67	17,83	20,83

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.7.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-66** se presentan los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Río Cabuyarito (3528010105). Los datos sugieren que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,75 y rezagos de -5. Las correlaciones inversas más notables son de -0,69, con rezagos de +1 y -11.

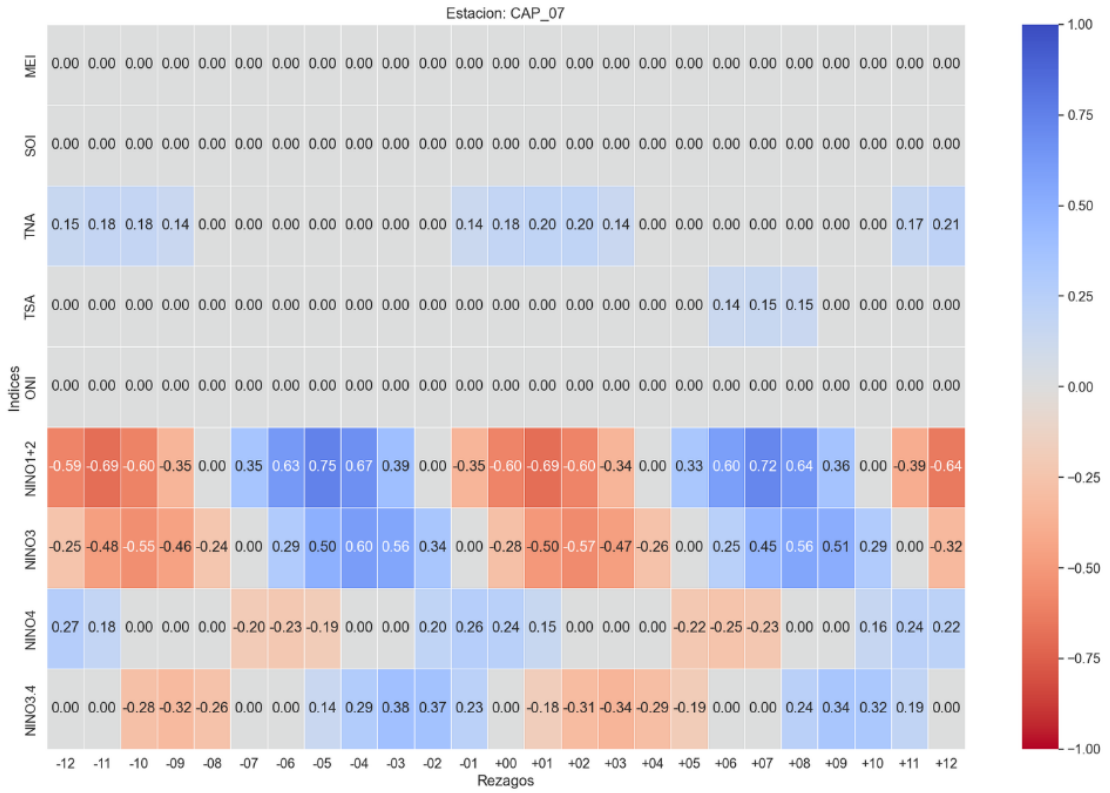


Figura 4.1-66 Teleconexiones del área aferente Río Cabuyarito (3528010105)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.7.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_07

La franja de captación CAP_07 se sitúa en un entorno favorable, ya que el análisis multitemporal revela una notable estabilidad en el comportamiento del cauce del río Cabuyarito. Como se observa claramente en la **Figura 4.1-67** la franja de captación CAP_07 se identifica como una línea de color rojo, el cauce se identifica sin interferencias de vegetación, lo que permite una visualización precisa de su forma y dinámica. Esta estabilidad indica que no hay riesgos significativos de cambio en la dinámica del cauce, lo que sugiere que la ubicación de la franja de captación es adecuada. Para evaluar las características del cauce, se utilizó el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI). La metodología del NDFI se alude en el análisis multitemporal de franjas de captación ya mencionadas.

El análisis de la sinuosidad del cauce también revela que este presenta un patrón de flujo relativamente estable, con curvas moderadas que permiten un buen manejo del sedimento y reducen el riesgo de erosión en las orillas. Esta forma sinuosa del río ayuda a mantener un equilibrio hidrológico, favoreciendo la recarga de acuíferos adyacentes y proporcionando un hábitat adecuado para la biodiversidad acuática.

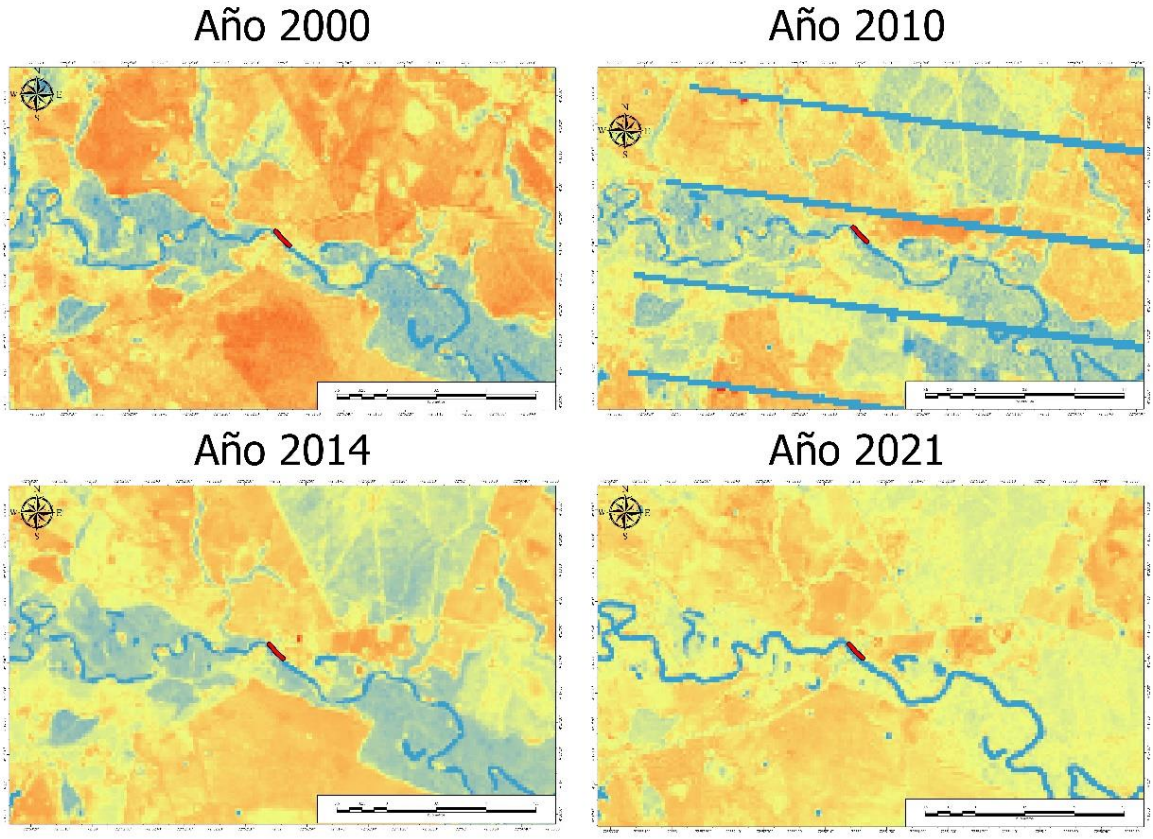


Figura 4.1-67 Análisis multitemporal franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.8 Análisis hidrológico CAP_08

4.1.3.8.1 Morfometría

El área aferente Rio Meta (3528010106) se extiende por 1.4705,22 km² (ver **Figura 4.1-68**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 2,15, sugiriendo una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 3,23 siguiere un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,57 sugiere un área aferente ligeramente achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos, en conjunto, describen una AF con una densidad de drenajes de 4,01 km/km², lo cual indica una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

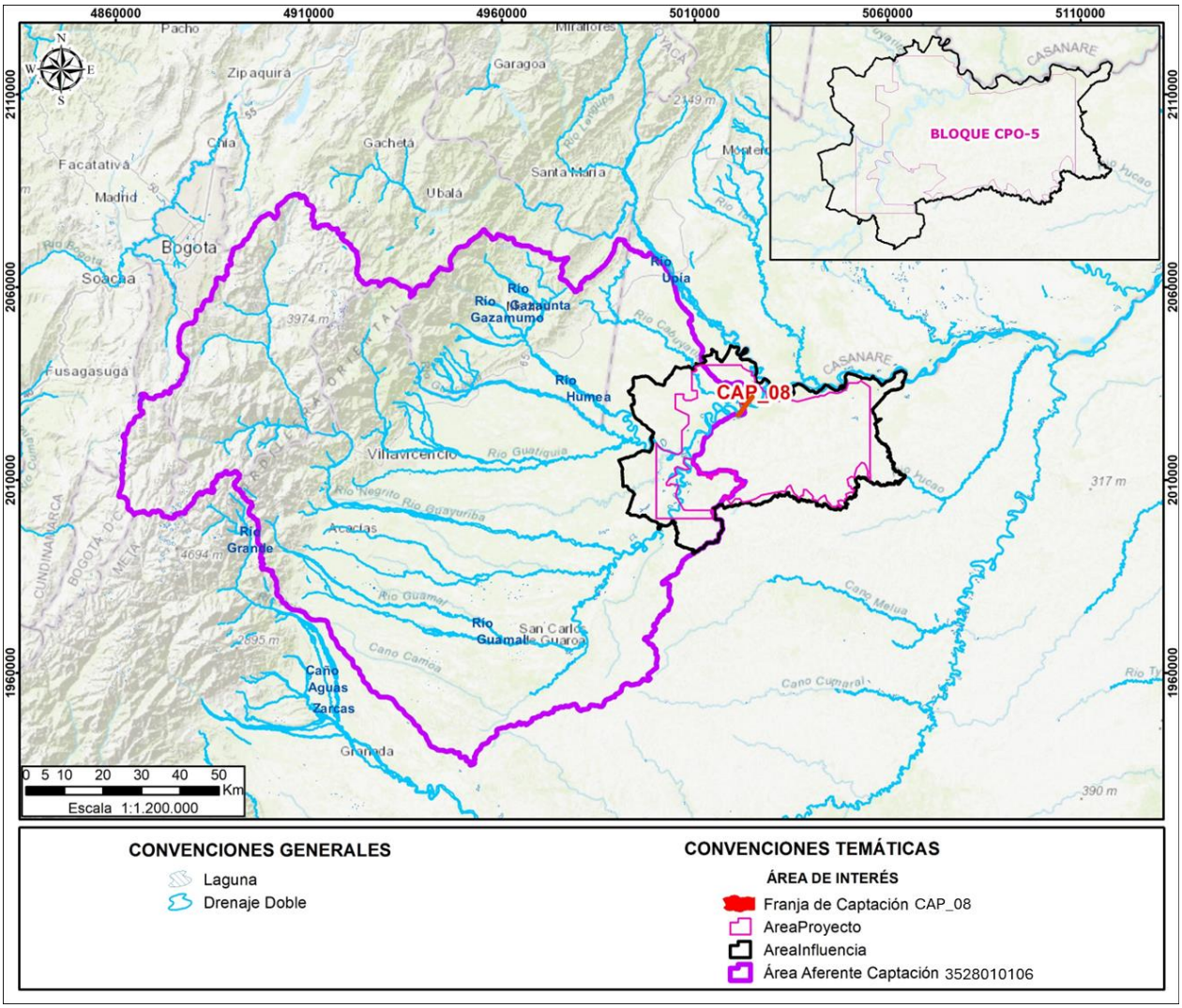


Figura 4.1-68 Área aferente a la franja de captación CAP_08 sobre el rio Meta (3528010106)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-28 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010106)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_08 3528010106	DESCRIPCION
Área	A	(km2)	14.705,22	Muy grande
Perímetro	P	(km)	926,16	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	163,00	
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	984,13	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	418,83	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	129,51	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	58.958,19	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_08 3528010106	DESCRIPCION
Longitud AF	L	(Km)	160,78	
Ancho de la AF	B	(Km)	150,44	
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	19,64	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	9,52	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,15	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	3,23	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,57	Ligeramente achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	4,01	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,73	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,74	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	2,02	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	3,48	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,45	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	1,88	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La curva hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010106), reflejada en la **Figura 4.1-69**, indica una fase de vejez. La predominancia de áreas de baja altitud sugiere que el área aferente ha sido sometida a una extensa erosión, resultando en una topografía suavizada y nivelada.

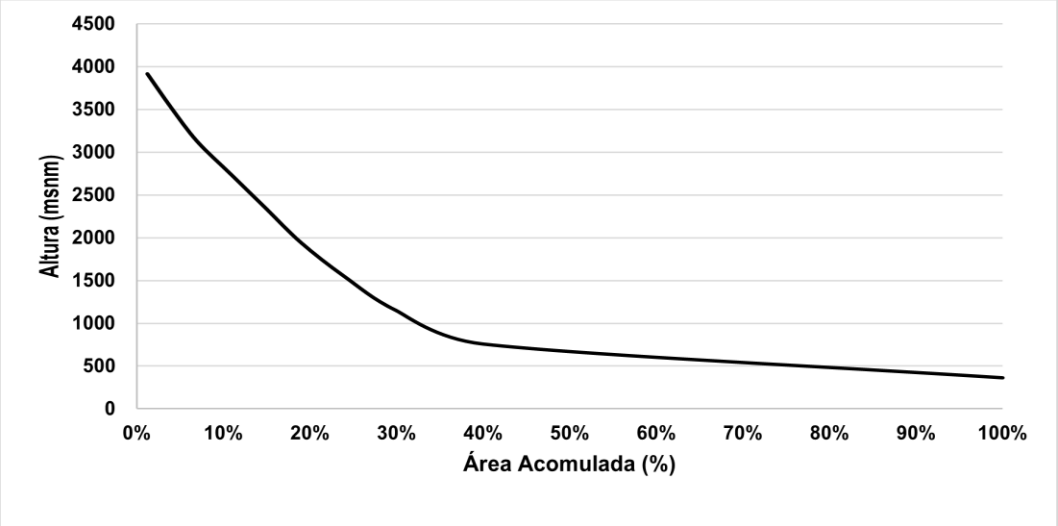


Figura 4.1-69 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010106)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.8.2 Régimen hidrológico

En la **Figura 4.1-70** se presenta la ficha resumen del área aferente Río Meta (3528010106), evidenciando el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales frente a la curva de duración de caudales. El Q95 de caudales medios diarios es de 94,799 m³/s.

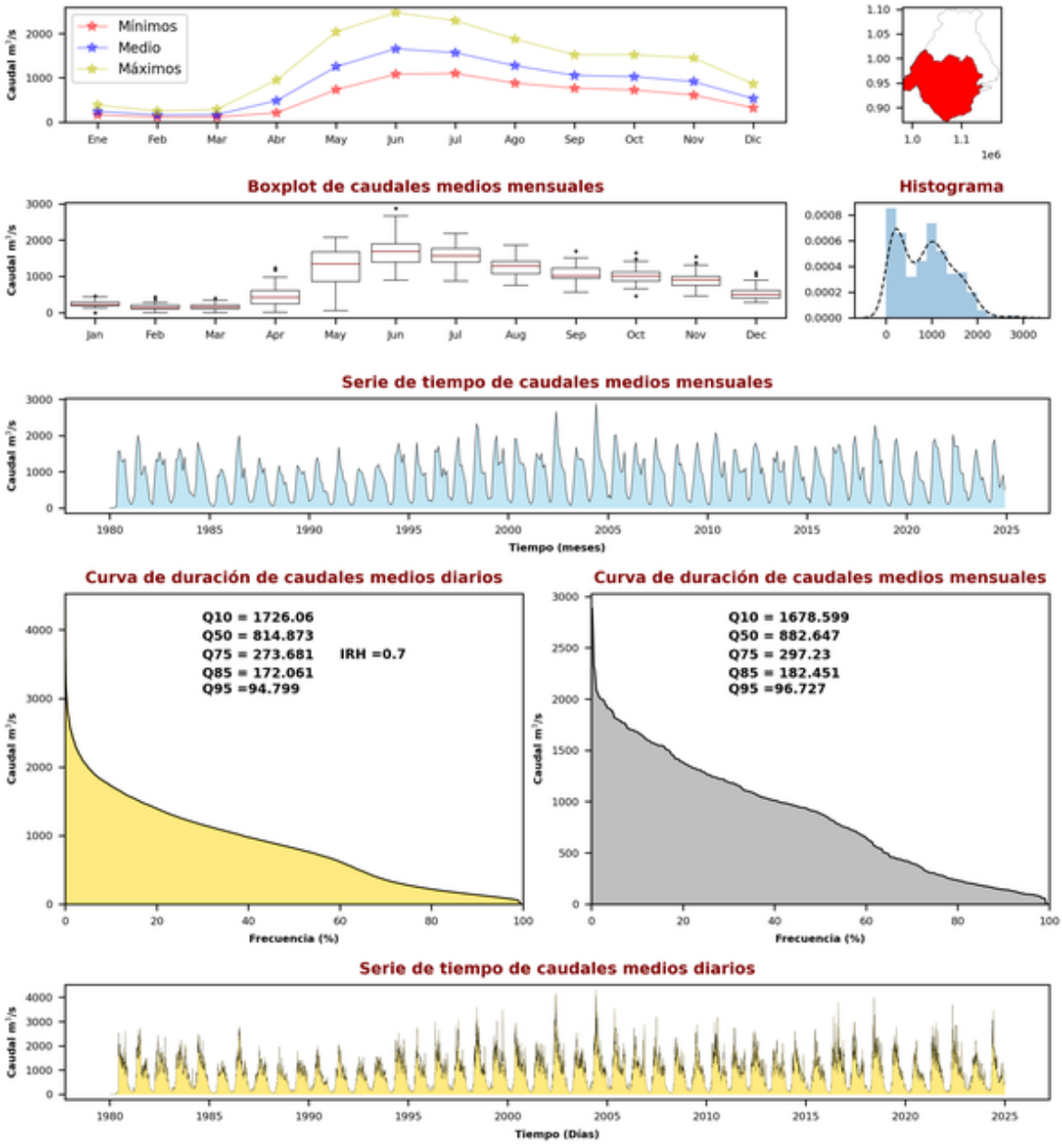


Figura 4.1-70 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.8.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Río Meta (3528010106), los caudales mínimos decrecen con el aumento del periodo de retorno. En la **Tabla 4.1-29** se relacionan los caudales son 499,71 m^3/s para un periodo de retorno de 2 años, 400,69 m^3/s en 5 años, 351,99 m^3/s en 10 años, 331,07 m3/s en 15 años, y 313,13 m^3/s en 20 años. Este patrón refleja una disminución gradual de los caudales con el tiempo.

Tabla 4.1-29 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010106) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010106	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	499,71	400,69	351,99	331,07	313,13

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.8.4 Oferta Neta Anual

Para el área aferente Río Meta (3528010106), la oferta total es de 859,45 m^3/s, tal como se muestra en la **Tabla 4.1-30** . El caudal ambiental se establece en 456,89 m^3/s, y la oferta neta, que es la diferencia entre la oferta total y el caudal ambiental, es de 402,56 m^3/s. Esta cantidad de agua está disponible para otros usos tras cumplir con las exigencias ambientales.

Tabla 4.1-30 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010106)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010106	859,45	456,89	402,56

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.8.5 Teleconexiones

Los resultados de los caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010106) se presentan en la **Figura 4.1-71**. Los datos muestran que las correlaciones directas más altas están en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,71 y rezagos de -5. Las correlaciones inversas más notables son de -0,70, con rezagos de +1.

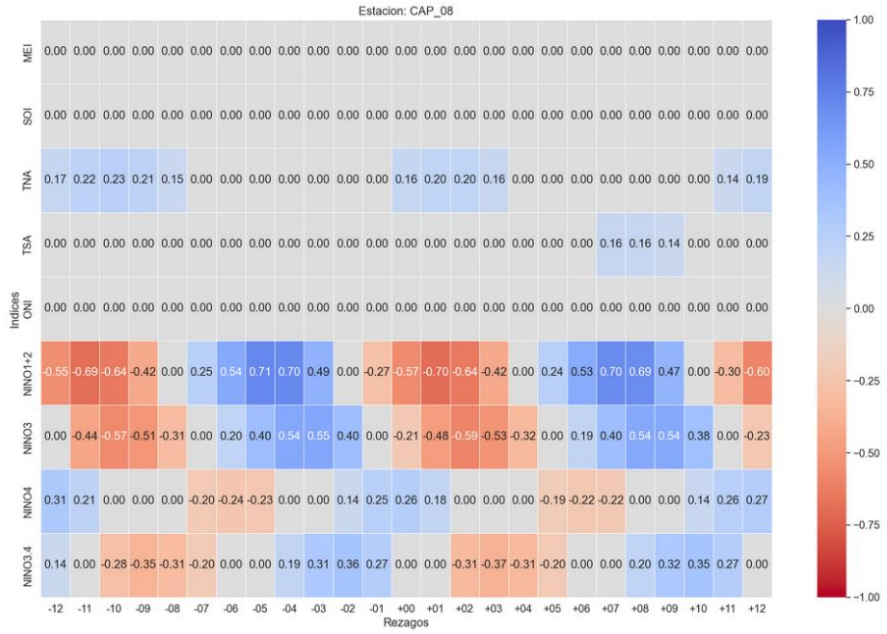


Figura 4.1-71 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010106)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.8.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_08

El punto de interés correspondiente a la franja de captación CAP_08 en el Río Meta se localiza cerca del casco urbano del municipio de Cabuyaro, en el departamento del Meta, y está alimentado aguas arriba por el río Cabuyarito.

El análisis multitemporal no revela una variabilidad significativa en el comportamiento del cauce, salvo por un leve desplazamiento hacia el noreste, como se observa en la **Figura 4.1-72** donde la línea roja representa la franja de captación CAP_08 propuesta. Esta ligera variación no parece afectar de manera importante la franja de captación, lo que indica que su ubicación sigue siendo adecuada. La dinámica del Río Meta se caracteriza por una sinuosidad notable, lo que significa que el cauce presenta varias curvas y meandros a lo largo de su recorrido. Esta sinuosidad es un factor importante en la regulación del flujo del río, ya que ayuda a reducir la velocidad del agua, favoreciendo la sedimentación y la formación de hábitats diversos para la fauna acuática.

La confluencia del río Meta con el río Cabuyarito aguas arriba tiene un papel crucial en el comportamiento hidrológico de la zona. Esta intersección de flujos no solo contribuye al aumento del caudal, sino que también influye en la calidad del agua, ya que los afluentes pueden introducir diferentes sedimentos y nutrientes en el sistema. Durante la temporada de lluvias, la sinuosidad del cauce y la confluencia de ríos ayudan a mitigar el riesgo de inundaciones, permitiendo que el agua se disperse a través de las áreas circundantes. En contraste, durante las épocas de menor lluvia, el cauce se mantiene suficientemente alimentado, garantizando la continuidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres dependientes del río.

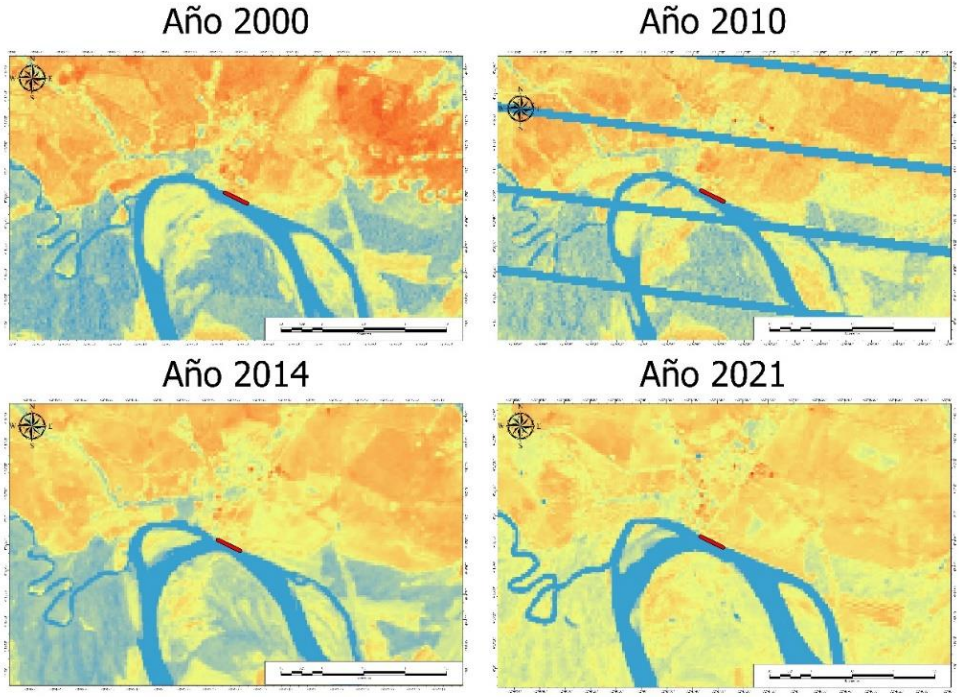


Figura 4.1-72 Análisis multitemporal franja de captación CAP_08 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.9 Análisis hidrológico CAP_09

4.1.3.9.1 Morfometría

El área aferente Rio Meta (3528010107) abarca una extensión de 14.707,98 km² (ver **Figura 4.1-73**). Su índice de compacidad de Gravelius es de 2,15, indicando una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 3,23 siguiere un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,53 sugiere un área aferente ligeramente achatada. En conjunto, estos parámetros describen una AF con una densidad de drenajes de 4,01 km/km², indicando una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

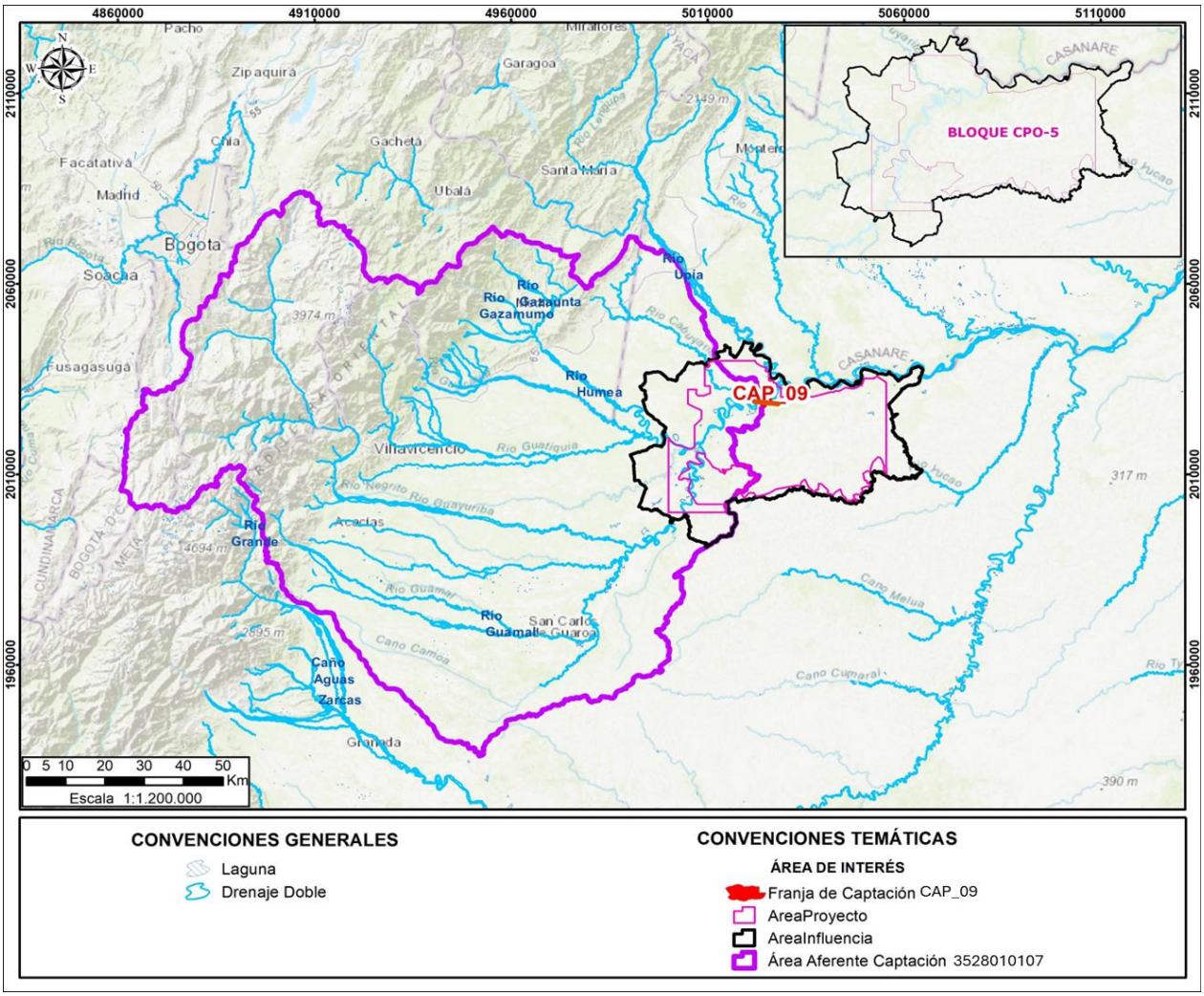


Figura 4.1-73 Área aferente a la franja de captación CAP_09 sobre el rio Meta (3528010107)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-31 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010107)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_09 3528010107	Descripción
Área	A	(km2)	14.707,98	Muy grande
Perímetro	P	(km)	925,16	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	167,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	983,95	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	425,37	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	131,86	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	58.958,19	
Longitud AF	L	(Km)	166,00	-

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_09 3528010107	Descripción
Ancho de la AF	B	(Km)	150,36	-
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	19,64	Fuertemente inclinado
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	9,43	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,15	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	3,23	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,53	Ligeramente achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	4,01	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,77	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,75	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	2,05	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	3,57	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,45	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	1,92	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La **Figura 4.1-74** muestra la curva hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010107), que revela una distribución de altitudes característica de una fase de vejez. La alta proporción de áreas bajas sugiere que la erosión ha dominado, resultando en una superficie más uniforme.

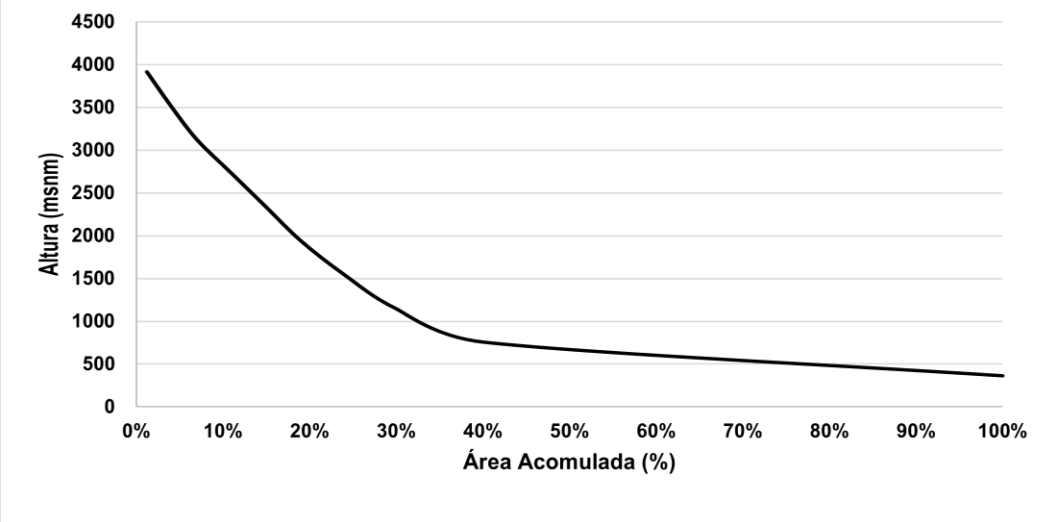


Figura 4.1-74 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010107)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.9.2 Régimen Hidrológico

La **Figura 4.1-75** contiene la ficha resumen de esta área aferente, mostrando los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en comparación con la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente está dado por el Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 95,025 m³/s.

