



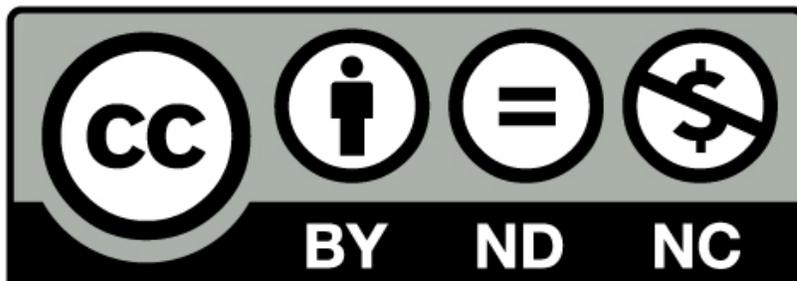
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEPARTAMENTAL DEL VALLE DEL CAUCA

Fase I: Diagnóstico operativo del territorio departamental

8. OCUPACIÓN DEL TERRITORIO VALLECAUCANO (Parte 2)

**DOCUMENTO TÉCNICO PARA LA CONSULTA EN PÁGINA WEB OFICIAL DE LA
GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA Y LA UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA CALI**

Licencia CC Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra ni la generación de obras derivadas.



**GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CALI
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN TÉCNICA Y ACADÉMICA
No. 0899 DE 2013.**



8.6. IMPACTOS DE LA OCUPACIÓN TERRITORIAL SOBRE LOS RECURSOS NATURALES

Ya que el caso de concentración poblacional del Valle del Cauca tiene particularidades que conllevan a una utilización y degradación de los recursos naturales, es necesario inicialmente evidenciar las características de dicha concentración poblacional con el fin de analizar las consecuencias sobre el estado de la base ambiental.

En primer lugar, se tiene en cuenta el crecimiento histórico y las proyecciones poblacionales de los municipios correspondientes a cada subregión, en este análisis se separó de la subregión sur el municipio de Santiago Cali, ya que su población es superior a las de todos los municipios, fenómeno compartido por la mayoría de las capitales departamentales de Colombia, y por ello es interesante estudiar las subregiones sin sumar dicha supremacía.

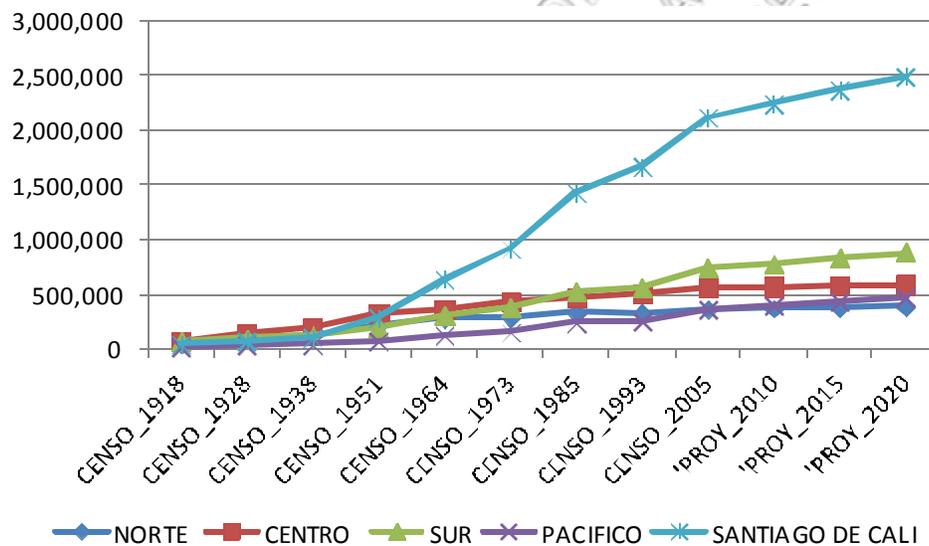


Gráfico 215. Comparativo población Total de los municipios de las subregiones.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Censos y proyecciones DANE.

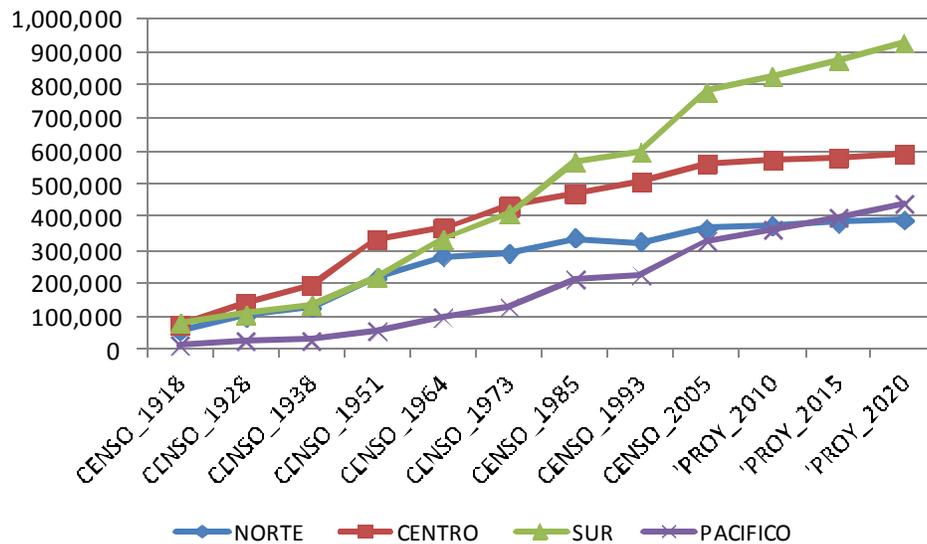


Gráfico 216. Detalle del comparativo población Total de los municipios de las subregiones.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Censos y proyecciones DANE.

Como es evidente la concentración poblacional en el municipio de Santiago de Cali, se inicia en la década de los años 50s del siglo pasado, dicha concentración, mirada en términos del total de la población no es compartida por la suma del resto de municipios de la Subregión sur con respecto a las otras subregiones, aunque se espera que para el año 2020 la población total del sur sea ligeramente mayor que las de las demás subregiones. También se evidencia el ascenso de la región Pacifica, solo integrada por el municipio de Buenaventura, que al año 2005 presenta una población total similar a la de la subregión Norte (integrada por 15 municipios) lo cual la hace preponderante en el tema de población demandante de bienes y servicios ambientales.

De otro lado, si analiza la concentración de población en términos de aglomeración de tipo urbana, Santiago de Cali agudiza su primacía y los demás centros urbanos de las diferentes subregiones mantienen un equilibrio, diferenciándose entre sí por menos de cien mil habitantes. Dicha situación urbana tiene unas características de concentración con un centro predominante, lo cual exige una disponibilidad de servicios ambientales diferente una aglomeración urbana plurinuclear.

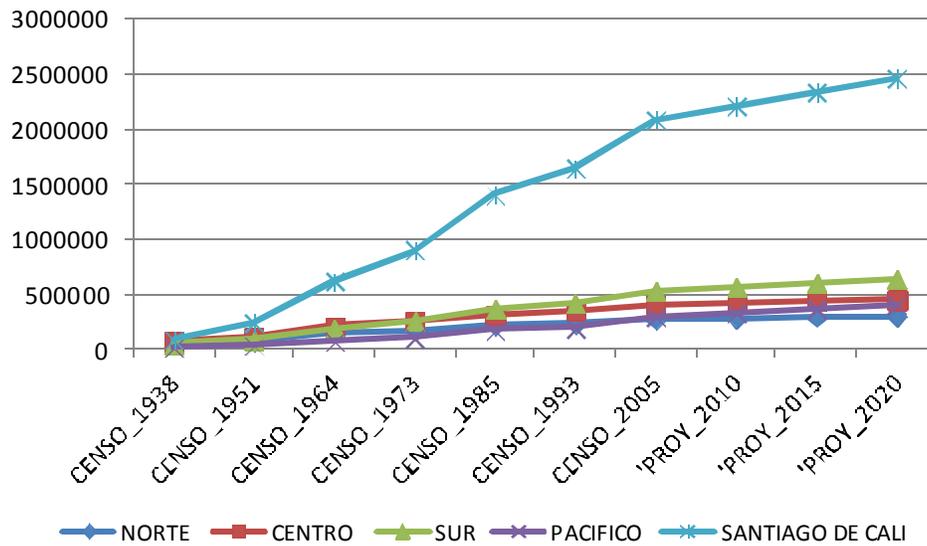


Gráfico 217. Comparativo población urbana de los municipios de las subregiones.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: DANE, 2007.

En el caso de las características de población rural, que igualmente requiere de recursos naturales para su subsistencia, el Valle del Cauca y en particular sus subregiones, muestran como la concentración poblacional del municipio de Santiago de Cali es fundamentalmente de tipo urbana, en segundo lugar se espera una estabilización o decrecimiento futuro de los habitantes del campo en la mayoría de sus subregiones con excepción de la sur, que en el último censo (2005), reportó un aumento de 61.065 habitantes en el periodo intercensal de 1993 a 2005, lo cual evidencia el fenómeno de suburbanización de los municipios adyacentes al centro urbano, tales como Jamundí y Yumbo y el crecimiento concentrado de sectores de Candelaria en suelo rural.

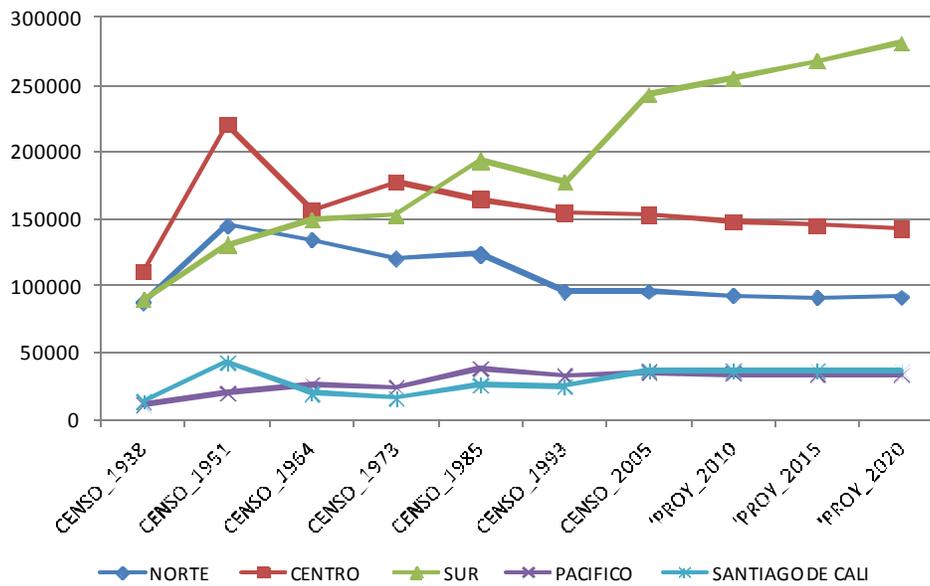


Gráfico 218. Comparativo población rural de los municipios de las subregiones.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: DANE, 2007.

Ya que en el Plan Maestro del Valle del Cauca (2003) y en el diagnóstico del Eje Territorial del Plan (2010) se enmarcó como problema central el desequilibrio ambiental dado principalmente por la concentración urbana de la subregión sur y la expansión de las ciudades intermedias del departamento, tal y como lo manifiesta el documento de diagnóstico:

*“De otro lado el **desequilibrio ambiental** en el marco del problema central del Valle del Cauca hace referencia al estado de impactos y vulnerabilidad en el que se encuentran los ricos y frágiles ecosistemas de este territorio. Un primer aspecto a considerar es el carácter urbano del departamento y su creciente concentración de la urbanización y la industrialización en el eje del río Cauca y especialmente en el sur del departamento, en torno a los procesos de metropolización de la ciudad de Cali. El medio urbano supone una profunda alteración de las condiciones físicas y ambientales de un territorio. La expansión urbana en las ciudades intermedias (Cartago, Sevilla, Tuluá, Buga, Palmira y Buenaventura) y en la ciudad de Cali, está ocasionando pérdida de biodiversidad, desaparición de suelos fértiles, contaminación de acuíferos, ocupación ilegal no planificada de reservas forestales o suelos de protección. El calor y el CO2 emitido por la quema de combustibles alcanza en las ciudades niveles intolerables que afectan la salud. La gran cantidad de superficies lisas, asfaltadas, modifican por un lado la escorrentía superficial para la evacuación de las aguas de lluvia; impiden la penetración de agua en el subsuelo en zonas de recargas de acuíferos; y por último aumentan la radiación difusa. El alcantarillado reduce la evapotranspiración del*

suelo y plantas. Estos aspectos se encuentran bastante evidenciados por la CVC en el seguimiento que realiza a las situaciones ambientales”⁸⁰.

Es necesario indagar sobre si esta situación continua o se han presentado variaciones en sus características, por ello a continuación se evaluarán los elementos ambientales que sostienen los centros urbanos y asentamientos del Valle del Cauca y la productividad rural.

8.6.1. Valoración del recurso hídrico superficial.

El recurso hídrico superficial en términos de cantidad, para el año 2007, mostraba unos balances hídricos negativos en la subregión sur (cuencas de: Yumbo, Vijes, quebrada Mulaló y El Cerrito), pero ninguna de las fuentes hídricas está relacionada con el abastecimiento del centro urbano de mayor concentración poblacional, ya que la principal fuente de abastecimiento de Santiago de Cali es el río Cauca.

El río con mayor desbalance es Vijes (-584.7 mm/anuales)⁸¹ el cual afronta una presión hacia su recurso principalmente agrícola, en el caso de El Cerrito “el 85% de la zona consumidora del recurso está cubierta por cultivos semipermanentes y de éstos el 99% corresponden a caña de azúcar”⁸² y el río Yumbo que ocupa el tercer puesto en los resultados negativos en los balances, dado que en este cauce confluye la baja oferta debida al clima y las bajas precipitaciones con las altas demandas, y que a pesar de contar en zonas urbanas e industriales con servicio de acueducto de EMCALI los balances de la cuenca son negativos, igual suerte comparte Arroyohondo que suministra agua a la zona rural del municipio de Yumbo.

La situación del recurso hídrico superficial de la subregión norte también muestra cuencas en desbalance como Obando, Los Micos y el Pescador, de éstos la situación más preocupante la tiene la quebrada Obando que presenta déficit de agua en todos los meses del año y que suministra agua para el consumo doméstico urbano y rural del municipio de Obando y rural de Cartago, en esta cuenca la demanda agrícola equivale al doble de la oferta, en el caso del Pescador y Los Micos la demanda agrícola equivale al 50% y 90% de la oferta respectivamente.

En general, la microrregión sur-Palmira tiene los balances más escasos y la microrregión sur-Cali tiene balances positivos (con excepción de las cuencas mencionadas anteriormente) y de buena oferta. La subregión central tiene la

⁸⁰ Gobernación del Valle del Cauca. Secretaría de Planeación Departamental. Diagnóstico del Eje Territorial. 2010. Página 7.

⁸¹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL VALLE DEL CAUCA –CVC-. Dirección Técnica Ambiental Grupo de Recursos Hídricos. Balance oferta – demanda agua superficial cuenca del río Yumbo. Página 9. 2007.

⁸² CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL VALLE DEL CAUCA –CVC-. Dirección Técnica Ambiental Grupo de Recursos Hídricos. Balance oferta – demanda agua superficial cuenca del río El Cerrito. Página 2. 2007.

mayor parte de sus balances en un rango medio con excepción del río Pescador. La subregión norte, de la cual no se tiene para 2007 el balance de cinco cuencas, presenta dos de las tres cuencas evaluadas en desbalance. La región Pacífica tiene contabilizados los consumos para el río Dagua y la demanda doméstica está compuesta por los cascos urbanos de tres municipios y el sector rural de seis, pero es baja con respecto a la oferta abundante del recurso (14.291,92 m³/día⁸³).

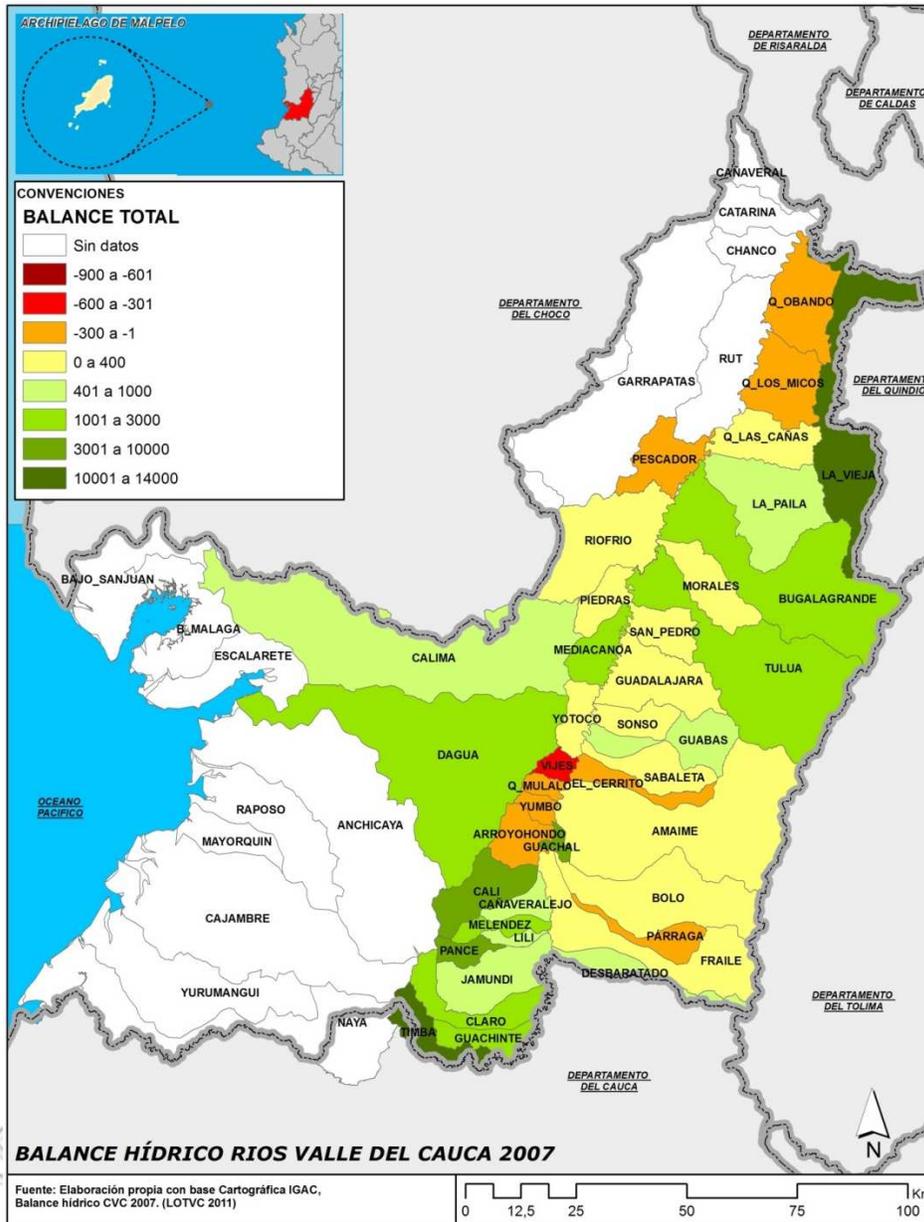


Gráfico 219. Balances Hídricos.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Balances hídricos. CVC. 2007.

⁸³ CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL VALLE DEL CAUCA – CVC-. Dirección Técnica Ambiental Grupo de Recursos Hídricos. Balance oferta – demanda agua superficial cuenca del río Dagua. Página 5. 2007.

En consecuencia con los balances hídricos, los índices de escasez más altos se concentran en las cuencas de la subregión suroccidental y suroriental en la parte alta, así como en la subregión norte, siendo la cuenca del Yumbo y Obando las de mayor índice de escasez con 503% y 586% respectivamente.

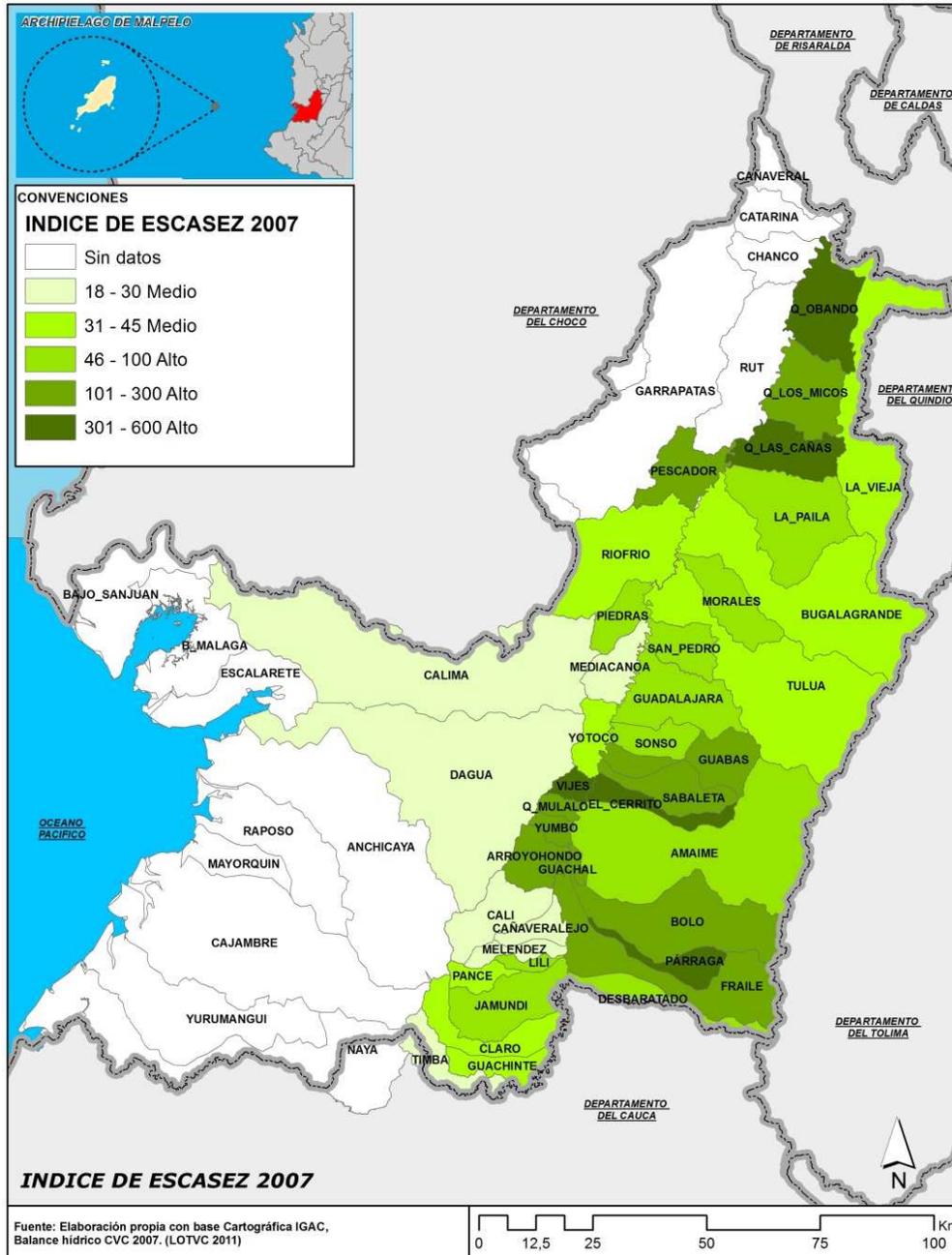


Gráfico 220. Índices de escasez.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Balances hídricos. CVC. 2007.

Con respecto a los meses de déficit del recurso hídrico, de las 41 cuencas estudiadas 27 presentan por lo menos un mes de déficit y los períodos más críticos coinciden con los periodos secos de enero -febrero y julio – agosto, siendo éste último más problemático para el recurso.

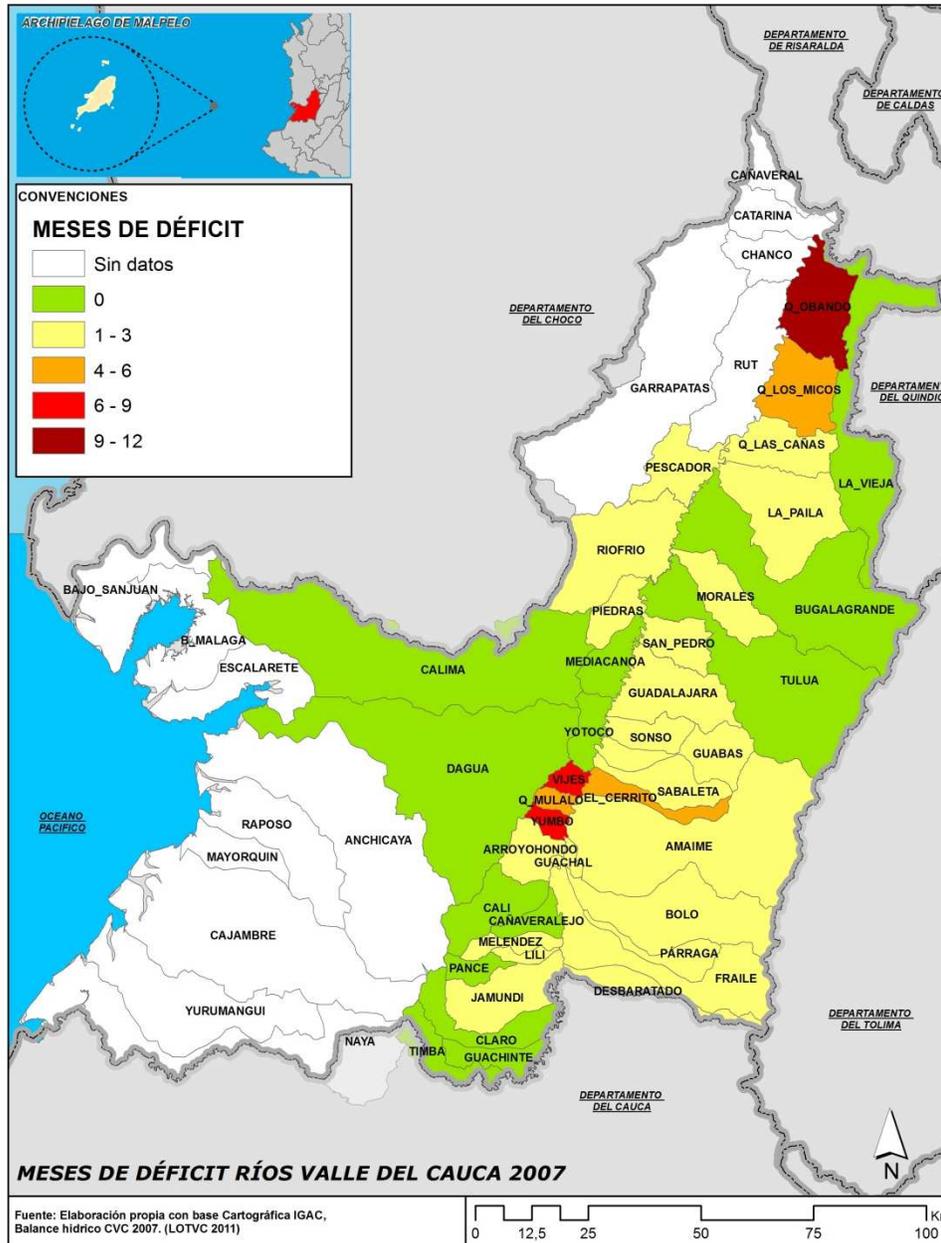


Gráfico 221. Meses de déficit del recurso hídrico superficial.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Balances hídricos. CVC. 2007.

Una vez analizada, la cantidad del recurso afectada por la concentración urbana y las actividades productivas, es necesario revisar la calidad del recurso, para ello el índice de contaminación por materia orgánica -ICOMO- es un medidor representativo, ya que involucra una de las mayores contaminaciones vertidas por los efluentes domésticos.

“Los parámetros que involucra el Índice de Contaminación por Materia Orgánica ICOMO son: DBO, Porcentaje de Saturación de Oxígeno, Coliformes Totales. El ICOMO arroja un número entre 0 y 100 que califica el nivel de contaminación del agua. La escala de clasificación del nivel de contaminación es como aparece en la tabla siguiente”⁸⁴.

CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ICOMO	
ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN ICO	CLASIFICACIÓN
0 - 0,2	Muy baja contaminación
0,2 - 0,4	Baja contaminación
0,4 - 0,6	Media contaminación
0,6 - 0,8	Alta contaminación
0,8 - 1,0	Muy alta contaminación

Tabla 112. Clasificación de la calidad del agua según el ICOMO.

Fuente: LOTVC, 2011- Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca Actualización a 2006. CVC. 2007.

Es posible a raíz de las líneas base establecidas por la Corporación Autónoma hacer un seguimiento de 2005 a 2008 para ver algunas variaciones en la contaminación del recurso y además ver las diferencias o similitudes que se presentan entre las zonas altas – productoras del recurso y las zonas del valle consumidoras.

En primer lugar, las zonas consumidoras con un índice ICOMO más alto, por ende de mayor contaminación por materia orgánica, en la subregión sur para el año 2005 son: Amaime, Cali, Cañaveralejo, El Cerrito, Yumbo y Palmira, considerados como de contaminación muy alta y siendo El Cerrito y Palmira los del índice mayor. Los ríos Fraile, Guachal, Jamundí y Meléndez tienen índices ICOMO que los clasifica de contaminación alta. En el año 2006 las zonas consumidoras de la misma subregión muestran deterioro de los ríos Párraga, Fraile y el Guachal, en los cuales la calidad del agua pasa a la clasificación de contaminación muy alta situación que se mantiene hasta el final del periodo analizado. En el año 2007 los ríos Lili, Arroyohondo, Amaime y Meléndez mejoran su situación pasando a media y baja

⁸⁴ CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL VALLE DEL CAUCA –CVC-. Red de Monitoreo de la Calidad del Agua. Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca Actualización a 2006. Página 11. 2007.

contaminación (ríos Lili y Arroyohondo). En el año 2008 la situación de las zonas consumidoras con respecto a la contaminación por materia orgánica es similar a la del año 2007.

En conclusión, entre el periodo analizado la microrregión suroriental tiene la mayor contaminación por materia orgánica y su situación se mantiene y se agudiza. La microrregión occidental, donde se ubica Santiago de Cali mejora levemente sus índices, llegando a contaminaciones medias en la mayoría de las fuentes receptoras de vertimientos de la capital del departamento, viéndose reflejados los esfuerzos en saneamiento ambiental, no obstante es el inicio de la interceptación y tratamiento final de los residuos líquidos producidos.

En el caso del río Yumbo su situación permanece igual y la contaminación es clasificada como muy alta. La cuenca de Yotoco muestra un deterioro acelerado desde su primera medición del año 2007 hasta 2008 donde su ICOMO es de 0.92, lo cual la sitúa con una contaminación por materia orgánica muy alta, este fenómeno coincide con la localización del relleno sanitario Colomba-El Guabal que recibe los residuos sólidos de cinco municipios (incluido Santiago de Cali) y que desde el año 2009 ha tenido alertas de la CVC sobre la colmatación de las piscinas de lixiviados en el vertedero y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

En la zona consumidora de la subregión central los ríos Tuluá, Morales, Yotoco y La Paila presentan la más alta contaminación por materia orgánica en todo el período, sólo se mejora la situación de los ríos La Paila y Bugalagrande.

En la zona consumidora de la subregión norte no se cuenta sino con la información del río La Vieja que permanece estable con baja contaminación, aclarando que esta cuenca recibe los vertimientos de varios municipios del Quindío y de la capital del departamento de Risaralda.

El río Dagua que pertenece a la subregión Pacífico permanece estable a través del tiempo con una baja contaminación, sin embargo, sería necesario hacer estudios específicos sobre el impacto en la calidad del agua que puede representar la minería ilegal para dichas fuentes para tener un diagnóstico más preciso.

En el caso de las zonas productoras del centro la contaminación disminuye y en algunas se estabiliza en el periodo analizado, en la zona sur, sobre todo en las fuentes urbanas de Santiago de Cali, la contaminación disminuye, no así en las otras cuencas de la zona donde el fenómeno de contaminación es creciente, esto puede deberse al hecho que el establecimiento de sistemas de tratamiento individual para las producciones rurales apenas empieza y su desarrollo va en progreso.

