

# ATLAS

## CUENCA DEL RÍO GRANDE



ATLAS CUENCA DEL RÍO GRANDE





Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego



# ATLAS

## CUENCA DEL RÍO GRANDE



**AUTORIDADES:**

MINISTRO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

**José Antonio Zamora**

VICEMINISTRO DE RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO

**Carlos René Ortuño Yáñez**

**PUBLICACIÓN A SER CITADA COMO:**

Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. 2014. Atlas de la Cuenca del Río Grande. 200 p.

Se autoriza la reproducción del presente documento, citando previamente la fuente a la que corresponde.

**Ministerio de Medio Ambiente y Agua**

Calle Capitán Castrillo N° 434

(Entre 20 de Octubre y Héroes del Acre), Zona San Pedro

Teléfono: (591-2) 2115571 - 2115573 Fax: 2115582

La Paz - Bolivia

[www.mmaya.gob.bo](http://www.mmaya.gob.bo)

**Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego**

Plan Nacional de Cuencas

Calle Héroes del Acre esq. C. Conchitas N° 1778

Teléfono - Fax: (591-2) 2117391 - 2113239

La Paz – Bolivia

[www.cuencasbolivia.org/](http://www.cuencasbolivia.org/)



**EVO MORALES AYMA**  
PRIMER PRESIDENTE CONSTITUCIONAL  
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



MEDALLA PRESIDENCIAL  
SIMÓN BOLÍVAR



MEDALLA MARISCAL SANTA CRUZ  
Y CALAHUMANA  
GRADO: GRAN COLLAR



MEDALLA NACIONAL CÓNDOR  
DE LOS ANDES  
GRADO: GRAN COLLAR



PRO CER DE LA REVOLUCIÓN  
TUPAC KATARI  
GRADO: ÚNICO





José Antonio Zamora Gutiérrez

**Ministro de Medio Ambiente y Agua**





## PREFACIO

El Plan Nacional de Cuencas (PNC) Fase II, contempla como a uno de sus componentes, la Promoción y Difusión de Planes Directores de Cuenca, con la finalidad de establecer instancias y mecanismos de coordinación interinstitucional e intersectorial para impulsar la gestión integral y gobernabilidad hídrica en cuencas estratégicas. Bajo este criterio, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, está impulsando el desarrollo del Plan Director de la Cuenca del Río Grande (PDCRG).

La cuenca del río Grande es una de las más importantes de Bolivia, debido a la superficie que ocupa (aproximadamente el 10% del territorio boliviano), a su población (30% del total nacional), la actividad productiva y económica que genera. Por otro lado, es esencial indicar los diferentes procesos erosivos que se generan en la cuenca alta y media y los procesos de sedimentación en la cuenca baja, provocando con el tiempo desbordes e inundaciones además de pérdidas económicas importantes.

El Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), viene desarrollando instrumentos de gestión que permitirán a los actores de la cuenca, analizar su problemática y al mismo tiempo, proponer soluciones. Entre estos instrumentos, se encuentra el presente "Atlas del Plan Director de la Cuenca del Río Grande", que permitirá generar una síntesis de su condición biofísica y socioeconómica.

El Atlas se divide en cuatro áreas temáticas: biofísica, climática - hídrica, infraestructura y socioeconómica, el cual reúne toda la información geográfica necesaria para una adecuada toma de decisiones. Los mapas temáticos fueron construidos en base a información recopilada, sistematizada y procesada por el área de Planes Directores de Cuenca del VRHR.

La información presentada, permitirá generar un panorama global de la cuenca del Río Grande, coadyuvando a la toma de decisiones y acciones a nivel nacional y subnacional. Por lo tanto, este Atlas se constituye en un aporte a los objetivos y metas establecidas en el PDCRG.



**Carlos René Ortuño Yáñez**  
Viceministro de Recursos Hídricos y Riego





# ÍNDICE

<b>PREFACIO</b> .....	7	<b>ASPECTOS CLIMÁTICOS E HÍDRICOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS Y SIGLAS</b> .....	15	Información climática .....	118
<b>GENERALIDADES CUENCA DEL RÍO GRANDE</b>		Precipitación .....	119
Características Cuenca del Río Grande .....	19	Temperatura .....	126
Imagen satelital (Land Sat).....	23	Escorrentía superficial (caudal).....	134
Imagen satelital nocturna (VIIRS) .....	27	Evapotranspiración potencial.....	136
<b>ASPECTOS BIOFÍSICOS</b>		Índice de aridez .....	139
Gradiente Altitudinal .....	32	Índice de agresividad climática (fournier modificado) .....	139
Pendientes .....	34	Heladas .....	139
Exposición .....	36	Velocidad de viento .....	146
Denudación.....	38	Hidrografía .....	148
Riesgo de erosión .....	42	Unidades hidrográficas .....	152
Fisiografía .....	46	Inundaciones .....	154
Geología.....	52	<b>INFRAESTRUCTURA</b>	
Hidrogeología .....	57	Acceso caminero .....	158
Vegetación .....	60	Represas .....	161
Ecoregiones .....	68	Proyectos GIRH/MIC .....	166
Áreas Protegidas .....	74	Proyectos de riego .....	169
Suelos .....	80	<b>SOCIOECONÓMICOS</b>	
Textura .....	86	Población.....	178
Densidad aparente .....	94	Población por unidad hidrográfica .....	178
Carbono orgánico .....	96	Densidad demográfica .....	178
Capacidad de intercambio catiónico .....	98	Centros educativos.....	182
pH en agua .....	100	Establecimientos de salud .....	186
Deforestación.....	102	Idiomas .....	190
Focos de calor .....	106	Actividad minera .....	192
Cobertura y uso actual de la tierra .....	108	Tierras comunitarias de origen (TCOs).....	194
		<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	200

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Características de las 11 Unidades Hidrográficas de Bolivia.....	20	Cuadro 21.	Códigos asignados por tipo de cobertura y uso actual de la tierra.....	114
Cuadro 2.	Superficie y número de municipios presentes dentro la CRG.....	21	Cuadro 22.	Frecuencia de días con helada (periodo 2000-2012).....	139
Cuadro 3.	Mancomunidades de Municipios presentes dentro la CRG.....	21	Cuadro 23.	Estaciones meteorológicas de la CRG (SENAMHI).....	144
Cuadro 4.	Clasificación de intervalos altitudinales de la CRG.....	32	Cuadro 24.	Características UH – Nivel 5 de la CRG.....	152
Cuadro 5.	Categorías de pendientes derivadas del SRTM.....	34	Cuadro 25.	Superficie y localidades afectadas por inundaciones dentro de la CRG.....	154
Cuadro 6.	Categorías de exposición por intervalo de azimut de orientación.....	36	Cuadro 26.	Distribución de represas por departamento y tamaño.....	161
Cuadro 7.	Provincias Fisiográficas – Grandes Paisajes – Paisajes.....	46	Cuadro 27.	Distribución de represas dentro del departamento de Chuquisaca.....	161
Cuadro 8.	Códigos asignados por unidad de paisaje.....	50	Cuadro 28.	Distribución de represas dentro del departamento de Cochabamba.....	162
Cuadro 9.	Columna Cronoestratigráfica.....	52	Cuadro 29.	Distribución de represas dentro del departamento de Potosí.....	163
Cuadro 10.	Códigos asignados según tipo de acuífero.....	60	Cuadro 30.	Distribución de represas dentro del departamento de Santa Cruz.....	164
Cuadro 11.	Códigos asignados por serie y/o comunidades de vegetación.....	64	Cuadro 31.	Listado de proyectos GIRH/MIC ejecutados en la CRG (2010-2012).....	166
Cuadro 12.	Ecoregiones y Subcoregiones presentes en la CRG.....	68	Cuadro 32.	Proyectos de riego ejecutados en la CRG (2007-2012).....	169
Cuadro 13.	Áreas Protegidas de carácter nacional presentes en la CRG.....	74	Cuadro 33.	Categorización de clases según rangos poblacionales.....	178
Cuadro 14.	Áreas Protegidas de carácter departamental presentes en la CRG.....	74	Cuadro 34.	Categorización de clases según densidad demográfica.....	179
Cuadro 15.	Áreas Protegidas de carácter municipal presentes en la CRG.....	75	Cuadro 35.	Población y densidad demográfica por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.....	180
Cuadro 16.	Códigos asignados por consociación de suelo.....	82	Cuadro 36.	Rangos de clasificación según número de centros educativos.....	182
Cuadro 17.	Códigos asignados por asociación de suelos.....	83	Cuadro 37.	Población y centros educativos por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.....	184
Cuadro 18.	Códigos asignados a unidad de suelo dominante.....	83	Cuadro 38.	Rangos de clasificación según número de establecimientos de salud.....	186
Cuadro 19.	Superficie del suelo por tipo de textura dentro de la CRG.....	86	Cuadro 39.	Población y establecimientos de salud por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.....	188
Cuadro 20.	Superficie de la deforestación anual periodo 1976 – 2010.....	102	Cuadro 40.	TCO's tituladas según parcela.....	196

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Unidades Hidrográficas de Bolivia. ....	19	Figura 29. Distribución espacial del pH en agua según profundidad.....	100
Figura 2. Ubicación de la Cuenca del Río Grande según Unidades Hidrográficas Pfafstetter. ....	21	Figura 30. Distribución de superficie de deforestación periodo 1976 – 2010. ....	102
Figura 3. Mancomunidades de Municipios de la CRG. ....	22	Figura 31. Distribución de superficie de deforestación por Ecoregión periodo 1976 – 2010. ....	104
Figura 4. Coberturas y usos de la tierra observadas en Imagen Land Sat TM 5 dentro la CRG.....	23	Figura 32. Deforestación presente dentro la Ecoregión de los Bosques Amazónicos de Inundación. ....	104
Figura 5. Vista Satelital Land Sat TM 5 (2001) de montañas, serranías y colinas.....	26	Figura 33. Distribución de focos de calor periodo 2003 – 2013, a nivel departamental. ....	106
Figura 6. Vista Satelital Land Sat TM 5 (2001) de colinas, llanuras de piedemonte y llanuras aluviales.....	26	Figura 34. Número de focos de calor periodo 2003 – 2013, dentro la CRG. ....	106
Figura 7. Vista Satelital del Área Urbana de Santa Cruz: Land Sat TM 5 (izquierda) – VIIRS (derecha). ....	27	Figura 35. Zonas Agroproductivas. ....	108
Figura 8. Municipio de Samaipata: Vista satelital VIIRS (izquierda) Vista panorámica (derecha). ....	28	Figura 36. Esquema de la circulación de vientos alisios en los trópicos ....	118
Figura 9. Vista 3D de la distribución de luces dentro la CRG. ....	28	Figura 37. Distribución de estaciones meteorológicas modelo dentro la CRG.....	118
Figura 10. Distribución porcentual de pendientes dentro la CRG. ....	34	Figura 38. Estación Llallagua. ....	119
Figura 11. Laderas de solana y umbría (parteaguas, limite municipios de Torotoro y Mizque). ....	36	Figura 39. Estación Pocoata.....	119
Figura 12. Distribución porcentual exposición/orientación de laderas dentro de la CRG. ....	36	Figura 40. Estación El Villar. ....	120
Figura 13. Provincias fisiográficas de la CRG.....	38	Figura 41. Estación Chuqui Chuqui.....	120
Figura 14. Área con eventos sísmicos en la zona del Subandino.....	38	Figura 42. Estación Nueva Mundo. ....	120
Figura 15. Parámetros utilizados para la determinación del riesgo de erosión de la CRG.....	42	Figura 43. Estación Padilla. ....	120
Figura 16. Provincias Geológicas.....	52	Figura 44. Estación Mizque.....	121
Figura 17. Regiones Morfológicas presentes en la CRG.....	57	Figura 45. Estación Anzaldo.....	121
Figura 18. Zonas Biogeográficas de Vegetación.....	60	Figura 46. Estación Tiraque. ....	121
Figura 19. Provincias Fisiográficas. ....	80	Figura 47. Estación AASANA (Cochabamba). ....	122
Figura 20. Unidades de Grandes Paisajes. ....	81	Figura 48. Estación Vallegrande. ....	122
Figura 21. Distribución porcentual según tipo de textura. ....	86	Figura 49. Estación Comarapa.....	122
Figura 22. Distribución espacial de arena (en porcentaje y según profundidad).....	88	Figura 50. Estación El Trompillo. ....	123
Figura 23. Distribución espacial de arcilla (en porcentaje y según profundidad). ....	90	Figura 51. Estación San Pedro. ....	123
Figura 24. Distribución espacial de limo (en porcentaje y según profundidad).....	92	Figura 52. Distribución espacial de la precipitación mensual dentro la CRG (2000-2010).....	124
Figura 25. Distribución espacial de la densidad aparente del suelo según profundidad.....	94	Figura 53. Relación precipitación – altitud. ....	126
Figura 26. Relación inversa contenido de carbono orgánico y densidad aparente del suelo. ....	96	Figura 54. Estación Llallagua. ....	126
Figura 27. Distribución espacial de carbono orgánico del suelo según profundidad.....	96	Figura 55. Estación Pocoata.....	126
Figura 28. Distribución espacial de la capacidad de intercambio catiónico según profundidad.....	98	Figura 56. Estación El Villar. ....	127
		Figura 57. Estación Padilla. ....	127
		Figura 58. Estación Chuqui Chuqui. ....	127
		Figura 59. Estación Redención Pampa. ....	127

Figura 60. Estación Mizque. ....	128	Figura 77. Tributarios del río Grande – Potosí, Cochabamba y Chuquisaca. ....	148
Figura 61. Estación Anzaldo. ....	128	Figura 78. Tributarios del río Grande – Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz. ....	148
Figura 62. Estación Tiraque. ....	128	Figura 79. Tributarios del río Grande y confluencia al río Mamoré – Santa Cruz. ....	148
Figura 63. Estación AASANA (Cochabamba). ....	128	Figura 80. Riesgo de inundación dentro la CRG.....	154
Figura 64. Estación Vallegrande. ....	129	Figura 81. Red Vial Fundamental – Corredores Norte – Sur y Este – Oeste. ....	158
Figura 65. Estación Comarapa. ....	129	Figura 82. Extensión del RVF según tipo de carretera. ....	158
Figura 66. Estación Trompillo. ....	129	Figura 83. Distribución de represas a nivel departamental dentro la CRG. ....	161
Figura 67. Estación San Pedro. ....	129	Figura 84. Distribución de represas por material – Departamento de Chuquisaca. ....	162
Figura 68. Distribución espacial de la temperatura media mensual dentro la CRG (2000 – 2010). ....	130	Figura 85. Distribución de represas por material – Departamento de Cochabamba. ....	163
Figura 69. Distribución de estaciones hidrométricas dentro la CRG. ....	134	Figura 86. Distribución de represas por material – Departamento de Potosí.....	163
Figura 70. Estación Vinto. ....	133	Figura 87. Distribución de represas por material – Departamento de Santa Cruz. ....	164
Figura 71. Estación Angosto Molinero. ....	133	Figura 88. Distribución de centros poblados dentro la CRG. ....	178
Figura 72. Estación Nava. ....	133	Figura 89. Densidad demográfica presente en la CRG.....	179
Figura 73. Estación Paraiso. ....	136	Figura 90. Densidad de Centros Educativos (C.E.) dentro la CRG. ....	182
Figura 74. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial mensual dentro la CRG (2000 – 2010). ....	137	Figura 91. Distribución de centros educativos por UH nivel 6. ....	182
Figura 75. Distribución espacial de la frecuencia mensual de heladas dentro la CRG (2000 – 2012).....	142	Figura 92. Densidad de Establecimientos de Salud (E.S.) dentro de la CRG. ....	186
Figura 76. Variación mensual de la dirección de vientos periodo 2008.....	146	Figura 93. Distribución de establecimientos de salud por UH nivel 6. ....	186
		Figura 94. Concesiones mineras existentes en Áreas Protegidas dentro la CRG.....	192
		Figura 95. Pasivos ambientales (2005 – 2008) dentro la CRG. ....	192
		Figura 96. TCO's dentro la CRG. ....	196

## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Vista río Grande - Aiquile (superior) y Valle Grande (inferior).....	20	Imagen 19	Áreas Protegida sen la CRG .....	76
Imagen 2	Vista panorámica de los distintos valles y poblados de la CRG.....	22	Imagen 20	Estado de conservación del valle "Julo Grande" (Municipio de Torotoro) .....	78
Imagen 3	Vista aérea del río Piraí.....	26	Imagen 21	Perfiles de unidades de suelo dominantes dentro de la CRG .....	84
Imagen 4	Vista de montañas y serranías existentes en la CRG .....	32	Imagen 22	Deforestación ANMI Amboró (Departamento de Santa Cruz).....	105
Imagen 5	Erosión (Municipio de Pocoata) .....	40	Imagen 23	Praderas de pastoreo intensivo (Municipio de Concepción) .....	112
Imagen 6	Sedimentación en el río Grande (Abapó - Santa Cruz).....	40	Imagen 24	Tipos de cobertura y uso de la tierra presentes en la CRG.....	113
Imagen 7	Río Chayanta (Municipio de Poacata).....	40	Imagen 25	Precipitación y escorrentía del río Piraí .....	123
Imagen 8	Erosión (Municipio de Quirusillas) .....	41	Imagen 26	Quebrada Estanciu (Municipio El Torno).....	136
Imagen 9	Procesos erosivos existentes en la CRG .....	44	Imagen 27	Ríos principales de la CRG .....	150
Imagen 10	Procesos de erosión en montañas y serranías dentro de la CRG .....	45	Imagen 28	Acceso caminero .....	160
Imagen 11	Serranías "Los Volcanes" (Municipio de Samaipata).....	49	Imagen 29	Represa "La Cañada" (Municipio de Comarapa) .....	164
Imagen 12	Formaciones geológicas existentes en la CRG .....	56	Imagen 30	Medidas GIRH/MIC aplicadas en proyectos de cuenca .....	168
Imagen 13	Presencia de acuíferos - Valle de Cochabamba.....	58	Imagen 31	Vista aérea de la ciudad de Cochabamba y Santa Cruz .....	179
Imagen 14	Vegetación parte alta y media de la CRG .....	66	Imagen 32	Centro educativo del municipio de Vinto .....	183
Imagen 15	Vegetación parte media y baja de la CRG .....	67	Imagen 33	Pueblos indígena originario campesinos presentes en la CRG .....	190
Imagen 16	Municipio de Valle Grande: Bosque Chiquitano transición al Subandino .....	70	Imagen 34	Animales de carga, medios de transporte (Municipio de Arche).....	194
Imagen 17	Bosque Boliviano - Tucumano (Municipio de Lagunillas) .....	72	Imagen 35	Tierras Comunitarias de Origen.....	195
Imagen 18	Cañón Parque Nacional Torotoro (Municipio de Torotoro) .....	75			