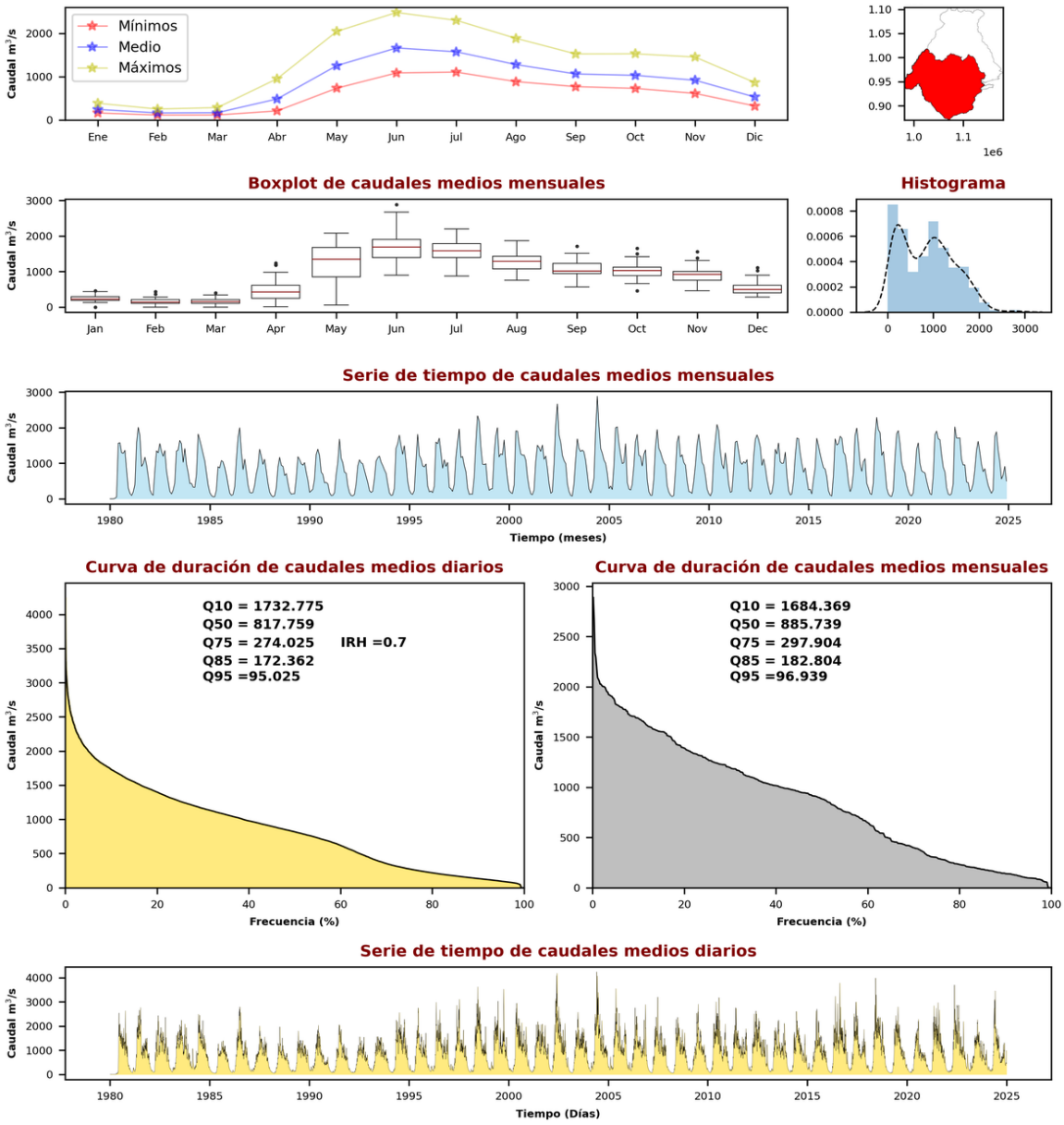


Figura 4.1-75 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.9.3 Periodos de retorno (Tr)

Los caudales mínimos en el área aferente Río Meta (3528010107) presentan una tendencia similar de disminución con el incremento del periodo de retorno. En la **Tabla 4.1-32** se presentan Los valores de 527,34 m^3/s para un retorno de 2 años, 415,60 m^3/s en 5 años, 361,55 m^3/s en 10 años, 338,51 m^3/s en 15 años, y 318,84 m^3/s en 20 años.

Tabla 4.1-32 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010107) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010107	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	527,34	415,60	361,55	338,51	318,84

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.9.4 Oferta Neta Anual

El área aferente Río Meta (3528010107) tiene una oferta total de 862,41 m^3/s, con un caudal ambiental de 458,52 m^3/s, según se indica en la **Tabla 4.1-33** la oferta neta, obtenida al restar el caudal ambiental de la oferta total, es de 403,90 m^3/s. Esta cifra representa la disponibilidad de agua para usos adicionales después de garantizar el caudal necesario para el ambiente.

Tabla 4.1-33 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010107)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010107	862,41	458,52	403,90

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.9.5 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-76**, se pueden ver los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Río Meta (3528010107). Los datos indican que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con valores de hasta +0,71 y rezagos de -5. Por otro lado, las correlaciones inversas más significativas son de -0,70, presentándose con rezagos de +1.

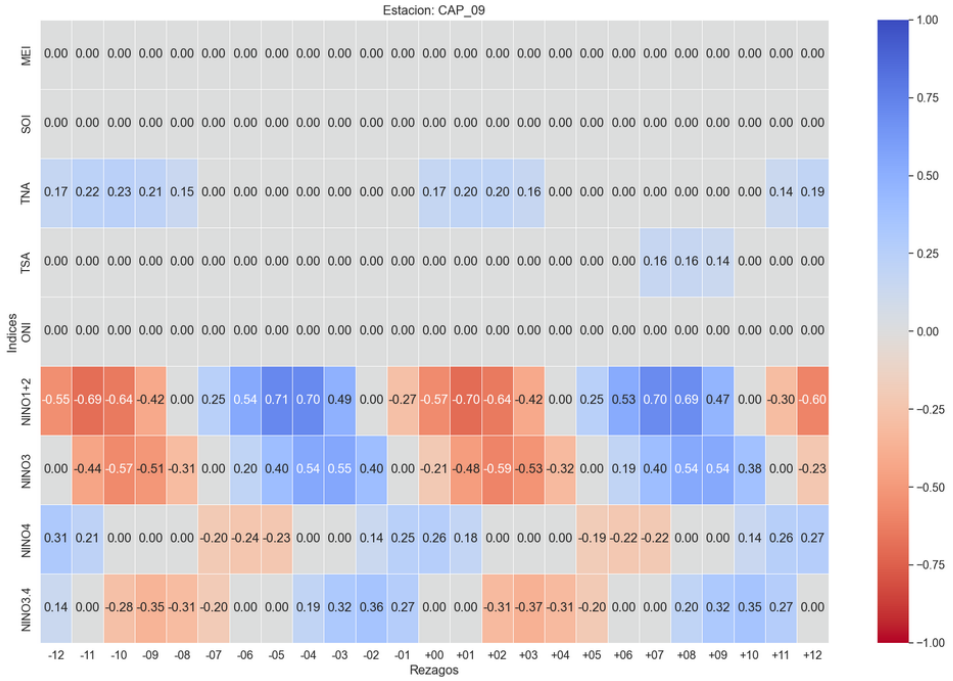


Figura 4.1-76 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010107)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.9.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_09

El punto de interés correspondiente a la franja de captación CAP_09 en el Río Meta se encuentra en una zona donde la dinámica fluvial presenta un movimiento notable. El análisis multitemporal revela una actividad constante en la curva del cauce en el año 2010, evidenciada en la **Figura 4.1-77**. La franja de captación CAP_09 se encuentra en un tramo donde el río presenta una curvatura asociada a la salida de un brazo secundario. Este tipo de configuración geomorfológica suele presentar dinámicas particulares, como variaciones en la velocidad del flujo y redistribución temporal de sedimentos, características propias de los sistemas fluviales meándricos.

La dinámica del río Meta, influenciada por su sinuosidad natural y por la interacción con afluentes como el río Cabuyarito, contribuye a la variabilidad en el comportamiento del cauce. En los sectores donde el río serpentea, las curvas pueden generar alternancias entre zonas de depósito y de mayor energía hidráulica. Estos aspectos forman parte de la evolución natural del río y son elementos importantes para considerar dentro del análisis integral de la captación. En este contexto, el seguimiento periódico de las condiciones hidrológicas y morfológicas permite comprender la evolución natural del entorno y apoyar la toma de decisiones técnicas basadas en la dinámica propia del sistema fluvial.

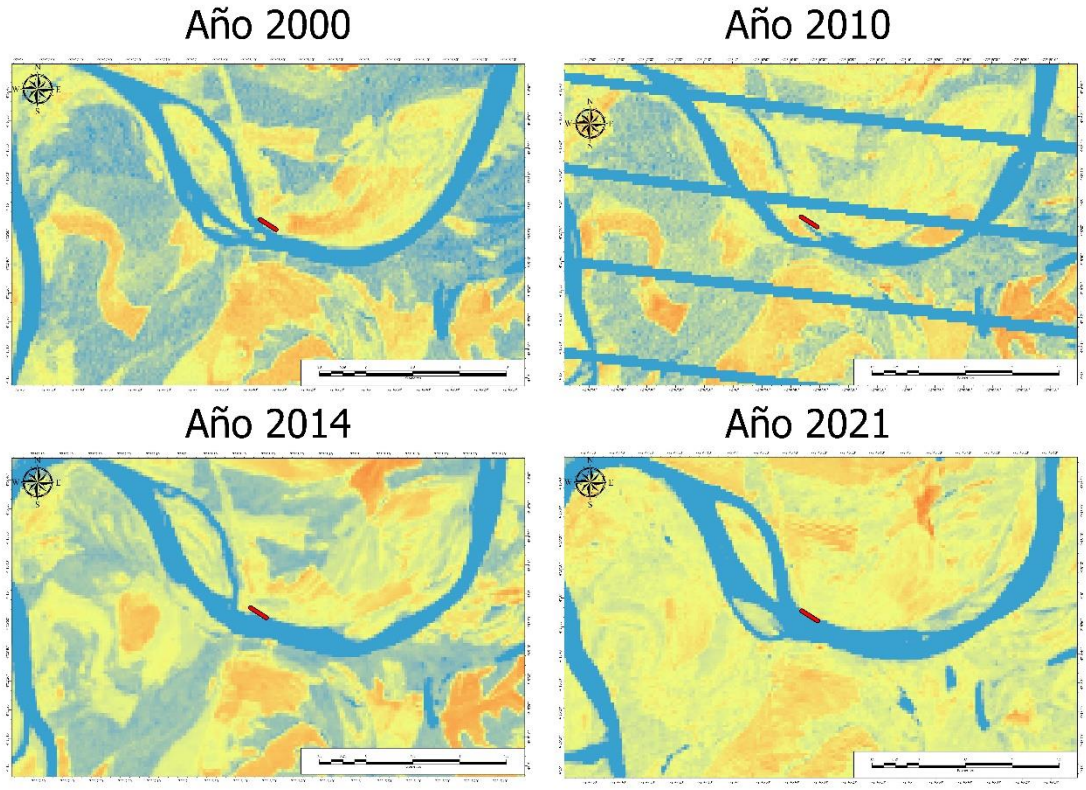


Figura 4.1-77 Análisis multitemporal franja de captación CAP_09 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.10 Análisis hidrológico CAP_10

4.1.3.10.1 Morfometría

El área aferente Rio Meta (3528010108) tiene una extensión de 14.707,73 km² (ver **Figura 4.1-78**). Exhibe un índice de compacidad de Gravelius de 2,15, revelando una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 3,22 indica un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,55 sugiere un área aferente ligeramente achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos combinados describen una AF con una densidad de drenajes de 4,01 km/km², lo cual indica una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

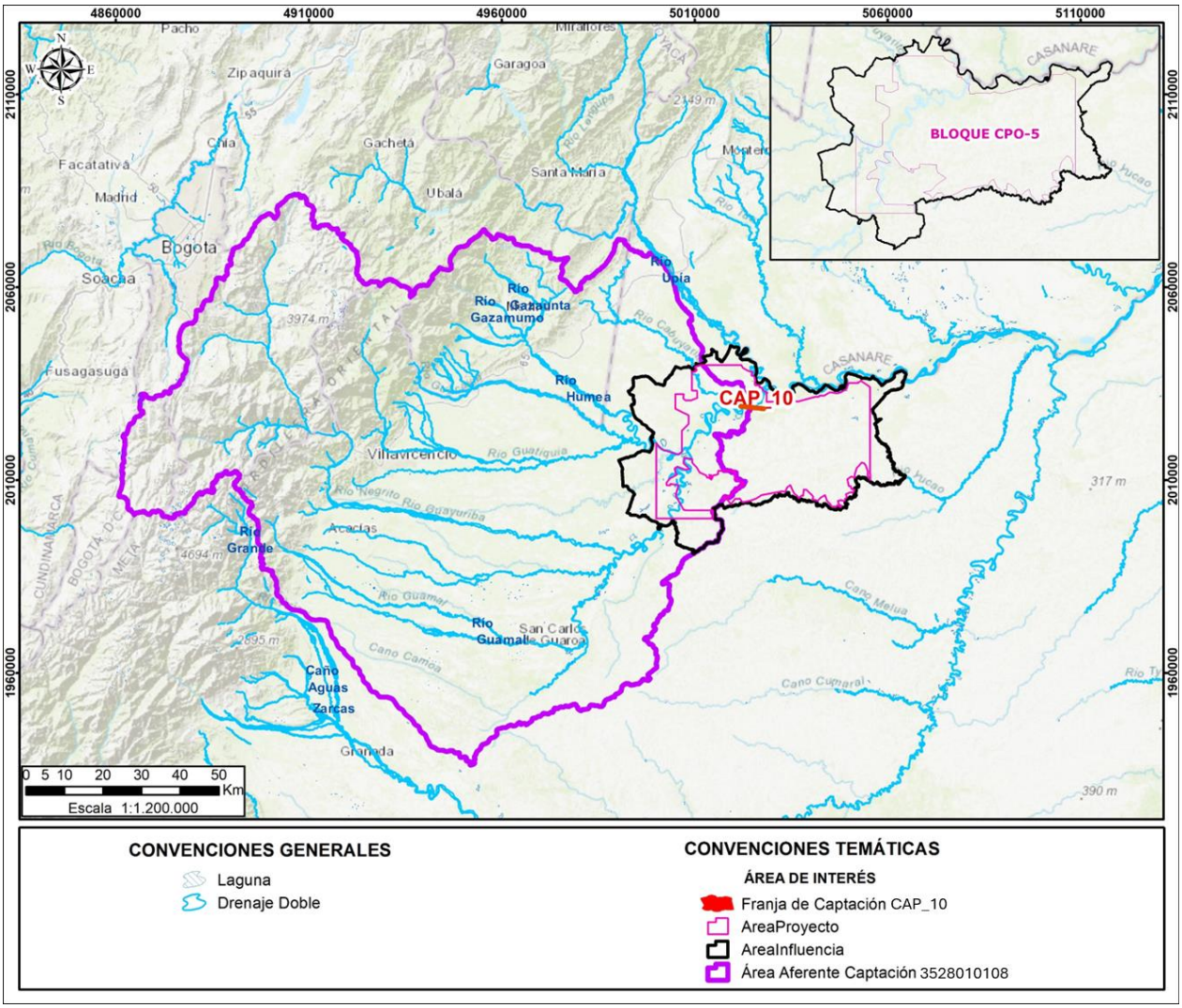


Figura 4.1-78 Área aferente a la franja de captación CAP_10 sobre el rio Meta (3528010108)

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

Tabla 4.1-34 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010108)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_10 3528010108	Descripción
Área	A	(km2)	14.707,73	Muy grande
Perímetro	P	(km)	924,77	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	167,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	983,98	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	422,64	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	131,12	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	58.958,19	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_10 3528010108	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	164,26	-
Ancho de la AF	B	(Km)	151,07	-
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	19,64	Fuertemente inclinado
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	9,46	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,15	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	3,22	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,55	Ligeramente achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	4,01	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	2,75	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,74	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	2,04	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	3,54	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,45	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	1,90	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

- *Curva Hipsométrica*

La curva hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010108), presentada en la **Figura 4.1-79**, muestra una tendencia hacia altitudes más bajas. Esta característica indica una fase de vejez, donde los procesos erosivos han prevalecido, llevando a una reducción considerable de las elevaciones originales.

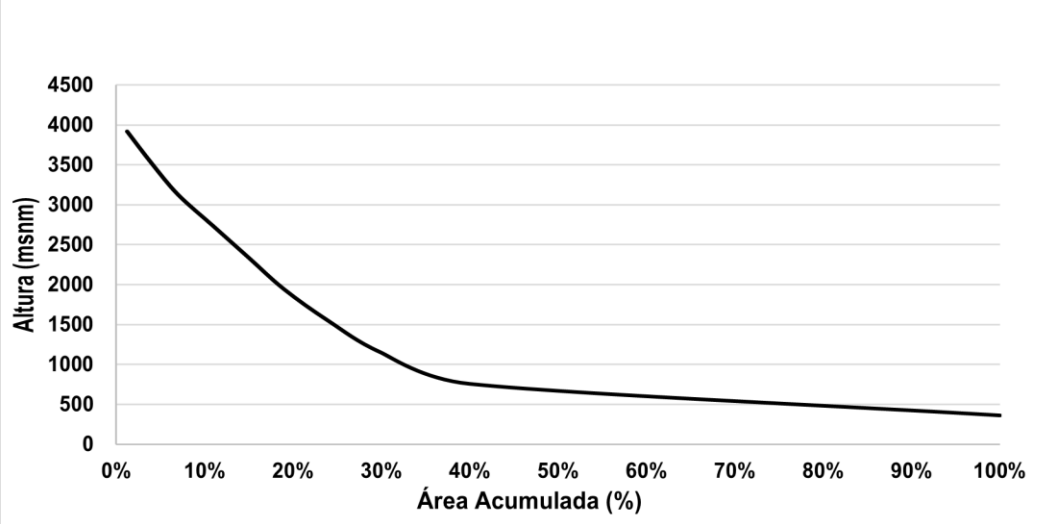


Figura 4.1-79 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010108)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.10.2 Régimen Hidrológico

En la **Figura 4.1-80** se encuentra la ficha resumen para esta área aferente, ilustrando los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en relación con la curva de duración de caudales. El Q95 de caudales medios diarios es de 95,025 m³/s.

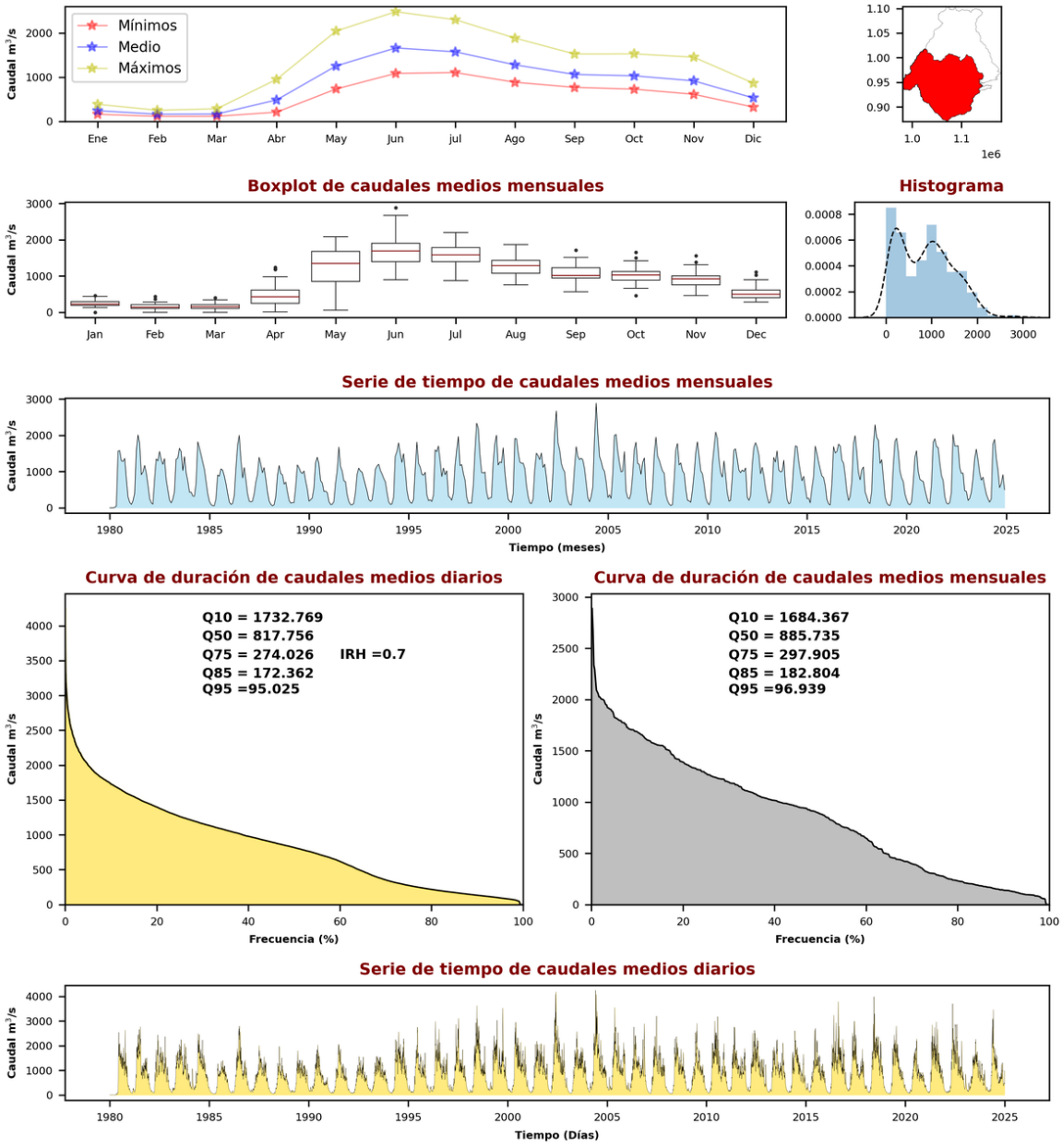


Figura 4.1-80 Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.10.3 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Río Meta (3528010108), se observan caudales mínimos que disminuyen con el aumento del periodo de retorno. Como se puede observar en la **Tabla 4.1-35** los valores son 527,46 m^3/s para un periodo de retorno de 2 años, 415,81 m^3/s en 5 años, 361,86 m^3/s en 10 años, 338,87 m^3/s en 15 años, y 319,23 m^3/s en 20 años.

Tabla 4.1-35 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010108) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010108	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	527,46	415,81	361,86	338,87	319,23

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.10.4 Oferta Neta Anual

En el área aferente Río Meta (3528010108), la oferta total de agua es de 862,41 m^3/s, como se detalla en la **Tabla 4.1-36**. El caudal ambiental requerido es de 458,52 m^3/s. La oferta neta, que resulta de restar el caudal ambiental de la oferta total, es de 403,89 m^3/s. Esto indica la cantidad de agua disponible para otros usos una vez cubiertas las necesidades ecológicas.

Tabla 4.1-36 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010108)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010108	862,41	458,52	403,89

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.10.5 Teleconexiones

Los resultados de los caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010108) se muestran en la **Figura 4.1-81** los datos sugieren que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,71 y rezagos de -5. Las correlaciones inversas más destacadas son de -0,70, con rezagos de +1.

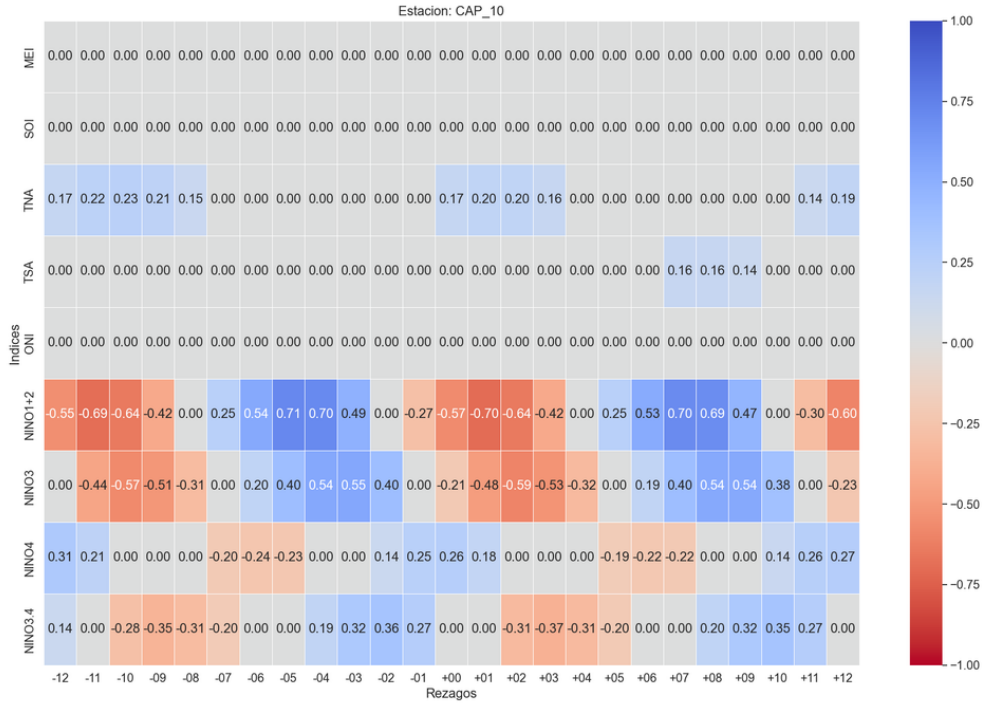


Figura 4.1-81 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010108)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.10.6 Análisis multitemporal de la franja CAP_10

El punto de interés correspondiente a la captación de cauce CAP_10 en el río Meta se localiza en un sector que ha mostrado una dinámica fluvial notablemente variable. El análisis multitemporal indica que la franja de captación coincide con un brazo del cauce cuya expresión en superficie ha cambiado a lo largo de los años. Como se aprecia en la **Figura 4.1-82** (la franja de captación propuesta aparece representada con una línea roja), este brazo era claramente visible en el año 2000; sin embargo, entre 2010 y 2014 dejó de distinguirse en las imágenes disponibles. Para el año 2021, el brazo vuelve a manifestarse, lo cual evidencia la variabilidad natural del sistema y la posibilidad de que estas modificaciones continúen en el futuro.

La dinámica del río Meta, especialmente en zonas donde existen brazos secundarios, suele responder a procesos de estacionalidad, variación en los caudales y redistribución de sedimentos. Durante las temporadas de lluvias intensas, el aumento de caudales puede generar ajustes en la morfología del cauce, mientras que en épocas de menor precipitación pueden acentuarse procesos de colmatación o cambios locales en la conectividad de los brazos. Estos elementos constituyen parte del comportamiento natural del sistema fluvial y resultan relevantes para la comprensión integral del entorno donde se encuentra la captación.

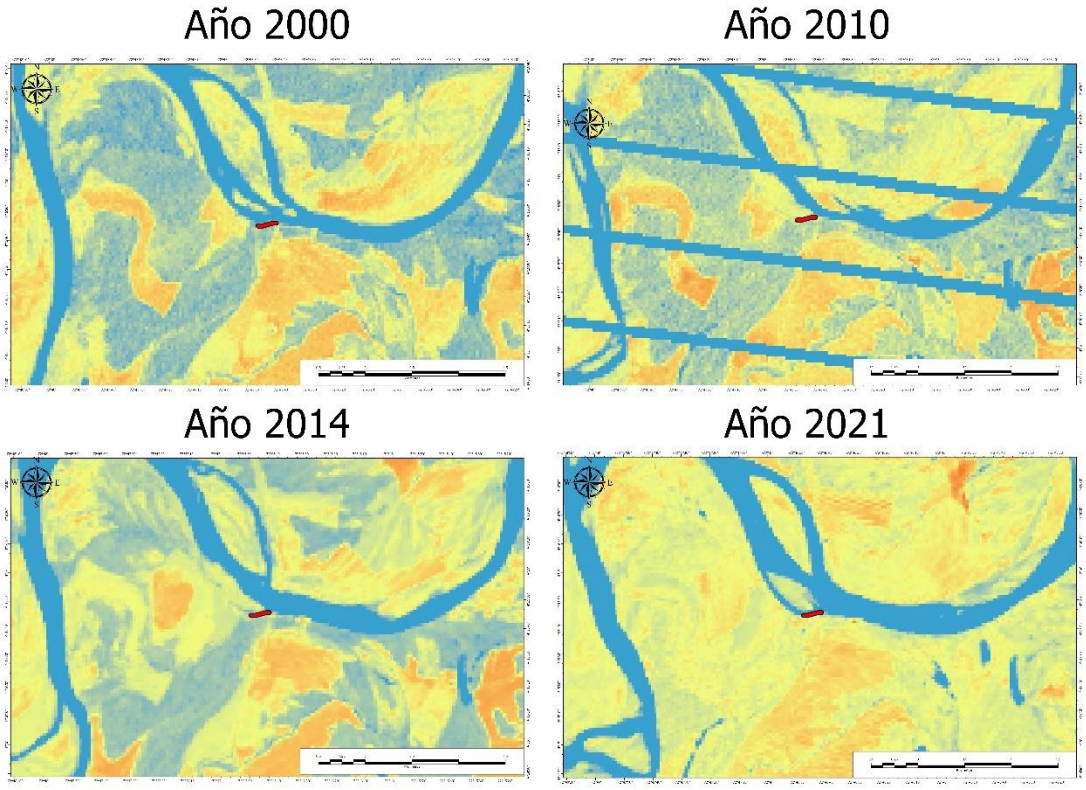


Figura 4.1-82 Análisis multitemporal franja de captación CAP_10 sobre el Río Meta para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11 Análisis hidrológico CAP_11

4.1.3.11.1 Morfometría

El área aferente Rio Meta (3528010109) se extiende por 25.364,98 km² (ver **Figura 4.1-83**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 2,27, sugiriendo una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 3,10 sugiere un cauce tortuoso, mientras que el factor de forma de 0,63 sugiere un área aferente achatada. Estos parámetros geométricos y morfológicos, en conjunto, describen una AF con una densidad de drenajes de 3,53 km/km², lo cual indica una alta tendencia a la escorrentía y a la erosión.