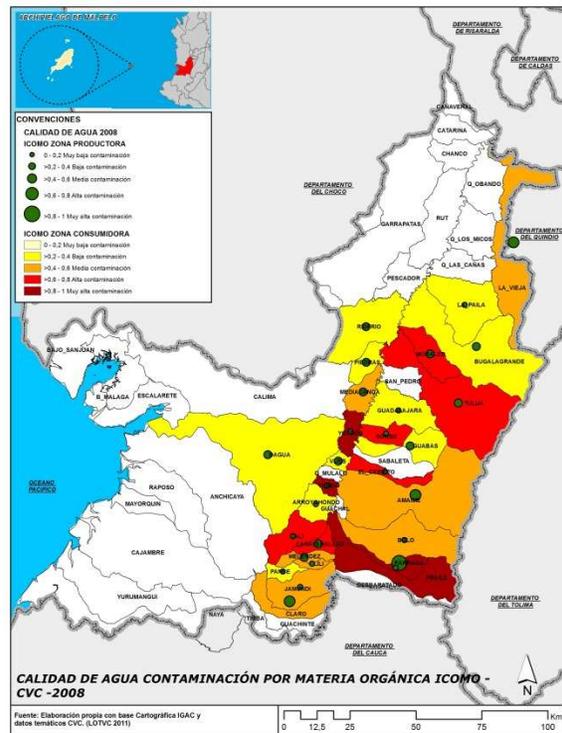
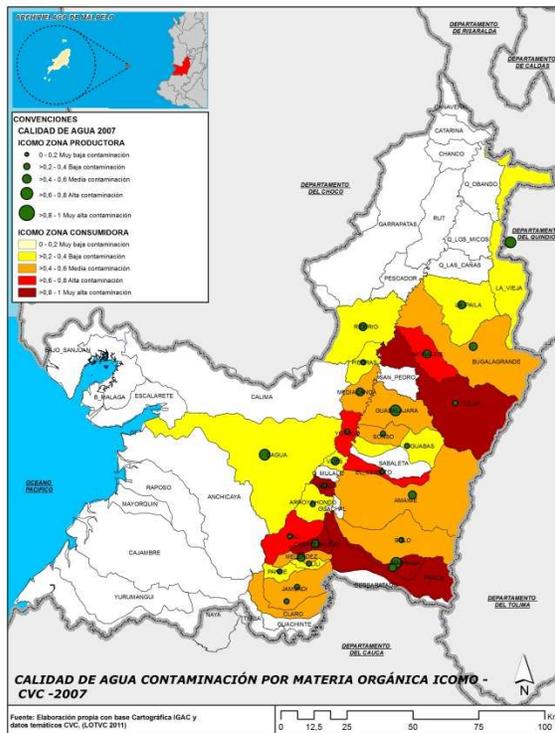
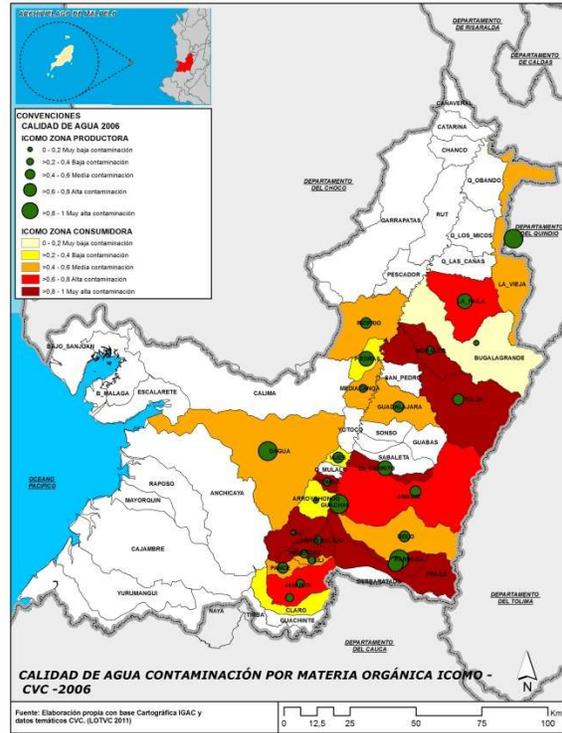
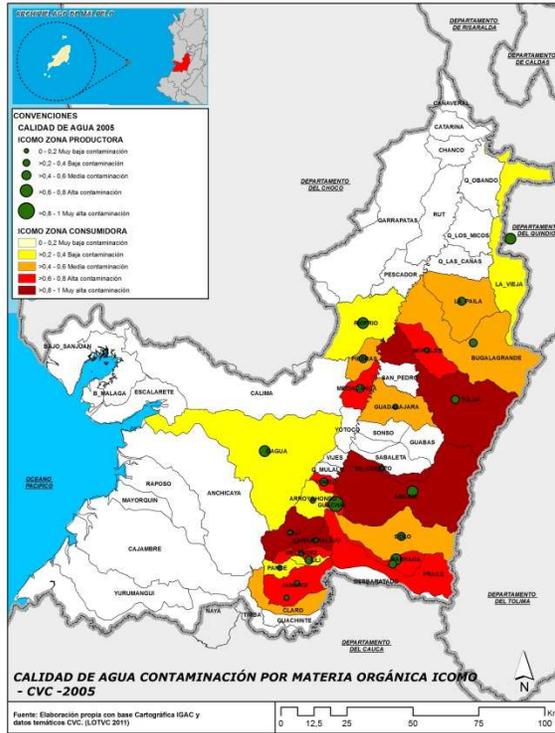


Gráfico 222. Contaminación por materia orgánica 2005 a 2008.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca. CVC.

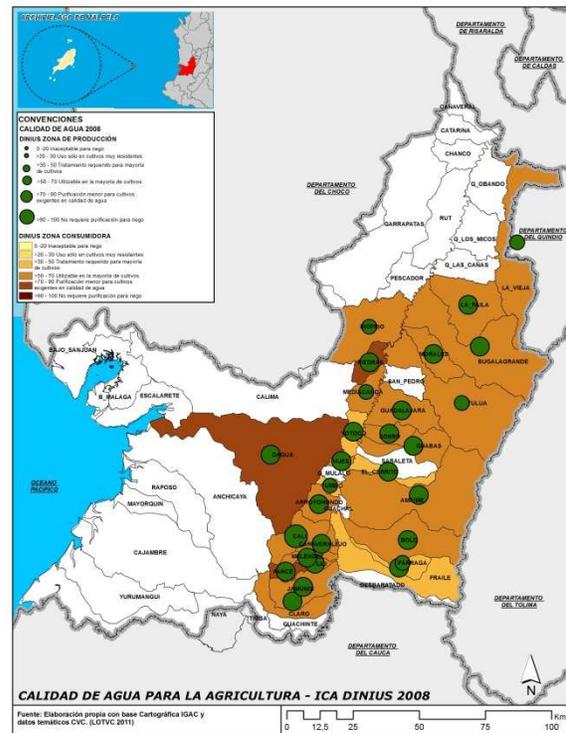
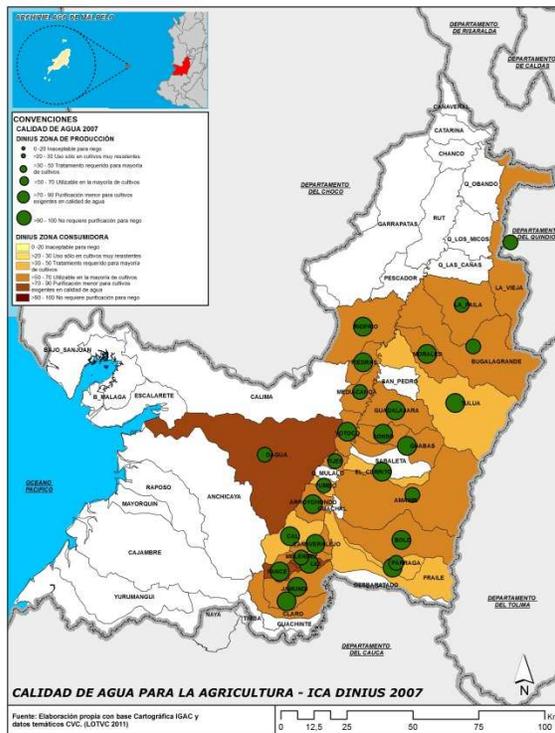
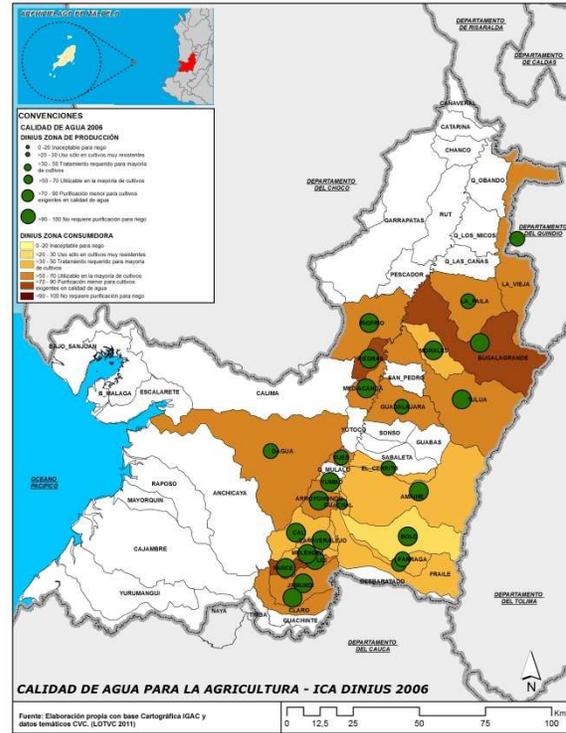
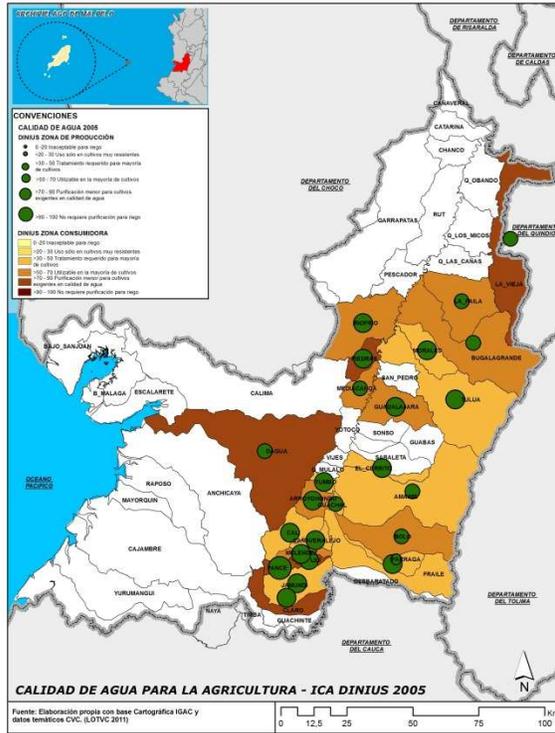


Gráfico 223. Serie multitemporal calidad del agua para la agricultura.
 Fuente: LOTVC, 2011 - Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - Valle del Cauca. CVC. 2005 - 2008.

Con respecto a la calidad del recurso hídrico la Corporación Autónoma Ambiental – CVC- ha realizado un seguimiento a dos índices que miden la calidad del recurso superficial para uso humano y otro que se refiere a la calidad del agua para usarlo en la agricultura (DINIUS), de ello a continuación se resaltan las evidencias de mayor relevancia.

El índice de DINIUS se comporta de manera ascendente, siendo los mayores valores el agua de más calidad para usarse en la agricultura y los valores más bajos los que requieren tratamiento o son inaceptables para usar en riego. En la serie gráfica anterior los valores más altos están en los tonos más oscuros (los de las zonas consumidoras de agua) y las circunferencias de mayor tamaño son los índices más altos (en las zonas productoras de agua)

CALIDAD DEL AGUA PARA USO EN AGRICULTURA		
RANGOS	ESCALA DE CALIDAD	ESPECIFICIDADES
90 - 100	E	No requiere purificación para riego
70 - 90	A	Purificación menor para cultivos que requieren de alta calidad de agua
50 - 70	LC	Utilizable en mayoría de cultivos
30 - 50	C	Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos
20 - 30	FC	Uso sólo en cultivos muy resistentes
0 - 20	EC	Inaceptable para riego

Tabla 113. Criterios de clasificación del agua en función del uso, 2006.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca. CVC.

Como se puede observar en la evolución del índice DINIUS, en la mayoría de subregiones ha disminuido la calidad del agua para usarse en la agricultura, tanto en las zonas productoras como consumidoras del recurso hídrico. Se evidencia igualmente que, para el 2007 las cuencas de Yotoco, Yumbo, Párraga y Fraile el agua sólo se puede usar en cultivos muy resistentes y la mayoría de ellas requieren tratamiento previo para irrigar los cultivos. De otro lado, el índice de calidad del agua para uso doméstico –ICA CETESB – tiene en valores más altos las mejores condiciones para este uso, tal y como lo describe la tabla a continuación.

ÍNDICE DE CALIDAD ICA	CLASIFICACIÓN
79 - 100	Excelente Calidad
51 - 79	Buena Calidad
36 - 51	Regular Calidad
19 - 36	Mala Calidad
0 - 19	Pésima Calidad

Tabla 114. Clasificación de la calidad del agua según el ICA de CETESB.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca. CVC. 2006.

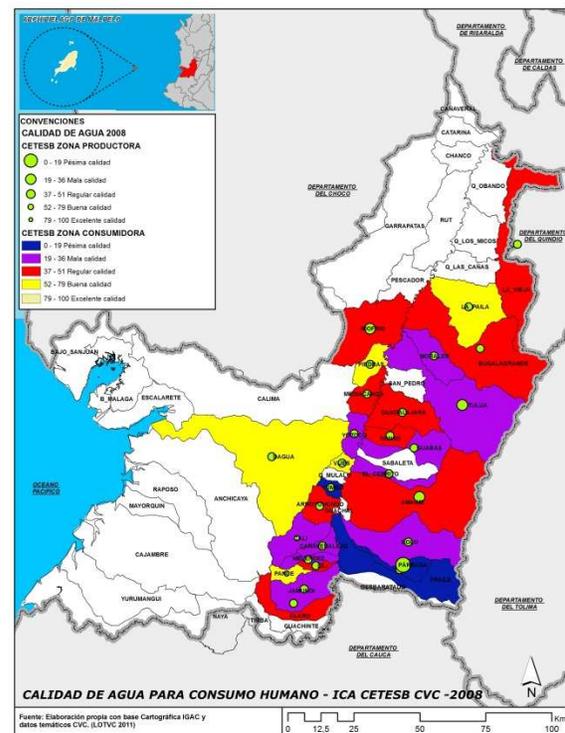
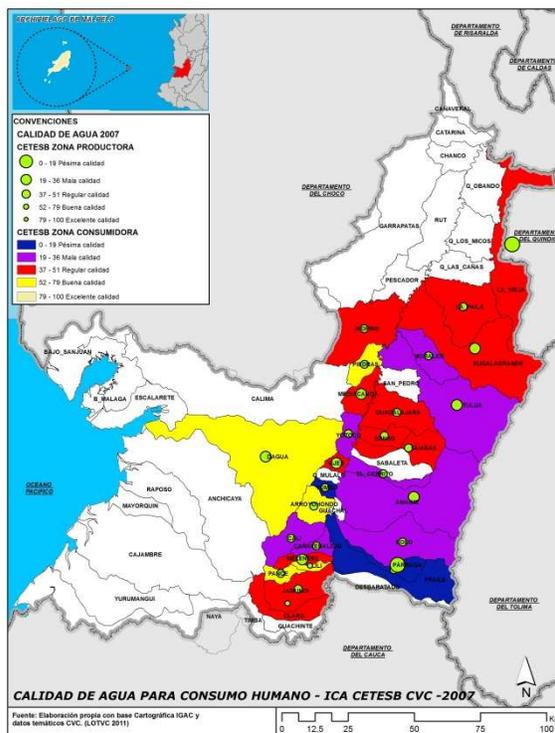
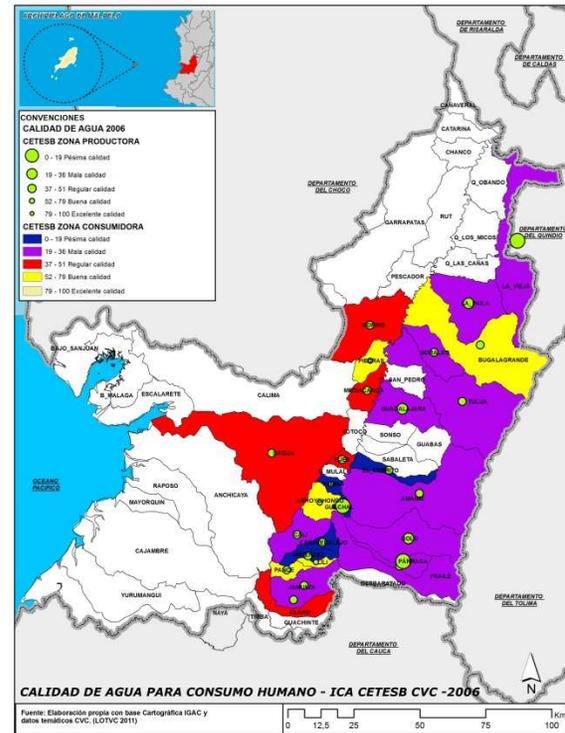
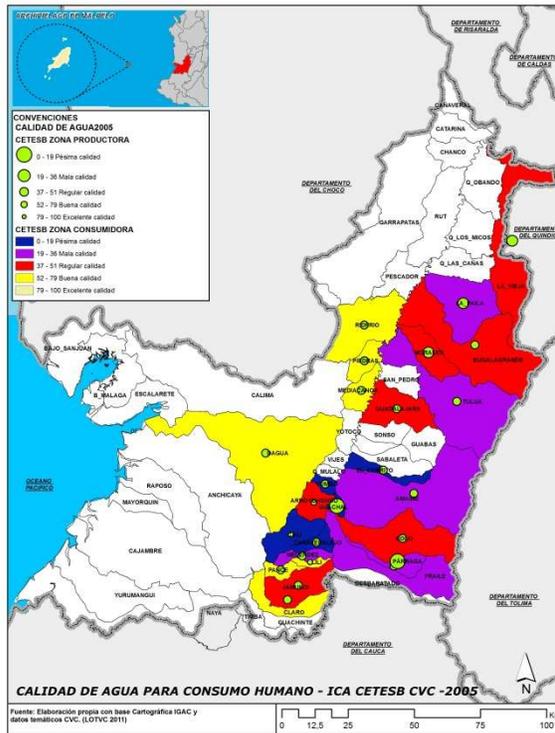


Gráfico 224. Calidad del agua para el consumo humano 2005 a 2008.
 Fuente: LOTVC, 2011 - Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el VC. CVC. 2007 - 2008.



Las cuencas de la subregión centro tienen un comportamiento oscilante en el periodo de 2005 a 2008, pero en general pasan de tener un agua de buena calidad a una de regular calidad (2008) en su zona consumidora. En la subregión Sur las cuencas inician en mala calidad en las cuencas occidentales, las cuales al final del periodo registran un leve mejoramiento, entre las que presentan dicho mejoramiento están las que surten el acueducto del municipio de Santiago de Cali. Las cuencas sur orientales de Párraga y Fraile presentan un empeoramiento del índice hasta que en 2007 y 2008 el agua para el consumo humano es de pésima calidad en las partes consumidoras, lo cual ha llevado a los municipios a consumir el agua subterránea. La cuenca de Yumbo es de inicio a fin del período examinado de pésima calidad para el consumo humano.

Por último, con respecto a la calidad de los recursos hídricos (2005 y 2006), es necesario analizar como la cabecera municipal más grande de la subregión Pacífico afecta el recurso oceánico con sus vertimientos y en este caso la Corporación Autónoma del Valle hace notar como el nivel de contaminación por coliformes fecales y totales en la Bahía de Buenaventura exceden los límites máximos permitidos para las aguas destinadas a los usos recreativos, y si bien esta no es una de las mayores aglomeraciones urbanas es urgente la resolución del problema de contaminación con el fin de no afectar las playas cercanas que se dedican a ofrecer servicios turísticos, además evitar una emergencia de salubridad tanto en el puerto como en el casco urbano.

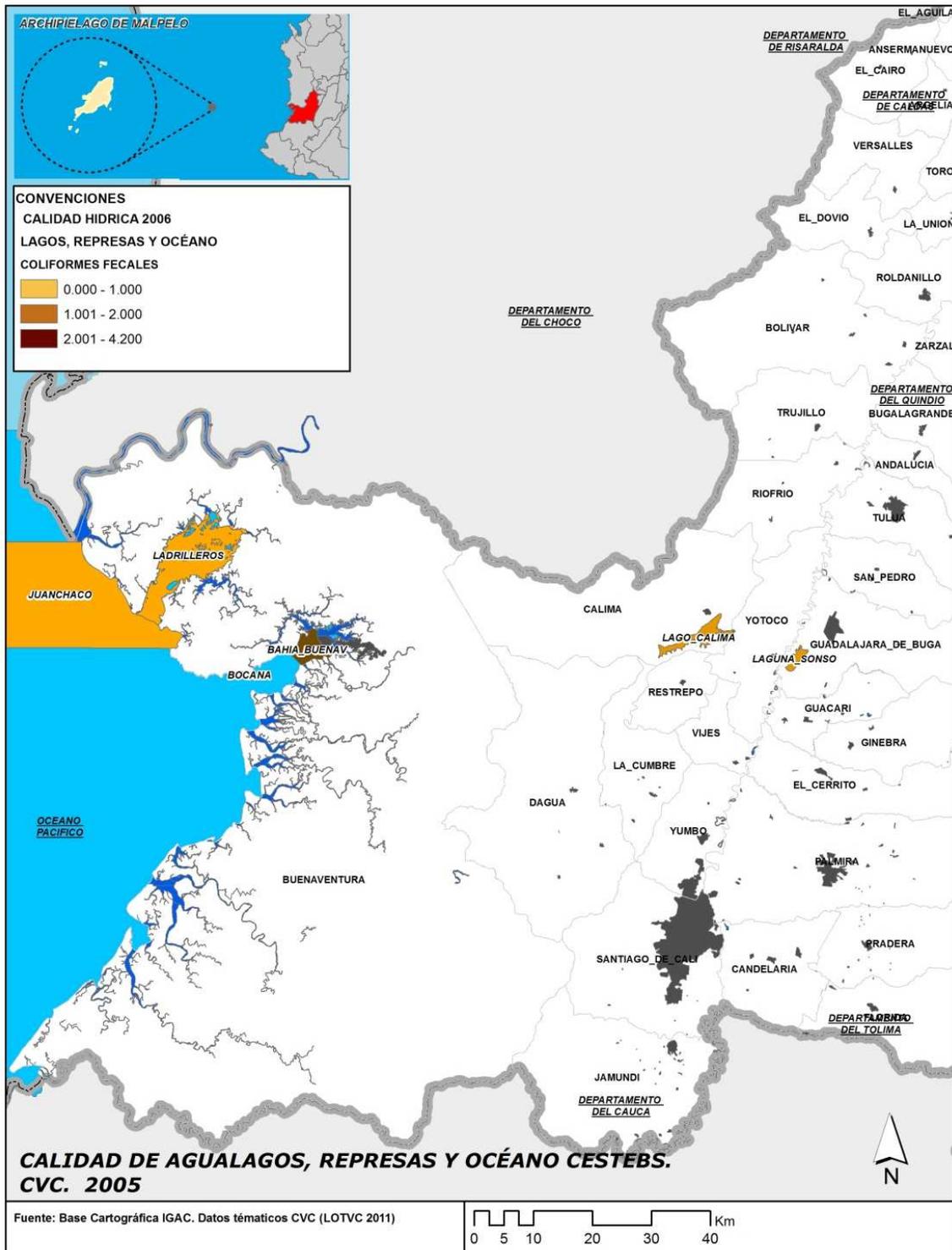


Gráfico 225. Contaminación por coliformes fecales 2005.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca. CVC. 2006.

En cuanto a la situación del Lago Calima y relacionado con la concentración de coliformes, el Lago Calima presenta restricciones de uso para recreación mediante contacto primario en gran parte de los sitios evaluados y principalmente en el segundo semestre del 2006, lo cual es posible asociarse con los niveles del embalse y por ende la capacidad de dilución⁸⁵.

Con respecto a la laguna de Sonso se evidencian altas concentraciones de fósforo en los afluentes, posiblemente causado por escorrentía de aplicación de agroquímicos o por actividades pecuarias en la zona aledaña a la Laguna. Por lo tanto, con estos aportes, la tendencia en la laguna es a incrementar los niveles de eutrofización⁸⁶, lo que pone en riesgo la vida del humedal, puesto que el crecimiento de maleza acuática, acelerado por las altas concentraciones de nutrientes, afecta los procesos que de forma natural se desarrollan y que mantienen un equilibrio en el ecosistema⁸⁷, poniendo en peligro la pesca que se da en el lago y así el sustento de las comunidades que derivan su sustento de él.

8.6.2. Recurso hídrico subterráneo

El recurso hídrico subterráneo no ha sido usado intensivamente por las aglomeraciones urbanas, tal y como se puede observar en la tabla siguiente de las extracciones anuales de agua subterránea y los volúmenes concesionados están compuestos principalmente por la demanda para riego. Sólo el uno por ciento corresponde a suministro para el uso doméstico y el 4% del recurso subterráneo es demandado por la industria.

⁸⁵ Corporación Autónoma del Valle del Cauca –CVC-. Red de Monitoreo de la Calidad del Agua. Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en el Valle del Cauca Actualización a 2006. Página 84. 2007.

⁸⁶ La eutrofización puede definirse como un proceso evolutivo, natural o provocado, por el que un lago experimenta un progresivo aumento de nutrientes (nitratos y fosfatos especialmente) que causan un enriquecimiento cada vez mayor en algas, planctónicas, algas filamentosas. En términos generales, la eutrofización excesiva se debe, entre otras, a las siguientes causas: Arrastre y acumulación de abonos nitrogenados y fosfatos procedentes de las tierras agrícolas y ganaderas, vertimiento de aguas residuales municipales sobre los ríos alimentadores de los lagos. Entre los efectos de la eutrofización merecen citarse los siguientes: Disminución de la profundidad del lago, disminución del oxígeno disuelto en el agua, disminución en la diversidad de especies y cambios notables en la comunidad biológica dominante.

⁸⁷ *Ibíd.*

EXTRACCIONES ANUALES DE AGUA SUBTERRÁNEA									
USO	CAPACIDAD INSTALADA		EXTRACCIONES ANUALES						
	LIPS	# de pozos	AÑO 2003	AÑO 2004	AÑO 2005	AÑO 2006	AÑO 2007	AÑO 2008	AÑO 2009
			M ₃	M ₃	M ₃	M ₃	M ₃	M ₃	M ₃
DOMÉSTICO	1.044	98	7.603.563	7.201.072	7.292.767	1.909.173	1.851.312	8.709.924	10.146.768
INDUSTRIAL	3.470	233	17.935.474	17.308.847	16.607.718	17.228.100	15.338.798	14.881.736	28.121.987
RIEGO	78.584	906	494.329.315	474.235.034	424.517.281	384.058.116	398.603.019	245.304.915	461.077.832
TOTAL	83.098	1.237	519.868.352	498.744.952	448.417.766	403.195.389	415.793.129	268.896.576	499.346.587

EXTRACCIONES ANUALES DE AGUA SUBTERRÁNEA			
USO	PROMEDIO ANUAL	VOLUMEN CONCESIONADO	ÁREA DE ATENCIÓN
	M ₃	M ₃ /AÑO	
DOMÉSTICO	6.387.797	11.542.934	106 COMUNIDADES
INDUSTRIAL	18.203.237	57.412.471	122 INDUSTRIAS
RIEGO	411.732.216	1.384.207.158	85330 Has
TOTAL	434.523.573	1.453.162.563	

Tabla 115. Extracciones anuales de agua subterránea.

Fuente: LOTVC, 2011- GESTIÓN INTEGRAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL VALLE DEL CAUCA. 2010⁸⁸.

⁸⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. GESTIÓN INTEGRAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL VALLE DEL CAUCA. Dirección técnica ambiental. Grupo de recursos hídricos. 2010.

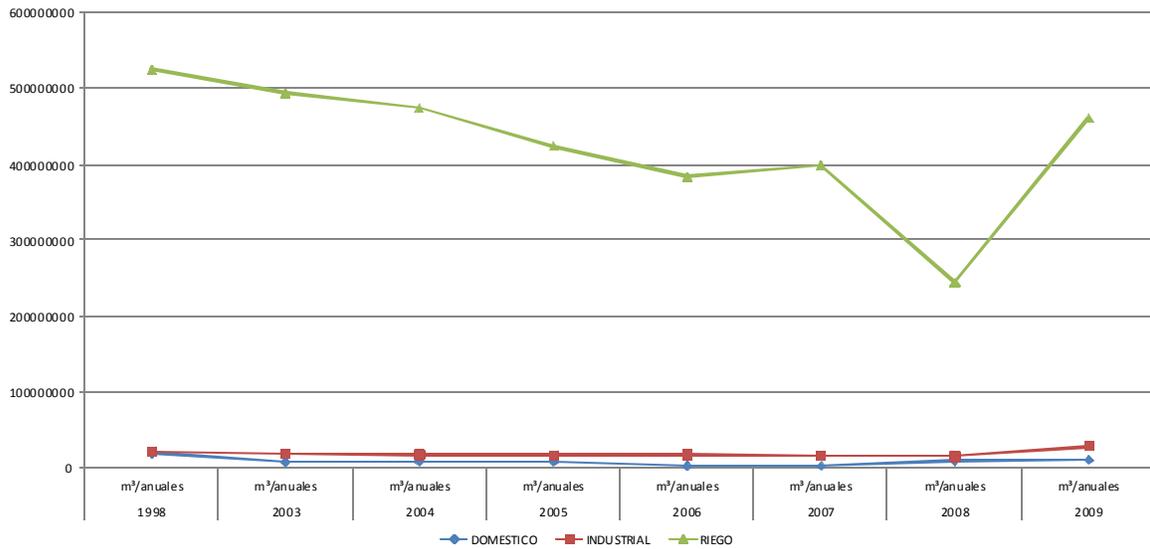


Gráfico 226. Agua subterránea anual extraído por actividad.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Gestión integral de las aguas subterráneas en el Valle del Cauca. CVC, 2010.

**AGUA SUBTERRANEA - VALLE DEL CAUCA
 PROMEDIO ANUAL EXTRAIDO**

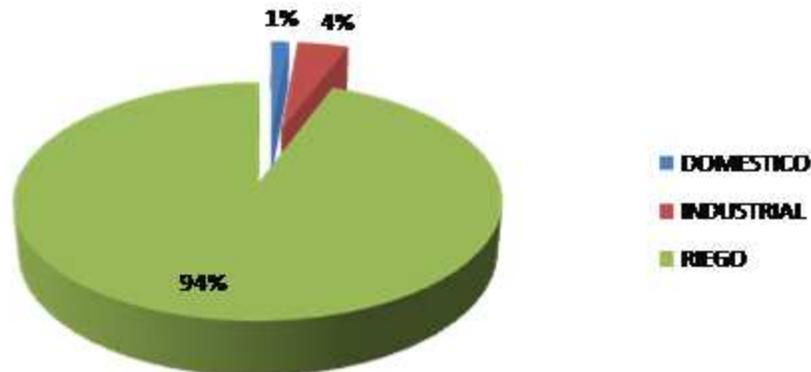


Gráfico 227. Agua subterránea y promedio anual extraído 2003 a 2009.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos Gestión integral de las aguas subterráneas en el Valle del Cauca. CVC, 2010.

AGUA SUBTERRANEA - VALLE DEL CAUCA
VOLÚMEN CONCESIONADO

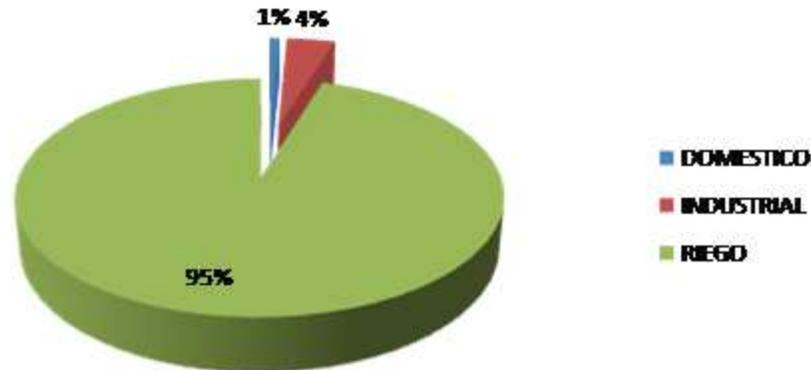


Gráfico 228. Agua subterránea y volumen concesionado.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Gestión integral de las aguas subterráneas en el Valle del Cauca. CVC, 2010.

Con respecto a la calidad del recurso hídrico subterráneo la CVC detectó, dentro del Plan de Manejo de las Aguas Subterráneas, unos puntos críticos que presentaron problemas con el fenómeno del Niño (1991) en cuanto a disminución drástica de los niveles del acuífero y tiene situaciones de riesgo frente a la contaminación del mismo, dichos puntos críticos coinciden con los municipios que representan el 50% del aprovechamiento del agua subterránea en el departamento (Candelaria, Palmira y El Cerrito). Los municipios en mayor riesgo por sobreexplotación y contaminación son Candelaria, Palmira, El Cerrito, Ginebra y Guacarí⁸⁹, siendo un caso especialmente problemático Candelaria que depende totalmente del agua subterránea a causa de la mala calidad del residuo superficial.

⁸⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. PLAN DE MANEJO PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA. Página 28.

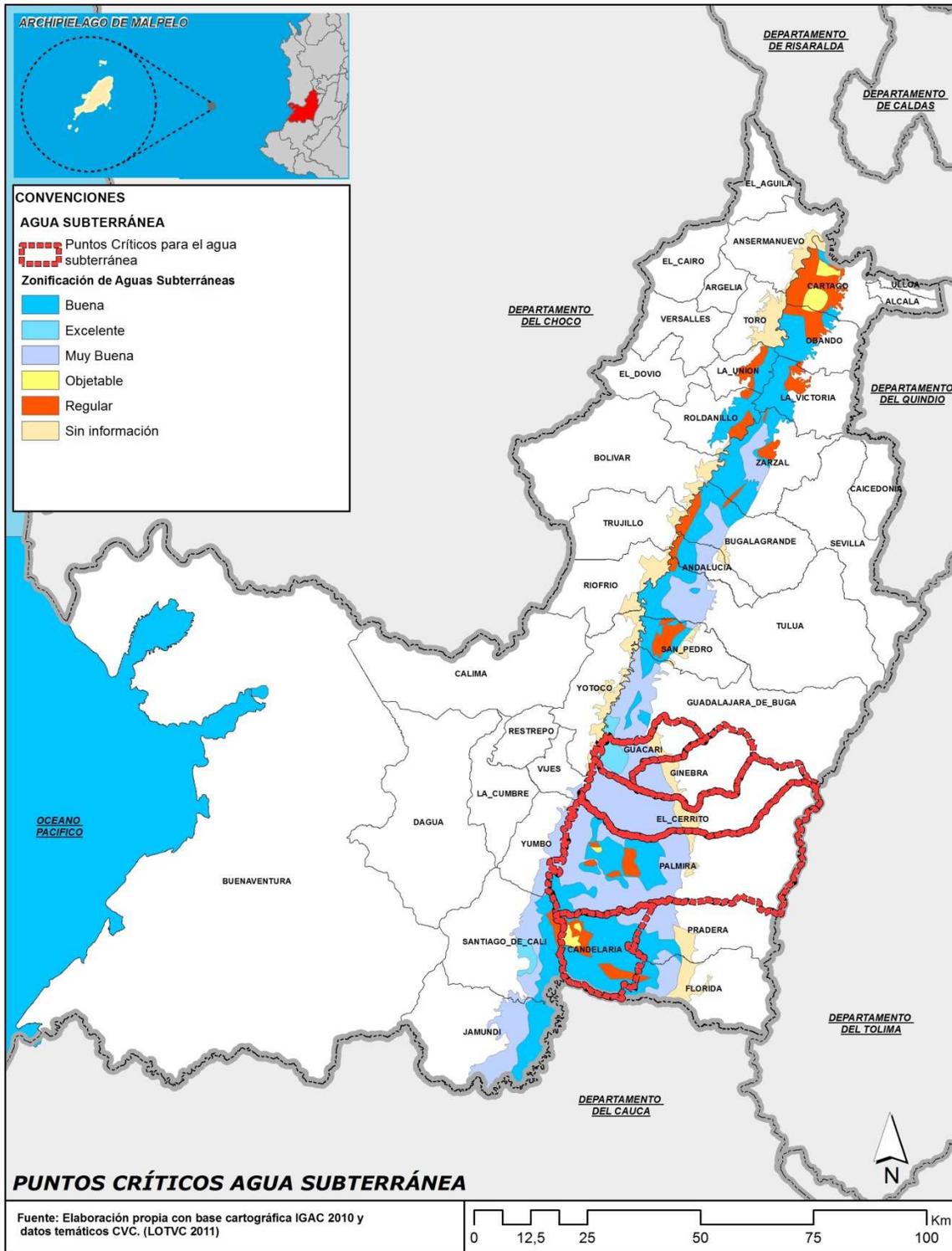


Gráfico 229. Puntos críticos Agua subterránea.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Plan de Manejo para la Protección de las Aguas Subterráneas en el Departamento del Valle del Cauca. CVC.