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1.	IMAGEN SATELITAL LAND SAT TM 5.....	25	MAPA 26.	MAPA DE COBERTURA USO DE LA TIERRA.....	115
MAPA 2.	MAPA DE LUCES ESTABLES.....	29	MAPA 27.	MAPA DE PRECIPITACIÓN – ANUAL.....	125
MAPA 3.	MAPA DE ALTITUD.....	33	MAPA 28.	MAPA DE TEMPERATURA MEDIA – ANUAL.....	131
MAPA 4.	MAPA DE PENDIENTES.....	35	MAPA 29.	MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA – ANUAL.....	132
MAPA 5.	MAPA DE EXPOSICIÓN.....	37	MAPA 30.	MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA – ANUAL.....	133
MAPA 6.	MAPA DE DENUDACIÓN.....	39	MAPA 31.	MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL – ANUAL.....	138
MAPA 7.	MAPA DE RIESGO DE EROSIÓN.....	43	MAPA 32.	MAPA DE ÍNDICE DE ARIDEZ.....	140
MAPA 8.	MAPA DE FISIOGRAFICO.....	51	MAPA 33.	MAPA DE AGRESIVIDAD CLIMÁTICA.....	141
MAPA 9.	MAPA GEOLÓGICO.....	53	MAPA 34.	MAPA DE FRECUENCIA DE DÍAS DE HELADA – ANUAL.....	143
MAPA 10.	MAPA HIDROGEOLÓGICO.....	59	MAPA 35.	MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	145
MAPA 11.	MAPA DE VEGETACIÓN.....	65	MAPA 36.	MAPA DE VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO.....	147
MAPA 12.	MAPA DE ECOREGIONES.....	73	MAPA 37.	MAPA HIDROGRÁFICO.....	149
MAPA 13.	MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS.....	77	MAPA 38.	MAPA DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS NIVEL 5.....	153
MAPA 14.	MAPA DE ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.....	79	MAPA 39.	MAPA DE INUNDACIONES.....	155
MAPA 15.	MAPA DE SUELOS.....	85	MAPA 40.	MAPA DE ACCESO CAMINERO.....	159
MAPA 16.	MAPA DE TEXTURA.....	87	MAPA 41.	MAPA DE REPRESAS.....	165
MAPA 17.	MAPA DE CONTENIDO DE ARENA.....	89	MAPA 42.	MAPA DE PROYECTOS GIRH/MIC.....	167
MAPA 18.	MAPA DE CONTENIDO DE ARCILLA.....	91	MAPA 43.	MAPA DE PROYECTOS DE RIEGO.....	175
MAPA 19.	MAPA DE CONTENIDO DE LIMO.....	93	MAPA 44.	MAPA DE POBLACIÓN.....	181
MAPA 20.	MAPA DE DENSIDAD APARENTE DEL SUELO.....	95	MAPA 45.	MAPA DE CENTROS EDUCATIVOS.....	185
MAPA 21.	MAPA DE CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO.....	97	MAPA 46.	MAPA DE TIPO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	187
MAPA 22.	MAPA DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO DEL SUELO.....	99	MAPA 47.	MAPA DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	189
MAPA 23.	MAPA DE pH.....	101	MAPA 48.	MAPA DE IDIOMAS.....	191
MAPA 24.	MAPA DE DEFORESTACIÓN (1976 - 2010).....	103	MAPA 49.	MAPA DE ACTIVIDADES MINERAS.....	193
MAPA 25.	MAPA DE FOCOS DE CALOR (2003 - 2013).....	107	MAPA 50.	MAPA DE TIERRAS COMUNITARIAS DE ORIGEN.....	197

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AASANA	Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea.	MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
ANMI	Área Natural de Manejo Integrado.	p.e.	Por ejemplo.
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico.	PDCRG	Plan Director de la Cuenca del Rio Grande.
CRG	Cuenca del Rio Grande.	PN	Parque Nacional.
DEM	Modelo de Elevación Digital.	PNC	Plan Nacional de Cuencas.
EMAGUA	Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua.	PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
ETP	Evapotranspiración Potencial.	PRONAREC	Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuenca.
FAN	Fundación Amigos de la Naturaleza.	RVF	Red Vial Fundamental.
FAO	<i>Food and Agricultural Organization.</i>	SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
FPS	Fondo de Inversión Productiva y Social.	SERGEOTECMIN	Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas .
GAD	Gobierno Autónomo Departamental.	SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas.
GAM	Gobierno Autónomo Municipal.	SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos.	SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mision.</i>
ha	Hectáreas.	TCO	Tierras Comunitarias de Origen.
INE	Instituto Nacional de Estadística.	TDE	Transportadora de Electricidad.
INRA	Instituto Nacional de Reforma Agraria.	TIOC	Territorio Indígena Originario Campesino.
ISRIC	<i>International Soil Reference and Information Centre.</i>	UH	Unidades Hidrográficas.
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón.	USGC	<i>United States Geological Survey.</i>
Km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados.	VIDECI	Viceministerio de Defensa Civil.
m	Metros.	VMEEA	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas.
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.	VRHR	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.
MHNNKM	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.	WAH	Viceministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
MIC	Manejo Integral de Cuencas.	ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical.
		ZONISIG	Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica.





*Río Piraisito (Municipio de San Pedro – Departamento de Santa Cruz)*  
Fuente: L. López.



# CUENCA DEL RÍO GRANDE



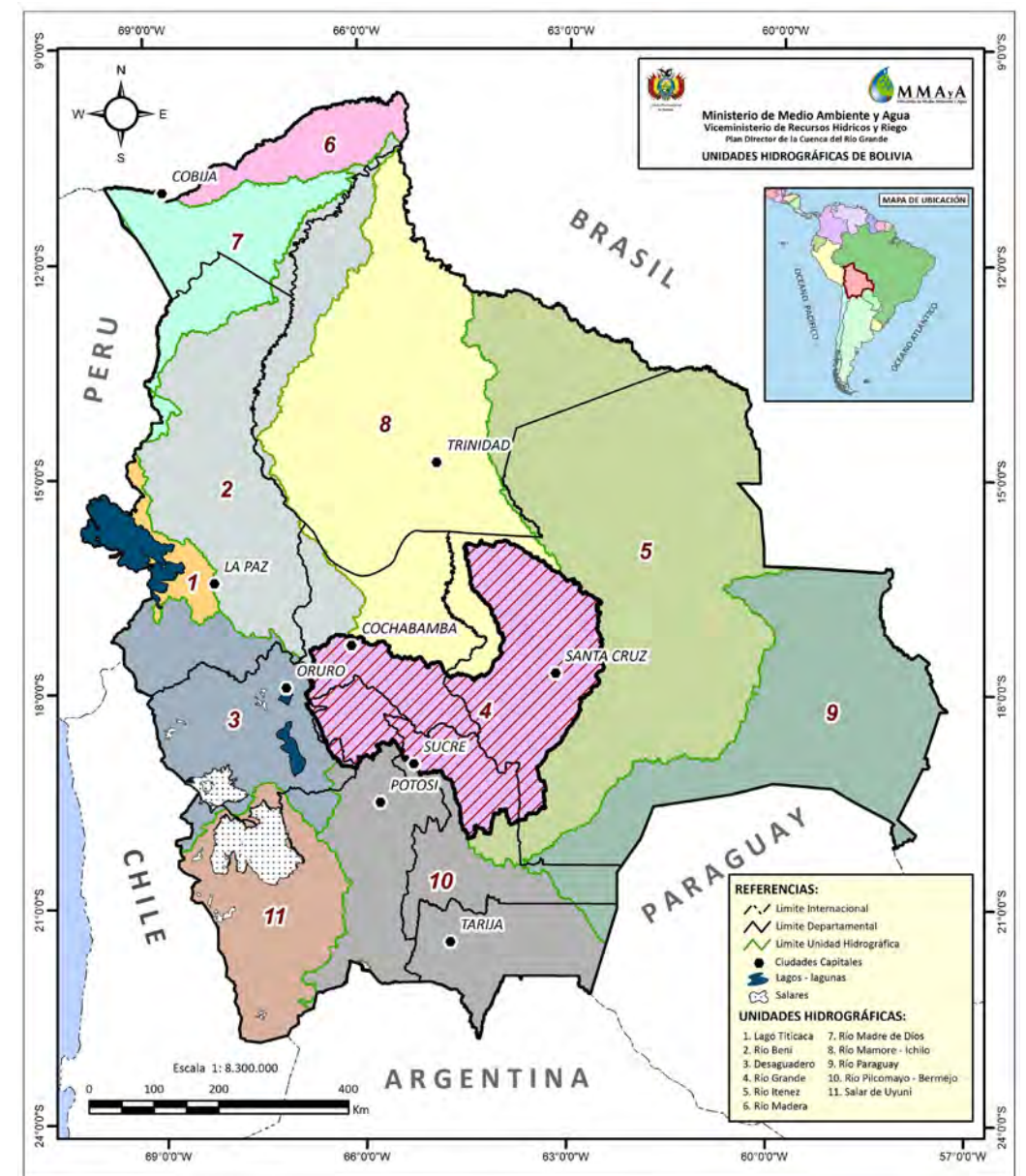
Río Grande (Municipio de Vallegranda - Departamento de Santa Cruz)  
Fuente: Google Earth - Image Cnes/SPOT 2014.



# CUENCA DEL RÍO GRANDE

Bolivia se distribuye en 11 unidades hidrográficas como se describe en el cuadro 1 (Banco Mundial 2010), la Cuenca del Río Grande (CRG) se encuentra ubicada en la parte central (Figura 1), con una extensión territorial de 103,449 km<sup>2</sup> cubriendo aproximadamente el 10% del territorio y albergando al 35% de la población total de Bolivia (Cuadro 1).

**Figura 1.** Unidades Hidrográficas de Bolivia.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Cuadro 1.** Características de las 11 Unidades Hidrográficas de Bolivia.

Nro.	CUENCA	SUPERFICIE		ALTITUD (m)	POBLACIÓN		DENSIDAD POBLACIONAL (Habitante / Km <sup>2</sup> )
		Km <sup>2</sup>	(%)		Habitantes	(%)	
1	Lago Titicaca	13,370.54	1.24	3,500 – 5,950	973,651	11.78	72.82
2	Río Beni	121,895.18	11.29	103 – 6,404	1,331,489	16.11	10.92
3	Desaguadero - Poopo - Coipasa	74,422.72	6.89	3,583 – 6,551	536,635	6.49	7.21
4	Río Grande	103,449.14	9.58	158 – 5,140	2,869,152	34.72	27.73
5	Río Itenez	232,394.03	21.53	129 – 3,248	287,717	3.48	1.24
6	Río Madera	23,970.37	2.22	90 – 292	4,744	0.06	0.20
7	Río Madre de Dios	50,805.94	4.71	105 – 2,783	108,447	1.31	2.13
8	Río Mamore- Ichilo	175,489.09	16.26	0 – 4,666	833,380	10.08	4.75
9	Río Paraguay	119,675.24	11.09	28 – 1,155	76,192	0.92	0.64
10	Río Pilcomayo - Bermejo	102,296.30	9.48	254 – 5,916	1,204,327	14.57	11.77
11	Salar de Uyuni	61,744.37	5.72	3,360 – 4,600	38,404	0.46	0.62
TOTALES		1,079,512.92			8,264,138		7.66

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, actualizado mediante metodología Pfafstetter.

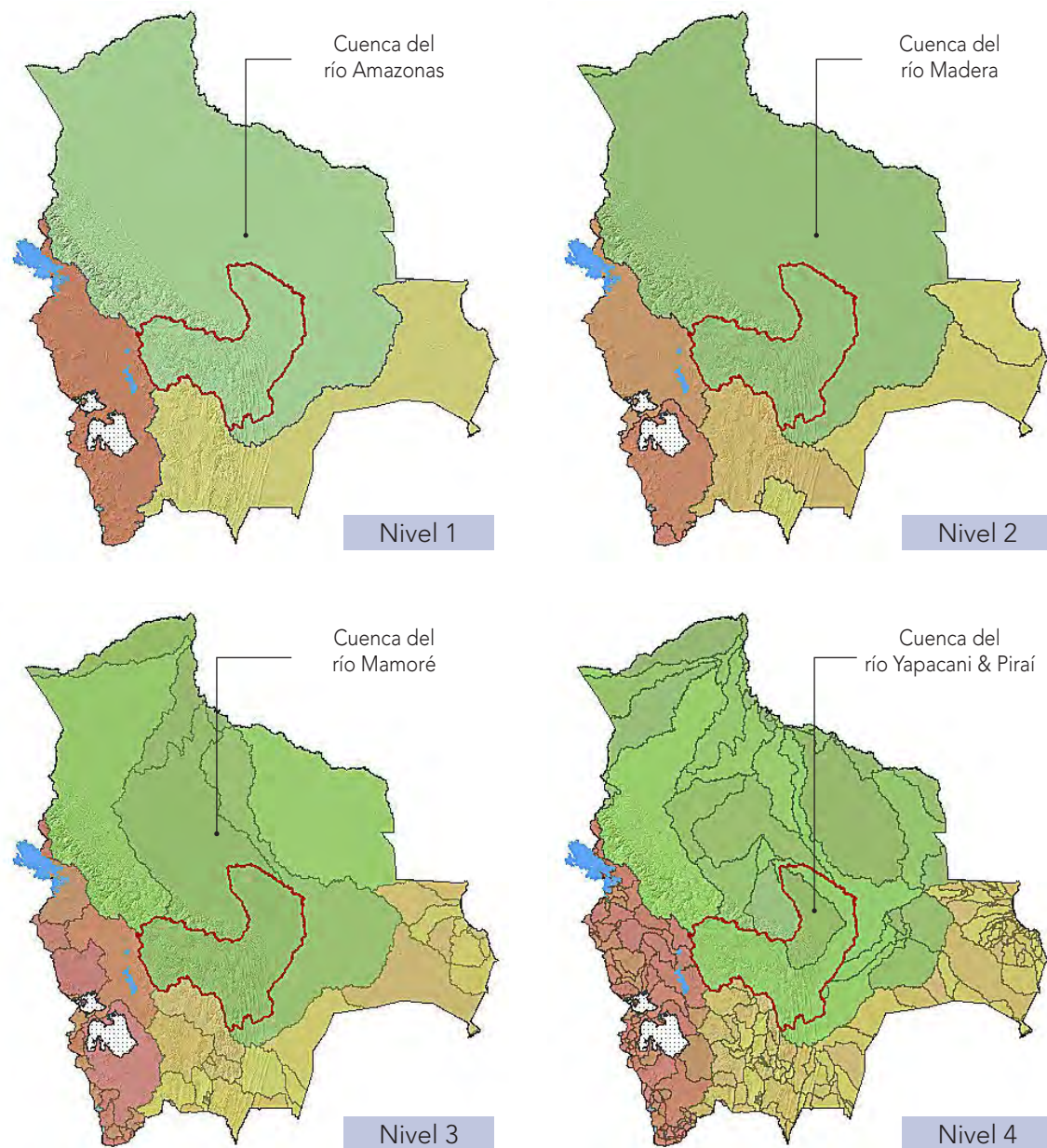
De acuerdo a la delimitación Pfafstetter<sup>1</sup> la CRG forma parte de la Cuenca del Amazonas en el nivel 1, del río Madera en el nivel 2, del río Mamoré en el nivel 3 y en el nivel 4 se encuentra conjuntamente la cuenca del río Yapacani y la del río Piráí (Figura 2), ubicándose entre las coordenadas geográficas 15°55' a 20°15' de latitud Sur y 62°45' a 67°00' de longitud oeste. Nace en las montañas de Oruro, Potosí, Cochabamba y Chuquisaca, hasta ingresar a la cuenca baja, la cual en su totalidad está ubicada en el departamento de Santa Cruz, desembocando posteriormente al río Mamoré (Departamento del Beni).

1 El método Pfafstetter ha sido reconocido por la United States Geological Survey (USGS), quienes realizaron las delimitaciones y codificaciones de cuencas hidrográficas a nivel mundial con apoyo de las Naciones Unidas. La metodología asigna identificadores o códigos a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie o área del terreno; dicho de otro modo, asigna códigos a una cuenca para relacionarla con sus vecinas, locales o internas.

**Imagen 1.** Vista río Grande - Aiquile (superior) y Valle Grande (inferior).

Foto: Henk Van Oosten (superior) – Marcos Pérez (inferior).

**Figura 2.** Ubicación de la Cuenca del Río Grande según Unidades Hidrográficas Pfafstetter.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

La CRG debido a su carácter interdepartamental<sup>2</sup> y en relación al número de municipios y población, presenta una mayor incidencia en los departamentos de Potosí, Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz, llegando a abarcar un total de 108 municipios y con una menor incidencia en el departamento de Oruro (Cuadro 2).

<sup>2</sup> De acuerdo al criterio de parte-aguas, si la cuenca atraviesa dos o más Departamentos se le asigna el prefijo interdepartamental.

**Cuadro 2.** Superficie y número de municipios presentes dentro la CRG.

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE		Nro. MUNICIPIOS (DEPARTAMENTO)
	Km <sup>2</sup>	(%)	
Oruro *	1,034.49	1.00	2
Potosí	11,234.56	10.86	14
Chuquisaca	16,665.63	16.11	17
Cochabamba	19,644.97	18.99	38
Santa Cruz	54,869.35	53.04	37
<b>TOTAL</b>	<b>103,449</b>	<b>100</b>	<b>108</b>

\* La CRG en este departamento cubre una superficie menor al 1% distribuido entre los Municipios de Huanuni y Challapata.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Asimismo de los 108 municipios representativos de la CRG, 63 se encuentran distribuidos en 8 Mancomunidades de Municipios existentes dentro la cuenca. En el siguiente cuadro se presentan las características principales de estas Mancomunidades.

**Cuadro 3.** Mancomunidades de Municipios asentados en la CRG.

MACOMUNIDAD	TOTAL MUNICIPIOS	MUNICIPIOS DENTRO CRG	TOTAL SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	SUPERFICIE DENTRO DE LA CRG	
				Km <sup>2</sup>	%
Cono Sur	12	12	16,637.05	12,064.97	72.52
Norte Potosí	13	13	12,508.21	10,994.44	87.90
Región Andina	5	5	3,544.37	3,045.99	85.94
Chuquisaca Norte	8	7	7,554.32	5,555.72	73.54
Chuquisaca Centro	8	8	8,982.16	6,993.17	77.86
Chaco Chuquisaqueño	5	2	19,164.28	2,881.83	15.04
Valles Cruceños	11	11	14,228.29	12,313.94	86.55
Cuenca del Caine					
- Cochabamba	5	5	8,196.95	8,196.08	99.99
- Potosí *	5	5			
- Chuquisaca **	1	1			
<b>TOTAL ***</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>84,463.15</b>	<b>55,694.53</b>	<b>65.94</b>

\* Municipios que también forman parte de la Mancomunidad de Norte Potosí.

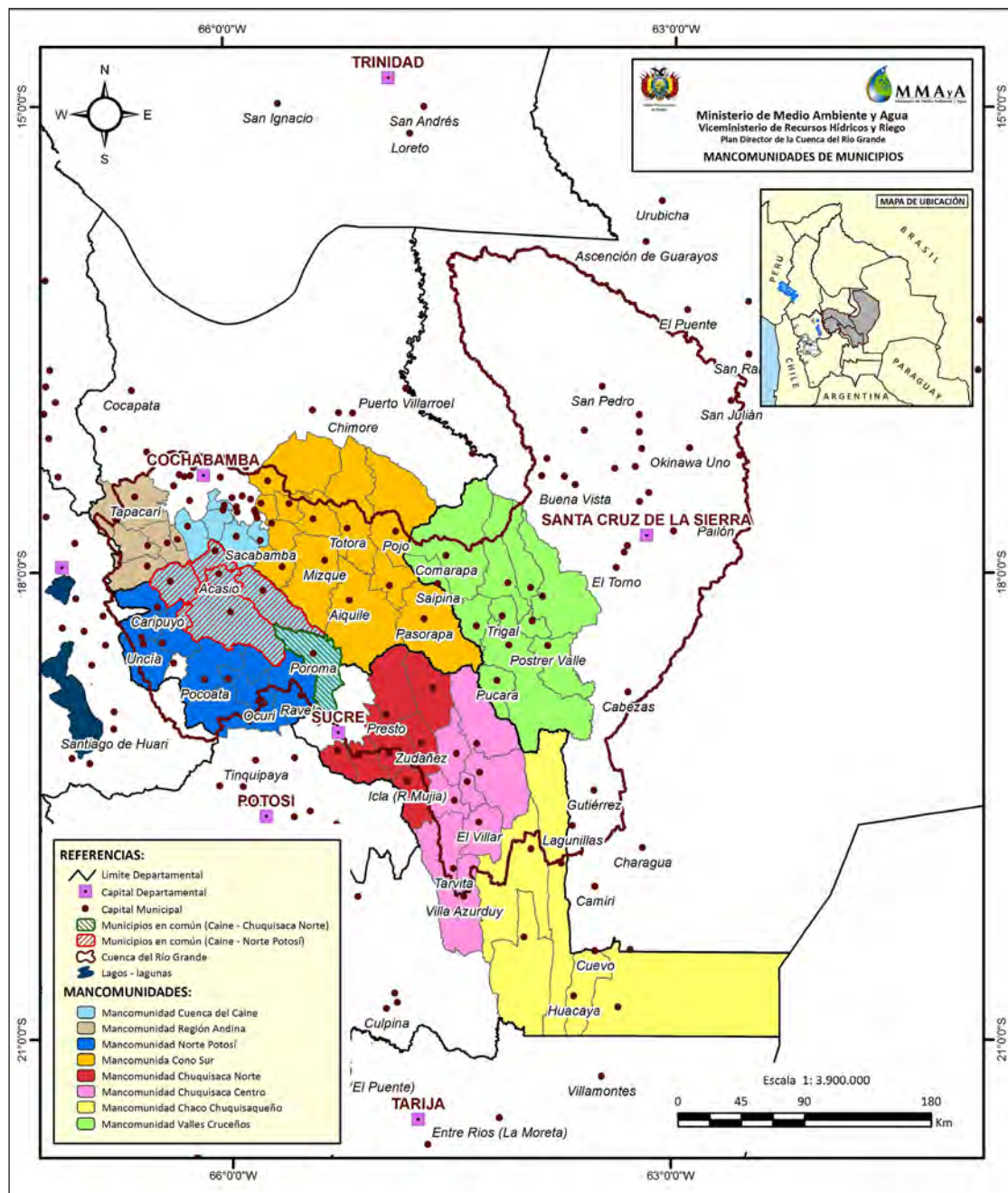
\*\* El Municipio de Poroma forma parte también de la Mancomunidad de Chuquisaca Norte.