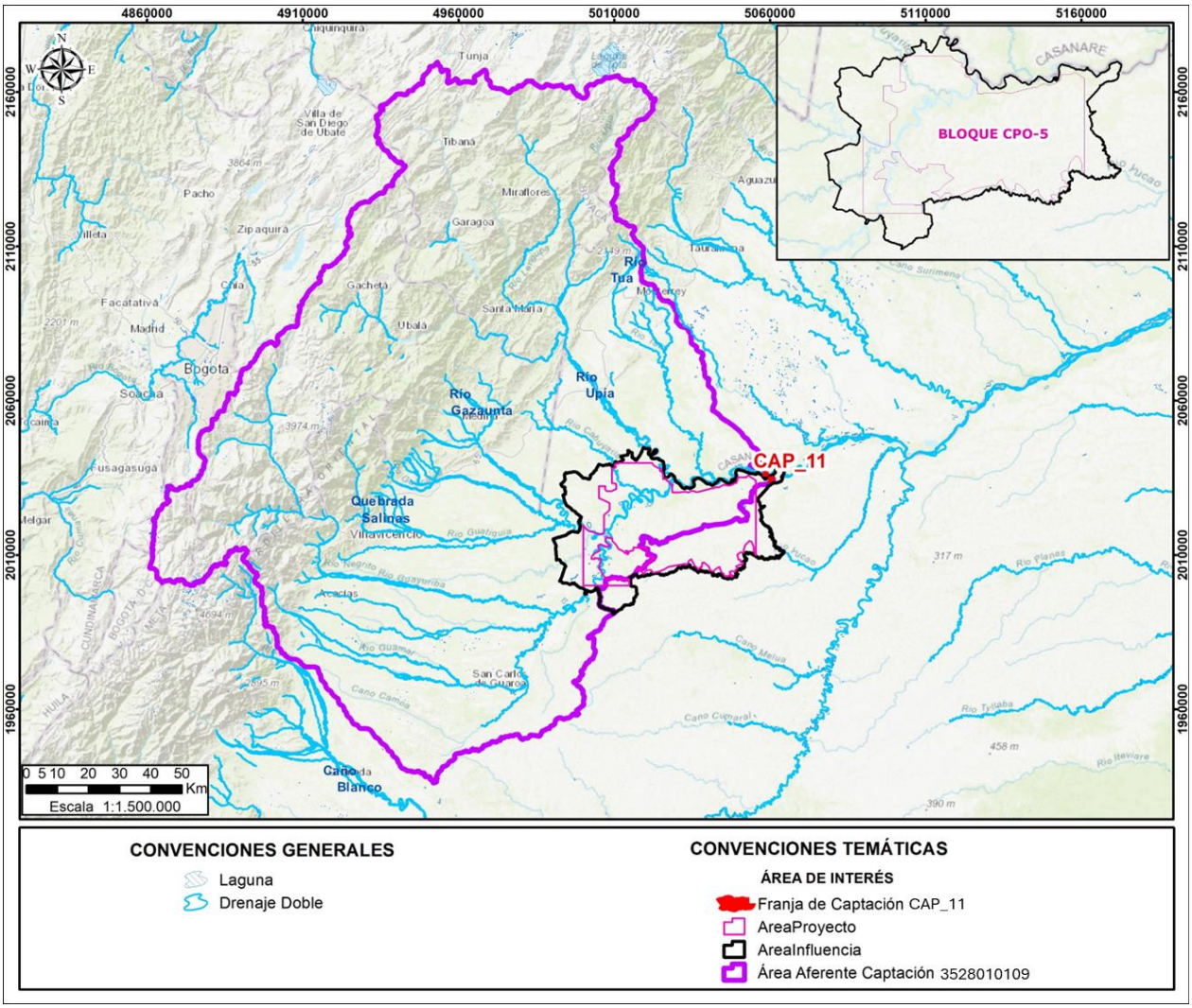


Figura 4.1-83 Área aferente a la franja de captación CAP_11 sobre el rio Meta (3528010109)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-37 Morfometría del área aferente Río Meta (3528010109)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_11 3528010109	Descripción
Área	A	(km2)	25.364,98	Muy grande
Perímetro	P	(km)	1.278,94	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	151,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	4.113,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	1.267,10	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	507,75	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	163,76	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	89.476,15	
Longitud AF	L	(Km)	200,00	-

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_11 3528010109	Descripción
Ancho de la AF	B	(Km)	264,50	-
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	23,23	Fuertemente inclinado
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	8,58	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	2,27	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	3,10	Tortuoso
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,63	Achatada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	3,53	Muy Alta/Alta tendencia a la escorrentía y a la erosión
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	3,20	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,82	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	2,40	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	4,07	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,50	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	2,20	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11.2 Curva Hipsométrica

La **Figura 4.1-84** ilustra la curva hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010109), que presenta una distribución de altitudes que sugiere una fase de vejez. La predominancia de áreas de baja altitud indica que el área aferente ha sido erosionada extensamente, resultando en una topografía más nivelada.

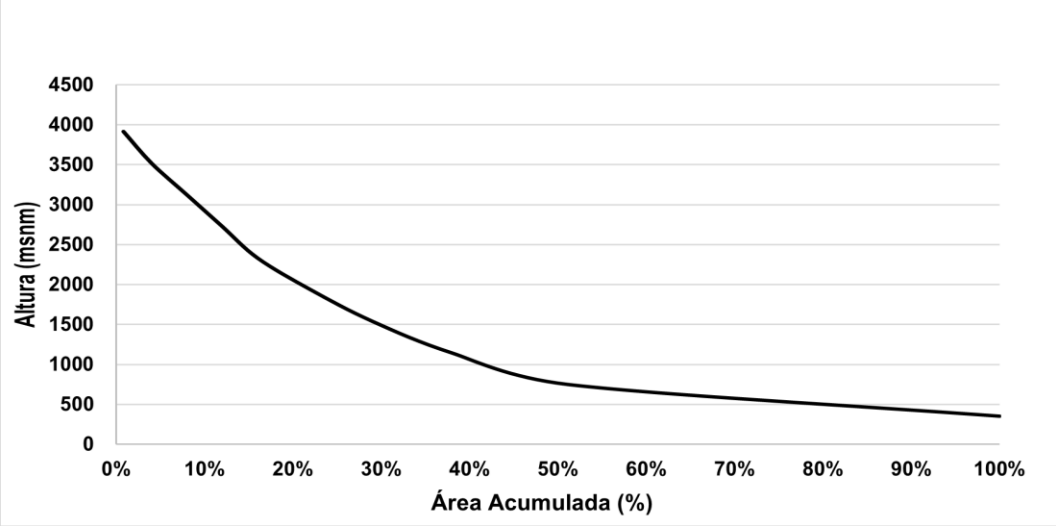


Figura 4.1-84 Curva Hipsométrica del área aferente Río Meta (3528010109)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11.3 Régimen Hidrológico

La ficha resumen de esta área aferente se presenta en la **Figura 4.1-85** donde se puede observar el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en función de la curva de duración de caudales. El caudal mínimo frecuente corresponde al Q95 de caudales medios diarios, con un valor de 164,946 m³/s.

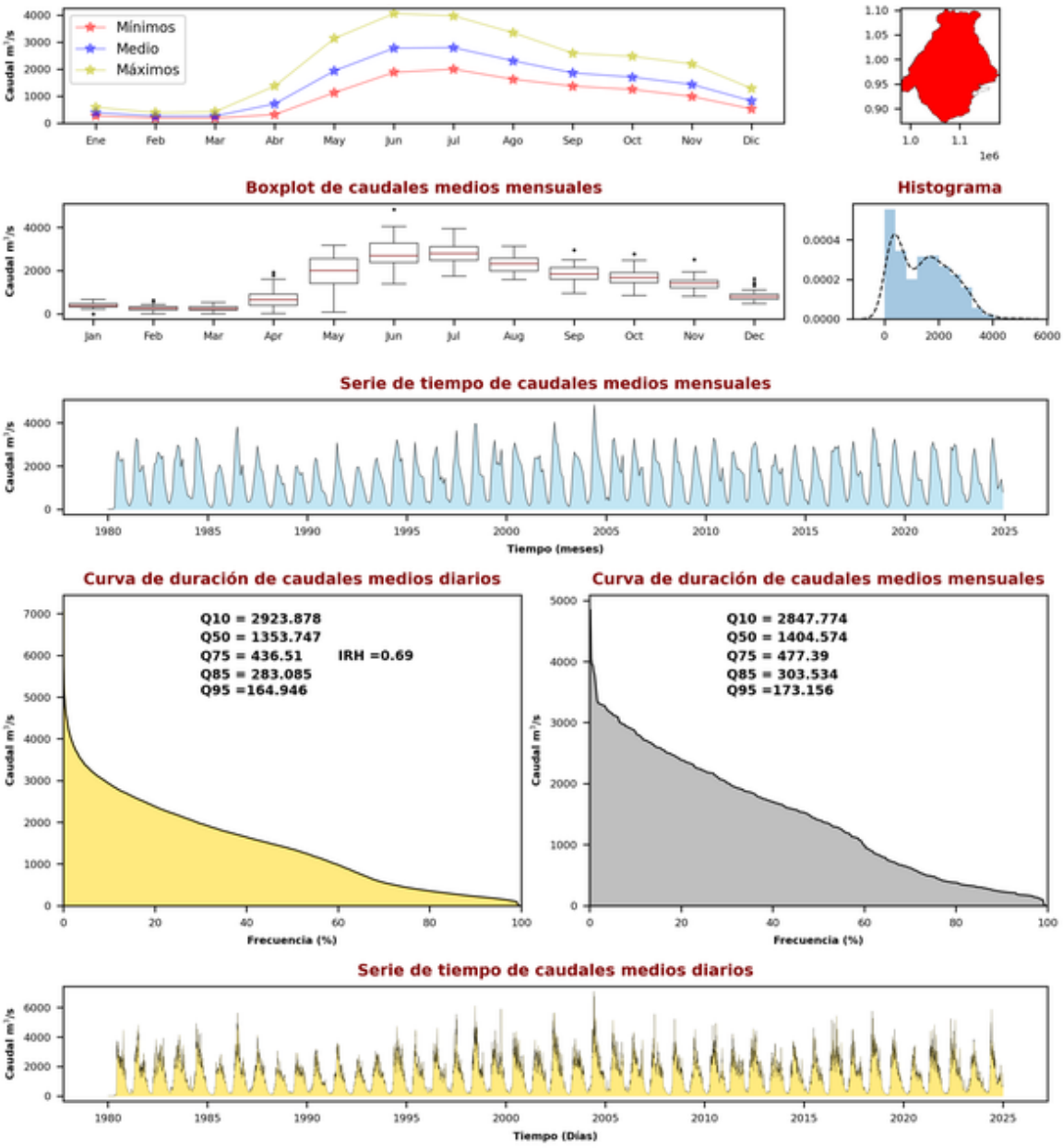


Figura 4.1-85 Régimen Hidrológico del área aferente Río Meta (3528010109) – Franja CAP_11

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11.4 Periodos de retorno (Tr)

Los caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010109) siguen una tendencia decreciente con el incremento del periodo de retorno. Según se muestra en la **Tabla 4.1-38** Los valores son 913,34 m^3/s para un retorno de 2 años, 728,75 m^3/s en 5 años, 636,50 m^3/s en 10 años, 596,59 m^3/s en 15 años, y 562,20 m^3/s en 20 años. Este comportamiento resalta la disminución de los caudales mínimos con el tiempo.

Tabla 4.1-38 Caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010109) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3528010109	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	913,34	728,75	636,50	596,59	562,20

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11.5 Oferta Neta Anual

Para el área aferente Rio Meta (3528010109), la oferta total asciende a 1,438.14 m^3/s, según los datos presentados en la **Tabla 4.1-39** Se establece un caudal ambiental de 794,55 m^3/s, resultando en una oferta neta de 643,59 m^3/s, obtenida al restar el caudal ambiental de la oferta total. Esta cifra refleja la cantidad de agua que puede ser utilizada para otros propósitos después de asegurar el caudal ambiental.

Tabla 4.1-39 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Meta (3528010109)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
3528010109	1.438,14	794,55	643,59

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.11.6 Teleconexiones

La **Figura 4.1-86** muestra los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Rio Meta (3528010109). Los datos revelan que las correlaciones directas más altas están en el NIÑO 1+2, con un valor de +0,75 y rezagos de -5. Las correlaciones inversas más notables son de -0,71, con rezagos de +1 y -11.

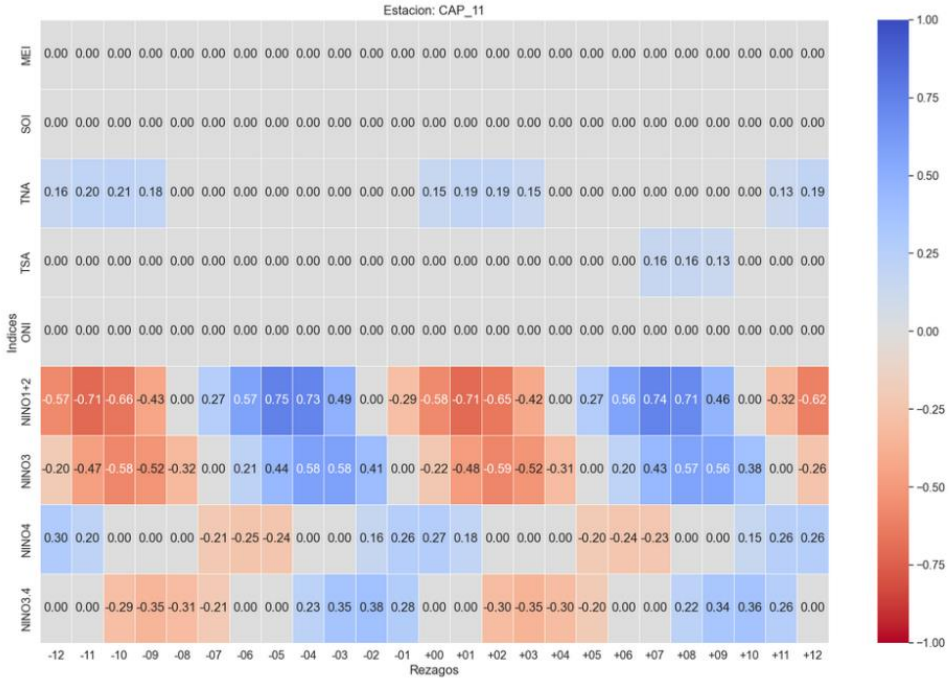


Figura 4.1-86 Teleconexiones del área aferente Río Meta (3528010109)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.11.7 Análisis multitemporal de la franja CAP_11

La franja de captación CAP_11 se localiza en la vereda Puerto Guadalupe, en el municipio de Puerto López, departamento del Meta. El análisis multitemporal evidencia una dinámica constante en el comportamiento del cauce del río Meta en esta área, con períodos de mayor y menor ensanchamiento, como se observa en la **Figura 4.1-87**. Esta estabilidad sugiere que la franja de captación CAP_11 está bien ubicada y no presenta riesgos significativos de variabilidad en la dinámica del cauce.

La continuidad en la forma y la trayectoria del cauce es indicativa de un sistema fluvial que, aunque presenta ciertas fluctuaciones, mantiene un patrón de flujo relativamente predecible. Esta constancia es importante para la franja de captación, ya que minimiza el riesgo de erosión y sedimentación, factores que podrían afectar su funcionalidad.

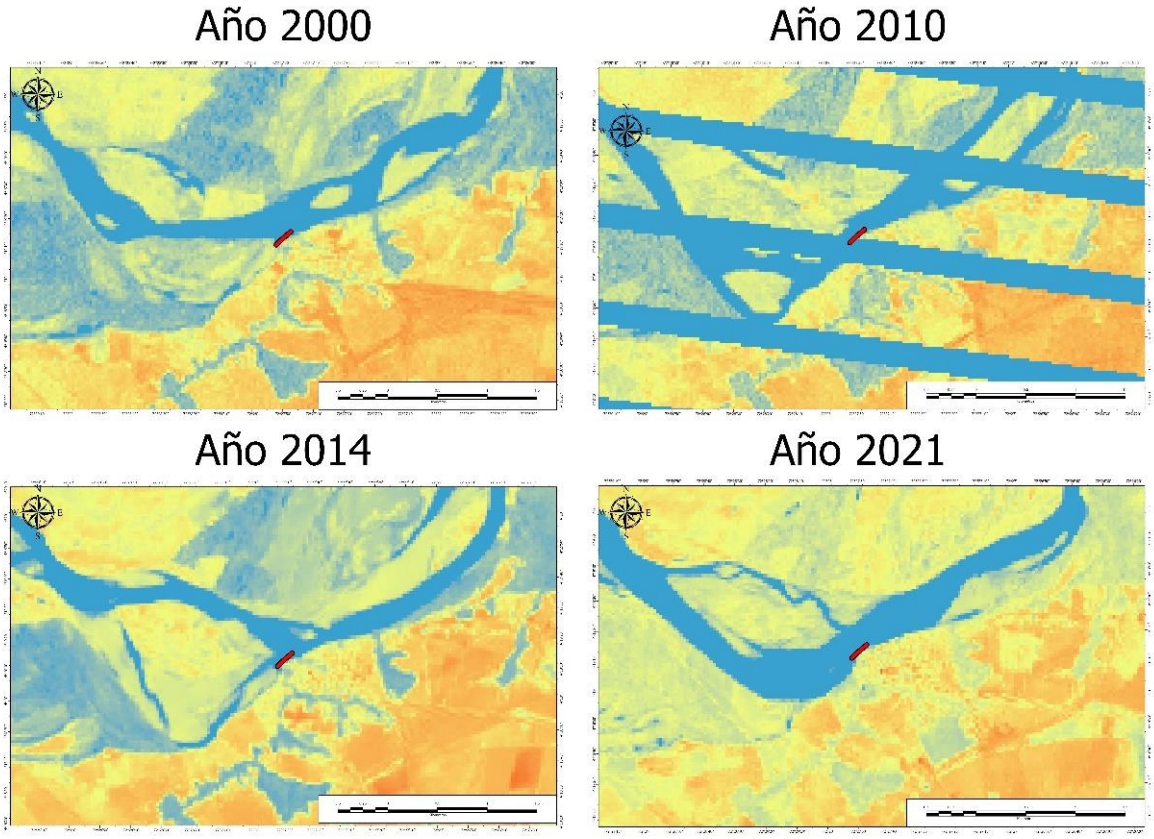


Figura 4.1-87 Análisis multitemporal franja de captación CAP_11 sobre el Río Meta años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12 Análisis hidrológico CAP_12

4.1.3.12.1 Morfometría

El área aferente Rio Yucao (3512010101) se extiende por 161,68 km² (ver **Figura 4.1-88**). Presenta un índice de compacidad de Gravelius de 1,96, sugiriendo una forma rectangular oblonga. El coeficiente de sinuosidad de 1,53 sugiere un cauce regular, mientras que el factor de forma de 0,20 sugiere un área aferente muy larga. Estos parámetros geométricos y morfológicos, en conjunto, describen una AF con una densidad de drenajes de 2,71 km/km², lo cual indica una alta tendencia a fluir y a las inundaciones.

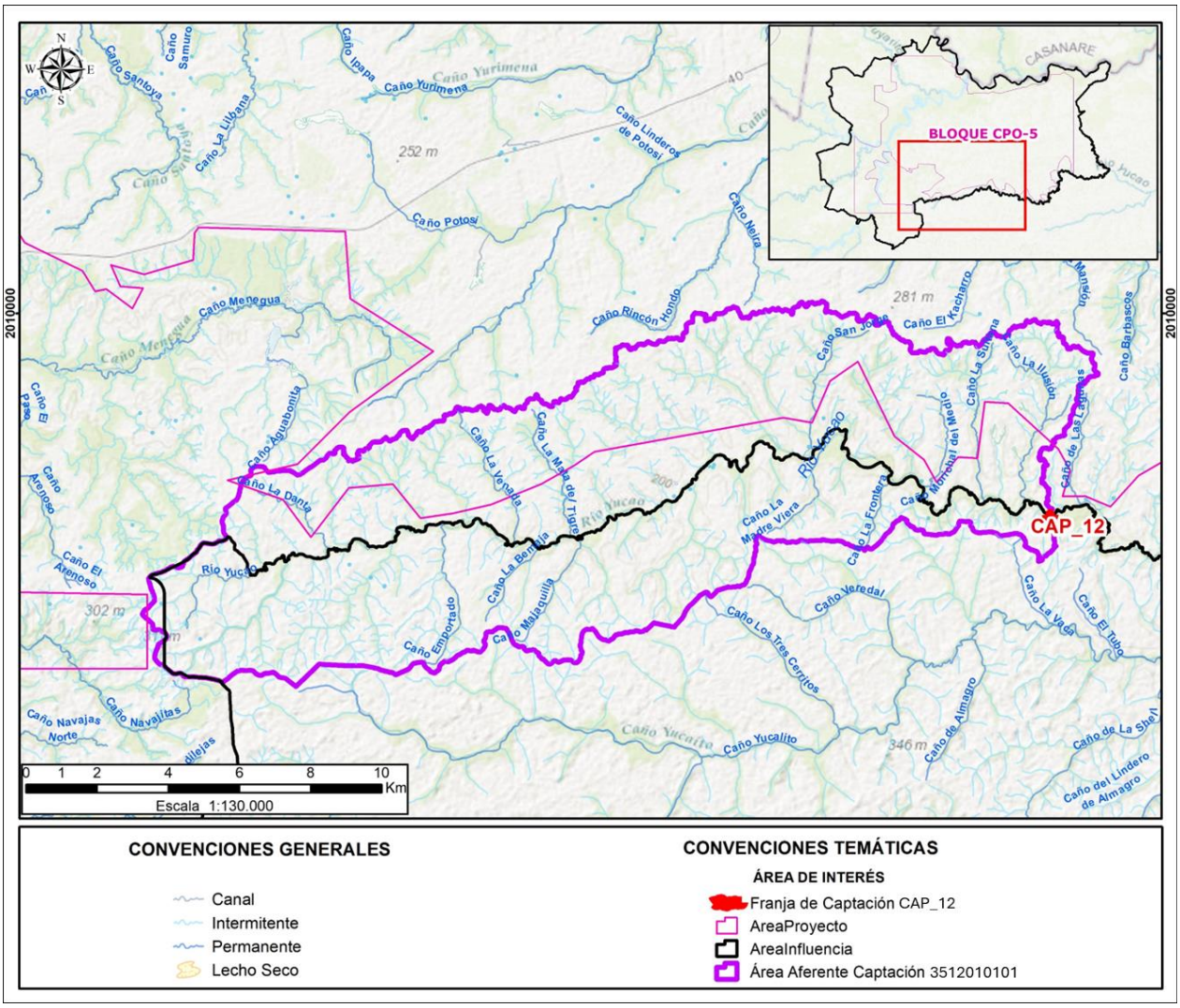


Figura 4.1-88 Área aferente a la franja de captación CAP_12 sobre el rio Yucao (3512010101)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Tabla 4.1-40 Morfometría del área aferente Río Yucao (3512010101)

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_12 3512010101	Descripción
Área	A	(km2)	161,68	Pequeña
Perímetro	P	(km)	88,45	-
Elevación Mínima AF	Elev_Min	(m)	200,00	-
Elevación Máxima AF	Elev_Max	(m)	286,00	-
Elevación Media	Elev_Mean	(m)	239,97	-
Longitud del Cauce Principal	Lp	(Km)	39,04	
Longitud Cauce Principal En línea Recta	Lt	(Km)	25,56	
Longitud de Drenajes	Ld	(Km)	438,39	

Parámetro	Símbolo	Unidad	CAP_12 3512010101	Descripción
Longitud AF	L	(Km)	28,12	-
Ancho de la AF	B	(Km)	7,80	-
Pendiente Media de la AF	Sc	(m/m)	6,82	
Pendiente del cauce Principal	Sp	(m/m)	5,79	
Índice de Compacidad de Gravelius	Kc	(Ad)	1,96	Rectangular oblonga
Coeficiente de Sinuosidad	Ks	(Ad)	1,53	Regular
Factor de Forma	Kf	(Ad)	0,20	Muy alargada
Densidad de Drenajes	D	(Km/Km2)	2,71	Alta/Alta tendencia a fluir y a las inundaciones
Coeficiente Orográfico	Co	(Ad)	0,00	-
Tc Williams	Tc1	(Hr)	0,44	-
Tc Giandotti	Tc2	(Hr)	0,15	-
Tc Kirpich	Tc3	(Hr)	0,46	-
Tc Pérez	Tc4	(Hr)	0,18	-
Tc Temez	Tc5	(Hr)	0,31	-
Tc Promedio	Tc	(Hr)	0,31	-

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12.2 Curva Hipsométrica

En la **Figura 4.1-89**, la curva hipsométrica del área aferente Río Yucao (3512010101) muestra una forma equilibrada con una proporción significativa de áreas intermedias en altitud. Esta característica sugiere que el área aferente está en una fase de madurez, donde los procesos de erosión y sedimentación han alcanzado un balance relativo a lo largo del tiempo.

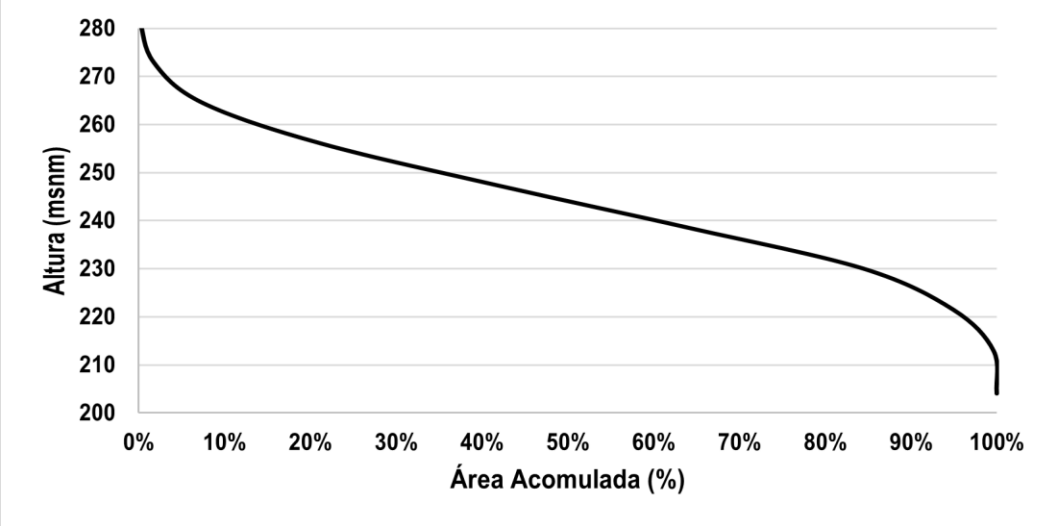


Figura 4.1-89 Curva Hipsométrica del área aferente Río Yucao (3512010101)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12.3 Régimen Hidrológico

En la **Figura 4.1-90** se puede ver la ficha resumen para esta área aferente, mostrando el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos mensuales en comparación con la curva de duración de caudales. El Q95 de caudales medios diarios es de 0,516 m³/s, lo que sugiere un índice de regulación hídrica de 0,64. Según la tabla de categorías del índice de regulación hídrica, se clasifica como Media, lo que sugiere que el área aferente Río Yucao (3512010101) tiene una capacidad de regulación moderada.

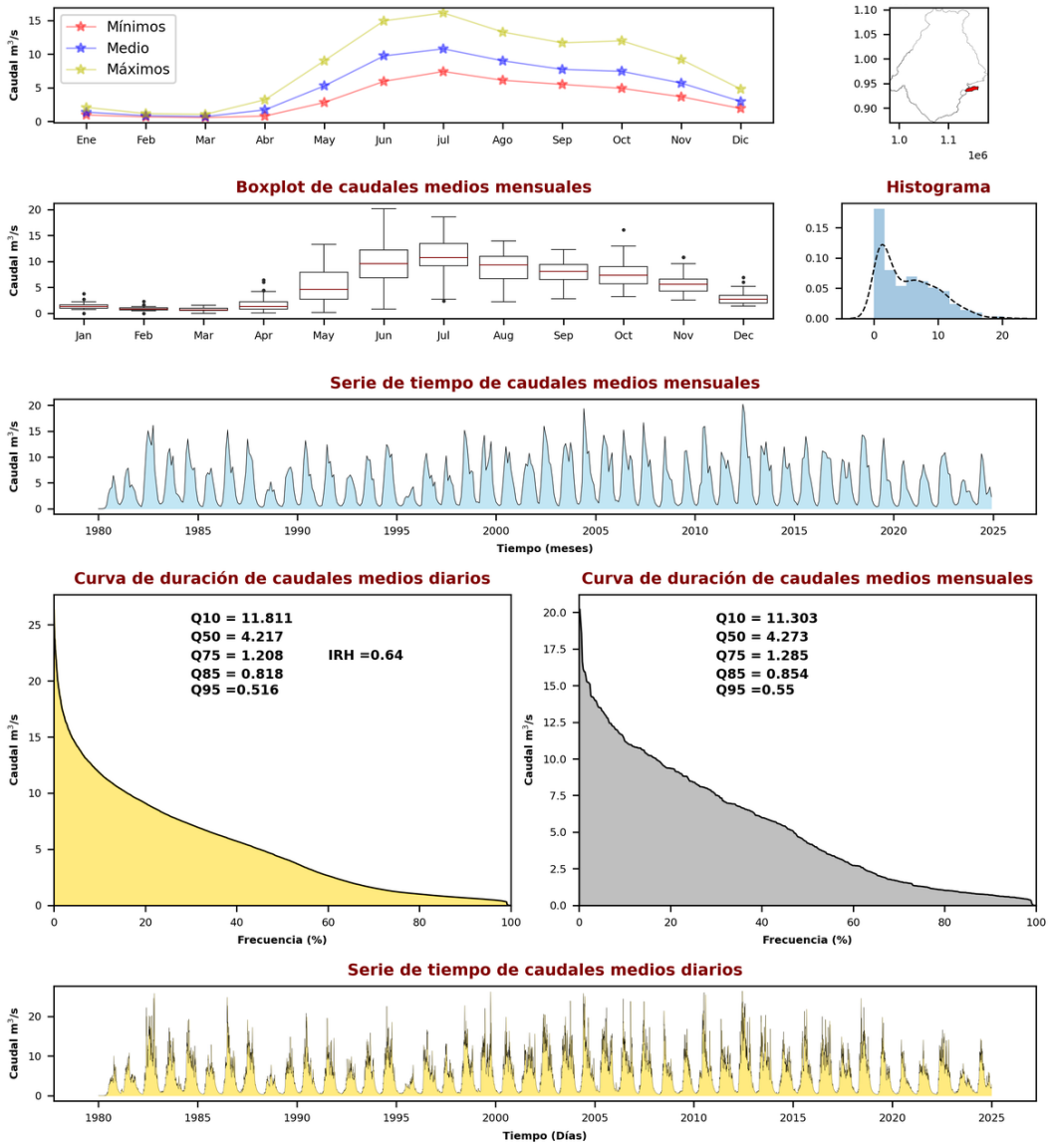


Figura 4.1-90 Resumen Régimen Hidrológico del área aferente Río Yucao (3512010101) – Franja CAP_12

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12.4 Periodos de retorno (Tr)

En el área aferente Rio Yucao (3512010101), los caudales mínimos decrecen notablemente con el aumento del periodo de retorno. Como se referencia en la **Tabla 4.1-41** los valores son 3,37 m^3/s para un periodo de retorno de 2 años, 2,37 m^3/s en 5 años, 1,88 m^3/s en 10 años, 1,66 m^3/s en 15 años, y 1,48 m^3/s en 20 años. Esta tendencia sugiere la alta variabilidad hidrológica de esta área aferente.