8.6.3. Los efectos del cambio climático en el recurso agua

Para estimar si el deterioro del recurso hídrico se agudizará en las próximas décadas es posible inferir algunas hipótesis apoyados en el resultado de los estudios de cambio climático para Colombia, ya que los cambios en la temperatura y la precipitación impactarían directamente sobre la evapotranspiración del recurso superficial y sobre la recarga y producción de escorrentía que alimenten tanto el agua superficial como la subterránea.

En el estudio de Escenarios de cambio climático para 24 regiones de Colombia realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2008, se prevé que la temperatura media anual, en el período 2070 - 2100, de la región Pacífico Central y Norte (incluye el departamento del Valle del Cauca) aumente entre 2 – 4 °C⁹⁰. En cuanto a la precipitación media anual, la modelación arrojó una variación del 10% con respecto a la precipitación presentada entre 1961 – 1990 y en específico este cambio se manifieste en la zona del páramo de las Hermosas, donde se produce el agua de la zona oriental del departamento que hoy tiene los mayores índices de escasez, con una disminución en la precipitación media anual para el año 2080 entre 16-25%⁹¹.

Para aproximarse a un panorama futuro simple (al 2070), se realizaron unos cálculos de disminución de 25% en el balance hídrico en las cuencas que nacen en el páramo de Las Hermosas y de 10% en el resto, cabe aclarar que dichos cálculos no contemplan los aumentos de la demanda, sino que planteara un escenario de estabilización de la misma, tampoco considera el aumento de la evapotranspiración por el calentamiento, ni el incremento en la tala de la cobertura boscosa de las zonas altas, lo cual lo constituye en un escenario ideal, del cual se obtuvieron los siguiente resultados:

1. Todas las cuencas del sector occidental agudizaría su situación actual ya que los ríos Bolo, Párraga, la quebrada Los Micos y Obando llegarían a desbalances de – 760.1 mm/año lo cual es condenarlos a desaparición en los períodos secos y a que sean cauces torrenciales.
2. El resto de cuencas del costado oriental del departamento quedarían con balances bajos que darían muy poco margen para el crecimiento de las demandas futuras, tanto agrícolas como domésticas.

⁹⁰ Universidad Nacional de Colombia. Informe Final de Escenarios de cambio climático para 24 regiones de Colombia. 2008. Página 7

⁹¹ Ibíd. Página 11.

3. En el costado occidental de la zona del valle del río Cauca las situaciones críticas las afrontaría el río Pescador y la zona centro- sur desde Yotoco hasta Arroyohondo, el costado suroccidental tendría la posibilidad de afrontar nuevas demandas.
4. En cuanto al río Dagua, de la cuenca del Pacífico, no se vería con índice de escasez, pero ya se sabe que la situación de contaminación creciente por la minería es un asunto a resolver y allí se centrarían los mayores retos frente al recurso hídrico.

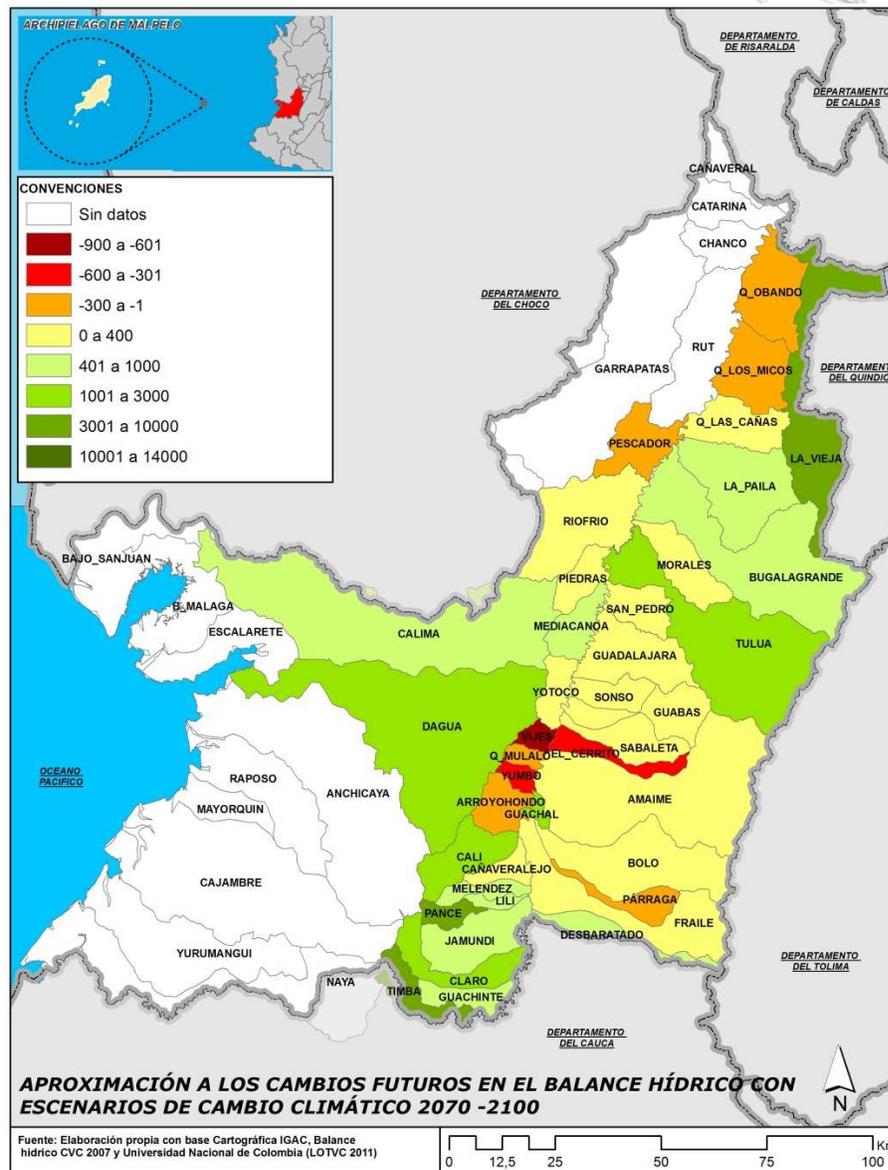


Gráfico 230. Aproximación a los balances de agua futuros con cambio climático.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Cálculos propios sobre información CVC e Informe Final de Escenarios de cambio climático para 24 regiones de Colombia.

8.6.4. El deterioro del recurso suelo

Otro recurso ambiental invaluable que ha presentado deterioro a raíz de la forma de explotación es el suelo, este recurso de difícil y lenta recuperación ha mostrado agudización de sus problemáticas por pérdida (erosión), uso inadecuado que va en contravía de su potencialidad y la salinización, principalmente.

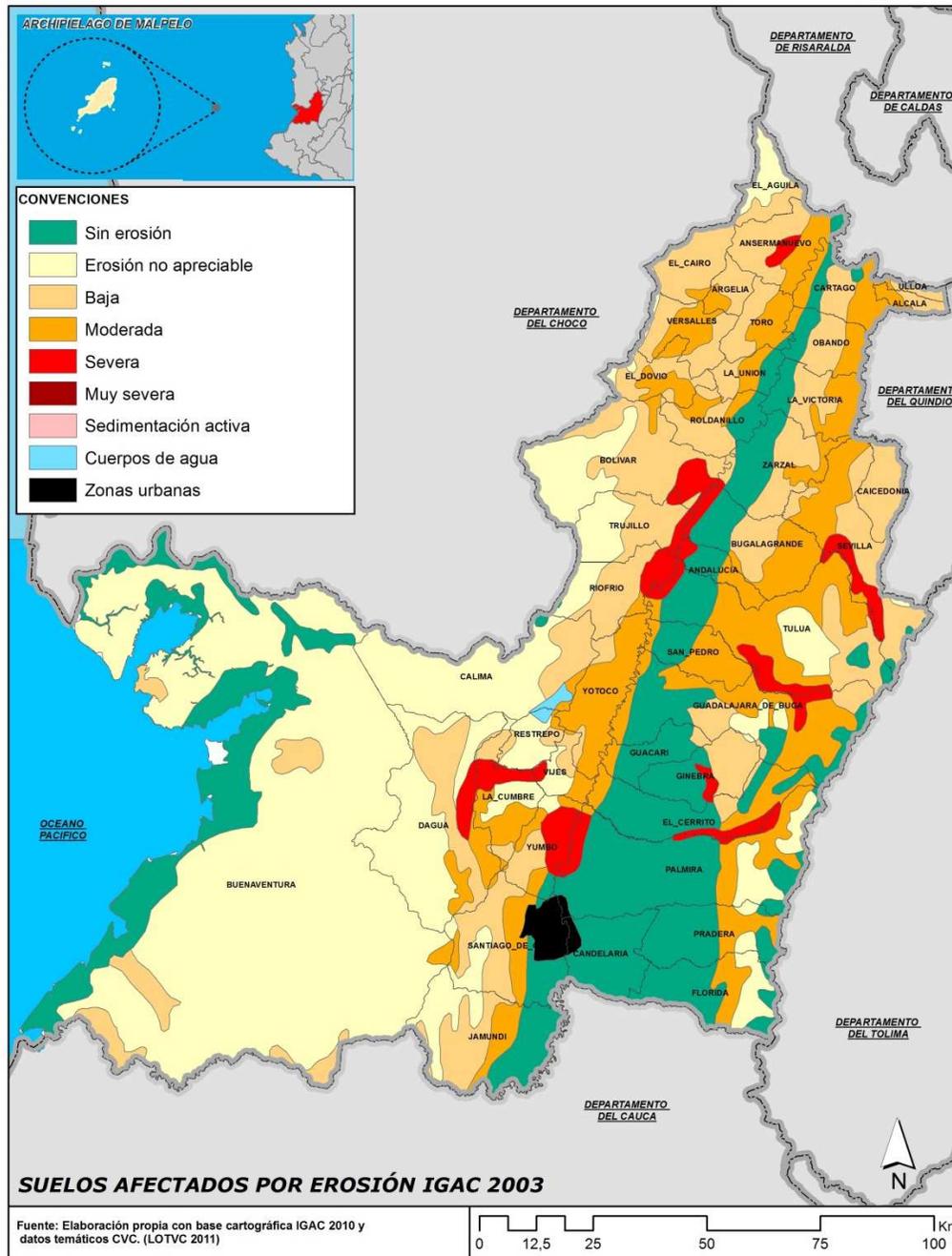


Gráfico 231. Erosión. 2003.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: IGAC. SIG - OT. Colombia

Los suelos afectados por la erosión fueron catalogados en el 2003 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, como de erosión severa en once municipios del Valle del Cauca: Ansermanuevo, Bolívar, Trujillo, Riofrío, Restrepo, Dagua, Yumbo, El Cerrito, Guadalajara de Buga, Tuluá y Sevilla. Todos los municipios cordilleranos tenían una erosión moderada y gran parte del municipio de Buenaventura, Calima y Dagua no fue posible evaluarlos.

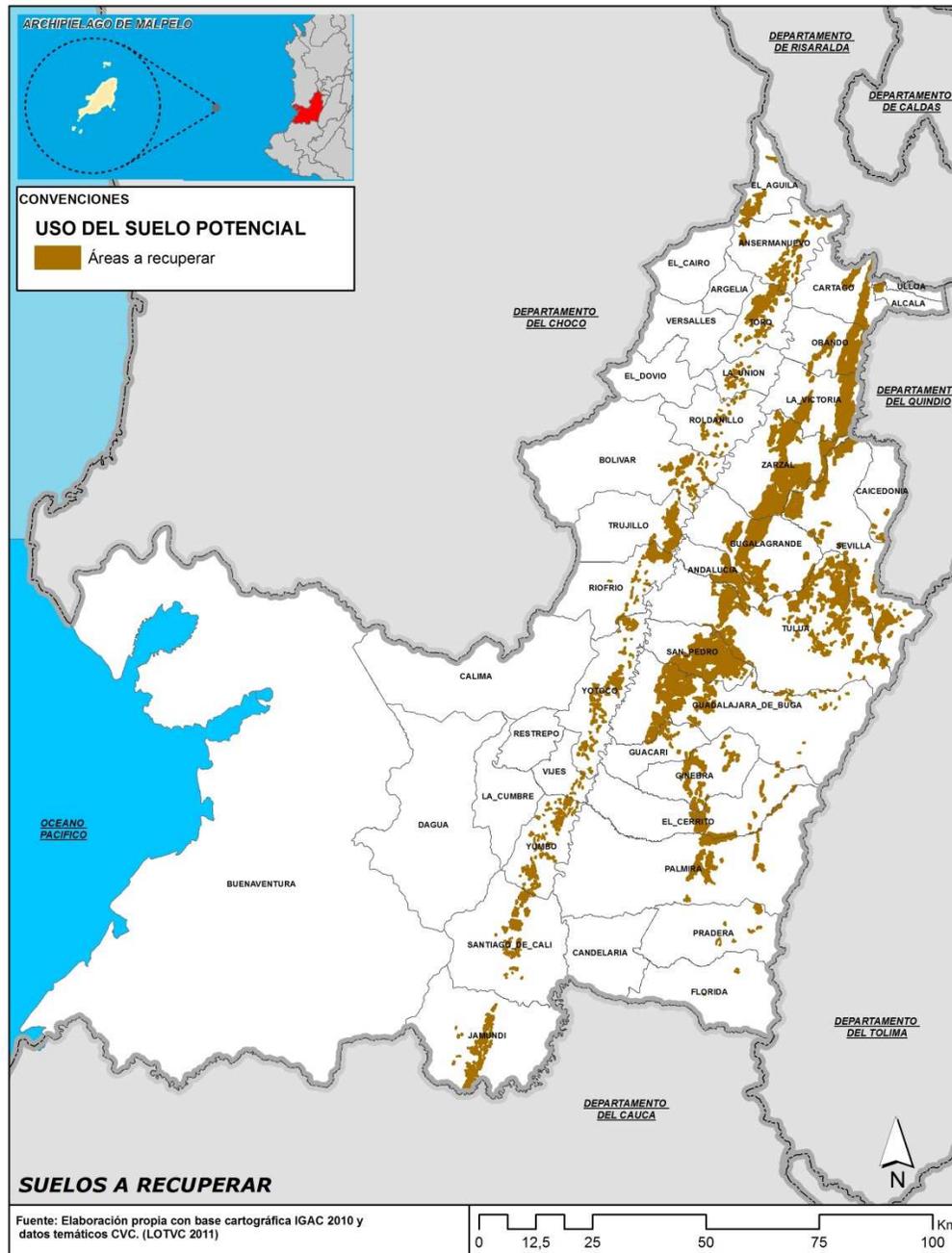


Gráfico 232. Suelos con necesidad de recuperación.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: CVC.

En un estudio de mayor detalle, la CVC clasifica como suelos a recuperar a los que por usos de explotación intensiva se degradan o erosionan y por ello es necesario llevar a cabo actividades de reforestación, obras de contención, etc. La Corporación Autónoma ha estimado que 201.191 ha deben ser recuperadas, lo cual equivale al 12% del total de áreas evaluadas en el departamento.

En relación al problema de salinización de los suelos, cuyo principal efecto (pero no el único) sobre las plantas es que si el agua que está presente en el suelo contiene sales, la planta requerirá mayor energía para absorber la misma cantidad que cuando está libre de ellas. *“Entonces, la energía adicional requerida para absorber el agua en un suelo salino es aditiva a la energía requerida para absorber el agua en un suelo no salino; lo que genera una disminución en el agua aprovechable y efectos adversos para la planta como reducción del crecimiento, daño en los tejidos y necrosis⁹²”*.

▪ Amenaza del recurso suelo por salinización

En el año 2005 el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales realizó un estudio que estimó la amenaza de los suelos colombianos a la Salinización, dicho estudio reportó áreas salinas a lo largo de todo el tramo del río Cauca, siendo los municipios más afectados Zarzal, Palmira, Guacarí, Bugalagrande y Cartago, también se encontraron suelos salinos en el municipio de Buenaventura, los cuales son los más extensos del departamento. Los municipios con mayor área calificada con alta amenaza de salinización son El Cerrito, Palmira, Candelaria y Pradera.

Para el año 2011 un estudio realizado por M.Sc. Jorge Armando Ramírez Álzate de la Universidad Nacional de Colombia, tiene unas conclusiones interesantes a este respecto, en primer lugar él evalúa siete municipios del centro y norte del departamento sobre los cuales concluye: *A pesar de que los suelos del Valle del Cauca específicamente los de las terrazas bajas tienen baja permeabilidad (drenaje limitado en algunos suelos no en todos), que el movimiento del agua a través del perfil en algunas zonas sea deficiente, del uso de aguas sin ningún tipo de control (químico y sanitario), de zonas con niveles freáticos superficiales (menores de 1 metro en algunas zonas), de un clima semiárido (con veranos muy fuertes como consecuencias de los efectos del evento climático del niño) y de materiales parentales con predominancia de bases; los suelos evaluados en el Valle del Cauca en general no presentan problemas críticos o graves de afectación por sales dado que un gran porcentaje de los suelos (90% de los evaluados) no presentan altos grados de salinidad o sodicidad, sin embargo se observa que no toda el área está libre del problema, que se encuentran problemas localizados (que se están extendiendo) muchos de ellos de*

⁹² Ramírez Álzate, Jorge Armando. Universidad Nacional de Colombia. EVALUACIÓN GENERAL DE LA SALINIDAD Y MODELACIÓN DE LOS RIESGOS DE SALINIZACIÓN EN SUELOS DEL VALLE DEL CAUCA” Uso práctico del modelo PLA para evaluar el riesgo de salinización en tierras bajo riego en la parte plana del Valle del Cauca (Colombia), 2011.

gran cuidado, principalmente con el contenido de bicarbonatos, magnesio y sodio, lo cual preocupa ya que si no se realiza un seguimiento periódico de estos contenidos pueden llegar a incrementar el problema o a extenderlo a través de los iones que predominan en las aguas de riego (de cualquiera de las fuentes) utilizadas⁹³.

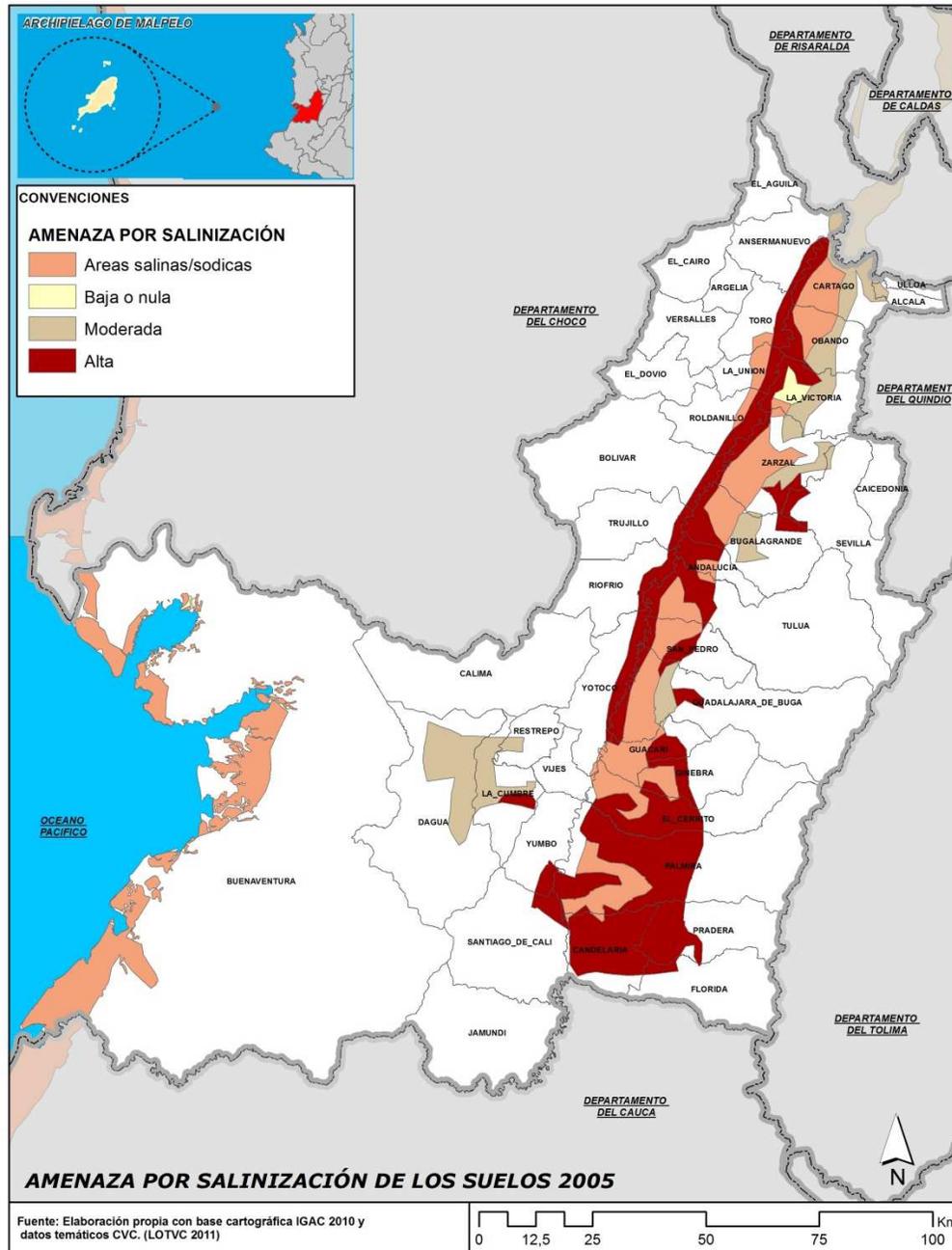


Gráfico 233. Amenaza por salinización de los suelos. 2005.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: SIG - OT. Colombia.

⁹³ RAMÍREZ ÁLZATE, Jorge Armando. Universidad Nacional de Colombia. EVALUACIÓN GENERAL DE LA SALINIDAD Y MODELACIÓN DE LOS RIESGOS DE SALINIZACIÓN EN SUELOS DEL VALLE DEL CAUCA” Uso práctico del modelo PLA para evaluar el riesgo de salinización en tierras bajo riego en la parte plana del Valle del Cauca (Colombia). 2011.

Con los resultados de este estudio se hizo la siguiente interpretación cartográfica que muestra el C.E (Conductímetro – extracto de saturación) indicador usado para la evaluación de la salinidad y en la tabla siguiente los puntos en los cuales si se encontraron problemas de salinidad en los suelos.

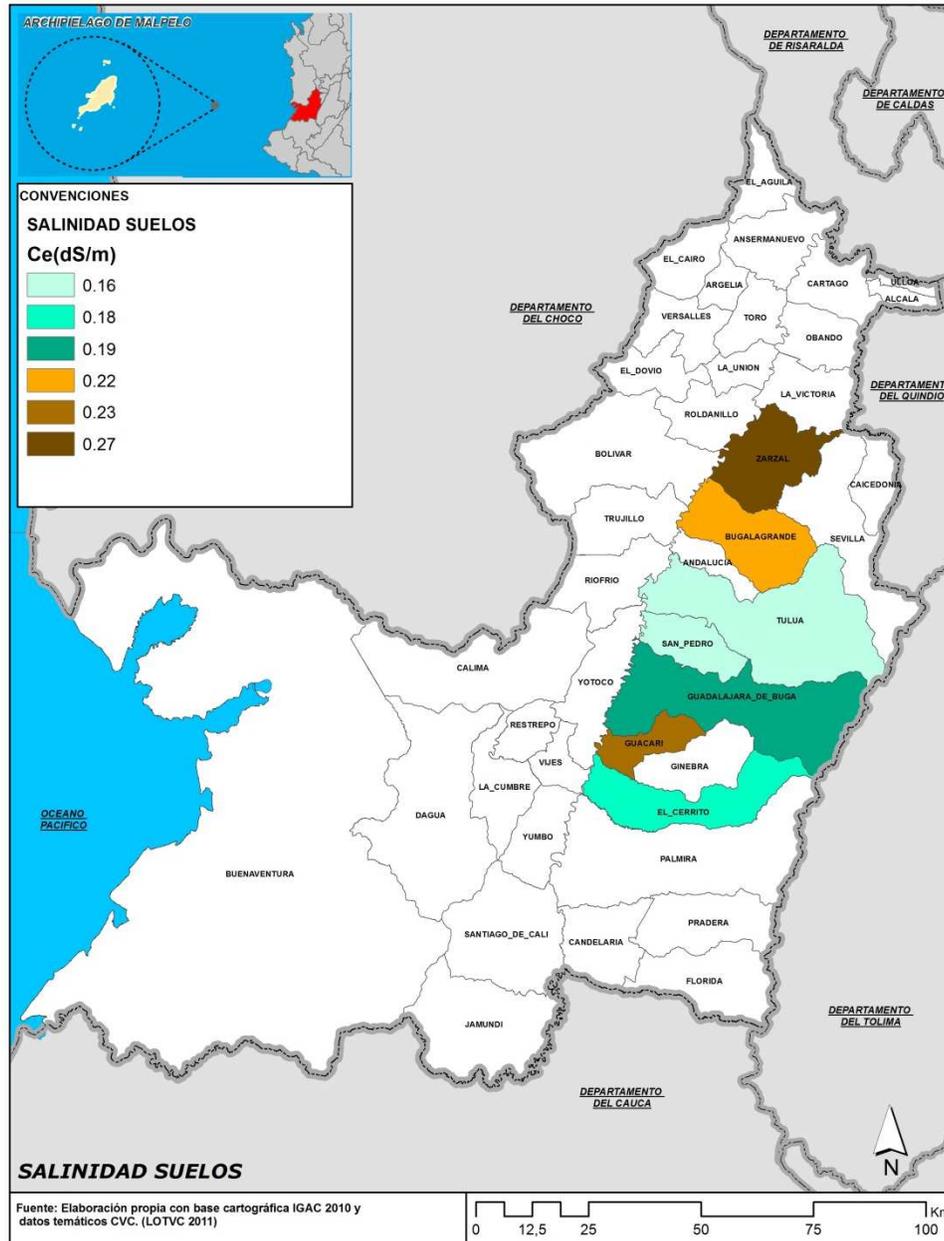


Gráfico 234. Salinidad de los Suelos en municipios de las subregiones Centro y Sur.
 Fuente: LOTVC, 2011-Elaboración propia con datos de la Evaluación General de la Salinidad y Modelación de los Riesgos de Salinización en Suelos del Valle del Cauca. 2011.

MUNICIPIO	CE (dS/m) promedio	Puntos con problemas de salinidad o con vulnerabilidad alta al fenómeno
ZARZAL	0,27	Hacienda Ingenio Río Paila - Castilla
BUGALAGRANDE	0,22	Hacienda Peralonso, Venecia, Samaria del Ingenio Río Paila
TULUÁ	0,16	Hacienda Ballesteros del Ingenio San Carlos
SAN PEDRO	0,16	Finca María C. Palau del Ingenio San Carlos
BUGALAGRANDE	0,19	Hacienda Santa Mónica del Ingenio Manuelita
GUACARÍ	0,23	Hacienda Palo Alto Ingenio Providencia
EL CERRITO	0,18	Hacienda San Miguel - Ing. Pichichi, San Carlos - Ing. Providencia y Camilo - Ing. Manuelita

Tabla 116. Salinidad de los Suelos en puntos específicos de municipios de las Subregiones Centro y Sur. Fuente: LOTVC, 2011-Elaboración propia con datos de la Evaluación General de la Salinidad y Modelación de los Riesgos de Salinización en Suelos del Valle del Cauca. 2011.

▪ Conflictos en el uso del suelo.

La sobreexplotación o subutilización del suelo se considera un problema para el recurso, dicha utilización se estudia en comparación con el uso potencial que el suelo tiene por sus características. El IGAC en el 2003 registra sobreutilización en todas las zonas de cordillera localizadas paralelas al río Cauca y considera como una de las zonas subutilizadas más extensas, al territorio en inmediaciones del casco urbano del municipio de Buenaventura, posiblemente este análisis no contemplo su importante papel ambiental como reserva forestal.

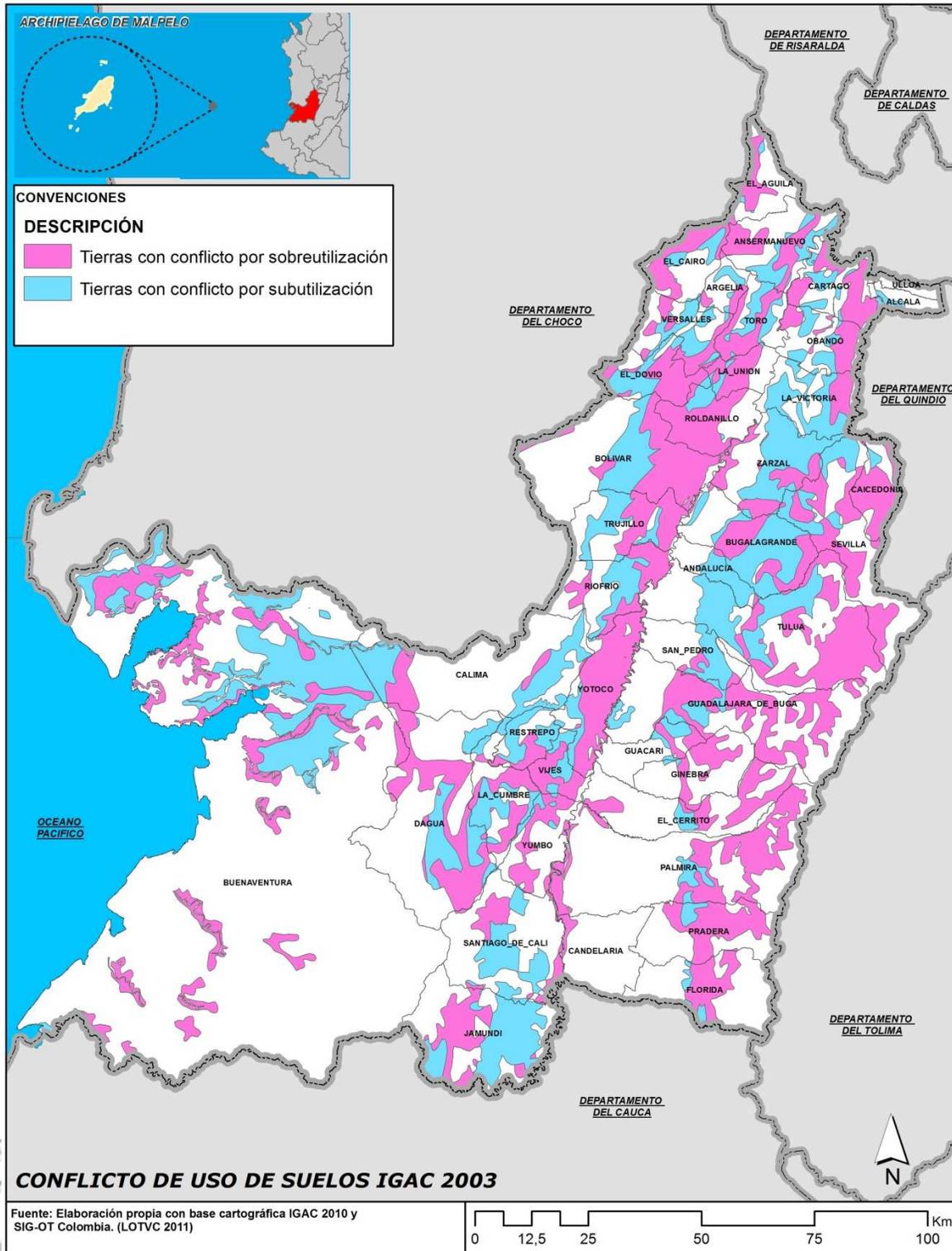


Gráfico 235.Conflicto de uso. 2003.
 Fuente: LOTVC, 2011-Datos: SIG - OT. Colombia.

La Corporación Autónoma ha realizado estudios de mayor detalle en el departamento que cobijan principalmente la zona andina y parte del municipio de Dagua, con ello ha clasificado los niveles de conflicto que se presenta con los usos del suelo actuales, de ello se puede observar como las grandes manchas del IGAC en el año 2003 se particularizan, así si el 44.5% de los suelos estudiados tienen un conflicto alto, este se concentra en la zona de cordillera de la subregión central y norte, siendo Ansermanuevo y El Águila casos especiales en los cuales aproximadamente el 90% de los municipios son considerados como de conflicto de uso alto.

TIPO	Hectáreas	Porcentaje
ALTO	378.836	44.5%
MODERADO	26.512	3.1%
SIN CONFLICTO	421.569	49.5%
ZONA URBANA	24.109	2.9%
TOTAL ESTUDIADO	851.276	

Tabla 117. Conflictos de uso.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Mapa 6. PGAR 2002 – 2012. CVC.

Por último, se ha coincidido en señalar el uso inadecuado de los suelos de alta productividad dedicándolos a albergar el crecimiento urbano y en especial la expansión, *Expansión urbana a expensas de tierras de óptima calidad agrológica*⁹⁴, dicho aspecto está estrechamente relacionado con el crecimiento poblacional propio de las urbes asentadas en el valle geográfico del río Cauca, ya que éste coincide con las clases agrológicas de mayor potencialidad para los usos agrícolas intensivos, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

CLASE AGROLÓGICA	USO POTENCIAL
I	Agricultura muy intensiva
II	Agricultura intensiva
III	Agricultura moderada
IV	Agricultura limitada
V	Pastoreo
VI - VIII	Forestal

Tabla 118. Clases agrológicas.

 Fuente: LOTVC, 2011-Adaptado de: El recurso suelo en Colombia⁹⁵.

⁹⁴CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional 2002–2012. Página 193.

⁹⁵ MALAGÓN CASTRO. Dimas. Recurso suelo en Colombia – Inventario y Problemática -. Revista Academia Colombiana de la Ciencia. Volumen XXII Número 82. 1998.