\*\*\* El total no toma en cuenta los municipios repetidos que están en dos Mancomunidades.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Los datos del cuadro anterior muestran que en términos de extensión territorial y número de municipios presentes dentro la CRG, las Mancomunidades de Cono Sur, Valles Cruceños, Norte Potosí y Cuenca del Caine son las más representativas (Figura 3).

**Figura 3.** Mancomunidades de Municipios de la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Imagen 2.** Vista panorámica de los distintos valles y poblados de la CRG.



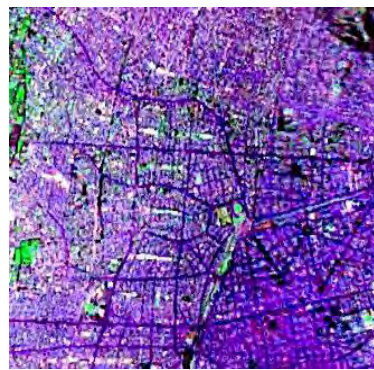
- A. Municipio de Tiraque (Mancomunidad Cono Sur) – Foto: A. Nina.
- B. Municipio de Capinota (Mancomunidad Cuenca del Caine) – Foto: J. Coca.
- C. Municipio de Tacopaya (Mancomunidad Región Andina) – Foto: M. Maldonado.
- D. Municipio de Lagunillas (Mancomunidad Chaco Chuquisaqueño) – Foto: Lecvikin C.
- E. Municipio de Samaipata (Mancomunidad Valles Cruceños) – Foto: J. Valdez.
- F. Municipio de Padilla (Mancomunidad de Chuquisaca Centro) – Foto: I. Thenório

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## IMAGEN SATELITAL (LAND SAT)

La imagen satelital de la CRG corresponde a Land Sat 5 Thematic Mapper (TM) del año 2001, con la combinación de bandas 7, 5, 2 (RGB) (falso color, para el realce de cobertura vegetal). En la imagen se pueden apreciar diferentes coberturas y usos de la tierra presentes en la cuenca (Figura 4).

**Figura 4.** Coberturas y usos de la tierra observadas en Imagen Land Sat TM 5 dentro la CRG.



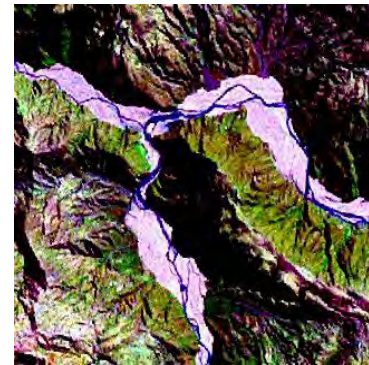
Tonos azules a violetas con una estructura definida, son los centros urbanos y/o rurales distribuidos dentro la CRG.



Tonos desde verde oscuros a claros, están asociados a zonas de agricultura en general en la parte alta y media de la cuenca.



Colores azules a casi negros (en aguas transparentes), son la forma típica de cuerpos de aguas naturales o artificiales (lagos, lagunas, etc.).



Tonos claros a rosados siguiendo los patrones de drenaje, son depósitos de áridos (p.e. arenas, gravas, etc).



Tonos amarillos a verdosos, son herbazales y gramíneas dispersas en la parte media de la cuenca, en la parte alta son generalmente matorrales altoandinos.



Verde amarillento a verde claro, vegetación no dispersa; que se encuentra en la parte alta y media de la cuenca representa bosques montanos.

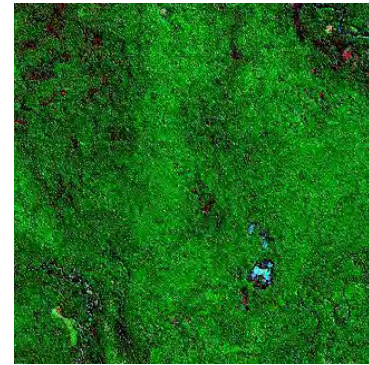


Tonos blancos, son suelos desnudos o con escasa cobertura vegetal (muy dispersa).

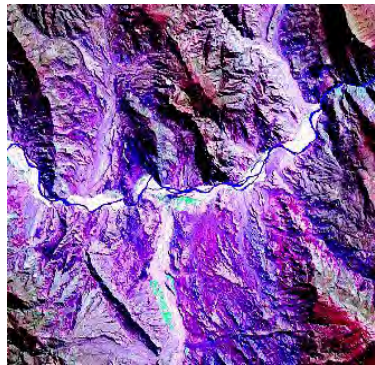




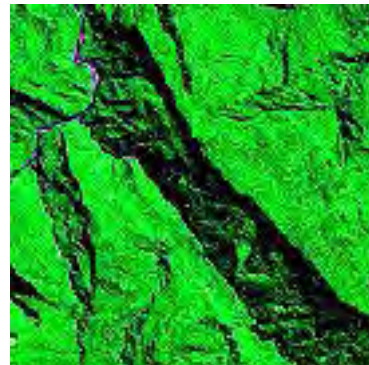
Verde claro o amarillentos con manchas marrones, muestran la presencia de vegetación dispersa.



Verde oscuro o medio en la parte baja de la cuenca (al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra) muestra la presencia de bosques Amazónicos.



Grises mezclados con tonalidades azules y violetas, son afloramientos rocosos generalmente presentes en la parte alta y media de la cuenca.



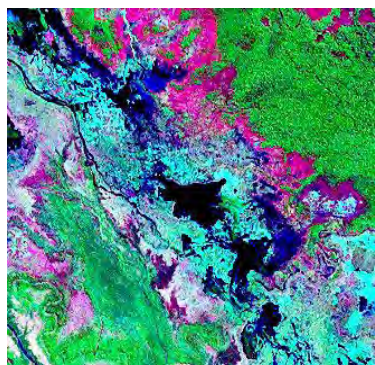
Verde oscuro o medio en serranías de la parte media de la cuenca, son bosques densos del Subandino.



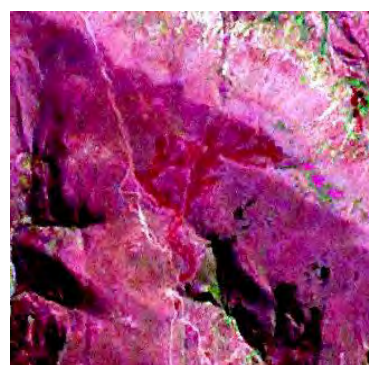
Mezcla de tonalidades violetas y blanco verdosas, son áreas de agricultura comercial existe mayoritariamente en la cuenca baja.



Mosaico de marrones, verdes, violetas y rosados, corresponde a matorrales y a zonas de transición con bosques.



Tonalidades celestes verdosas muestra la presencia de vegetación anegada o inundada.

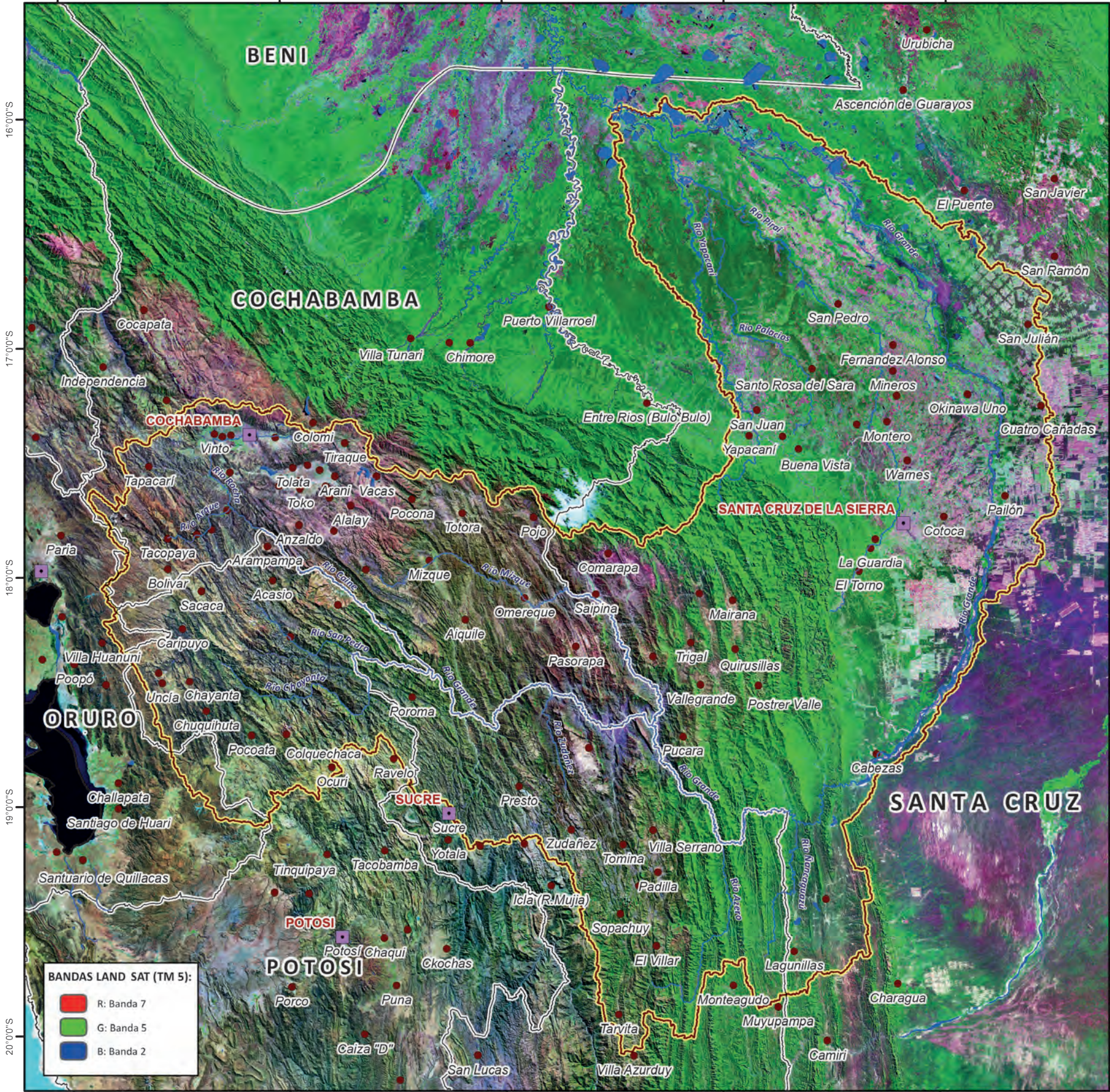


Tonalidades marrones entre colores violetas permiten distinguir áreas húmedas.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Por otro lado, en la misma imagen se pueden distinguir diferentes unidades fisiográficas, p.e. montañas, serranías y colinas de la parte alta y media de la cuenca, donde la red hidrográfica se encuentra bastante desarrollada a diferencia de la parte baja de la cuenca (Figura 5 y 6).

67°0'0"W 66°0'0"W 65°0'0"W 64°0'0"W 63°0'0"W



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

**IMAGEN SATELITAL LAND SAT TM 5**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

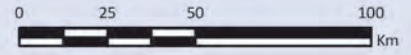
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: NASA - LandSat TM 5

**BANDAS LAND SAT (TM 5):**

- R: Banda 7
- G: Banda 5
- B: Banda 2

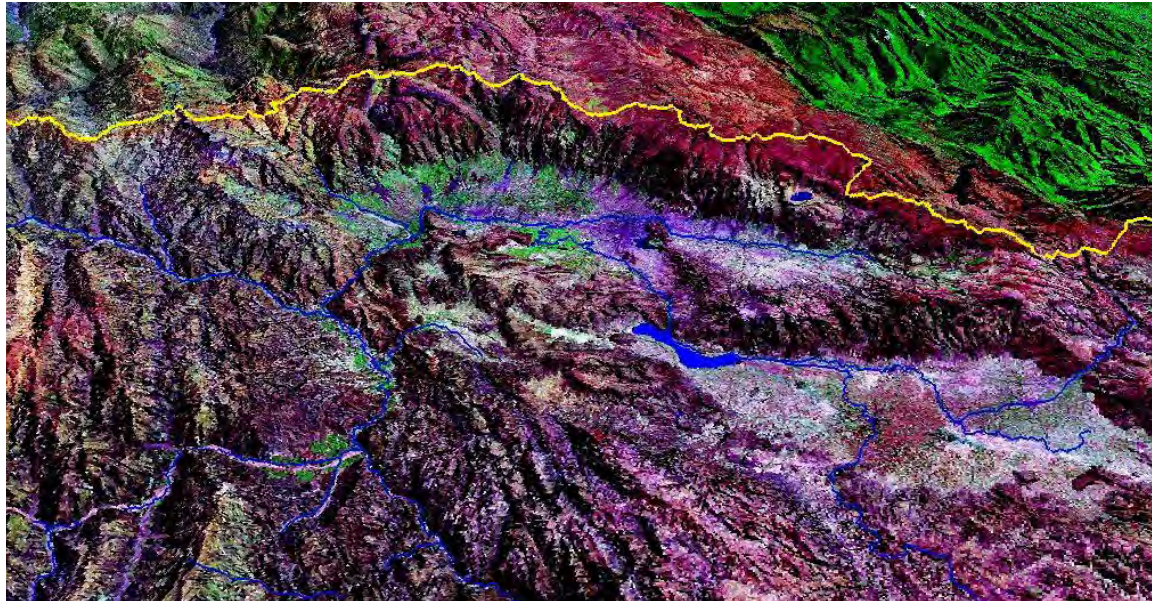
67°0'0"W 66°0'0"W 65°0'0"W 64°0'0"W 63°0'0"W

16°0'0"S  
17°0'0"S  
18°0'0"S  
19°0'0"S  
20°0'0"S

16°0'0"S  
17°0'0"S  
18°0'0"S  
19°0'0"S  
20°0'0"S

**Figura 5.** Vista Satelital Land Sat TM5 (2001) de montañas, serranías y colinas.

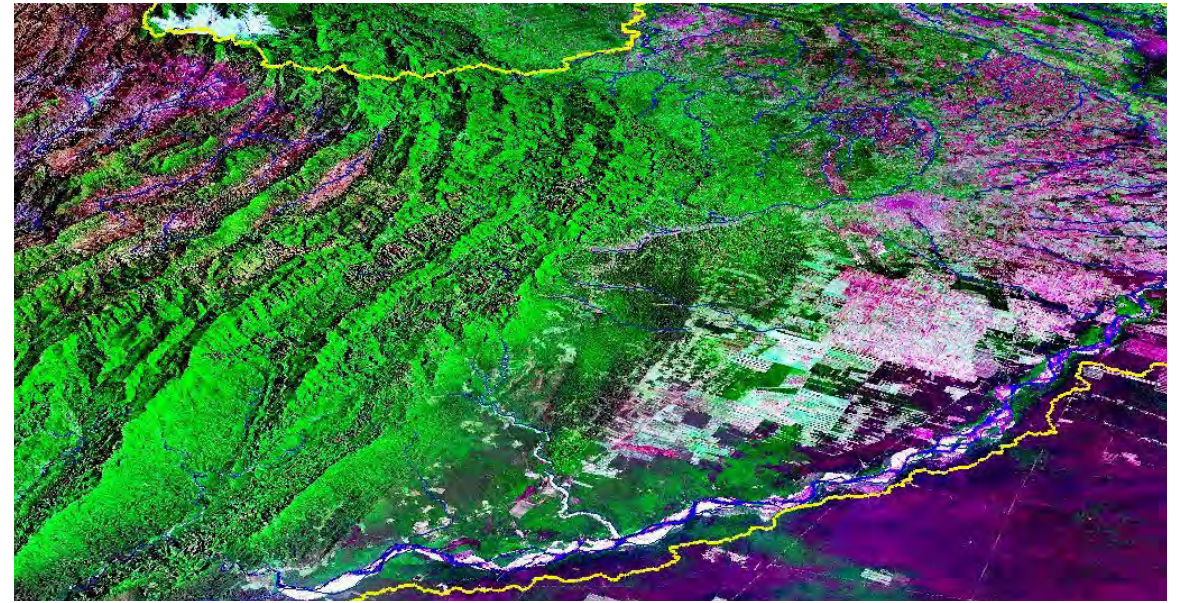
Cuenca alta del río Grande.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 6.** Vista Satelital Land Sat TM5 (2001) de colinas, llanuras de pie de monte y llanuras aluviales.

Cuenca media y baja del río Grande.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Imagen 3.** Vista aérea del río Pirai.