Tabla 4.1-41 Caudales mínimos en el área aferente Rio Yucao (3512010101) en m^3/s para distintos periodos de retorno

3512010101	Tr (años)				
	2	5	10	15	20
	3,37	2,37	1,88	1,66	1,48

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12.5 Oferta Neta Anual

El área aferente Rio Yucao (3512010101) tiene una oferta total de 5,27 m^3/s, con un caudal ambiental de 1,96 m^3/s, según se indica en la **Tabla 4.1-42**. La oferta neta, que es la diferencia entre la oferta total y el caudal ambiental, es de 3,31 m^3/s. Esta cantidad de agua está disponible para otros usos tras cumplir con las exigencias ambientales.

Tabla 4.1-42 Cálculo de la Oferta Neta Anual área aferente Rio Yucao (3512010101)

Área aferente	Oferta Total (m^3/s)	Caudal Ambiental (m^3/s)	Oferta Neta Anual (m^3/s)
35120101	5,27	1,96	3,31

Fuente: GessiG S.A.S. S.A.S., 2026

4.1.3.12.6 Teleconexiones

En la **Figura 4.1-91**, se presentan los resultados para los caudales mínimos en el área aferente Rio Yucao (3512010101). Los datos indican que las mayores correlaciones directas se encuentran en el NIÑO 1+2, con valores de +0,73 y rezagos de -5. Por otro lado, las correlaciones inversas más significativas son de -0,68, presentándose con rezagos de +1 y -11.

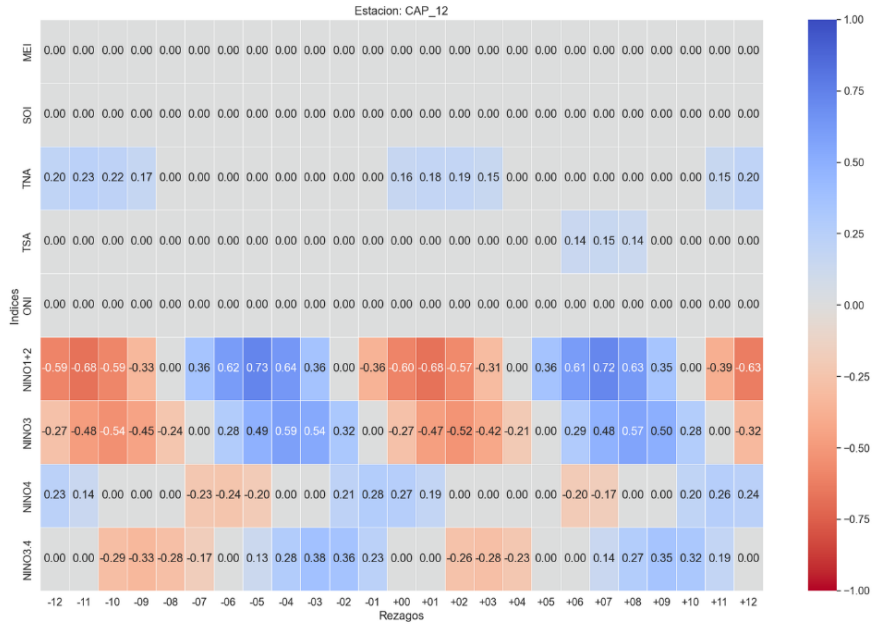


Figura 4.1-91 Teleconexiones del área aferente Río Yucao (3512010101)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.12.7 Análisis multitemporal de la franja CAP_12

El análisis multitemporal del cauce del Río Yucao sugiere una notable estabilidad en su comportamiento, indicando que se trata de un drenaje sencillo, como se aprecia en la **Figura 4.1-92** donde la franja de captación está caracterizada con una línea de color rojo y los drenajes sencillos con líneas de color azul. La ausencia de variaciones significativas en la dinámica del cauce refuerza la idea de que la ubicación de la franja de captación es adecuada y confiable.

Este drenaje se caracteriza por su naturaleza constante, lo que sugiere que la franja de captación no enfrenta riesgos importantes de desplazamiento o erosión. Para evaluar las condiciones del cauce, se utilizó el índice de inundación de diferencia normalizada (NDFI), calculado mediante la fórmula NDFI = (RED - NIR) / (RED + NIR), donde RED representa la banda roja y NIR corresponde al infrarrojo cercano. Este análisis permite identificar las áreas cubiertas por agua, que se visualizan en tonos azules en las imágenes satelitales, mientras que las zonas de terreno o vegetación aparecen en colores amarillos y rojos.

A pesar de que la presencia de vegetación en las cercanías puede limitar la visibilidad y la identificación precisa de las características del cauce, la estabilidad general del sistema hídrico continúa siendo un buen indicativo de la efectividad de la captación en su ubicación actual. Esto sugiere que la franja de captación CAP_12 se sitúa en un entorno seguro, con un comportamiento fluvial predecible y adecuado para la gestión de los recursos hídricos. La combinación de un drenaje sencillo y la estabilidad observada refuerza la confianza en la efectividad de esta franja de captación para asegurar un suministro adecuado de agua.

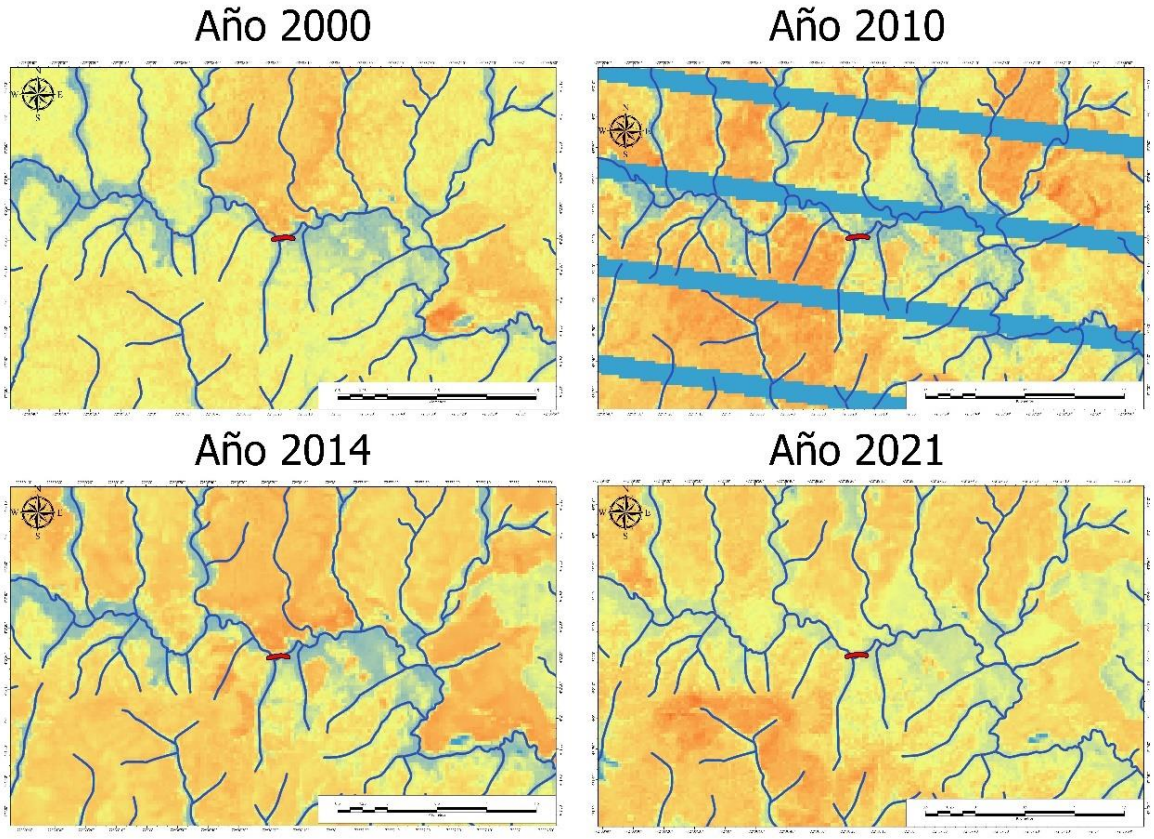


Figura 4.1-92 Análisis multitemporal franja de captación CAP_12 sobre el Río Yucao para los años 2000, 2010, 2014 y 2021

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.3.13 Demanda Hídrica

Se identificó la demanda de agua para uso agrícola, pecuario y doméstico de cada área aferente de las 12 franjas de captación. Desde el consumo agrícola, que constituye uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria, hasta el consumo doméstico, donde se entrelazan las demandas cotidianas de agua para usos básicos y de confort, pasando por el consumo pecuario, que sostiene la producción ganadera y la industria cárnica, cada aspecto representa un eslabón crucial en la cadena de suministro y uso del agua. El análisis completo de la demanda hídrica para todo el Bloque CPO-5 se presenta en el *capítulo 3*, numeral *3.2.6 Usos del Agua*.

En la **Tabla 4.1-43**, se presentan los datos calculados de demanda hídrica para uso agrícola, uso doméstico, uso pecuario y la demanda total. En el **Anexo 4.1-3d_Demanda Hídrica** se presenta el cálculo de la demanda hídrica para cada área aferente a las franjas de captación solicitadas.

Tabla 4.1-43 Demanda Hídrica en las franjas de captación del Bloque CPO-5

Franja de Captación	Área aferente	Cuerpo de Agua	No. Cabezas de Ganado	Población Aprox. (Hab.)	Demanda Hídrica (m³/s)			
					Uso Agrícola	Uso Pecuario	Uso Doméstico	Total
CAP_01	3528010101	Río Metica	361.349	167.709	24,74	0,63	0,27	**25,63**
CAP_02	3528010102	Río Metica	367.364	174.041	21,87	0,64	0,28	**22,79**
CAP_03	3528010103	Río Metica	437.462	198.125	27,00	0,76	0,32	**28,07**
CAP_04	3528010104	Río Humea	276.016	536.667	10,05	0,48	0,87	**11,40**
CAP_05	3527010501	Caño Boral	4.411	0,00	0,00	0,01	0,00	**0,01**
CAP_06	3527010402	Caño Yarico	6.684	0,00	0,00	0,01	0,00	**0,01**
CAP_07	3528010105	Río Cabuyarito	68.074	2.299	0,00	0,12	0,00	**0,12**
CAP_08	3528010106	Río Meta	810.695	738.839	55,84	1,41	1,19	**58,44**
CAP_09	3528010107	Río Meta	814.794	738.844	55,81	1,41	1,19	**58,42**
CAP_10	3528010108	Río Meta	814.784	738.844	55,82	1,41	1,19	**58,42**
CAP_11	3528010109	Río Meta	1.441.000	855,293	63,44	2,50	1,37	**67,31**
CAP_12	3512010101	Río Yucao	5.957	0,00	0,00	0,01	0,00	**0,01**

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

La estimación de la **demanda para uso pecuario** se definió en términos de agua del hato (l/cabeza-día) de cada municipio y su proporción de área dentro de cada área aferente a las franjas de captación. Así, se multiplicó el número de cabezas de ganado total estimado por los 150 litros de agua diarios requeridos por cada cabeza, los resultados se presentan en la **Tabla 4.1-43**. No se identifican conflictos actuales entre la demanda y la oferta hídrica, no se prevén conflictos potenciales significativos salvo en escenarios futuros donde existan un incremento significativo de la carga ganadera sumado a reducción de la oferta hídrica por variabilidad climática.

La **demanda para uso agrícola** se estableció en función de las necesidades de riego de los diferentes cultivos de las áreas agrícolas identificadas a través del uso de la cobertura de suelo, como se muestra en la **Figura 4.1-93** a la **Figura 4.1-104**. Es importante destacar que, teniendo en cuenta la distribución espacial de la precipitación, la temperatura y la evapotranspiración, se genera un balance hídrico que emplea los coeficientes de cultivo identificados para la zona, los cultivos predominantes, principalmente arroz y palma, requieren un riego adicional para satisfacer sus necesidades hídricas. Cabe resaltar que, en las áreas aferentes 3527010501 (CAP_05), 3527010402 (CAP_06), y 3512010101 (CAP_12) no se relaciona demanda agrícola (igual a 0 litros/día), ya que la precipitación satisface completamente las necesidades agrícolas de la zona.

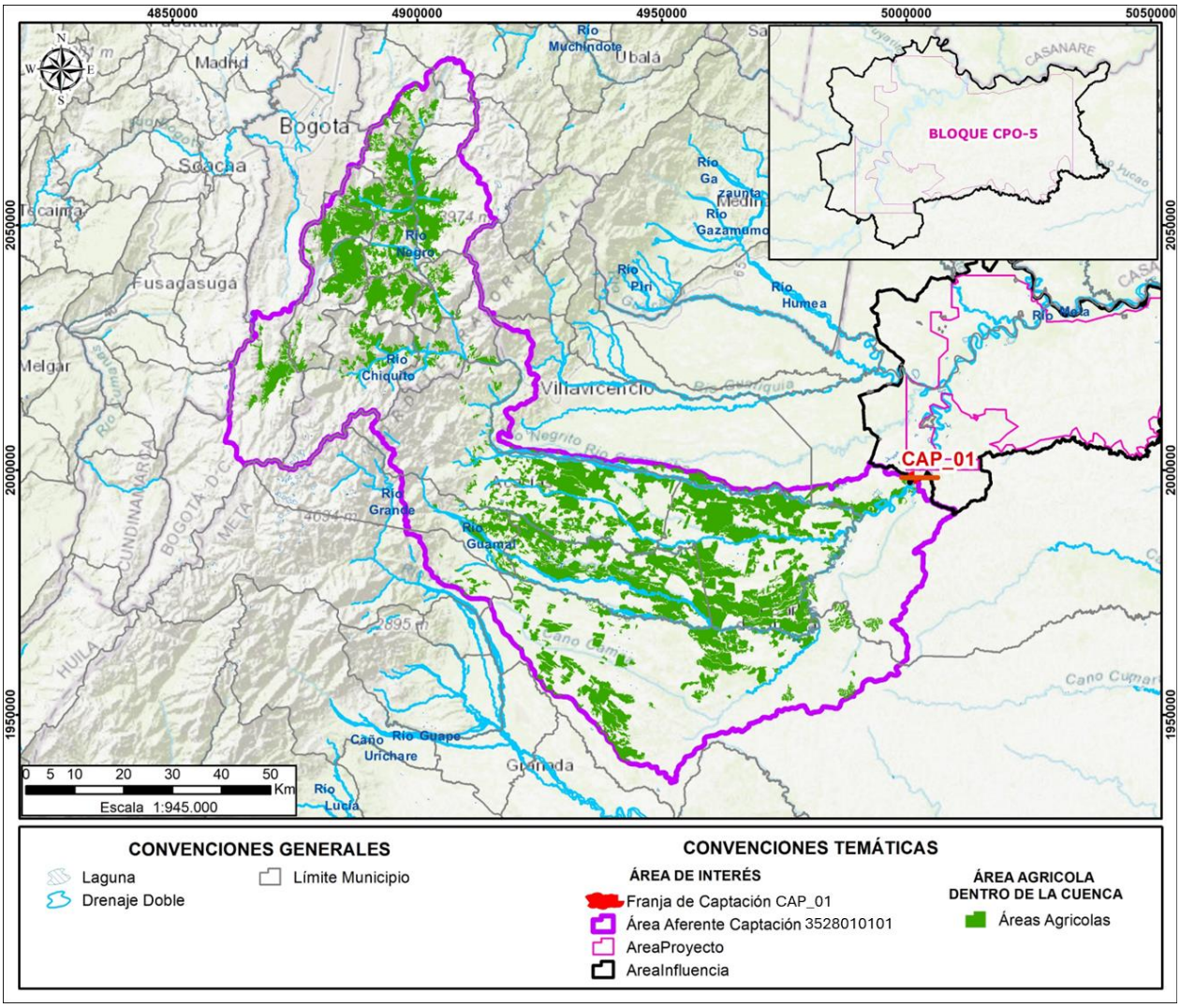


Figura 4.1-93 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para las áreas aferentes Río Metica (3528010101) – Franja CAP_01

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

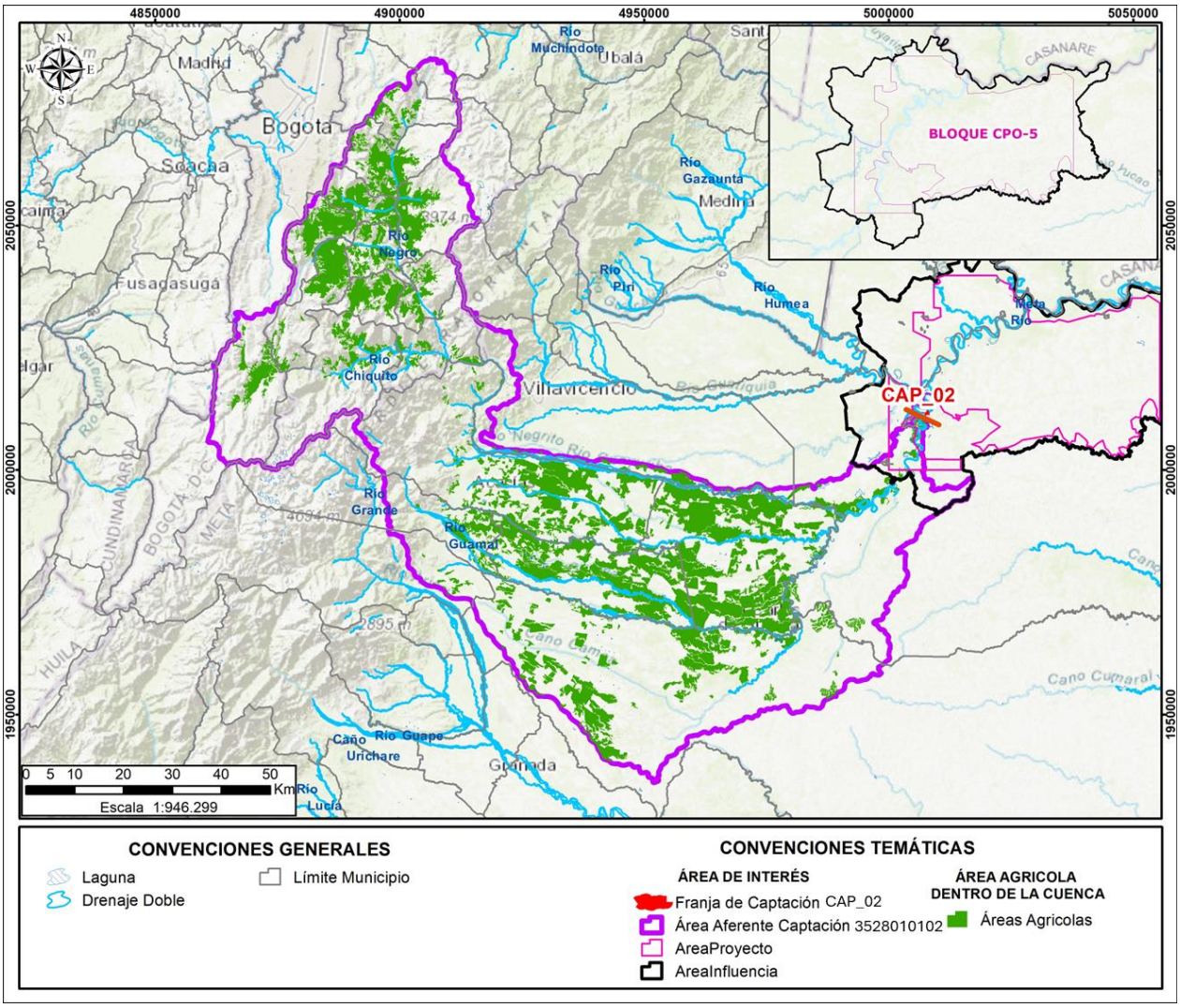


Figura 4.1-94 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

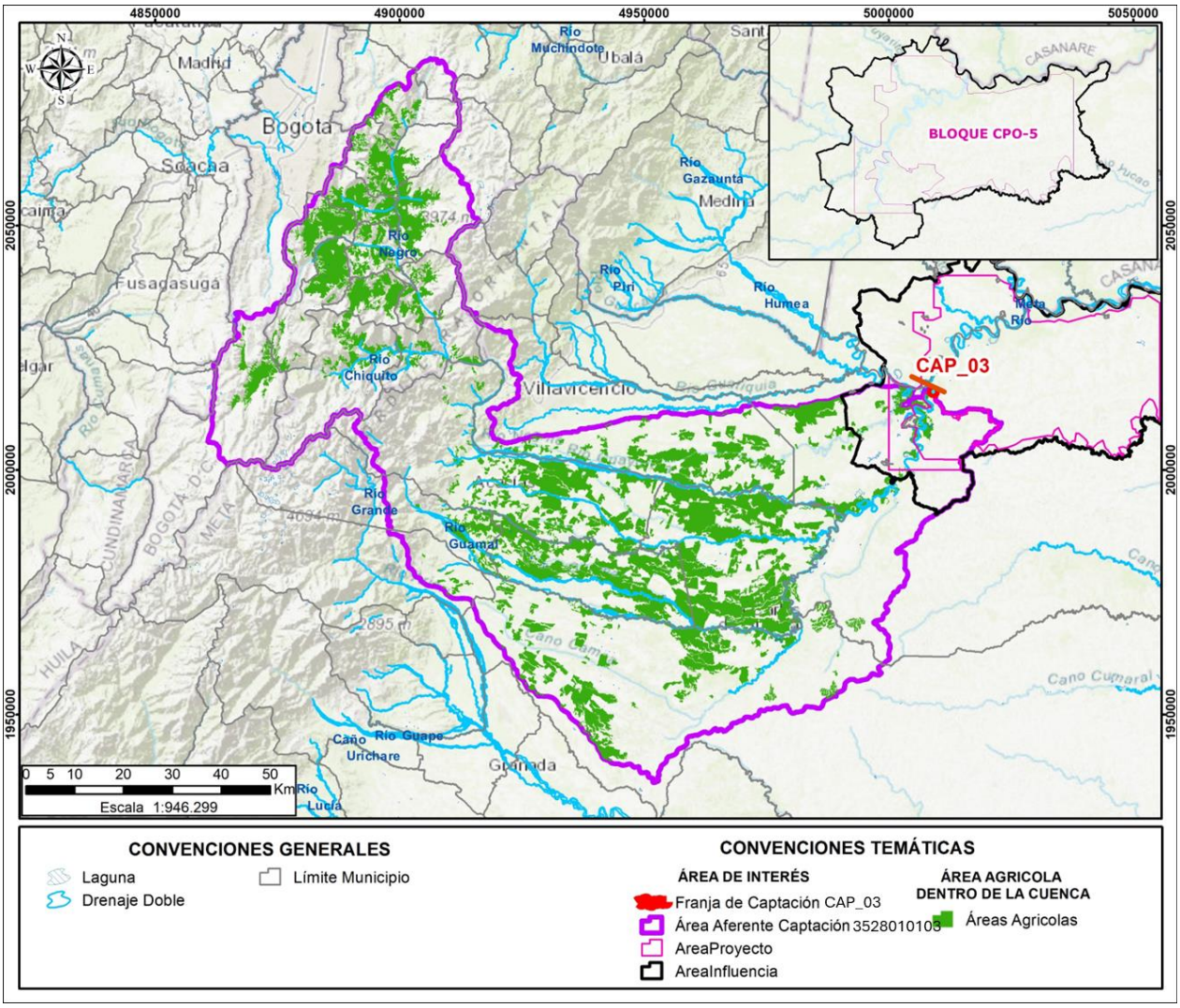


Figura 4.1-95 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Metica (3528010103) – Franja CAP_03

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

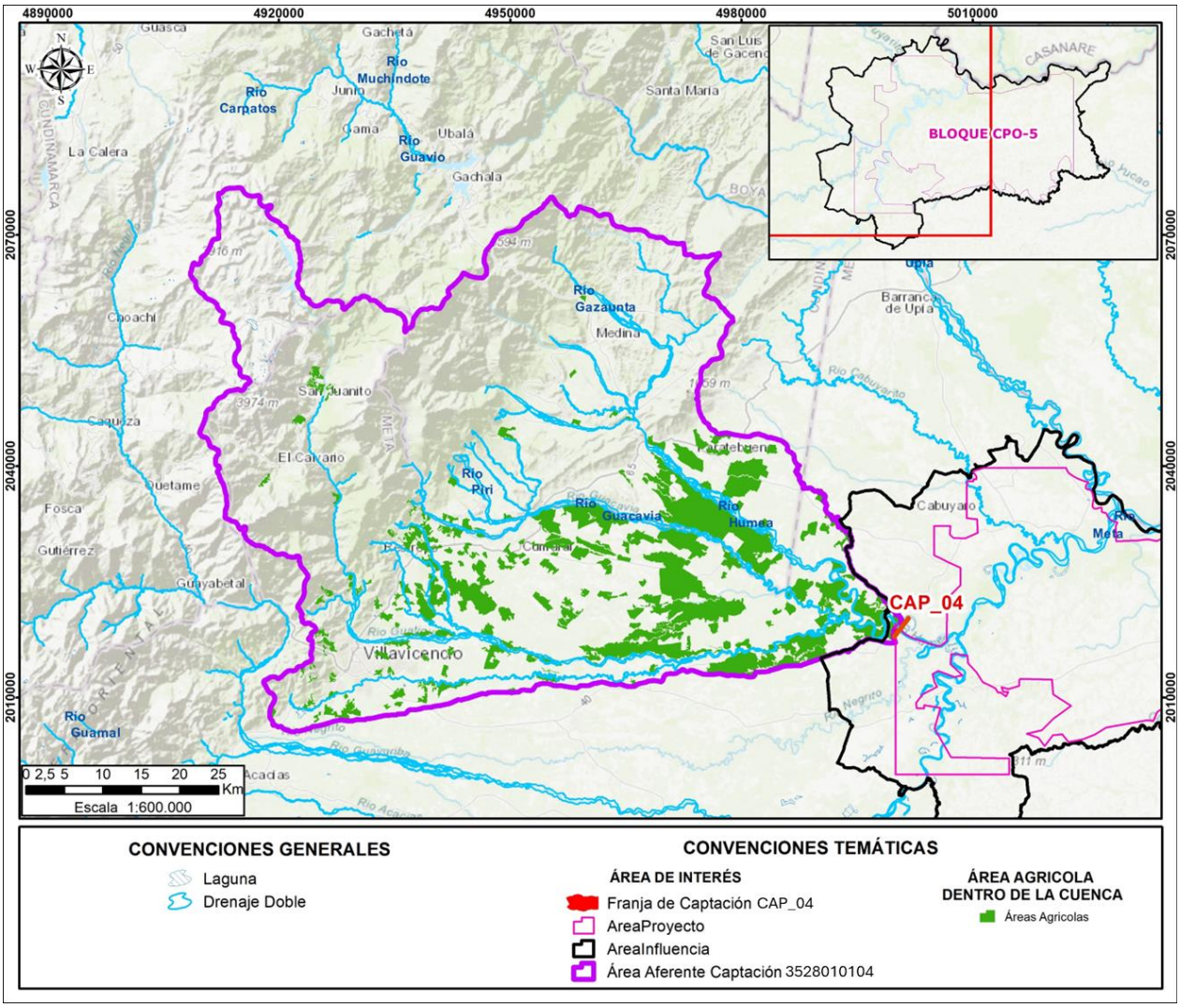


Figura 4.1-96 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río humea (3528010104) - Franja CAP_04

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

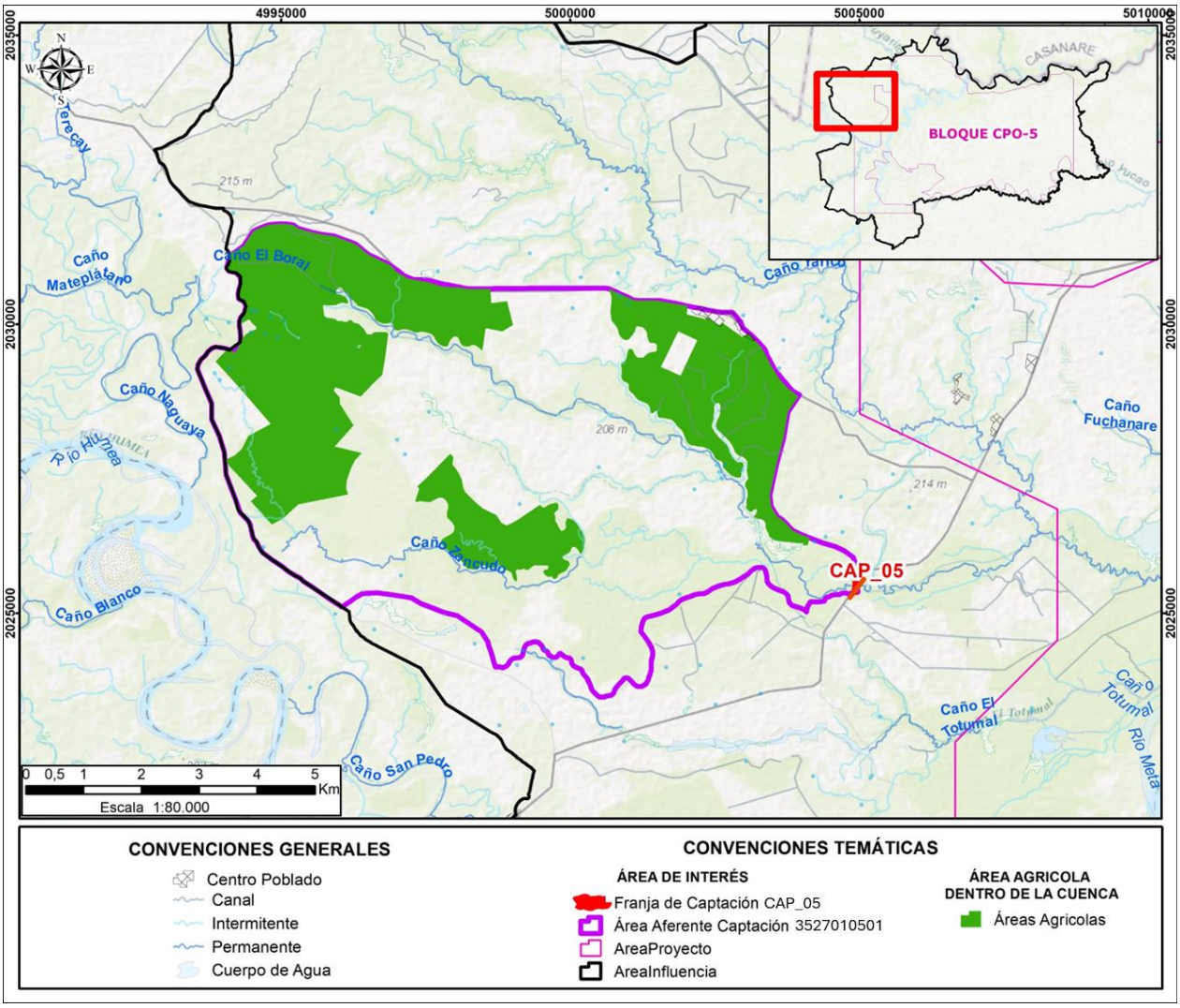


Figura 4.1-97 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Caño Boral (3527010501) – Franja CAP_05