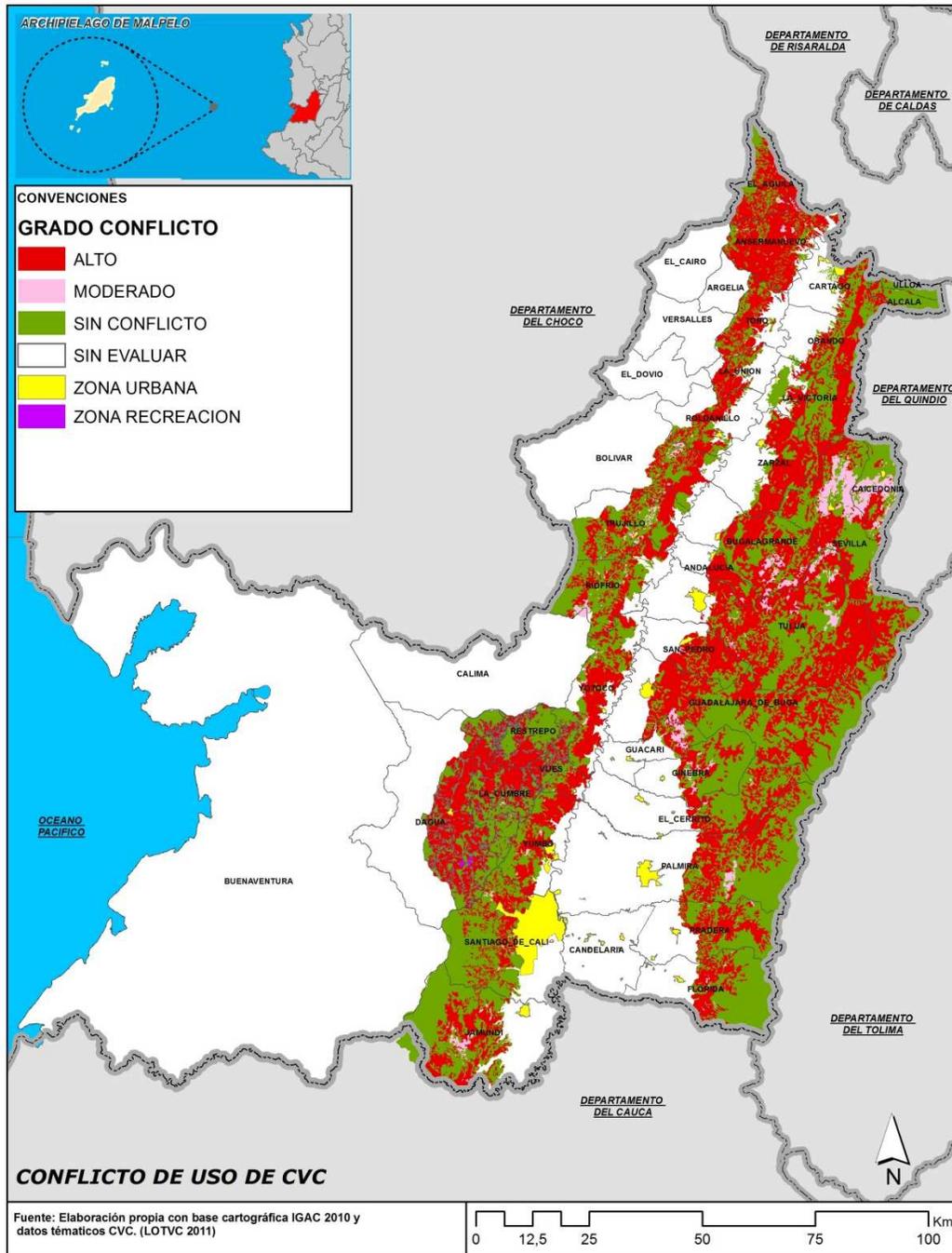


Gráfico 236. Conflictos del suelo.

Fuente: LOTVC, 2011-Datos: Mapa 6. PGAR 2002–2012. CVC.

Para dejar en claro cuáles de las tierras de mayor productividad agrícola se están destinando para usos urbanos, según lo estipulado en los planes de ordenamiento territorial, se tienen aquí los datos desagregados de los municipios, subregiones y los totales que permiten tener un panorama más claro al respecto.

MUNICIPIO	CLASE AGROLÓGICA	SUELOS EXPANSIÓN (Ha)	CLASE AGROLÓGICA	SUELO SUBURBANO (Ha)
Cartago	III	17,2	II	78,5
	IV	192,3	III	0,5
	V	0,2	IV	147,5
	> V	131,7	> V	59,7
	TOTAL EXPANSIÓN	733	TOTAL SUBURBANO	923
Alcalá		0,0		0
Ansermanuevo		0,3		0
	TOTAL EXPANSIÓN	60,1		0
Argelia		0,0		0
El Dovio		0,0		0
El Águila		0,0		0
El Cairo		0,0		0
La Unión	II	15,6	II	32,41
			III	0,6
			IV	0,3
	TOTAL EXPANSIÓN	15,6	TOTAL SUBURBANO	46,8
Obando	IV	3,7	I	7,2
			II	14,6
			III	5,1
			IV	51,1
			> V	14,7
	TOTAL EXPANSIÓN	3,7	TOTAL SUBURBANO	303,6
Roldanillo		0,0		0,0
Toro	I	13,2	I	166,9
			II	103,8
			IV	3,8
			> V	352,4
	TOTAL EXPANSIÓN	13,2	TOTAL SUBURBANO	835,0
Ulloa	TOTAL EXPANSIÓN	11,4	TOTAL SUBURBANO	42,7
Versalles		0,0		0
La Victoria	I	28,2	III	2,9
	III	17,6	IV	57,8
	IV	107,3	> V	234,1
	> V	19,2		
	TOTAL EXPANSIÓN	329,4	TOTAL SUBURBANO	1405,8
Zarzal	II	7,4		0
	III	54,1		
	> V	19,2		
	TOTAL EXPANSIÓN	72,2		

Tabla 119. Comparativo Clases agrológicas vs Suelo de expansión y suburbano Subregión norte.
 Fuente: LOTVC, 2011

MUNICIPIO	CLASE AGROLÓGICA	SUELOS EXPANSIÓN (Ha)	CLASE AGROLÓGICA	SUELO SUBURBANO (Ha)
Bugalagrande		0,0		0,0
Bolívar	II	1,8		
	TOTAL EXPANSIÓN	5,4	TOTAL SUBURBANO	0
Sevilla		0,0		0,0
Caicedonia	TOTAL EXPANSIÓN	15,5	TOTAL SUBURBANO	90,8
Trujillo	TOTAL EXPANSIÓN	3	TOTAL SUBURBANO	0
Riofrio		0,0		0
Andalucía		0,0		0
Tulua	II	101,2	II	2,2
	III	182,3	III	36,4
	IV	22,0	IV	3,4
	V	4,3		
	TOTAL EXPANSIÓN	500,2	TOTAL SUBURBANO	109,4
San Pedro		0,0		0
Guadalajara de Buga	II	300,3	I	65,8
	III	93,1	II	36,4
	IV	273,6	III	86,2
			IV	41,4
			V	56,1022
	TOTAL EXPANSIÓN	683,9	TOTAL SUBURBANO	678,2
Calima	TOTAL EXPANSIÓN	107,7		0
Yotoco	II	15,5		
	III	21,2		
	IV	0,1		
	TOTAL EXPANSIÓN	72,5	TOTAL SUBURBANO	0,0
Restrepo		0,0		0,0
Guacarí		0,0		0,0

Tabla 120. Comparativo Clases agrológicas vs Suelo de expansión y suburbano Región centro.

Fuente: LOTVC, 2011

MUNICIPIO	CLASE AGROLÓGICA	SUELOS EXPANSIÓN (Ha)	CLASE AGROLÓGICA	SUELO SUBURBANO (Ha)
Vijes	IV	8,6		
	V	1,5		
	> V	9,2		
	TOTAL EXPANSIÓN	20,4	TOTAL SUBURBANO	0,0
La Cumbre		0,0		0,0
Yumbo	II	0,2	III	0,3
	III	0,3	IV	0,1
	IV	0,4		
	TOTAL EXPANSIÓN	109,4	TOTAL SUBURBANO	331,0
Santiago de Cali	II	83,1		
	III	512,5		
	IV	1407,5		
	TOTAL EXPANSIÓN	1891,2	TOTAL SUBURBANO	0,0
Jamundí	II	0,7	III	3,9
	III	406,2	IV	308,0313
	IV	360,5	V	91,685
	V	54,7		
	TOTAL EXPANSIÓN	979,0	TOTAL SUBURBANO	1475,5
Pradera	I	45		0
	IV	2		
	V	8		
	TOTAL EXPANSIÓN	61,1	TOTAL SUBURBANO	0
Florida	IV	8,9		
	V	107,3		
	TOTAL EXPANSIÓN	117,3	TOTAL SUBURBANO	0
Candelaria	II	39,7	I	27,27
	IV	5,0	II	145,2
	V	52,6	III	1,34
			IV	6,5
			V	178,4
			VIII	3,1
	TOTAL EXPANSIÓN	111,6	TOTAL SUBURBANO	461,8
Palmira	I	15,5	I	4,6
	III	20,6	II	5,7
	IV	0,03	IV	0,3
	TOTAL EXPANSIÓN	117,3	TOTAL SUBURBANO	66,9
El Cerrito	III	62,7		
	IV	11,4		
	TOTAL EXPANSIÓN	113,5	TOTAL SUBURBANO	0,0
Ginebra	TOTAL EXPANSIÓN	0,0	TOTAL SUBURBANO	0,0
Dagua	TOTAL EXPANSIÓN	104,2	TOTAL SUBURBANO	1499,72

Tabla 121. Comparativo Clases agrológicas vs Suelo de expansión y suburbano Región sur.

Fuente: LOTVC, 2011

SUBREGIONES	CLASES AGROLÓGICAS			
	I	II	III	Total (Ha)
SUBREGIÓN NORTE	41	15,6	88,9	145,9
SUBREGIÓN CENTRAL	66	418,8	296,6	781,3
SUBREGION SUR	61	123,6	1002,3	1186,4
TOTAL				2113,5

Tabla 122.Comparativo Clases agrológicas vs Suelo de expansión.

Fuente: LOTVC, 2011

SUBREGIONES	CLASES AGROLÓGICAS			
	I	II	III	Total (Ha)
SUBREGIÓN NORTE	167	150,8	9,0	326,7
SUBREGIÓN CENTRAL	66	38,6	122,6	227,0
SUBREGION SUR	32	150,9	5,5	188,3
TOTAL				742,0

Tabla 123.Comparativo Clases agrológicas vs Suelo suburbano.

Fuente: LOTVC, 2011%.

Con respecto a las cifras obtenidas se puede concluir que el conjunto de zonas de expansión con mayor peso (56%) corresponden a las de la subregión sur, como era de esperarse, y que son Cali y Jamundí los dos municipios con mayor área potencialmente agrícola clasificada como suelo de expansión (Ver Gráfico 237). La subregión central es la que sigue en ocupación con fines urbanos de los suelos ricos agrológicamente, siendo Guadalajara de Buga la que tiene mayor área en las clasificaciones II y III. La subregión norte solo tiene el 7% del total de los suelos agrológicos (I, II y III) usados para la expansión, y es La Victoria el municipio con mayor área de la categoría I catalogada como suelo de expansión.

⁹⁶ Para el caso de los municipios con corredores suburbanos no se descontó la franja vial nacional de acuerdo con la legislación vigente.

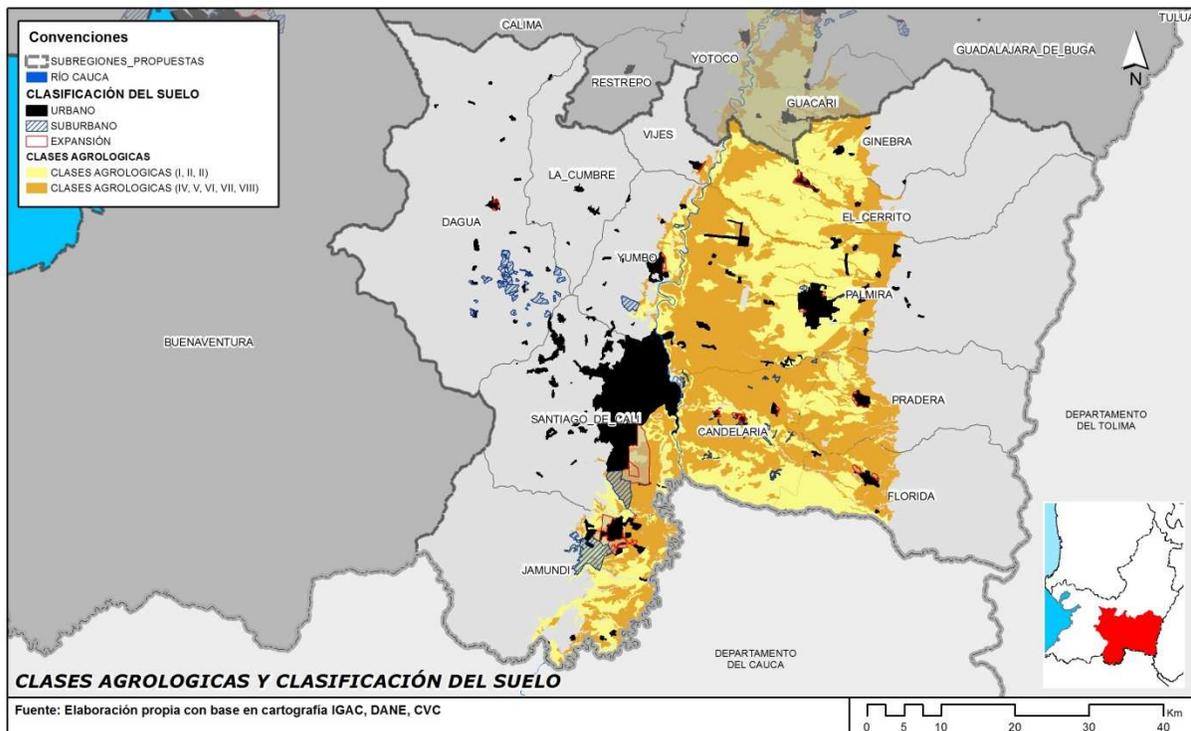


Gráfico 237. Clases agrológicas y clasificación del suelo en Cali y su área de influencia metropolitana.
 Fuente: Elaboración propia con base en IGAC, DANE y CVC.

Con respecto a la suburbanización, de los suelos con mayor potencial agrícola, los resultados cambian drásticamente, ya que es la subregión norte la que posee el 44% del total de suelos con esta categoría dentro de las clases agrológicas I, II y III y es Toro el municipio que destina más hectáreas de clasificación agrológica I para este fin. Las otras dos regiones se reparten en partes iguales el resto del porcentaje, y es Candelaria el municipio que clasifica como suburbano la mayor área en la clase agrológica II. De la subregión Pacífica sólo se tienen los datos de suelo total de expansión que es igual a 3770 ha y el suelo suburbano que tiene 10.382 ha de extensión, lo cual hace de este fenómeno de expansión y suburbanización el más grande del Valle del Cauca, que si bien no consume suelo de las clases agrológicas más aprovechables para la agricultura (I, II y III), sí interviene ecosistemas sensibles y degradados de la costa Pacífica.

Es necesario anotar que los desarrollos en vivienda de baja densidad, en suelos suburbanos, realizan un aprovechamiento irracional del suelo para usos urbanos, cuentan con sistemas de saneamiento individual o utilizan infiltración, lo cual en la mayoría de los casos resulta mucho más nocivo para los recursos naturales y el ambiente, tal como se evidenció en numeral anterior. Así mismo el Decreto 3600 de 2007 restringe la utilización de las clases agrológicas I, II y III a usos diferentes al agrícola, tal y como lo señala el artículo cuatro del mismo *Categorías de protección en*

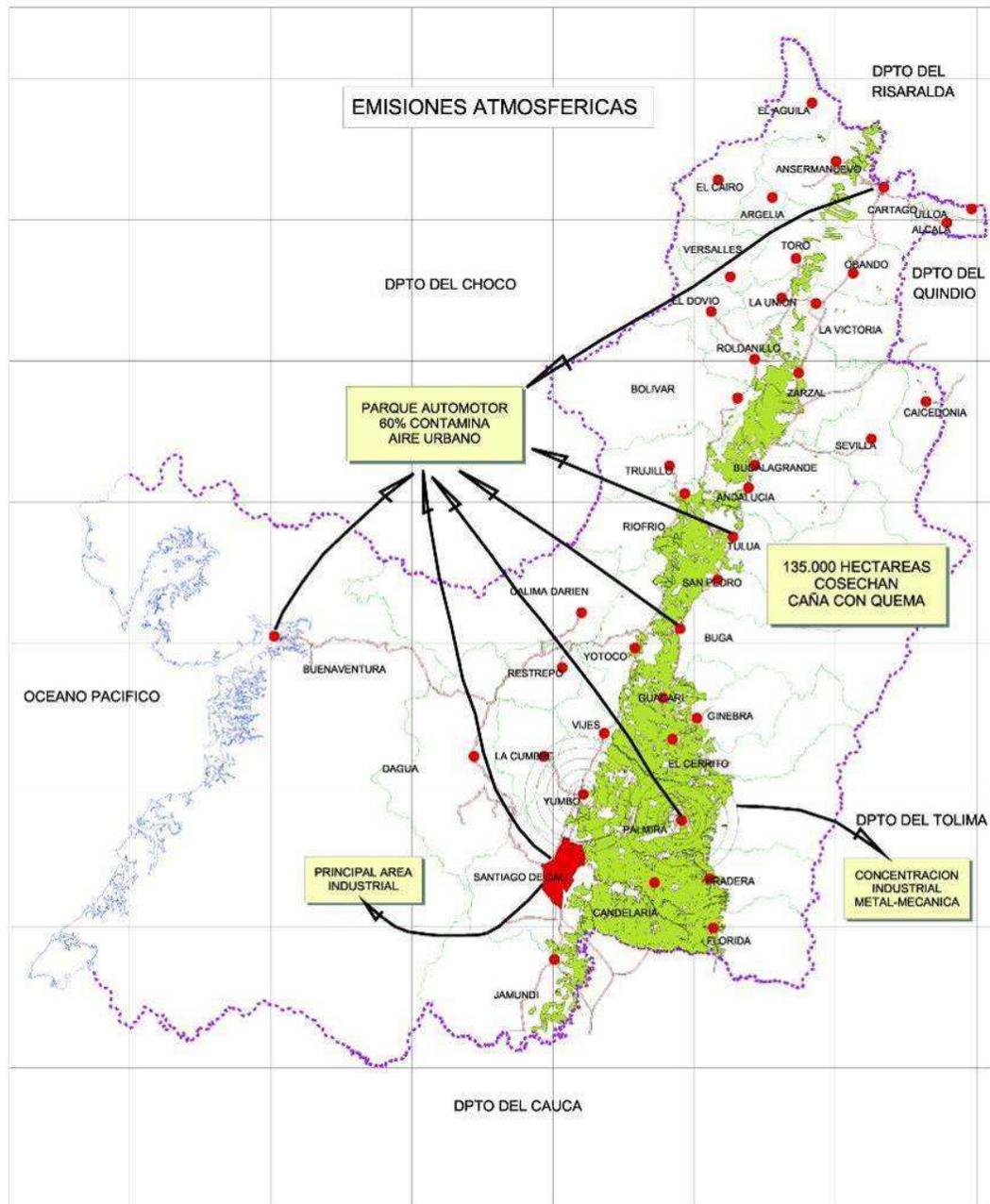


suelo rural...2. Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales. Incluye los terrenos que deban ser mantenidos y preservados por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales o de explotación de recursos naturales. De conformidad con lo dispuesto en el parágrafo del artículo 3o del Decreto 097 de 2006, en estos terrenos no podrán autorizarse actuaciones urbanísticas de subdivisión, parcelación o edificación de inmuebles que impliquen la alteración o transformación de su uso actual. Dentro de esta categoría se incluirán, entre otros, y de conformidad con lo previsto en el artículo 54 del Decreto-ley 1333 de 1986, los suelos que según la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, pertenezcan a las clases I, II y III, ni aquellos correspondientes a otras clases agrológicas, que sean necesarias para la conservación de los recursos de aguas, control de procesos erosivos y zonas de protección forestal⁹⁷.

8.6.5. Impactos al recurso aire

La contaminación atmosférica, según el Plan de Gestión Ambiental 2002 - 2012, se concentra en el Valle geográfico del río Cauca pero las situaciones que la generan varían. En el sur, donde el parque automotor es mayor, éste genera gases contaminantes sumado a la situación de emisión de las zonas industriales (el caso más extremo reportado es Yumbo). En el resto del valle del río Cauca el cultivo de caña con sus quemadas es el fenómeno más contaminante.

⁹⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3600 de 2007. Artículo 4.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
 Subdirección de Planeación - Cartografía SIG
 PLAN DE GESTION AMBIENTAL
 2002 - 2012
 MAPA 12



Gráfico 238. Emisiones atmosféricas.
 Fuente: Plan de Gestión Ambiental 2002 - 2012.

8.7. ZONAS DE RIESGO AMBIENTAL Y ANTRÓPICO-TECNOLÓGICO.

Las evidencias dejadas por las olas invernales del año 2010 y 2011 hacen imprescindible el manejo de este tema en el ordenamiento departamental, buscando cómo se puede prestar la asistencia técnica y directrices para los municipios más afectados por las amenazas naturales, así mismo, definir los mínimos en los estudios y reglamentación del riesgo antrópico- tecnológico.

8.7.1. Amenaza por inundaciones

“En los años cuarenta los problemas en el Valle del Cauca lo convertían en un territorio poco promisorio y seguro para la inversión económica nacional y extranjera. Entre éstos se encontraban: las inundaciones generadas por el río Cauca y sus tributarios en las áreas agrícolas y algunas zonas urbanas, la limitada infraestructura energética, el manejo inadecuado de los recursos naturales y sus cuencas hidrográficas, así como problemas sociales a raíz de la violencia política de la década que expulsaba a los pobladores del campo a la ciudad de Cali y demás poblaciones”. (CVC, El río Cauca en su valle alto, 2007).

Por ello, los esfuerzos regionales se encaminaron al control de inundaciones del río Cauca por medio de infraestructuras de generación eléctrica, construcción de distritos de riego y obras de ingeniería para el control de inundaciones (diques, zanjones y canales), la puesta en marcha de todos los planes liberó grandes zonas de las inundaciones que periódicamente eran asoladas y cambió el comportamiento del ecosistema que contiene el río, ya que la pérdida de todas las coberturas vegetales boscosas del valle y la explotación agrícola intensiva del mismo, imponen nuevas características a su comportamiento.

Con el fin de dar una idea del cambio que han tenido las zonas de inundación, a continuación se muestran las imágenes de la cartografía que en el año 1968 y los planos que documentan la labor de digitalización de la Corporación Autónoma, en dichas imágenes es evidente como desde los registros de la década de los 40s hasta 1966 existen dos zonas inundables en el costado oriental, la primera al norte del departamento donde es patente la afectación de los municipios de Cartago, Obando, La Victoria y Zarzal, la otra zona se localiza en el centro del departamento en los actuales municipios de Buga y San Pedro y, por último, una zona en el valle suroccidental que afectada extensas áreas de Santiago de Cali, Jamundí y al oriente en Candelaria y Palmira. Al final de este periodo se dan al servicio las obras del jarillón del distrito de Aguablanca (1961) con el fin incorporar a la agricultura y la ganadería las tierras que eran inundadas por ríos Cañaveralejo, Meléndez, Lili y Cauca.

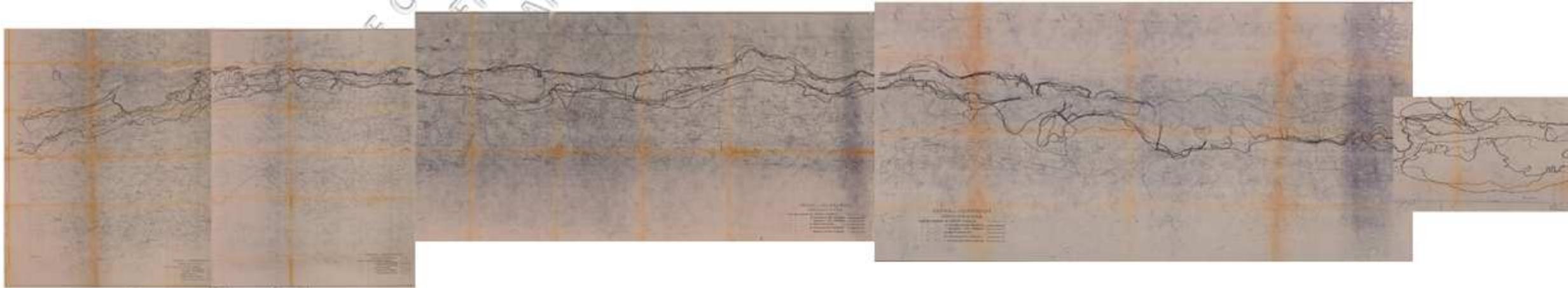


Gráfico 239. Espejos de agua ocasionados por las inundaciones 1949-1960.
Fuente: CVC.

RESULTADOS
ACADÉMICA NO. 0899
CAUCA-UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CALI

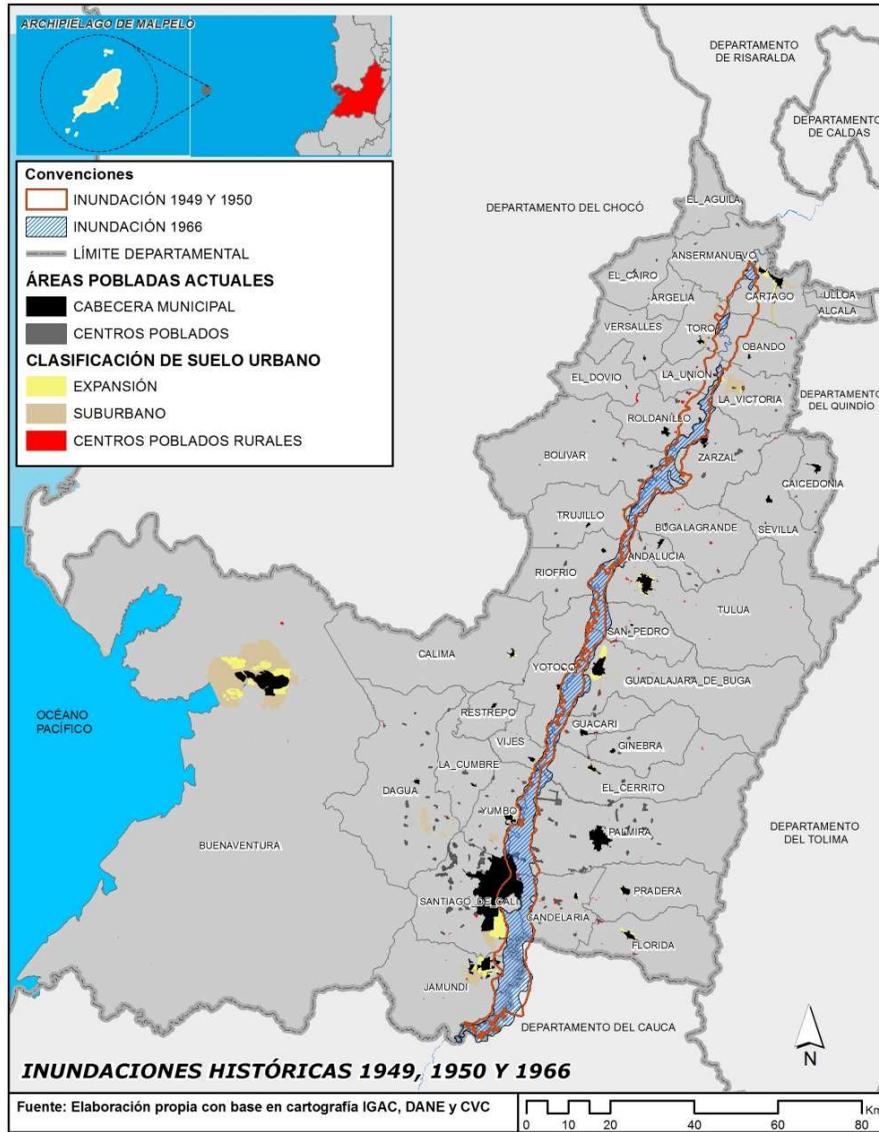


Gráfico 240. Inundaciones históricas en el Valle del Cauca.

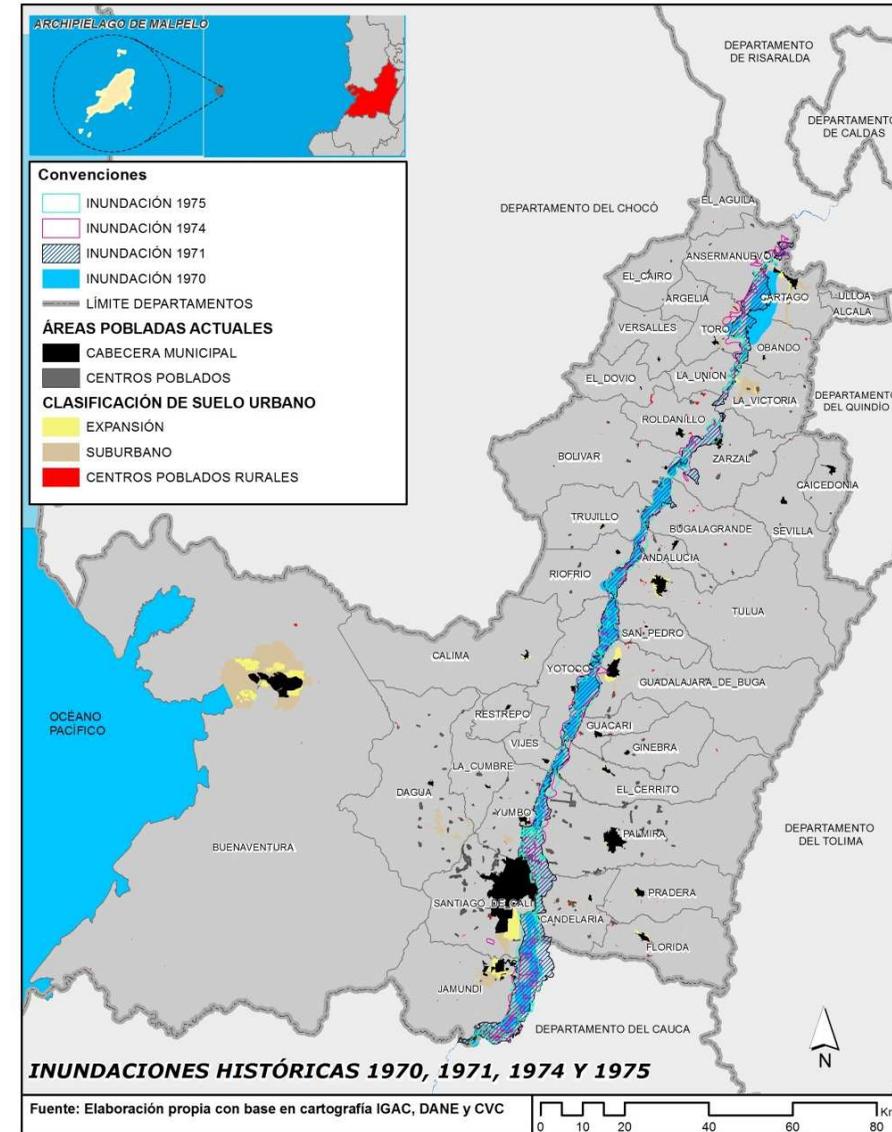


Gráfico 241. Inundaciones históricas en el Valle del Cauca.

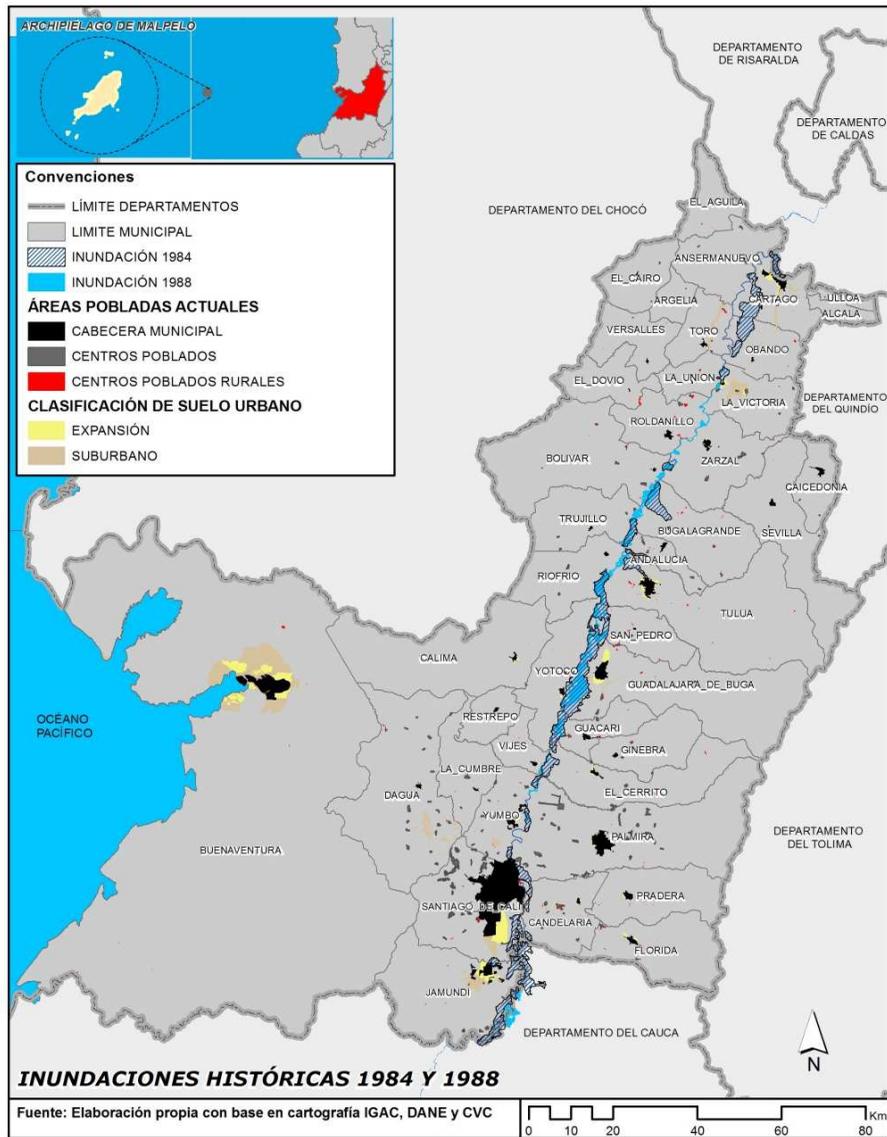


Gráfico 242. Inundaciones históricas en el Valle del Cauca.