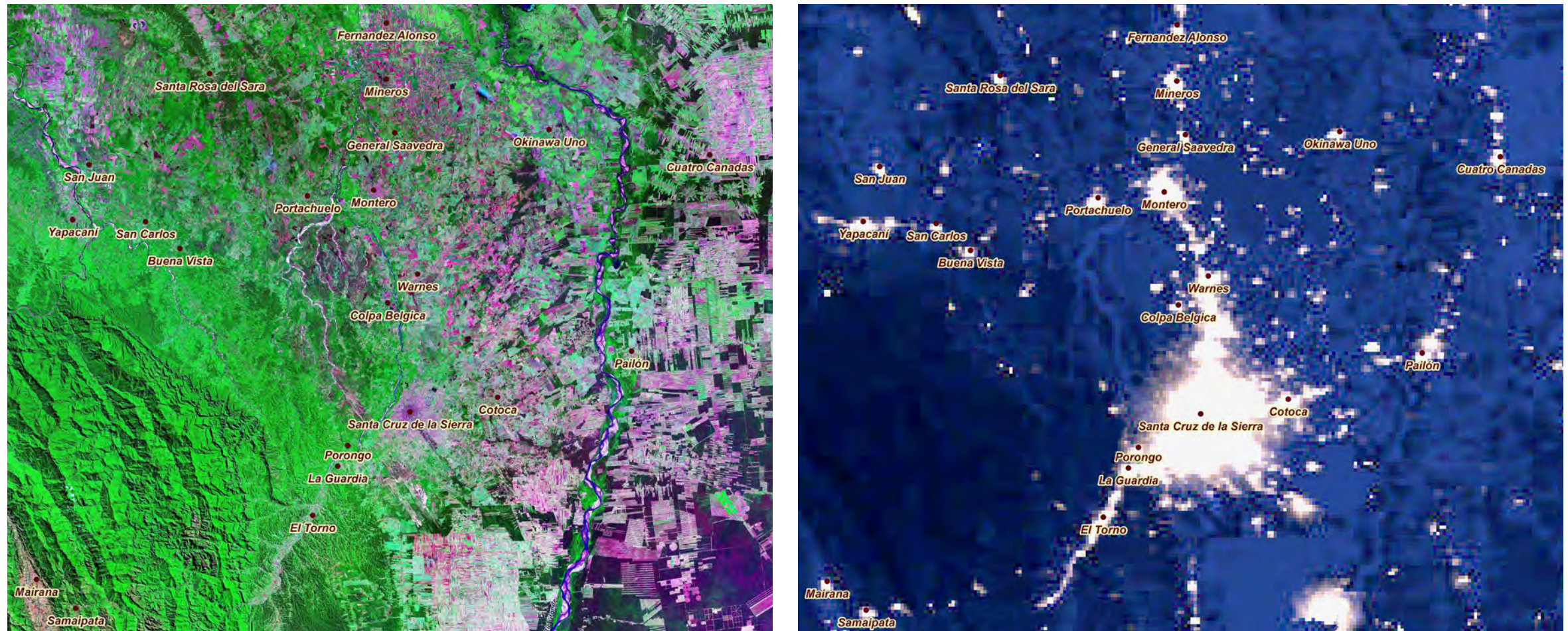
Foto: M. Talavan.

## IMAGEN SATELITAL NOCTURNA (VIIRS)

La imagen satelital de Luces<sup>3</sup> de la CRG corresponde a la composición de datos adquiridos por el sensor VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de la misión Suomi NPP<sup>4</sup> durante abril y octubre 2012. Utilizando su "banda día-noche", llamada así por sus dos pasadas diarias con doce horas de diferencia por un mismo lugar de la Tierra, VIIRS puede realizar las mediciones cuantitativas de luces emitidas y reflejadas, distinguiendo la intensidad y las fuentes que originan las luces nocturnas.

Las luces captadas por el sensor dentro la CRG son provenientes de los principales centros urbanos y rurales de la cuenca que cuentan con luz, y en algunos casos son provenientes de focos de incendios; ambos se presentan como puntos y/o áreas luminosas, donde se distinguen los principales centros urbanos de la cuenca como Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra, que a diferencia de otras imágenes estas permiten ver la distribución de la población; además de ser un indicador del uso de energía y el gasto eléctrico en la cuenca (Figura 7, 8 y 9).

**Figura 7.** Vista satelital del Área Urbana de Santa Cruz: Land Sat TM 5 (izquierda) – Imagen VIIRS (derecha).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

<sup>3</sup> La NASA generó el Mapas de Luces Estables de la Tierra a partir de las captaciones obtenidas por el instrumento VIIRS a bordo de la misión SUOMI NPP.

<sup>4</sup> El satélite SUOMI NPP sobrevuela un punto determinado de la superficie de la Tierra dos veces al día, cerca de la 1:30 a.m. y la 1:30 p.m. La misión describe una órbita polar a 824 kilómetros de altura, y completa 14 órbitas diarias. El instrumento VIIRS dentro el SUOMI NPP detecta la luz en un rango de longitudes de onda desde el verde hasta el infrarrojo cercano, y utiliza técnicas de filtrado para observar señales débiles.

**Figura 8.** Municipio de Samaipata: Vista satelital VIIRS (izquierda) - Vista panorámica (derecha).

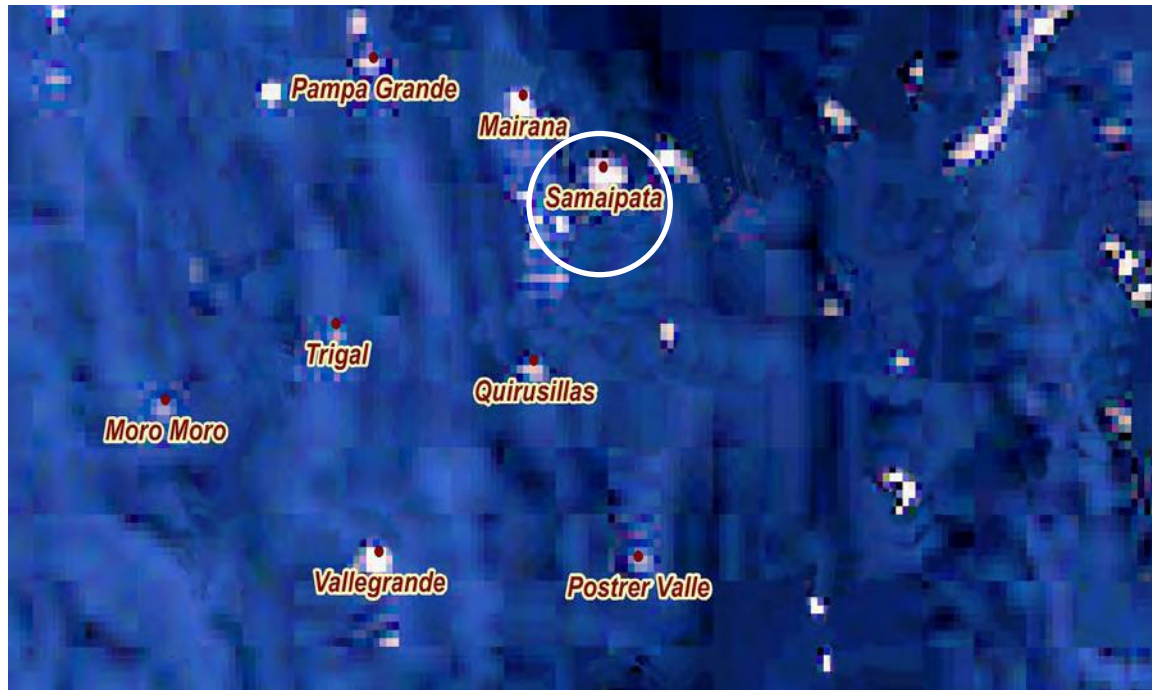
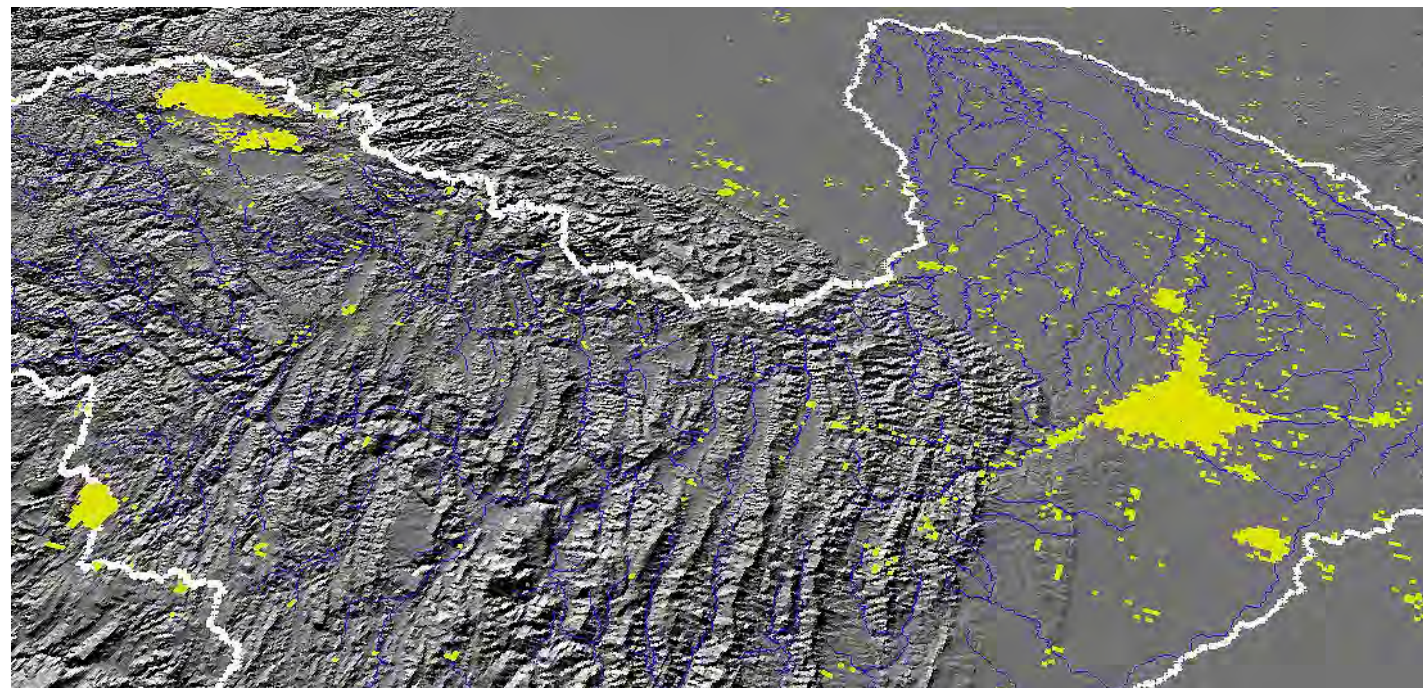
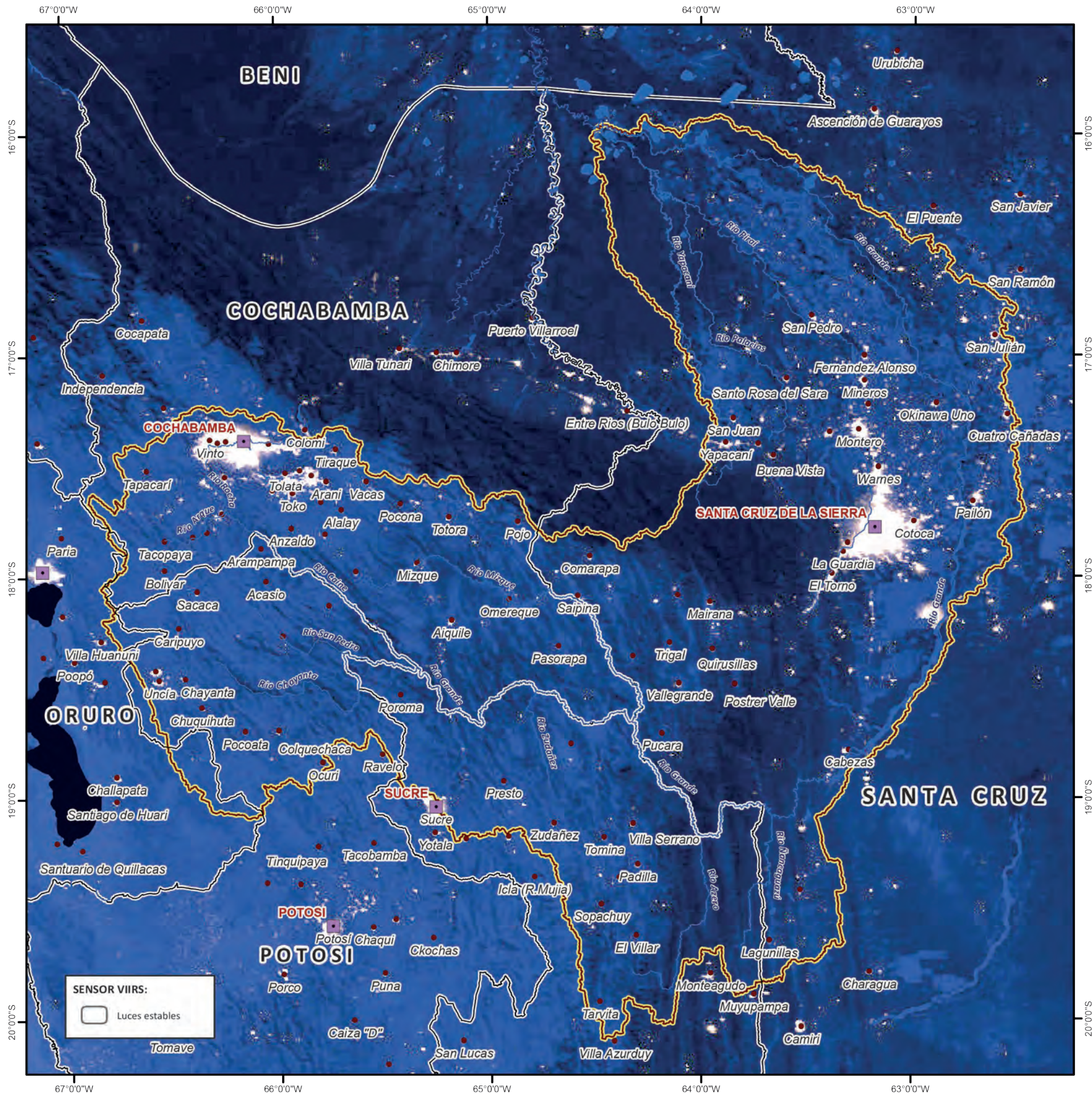


Foto: Henk Van Oosten (derecha)  
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 9.** Vista 3D de la distribución de luces dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

**MAPA DE LUCES ESTABLES**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

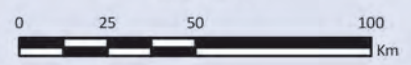
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 NASA - Imagen VIIRS



**Nacientes del río Acacio Tributario de río Caine**  
Fuente: C. Scribba & R. Valda.



# ASPECTOS BIOFÍSICOS



## GRADIENTE ALTITUDINAL

La CRG posee un gradiente altitudinal que oscila desde los 148 hasta los 5,120 m comprende desde las zonas montañosas de la Cordillera Oriental hasta las Llanuras Amazónicas; de acuerdo a los requerimientos establecidos por la FAO y según la clasificación del PNUMA – WCMC formulada en el año 2000, se definen seis clases de intervalos altitudinales<sup>5</sup> dentro la cuenca (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Clasificación de intervalos altitudinales de la CRG.

CLASE	ALTITUD (m)
1	300 – 1,000 m
2	1,001 – 1,500 m
3	1,501 – 2,500 m
4	2,501 – 3,500 m
5	3,501 – 4,500 m
6	> 4,500 m

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a clasificación PNUMA – WCMC (2000).

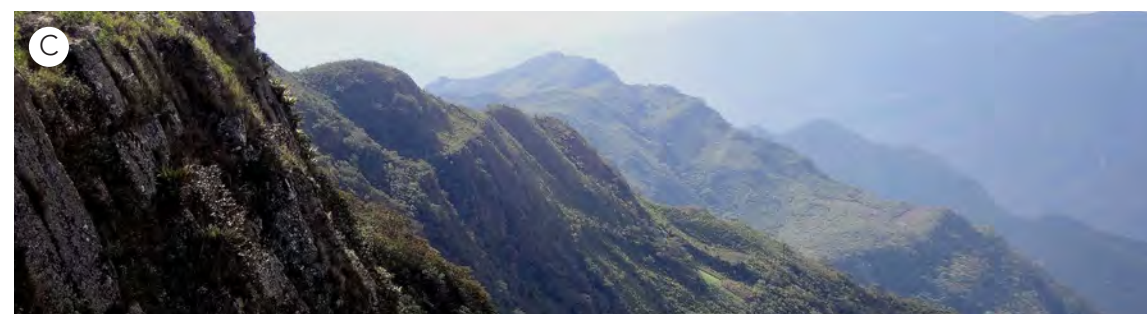
De acuerdo a la categorización altitudinal, el 10% de la superficie de la cuenca se encuentra entre los rangos de 3,500 – 4,500 m, ubicados en las zonas montañosas y serranías de los Departamentos de Cochabamba (p.e. Cordillera del Tunari) y Potosí (p.e. en la Serranía de Livinchuco). Altitudes por encima de los 4,500 m se encuentran en la zona montañosa del Departamento de Potosí.

Los rangos de 2,500 – 3,500 m y 1,500 – 2,500 m representan el 40% de la superficie de la cuenca, cubren las serranías y colinas de los Departamentos de Potosí, Cochabamba y Chuquisaca (p.e. Serranía de Kaskha Orkho), además de la llanura fluvial del Departamento de Cochabamba.

Una superficie del 25% de la cuenca se encuentra entre los rangos 300 – 1,000 y 1,001 – 1,500 m, que abarca a los Departamentos de Chuquisaca y Santa Cruz (p.e. Serranía de San Rafael) con paisajes que varían desde serranías, colinas, y llanuras de pie de monte y aluviales. Altitudes por debajo de los 300 m se presentan solo en la llanura aluvial del Departamento de Santa Cruz.

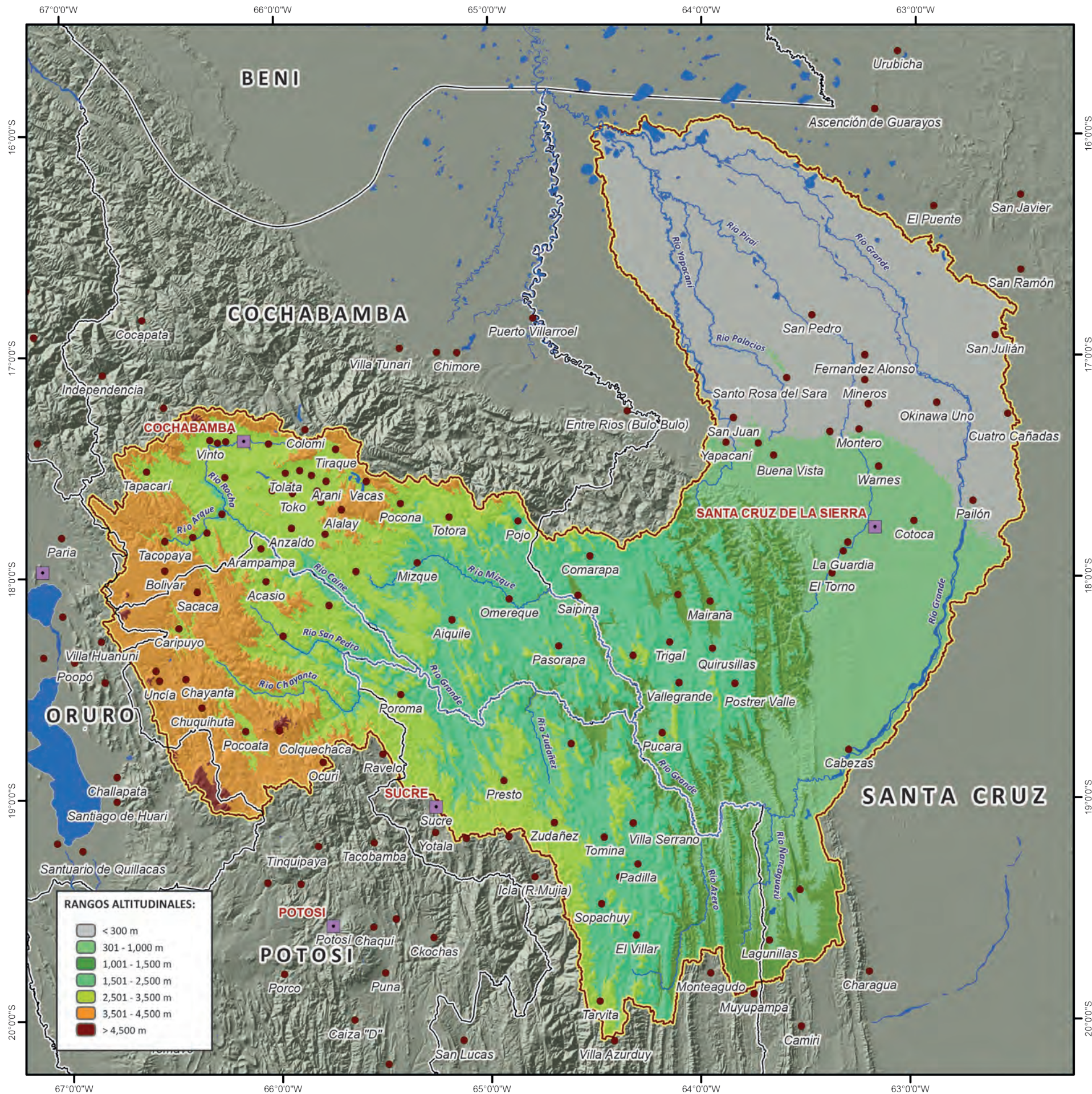
<sup>5</sup> Clasificación que derivó del modelo digital de elevaciones (Digital Elevation Model o DEM), del programa espacial Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) con una resolución de 90 m.