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

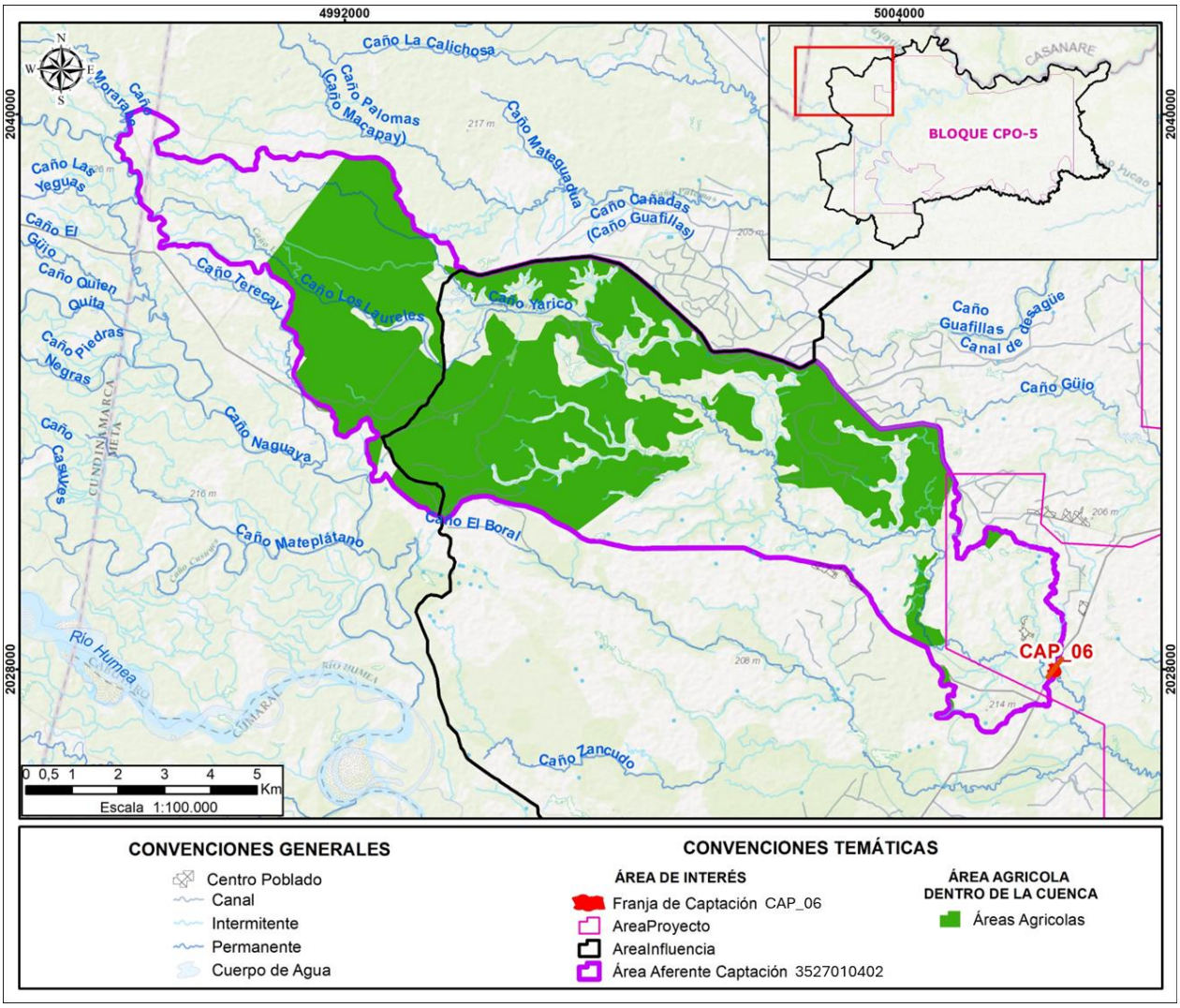


Figura 4.1-98 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Caño Yarico (3527010402) – Franja CAP_06

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

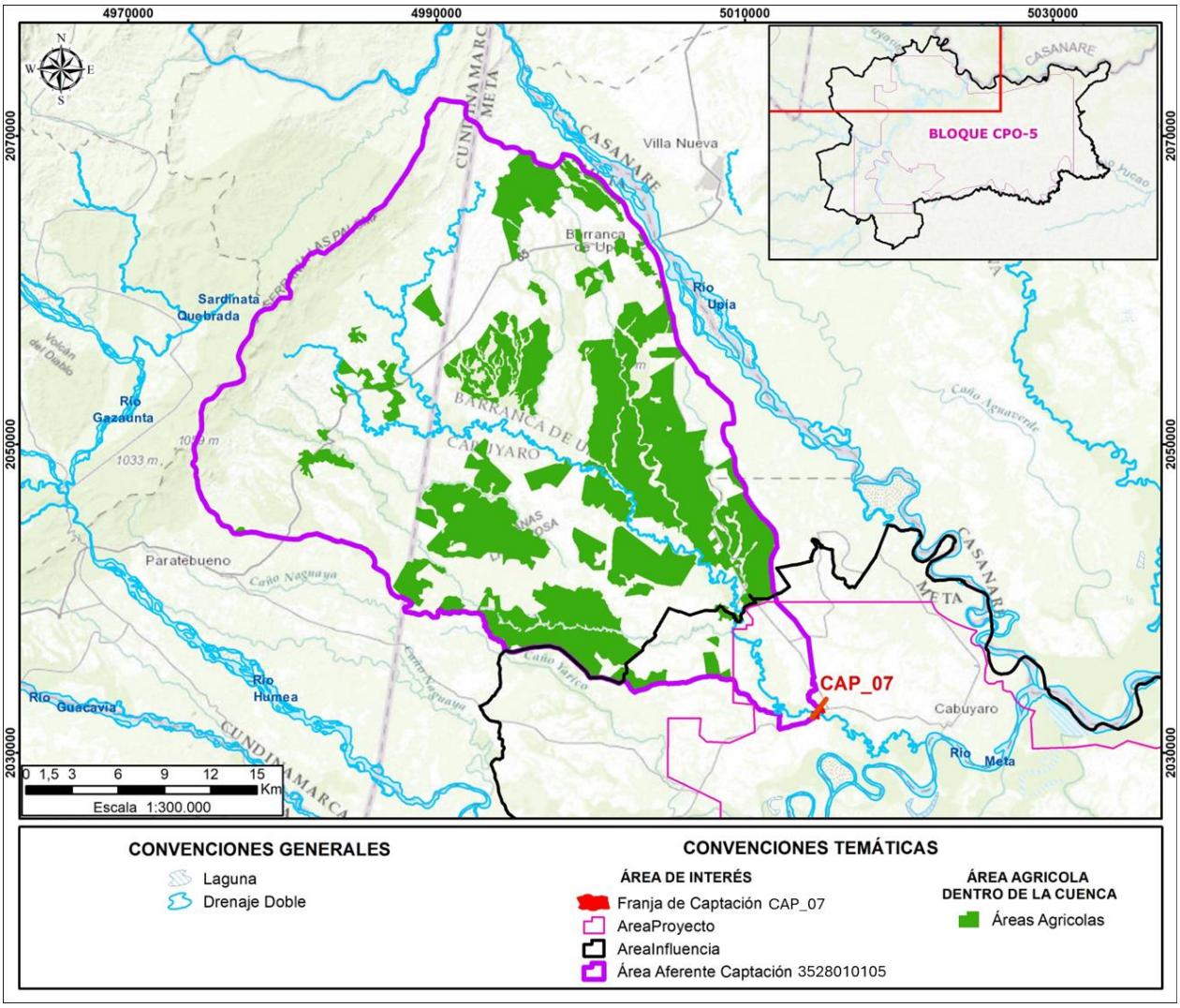


Figura 4.1-99 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

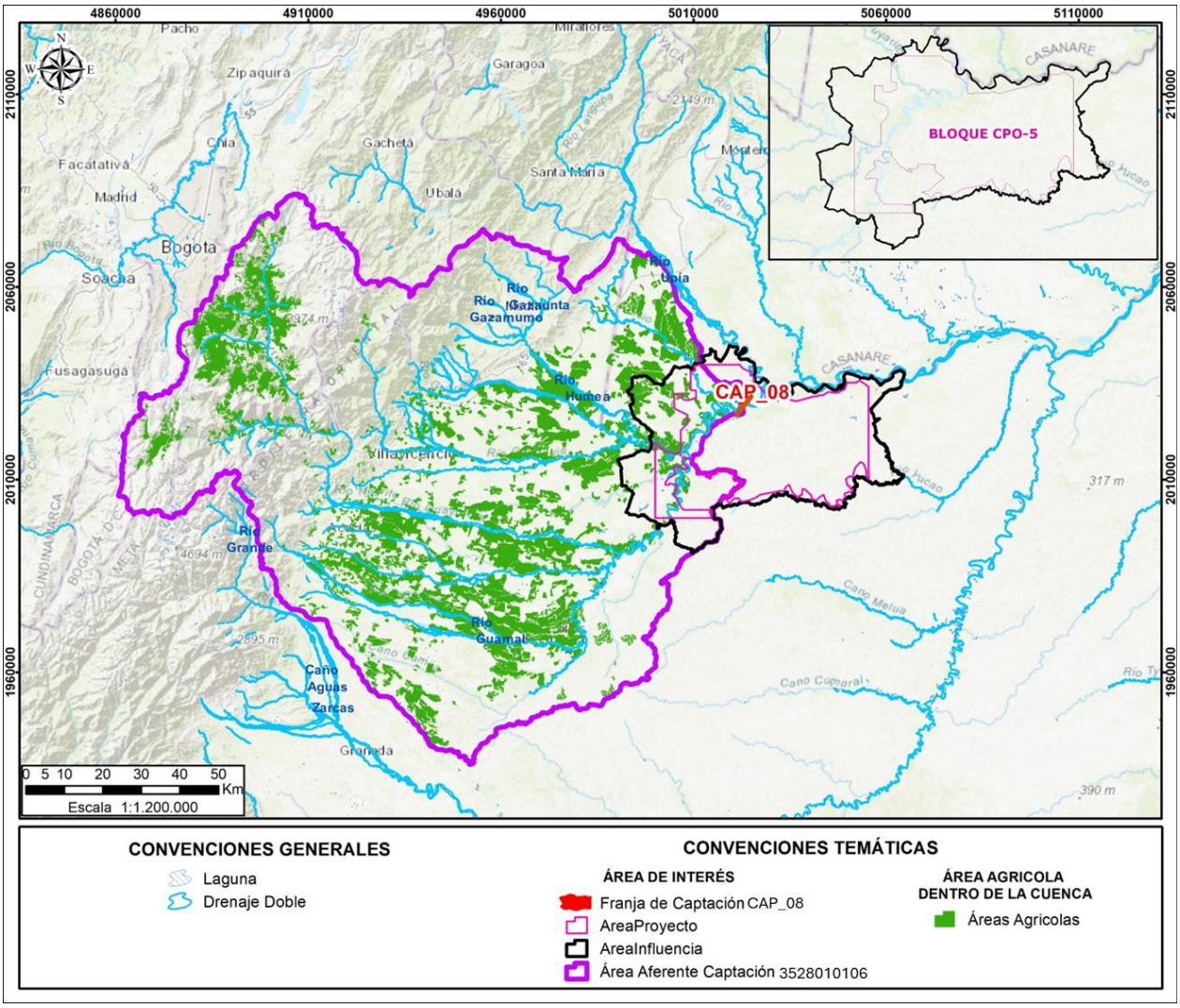


Figura 4.1-100 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

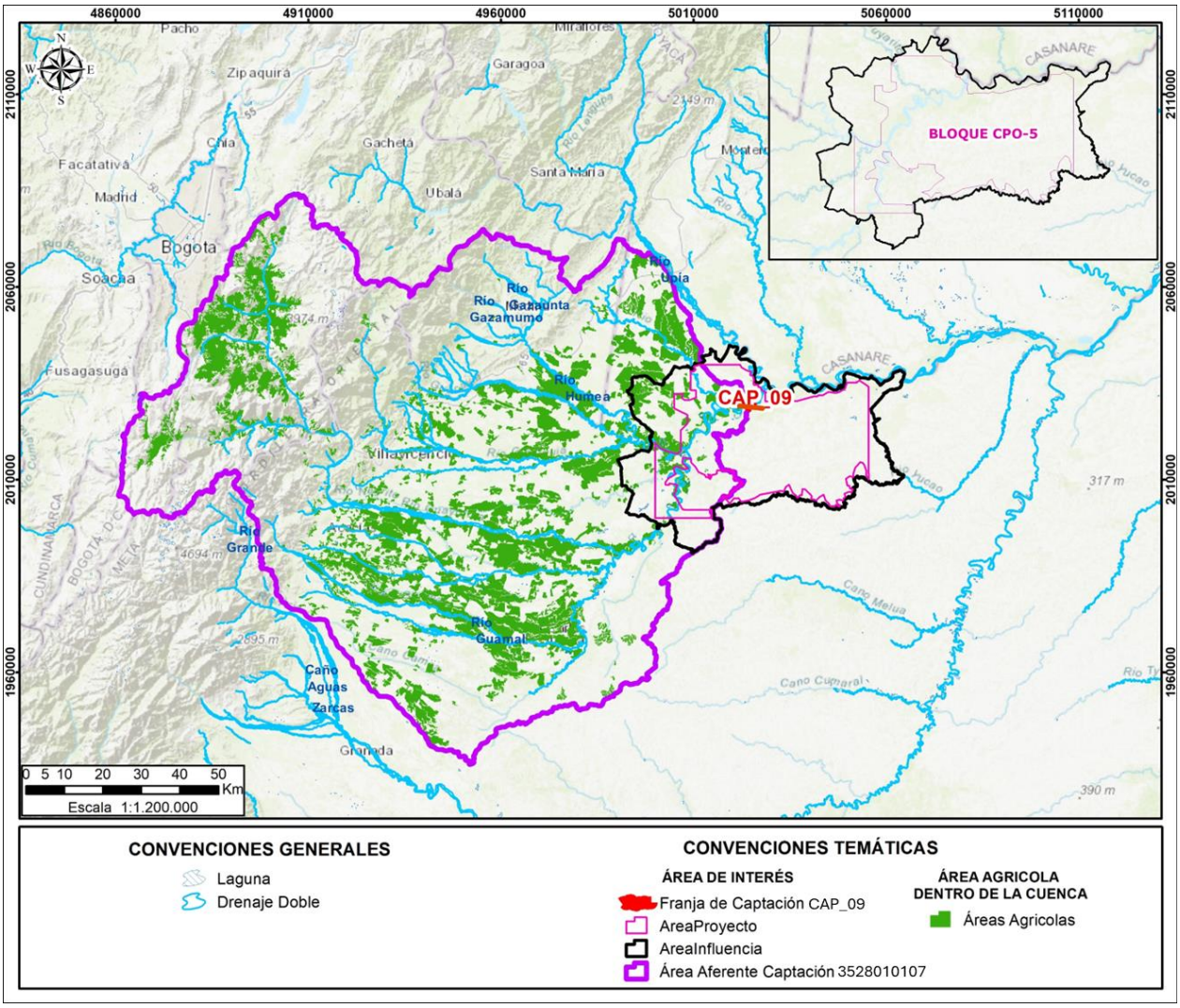


Figura 4.1-101 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

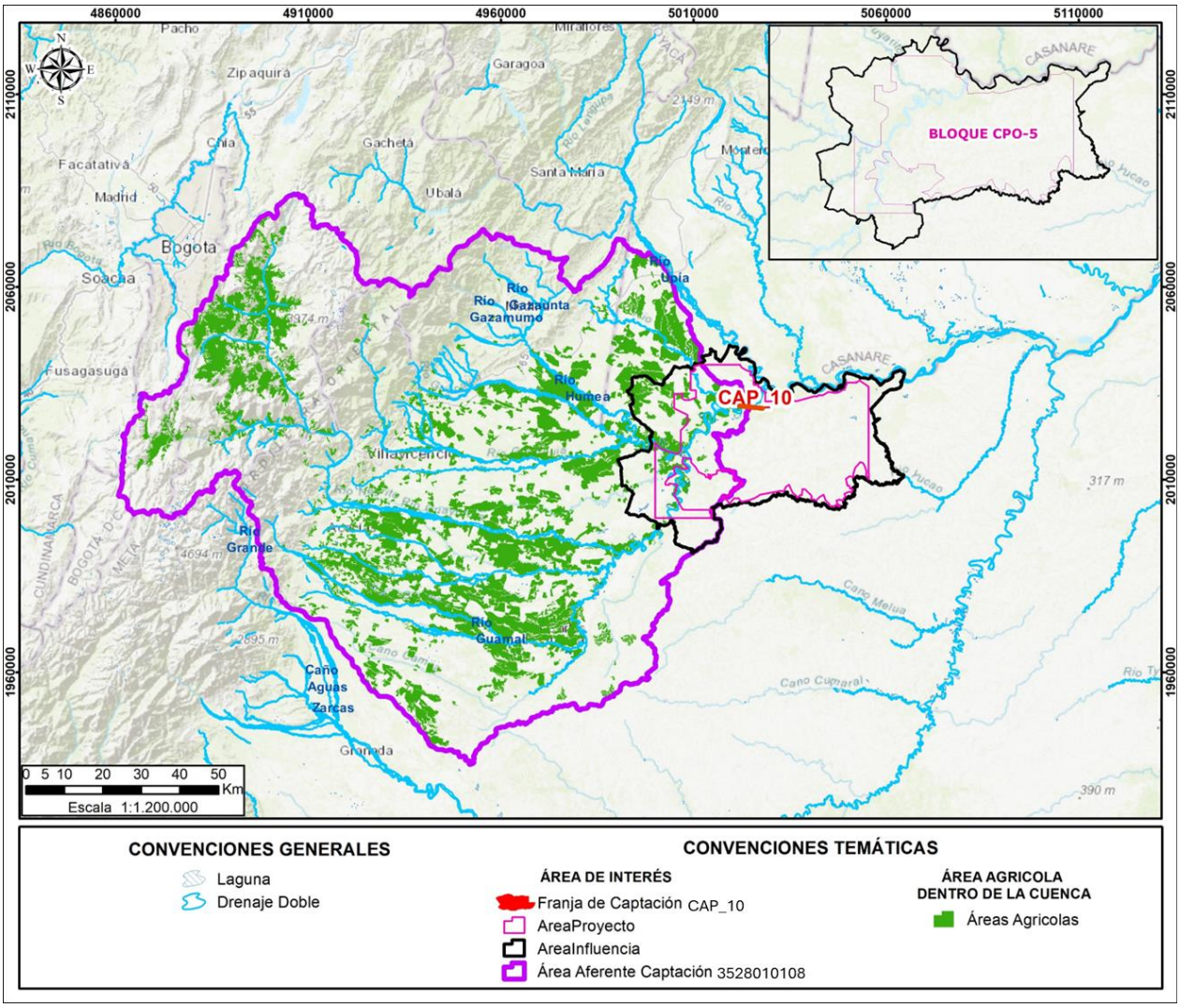


Figura 4.1-102 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

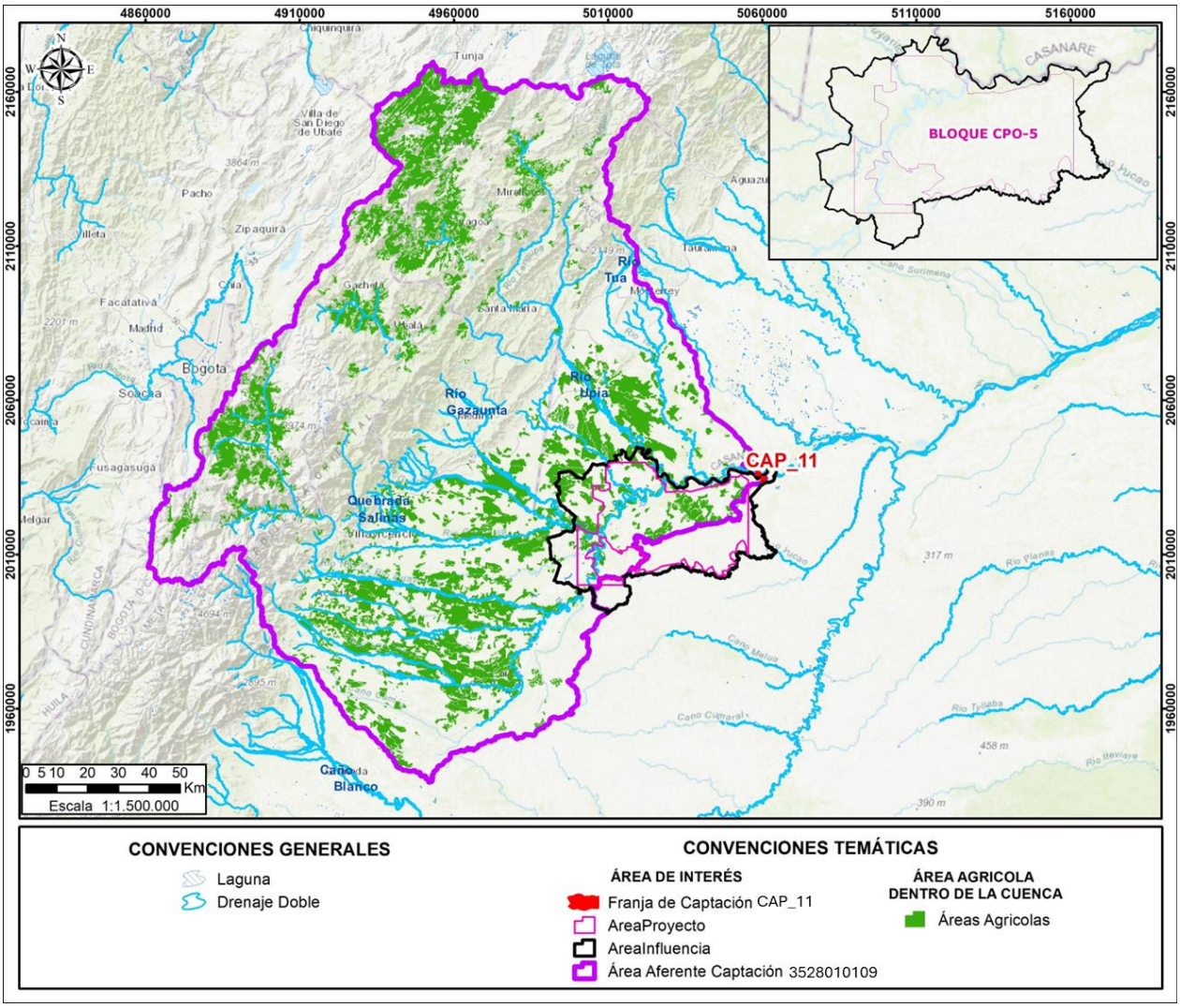


Figura 4.1-103 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para área aferente Rio Meta (3528010109) – Franja CAP_11

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

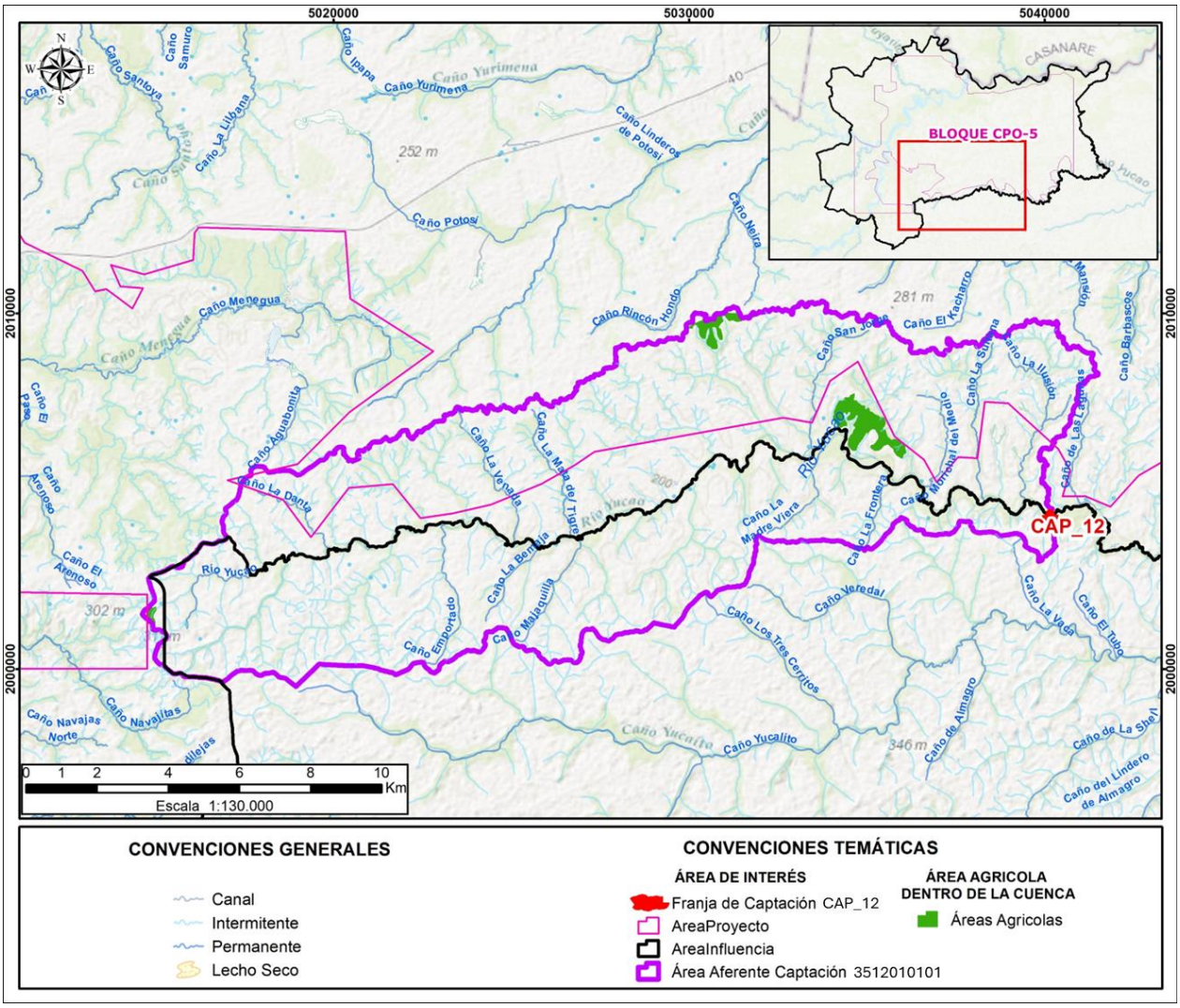


Figura 4.1-104 Ubicación de áreas agrícolas identificadas para el área aferente Rio Yucao (3512010101) – Franja CAP_12

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La demanda agrícola constituye el principal componente de consumo hídrico en las áreas aferentes a las franjas de captación del Bloque CPO-5, el análisis entre la demanda y la oferta hídrica superficial evidencia que en todas las áreas aferentes donde se presenta actividad agrícola, la oferta neta anual es superior a la demanda estimada para riego. En particular, las áreas aferentes a las franjas de captación CAP_05, CAP_06, CAP_07 y CAP_12, no registran demanda agrícola debido a que la precipitación satisface completamente los requerimientos de los cultivos, lo que implica ausencia de presión por este uso. En las demás franjas, aunque los cultivos predominantes como arroz y palma requieren riego complementario, la oferta hídrica disponible permite atender dicha demanda sin generar déficits significativos. Esto indica que no se identifican conflictos actuales por el uso agrícola del agua.

Desde el punto de vista potencial, se podrían presentar conflictos ante el escenario de expansión de áreas agrícolas de alta demanda hídrica y reducciones en la oferta hídrica por variabilidad climática p cambios en el régimen hidrológico. No obstante, no se evidencian conflictos potenciales relevantes para este uso.

Para la **demanda de agua de uso doméstico**, se estimó la población en cada área aferente de las franjas de captación solicitada y se calculó la distribución mediante el porcentaje de población de cada centro presente en el área del área aferente (ver **Tabla 4.1-43**, y **Figura 4.1-105** a la **Figura 4.1-113**). Adicionalmente, la demanda doméstica se calculó mediante la dotación estipulada por la Resolución 0330 de 2017 (140 L/Hab.día). Se asume que la demanda doméstica se capta de cada área aferente; sin embargo, es probable que cada centro poblado tenga otras fuentes de captación de agua, como pozos subterráneos o acueductos veredales, lo que diversifica el suministro y reduce la presión sobre los recursos hídricos superficiales.

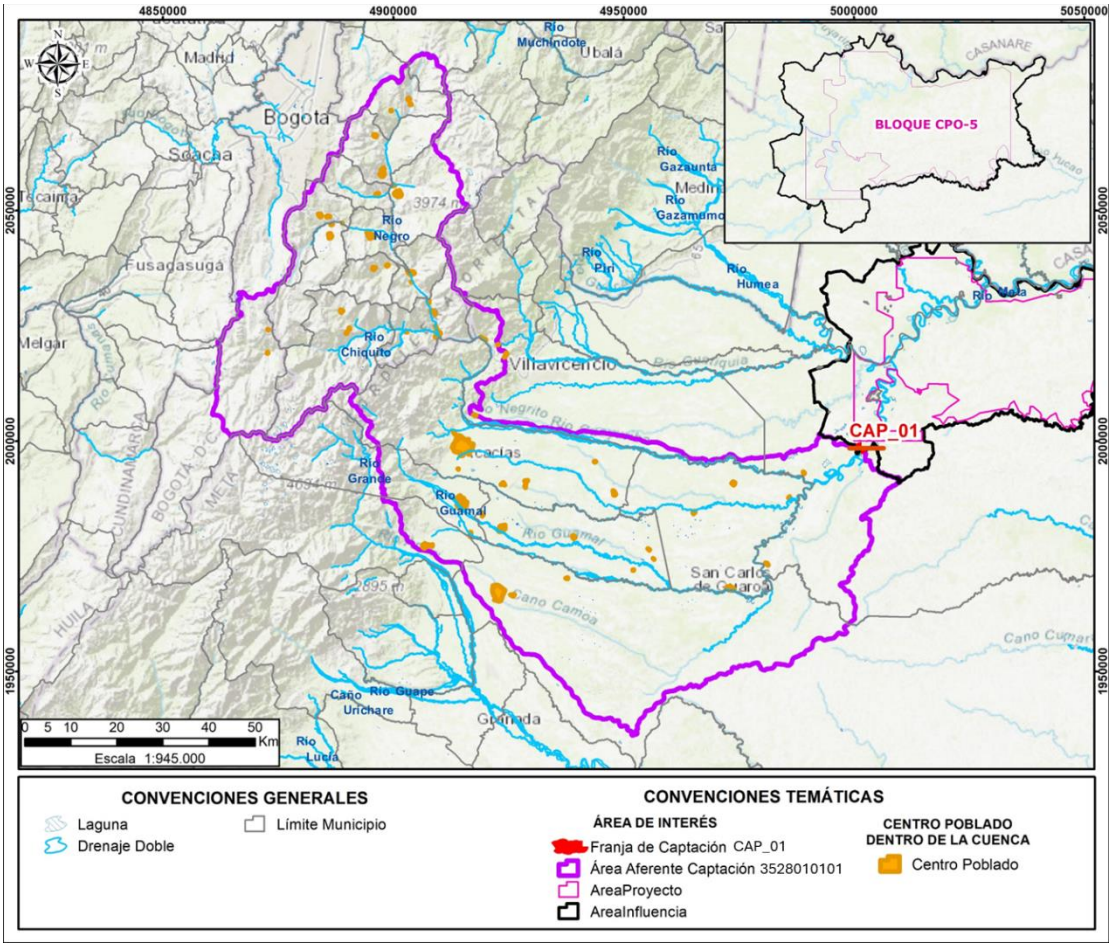


Figura 4.1-105 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010101) – Franja CAP_01

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

Por otro lado, no se identificaron centros poblados dentro de las áreas aferentes 3527010501 (CAP_05), 3527010402 (CAP_06), y 3512010101 (CAP_12). Debido a esta ausencia de población, no se ha calculado la demanda doméstica de agua para estas AF. Es importante considerar que, aunque no se observaron asentamientos en el área aferente, la demanda doméstica de los pobladores de esta zona sean predios rurales o fincas podría ser suplida por otras fuentes fuera del área aferente.