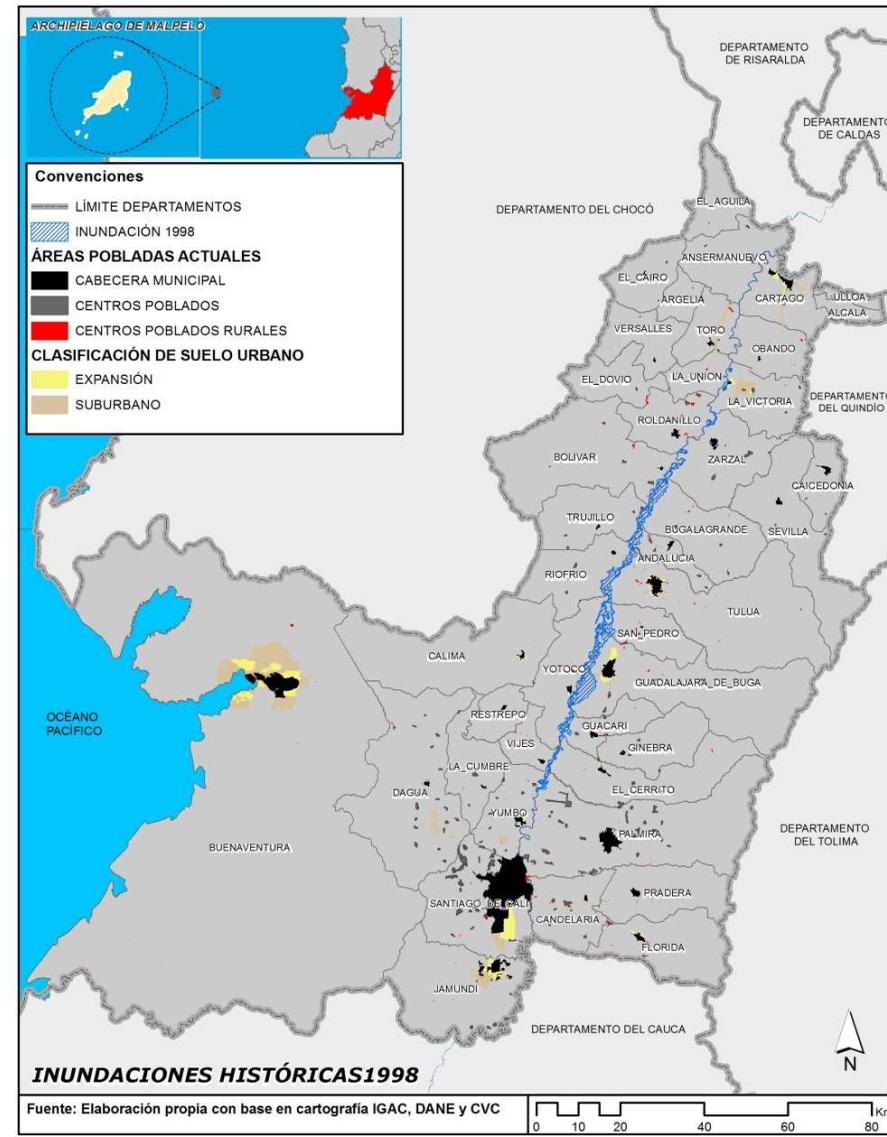


Gráfico 243. Inundaciones históricas en el Valle del Cauca.

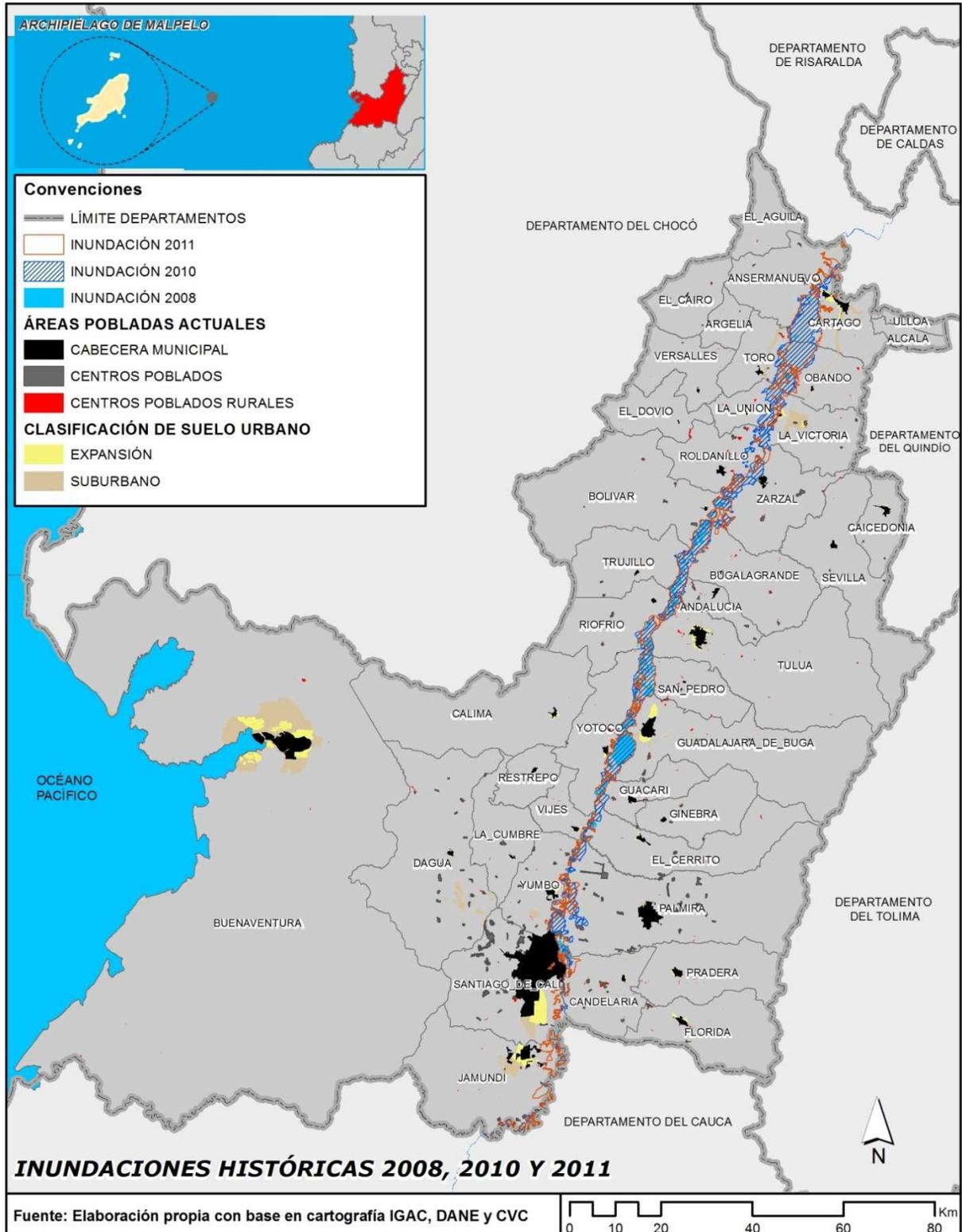


Gráfico 244. Inundaciones en el Valle del Cauca entre 2008 – 2011

Antes de iniciar la década de los 70s, la CVC construye y pone en funcionamiento el distrito BRUT y siete obras más de adecuación de tierras en algunos de los tributarios del río Cauca (ver Tabla 124).

...el distrito de riego, drenaje y adecuación de tierras RUT con el fin de brindar los servicios de control de inundaciones, drenaje y riego para la zona plana de los municipios de Roldanillo, La Unión y Toro. En un área donde 3500 ha eran ciénagas y pantanos permanentes, y 4500 ha eran frecuentemente inundadas por el río Cauca o por las avalanchas desde la cordillera Occidental. (CVC, El río Cauca en su valle alto, 2007).

La puesta en funcionamiento de las obras ocasiona algunas modificaciones en las zonas de inundaciones, ya que en el norte se centra la afectación sobre los municipios de Cartago y Obando. En la parte central se disminuyen las áreas inundadas en los municipios BRUT, sin embargo San Pedro y Guadalajara de Buga siguen experimentando inundaciones y al suroccidente Santiago de Cali y Jamundí se vuelven a inundar pero sus áreas disminuyen, al igual que Candelaria.

PROYECTO	ÁREA (HA)	FRECUENCIA DE RECURRENCIA (AÑOS)	AÑO
Caucaseco - La Dolores	1500		1967 - 1970
Autopista Cali - Yumbo	640	1:50	1971 - 1972
Puerto Isaacs - La Guajira	1700	1:50	1971 - 1972
Río Palmira - Río Bolo	1700	1:10	1973 - 1975
La Selva - Paso de la Torre	1400	1:10	1974 - 1975
Puerto Tejada (Cauca)	2640	1:10	1975
Río Bolo - Río Fraile	3200	1:10	1975 - 1976
Zanjón Mojahuevos	5000	10	1984 - 1986
La Victoria - Los Micos	380	30	1986 - 1988
Tiacuante - El Conchal	2500	30	1985 - 1992
Dique Margen derecha río Bugalagrande	3500	30	1988 - 1992

Tabla 124 Obras para la adecuación de tierras en el Valle del Cauca

Fuente: CVC, El río Cauca en su valle alto, 2007.

En 1985 se concluye la construcción del embalse de Salvajina y dos obras de adecuación de tierras, lo cual contribuye a que todas las áreas inundadas disminuyan, no obstante los núcleos de mayor afectación se mantienen situados al nororiente en los municipios de Cartago y Obando, en el centro-oriente la zona de la laguna de Sonso en los municipios de Guadalajara de Buga y San Pedro siguen siendo una zona de alivio ante caudales que rebasan la capacidad del lecho del río Cauca, los diques y canales hacen que en el sur la inundación retroceda en el

municipio de Santiago de Cali, pero siguen los municipios de Jamundí, Candelaria y Yumbo experimentando inundaciones en áreas más pequeñas.

La década de los 90s se afecta por inundaciones sólo la zona central del departamento en el área de la laguna de Sonso y sus alrededores y en los municipios de Andalucía y Bugalagrande, sólo dos años después de construir dos obras de adecuación de tierras en los tributarios del Cauca en esta área.

Considerando todas las intervenciones ingenieriles y modificaciones antrópicas experimentadas por el río Cauca a lo largo de poco más de medio siglo, fue notorio el retroceso de las zonas inundables a lo largo de su historia reciente, sin embargo, en la segunda década del siglo XXI, tras un periodo de lluvias intensas que afectaron todo el país, los registros de inundaciones vuelven a ocupar zonas que hace treinta años no sufrían el fenómeno, esto es posible constatarlo mediante la comparación de las áreas (ver Tabla 125 y Gráfico 245), en ella es notorio como el retroceso de las inundaciones lograda en el sur del departamento no es el mismo fenómeno que se observa en el centro y norte, pues se evidencia que en los casos de Cartago, Obando, Bolívar, Bugalagrande, Trujillo, Andalucía, Tuluá, San Pedro y Guadalajara de Buga, las áreas son similares, así mismo está el caso de Bolívar y Riofrío que aumentan sus inundaciones.

MUNICIPIO	Año	Área ha (1949)	Año	Área ha (2011)
ANSERMANUEVO	1949	631,4	2011	1361,3
CARTAGO		5393,8		5632,9
TORO		2204,9		734,8
OBANDO		4815,1		4250,8
LA UNIÓN		2462,2		142,8
LA VICTORIA		1892,9		524,2
ROLDANILLO		4138,5		397,1
BOLÍVAR		1109,2		1479,3
ZARZAL		6845,1		1875,9
BUGALAGRANDE		3421,1		2718,4
TRUJILLO		607,2		577,6
ANDALUCÍA		901,1		924,8
RIOFRÍO		466,8		1046,4
TULUÁ		2523,6		1824,1
YOTOCO		1517,0		1803,7
SAN PEDRO		1749,3		1552,7
GUADALAJARA DE BUGA		5476,1		4684,1
GUACARÍ		1083,5		399,4
EL CERRITO		1252,9		320,5
VIJES		205,2		234,1
PALMIRA	9171,7	2208,4		
YUMBO	1925,6	947,1		
SANTIAGO DE CALI	8629,7	507,8		
CANDELARIA	4104,3	829,9		
JAMUNDÍ	8044,8	2123,2		

Tabla 125 Áreas inundadas 1949 y 2011 en el Valle del Cauca.

Fuente: Medición propia a partir de Cartografía CVC

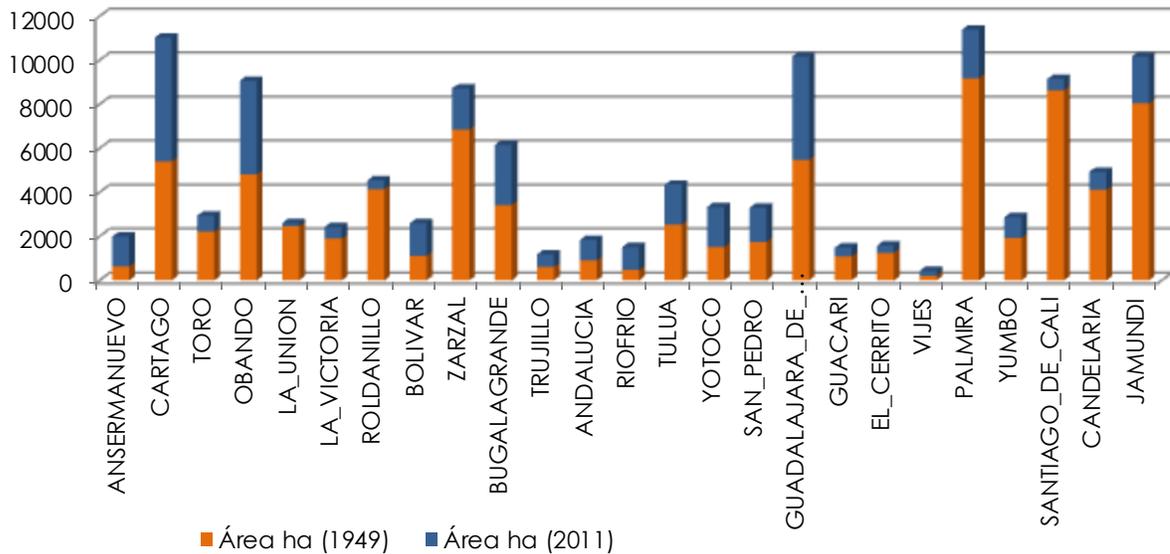


Gráfico 245. Áreas inundadas en 1949 y 2011 en los municipios del Valle del Cauca.
 Fuente de datos: Cartografía CVC.

Con respecto a los daños ocasionados por las inundaciones de los años 2010 y 2011, se posee un registro en la red Desinventar, dónde se muestran los hogares afectados por las inundaciones de este periodo y los hogares que perdieron sus cultivos, como es apenas lógico, los municipios con mayor número de pobladores y extensión son los que experimentaron afectaciones mayores (Cali y Buenaventura), pero en el puerto de Buenaventura los caudalosos ríos inundaron área de cultivos, principalmente. Jamundí, en el sur, y Bugalagrande, Guadalajara de Buga y Riofrío siguen en cantidad de hogares y cultivos inundados, lo cual corresponde a la zona central de alivio del río Cauca.

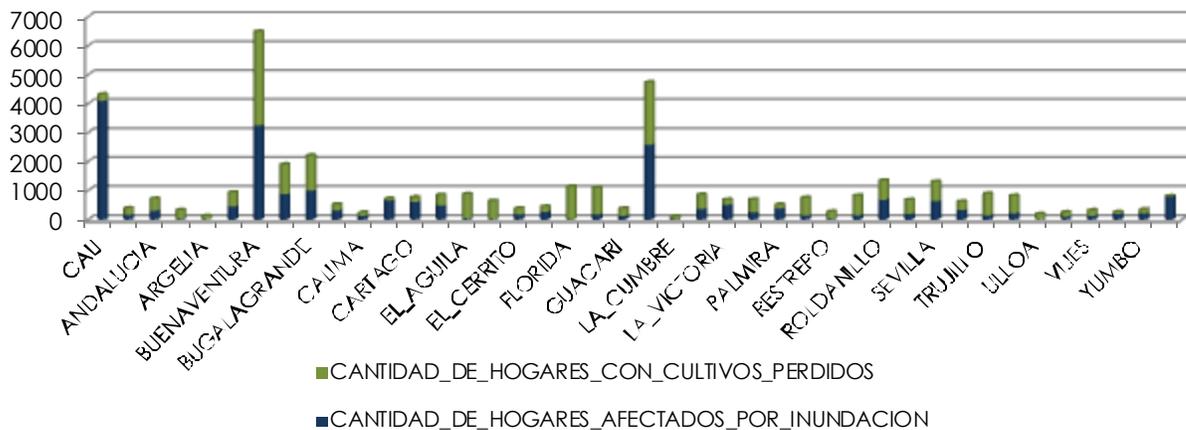


Gráfico 246. Hogares y cultivos afectados por inundación 2010-2011.
 Fuente de datos: Desinventar.

En la red Desinventar también se encuentra el estudio de riesgos realizado para la cuenca del río La Vieja, sumado este estudio al reporte de eventos habituales de los municipios, se tiene que Cartago y Zarzal son los con mayor números de eventos reportados en el norte del departamento.

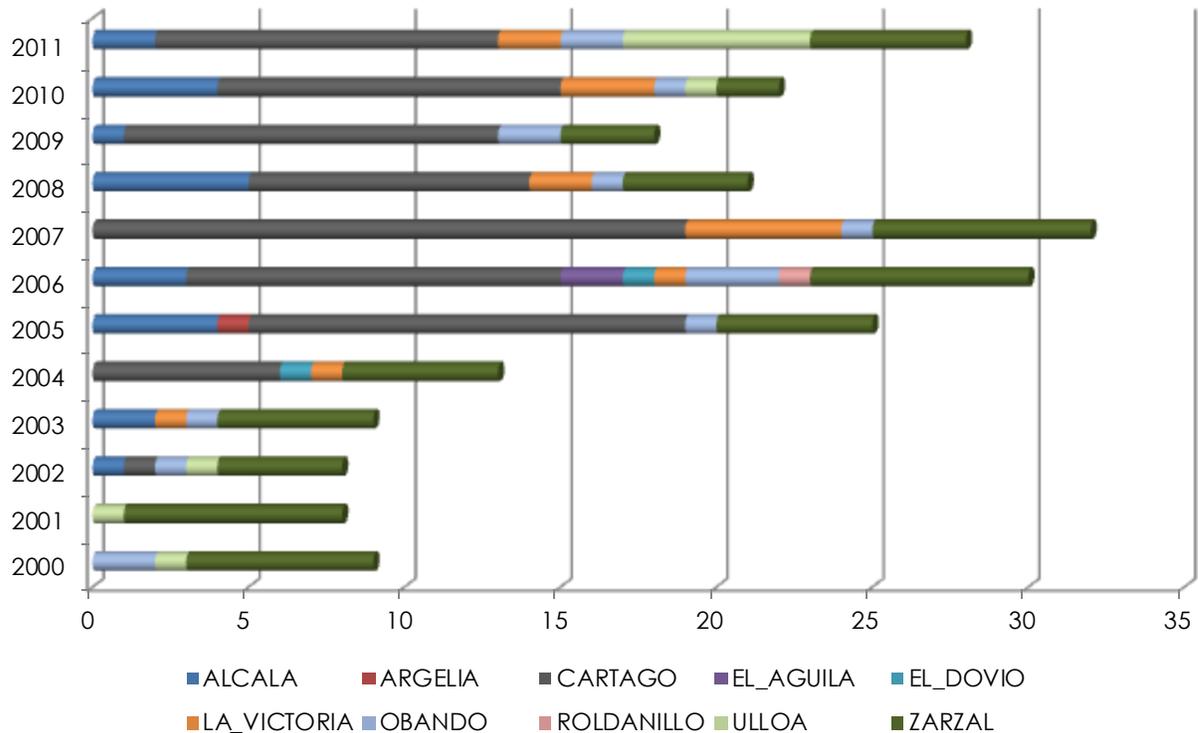


Gráfico 247. Reporte de eventos de inundación a la red Desinventar subregión Norte del VC.
 Fuente de datos: Desinventar.

En el caso de la subregión Centro, aparecen Caicedonia y Sevilla reportando la mayoría de eventos, lo cual es entendible porque estos dos municipios se incluyeron en el estudio de riesgos del río La Vieja, que cuenta con una contabilización más amplia de eventos (desde el 2000 hasta el 2010) y el hecho que Buga y Bugalagrande aparezcan con menor cantidad de eventos puede deberse a una distorsión presentada por la profundidad del estudio que reporta los datos. En todo caso, es importante anotar, que si bien hasta ahora se ha venido tratando como elemento central de las inundaciones del departamento al río Cauca, hay otros afluentes como el río La Vieja que causa una amenaza importante en algunos municipios y sería importante definir un nivel de prioridad en el estudio de los afluentes de mayor amenaza fuera o dentro de la cuenca del río Cauca.

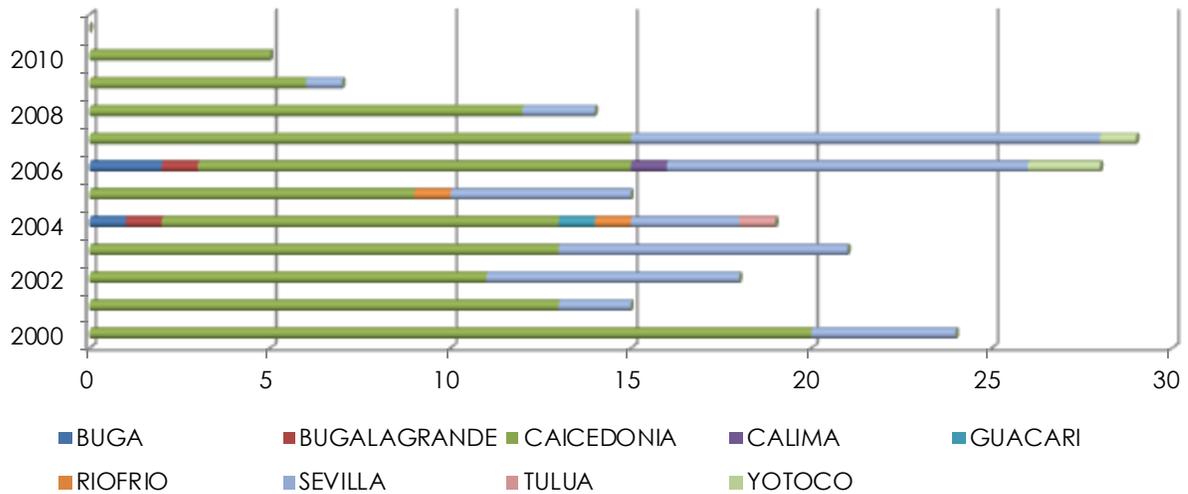


Gráfico 248. Reporte de eventos de inundación a la red Desinventar subregión Centro.
 Fuente de datos: Desinventar.

En la zona sur, Santiago de Cali es la que reporta más eventos, por lo menos uno anualmente, con excepción del año 2004, detrás de este municipio se encuentra Jamundí que coincide con ser uno de los municipios con más familias y cultivos afectados en la temporada invernal 2010-2011.

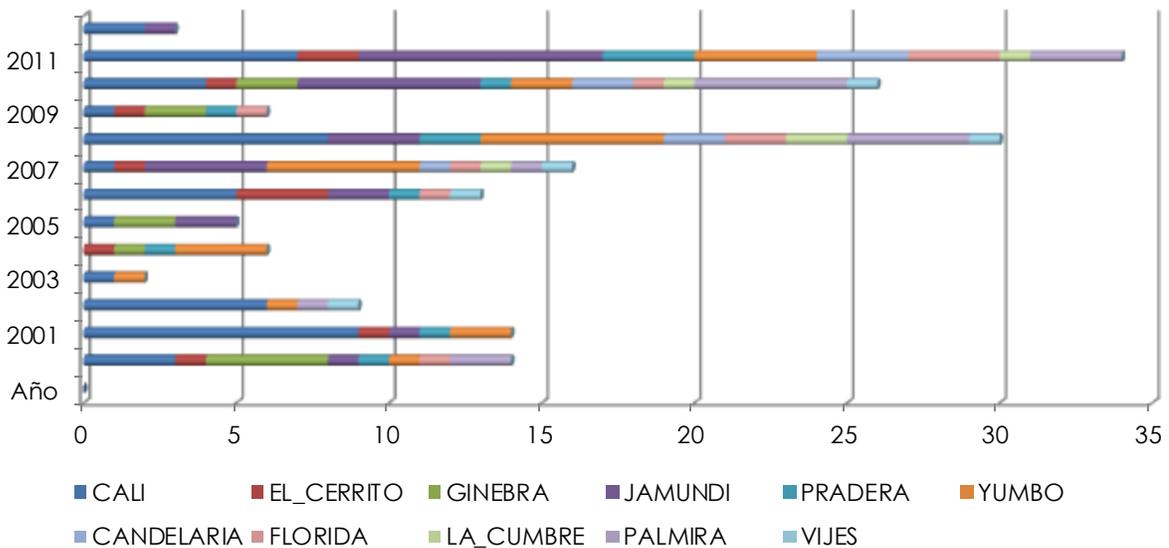


Gráfico 249. Reporte de eventos de inundación a la red Desinventar subregión Sur.
 Fuente de datos: Desinventar.

Buenaventura, al igual que Cali, tiene un estudio que recupera información de eventos de inundación desde el año 1945, y la multitud de cuencas en el municipio arrojan por lo menos un reporte de inundación anual desde los años 40 y como se ve

en los Gráfico 250 y Gráfico 251 el municipio de Dagua no es un caso muy disímil de Buenaventura, ya que desde los datos del 2006 el número de reportes de inundación ha sido constante en un intervalo de 1 a 3 por año. Al igual que el caso del río La Vieja la cuenca relacionada con los centros poblados y cabeceras municipales está amenazando la integridad de las personas y las infraestructuras, prueba de ello es los reportes recogidos por la red Desinventar, estas cuencas son principalmente: Escalerete, Dagua y Anchicayá.

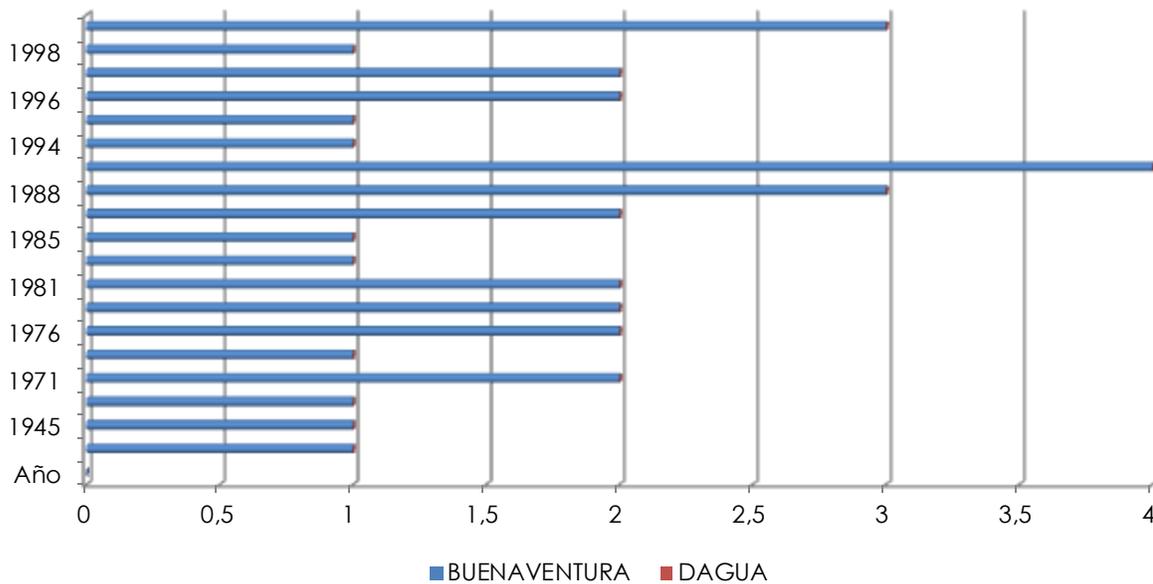


Gráfico 250. Reporte de eventos de inundación a la red Desinventar región Pacífico.
 Fuente de datos: Desinventar.

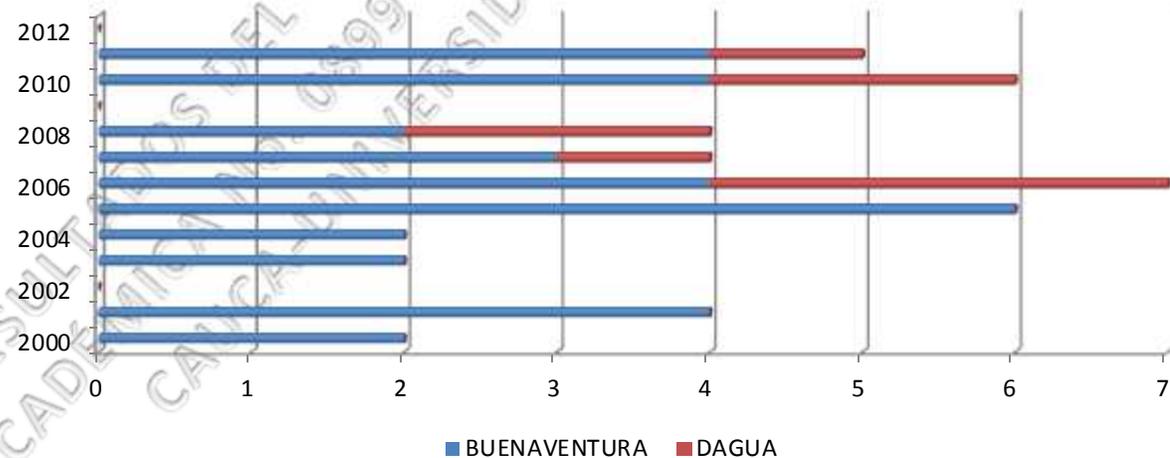


Gráfico 251. Reporte de eventos de inundación a la red Desinventar región Pacífico.
 Fuente de datos: Desinventar.



Como es evidente en el desarrollo de la amenaza de inundación a lo largo del tiempo es uno de los componentes de la gestión del riesgo más importante para el departamento del Valle del Cauca, por ello la Corporación Autónoma ha realizado ingentes esfuerzos por determinar las zonas de amenaza de inundación del río Cauca, dentro de dichos esfuerzos está la modelación matemática realizada para este cauce y como uno de los resultados obtenidos de ella, la localización de las zonas amenazadas en tiempos de recurrencia de 25, 100 y 500 años, en el tramo comprendido entre el municipio de Yumbo y Toro.

Es preciso señalar que en cuanto a la amenaza de inundación, los resultados de las zonas de amenaza dejan por fuera zonas problemáticas y recurrentes en la presentación de eventos como son: Jamundí, Candelaria, Santiago de Cali y en la zona norte el municipio de Cartago.⁹⁸

⁹⁸ Si se quieren consultar los resultados de este estudio con más profundidad, se recomienda consultar: Optimización del Modelo Hidrodinámico y Generación de mapas de inundación tramo Yumbo– Toro de la Universidad del Valle y la CVC (2007).

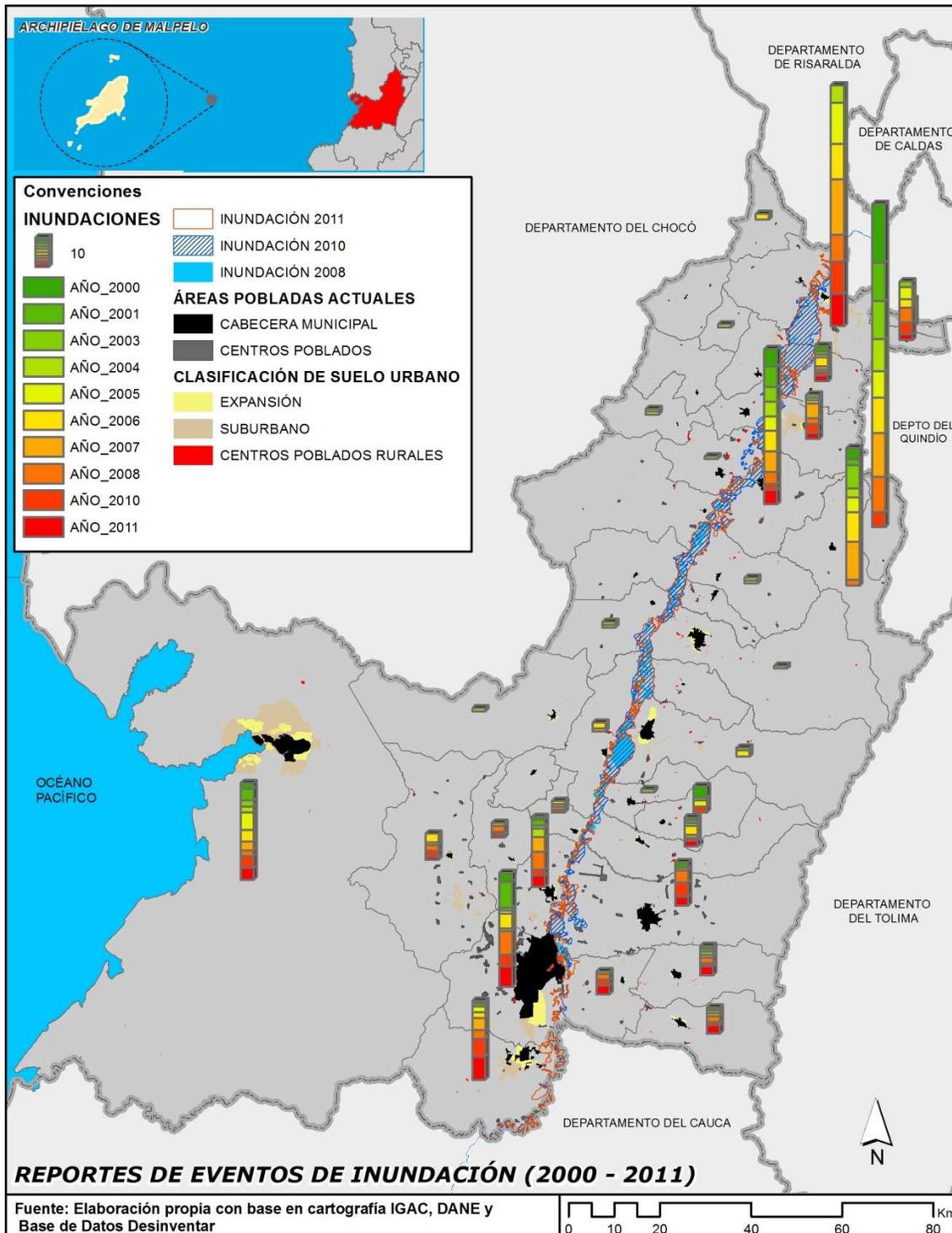


Gráfico 252. Reporte de eventos de inundaciones 2000-2011.