**Imagen 4.** Vista de montañas y serranías existentes en la CRG.



- A. Serranía de Livinchuco (Municipio de Pocoata) – Foto: A. Naumov.
- B. Cordillera del Tunari (Municipio de Vinto) – Foto: E. Balcazár.
- C. Serranía de Kaskha Orkho (Municipio de Padilla) – Foto: F. Villca.
- D. Serranía de San Rafael (Municipio de Samaipata) – Foto: CarmelH.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA DE ALTITUD



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

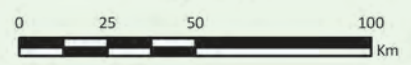
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 DEM SRTM - Proyecto HydroSHED

## PENDIENTES

La pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve existentes en la CRG; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno. En este contexto, existen intervalos bien definidos para describir la pendiente (Pedraza 1996, Oropeza – Orozco 2010).

Asimismo, el análisis de la pendiente se aplica con diversos fines; p.e. para determinar la capacidad agrológica de los suelos, en obras ingenieriles (construcción de represas, carreteras, urbanizaciones, etc.) o en geomorfología (en relación con fenómenos de erosión e inestabilidad de laderas o sedimentación). En este caso, la clasificación de las pendientes dentro la CRG, se basó en categorías más convenientes para la cuenca, que presenta un gradiente altitudinal, que oscila entre los 148 y 5,127 m, y que presenta una topografía variable que se extiende desde la cordillera de los Andes hasta las llanuras Amazónicas.

De acuerdo a los rasgos mencionados y al relieve que presenta la cuenca, se definieron cinco categorías de pendiente que derivó de la información correspondiente al modelo digital de elevaciones (DEM), proveniente del programa espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM)<sup>6</sup> (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Categorías de pendientes derivadas del SRTM.**

INTERVALO (%)	CATEGORÍA
0 – 2	Plano
2.1 – 8	Suave
8.1 – 20	Moderado
20.1 – 30	Pronunciado
30.1 – 50	Muy Pronunciado
> 50	Escarpado

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

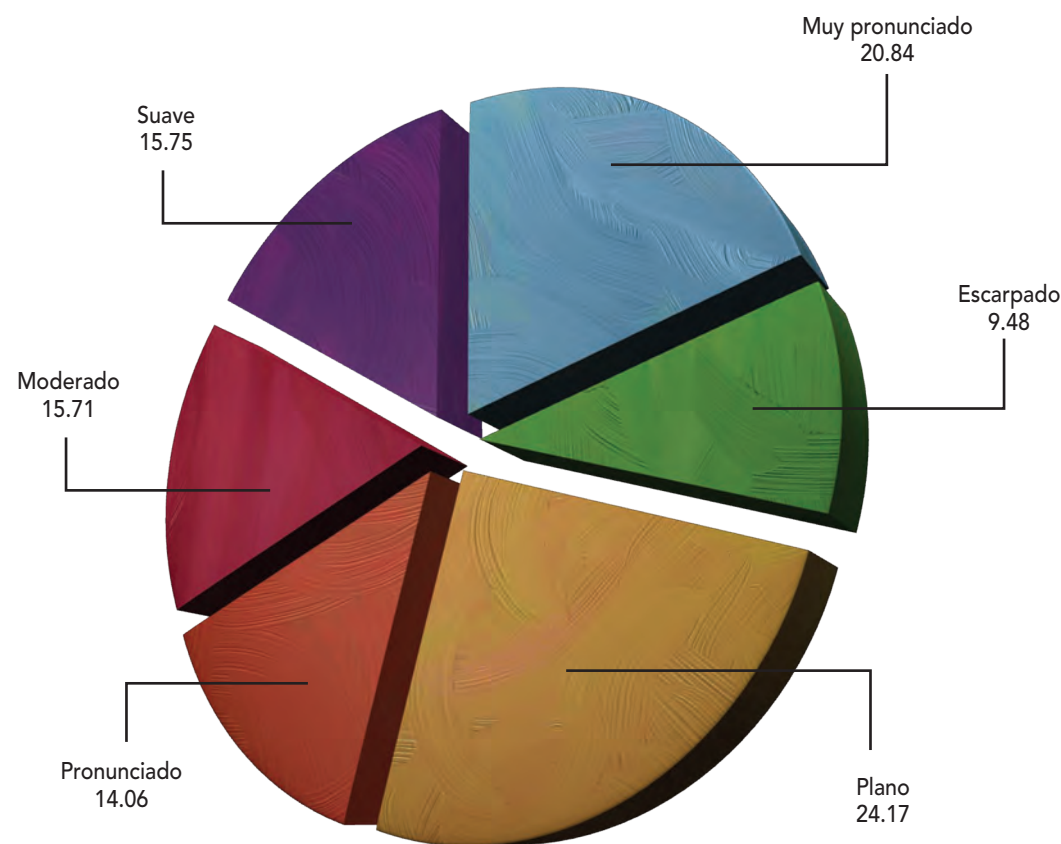
De acuerdo a esta clasificación la cuenca baja se caracteriza por tener planicies con pendiente planas y suaves (de 0 – 8%) (39.91% del área de la cuenca), lo cual favorece la presencia de zonas inundadas o se sean susceptibles a la inundación durante lluvias torrenciales o excepcionales y donde también se da lugar a la acumulación de sedimentos debido a la erosión proveniente de la parte alta y media de la cuenca (Figura 10).

<sup>6</sup> La resolución de los píxeles es de 90 m.

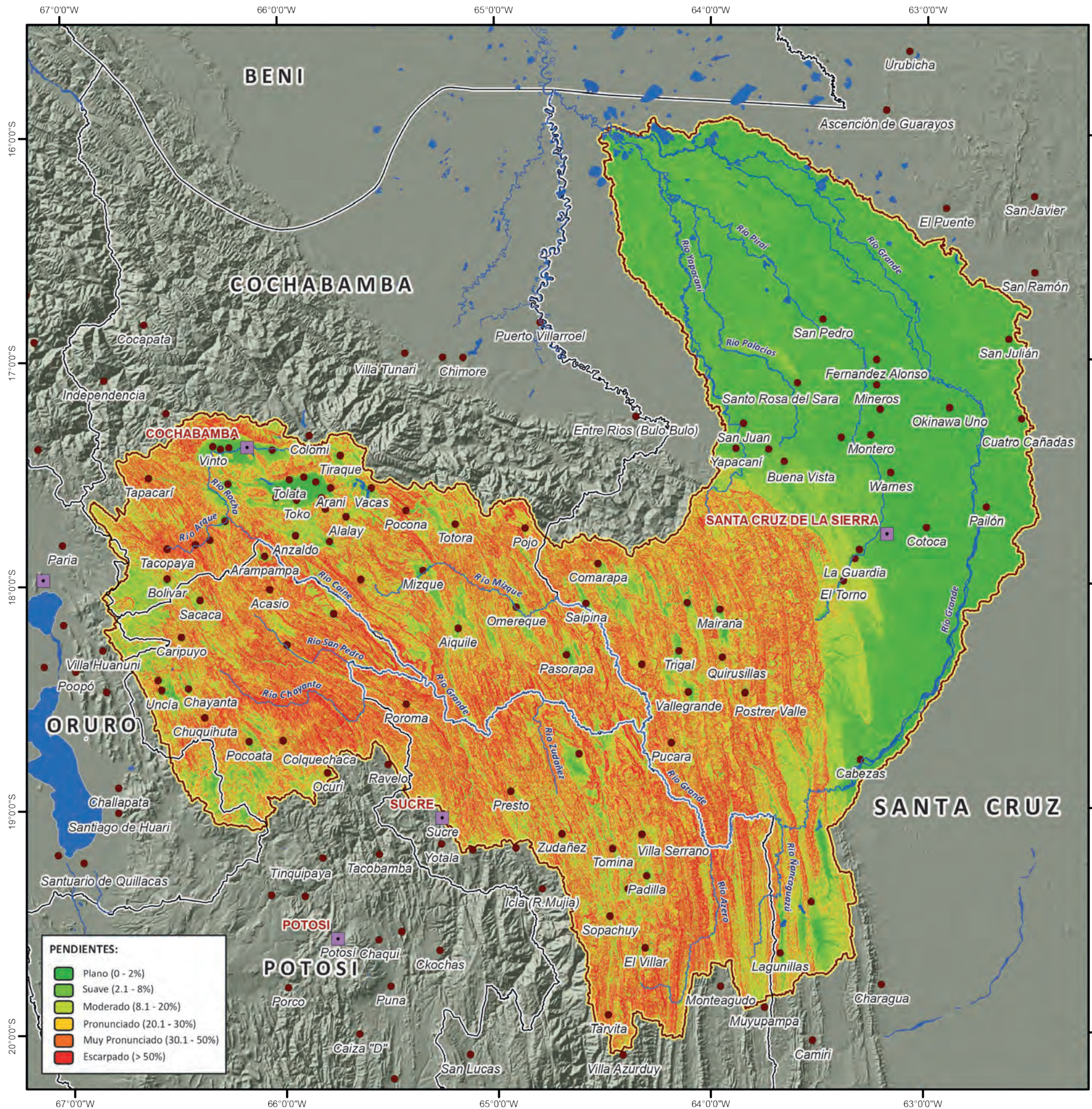
Asimismo, en la cuenca alta y media predominan las zonas montañosas y serranías donde se tienen pendientes pronunciadas (20.1 – 50%) (34.90% del área de la cuenca), así los relieves con estas características se distribuyen en norte-oeste, entre los ríos Caine, Chayanta y San Pedro. Otras áreas de menor extensión con estos valores de pendiente se encuentran hacia centro oeste y sur de la cuenca, en los ríos Mizque y Azero. No obstante también se presentan pendientes planas a suaves en la zona de los valles como en el Municipio de Cochabamba, Mizque y Villa Mojocoya, entre otros.

El menor porcentaje de superficie de la CRG (9.48% aproximadamente) corresponde a las pendientes escarpadas con más de 50%, las cuales se presentan en laderas superiores de montañas y serranías, así como escarpes de la Cordillera Oriental, donde el escurrimiento superficial es más rápido y existe un mayor arrastre de sedimentos a la parte baja de la cuenca.

**Figura 10. Distribución porcentual de pendientes dentro la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA DE PENDIENTES



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

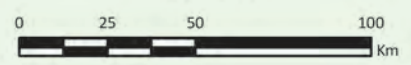
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 DEM SRTM - Proyecto HydroSHED

## EXPOSICIÓN

La exposición<sup>7</sup> u orientación, es un indicador de la dirección de la pendiente, esta relacionada con la variable humedad, en la medida en que afecta el ángulo en el cual la radiación solar entra en contacto con el suelo (Morales 1990). En la CRG las laderas con exposición norte a noreste reciben más calor, son más secas y en épocas más calurosas del año causan mayor sequedad debido al aumento de la evapotranspiración que en laderas con exposición sur o sudoeste debido a que reciben menos sol. De esta forma, laderas con exposición norte reciben iluminación directa del sol durante ocho meses del año, mientras que laderas con exposición hacia el sur reciben iluminación directa apenas cuatro meses del año (Somarriba 2004).

Asimismo, al estar relacionada la orientación íntimamente con la insolación (cantidad de radiación solar), se tienen laderas de solana<sup>8</sup> y umbría<sup>9</sup> dentro la cuenca, las primeras ofrecen una mayor termicidad y una menor humedad que las de umbría. Eso afecta a la vegetación que prefiere normalmente las zonas de umbría y que generalmente son más vegetadas que las solanas. Del mismo modo, las especies xerófitas, es decir, aquellas que prefieren las altas temperaturas y la aridez preferirán las laderas de solana a las de umbría (Figura 11).

**Figura 11.** Laderas de solana y umbría (parteaguas, límite municipios de Torotoro y Mizque).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, derivado de Google Earth (Imagen Cnes/Spot – Digital Globe 2014).

- 7 Es el ángulo que forma la línea de máxima pendiente de un elemento de la superficie del terreno con respecto al Norte geográfico, medido en sentido de las agujas del reloj y derivado del DEM SRTM.
- 8 Laderas que reciben una mayor cantidad de radiación solar, siendo las laderas orientadas hacia el norte.
- 9 Laderas contrarias u opuestas a las laderas en solana, son zonas de sombra orográfica, siendo las laderas de orientación sur.

Para expresar los valores de exposición de laderas dentro la CRG se ha clasificado las mismas en ocho categorías, que son las siguientes:

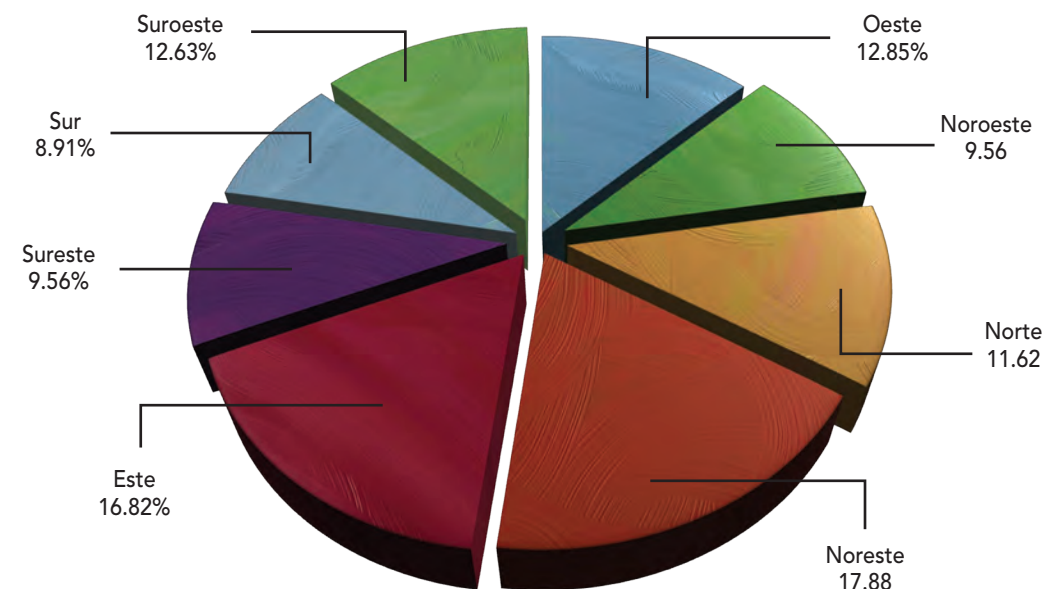
**Cuadro 6.** Categorías de exposición por intervalo de azimut de orientación.

RUMBO/AZIMUT (GRADOS)	ORIENTACIÓN
N (337.51° – 22.5°)	Norte
NE (22.51° – 67.5°)	Noreste
E (67.51° – 112.5°)	Este
SE (112.51° – 157.5°)	Sureste
S (157.51° – 202.5°)	Sur
SO (202.51° – 247.5°)	Suroeste
O (247.51° – 292.5°)	Oeste
NO (292.51° – 337.5°)	Noroeste

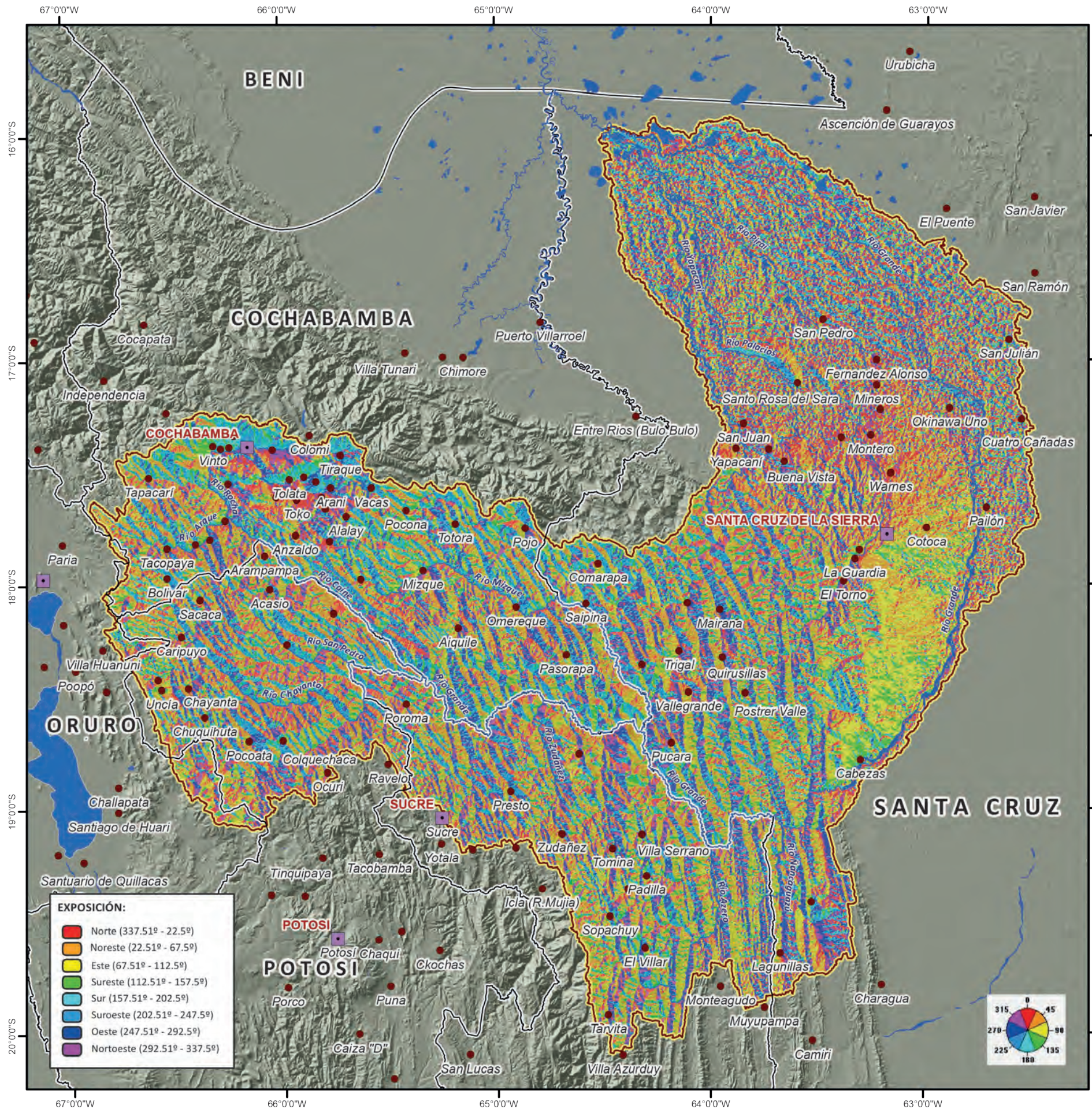
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

De la categorización de los datos de acuerdo a sus diferentes rangos, se tienen la siguiente relación porcentual:

**Figura 12.** Distribución porcentual exposición/orientación dentro de la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA DE EXPOSICIÓN