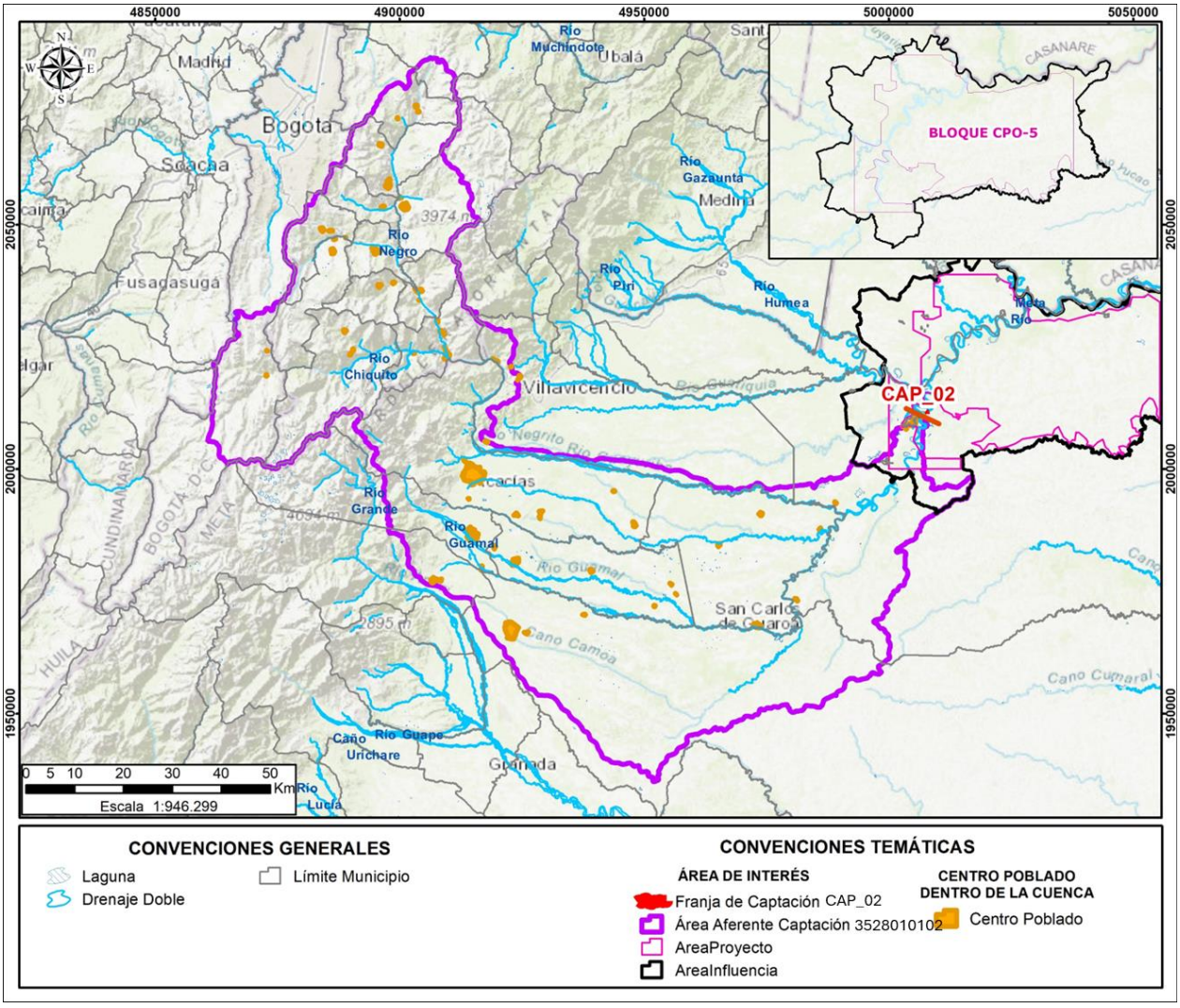


Figura 4.1-106 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010102) – Franja CAP_02

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

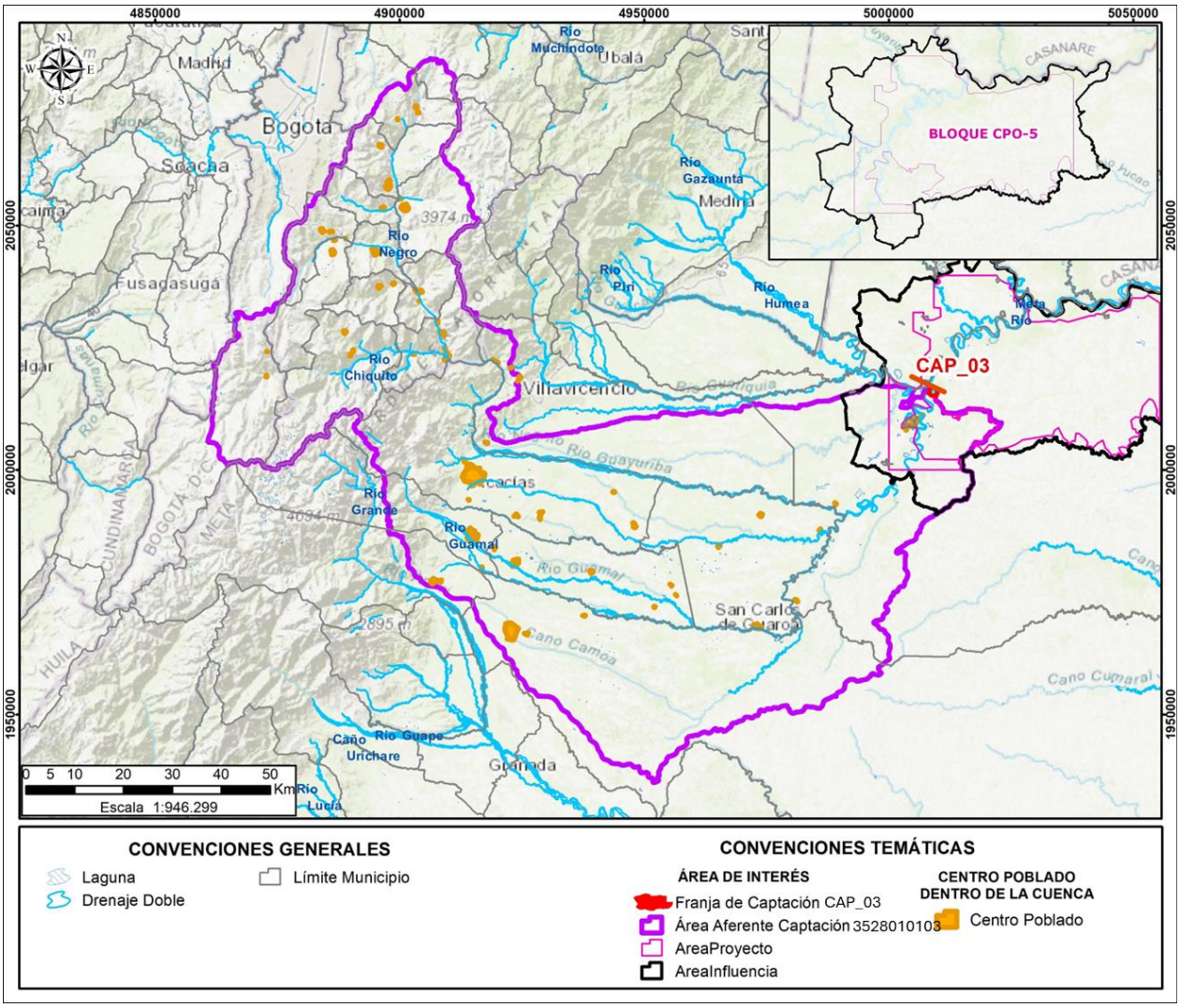


Figura 4.1-107 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Metica (3528010103) – Franja CAP_03

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

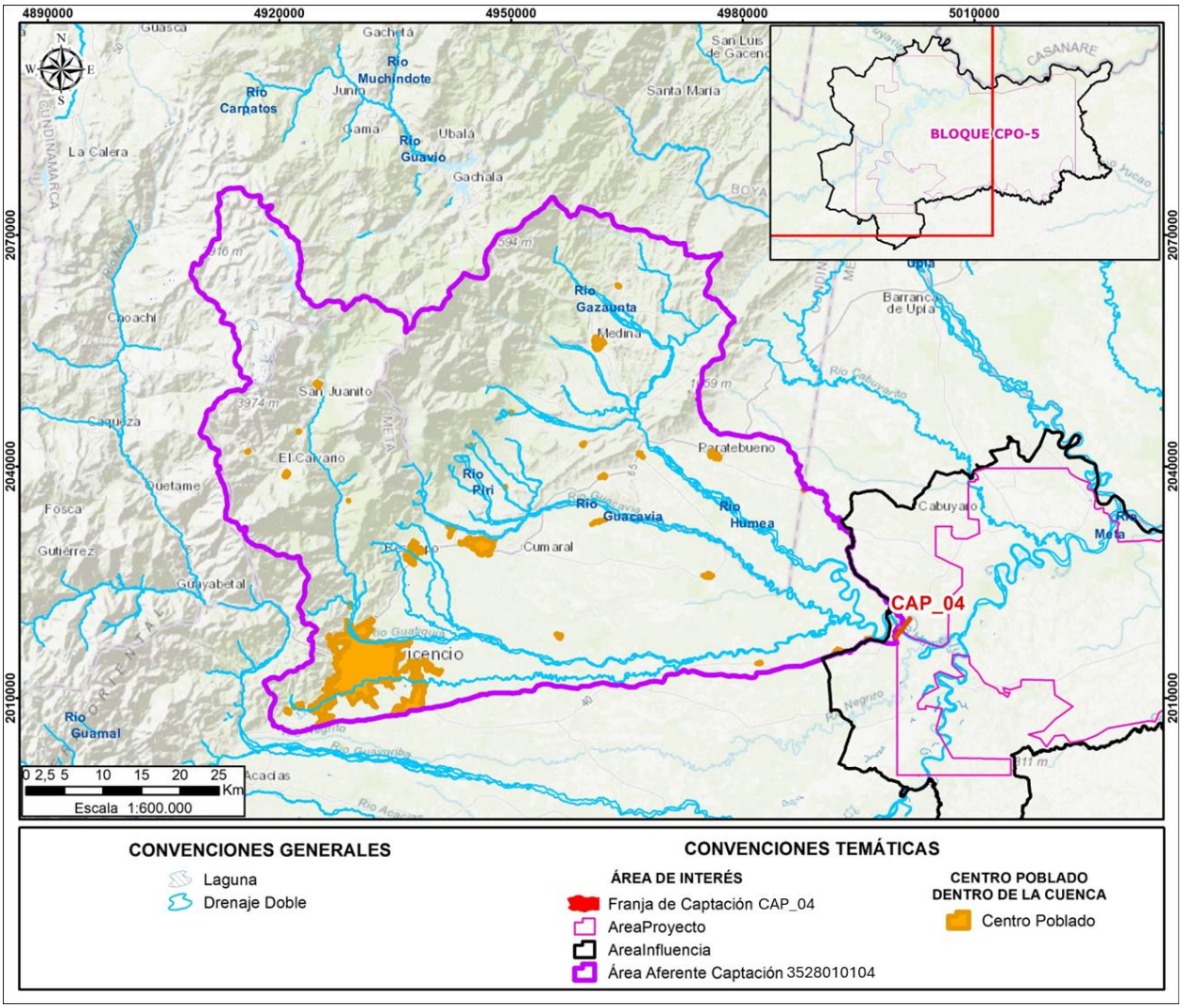


Figura 4.1-108 Ubicación de los centros poblados presentes en el área aferente Río humea (3528010104) - Franja CAP_04

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

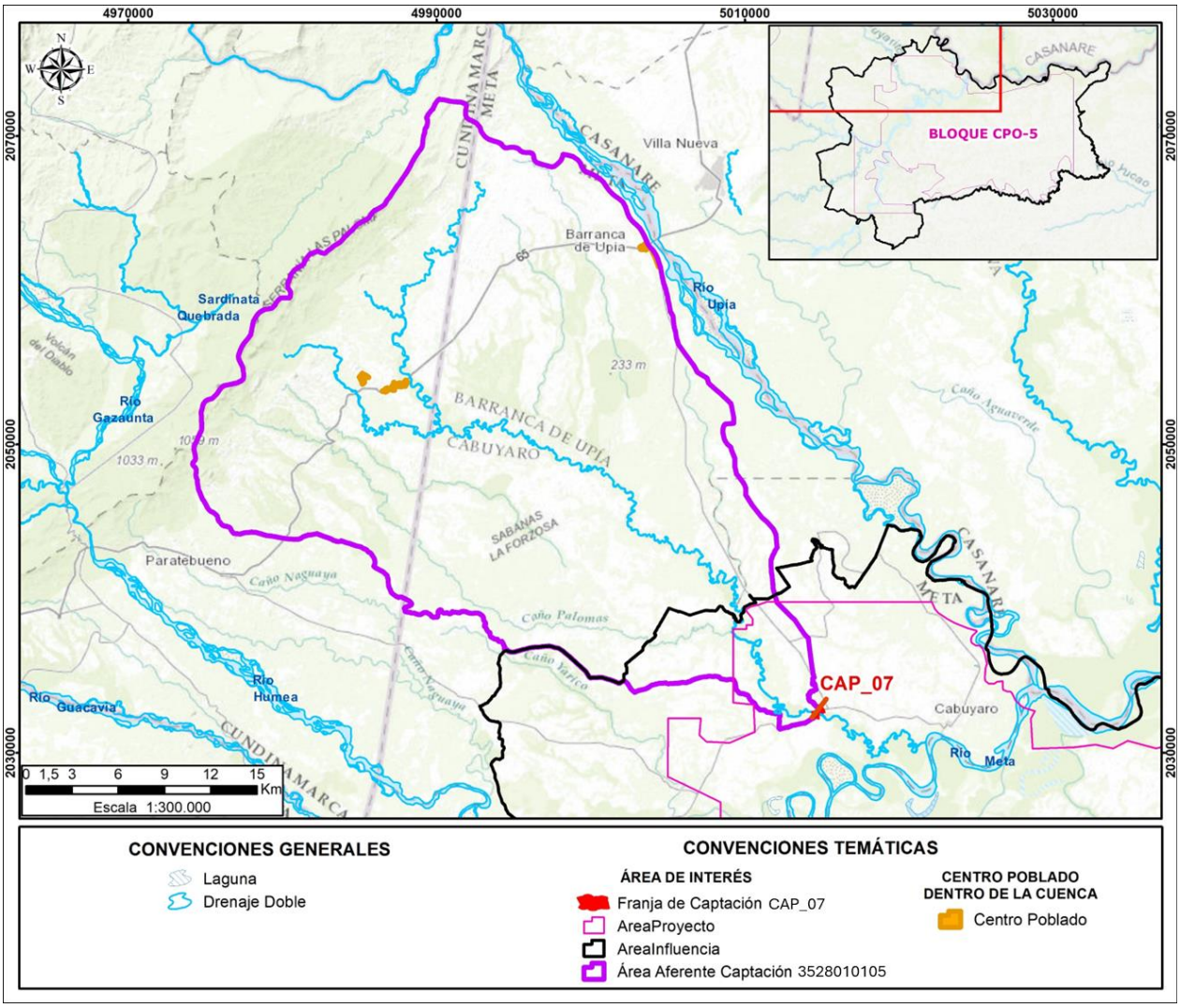


Figura 4.1-109 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Cabuyarito (3528010105) – Franja CAP_07

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

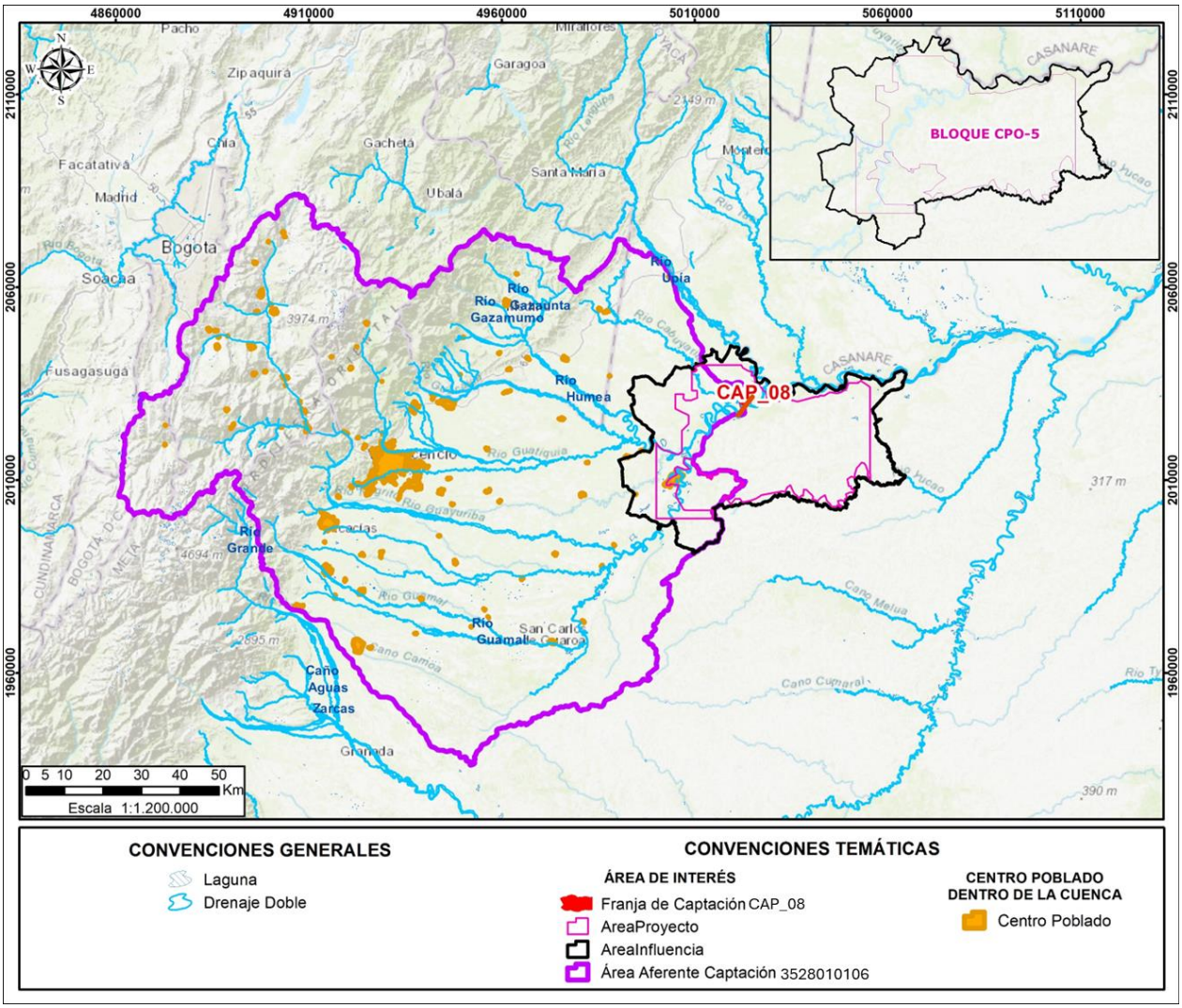


Figura 4.1-110 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010106) – Franja CAP_08

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

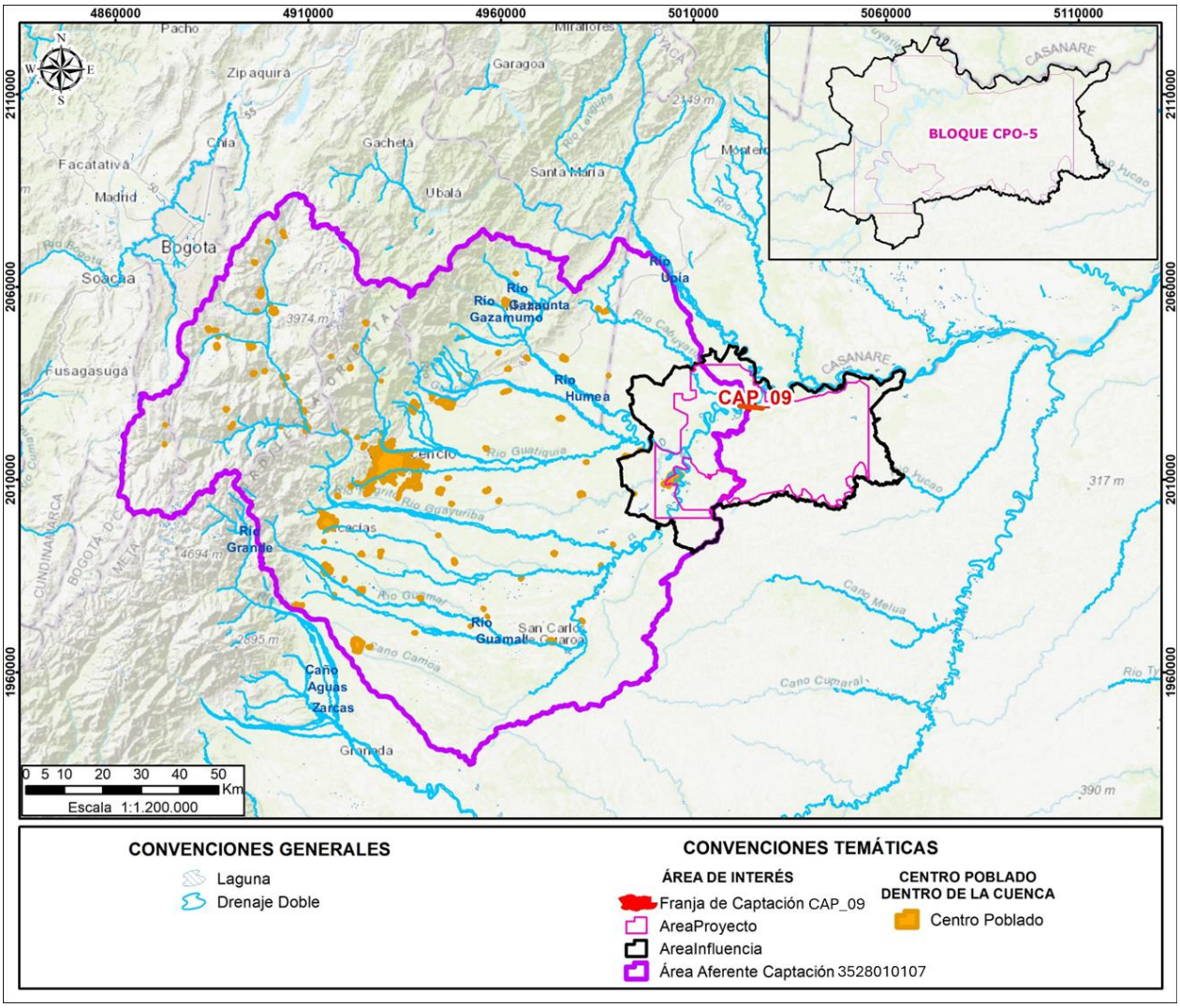


Figura 4.1-111 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010107) – Franja CAP_09

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

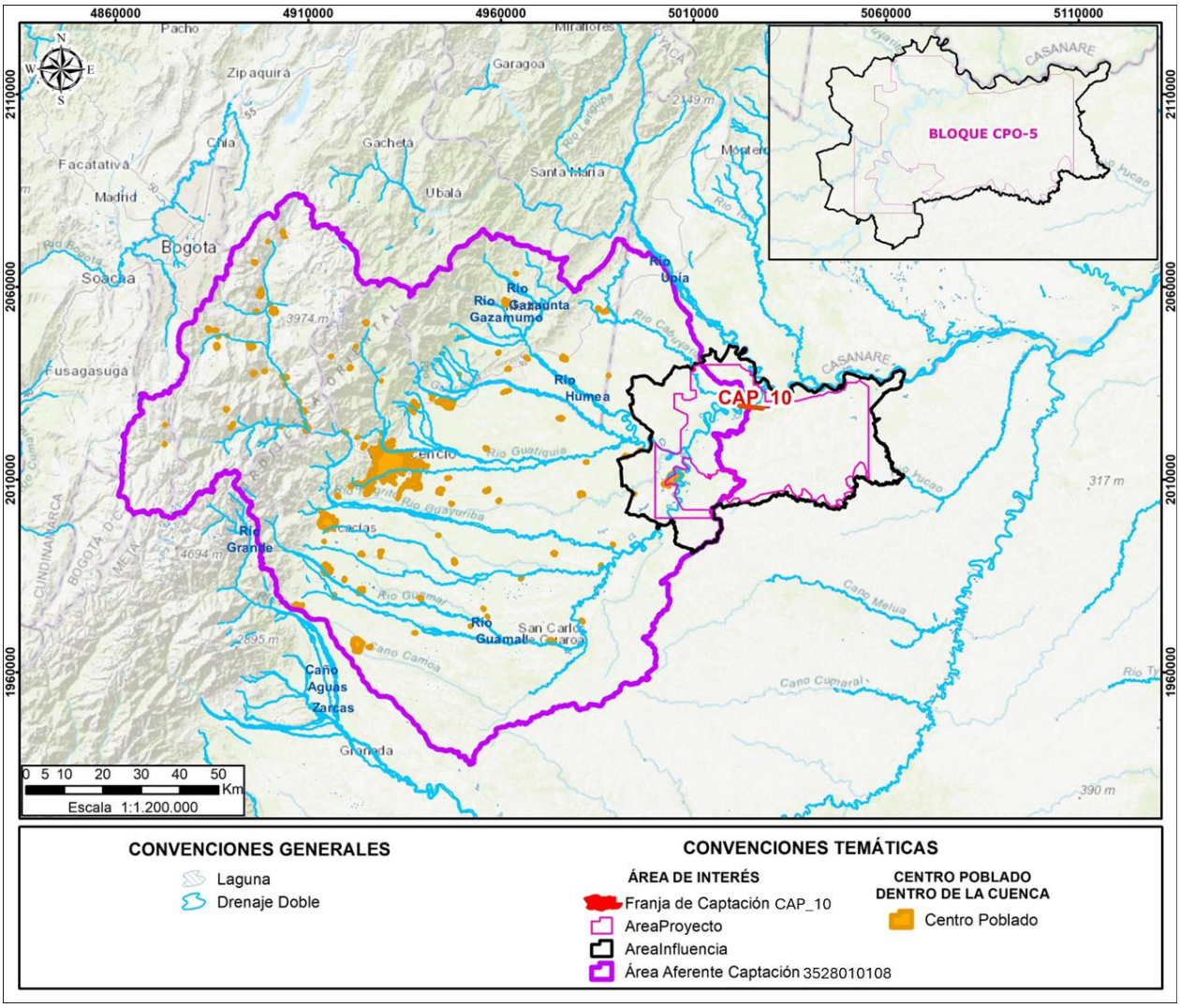


Figura 4.1-112 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010108) – Franja CAP_10

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

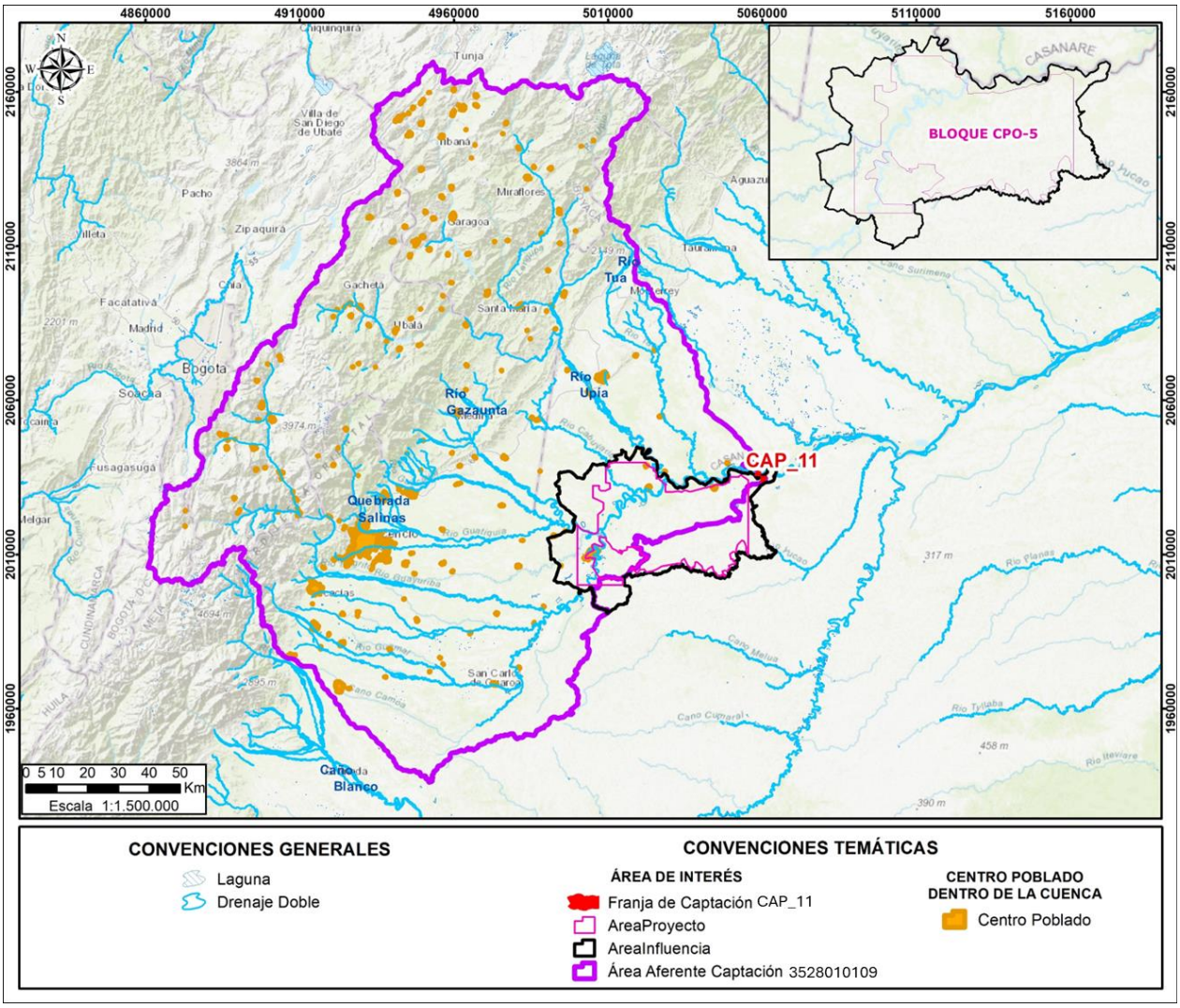


Figura 4.1-113 Ubicación de centros poblados presentes en el área aferente Río Meta (3528010109) – Franja CAP_11

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

La demanda doméstica estimada representa un consumo considerablemente menor que la demanda agrícola y una proporción muy baja frente a la oferta hídrica disponible. Además, los resultados del estudio indican que el abastecimiento con fines domésticos no depende exclusivamente de las fuentes hídricas superficiales, ya que los centros poblados cuentan con sistemas de suministro de agua subterránea como pozos profundos y aljibes. Por lo anterior, no se identifican conflictos actuales para abastecimiento doméstico en las franjas evaluadas, y tampoco se prevén conflictos potenciales significativos dado que la demanda para usos domésticos es baja y existen fuentes alternativas de abastecimiento, a largo plazo podrían presentarse conflictos sólo ante un gran incremento poblacional que concentre sus captaciones en una misma fuente hídrica.