Fuente de datos: Desinventar.

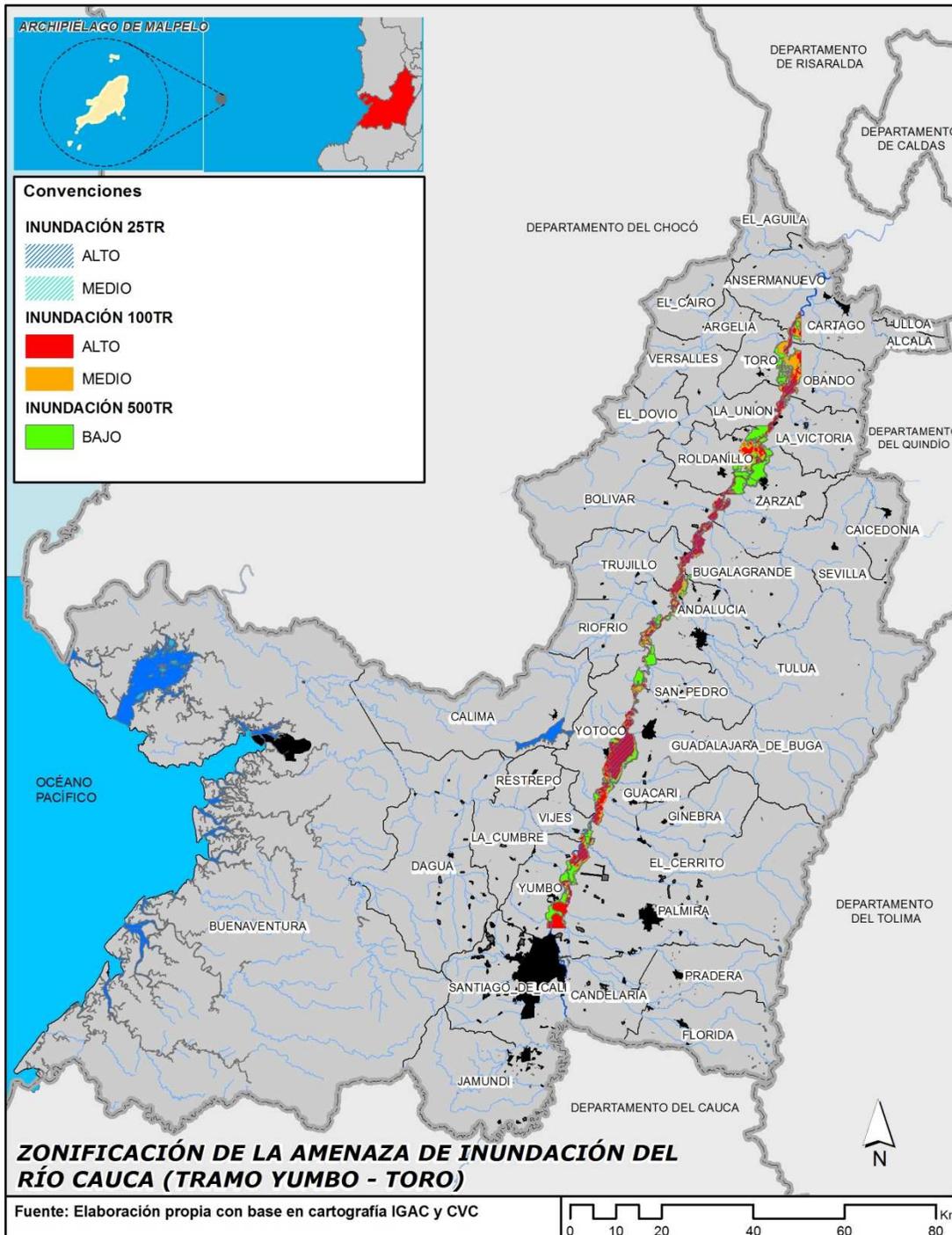


Gráfico 253. Zonificación de la amenaza de inundación del río Cauca (tiempos de retorno de 25, 100 y 500 años).

Fuente: Cartografía CVC.

El estudio que define los grados de amenaza de inundación en el río Cauca define zonas ya mencionadas anteriormente en este diagnóstico, tales como los municipios

del área de la laguna de Sonso (Guadalajara de Buga y San Pedro) catalogados como zonas de amenaza alta en tiempos de recurrencia de 25 y 100 años. Es también necesario resaltar el caso de los municipios de Bugalagrande y Andalucía que han sido calificadas como zonas de amenaza alta y Obando, en el norte, con una amenaza media.

Por último, en el tema del manejo y gestión de la amenaza y el riesgo de inundación se suma el análisis de las zonas forestales protectoras definidas por el ordenamiento local, aunque es claro que la definición de dichas zonas no obedece a el manejo del 100% de la amenaza, y la diferencia en los tiempos de producción de la información (dado que las ZFP fueron definidas en el año 2000 y la amenaza en 2007), debe mostrar las zonas forestales una mediana coincidencia o con las evidencias de inundación generadas por el río Cauca, sin embargo no es así, ya que como se vio evidenció en el apartado de la Base Natural para el POTD, cada municipio opto por una reglamentación distinta de este elemento ambiental, pero sumado a ello en las tres zonas más complejas en este tema (sur, centro-oriente y norte) el manejo es disímil. En primer lugar, en el sur es donde se realiza una reglamentación más coincidente, en tal sentido Jamundí reglamentó 50 metros mientras que Cali delimita 500, al igual que Yumbo, pero Candelaria que muestra evidencias recientes, sólo protege 100 metros y Palmira coincide con la reglamentación caleña. En el tramo central, la zona de la laguna de Sonso, el municipio de Guacarí sólo deja 60 metros, Guadalajara de Buga deja escasos 45 m y San Pedro 50m. Al norte, Cartago delimita 100, Obando 50 y Zarzal 60m. De lo anterior podemos concluir que en el Sur las ZFP están reglamentadas de forma más concertada, sin embargo, es necesario estudiar el caso de Jamundí y Candelaria; el Centro y el Norte son las subregiones más problemáticas en la reglamentación de las ZFP.

Otro instrumento de planificación que ha tenido presente el estudio de la amenaza son los planes de ordenación de cuencas hidrográficas, sin embargo, en los realizados hasta ahora el tratamiento no ha sido uniforme, por tal motivo sólo se realiza en este documento un breve resumen de áreas, pero es importante resaltar la importancia que tiene el estudio de otras cuencas diferentes a las del río Cauca.

TIPO	POMCH LA PAILA	POMCH BUGALAGRANDE	POMCH CALI	POMCH GUADALAJARA	POMCH AMAIME	POMCH EL CERRITO	POMCH PESCADOR	TOTALES
	Área ha							ha
Amenaza remoción en masa	1.461	16.538	214.272	3,7	0,1801			232.276
Amenaza inundación		2.503	6.473		569	294	1.345	11.185

Tabla 126. Áreas de amenaza por remoción en masa e inundación POMCH.

Fuente: POMCH Valle del Cauca. CVC.

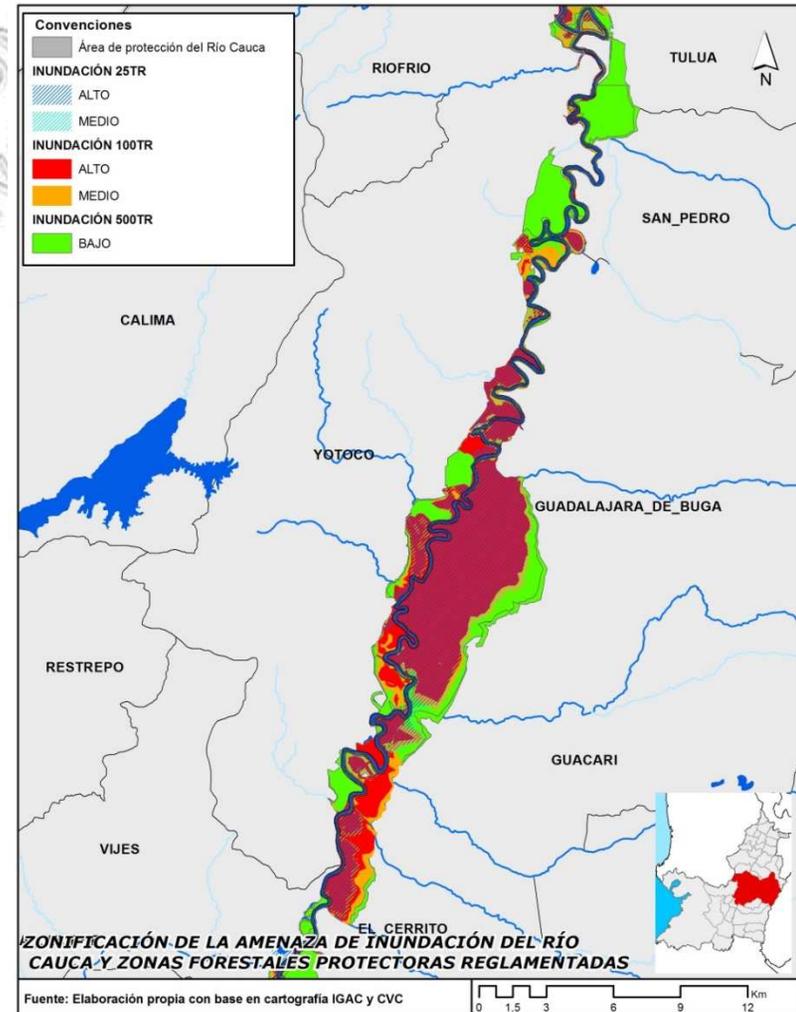
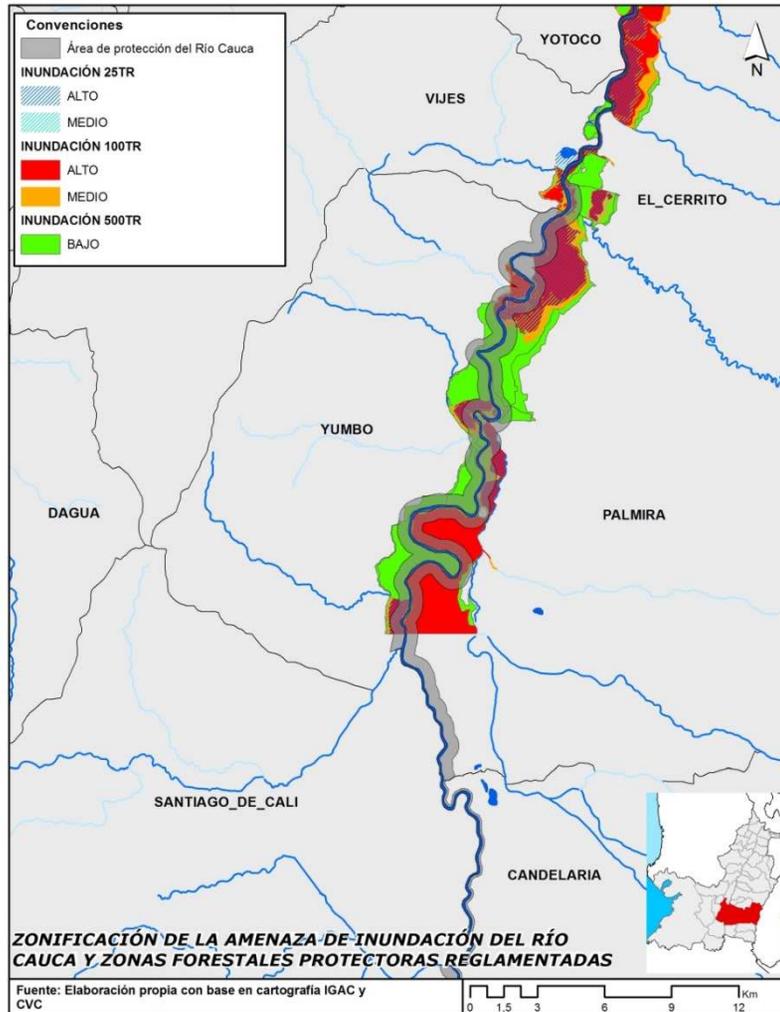


Gráfico 254. Comparativo entre las zonas de amenaza de inundación del río Cauca y las zonas forestales reglamentadas en los POT.

Fuente: Cartografía CVC y lineamientos del Valle del Cauca 2011.

Gráfico 255. Comparativo entre las zonas de amenaza de inundación del río Cauca y las zonas forestales reglamentadas en los POT.

Fuente: Cartografía CVC y lineamientos del Valle del Cauca 2011.

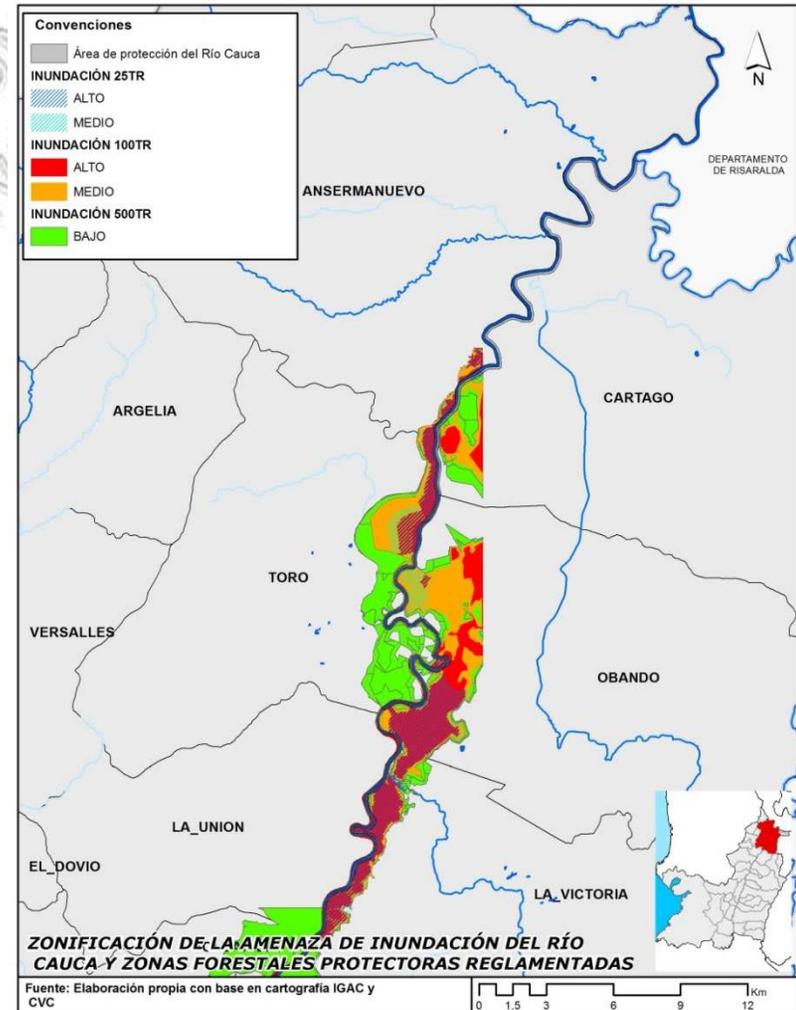
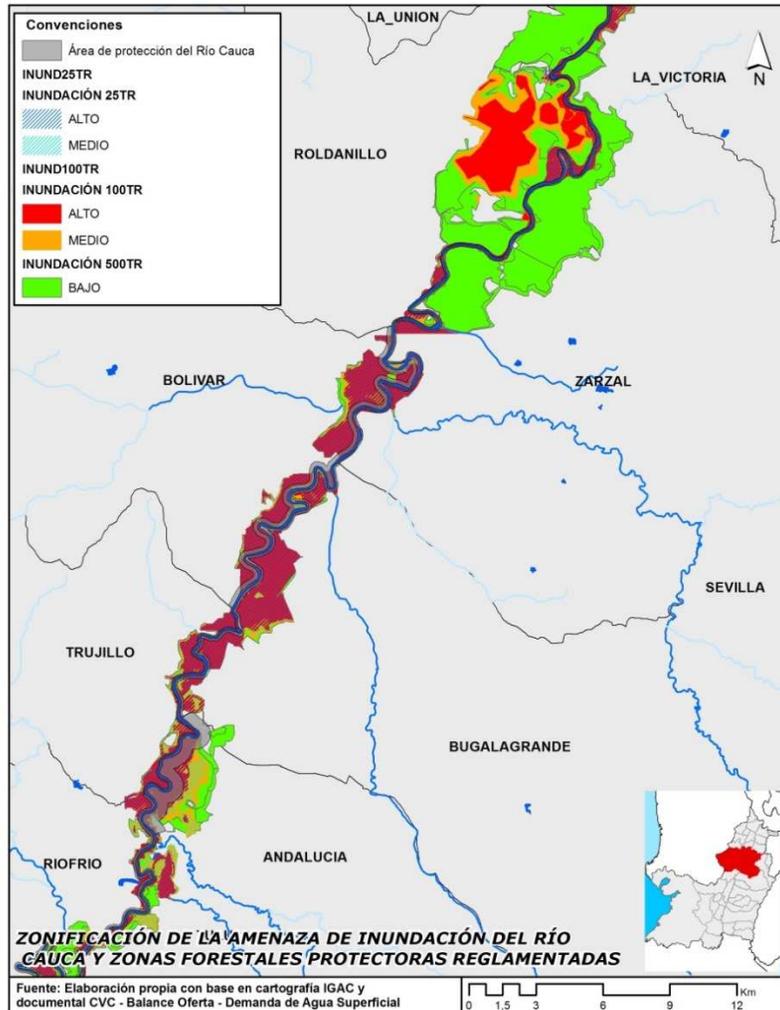


Gráfico 256. Comparativo entre las zonas de amenaza de inundación del río Cauca y las zonas forestales reglamentadas en los POT.

Fuente: Cartografía CVC y lineamientos del Valle del Cauca 2011.

Gráfico 257. Comparativo entre las zonas de amenaza de inundación del río Cauca y las zonas forestales reglamentadas en los POT.

Fuente: Cartografía CVC y lineamientos del Valle del Cauca 2011.

Como inicio de la gestión del riesgo es necesaria la estimación del riesgo mitigable y no mitigable que la amenaza genera, pero en el caso de inundación y con otras amenazas, los municipios aunque sí reconocen su vulnerabilidad, muchas veces les falta avanzar hasta el inventario de viviendas, prueba de ello es la respuesta a las encuestas temáticas realizadas para la Fase 1 del POTD, donde es notorio como los municipios más afectados por la amenaza de inundación no responden al interrogante de si cuentan con inventario de viviendas en riesgo o no suministran el dato del número de viviendas en riesgo, lo que impide dar magnitud a la influencia de la amenaza presente sobre la población urbana y rural del departamento, por ello se recomienda que este sea un punto clave en los procesos de socialización con los municipios con el fin de concretar su adhesión a este proceso departamental, mediante el suministro de esta información para con ello saber cuáles serían los puntos clave a suplir en esta temática y en la de vivienda.

MUNICIPIO	RIESGO INUNDACIÓN	INVENTARIO VIV RIESGO	N VIV RIESGO
EL AGUILA	SI	SI	280
ANSERMANUEVO	SI	SI	41
EL CAIRO			
CARTAGO			
ARGELIA			
ULLOA	NO	SI	150
TORO	NO	SI	67
ALCALA			
OBANDO			
VERSALLES	NO	SI	110
EL DOVIO	SI	SI	60
LA UNION			
LA VICTORIA	SI	SI	70
ROLDANILLO	SI	SI	NR
ZARZAL	SI	NO	NA
CAICEDONIA	NO	SI	NR
SEVILLA			
BOLIVAR	SI	SI	250
BUGALAGRANDE			
TRUJILLO			
ANDALUCIA			
RIOFRIO			
TULUA	SI	SI	213
CALIMA	SI	SI	30
YOTOCO	NR	NO	NA
SAN PEDRO			
GUADALAJARA DE BUGA	SI	SI	500
RESTREPO	SI	NR	NR
GUACARI			
GINEBRA			
EL CERRITO	SI	SI	22
PALMIRA	SI	SI	600
PRADERA			

MUNICIPIO	RIESGO INUNDACIÓN	INVENTARIO VIV RIESGO	N VIV RIESGO
CANDELARIA			
FLORIDA	SI	SI	120
DAGUA			
VIJES			
LA CUMBRE			
YUMBO			
SANTIAGO DE CALI	SI	SI	NR
JAMUNDI			
BUENAVENTURA	SI	SI	NR

Tabla 127. Respuesta a las encuestas del diagnóstico POTD para el Valle del Cauca.

Fuente: Propia.

Nota: Los municipios que tienen campos en blanco no diligenciaron la pregunta correspondiente

8.7.2. Amenaza de Tsunami

En el año 2008, la Dirección General Marítima, por medio del Centro de control de contaminación del Pacífico realizaron un modelo de inundación por tsunami en el puerto de Buenaventura, en él se analiza cual es la consecuencia de un sismo de origen cercano en las fallas del Pacífico sobre el área poblada, dicho estudio abarcó la bahía de Buenaventura, desde el sector conocido como La Bocana hasta el Estero Limones cubriendo una franja de 1.7 Km. Dado que esta es una amenaza presente para el casco urbano más densamente poblado del municipio es necesario analizar sus implicaciones territoriales, ya que como anota el mismo estudio *“Los modelos de inundación por tsunami son un aspecto integral para la planificación territorial y estudios de riesgo, ya que la delimitación de áreas de inundación se puede traducir en información crítica al momento de definir potenciales usos de suelo, vías de evacuación y localización de zonas de seguridad”*. (Centro de control de contaminación del Pacífico, 2008).

Antes de iniciar el análisis es importante precisar que el modelo se aplicó teniendo en cuenta niveles de mareas bajas, lo cual arroja el escenario más optimista posible, pero como el mismo estudio se anota, deberán generarse modelaciones con mareas diferentes.

“Por su objeto (ayuda a la navegación), los datos batimétricos están reportados para condiciones de marea baja, por lo tanto, es necesario ajustar la información de las mallas de trabajo a otros niveles de marea. Una vez definidas las condiciones de marea media y alta, debe sumarse aritméticamente a cada nodo de la malla interior el nivel de marea respectivo”. (Centro de control de contaminación del Pacífico, 2008).

En la isla de Cascajal donde se encuentra la infraestructura portuaria, la amenaza de inundación por inundación cubre casi el 100% de la isla, incluyendo las zonas de



la infraestructura ferroviaria y el puente el Piñal, lo cual dejaría incomunicado el puerto exportador y los aproximadamente 19 barrios habitados en la zona, sólo existe un área central al norte de la avenida Simón Bolívar, aledaño al barrio San Antonio donde la inundación no llegaría, por tal motivo, este sería el punto de ubicación de las infraestructuras vitales para las comunas 1, 3 y 4 o el punto de congregación de la población para realizar las actividades de evacuación.

En el área continental, la amenaza se localiza sobre las comunas 5, 7 y en la zona sur de la 8, las zonas más seguras están fuera de la influencia de los esteros, al norte de la avenida Simón Bolívar en los barrios Nueva Buenaventura, Turbay Ayala, Carlos Holmes Trujillo y al occidente del casco urbano, donde se localizan las viviendas con precariedades constructivas y urbanísticas (tal como lo diagnostica el POT) las cuales configuran un escenario de amenaza diferente, no por inundación producto de un tsunami, sino por vulnerabilidad de las estructuras. Es también importante anotar que según las propuestas formuladas por el POT, dadas las orientaciones y capacidades del alcantarillado municipal, se ubican en la zona suroriental del estero Aguacate las futuras plantas de tratamiento de aguas residuales, lo cual dejaría esta infraestructura en condición de riesgo frente la amenaza de tsunami.

Con respecto a la zona de expansión, los polígonos que se ubican entre el estero San Antonio, la desembocadura del río Dagua y el estero Timoncito, se encuentran con amenaza de inundación, por lo cual resultaría altamente inconveniente construir viviendas allí, esta amenaza se extiende sobre 879.8 ha de suelo de expansión. Igual situación tienen 80,5 ha de expansión al sur del estero el Aguacate.

Con respecto a la amplia zona suburbana del municipio la mayoría se encuentra por fuera del área del estudio, no obstante, la zona al oriente de la isla Cascajal que tiene gran cantidad de esteros y desembocaduras, también se encuentra en el área de influencia de las inundaciones producto de un tsunami (Ver gráficos siguientes)

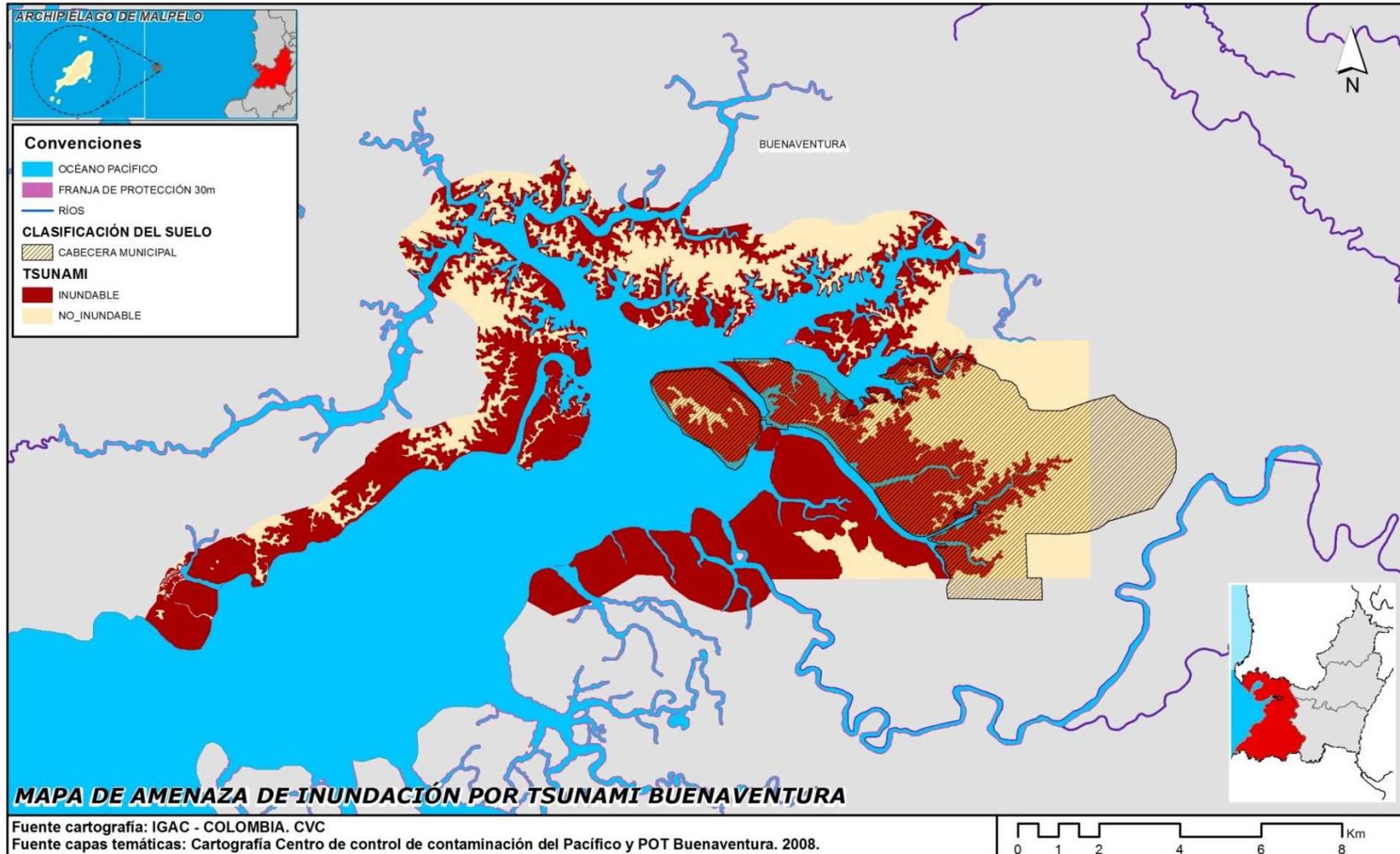


Gráfico 258. Amenaza de inundación por efecto de tsunami en la bahía de Buenaventura.

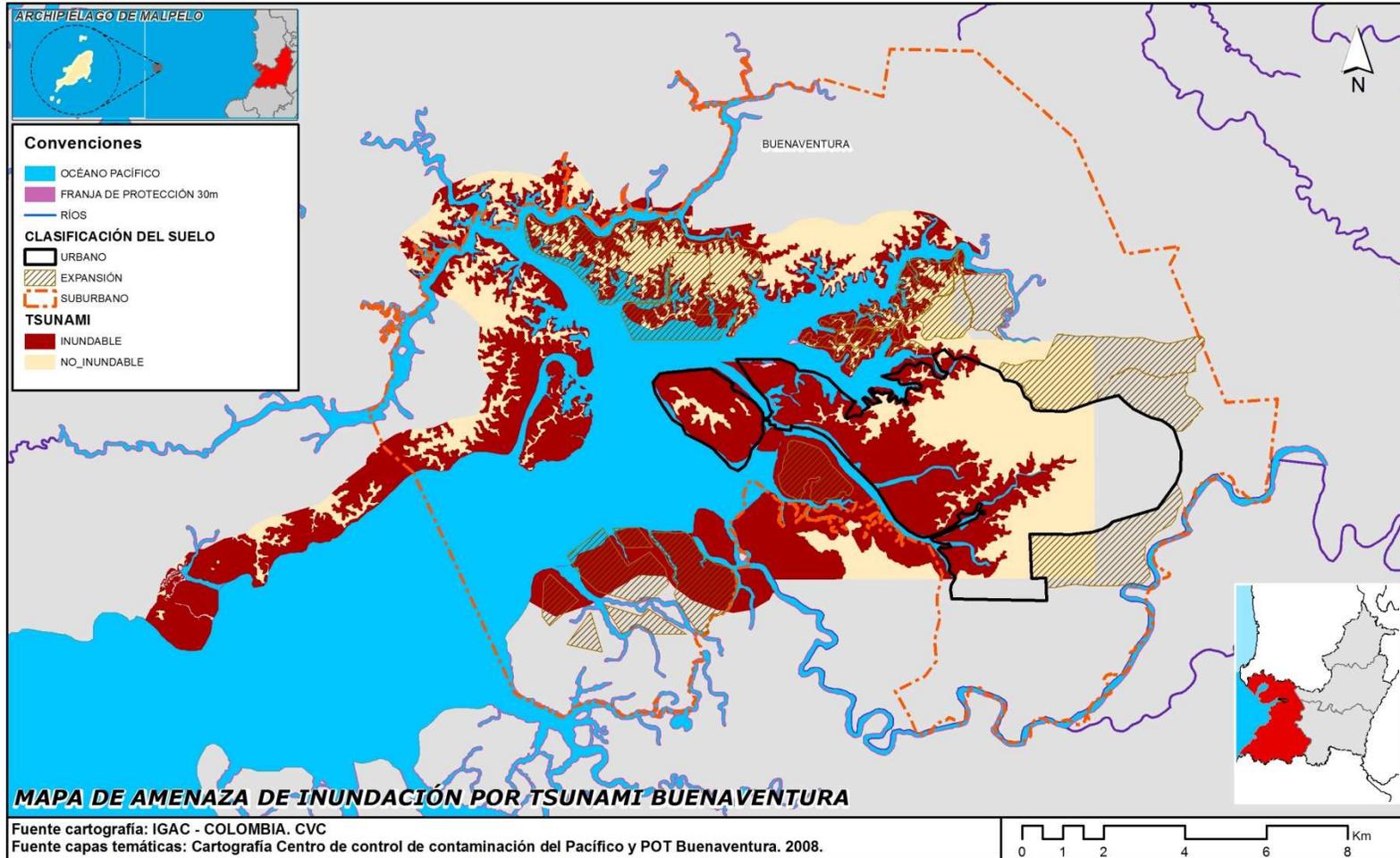


Gráfico 259. Amenaza de inundación por efecto de tsunami y suelos urbanos, de expansión y suburbanos.

Para el caso del municipio de Buenaventura, en el año 2012 el Invemar⁹⁹ realizó un estudio para la prevención y mitigación de la erosión costera, en éste se evaluaron dos sectores: Bocana de Bahía Málaga (Juanchaco, Ladrilleros, La Barra y Playa Chucheros) y Bahía Buenaventura (la Bocana, Pianguita, Magüipi y Punta Soldado), de la primera concluye que sector de Juanchaco la acción erosiva costera como parte de los esteros limita las playas, afecta las viviendas en la línea de costa y en el estero Juanchaco se generan escarpes de varios centímetros que se inundan en temporadas invernales. La *“Playa Chucheros presenta problemas de erosión tanto en el extremo norte como en el extremo sur de la playa propiamente dicha, al norte con el desprendimiento de material rocoso y por lo tanto el retroceso de los acantilados. Hacia el sur por el contrario se presenta erosión costera de las playas, por lo que la población ha optado por la construcción de barreras en troncos y concreto, para evitar la intervención del mar tanto en las viviendas como en los centros hoteleros de la zona”* (INVEMAR, 2012).

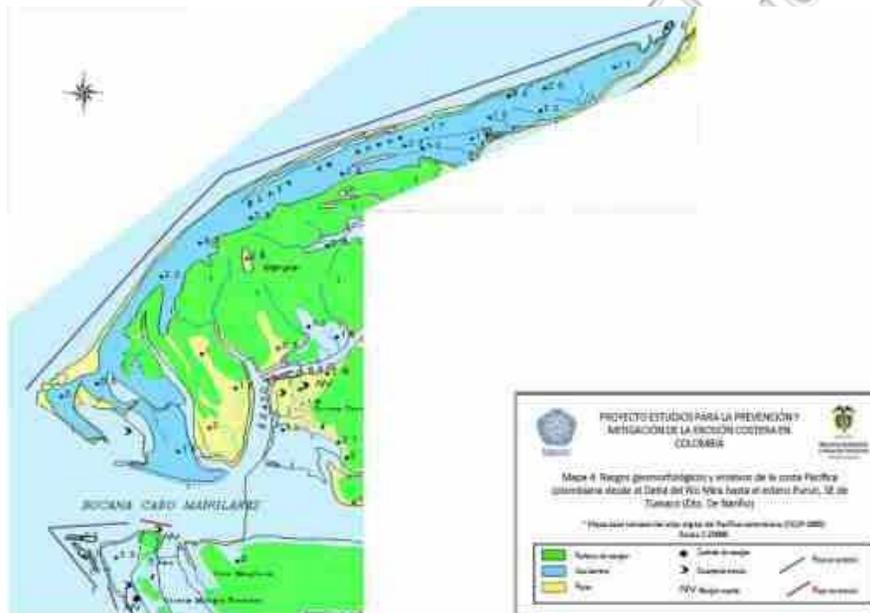


Gráfico 260. Estudios para la prevención y mitigación de la erosión costera.
 Fuente: Convenio MADS-INVEMAR. 2012.