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

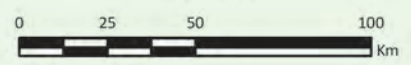
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000

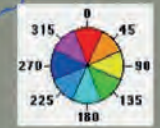


#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 DEM SRTM - Proyecto HydroSHED

**EXPOSICIÓN:**

	Norte (337.51° - 22.5°)
	Noreste (22.51° - 67.5°)
	Este (67.51° - 112.5°)
	Sureste (112.51° - 157.5°)
	Sur (157.51° - 202.5°)
	Suroeste (202.51° - 247.5°)
	Oeste (247.51° - 292.5°)
	Nortoste (292.51° - 337.5°)

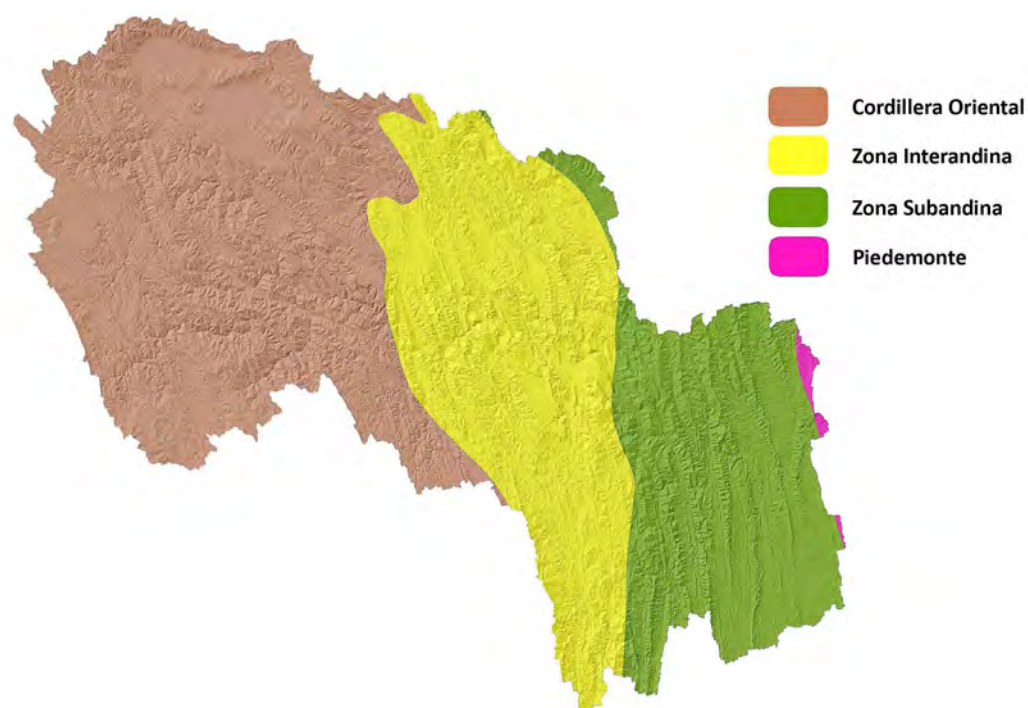


## DENUDACIÓN

Los procesos de denudación en cadenas montañosas y los Andes, en particular son influenciadas por la pendiente, el relieve, la geología, la precipitación, la cobertura vegetal y los procesos tectónicos, entre otros factores. Sin embargo, para la CRG las tasas de denudación no se encuentran influenciadas directamente por estos factores, pero si por la relación área-altitud (curva hipsométrica), la densidad de drenaje y los procesos tectónicos existentes.

Los procesos de denudación mayormente se dan en la parte alta y media de la CRG, en su parte occidental comprende a la Cordillera Oriental, en el área central a la zona Interandina y en la parte baja oriental a la zona del Subandino, en un gradiente altitudinal comprendido entre los 450 a los 5,127 m (Figura 13).

**Figura 13.** Provincias fisiográficas de la CRG.

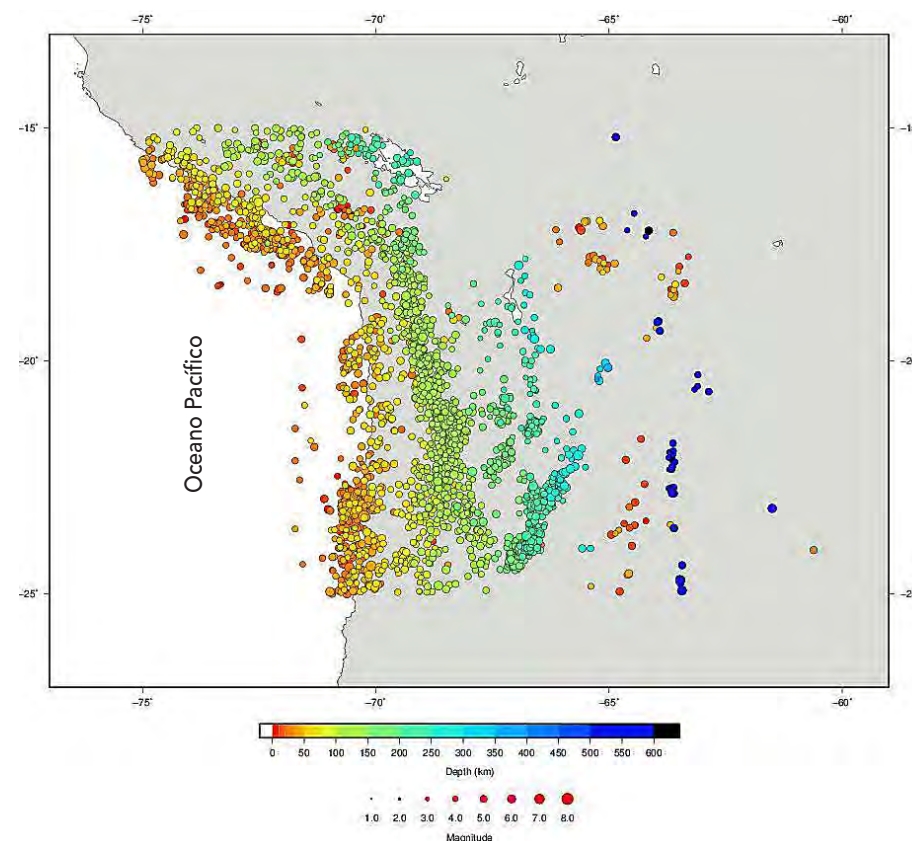


Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Las tasas de denudación de la cuenca alta y media del río Grande presenta una media de  $262 \pm 41$  mm/kyr (milímetros/mil años) (Zeilinger 2012), mayor a la media mundial de 218 mm/kyr (Portenga & Bierman 2011). Donde la cordillera Oriental presenta una media de 88 mm/kyr (rango 7.8 a 799 mm/kyr), la zona Interandina una media de 59 mm/kyr (rango 13 a 171 mm/kyr) y la zona del Subandino una media de 852 mm/kyr (rango de 32 a 1,550 mm/kyr) y en Abapó se tiene un rango ente  $121 \pm 10$  mm/kyr (Zeilinger 2012).

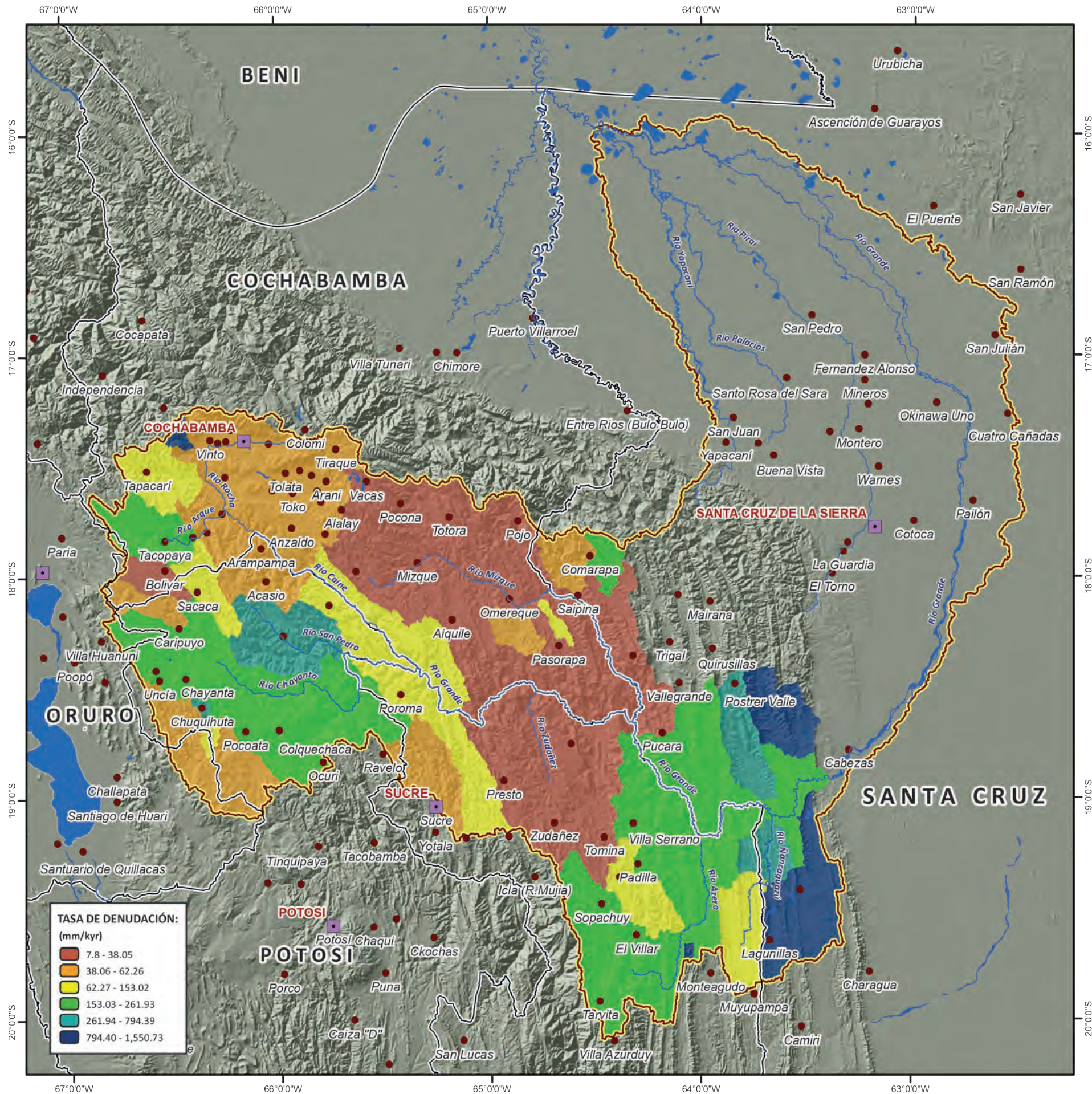
Las tasas de denudación más altas son observadas en la zona Subandina, incluso siendo la zona con más alta vegetación, pero que está bajo la influencia de deformación activa (procesos tectónicos) (Figura 14), otros parámetros geomorfológicos o climáticos no ejercen un control primario sobre la denudación. Por tanto, el riesgo de alto flujo de sedimento dentro de la CRG es generalmente concentrado en la zona del Subandino. No obstante, en cierta medida amortiguada por la corriente de acuerdo a un análisis de nuclidos cosmogénicos<sup>10</sup>. Asimismo, las laderas empinadas con menor vegetación y zonas con debilidad estructural en la zona del Interandino y la Cordillera Oriental, abarcan zonas locales de mayor flujo de sedimento o tasa de erosión.

**Figura 14.** Área con eventos sísmicos en la zona del Subandino.



Fuente: Sismicidad del Catálogo EHB (<http://www.isc.ac.uk/>).

<sup>10</sup> La determinación de las tasas de denudación para la CRG se realizaron mediante el método de nuclidos cosmogénicos que requiere una separación mineralógica tanto física como química de una muestra de sedimentos con el fin de obtener cuarzo limpio, y que por medio de separación cromatográfica se transformo en óxido de berilio, y a través del berilio diez (<sup>10</sup>Be) y el uso de la calculadora CRONUS-Tierra, se determina el tiempo de exposición del berilio y su concentración en el cuarzo.



**MAPA DE DENUDACIÓN**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

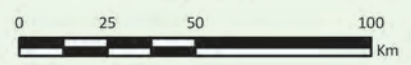
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
ASPNC - Estudio Denudación de la Cuenca del Río Grande



Por otro lado, el aporte de las tasas de denudación para las diferentes provincias fisiográficas de la CRG provienen de diferentes *catchement*<sup>11</sup>, donde se tienen en muchos casos litologías similares: conglomerados, areniscas, en su mayoría limonitas, lutitas y algunas rocas volcánicas, siendo unidades estratigráficas más jóvenes.

En general, el contenido de cuarzo no cambia significativamente en los diferentes *catchement*, debido a que provienen de un mismo origen litológico de rocas Paleozoicas marinas. Sin embargo, no se tiene una tendencia clara que sugiera que cualquier variabilidad del contenido de cuarzo proveniente de las variaciones en la litología tenga un efecto sobre las tasas de denudación dentro la CRG.

**Imagen 5. Paisaje de erosión (Municipio de Pocoata).**



Foto: Alexander Naumov.

**Imagen 6. Sedimentación en el río Grande (Abapó - Santa Cruz).**



Foto: Christian Erb.

**Imagen 7. Río Chayanta (Municipio de Pocoata).**

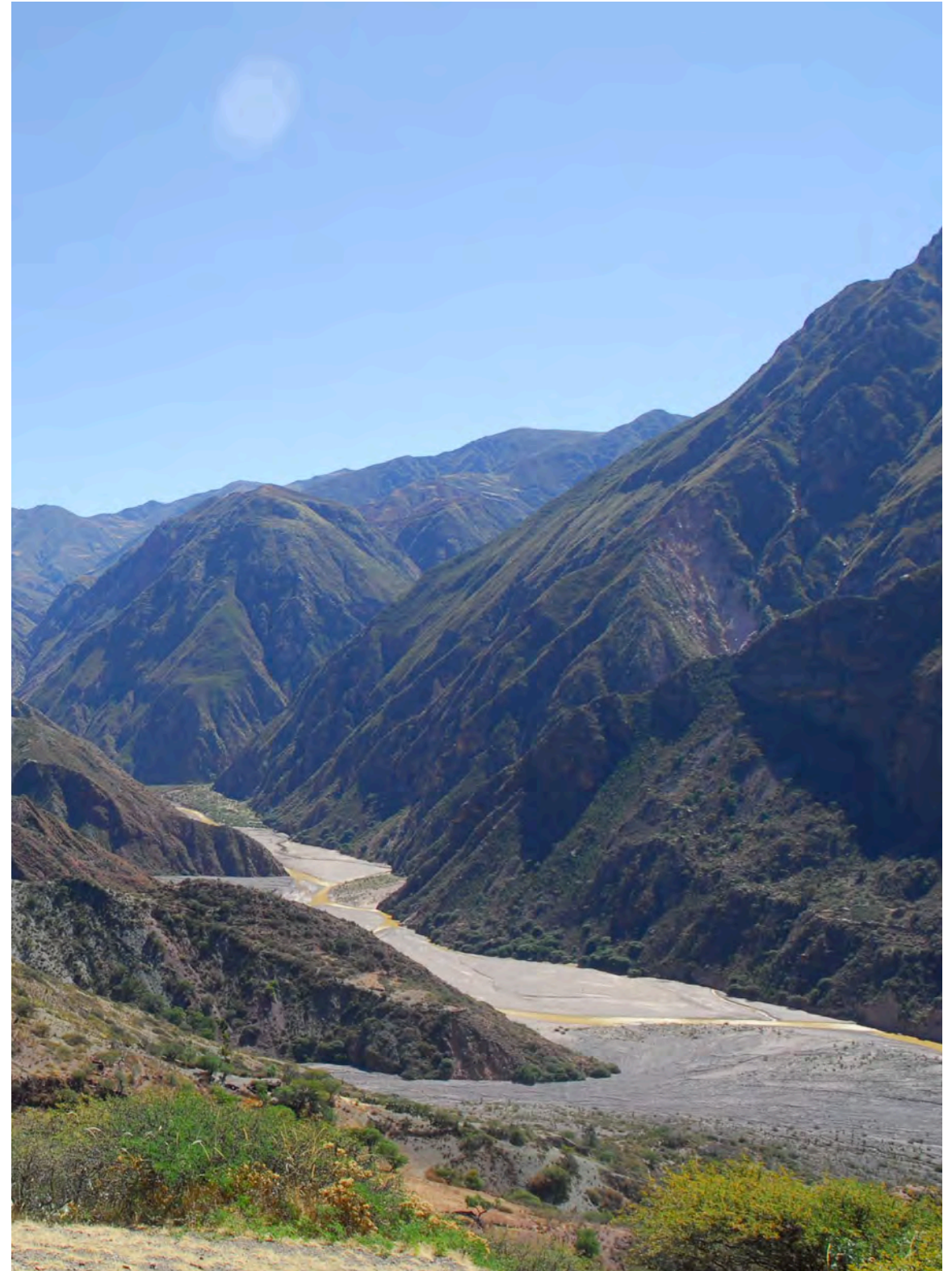


Foto: A. Naumov.

11 Un *catchement* es un área de aporte y que en determinados casos es equivalente a los límites de una cuenca hidrográfica.

Imagen 8. Erosión (Municipio de Quirusillas).

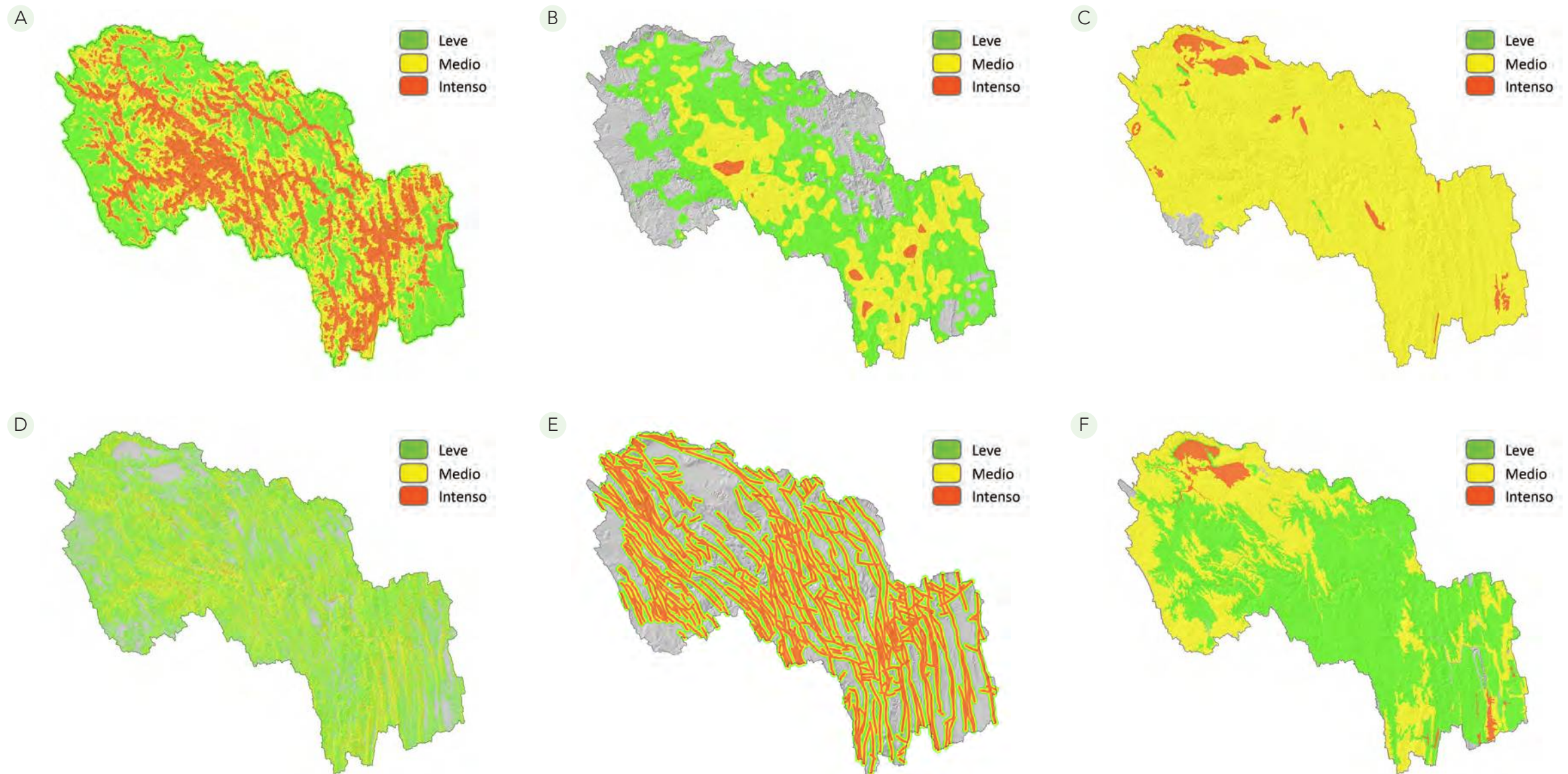


Foto: R. Boneschansker.