4.1.4 Calidad del agua de las franjas de captación del proyecto

En el marco de la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la modificación de la licencia ambiental del Bloque CPO-5, se evaluó la calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua sobre los cuales se está solicitando la concesión para captación de agua superficial. Los monitoreos se realizaron durante la época de lluvia del 04 al 19 de julio de 2024, y durante la época seca, del 22 de enero al 03 de febrero de 2025, en los municipios de Puerto López y Cabuyaro del departamento del Meta.

En la **Tabla 4.1-44** se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo asociados a las franjas de captación, asimismo en la **Figura 4.1-114** se observa la ubicación espacial de los puntos de monitoreo de calidad de agua en las franjas de captación solicitadas para el proyecto.

Tabla 4.1-44 Coordenadas de los puntos monitoreo asociados a las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5

ID Franja de Captación	Cuerpo de agua	ID Punto de monitoreo	Microcuenca	Coordenadas Planas Origen Único Nacional	
				Este	Norte
CAP_01	Río Metica	METICA_CL_03	Río Metica	5.001.509,10	1.998.431,04
CAP_02	Río Metica	METICA_CL_02		5.007.067,35	2.011.281,45
CAP_03	Río Metica	METICA_CL_01		5.009.108,16	2.016.087,36
CAP_04	Río Humea	HUMEA_CL_01A	Río Humea	5.000.460,60	2.019.120,19
CAP_05	Caño El Boral	BORAL_CL_02	Caño El Boral	5.004.914,17	2.025.457,39
CAP_06	Caño Yarico	OCMY5 (YARICO_CL_02)	Caño Yarico	5.007.326,03	2.027.982,83
CAP_07	Río Cabuyarito	CABUYARITO_CL_01	Río Cabuyarito	5.014.818,94	2.032.607,37
CAP_08	Río Meta	META_CL_01A	Río Meta	5.022.983,45	2.031.024,15
CAP_09	Río Meta	META_CL_03*		5.024.514,96	2.029.029,98
CAP_10	Río Meta				
CAP_11	Río Meta	META_CL_02		5.059.485,38	2.035.400,40
CAP_12	Río Yucao	YUCAO_CL_02	Río Yucao	5.040.078,32	2.004.346,95

Nota: *Las franjas de captación CAP_09 y CAP_10 comparten el mismo punto de monitoreo (META_CL_03) debido a que se para estas franjas se realizó un monitoreo de tipo transversal. El ID (YARICO_CL_02) se refiere a la codificación dada a al punto de muestreo durante el monitoreo de época de lluvia de 2024, pero para la temporada seca se usa el ID OCMY5, con el cual se encuentra referenciado el punto en la GDB.
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

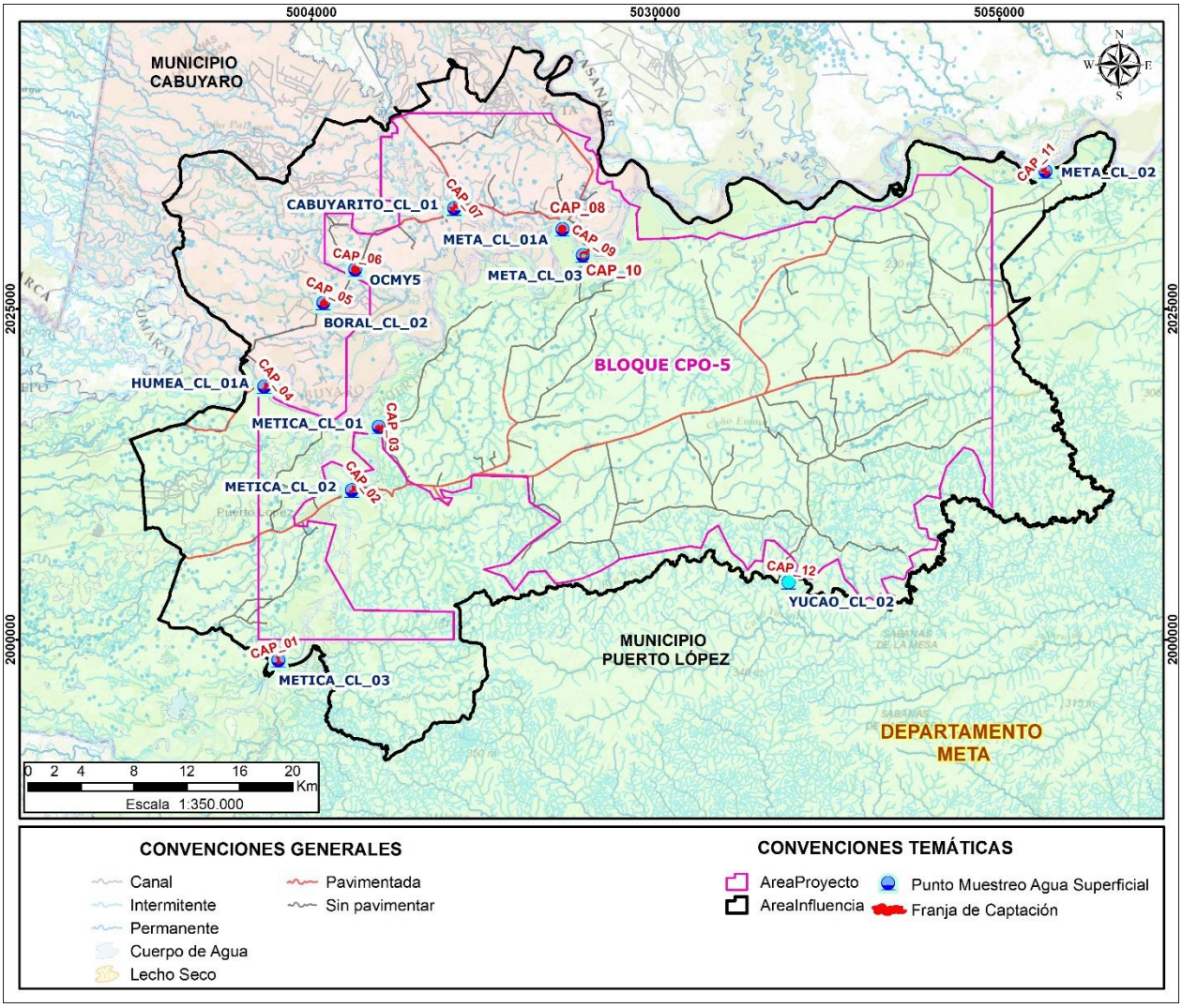


Figura 4.1-114 Puntos de muestreo de calidad de agua superficial en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

A continuación, se presentan los resultados más relevantes del análisis de la calidad de agua en los puntos de monitoreo asociados a la caracterización de franjas de captación. En el *capítulo 3*, numeral *3.2.5 Calidad de agua*, se profundiza en el análisis de cada uno de los parámetros monitoreados en los puntos por microcuenca.

Tabla 4.1-45 Índices de calidad de agua en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5

ID Franja de Captación	Cuerpo de agua	ID Punto de monitoreo	Época de lluvia		Época seca	
			ICA	Interpretación	ICA	Interpretación
CAP_01	Río Metica	METICA_CL_03	0,49	Mala	0,64	Regular

ID Franja de Captación	Cuerpo de agua	ID Punto de monitoreo	Época de lluvia		Época seca	
			ICA	Interpretación	ICA	Interpretación
CAP_02	Río Metica	METICA_CL_02	0,58	Regular	0,61	Regular
CAP_03	Río Metica	METICA_CL_01	0,54	Regular	0,59	Regular
CAP_04	Río Humea	HUMEA_CL_01A	0,62	Regular	0,84	Aceptable
CAP_05	Caño El Boral	BORAL_CL_02	0,78	Aceptable	0,64	Regular
CAP_06	Caño Yarico	OCMY5	0,79	Aceptable	0,87	Aceptable
CAP_07	Río Cabuyarito	CABUYARITO_CL_01	0,82	Aceptable	0,84	Aceptable
CAP_08	Río Meta	META_CL_01A	0,63	Regular	0,77	Aceptable
CAP_09	Río Meta	META_CL_03	0,5	Mala	0,7	Regular
CAP_10	Río Meta					
CAP_11	Río Meta	META_CL_02	0,51	Regular	0,58	Regular
CAP_12	Río Yucao	YUCAO_CL_02	0,77	Aceptable	0,83	Aceptable

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Tabla 4.1-46 Índices de contaminación en las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5

ID Franja de Captación	Cuerpo de agua	ID Punto de monitoreo	ICOMO		ICOMI		ICOpH		ICOSUS		ICOTRO	
			Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
CAP_01	Río Metica	METICA_CL_03	0,57	0,36	0,18	0,15	0,00	0,00	1,00	1,00	<0,150	<0,150
CAP_02	Río Metica	METICA_CL_02	0,50	0,49	0,12	0,07	0,00	0,00	1,00	1,00	<0,150	<0,150
CAP_03	Río Metica	METICA_CL_01	0,52	0,44	0,09	0,10	0,06	0,00	1,00	1,00	<0,150	<0,150
CAP_04	Río Humea	HUMEA_CL_01A	0,41	0,28	0,11	0,22	0,00	0,00	1,00	0,19	<0,150	<0,150
CAP_05	Caño Boral	BORAL_CL_02	0,40	0,40	0,03	0,19	0,02	0,00	0,06	0,76	<0,150	<0,150
CAP_06	Caño Yarico	OCMY5	0,39	0,31	0,01	0,06	0,02	0,00	0,14	0,10	<0,150	<0,150
CAP_07	Río Cabuyarito	CABUYARITO_CL_01	0,28	0,39	0,02	0,05	0,04	0,00	0,22	0,09	<0,150	<0,150
CAP_08	Río Meta	META_CL_01A	0,44	0,26	0,07	0,13	0,00	0,01	1,00	0,65	<0,150	<0,150
CAP_09	Río Meta	META_CL_03	0,63	0,33	0,13	0,14	0,00	0,00	1,00	0,86	<0,150	<0,150
CAP_10	Río Meta											
CAP_11	Río Meta	META_CL_02	0,57	0,54	0,18	0,14	0,01	0,00	1,00	1,00	<0,150	<0,150
CAP_12	Río Yucao	YUCAO_CL_02	0,40	0,32	0,00	0,00	0,35	0,10	0,01	0,03	<0,150	<0,150

Código de colores: 0,0 a 0,20 "Ninguna" – amarillo pastel; >0,20 a 0,40 "Baja" – amarillo; >0,40 a 0,60 "Media" – naranja; >0,6 a 0,80 "Alta" – rojo; >0,80 a 1,0 "Muy alta" – café.
Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Las franjas de captación ubicadas sobre el río Metica (CAP_01, CAP_02, y CAP_03) evidenciaron una calidad de agua regular en las dos épocas climáticas, la cual puede llegar a ser mala en época de lluvia, especialmente por el incremento en la concentración de sólidos suspendidos totales producto del arrastre de sólidos, arcillas, limos, y materia orgánica por la escorrentía superficial. Esto indica que la mayor parte del tiempo el río Metica presenta una calidad de agua intermedia que puede deteriorarse debido a la alta carga orgánica que recibe (ICOMO "alto"), y la acumulación de sólidos suspendidos (ICOSUS "muy alto"). Los indicadores biológicos evidenciaron presencia de organismos tolerantes como es el caso de los macroinvertebrados bentónicos, que sugieren presiones ambientales moderadas a altas, y fluctuación en diversidad de macrófitas con mayor resiliencia en época de lluvia. La ictiofauna, dominada por *Pimelodus blochii*, mostró baja diversidad.

Los resultados de calidad de agua en la franja CAP_04 sobre el río Humea, demuestran una calidad que oscila entre regular durante la época de lluvia, y aceptable en la época seca, es decir que la calidad de agua presenta condiciones relativamente favorables para su uso y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, sin embargo, en época de lluvia se genera una presión en la calidad de agua por el incremento en la concentración de materia orgánica (ICOMO "medio"), y de sólidos suspendidos evidenciado en el ICOSUS "muy alto", asociado al patrón de drenaje del río de tipo dendrítico con segmentos meandriformes. En cuanto a la parte hidrobiológica el punto de monitoreo se caracterizó por tener una baja diversidad biótica, los macroinvertebrados bentónicos indicaron condiciones adversas, con dominancia de especies tolerantes, mientras que los asociados a macrófitas mostraron mayor resiliencia. La ictiofauna presentó predominio de *Serrasalmidae* y *Characidae*.

La franja de captación CAP_05 sobre el caño El Boral evidenció una calidad de agua aceptable en época de lluvia y regular en época seca, mostrando señales de presión en la calidad de agua para la temporada seca, durante la cual se registró una reducción en el % de oxígeno disuelto en el agua, y un incremento en la conductividad eléctrica y la concentración de sólidos suspendidos totales reflejado en el valor de ICOSUS "alto". Los indicadores biológicos revelan una condición entre regular y buena: el fitoplancton y el perifiton sugieren una calidad aceptable (con mayor riqueza en lluvias), mientras que los macroinvertebrados bentónicos reflejan presión antrópica moderada, evidenciada por taxones tolerantes como *Chironomidae*, aunque con presencia esporádica de especies sensibles.

En cuanto a las franjas CAP_06 (caño Yarico), CAP_07 (río Cabuyarito), y CAP_12 (río Yucao), se registró para las dos épocas hidroclimáticas monitoreadas una calidad de agua aceptable, es decir que las franjas donde se solicita la captación de agua superficial presentan a lo largo del año óptimos porcentajes de saturación de oxígeno, valores de conductividad dentro de los rangos naturales del ecosistema, y un pH estable dentro del rango óptimo aun así, pueden presentarse presiones puntuales o estacionales en cuanto a la concentración de materia orgánica como se evidencia en los valores de ICOMO registrados, así como en la concentración de sólidos suspendidos totales, ya que por ejemplo en la CAP_07 para la época de lluvia se registró un ICOSUS "bajo". Los indicadores hidrobiológicos evidencian un estado ecológico heterogéneo para

estas franjas, con áreas preservadas y otras bajo estrés antropogénico, donde la estacionalidad influye marcadamente en las comunidades acuáticas.

Las franjas de captación sobre el río Meta (CAP_08, CAP_09, CAP_10, y CAP_11) registraron una calidad de agua que oscila desde aceptable en la franja CAP_08 para la época seca, hasta una calidad mala en las franjas CAP_09 y CAP_10 para la época de lluvia. Lo anterior revela un estado ecológico heterogéneo con sectores frágiles y otros resilientes, pero con evidentes presiones por contaminación orgánica (ICOMO "medio" a "alto" para la CAP_09 y CAP_10 en época de lluvia), y el aporte de sólidos suspendidos totales reflejado en los valores de ICOSUS "muy alto" en casi la totalidad de los puntos muestreados para las dos épocas hidroclimáticas evaluadas.

En cuanto a los indicadores biológicos, el fitoplancton y zooplancton presentaron una riqueza moderada pero con indicadores de contaminación orgánica, el perifiton y el ictioplancton mostraron baja abundancia, los macroinvertebrados bentónicos reflejaron un estado crítico, dominado por taxones tolerantes a perturbaciones (*Lumbriculidae*), sugiriendo presiones antrópicas o climáticas severas. La comunidad íctica fue escasa, dominada por *Pimelodus blochii*, lo que indica baja diversidad, asociada también al bajo nivel de oxígeno disuelto registrado en el agua.

4.1.5 Usos del agua de las franjas de captación del proyecto

4.1.5.1 Inventario usuarios del agua

De acuerdo con caracterización ambiental del AI físico-biótica del Bloque CPO-5, se identificó la presencia de usuarios de agua superficial registrados ante la autoridad ambiental en las franjas de captación CAP_01, CAP_03, CAP_04, CAP_05, y CAP_07 solicitadas en la presente modificación.

A continuación, en la **Tabla 4.1-47** se presentan las coordenadas y detalles de los usuarios identificados, los cuales corresponden a concesiones de agua superficial para uso doméstico e industrial de proyectos de exploración y producción de hidrocarburos.

Tabla 4.1-47 Usuarios de agua superficial sobre las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5

ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Único Nacional		Usuario	Uso	Ubicación
	Este	Norte			
Franja de captación CAP_01 sobre el río Metica					
UU_87	5001323,18	1998400,49	ECOPETROL S.A. Proyecto: Área de Perforación Exploratoria La Flor (Expediente LAV0047-13)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico, en un caudal máximo de 5,3 L/s	Aguas arriba de la franja CAP_01
Franja de captación CAP_03 sobre el río Metica					
UU_69	5008279,24	2017073,68	Agencia Nacional de Infraestructura Proyecto de Navegabilidad del Río Meta	Potencial (Proyecto en etapa de estructuración)	Aguas abajo de la franja CAP_03

ID	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Único Nacional		Usuario	Uso	Ubicación
	Este	Norte			
Franja de captación CAP_04 sobre el río Humea					
UU_104	4999775,19	2019830,01	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL. Proyecto: Área de Desarrollo Llanos 94 (Expediente LAV0064-00-2021)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 7 L/s.	Aguas arriba de la franja CAP_04
UU_83	4999963,18	2019792,37	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL. Proyecto: Bloque de Perforación Exploratorio CPO-4 (Expediente LAM4829)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 3 L/s.	Aguas arriba de la franja CAP_04
UU_89	5000286,24	2019333,37	ONGC VIDESH LIMITED SUCURSAL COLOMBIANA. Proyecto: Área de Producción Gangotri (Expediente LAV0065-00-2018)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 5 L/s.	Aguas arriba de la franja CAP_04
UU_103	5000345,68	2019275,41	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL. Proyecto: Área de Desarrollo Llanos 94 (Expediente LAV0064-00-2021)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 7 L/s.	Aguas arriba de la franja CAP_04
UU_107	5000702,59	2018429,69	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL. Proyecto: Bloque de Perforación Exploratorio CPO-4 (Expediente LAM4829)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 3 L/s.	Aguas debajo de la franja CAP_04
Franja de captación CAP_05 sobre el caño Boral					
UU_90	5004894,17	2025470,97	ONGC VIDESH LIMITED SUCURSAL COLOMBIANA. Proyecto: Área de Producción Gangotri (Expediente LAV0065-00-2018)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 5 L/s.	Sobre la franja CAP_05
Franja de captación CAP_07 sobre el río Cabuyarito					
UU_86	5014773,03	2032585,1	GEOPARK COLOMBIA S.A.S. Proyecto: Área de Perforación Exploratoria Llanos 123 (Expediente LAV0008-00-2022)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 3,7 L/s.	Sobre la franja CAP_07
UU_77	5014766,16	2032563,02	FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP. Proyecto: Campo de Producción Guatiquía (Expediente LAM4311)	Concesión de agua superficial para uso industrial y doméstico en un caudal máximo de 15 L/s.	Sobre la franja CAP_07

Nota: Los ID presentados en la tabla corresponden a los ID definidos para el inventario de usos y usuarios del recurso hídrico en el capítulo 3. Numeral 3.2.6 Usos del agua.
Fuente: GessiG S.A.S., 2026

En la **Figura 4.1-115** se presenta la ubicación espacial de los usuarios de agua identificados sobre las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO-5.

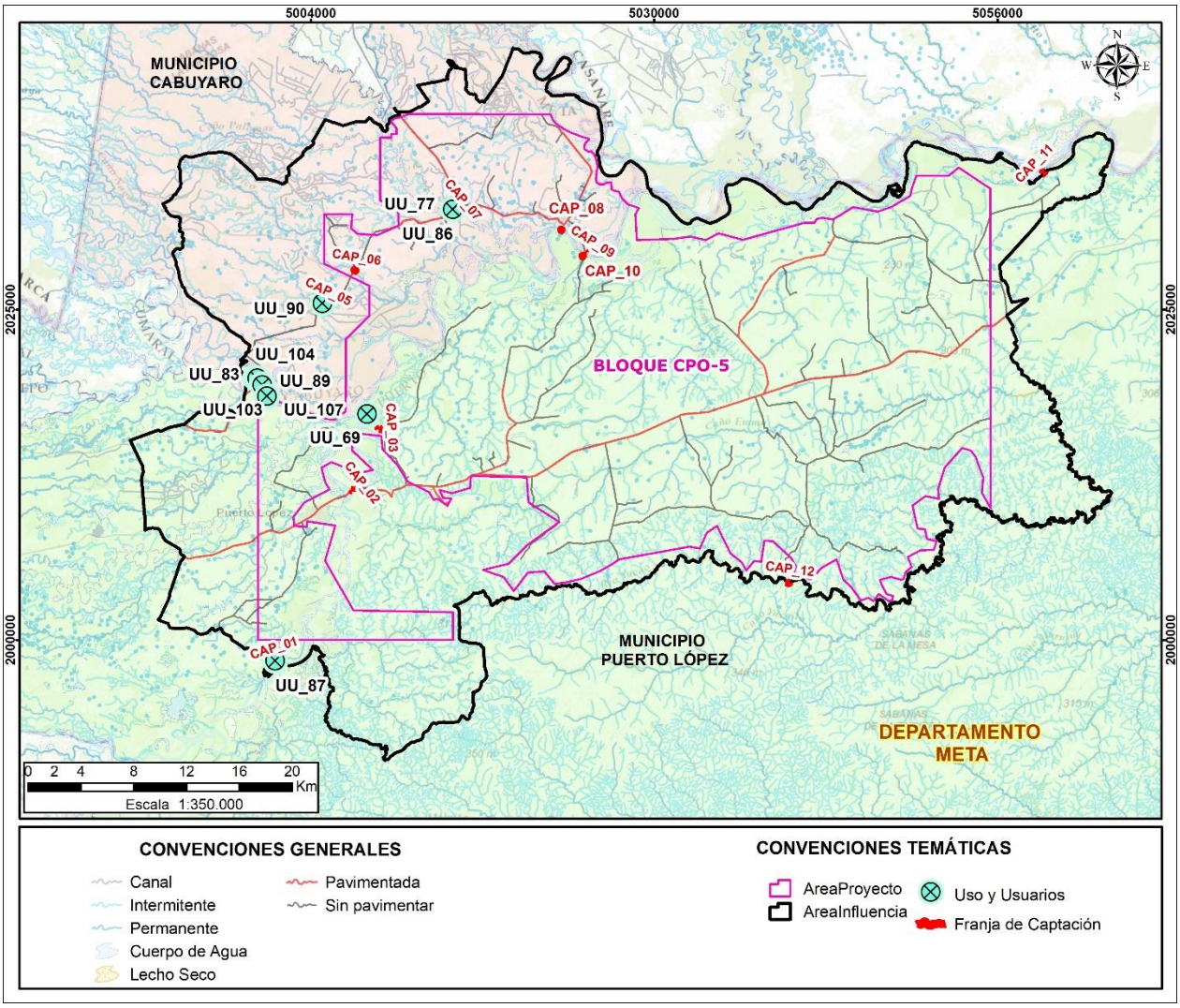


Figura 4.1-115 Usuarios de agua superficial identificados sobre las franjas de captación solicitadas en el AI físico-biótica del Bloque CPO-5

Nota: Los ID presentados en la tabla corresponden a los ID definidos para el inventario de usos y usuarios del recurso hídrico en el capítulo 3. Numeral 3.2.6 Usos del agua.
Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.5.2 Indicadores del recurso hídrico

En este apartado, se analizan los indicadores de recurso hídrico de las áreas aferentes de las franjas de captación con el fin de evaluar de manera integral la disponibilidad y el uso del agua, junto con los posibles conflictos derivados de la demanda de agua en cada sector, lo anterior teniendo en cuenta la oferta hídrica disponible presentada en el numeral *4.1.3 Análisis hidrológico de las franjas de captación del proyecto*.

4.1.5.2.1 Índice de regulación Hídrica (IRH)

El Índice de Regulación Hídrica (IRH) proporciona información sobre la capacidad de una cuenca para regular el flujo de agua, evaluando la estabilidad y constancia de los caudales a lo largo del tiempo. Este índice es crucial para entender cómo las cuencas aguas arriba pueden influir en la disponibilidad de agua aguas abajo, afectando tanto la cantidad como la calidad del recurso hídrico.

El análisis de las áreas aferentes a las franjas de captación solicitadas para el Bloque CPO 5 sugiere que la mayoría tienen un Índice de Regulación Hídrica (IRH) de 0,70, clasificándolas en la categoría "Media" como se observa en la **Tabla 4.1-48**, lo que indica una capacidad moderada para regular y mantener el flujo de agua, con la precipitación siendo una fuente crucial. Aunque los valores absolutos de precipitación (V_p) y volumen total de agua (V_t) varían significativamente entre las áreas aferentes de las franjas de captación, sugiriendo diferencias en tamaño y capacidad de almacenamiento, la consistencia en la clasificación sugiere condiciones hidrológicas relativamente uniformes en la región. El área aferente Río Yucao (35120101), con un IRH de 0,68, también se clasifica como "Media", mostrando una ligera variación en comparación con las demás.

Tabla 4.1-48 Clasificación IRH por área aferente

Franja De Captación	Área aferente	Cuerpo de Agua	V_P	V_T	IRH	Categoría IRH
1	3528010101	Rio Metica	5.509.018,71	7.884.183,59	0,70	Media
2	3528010102	Rio Metica	5.620.687,22	8.043.996,99	0,70	Media
3	3528010103	Rio Metica	6.318.057,83	9.042.032,80	0,70	Media
4	3528010104	Rio Humea	2.719.758,19	3.892.357,97	0.70	Media
5	3527010501	Caño Boral	39.657,69	56.755,75	0,70	Media
6	3527010402	Caño Yarico	59.183,89	84.700,51	0,70	Media
7	3528010105	Rio Cabuyarito	610.763,49	874.088,79	0,70	Media
8	3528010106	Rio Meta	9.896.474,85	14.163.252,78	0,70	Media
9	3528010107	Rio Meta	9.898.603,04	14.166.298,52	0,70	Media
10	3528010108	Rio Meta	9.898.439,93	14.166.065,08	0,70	Media
11	3528010109	Rio Meta	14.576.224,74	20.860.635,60	0,70	Media
12	3512010101	Rio Yucao	68.556,03	100.431,18	0,68	Media

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 4.1-116** se puede observar la clasificación del índice de regulación hídrica para las unidades hidrológicas, en amarillo los índices de clasificación media la cual se encuentra en las 12 cuencas analizadas.

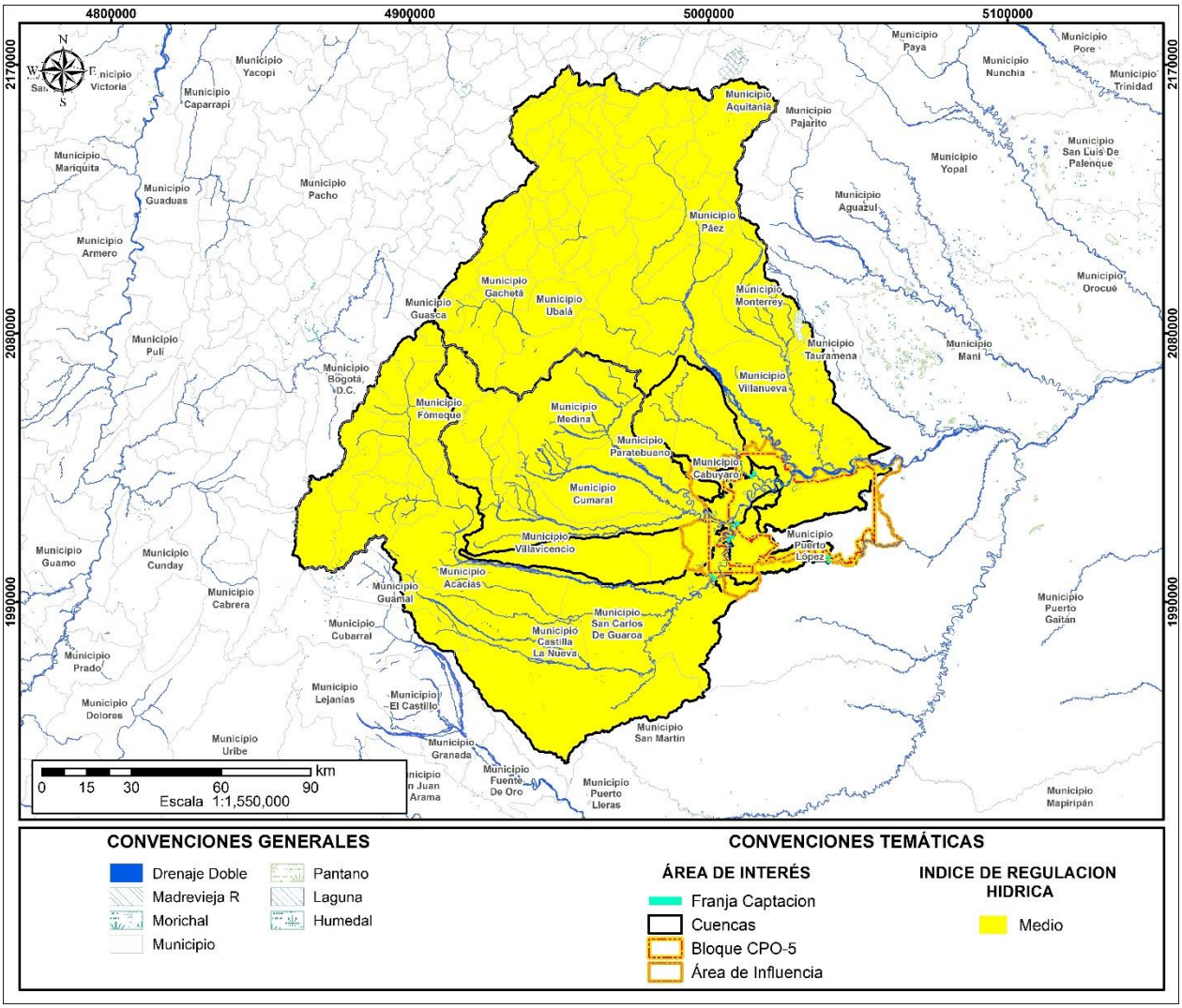


Figura 4.1-116 Distribución espacial Índice de regulación hídrica (IRH) de las áreas aferentes de las franjas de captación

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.5.2.2 Índice uso del agua (IUA)

El Índice de Uso del Agua (IUA) mide la proporción de la disponibilidad de agua que es utilizada por los distintos sectores, reflejando la presión ejercida sobre los recursos hídricos. Este índice ayuda a identificar las áreas donde el uso del agua es más intenso, lo que puede tener implicaciones significativas para las áreas aguas abajo que dependen del mismo recurso.

El análisis del IUA para las áreas aferentes se llevó a cabo utilizando una metodología que combina la oferta hídrica disponible y la demanda hídrica total de cada unidad hidrológica que incluye la demanda hídrica sectorial y la demanda hídrica del proyecto. El resultado de este cálculo, como

se muestra en la **Tabla 4.1-49**, clasifica el IUA en diferentes categorías, con predominancia de valores en la categoría "Bajo", lo que indica una relación baja entre la oferta y la demanda de agua en las áreas aferentes evaluadas, con valores de IUA que oscilan entre 6,45 y 10,07, como es el caso de las áreas aferentes del Río Meta (3528010106, 3528010107, 3528010108, 3528010109), el Río Metica (3528010101, 3528010102, 3528010103) y el Rio Humea (3528010104). Estos valores reflejan que, la demanda de agua es baja y la oferta hídrica disponible es suficiente para cubrir las necesidades actuales sin comprometer la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Por otro lado, algunas presentan un IUA "Muy bajo", como las áreas aferentes del Caño Boral (3527010501), Caño Yarico (3527010402), Río Cabuyarito (3528010105), y Rio Yucao (3512010101), con valores entre 0,30 y 0,85. Esto indica que la demanda de agua en estas áreas aferentes es mínima en comparación con la oferta, lo que asegura una situación favorable en términos de disponibilidad hídrica y margen para las captaciones sin generar estrés sobre los recursos acuíferos.