En la bahía de Buenaventura el estudio concluyó que *“tanto en el costado oriental con la población de Punta Soldado, como en el occidental con las poblaciones de La Bocana y Pianguita, así como el área de ocupación de hoteles como El Galeón y Magüipi, una unidad geomorfológica dominante compuesta por colinas de baja altitud y suaves ondulaciones que forma escarpes subverticales sobre la línea de costa (acantilados) constituye el mayor número de puntos con erosión activa, aunque las regiones más críticas y donde los problemas de erosión ocurren con consecuencias mayores y afectan directamente a la*

⁹⁹ INVEMAR. Estudios para la prevención y mitigación de la erosión costera. Convenio MADS - INVEMAR. Informe Técnico Final para Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Santa Marta, D.T.C. 2012.

población se localizan en las áreas cubiertas por playas, donde retrocede la línea de costa continuamente" (INVEMAR, 2012).

8.7.3. Amenaza por deslizamiento

Los fenómenos de deslizamientos son frecuentes debido a la inestabilidad de las zonas de fuertes pendientes dada el uso intensivo de la ladera que en muchos casos, suma las variables adecuadas para propiciar la pérdida del suelo por el deslizamiento. Sumado a la explotación urbana, agrícola o ganadera con prácticas inadecuadas, el gran número de fallas geológicas y la alta pluviosidad de la zona, operan como detonantes de deslizamientos.

El deslizamiento, a diferencia de la inundación cobra un mayor número de vidas en Colombia, porque son de gran fuerza, súbitos y difíciles de tratar en el manejo de la emergencia ya que el componente de inestabilidad presente sumado a la necesidad de hacer las labores de rescate puede desencadenar nuevos deslizamientos. Así mismo, las infraestructuras afectadas por la remoción en masa acarrearán grandes costos de manejo de la emergencia, en el departamento del Valle del Cauca la vía que conecta al interior del país con el puerto de Buenaventura, presenta recurrentes daños producidos por deslizamientos y caídas de rocas en el tramo encañonado del río Dagua, lo cual acarrea la interrupción del flujo de mercancías que transitan por el puerto marítimo y la incomunicación de la población con el resto del país.

El Valle del Cauca no cuenta con un estudio de la amenaza por remoción en masa local, subregional o regional, pero en el año 2010, una tesis de la Universidad del Valle, explora la susceptibilidad del territorio vallecaucano a dichos fenómenos, teniendo en cuenta que la susceptibilidad "se define como el grado de fragilidad o propensión de un terreno a generar procesos de este tipo definida a partir de la evaluación de las características intrínsecas del terreno." (CÁRDENAS Y CRUZ, 2010).

Es necesario en este tema avanzar hasta la definición de la amenaza que suma a la susceptibilidad el grado de exposición de las estructuras y los detonantes del fenómeno, para así catalogar el territorio en amenaza alta, media y baja. No obstante ante la ausencia de esta definición se incluye aquí la evaluación de la susceptibilidad que puede ir dando una orientación de dónde es priorizable el estudio de esta amenaza.

Dado que el trabajo de Susceptibilidad a deslizamientos en el Valle del Cauca, modela el territorio teniendo en cuenta la pendiente, la humedad, las isoyetas, la geología, entre otros elementos, la mayor susceptibilidad se da en las cuencas del Pacífico teniendo en cuenta su alta pluviosidad y su cercanía a las fallas geológicas

generadas por el límite convergente de placas (Colombo -Ecuatoriana), lo cual coincide con los eventos reportados por la red Desinventar, ya que en un periodo que abarca desde inicios del siglo pasado, Buenaventura se presenta como el segundo municipio en reporte de fenómenos de remoción en masa y en cuarto lugar se ubica el municipio de Dagua que pertenece a la misma subregión. Para el sur el municipio de Cali es el de mayor número de eventos, seguido por Palmira en la cordillera Central, lo cual se entiende por el manejo que estos municipios han dado a los sectores montañosos de sus municipios y en el caso de Cali la población urbana y rural que habita o explota dichas zonas.

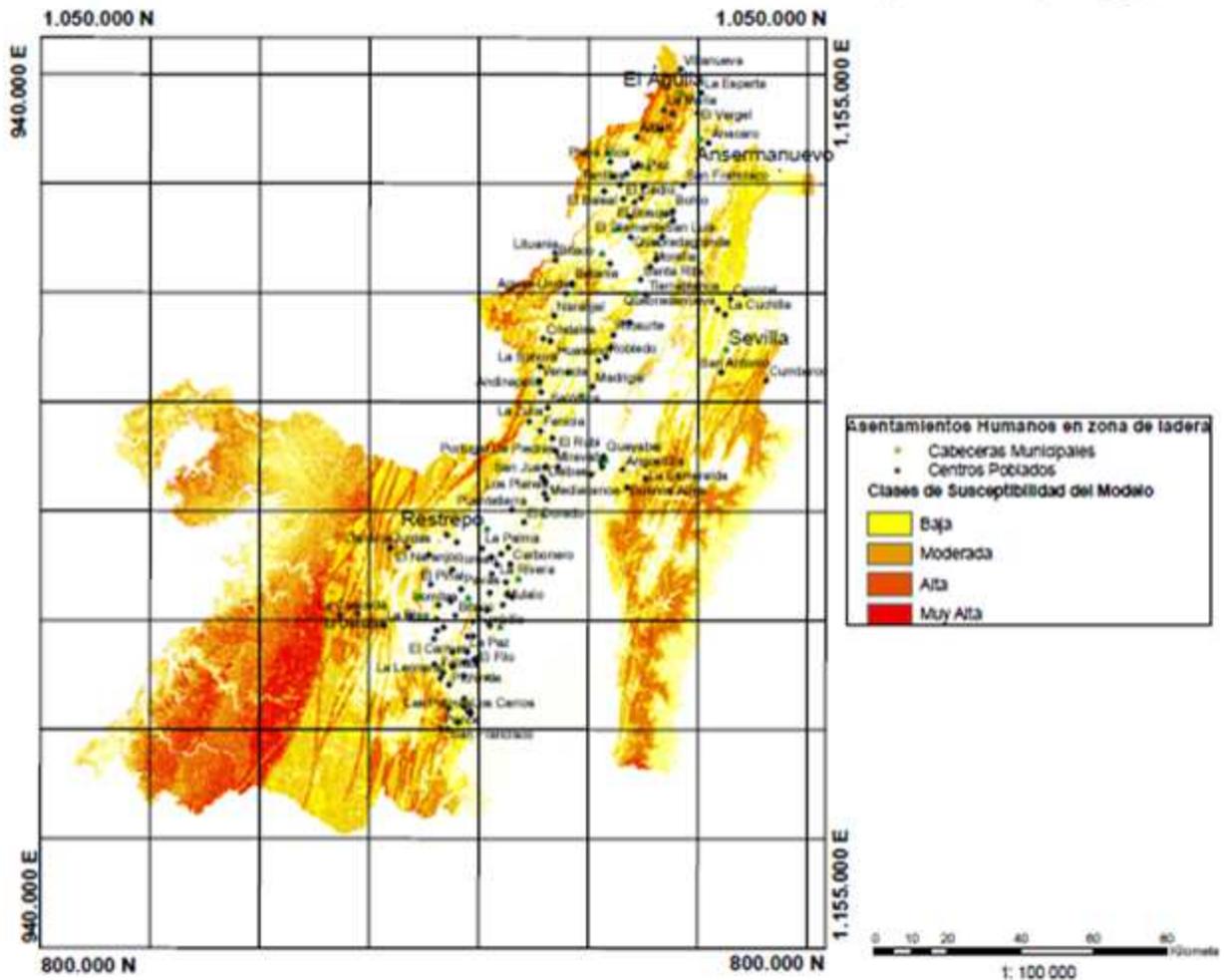


Gráfico 261. Modelo de susceptibilidad a deslizamientos en el Valle del Cauca.
 Fuente: Susceptibilidad a deslizamientos en el Valle del Cauca. 2010. (Tesis Univ alle)

Las áreas cordilleranas de los municipios de Buga y Tuluá reportan gran cantidad de eventos lo cual las pone en primer lugar para realizar el estudio de este tipo de amenaza, al norte los municipios con mayor número de emergencias por remoción

en masa en la cordillera Occidental son El Águila, Versailles y El Cairo, y en la cordillera Central la zona de ladera de Cartago. En el sur, el municipio de Cali, Yumbo y Ginebra son los que reportan mayores eventos en la red Desinventar. En todos los municipios mencionados el ordenamiento local vigente no considera este tipo de amenaza para la ubicación de infraestructuras o para la generación de nuevos asentamientos, sólo la condición de protección del municipio de Buenaventura da alguna medida frente a la susceptibilidad presente en la zona.

MUNICIPIOS	TOTAL DE EVENTOS
Cali	97
Buenaventura	74
Cartago	36
Dagua	34
El Águila	27
Buga	24
Tuluá	24
El Cairo	20
Palmira	20
Yumbo	14

Tabla 128. Municipios con mayor ocurrencia de movimientos en masa.
 Fuente de datos: Desinventar.

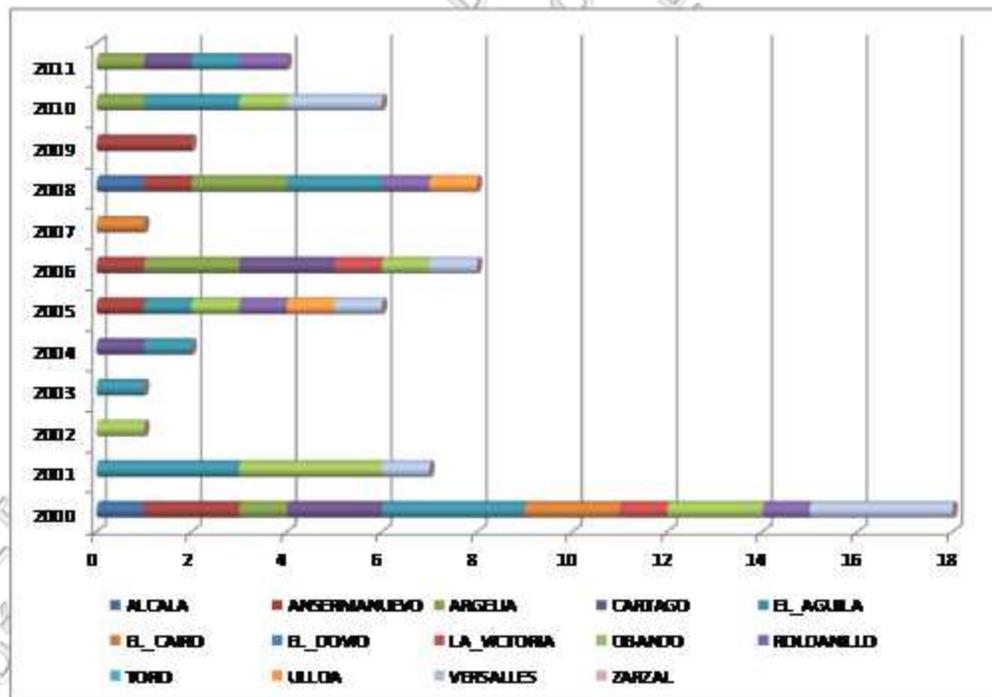


Gráfico 262. Movimientos en masa subregión norte
 Fuente de datos: Desinventar.

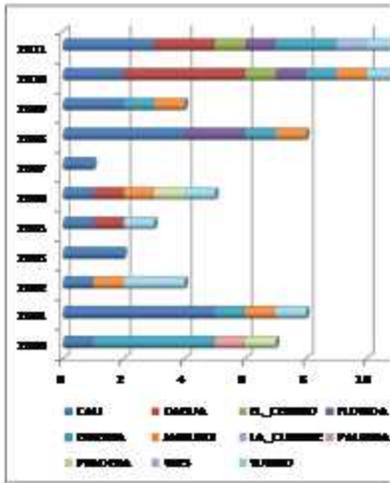


Gráfico 263. Movimientos en masa subregión sur.
 Fuente de datos: Desinventar.

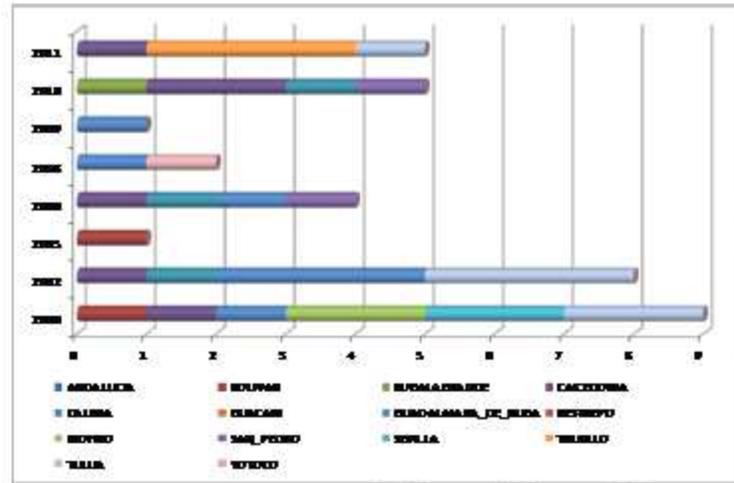


Gráfico 264. Movimientos en masa subregión centro.
 Fuente de datos: Desinventar.

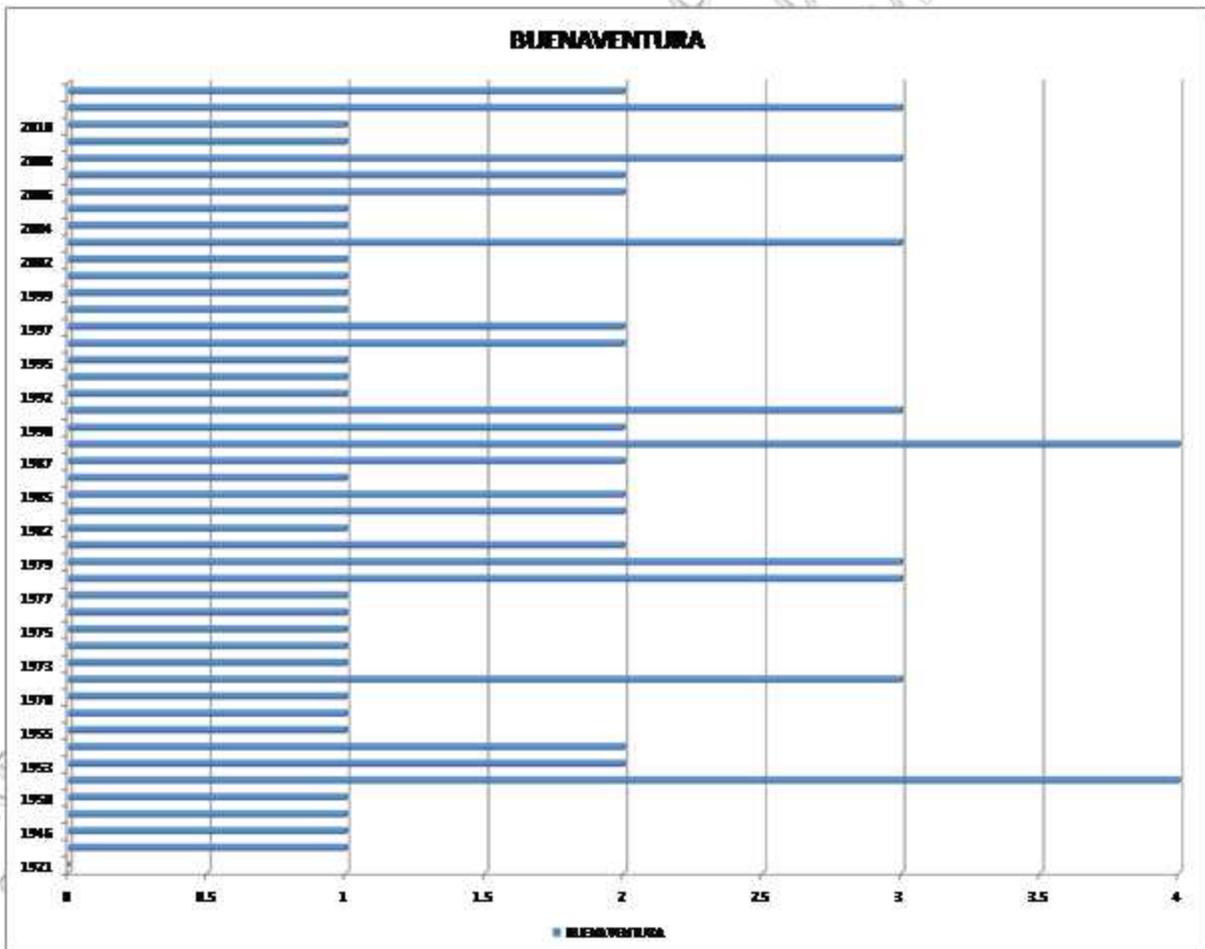


Gráfico 265. Movimientos en masa Buenaventura.
 Fuente de datos: Desinventar.

8.7.4. Amenaza sísmica

La actividad sísmica regional está determinada por el número y actividad de las fallas, a nivel departamental las fallas más activas están ubicadas en las cordilleras oriental y occidental y su orientación es, en su gran mayoría, norte sur; sumado a ello el fallamiento entre las placas colombo-ecuatorianas en el Océano Pacífico suman una gran cantidad de superficie de falla que contribuyen a la gran actividad sísmica regional, en un estudio realizado por la Universidad de los Andes para la CVC se localizaron los sismos y sus profundidades en el territorio nacional, en él se puede observar como la actividad para el Valle del Cauca está compuesta por sismos con epicentros superficiales, en su gran mayoría, lo cual hace que la amenaza sísmica sea una condición para el desarrollo económico y urbano en el departamento, concentrándose la amenaza alta a lo largo de la costa Pacífica vallecaucana, en los municipios de la cordillera occidental al norte del departamento y en el flanco occidental de la cordillera Central.

Dado que la variable de amenaza sísmica es importante para la definición de los sistemas construcción de las edificaciones según la norma técnica de sismo resistencia, consignada en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NRS-10 (2010) se debe evaluar el grado de incorporación de estas normas en los ordenamientos locales.

Los municipios de Cali, Buga, Palmira y Tuluá cuentan en la actualidad con una microzonificación que les permite contar con espectros de diseño adecuados a sus condiciones de amenaza y amplificación de la onda sísmica. En tal sentido, y teniendo en cuenta la urgencia de estos instrumentos para los municipios con mayor actividad edificadora, faltaría desarrollar los estudios para la zona urbana, de expansión y suburbana de Buenaventura, que como se evidencia en los análisis poblacionales es la concentración con mayor dinámica de crecimiento poblacional y así mismo, tiene grandes problemas de informalidad en la construcción del hábitat, como se puede constatar en los análisis de vivienda del POTD.

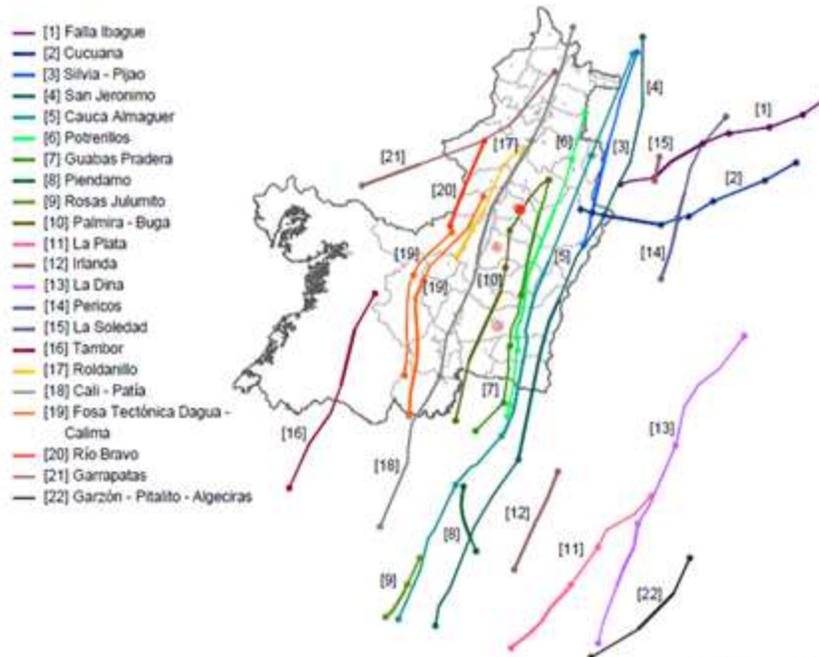


Gráfico 266. Fallas activas a nivel departamental.

Fuente: Microzonificación sísmica y estudios generales de riesgo sísmico en las ciudades de Palmira, Tuluá y Buga.

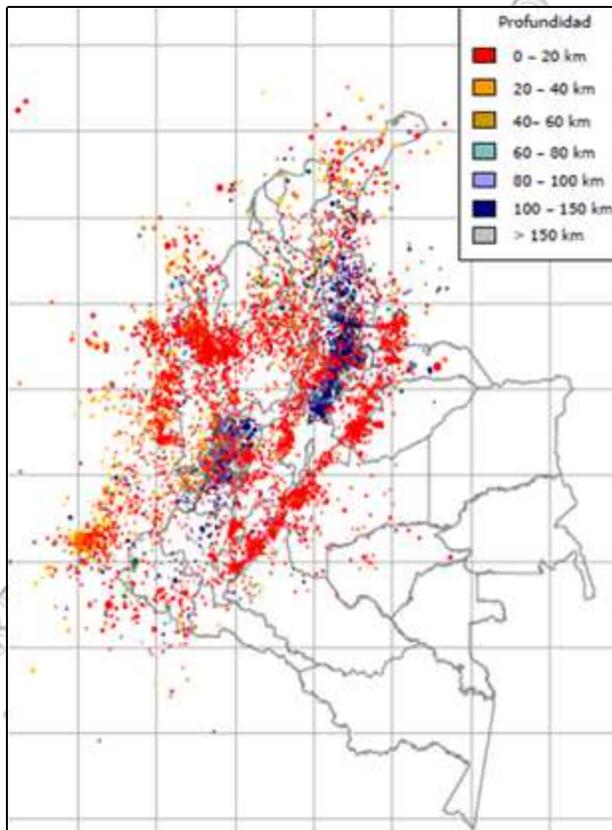


Gráfico 267. Distribución geográfica de los eventos que hacen parte del catálogo sísmico.

Fuente: Microzonificación sísmica y estudios generales de riesgo sísmico en las ciudades de Palmira, Tuluá y Buga.

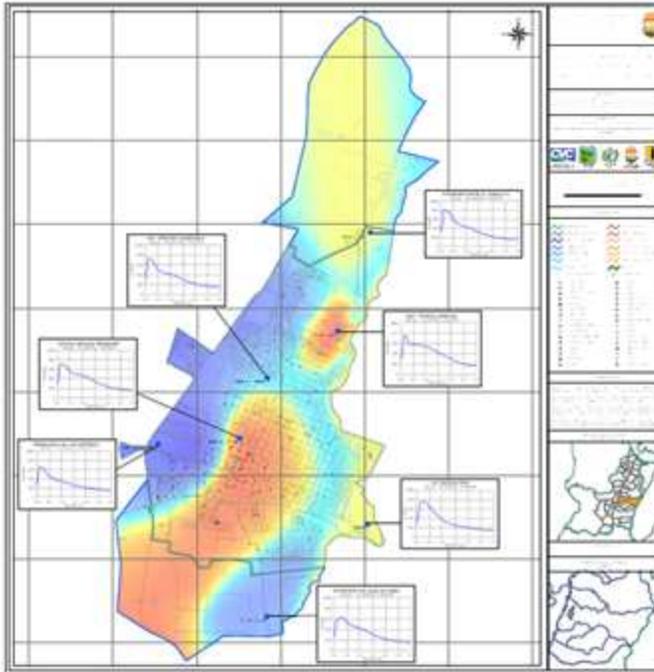


Gráfico 268. Microzonificación sísmica zona urbana de Guadalajara de Buga.

Fuente: Microzonificación sísmica y estudios generales de riesgo sísmico en las ciudades de Palmira, Tuluá y Buga.

8.7.5. Amenaza de incendios forestales

Con relación al tema de amenaza de incendios forestales la CVC determinó tal situación a partir de la evaluación de las coberturas presentes, la incidencia de eventos, las condiciones climáticas, entre otras, con esto se obtuvo que son los municipios de ambas cordilleras que tienen un nivel medio ante esta amenaza y cinco de ellos tienen amenaza alta: Alcalá, Caicedonia, Guacarí, Vijes, Yumbo y Cali.

Posteriormente, en el análisis de riesgo ante la amenaza de incendios, los municipios de Toro, Tuluá, Guacarí, Vijes, Santiago de Cali y Jamundí fueron clasificados como de riesgo alto, lo cual exige que en los próximos POT esta variable deba ser tomada en cuenta con el fin de adelantar las acciones que sean necesarias para disminuir esta condición.

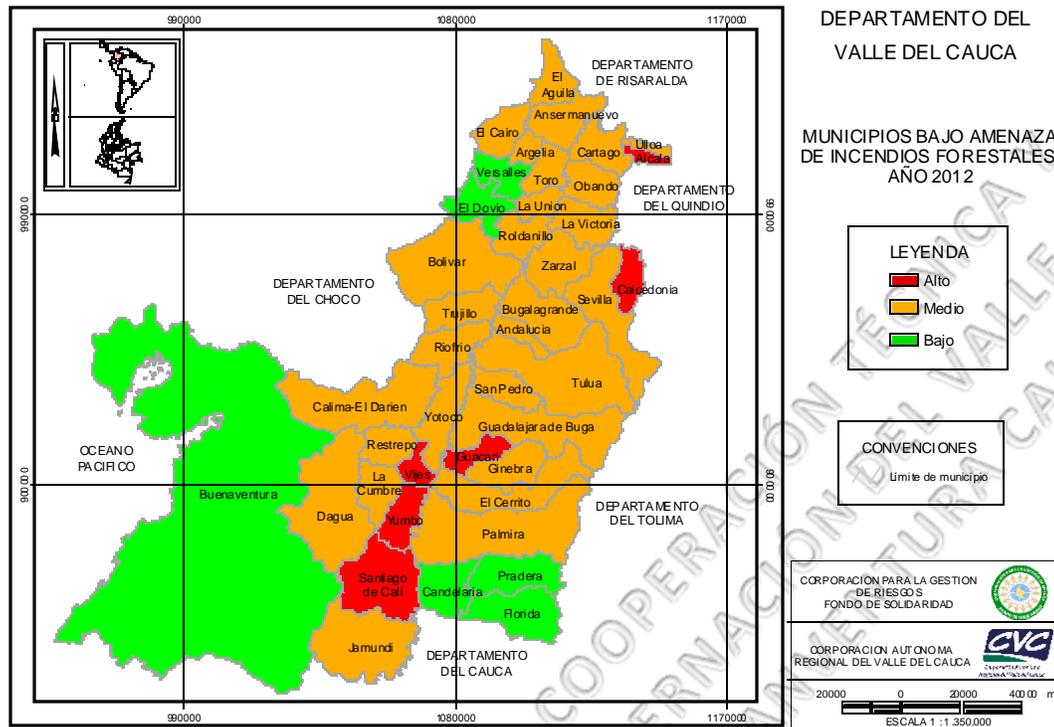


Gráfico 269. Municipios bajo amenaza de incendios forestales.

Fuente: CVC 2012.

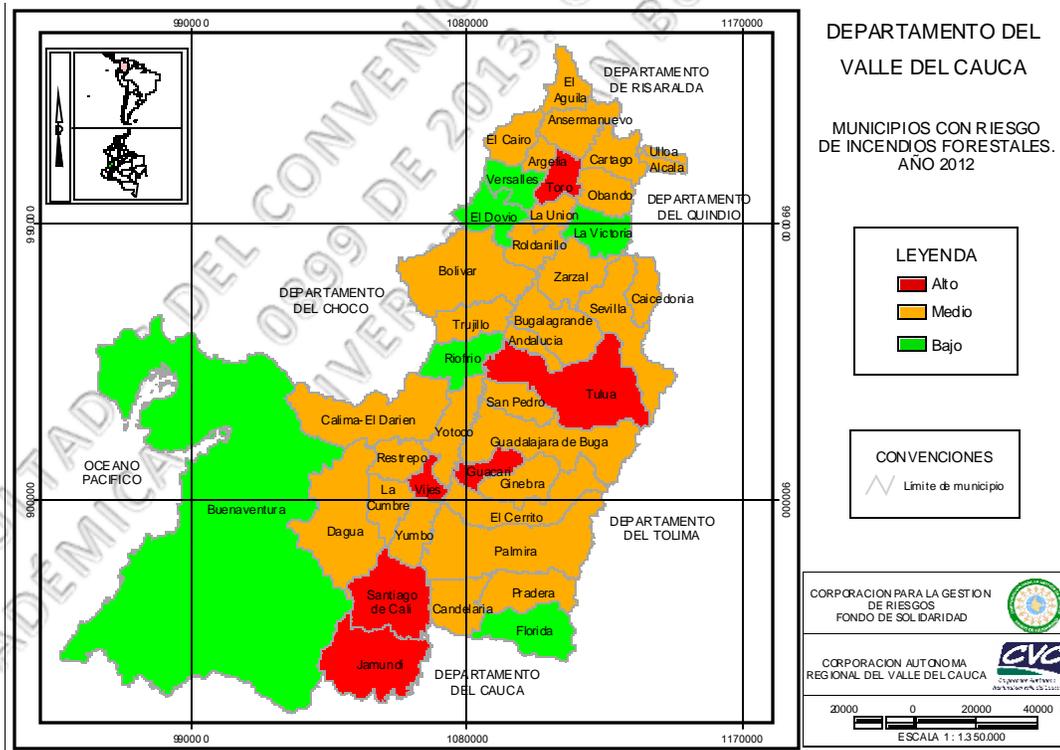


Gráfico 270. Municipios en riesgo de incendios forestales.

Fuente: CVC 2012.

8.7.6. Amenaza antrópico - tecnológica

La amenaza antrópica es la directamente atribuible a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza y sobre la población, que pone en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades. En general, en la materia, destacan dos tipos: la amenaza antrópica de origen tecnológico y las referidas a situaciones de violencia o guerra.

Los elementos que representan una amenaza regional más relevante están en las infraestructuras de transporte de hidrocarburos y las zonas de aglomeración de industrias que puedan desencadenar un accidente que afecte a zonas residenciales aledañas.

En la totalidad del Valle del Cauca y sus zonas urbanas ubicadas al este del río en las subregiones Norte y Centro la infraestructura de poliductos está muy cercana, lo cual influye en la ubicación de sistemas diferentes al de equipamientos o viviendas en la zona de influencia del poliducto, es decir, es recomendable ubicar allí elementos del espacio público y sistema ambiental para dar el marco de retiro adecuado. Es importante resaltar el caso comprometedor de la zona de expansión del municipio de La Victoria que es seccionado en dos por la influencia de la infraestructura de transporte de hidrocarburos.

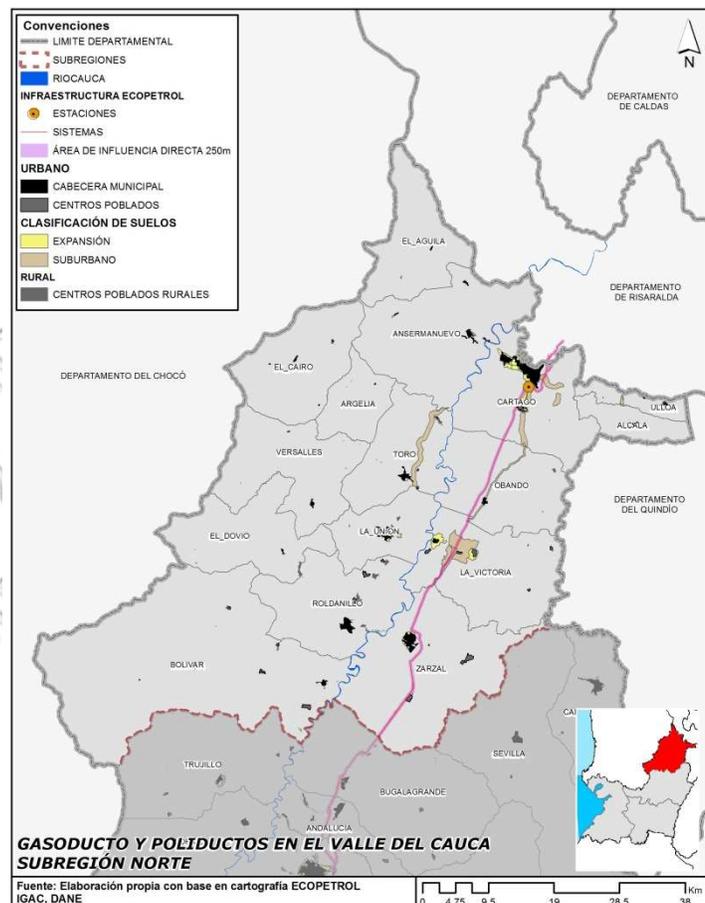


Gráfico 271. Recorrido de infraestructura de transporte de hidrocarburos. Subregión norte. Fuente: Cartografía Ecopetrol.