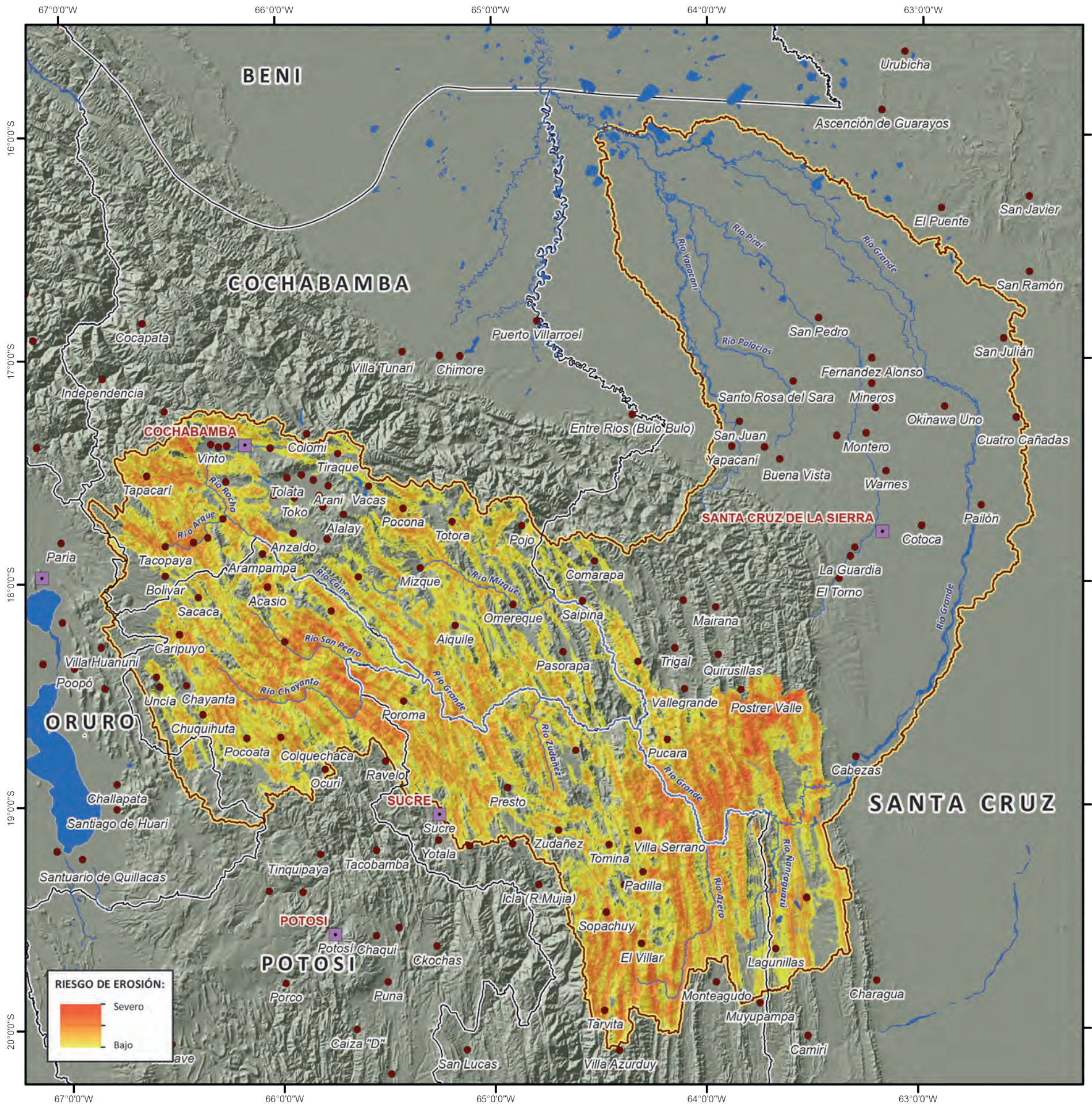
## RIESGO DE EROSIÓN

El riesgo de erosión para la parte alta y media de la CRG parte de la distribución de las tasas de denudación y se basa principalmente en dos tipos de información: la pendiente en rangos continuos expresados en porcentajes y la cobertura vegetal permanente, excluyéndose de esta última tanto los cultivos y suelos desnudos. Adicionalmente se utilizaron otros cuatro parámetros: Precipitación, poder específico de corriente de río, litología y fallas litológicas (Figura 15).

**Figura 15.** Parámetros utilizados para la determinación del riesgo de erosión de la CRG.



A. Riesgo del poder específico de corriente – B. Riesgo de precipitación – C. Riesgo de litología  
 D. Riesgo de inclinación (pendiente) – E. Riesgo de fallas litológicas – F. Riesgo de cobertura vegetal



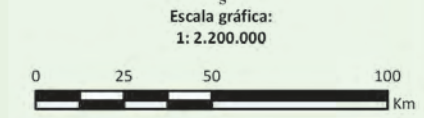
### MAPA DE RIESGO DE EROSIÓN



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - ~ Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 ASPNC - Estudio Denudación de la Cuenca del Río Grande

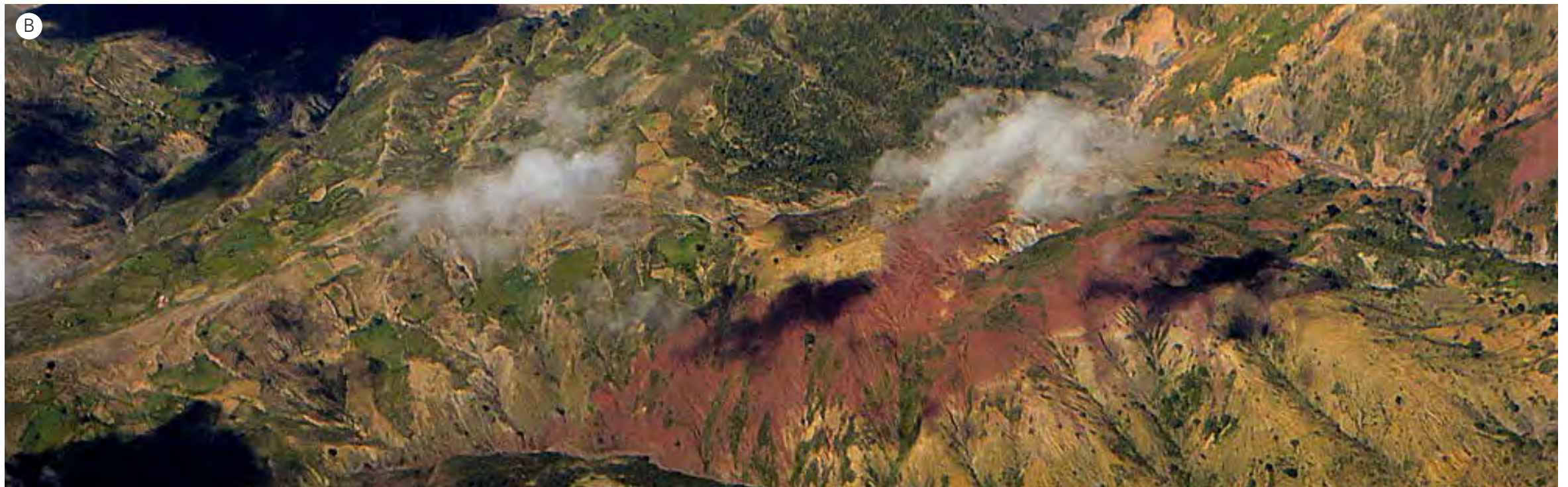
Del cruce de estos parámetros, se determina que el riesgo de erosión en la parte occidental de la cuenca (con escasa presencia de vegetación) coincide con altas elevaciones de las serranías, con pendientes mayores al 50%, además presenta una topografía más abrupta, donde la vegetación tiene más dificultad para desarrollarse. Por tanto, la erosión en la zona está relacionada con la pendiente, donde las pendientes altas favorecen al riesgo de erosión. La parte oriental, en su mayoría tiene cobertura vegetal y coincide con bajas elevaciones, que no superan el 8% de pendiente, donde la erosión está limitada en su mayoría por la presencia en grandes extensiones de cobertura vegetal.

**Imagen 9. Procesos erosivos existentes en la CRG.**



A. Procesos de sedimentación (Municipio de Poroma) – Foto: CarmelH.  
B. Litología existente en montañas de Torotoro (Municipio de Torotoro) – Foto: CarmelH.  
C. Cobertura vegetal dispersa (Municipio de Capinota) – Foto: A. Bladimir.

**Imagen 10.** Procesos de erosión en montañas y cerranias dentro la CRG.



A. Municipio de Poroma – Foto: CarmelH.

B. Municipio de Samaipata – Foto: CarmelH.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## FISIOGRAFÍA

La zona montañosa dentro la CRG pertenece a dos provincias geológicas: La Cordillera Oriental y la faja Subandina; la primera se caracterizan porque el relieve de la zona está invertido, la máxima elevación topográfica coincide con el eje del sinclinal y presentan discordancias angulares; y la segunda presenta una secuencia geológica de areniscas de los sistemas Carbónico, Cretácico y Terciario, que son de grano grueso, friables, porosas, con cemento calcáreo, poco consolidados; características que la hacen débil a los procesos de meteorización y a los agentes erosivos.

De acuerdo al mapa fisiográfico elaborado por la Unidad de Ordenamiento Territorial dependiente de la Dirección General de Ordenamiento Territorial compilado por el SNIDS Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Sostenible, dentro la CRG se tiene las siguientes provincias fisiográficas, grandes paisajes y paisajes (Cuadro 7)

### Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental se encuentra en el oeste de la CRG ocupando una superficie de 50,270.16 km<sup>2</sup>, llegando a formar un complejo de montañas, serranías, colinas, planicies, piedemontes y llanuras; todo como consecuencia de los procesos de compresión, plegamiento, fallamiento e intrusión de cuerpos ígneos y de agentes geodinámicos externos que influyeron en su evolución, experimentando un periodo de acortamiento intenso entre el Oligoceno tardío y Mioceno (Horton & De Celles 1997, Kley *et al.* 1997). La Cordillera Oriental se elevó debido a esfuerzos compresivos que plegaron y fallaron todo el sistema, evento que se inició a fines del Cretácico, lo que contribuyó a la expresión accidentada del relieve.

### Montañas

Las montañas de la Cordillera Oriental se encuentran distribuidas al oeste de la cuenca, en una superficie de 5,632.01 km<sup>2</sup>, donde se distinguen montañas altas y medias.

**Montañas altas**, oscilan en rangos de altitud que varían desde los 2,560 hasta los 5,000 m, con un grado de disección ligera, y una composición litológica de depósitos aluviales, fluvio lacustres, fluvio-glaciales, coluviales, lacustres, morrenas y dunas, como p.e. en los municipios de Sacaba, Tolata, Quillacollo, Tiquipaya y Vinto (Cochabamba); Colquechaca, Llallagua y San Pedro de Buena Vista (Potosí).

**Montañas medias**, oscilan en rangos de altitud desde los 2,040 hasta los 4,900 m, manifestando un grado de disección fuerte, y una composición litológica con presencia de domosvolcánicos, areniscas, limolitas, cuarcitas, pizarras, lutitas, diamictitas, margas y basaltos intercalados, como p.e. en el municipio de Colquechaca (Potosí).

**Cuadro 7. Provincias Fisiográficas – Grandes Paisajes – Paisajes.**

PROVINCIA FISIOGRÁFICA	GRANDES PAISAJES	PAISAJES	AREA (km <sup>2</sup> )
Cordillera Oriental	Colinas	Colinas Altas	3,105.47
		Colinas Bajas	393.75
	Llanuras	Llanura Aluvial	1,804.08
		Llanura Fluvio-Lacustre	891.93
	Montañas	Montañas Altas	1,055.21
		Montañas Medias	4,576.79
	Piedemontes	Llanuras de Piedemonte	296.89
	Planicies	Cuestas	190.03
		Planicies	1,681.65
		Superficie de erosión	231.18
	Serranías	Serranías Altas	11,224.92
		Serranías Medias	21,795.10
		Serranías Bajas	3,023.14
	Subandino	Colinas	Colinas Altas
Colinas Medias			2,862.51
Colinas Bajas			2,169.38
Llanuras		Llanura Aluvial	493.95
Piedemontes		Llanura de Piedemonte	1,354.79
Serranías		Serranías Altas	5,317.28
		Serranías Medias	4,275.51
	Serranías Bajas	2,288.86	
Llanura Chaco-Beniana (B)	Colinas	Colinas Bajas	272.20
	Llanuras	Llanura Aluvial	29,704.00
Llanura Chaco-Beniana (H)	Piedemontes	Llanura de Piedemonte	252.39
	Piedemontes	Llanuras de Piedemonte	6.37
Cuerpo de Agua	Cuerpo de agua	Agua	280.86
Urbano	Urbano	Urbano	114.32

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Serranías

Las serranías de la Cordillera Oriental se encuentran en la parte alta y central de la cuenca, en una superficie de 36,043.17 km<sup>2</sup>, donde se tienen serranías altas, medias y bajas.

**Serranías altas**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 900 hasta los 5,000 m, con un grado de disección fuerte, y una composición litológica con presencia de conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, cuarcitas, margas y basaltos intercalados. Este tipo de paisaje está presente en los municipios de Misque, Alalay, Pocona y Sipe Sipe (Cochabamba); Torotoro, San Pedro de Buena Vista y Ravelo (Potosí); Poroma, Sucre, Presto, Villa Mojocoya, Padilla, Villa Alcalá, El Villar, Villa Azurduy y Padilla (Chuquisaca).

**Serranías medias**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 750 hasta los 5,100 m, con un grado de disección fuerte, con una composición litológica compuesta por conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, margas y basaltos intercalados. Paisaje que se presenta en los municipios de Tapacari, Tacopaya, Arque, Mizque, Pocona, Omereque, Aiquile, Pasorapa, Totoro, Pojo (Cochabamba); Sacaca, Uncia, Pocoata, Ravelo y San Pedro de Buena Vista (Potosí); Tarabuco, Presto, Tomina, Tarvita y Villa Serrano (Chuquisaca); Salpina, Moro Moro, Pucara, Valle Grande, Comarapa, Pamapa Grande y Valle Grande (Santa Cruz).

**Serranías bajas**, que oscila en un gradiente altitudinal desde los 1,530 hasta los 4,300 m, con un grado de disección fuerte, con una composición de arenisca, lutitas y limolitas, margas, diapiros intercalan tobas y lavas. Paisaje presente en el municipio de Zudañez, Sopachuy y Tomina (Chuquisaca); Colquechaca, Chayanta, Caripuyo y Sacaca (Potosí); Anzaldo, Vila Vila, Totoro y Pojo (Cochabamba) y Comarapa (Santa Cruz).

## Colinas

Las colinas de la Cordillera Oriental se encuentran principalmente de la parte alta de la cuenca, en una superficie de 3,499.22 km<sup>2</sup>, donde se tienen colinas altas y bajas.

**Colinas altas**, oscilan en un gradiente altitudinal que va desde los 1,500 hasta los 4,700 m, presentando un grado de disección fuerte, con una composición litológica de depósitos aluviales, fluvio lacustres, fluvio glaciales, coluviales, lacustres, morrenas y dunas. Este paisaje está presente en los municipios de Tarata, Santibañez, Anzaldo, Sacabamba, Arani y Tacachi (Cochabamba); Pocoata, Colquechaca y San Pedro de Buena Vista (Potosí) y Villa Mojocoya (Chuquisaca).

**Colinas bajas**, oscilan en un gradiente altitudinal que va desde los 860 hasta los 2,600 m, presentando un grado de disección fuerte, con una composición litológica de areniscas, limolitas, cuarcitas, pizarras, lutitas y lavas almohadilladas. Este tipo de paisaje está presente en los municipios de Padilla, Villa Alcalá y Villa Serrano (Chuquisaca).

## Llanuras

Las llanuras de la Cordillera Oriental se encuentran en la parte central de la cuenca, con una superficie de 2,696.01 km<sup>2</sup>, donde se tiene la presencia de llanuras aluviales y fluvio lacustres.

**Llanuras aluviales**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 1,000 hasta los 4,000 m, con una disección moderada, y presencia de una litología de conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, margas y basaltos intercalados. Paisaje presente en los municipios de Mizque, Aiquile, Omereque y Saipina (Cochabamba); Sucre, Presto y Zudañez (Sucre); Trigo, Quirusillas, Pampa Grande y Vallegrande (Santa Cruz).

**Llanuras fluvio-lacustres**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 2,500 hasta los 3,500 m, con una disección ligera, y presencia de una litología de conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, margas y basaltos intercalados. Paisaje presente en los municipios de Colcapirhua, Cochabamba, Sacaba, Cliza, Punata, Arbieta, Quillacollo y Vinto (Cochabamba).

## Planicies

Las planicies de la Cordillera Oriental se encuentran en la parte oeste y central de la cuenca, con una superficie de 2,102.86 km<sup>2</sup>, donde se tiene la presencia de planicies, cuestras y superficies de erosión.

**Planicies**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 3,300 hasta los 4,800 m, con una disección fuerte, y presencia de una litología de areniscas, limolitas, cuarcitas, pizarras, lutitas y lavas almohadilladas. Paisaje presente en los municipios de Bolívar (Cochabamba); Caripuyo, Llallagua y Colquechaca (Potosí).

**Cuestras**, oscila en un gradiente altitudinal desde los 1,000 hasta los 3,000 m, con una disección moderada, y presencia de una litología de areniscas, lutitas y limolitas. Paisaje presente principalmente en el municipio de Pasorapa (Cochabamba).

## Piedemontes

Los piedemontes de la Cordillera Oriental se encuentran en la parte oeste y sur de la cuenca, con una superficie 296.89 km<sup>2</sup>. Oscilando en un gradiente altitudinal desde los 4,400 hasta los 1,200 m, con disección moderada, y presencia de areniscas principalmente.

## Subandino

El subandino comprende una faja longitudinal plegada y de corrimiento, con litologías que consisten en rocas sedimentarias marinas siliciclásticas paleozoicas y rocas sedimentarias continentales mesozoicas y terciarias. Dentro la CRG se encuentra en la parte central ocupando una superficie de 22,486.29 km<sup>2</sup>, llegando a formar un complejo de colinas, llanuras, serranías y piedemontes.