Tabla 4.1-49 Cálculo índice uso del agua (IUA) de las áreas aferentes de las franjas de captación

Franja de captación	Cuenca	Rio	Oferta Neta m^3/s	Demanda Total m^3/s	IUA	Categoría IUA
1	3528010101	Rio Metica	264,38	25,63	9,69	Bajo
2	3528010102	Rio Metica	265,86	22,79	8,57	Bajo
3	3528010103	Rio Metica	299,51	28,07	9,37	Bajo
4	3528010104	Rio Humea	149,57	11,40	7,62	Bajo
5	3527010501	Caño Boral	1,18	0,01	0,85	Muy bajo
6	3527010402	Caño Yarico	1,93	0,01	0,52	Muy bajo
7	3528010105	Rio Cabuyarito	20,83	0,12	0,58	Muy bajo
8	3528010106	Rio Meta	580,56	58,44	10,07	Bajo
9	3528010107	Rio Meta	583,90	58,42	10,01	Bajo
10	3528010108	Rio Meta	582,89	58,42	10,02	Bajo
11	3528010109	Rio Meta	1043,59	67,31	6,45	Bajo
12	3512010101	Rio Yucao	3,31	0,01	0,30	Muy bajo

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 4.1-117** se puede observar la clasificación del índice de uso de agua para las 12 áreas aferentes de las franjas de captación.

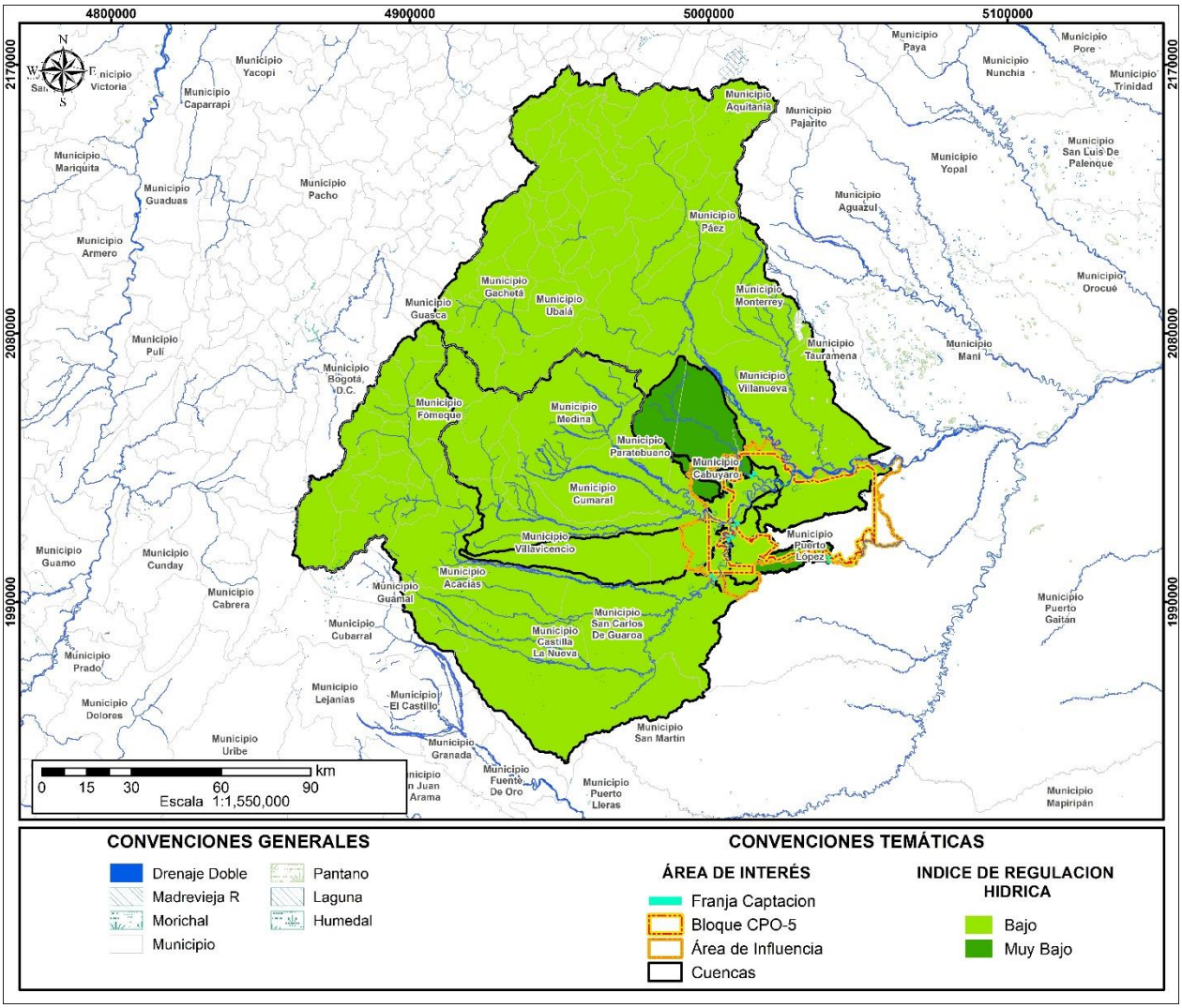


Figura 4.1-117 Distribución espacial Índice del Uso del Agua (IUA) de las áreas aferentes de las franjas de captación

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.5.2.3 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

El Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH) permite identificar las áreas que son más susceptibles a enfrentar escasez de agua, considerando factores como la demanda, la oferta y la variabilidad climática. Evaluar este índice en conjunto con los otros dos permite una comprensión holística de cómo las áreas aferentes interactúan y afectan mutuamente en términos de disponibilidad y uso del agua.

El análisis del IVH complementa la evaluación de las áreas aferentes al medir el grado de fragilidad de cada sistema frente a eventos que puedan amenazar su capacidad de mantener una oferta

hídrica adecuada. En la **Tabla 4.1-50**, se presentan las categorías de los índices para cada área aferente, donde todas las áreas aferentes muestran un IVH clasificado como "Baja". Esta clasificación indica que, a pesar de que las áreas aferentes tienen un Índice de Regulación Hídrica (IRH) en la categoría "Media" y un Índice de Uso de Agua (IUA) "bajo" y "Muy bajo", su vulnerabilidad a posibles desabastecimientos hídricos es baja.

La determinación del IVH se basa en una matriz de decisión que relaciona los resultados del IRH y el IUA. El IRH se estima a partir de la curva de duración de caudales medios diarios, lo que permite evaluar la capacidad de cada área aferente para regular y mantener su oferta hídrica a lo largo del tiempo. Un IVH clasificado como "Baja" implica que las áreas aferentes tienen una capacidad resiliente para enfrentar eventos de estrés hídrico, como sequías o cambios en el uso del suelo, sin comprometer significativamente la disponibilidad de agua. Esto sugiere que los ecosistemas acuáticos y los servicios que dependen de ellos están protegidos.

Un IVH bajo ofrece una mayor seguridad para el desarrollo de actividades agrícolas, industriales y urbanas en la región, ya que hay menos riesgo de desabastecimiento de agua.

Tabla 4.1-50 Cálculo índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico de las áreas aferentes de las franjas de captación

Franja de captación	Área aferente	Rio	Categoría IRH	Categoría IUA	IVH
1	3528010101	Rio Metica	Media	Bajo	Baja
2	3528010102	Rio Metica	Media	Bajo	Baja
3	3528010103	Rio Metica	Media	Bajo	Baja
4	3528010104	Rio Humea	Media	Bajo	Baja
5	3527010501	Caño Boral	Media	Muy bajo	Baja
6	3527010402	Caño Yarico	Media	Muy bajo	Baja
7	3528010105	Rio Cabuyarito	Media	Muy bajo	Baja
8	3528010106	Rio Meta	Media	Bajo	Baja
9	3528010107	Rio Meta	Media	Bajo	Baja
10	3528010108	Rio Meta	Media	Bajo	Baja
11	3528010109	Rio Meta	Media	Bajo	Baja
12	3512010101	Rio Yucao	Media	Muy bajo	Baja

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

En la **Figura 4.1-118** se presenta el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico en cuanto a su distribución espacial de acuerdo con las unidades hidrológicas, siendo categorizado por el rango de colores que se observa a continuación.

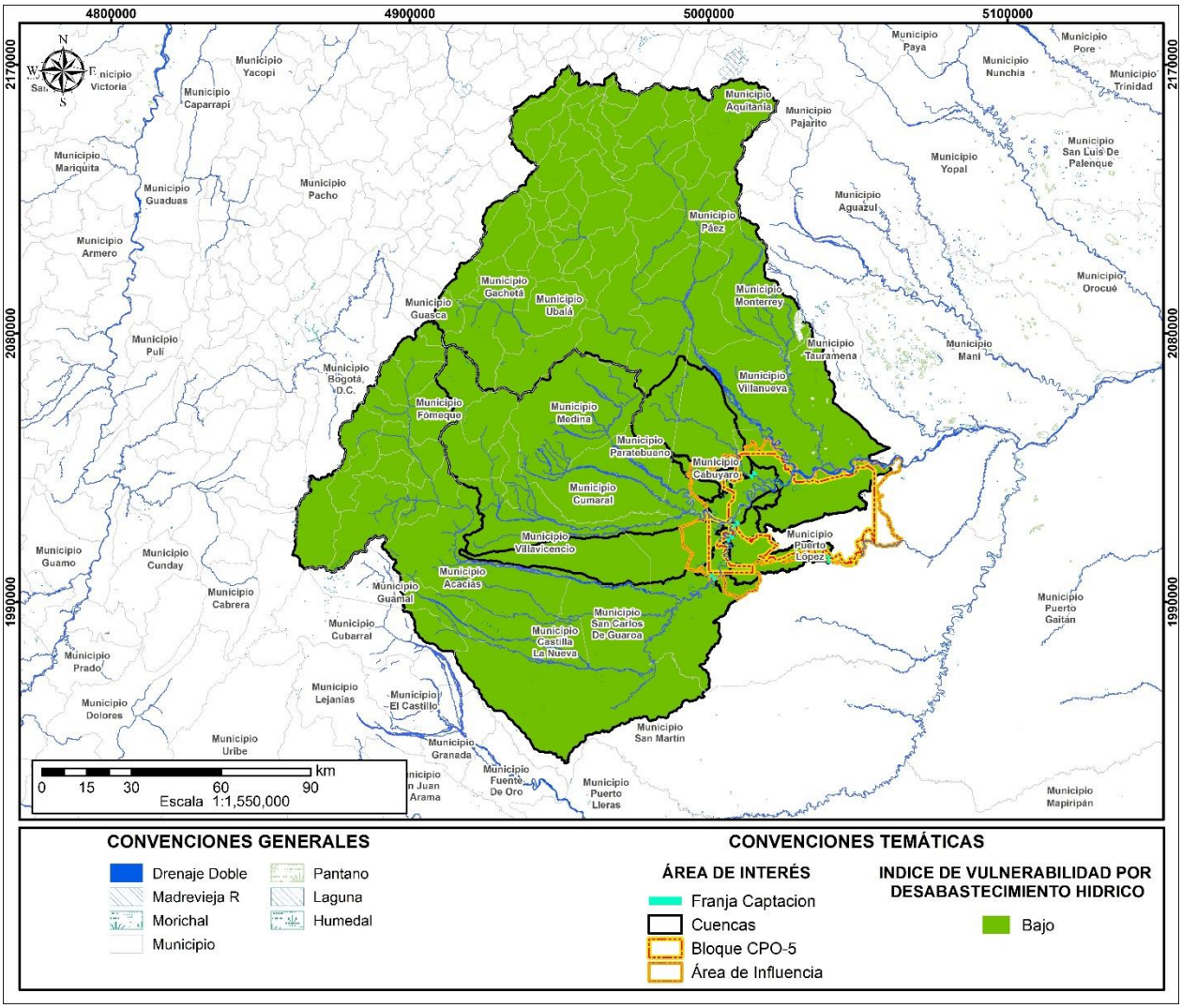


Figura 4.1-118 Distribución espacial índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

Fuente: GessiG S.A.S., 2026

4.1.5.3 Conflictos existentes o potenciales sobre disponibilidad y usos del agua

En la **Tabla 4.1-51** presenta un análisis comparativo entre los caudales mínimos para diferentes periodos de retorno (Tr= 5, 10, y 20 años) y las captaciones propuestas por el proyecto con el objetivo de cuantificar los posibles conflictos del recurso hídrico superficial.

Tabla 4.1-51 Caudales mínimos para periodos de retorno (Tr) de 2, 10 y 20 años vs captaciones propuestas

Punto de Captación	Caudal Mínimo						Caudal a captar (l/s)	Demanda Hídrica (l/s)	Porcentaje de la captación propuesta con respecto a los caudales mínimos (%)		
	Tr = 2 años		Tr = 10 años		Tr = 20 años				Periodo de Retorno (Años)		
	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s	m³/s			2	10	20
CAP_01	274.790	274,79	18.5920	185,92	162.700	162,7	5	25.634,82	0,002	0,003	0,003
CAP_02	276.220	276,22	187.210	187,21	164.120	164,12	5	22.789,54	0,002	0,003	0,003
CAP_03	322.610	322,61	218.950	218,95	191.750	191,75	5	28.072,29	0,002	0,002	0,003
CAP_04	168.130	168,13	112.270	112,27	98.310	98,31	5	11.397,37	0,003	0,004	0,005
CAP_05	1.510	1,51	970	0,97	830	0,83	5	7,66	0,331	0,515	0,602
CAP_06	2.480	2,48	1.590	1,59	1.370	1,37	5	11,60	0,202	0,314	0,365
CAP_07	24.840	24,84	1.5230	15,23	12.750	12,75	5	121,91	0,020	0,033	0,039
CAP_08	499.710	499,71	351.990	351,99	313.130	313,13	5	58.436,52	0,001	0,001	0,002
CAP_09	527.340	527,34	361.550	361,55	318.840	318,84	5	58.421,25	0,001	0,001	0,002
CAP_10	527.460	527,46	361.860	361,86	319.230	319,23	5	58.423,30	0,001	0,001	0,002
CAP_11	913.340	913,34	636.500	636,50	562.200	562,20	5	67.308,89	0,001	0,001	0,001
CAP_12	3.370	3,37	1.880	1,88	1.480	1,48	5	10,34	0,148	0,266	0,338

Fuente: GessiG S.A.S., 2025

Al comparar el caudal mínimo con el caudal solicitado de captación del proyecto se evidencia que, en los periodos de retorno analizados el caudal a captar no supera el 1% del caudal mínimo. Estos resultados junto con el Índice de uso del agua (IUA) permiten afirmar que la presión de la demanda de agua del proyecto no es significativa respecto a la oferta hídrica de los cuerpos de agua en los cuales se está solicitando la captación. Sin embargo, teniendo en cuenta la dinámica hídrica de las franjas de captación CAP_05 en el caño Boral, y CAP_06 del caño Yarico, sólo se realizará captación en época de lluvia para evitar conflictos de abastecimiento con otros sectores económicos y la comunidad en general.

4.1.6 Infraestructura y sistemas de captación y conducción

De acuerdo con el *numeral 1* del *artículo cuarto* de la Resolución 600 de 2012, se establece que "*La Captación de agua autorizada sólo se podrá realizar a través del sistema de bomba portátil adosada al carro tanque igualmente podrá hacer uso de una manguera con longitud suficiente para llevar agua desde el cauce hasta el tanque del vehículo sin intervenir o afectar la cobertura vegetal del bosque de la corriente el agua captada será transportada por carro tanque a los frentes de obra y locaciones*".

Sin embargo, teniendo en cuenta las características de los accesos y las condiciones geográficas de las franjas solicitadas en la actual modificación de licencia para la toma del recurso, se solicitan las siguientes alternativas de captación y conducción de agua con fines domésticos e industriales.

4.1.6.1 Captación

4.1.6.1.1 Captación mediante motobomba fija

Para la implementación de este sistema se instalará una bomba fija con medidor de flujo que deberá estar por encima de la cota máxima de inundación del cuerpo de agua. La zona de la bomba deberá contar con un sistema de confinamiento de las posibles fugas o pequeños derrames de lubricante o aceite para lo cual se recomienda que ésta se encuentre soportada sobre un skid metálico, plataforma de suelo-cemento o geomembrana reforzada, con canales que se dirigen a un sumidero tal como se ve en la **Figura 4.1-119**, se recomienda que la placa se localice a una distancia mínima de 30 metros del cuerpo de agua. Además, deberá contar con material de cubrimiento que evite el contacto con el agua lluvia (techo en lámina de zinc o similar). Es decir que se tendría una estructura de aproximadamente 3m a 4m de lado por lado, dimensiones que varían dependiendo del tamaño de la bomba que se requiera.

La bomba debe tener control automático que permita únicamente utilizar el volumen requerido, evitando así los desperdicios, además que deberá permitir el registro de los caudales captados y así evitar la captación de un caudal mayor al concesionado.

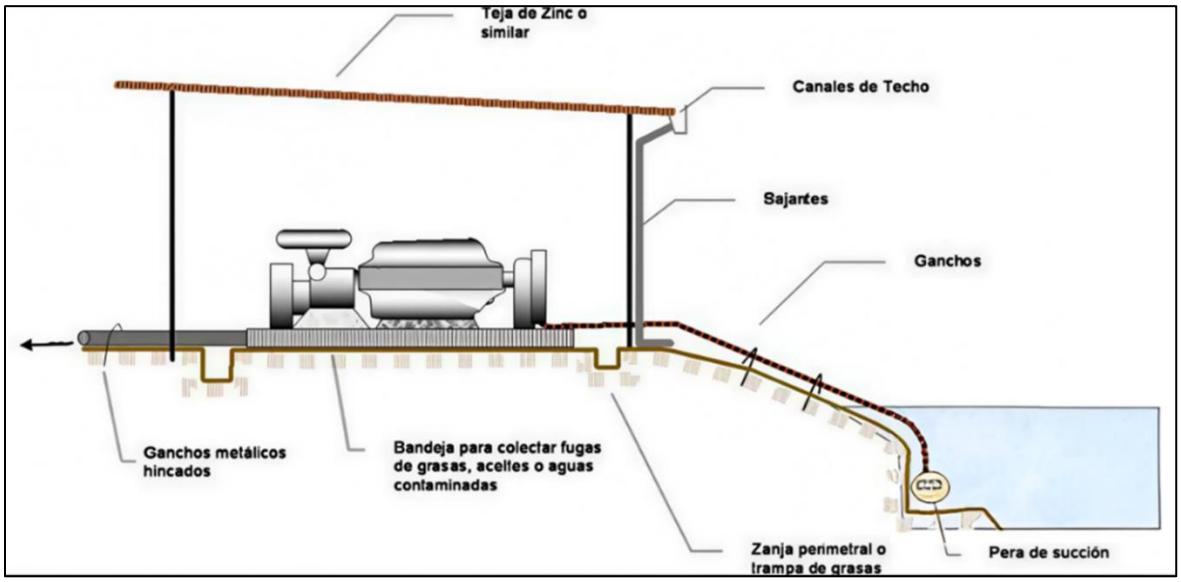


Figura 4.1-119 Captación con bomba fija

Fuente: ONGC VL, 2025

La infraestructura que se requerirá construir y los equipos necesarios son los siguientes en el caso de la motobomba fija:

- Cobertura para proteger la motobomba e impedir el contacto del agua lluvia con la base de apoyo (plataforma en suelo-cemento, geomembrana reforzada o skid metálico) y posibles fugas de combustible o lubricantes, la cual se construirá en teja de zinc o similar.

- Bajantes para recolección de agua lluvia y su direccionamiento al cauce.
- Cunetas o canales alrededor de la base que permitan recolectar las posibles fugas o pequeños derrames de combustible o lubricantes.
- Sumidero para captación de fugas o derrames de combustible o lubricantes; las cunetas contarán con una pendiente del 1% a 2% que permita el escurrimiento de los fluidos al sumidero que tendrá un volumen de almacenamiento de 20 lts o mayor de acuerdo al volumen total del tanque de combustible de la bomba (se requiere un volumen de almacenamiento de 110% de acuerdo a la capacidad del tanque de combustible).
- Dependiendo del tamaño de la bomba a emplear, la estructura a instalar (caseta de la motobomba), tendría un área entre 9m^2 a 16m^2.
- En la tubería de succión de agua o incorporado con la motobomba se instalará un aforador de flujo (FLOWMETER) que permita registrar caudales, con errores de lectura de ± 5 decimales. El medidor de agua podrá ser de velocidad de chorro único, volumétrico, de turbina, electromagnético u otro disponible en el mercado que cumpla con los requerimientos descritos.
- La motobomba con que se podrá trabajar será tipo centrífuga autocebante diésel o gasolina; para este caso se recomienda emplear las bombas marca Barnes cuya referencia son AD250-HF (Diesel) o AG265-KL (Gasolina), las cuales permiten el bombeo de agua con sólidos en suspensión de cuerpos de agua naturales, con diámetros de succión y descarga de 2" para diésel y para gasolina, y cuya altura dinámica permite trabajar el caudal máximo requerido por el proyecto (5 L/s). Estas bombas tienen acoplamiento tipo mono-bloque, con 1 impulsor semi-abierto, balanceado dinámicamente, con cierre de eje de sello mecánico 1" y ¾" tipo 6 respectivamente, y que aceptan temperaturas máximas de trabajo de 70°C.
- Es importante mencionar que, en el momento de optar por la instalación de la motobomba fija por fuera de la cota de inundación de los cuerpos de agua, se podrá optar por adquirir alguna de estas 2 bombas o en su defecto otra que se encuentre disponible en el mercado y que permita captar el caudal máximo requerido por el proyecto.

4.1.6.1.2 Captación mediante motobomba adosada a carrotanque

El sistema corresponde a una motobomba adosada a carrotanque que permita captar el caudal concesionado, para lo cual deberá contarse con una manguera de longitud no inferior a 5 metros que evite el ingreso del carrotanque al cauce y que evite en lo posible la afectación de la cobertura vegetal y su regeneración natural tal como se observa en la **Figura 4.1-120**.

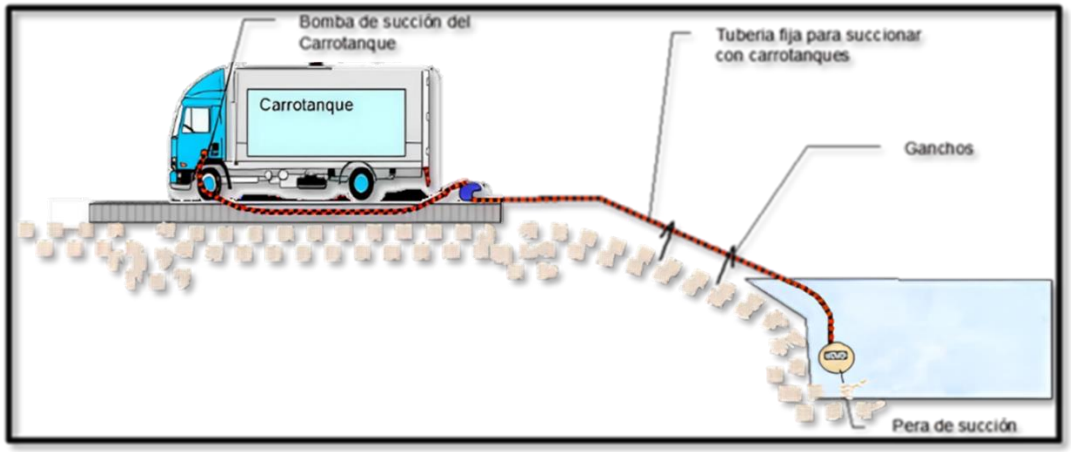


Figura 4.1-120 Sistema de captación directa desde carrotanque

Fuente: ONGC VL, 2025

La captación sobre el cuerpo de agua se realizará con motobomba tipo centrífuga o pistón instalado fuera del lecho del cauce, o por medio de la bomba que viene incluida en el equipaje del carrotanque. Dichas bombas deben contar con capacidad suficiente para el levantamiento de presión a la cabeza requerida. La ubicación del carrotanque sobre el cauce a intervenir deberá ser en una zona estable y que se encuentre fuera de la margen del cuerpo de agua. Sólo se bombeará o adquirirá la cantidad de agua que se necesita. El caudal debe registrarse con el aforo del tanque, medidor de flujo o mediante el control de consumo con el conteo del número de viajes, este registro se presentará en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA). Será necesario que la pera de succión o la unidad de succión que se encuentre dentro del cauce cuente con una malla de recubrimiento o que su orificio o mecanismo de succión no afecte a las comunidades bióticas acuáticas como peces en su estado primario (alevín).

Cuando las bombas se instalen sobre la orilla, deben colocarse sobre superficie endurecida; el área de instalación de las bombas estará rodeada por un canal que recogerá los derrames de combustible y las aguas aceitosas para dirigirlos hacia una trampa de grasas. Debajo del motor se colocará una bandeja metálica que recoja goteos de combustible o de aceite lubricante; en lo posible deberá instalarse techo para disminuir la generación de agua lluvia contaminada; los derrames de combustible o lubricante deberán limpiarse sin utilizar agua, se usarán trapos o cualquier material absorbente disponible; cuando la conducción se hace por tubería se deberán realizar revisiones periódicas con el fin de detectar fugas.

La conducción podrá realizarse por manguera o por carrotanque dependiendo de la distancia hasta el sitio de almacenamiento donde se determinará la necesidad de almacenarla y tratarla antes de usarla.

En los sitios de captación de agua, planta de tratamiento y tanques de almacenamiento se debe realizar una limpieza periódica, con el propósito de retirar sedimentos, algas y otros materiales que afecten la calidad del recurso, así como el correcto funcionamiento de los equipos.

4.1.6.1.3 Compra de agua

Se plantea la compra de agua a terceros autorizados, con capacidad y autorizaciones respectivas para suministrar los caudales requeridos para el desarrollo del proyecto para uso industrial y doméstico y que estén constituidos de conformidad con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994, siempre y cuando se garantice que el abastecimiento de la población no será comprometido por la compra de agua para el proyecto.

En los ICA se presentarán los respectivos soportes de compra, volúmenes de agua suministrados, mecanismos de recolección, transporte, almacenamiento y distribución hacia y en las instalaciones del proyecto que lo requieran. Adicionalmente, las certificaciones y autorizaciones de disponibilidad de agua de las empresas que prestarán el servicio de venta de agua y el soporte de legalidad de las mismas, es de aclarar que la concesión de aguas para las empresas a las que se les adquiera el recurso, debe estar orientada para uso doméstico e industrial. Además. los acueductos cercanos deben certificar que tienen la capacidad de vender agua para el proyecto. El agua adquirida a terceros no será utilizada para el riego en vías.

4.1.6.2 Conducción

4.1.6.2.1 Conducción por medio de carrotanque

Para llevar a cabo la conducción de las aguas captadas para el Bloque CPO-5 mediante carrotanques, es necesario contar con una vía de acceso a los puntos de captación que facilite tanto el ingreso como el transporte del recurso. Los carrotanques, con capacidades que varían entre 2.700 y 3.200 galones, estarán dedicados exclusivamente al transporte de agua. Antes de cada llenado, se procederá a la limpieza del tanque, y, una vez completado, el agua será transportada a los sitios de obras civiles o locaciones designadas. En estas áreas, se instalarán tanques para el almacenamiento y distribución eficiente del agua captada.

4.1.6.2.2 Conducción a través de líneas de flujo

El agua será conducida a través de una tubería desde el punto de descarga de la motobomba hasta un carrotanque o tanque de almacenamiento y distribución ubicado en los campamentos transitorios para obras civiles o en las plataformas de perforación. El sistema estará compuesto por tubería y accesorios de acero o PVC, anclajes y soportes. Para el control del volumen de agua, se deberá instalar un medidor en la salida de los tanques de almacenamiento.

4.1.7 Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA)

En el **Anexo 4.1-2_PUEAA** se presenta el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) de ONGC VL, el cual tiene como objetivo principal establecer las directrices, acciones y recursos para la gestión eficiente del recurso hídrico y de la energía en las diferentes actividades realizadas durante la ejecución del proyecto.

El PUEAA incluye dentro de sus objetivos específicos el disminuir el volumen de agua captada de las fuentes de agua superficiales y pozos profundos para el desarrollo de las actividades del proyecto mediante sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias. Por lo anterior, se solicita a la autoridad ambiental incorporar la actividad de uso de agua lluvia en actividades domésticas e industriales, lo que incluye la recolección, almacenamiento y aprovechamiento del agua proveniente de precipitaciones pluviales, a través de dos sistemas principales:

(i) **Recolección desde cubiertas y superficies impermeables**.

Este sistema consta de canaletas y bajantes instalados en los techos de las edificaciones del proyecto (oficinas, campamentos, talleres, bodegas, etc.), que conducen el agua lluvia hacía uno o varios tanques/cisternas de almacenamiento. Para evitar la entrada de sedimentos, hojas, ramas o animales al tanque de almacenamiento, se incorporarán filtros simples tipo rejillas o mallas, y/o dispositivos first flush "de primera lluvia" que desvían el agua inicial que generalmente presenta mayores residuos (hojas, ramas, arena, etc.) y sedimentos.

Los tanques de almacenamiento serán diseñados considerando el área de la captación, el volumen de precipitación anual, el coeficiente de escurrimiento, y la demanda de agua de los usuarios beneficiados. Según los lineamientos técnicos, estos tanques de cisterna permiten reducir la demanda de agua potable al almacenar el escurrimiento pluvial procedente de los techos para posterior uso[3]. Para llevar control de los volúmenes de captación de aguas lluvias en uso directo, se emplearán principalmente instrumentos de medición volumétrica en tubería, localizados en la entrada del sistema de almacenamiento, o mediciones de nivel en los tanques que permitan cuantificar los volúmenes almacenados y consumidos. Lo anterior conforme a la obligatoriedad de
instalar aparatos de medición en captaciones (artículo 2.2.3.2.19.13, (Presidencia de la República de Colombia, 2015)). Los instrumentos de medición volumétrica en tubería contabilizan o totalizan el volumen de agua, y por lo tanto permitirán comparar los volúmenes captados mes a mes durante la operación, con la oferta de agua estimada mes a mes a partir de registros históricos de precipitación (lluvia de diseño).

(ii) **Aprovechamiento del agua lluvia acumulada en las estructuras al interior de las locaciones y facilidades**.

Este sistema es un complemento de la recolección de agua lluvia desde cubiertas y superficies impermeables, consiste en la recolección y aprovechamiento del agua lluvia que se acumula en otras estructuras impermeables ubicadas al interior de las locaciones y las facilidades, tales como piscinas, cunetas perimetrales, canales de escurrimiento, entre otros. Mediante bombeo o conducción, el agua lluvia acumulada en estas estructuras se trasladará al tanque principal, o se realizará un uso directo del agua.

[3] República de Colombia. (2015, 26 de mayo). Decreto 1076 de 2015. DO 49.550 (31 de mayo de 2015) [Decreto Único Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible]. (Versión compilada). Recuperado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153