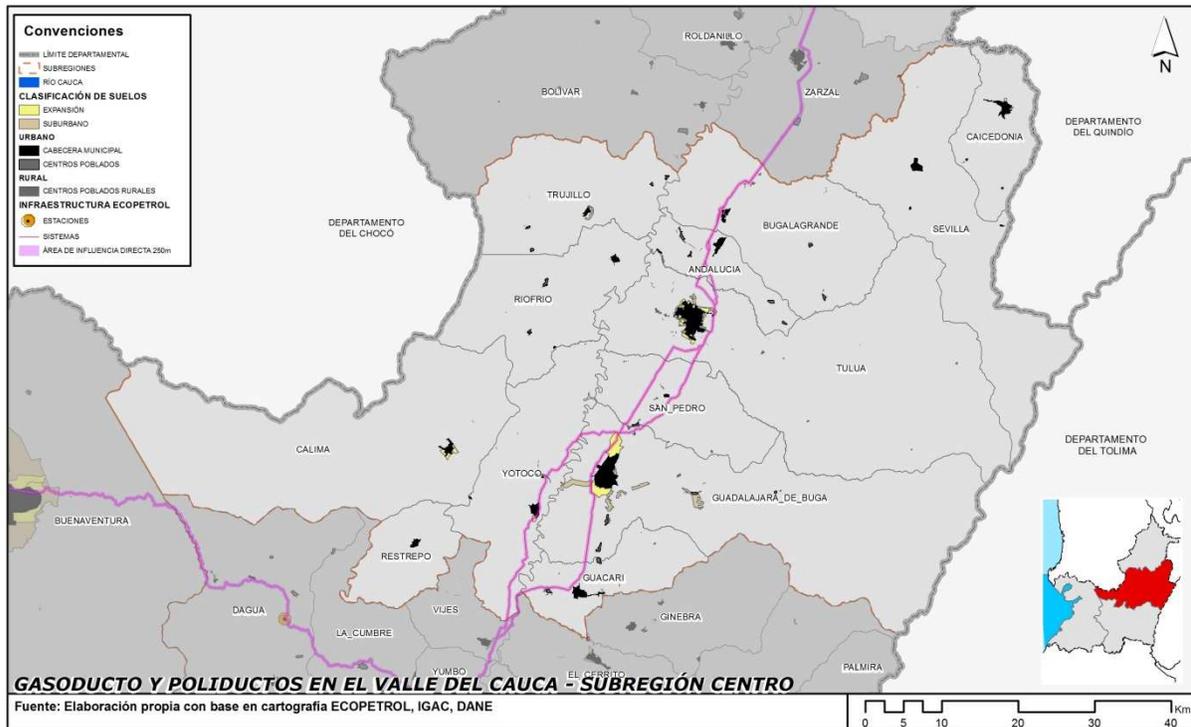


Gráfico 272. Recorrido de infraestructura de transporte de hidrocarburos. Subregión centro.
 Fuente: Cartografía Ecopetrol.

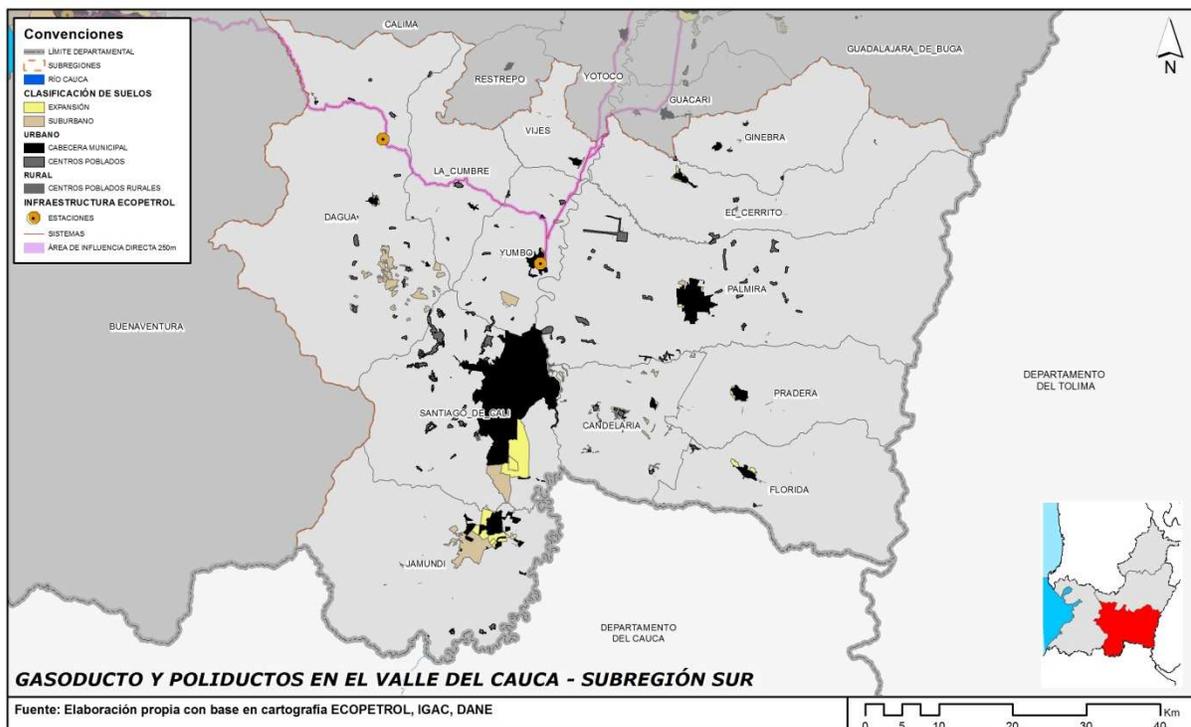


Gráfico 273. Recorrido de infraestructura de transporte de hidrocarburos. Subregión sur.
 Fuente: Cartografía Ecopetrol.

En el primer caso se encuentra la infraestructura de transporte de gas natural e infraestructura, ésta atraviesa el Valle del Cauca de norte a sur hasta llegar a Cali y el Poliducto de transporte que llega hasta el puerto de Buenaventura, todos deben tener unas distancias de seguridad en todo su recorrido y un tratamiento especial de las estaciones terminales en Cali, Cartago, Yumbo y Buenaventura, dicha reglamentación debe llevarse a los ordenamientos locales con el fin de generar escenarios de riesgo en los municipios.

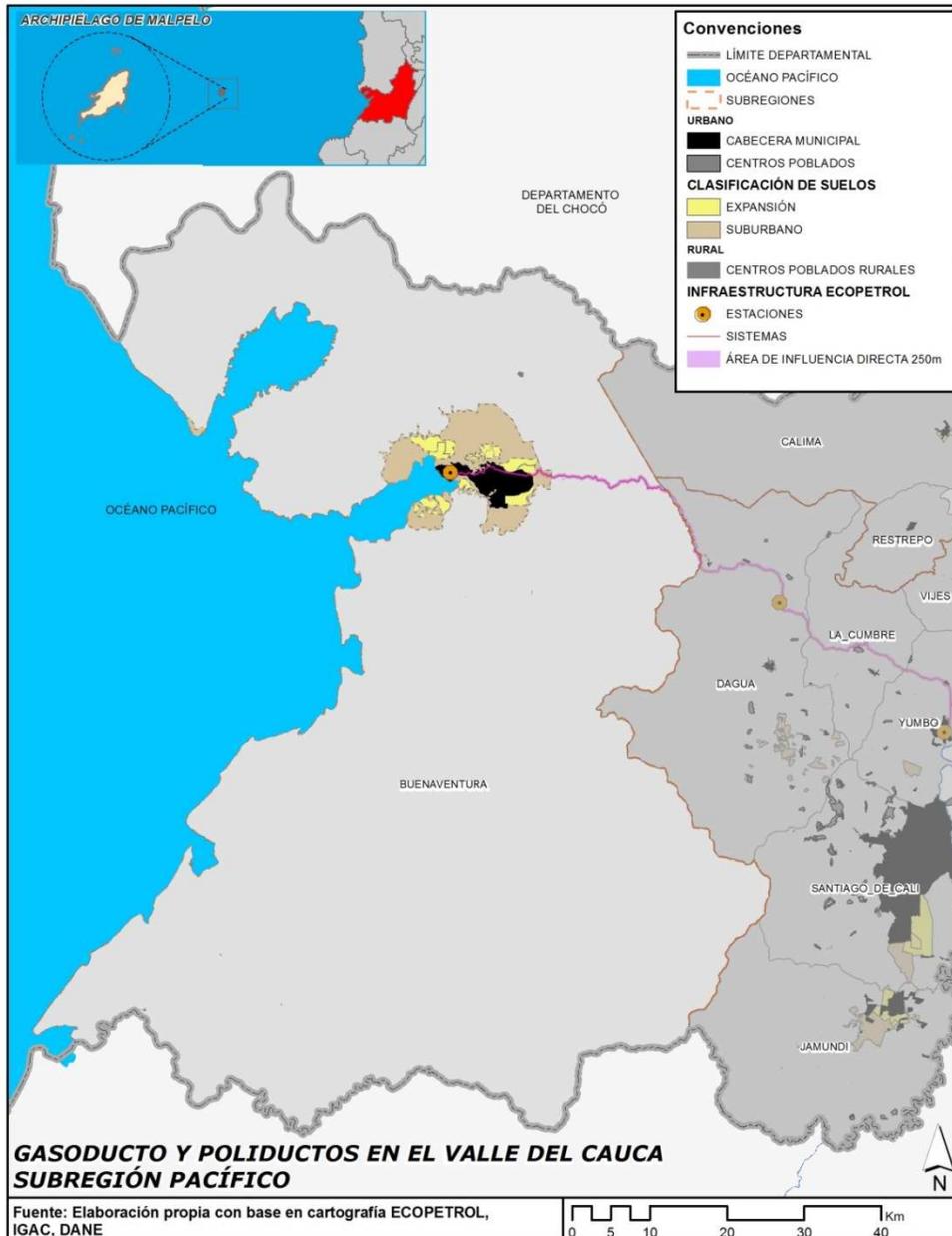


Gráfico 274. Recorrido de infraestructura de transporte de hidrocarburos. Buenaventura.
 Fuente: Cartografía Ecopetrol.

Aunado al tema de las infraestructuras de transporte de hidrocarburos están las zonas industriales concentradas, que preferiblemente deben tener unas zonas de seguridad para el manejo de emergencias, como se evidencia en los gráficos siguientes, en el norte y centro del Valle del Cauca puede manejarse como planes de implantación y de emergencia de industrias puntuales.

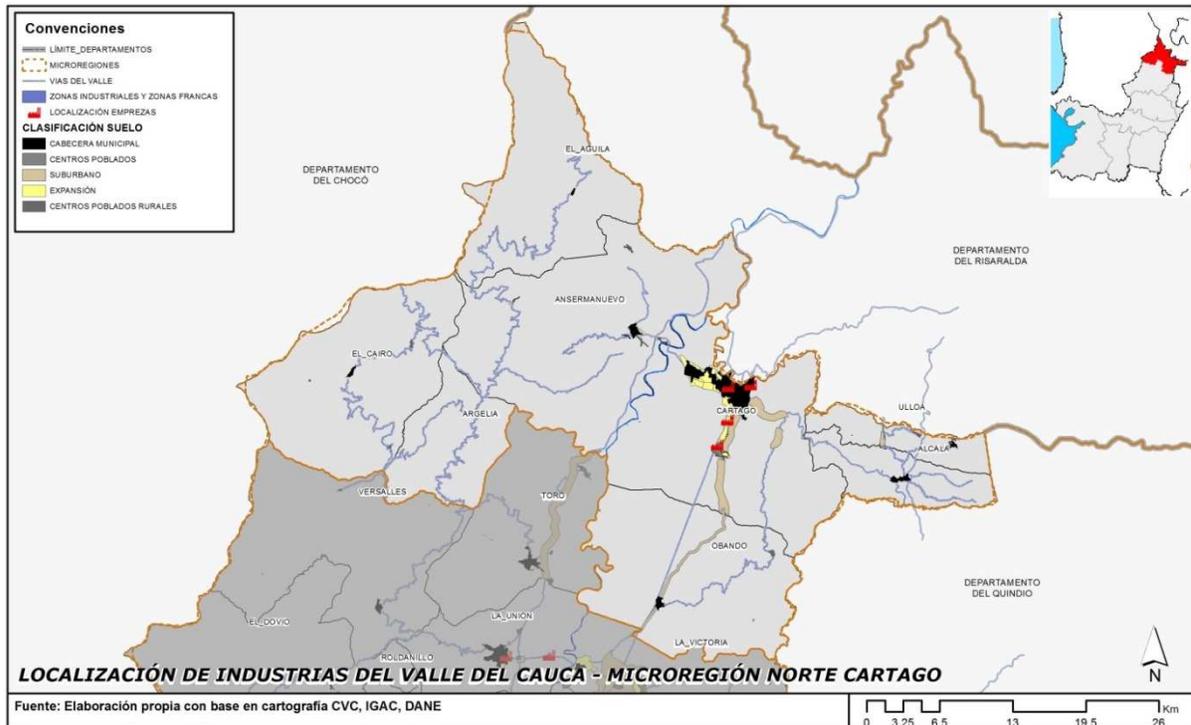


Gráfico 275. Localización de industrias microrregión norte Cartago.
 Fuente: Registro único ambiental –RUA manufacturero.

En el centro del departamento las excepciones están constituidas por los municipios de Guadalajara de Buga y Tuluá, ya tienen una concentración en los cascos urbanos y alrededor de los corredores viales de industrias, así mismo este fenómeno se puede ver incrementado por el establecimientos de sectores logísticos de apoyo a la actividad portuario de Buenaventura, esto tomando en cuenta las iniciativas expresadas y recogidas en los talleres subregionales realizados por esta consultoría. Ante esta expectativa el planeamiento local y los comités regionales de atención de emergencias deben hacer un planeamiento prospectivo que permita entender los escenarios futuros de amenaza tecnológica.

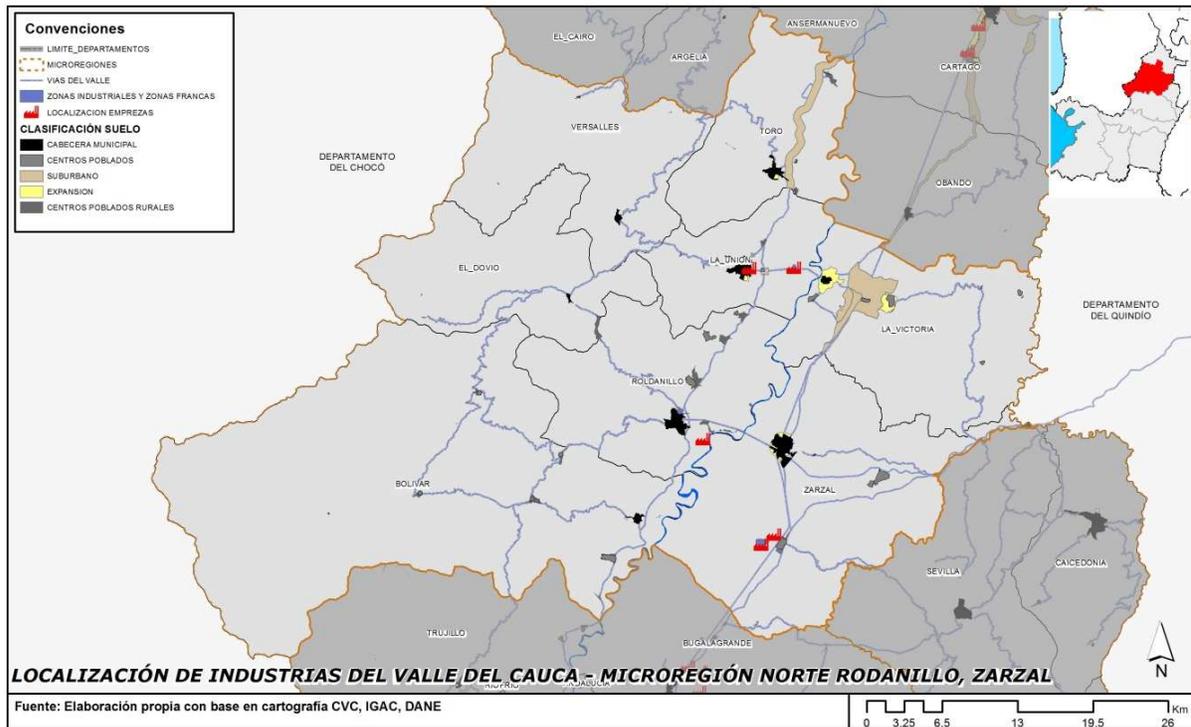


Gráfico 276. Localización de industrias microrregiones norte Roldanillo, Zarzal.

Fuente: Registro único ambiental –RUA manufacturero

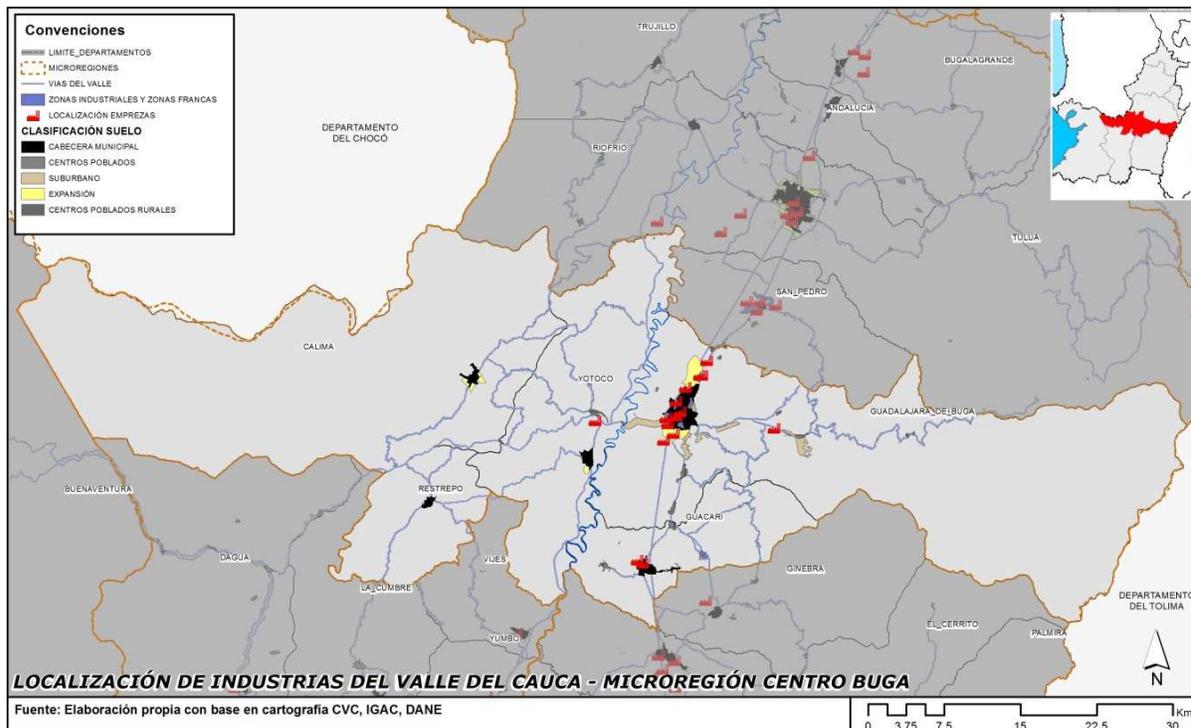


Gráfico 277. Localización de industrias microrregión centro Guadalajara de Buga.

Fuente: Registro único ambiental –RUA manufacturero.

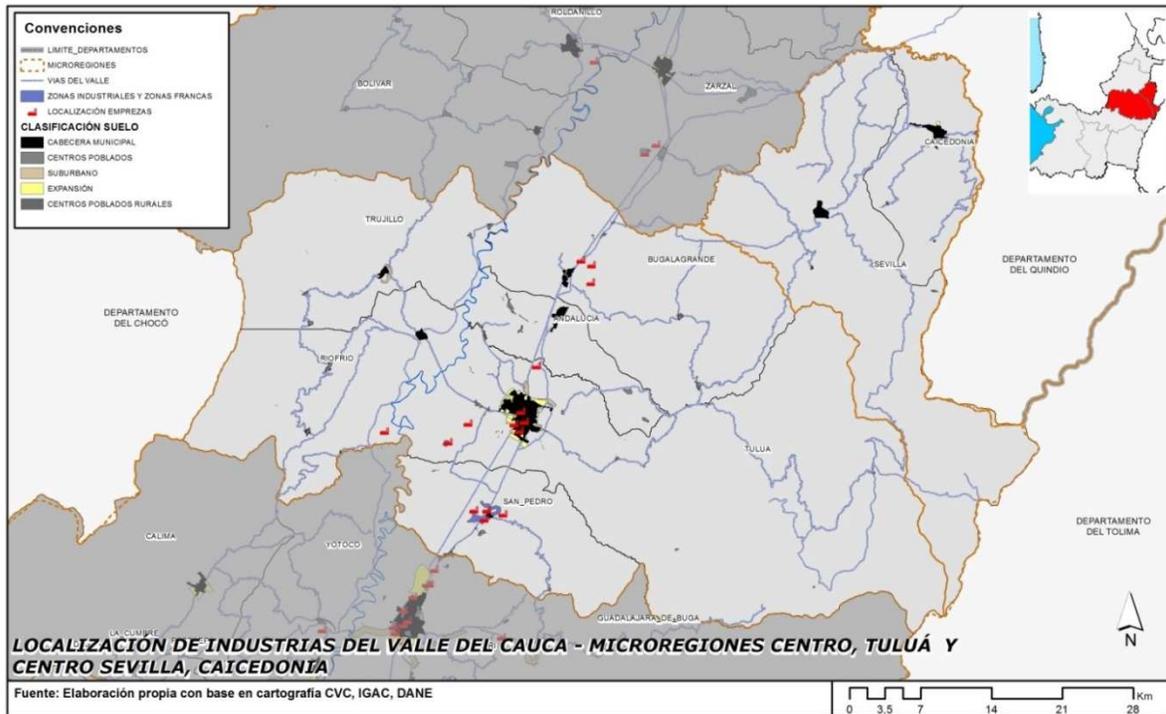


Gráfico 278. Localización de industrias microrregiones centro Tuluá y centro Sevilla, Caicedonia.
 Fuente: Registro único ambiental –RUA manufacturero.

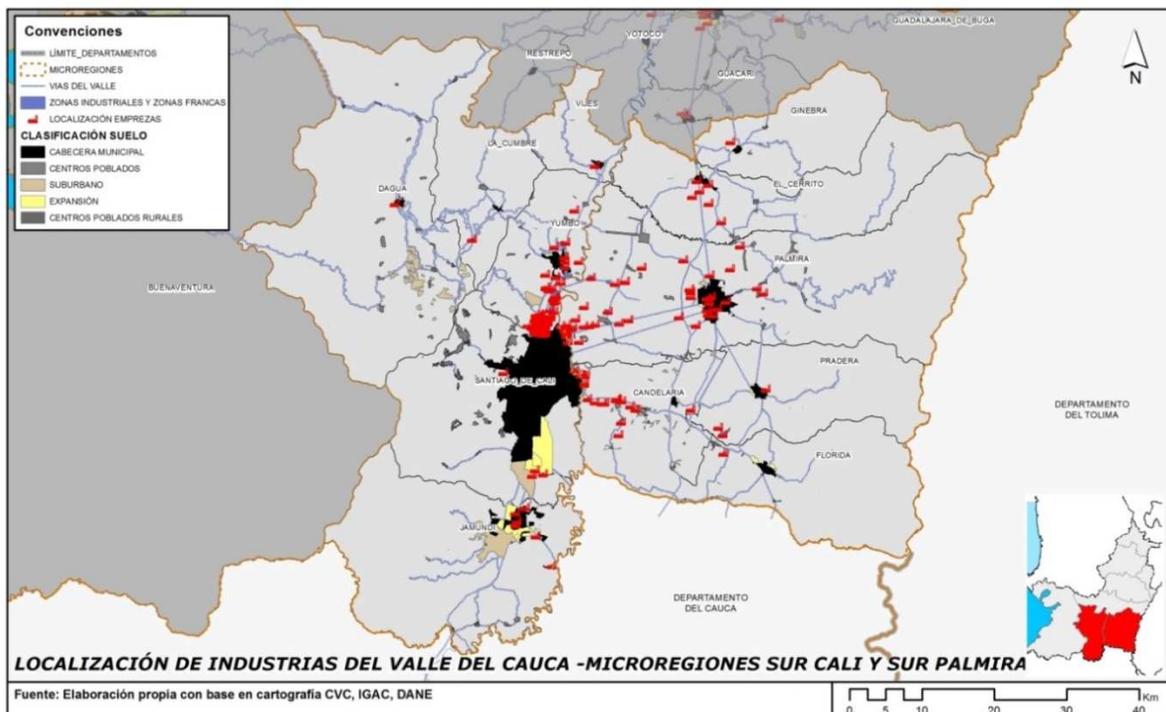


Gráfico 279. Localización de industrias subregión sur.
 Fuente: Registro único ambiental –RUA manufacturero.

En la combinatoria de elementos de amenaza tecnológica es la subregión Sur, en específico los municipios metropolitanos, los que tienen una mayor densidad aglomerada de industrias con cercanía de puntos de suministro de gas natural para la misma actividad manufacturera y es vital que en la zona industrial Cali-Yumbo - Palmira se pueda expedir una normativa integrada para la gestión del riesgo antrópico-tecnológico y el incremento de los parámetros de seguridad en las zonas industriales consolidadas.

Existen dos infraestructuras más que requieren ser tenidas en cuenta a nivel regional para el manejo de la amenaza antrópica-tecnológica, estas son: los rellenos sanitarios regionales y los aeropuertos, los primeros necesitan reglamentaciones generales para el manejo y planificación de sus zonas aledañas, ya que al ser una actividad con generación de gases con capacidad explosiva y vectores potencialmente perjudiciales para la salud, se constituyen en una fuente de amenaza local.

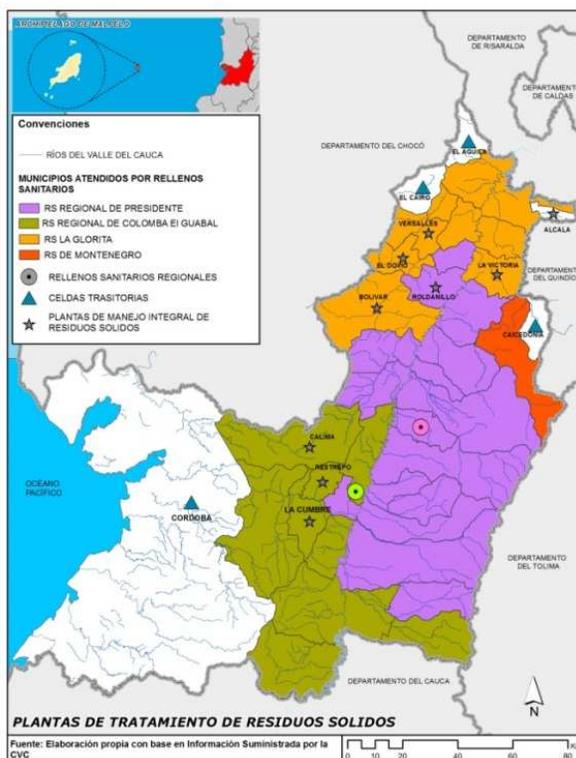


Gráfico 280. Rellenos sanitarios y plantas de RS.
 Fuente: IGAC-CVC Gráfico

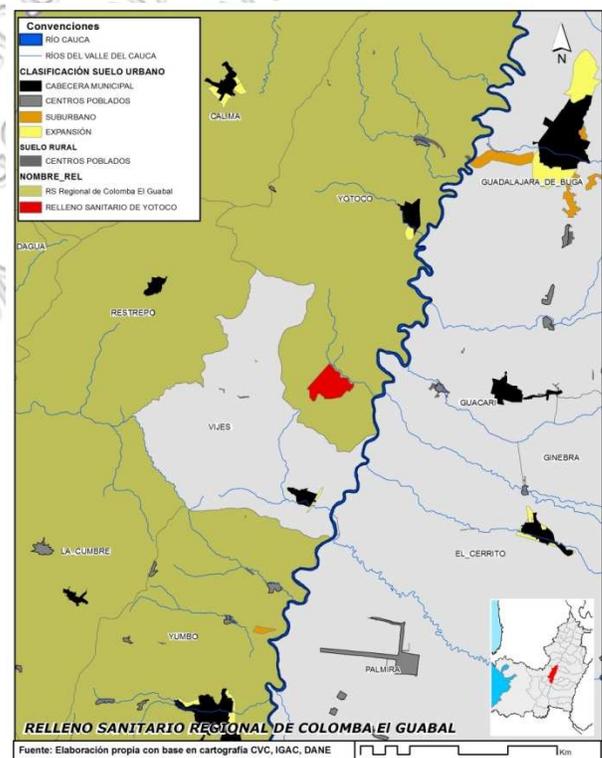


Gráfico 281. Localización Relleno de Guabal.
 Fuente: CV C

En cuanto a los Rellenos sanitarios, la subregión central con El Presidente y el Guabal es la zona que mayor exposición a esta amenaza tiene, dicha condición se cruza con la amenaza de fallo de la infraestructura de la empresa Ecopetrol, lo cual

entreteje un panorama de riesgo de gran complejidad y magnitud destructiva. No obstante lo anterior, son las licencias ambientales puntuales y la reglamentación del municipio de San Pedro y Yotoco los que hasta ahora han asumido la responsabilidad del manejo del panorama de dicha amenaza, para lo cual debería existir una directriz departamental dado la importancia del servicio público que estas dos zonas prestan a la totalidad del territorio vallecaucano.

Por último, los aeropuertos internacionales, nacionales y pistas de uso privado, con el fin de apoyo a las actividades agrícolas o industriales, tienen según los reglamentos aeronáuticos de Colombia¹⁰⁰ unas restricciones a la ubicación de construcción que generen un obstáculo para las pistas de aterrizaje, conos de aproximación y cerramientos, y dado la potencialidad de accidentes en la aeronavegación se requieren tener en cuenta zonas de transición hacia los aeropuertos establecidos y con respecto a los futuros desarrollos aeroportuarios.

En el Valle del Cauca existen cuatro aeropuertos de gran y mediana envergadura y aproximadamente cinco pistas de aterrizaje, en general dos de los aeropuertos se encuentran en el sector rural, pero los aeropuertos con potencial de mejoramiento de su cubrimiento y estratégicos para las cadenas productivas del Valle del Cauca, los cuales son el Santa Ana de Cartago y el Heriberto Gil de Tuluá, se encuentran muy cercanos al casco urbano y la ordenación del territorio local han puesto zonas de expansión para vivienda a sus alrededores, lo cual dificultaría sus operaciones a futuro y aumentaría la amenaza tecnológica por accidentes aéreos.

AEROPUERTO	MUNICIPIO	CATEGORÍA
Gerardo Tovar López	Buenaventura	Nacional
Alfonso Bonilla Aragón	Palmira	Internacional
Heriberto Gil Martínez	Tuluá	Enseñanza
Santa Ana	Cartago	Nacional

Tabla 129. Aeropuertos del Valle del Cauca.

Fuente de datos: Aerocivil.

PISTAS	MUNICIPIO	TIPO
Marco Fidel Suárez	Cali	Enseñanza
Jamundí	Jamundí	-
La Base	Guacarí	Apoyo a la producción
Aeroclub los Halcones	Buga	Apoyo a la producción
Edgar Caldas Potes	Zarzal	Apoyo a la producción

Tabla 130. Pistas de aterrizaje del Valle del Cauca.

Fuente de datos: Aerocivil.

¹⁰⁰ Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. Oficina de Transporte Aéreo - Grupo de Normas Aeronáuticas. REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA. Resolución 1824 de 2007.

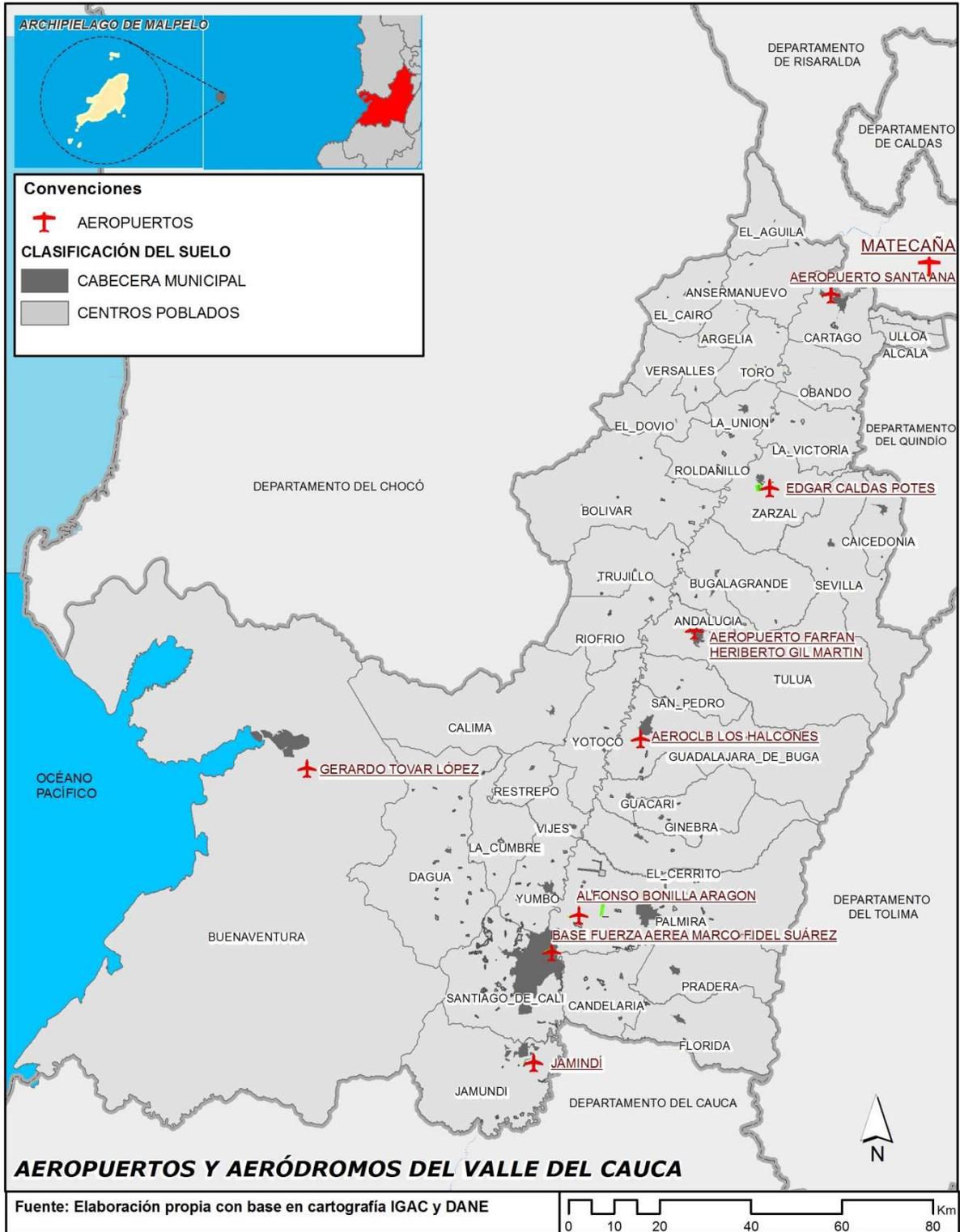


Gráfico 282. Aeropuertos del Valle del Cauca.
 Fuente de datos: Aerocivil.