## Colinas

Las colinas de la Faja Subandina se encuentran distribuidas en el centro este de la cuenca, en una superficie de 8,755.89 km<sup>2</sup>, donde se distinguen colinas altas, medias y bajas.

**Colinas altas**, oscilan en rangos de altitud que varían desde los 200 hasta los 1,300 m, con un grado de disección fuerte, y una composición litológica de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas, como p.e. en los municipios de San Carlos, Porongo, Buena Vista, El Torno y Cabezas (Santa Cruz); Padilla y Villa Serrano (Chuquisaca).

**Colinas medias**, oscilan en rangos de altitud que varían desde los 400 hasta los 1,900 m, con un grado de disección fuerte, y una composición litológica de areniscas, conglomerados, arcilitas, calizas y yeso, como p.e. en los municipios de Samaipata, Postrer Valle, Cabezas y Gutiérrez (Santa Cruz); Muyupampa y Monteagudo (Chuquisaca).

**Colinas bajas**, oscilan en rangos de altitud que varían desde los 250 hasta los 2,500 m, con un grado de disección fuerte, y una composición litológica de diamictitas, areniscas y lutitas, como p.e. en los municipios de Postrer Valle, Gutiérrez, Buena Vista, Porongo, San Carlos, Colapa Belgica, El Torno, Quirusillas y Samaipata (Santa Cruz).

## Serranías

Las serranías de la faja Subandina se encuentran en la parte central de la cuenca, en una superficie de 11,881.65 km<sup>2</sup>, donde se tienen serranías altas, medias y bajas.

**Serranías altas**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 500 hasta los 3,000 m, con un grado de disección fuerte, y una composición litológica con presencia de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas. Este tipo de paisaje está presente en los municipios de El Villar, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano (Chuquisaca); Vallegrande, Poster Valle, Samaipata, Pampa Grande, Mairana y Quirusillas (Santa Cruz).

**Serranías medias**, oscilan en un gradiente altitudinal desde los 400 hasta los 2,600 m, con un grado de disección fuerte, con una composición litológica compuesta por diamictitas, areniscas

y lutitas. Paisaje que se presenta en los municipios de Pampa Grande, Mairana, Samaipata, Buena Vista, Poster Valle, Vallegrande, Lagunillas y Gutiérrez (Santa Cruz); Muyupampa, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano (Chuquisaca).

**Serranías bajas**, que oscila en un gradiente altitudinal desde los 2,200 hasta los 400 m, con un grado de disección fuerte, con una composición de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas. Paisaje presente en los municipios de Muyupampa y Monteagudo (Chuquisaca); Samaipata, Cabezas, El Torno y Buena Vista (Santa Cruz).

## Llanuras

Las llanuras de la faja Subandina se encuentran en la parte central de la cuenca, con una superficie de 493.95 km<sup>2</sup>, donde se tiene la presencia de llanuras aluviales que oscilan en un gradiente altitudinal desde los 300 hasta los 2,000 m, con un grado de disección moderada, y presencia de una litología de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas. Paisaje presente en los municipios de Muyupampa (Chuquisaca); Gutiérrez, Cabezas, Postrer Valle, Mairana, Samaipata, El Torno y La Guardia (Santa Cruz).

## Piedemontes

Los piedemontes de la faja Subandina se encuentran en la parte central de la cuenca, con una superficie de 1,354.79 km<sup>2</sup>. Osilando en un gradiente altitudinal desde los 300 hasta los 1,700 m, con disección fuerte, y con litología de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas.

## Llanura Chaco-Beniana

La llanura Chaco-Beniana comprenden sedimentos aluviales, los que suprayacen a sedimentitas rojas terciarias de más de 6 km de espesor, las que a su vez descansan sobre un basamento de rocas paleozoicas y mesozoicas precámbricas. Dentro la CRG se encuentra en la parte este, ocupando una superficie de 30,234.96 km<sup>2</sup>, llegando a formar un complejo de colinas bajas, llanuras aluviales y de piedemonte, en un gradiente altitudinal que se extiende desde los 200 a los 3,000 m.

Imagen 11. Serranías “Los Volcanes” (Municipio de Samaipata).



## REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

El mapa fisiográfico de la CRG, la leyenda presenta códigos y colores para representar las diferentes unidades de paisaje, cada unidad presenta un código (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Códigos asignados por unidad de paisaje.**

LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km <sup>2</sup> )
CmaM	Montañas Altas, con disección Moderada	941.10
CmaL	Montañas Altas, con disección Ligera	114.12
CmwF	Montañas Medias, con disección Fuerte	2,611.26
CmwM	Montañas Medias, con disección Moderada	1,444.94
CmwL	Montañas Medias, con disección Ligera	520.59
CsaF	Serranias Altas, con disección Fuerte	8,262.81
CsaM	Serranias Altas, con disección Moderada	2,962.11
CswF	Serranias Medias, con disección Fuerte	11,175.13
CswM	Serranias Medias, con disección Moderada	10,619.97
CsbF	Serranias Bajas, con disección Fuerte	2,474.94
CsbM	Serranias Bajas, con disección Moderada	548.20
CcaF	Colinas Altas, con disección Fuerte	526.24
CcaM	Colinas Altas, con disección Moderada	2,336.95
CcaL	Colinas Altas, con disección Ligera	242.28
CiiM	Llanuras de Piedemonte, con disección Moderada	76.12
CiiL	Llanuras de Piedemonte, con disección Ligera	220.77
CplL	Superficie de erosión, con disección Ligera	231.18
CpuM	Cuestas, con disección Moderada	190.03
CpnF	Planicies, con disección Fuerte	221.25
CpnM	Planicies, con disección Moderada	1,460.40
CflL	Llanura Fluvio Lacustre, con disección Ligera	891.93
CIIM	Llanura Aluvial, con disección Moderada	738.70
CIIL	Llanura Aluvial, con disección Ligera	1,065.38
SsaF	Serranias Altas, con disección Fuerte	5,269.82
SsaM	Serranias Altas, con disección Moderada	47.46
SswF	Serranias Medias, con disección Fuerte	3,510.65
SswM	Serranias Medias, con disección Moderada	764.86

SsbF	Serranias Bajas, con disección Fuerte	1,270.90
SsbM	Serranias Bajas, con disección Moderada	1,017.96
ScaF	Colinas Altas, con disección Fuerte	1,721.31
ScaM	Colinas Altas, con disección Moderada	2,002.69
ScwF	Colinas Medias, con disección Fuerte	1,707.33
ScwM	Colinas Medias, con disección Moderada	1,155.18
ScbF	Colinas Bajas, con disección Fuerte	633.95
ScbM	Colinas Bajas, con disección Moderada	912.71
ScbL	Colinas Bajas, con disección Ligera	622.72
SiiF	Llanura de Piedemonte, con disección Fuerte	126.92
SiiM	Llanura de Piedemonte, con disección Modera	1,032.28
SiiL	Llanura de Piedemonte con disección Ligera	195.60
SIIM	Llanura Aluvial, con disección Moderada	185.91
SILL	Llanura Aluvial, con disección Ligera	308.04
HiiM	Llanuras de Piedemonte, con disección Moderada	6.37
BcbF	Colinas Bajas, con disección Fuerte	272.20
BiiL	Llanura de Piedemonte, con disección Ligera	252.39
BIIA	Llanura Aluvial, Antigua	9,855.56
BIII	Llanura Aluvial, Inundable	901.31
BIE	Llanura Aluvial, Eolica	2,450.57
BIIP	Llanura Aluvial, Amplia	3,662.69
BIIS	Llanura Aluvial, Estrecha	875.16
CcbF	Colinas Bajas, con disección Fuerte	393.75
BIIR	Llanura Aluvial, Reciente	11,958.71
Urbano	Urbano	114.32
A	Agua	280.86

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

## MAPA DE FISIOGRAFÍA



### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

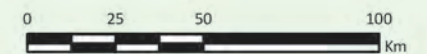
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

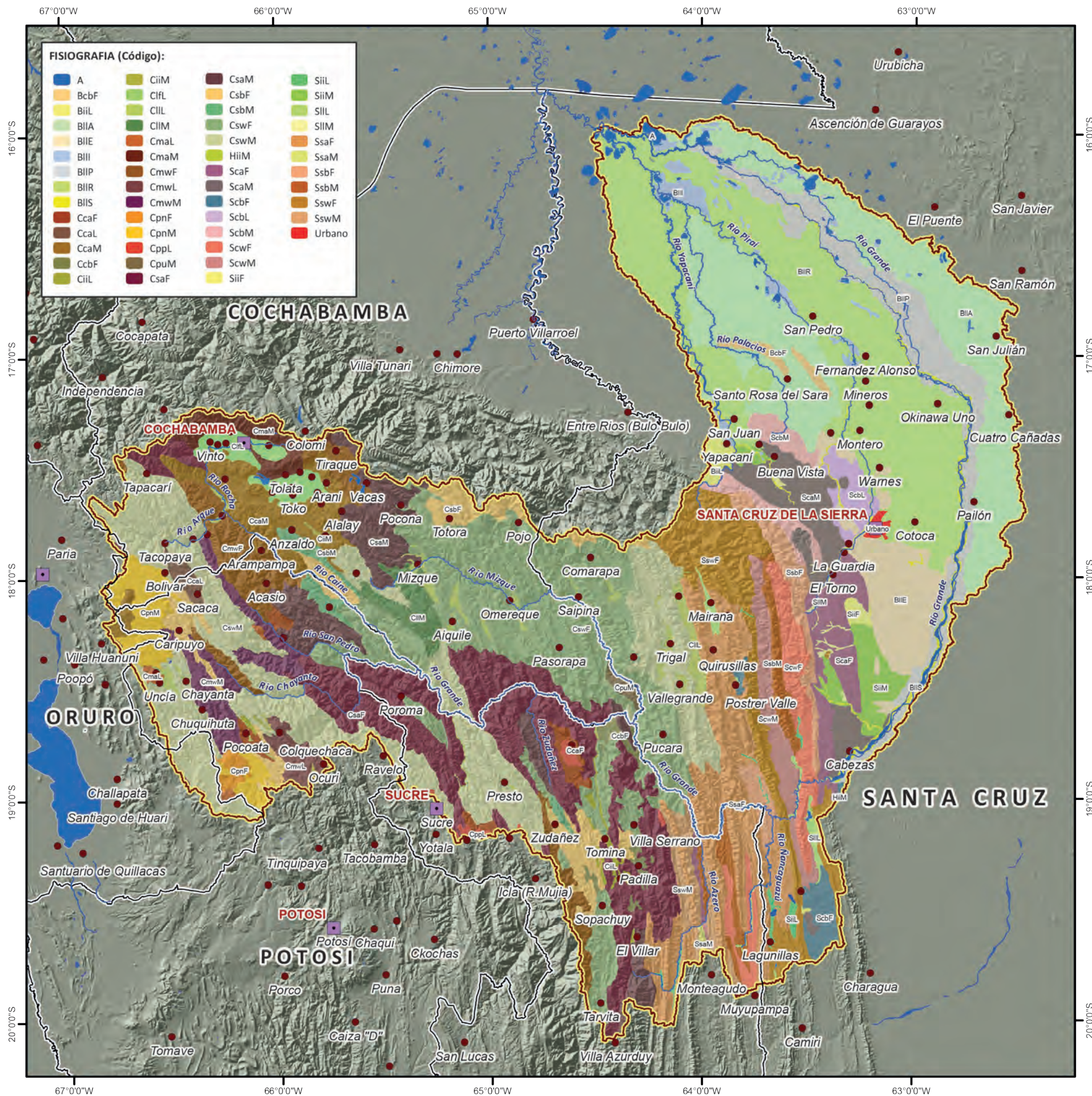


Escala gráfica:  
1: 2.200.000



### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Ministerio de Planificación de Desarrollo (MPD)  
Unidad de Ordenamiento Territorial (UOT)



**FISIOGRAFIA (Código):**

A	CiIM	CsaM	SiIL
BcbF	CiFL	CsbF	SiIM
BiiL	CiIL	CsbM	SiIL
BIIA	CIIM	CswF	SIIM
BIEE	CmaL	CswM	SsaF
BIII	CmaM	HiiM	SsaM
BIIP	CmwF	ScaF	SsbF
BIIR	CmwL	ScaM	SsbM
BIIS	CpnF	ScbF	SswF
CcaF	CpnM	ScbL	SswM
CcaL	CppL	ScbM	Urbano
CcaM	CpuM	ScwF	
CcbF	CsaF	ScwM	
CiIL		SiIF	

# GEOLOGÍA

La CRG presenta una gran variedad de estructuras y formaciones geológicas, desde rocas formadas en el Oligoceno, hasta sedimentos del cuaternario expuestos sobre el Cratón de Guaporé, en el departamento de Santa Cruz. Dentro de las regiones morfológicas de la cuenca, se encuentran definidas cinco provincias geológicas: Cordillera Oriental<sup>12</sup>, Subandino, Chaco, Beni y Cratón de Guaporé (Figura 16).

**Figura 16. Provincias Geológicas.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Mapa de Provincias Geológicas de YPF (2000).

12 La provincia geológica de la Cordillera Oriental dentro de la CRG representa formaciones geológicas de Altiplano y Cordillera Occidental.

**Cuadro 9. Columna Cronoestratigráfica.**

ERA	SISTEMA/PERIODO	DESCRIPCIÓN		
CENOZOICO	CUATERNARIO	<b>Q</b> Depósitos aluviales, fluvio lacustres, fluvio glaciales, coluviales, lacustres, morrenas y dunas. Gravas, arenas y arcillas.		
		<b>Nd</b> Domos volcánicos (intermedios a ácidos)		
	Terciario	Neógeno	<b>Nt</b> Tobas soldadas.	
			<b>NI-Nt</b> Flujos de lavas, estrato volcanes/tobas soldadas.	
			<b>Ng</b> Conglomerados, areniscas, arcilitas, yesos, margas, tobas, lavas intercaladas y diapiros.	
			<b>Pg</b> Areniscas, limolitas, arcilitas y calizas.	
		Paleógeno	<b>Pg-Ng</b> Conglomerados, areniscas, limolitas, calizas, margas, diapiros intercalan tobas y lavas. Areniscas, lentes de conglomerados, lutitas y limolitas.	
			MESOZOICO	<b>K</b> Conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, margas y basaltos intercalados. Areniscas, arcilitas y limolitas.
				<b>J-K</b> Jurásico: Areniscas.
				<b>Tr</b> Triásico: Areniscas, conglomerados, arcilitas, calizas y yeso.
PALEOZOICO	<b>P</b> Pérmico: Calizas, margas, lutitas, areniscas y mantos de antracita.			
	<b>C</b> Carbonífero: Diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas.			
	<b>D</b> Devónico: Areniscas, lutitas y limolitas.			
	<b>S</b> Silúrico: Lutitas, limolitas, cuarcitas y diamictitas.			
	<b>O</b> Ordovícico: Areniscas, limolitas, cuarcitas, pizarras, lutitas y lavas almohadilladas.			

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

67°0'0"W 66°0'0"W 65°0'0"W 64°0'0"W 63°0'0"W

### MAPA GEOLÓGICO



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

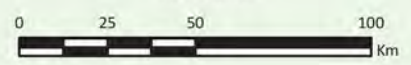
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



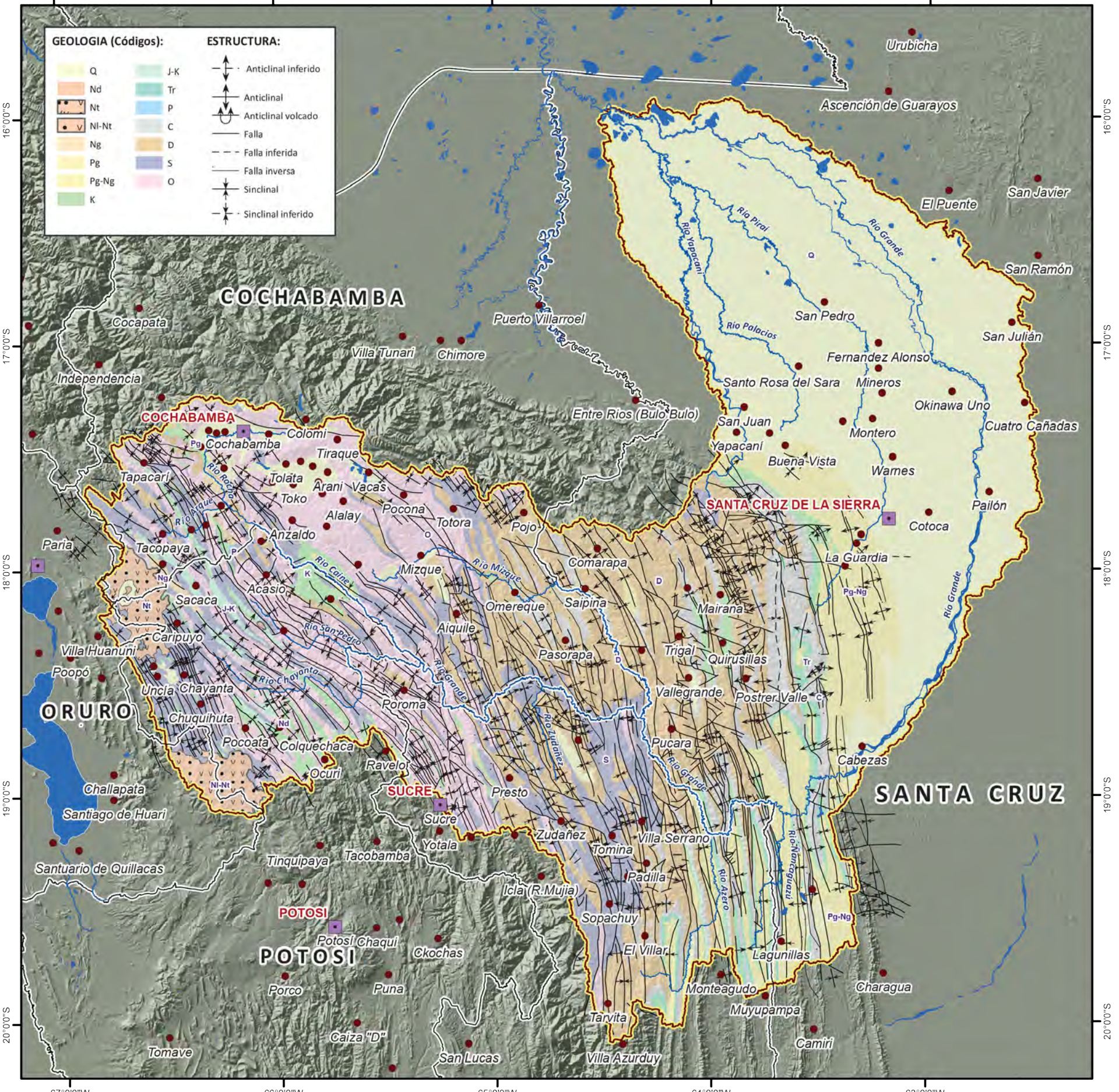
Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN)

GEOLOGIA (Códigos):		ESTRUCTURA:	
Q	J-K		Anticlinical inflected
Nd	Tr		Anticlinical
Nt	P		Anticlinical volcanic
NI-Nt	C		Falla
Ng	D		Falla inferida
Pg	S		Falla inversa
Pg-Ng	O		Sinclinal
K			Sinclinal inflected



16°0'0"S  
17°0'0"S  
18°0'0"S  
19°0'0"S  
20°0'0"S

67°0'0"W 66°0'0"W 65°0'0"W 64°0'0"W 63°0'0"W

La CRG, representada en la región occidental por la formación geológica del Altiplano central, presenta estilos estructurales y evoluciones diferentes, contiene una secuencia Terciaria compuesta por domos volcánicos de composición dacítica a riodacítica, tobas soldadas cineríticas y flujos dacíticos que continuaron con sills doleríticos y flujos de basaltos submarinos que se relacionan e interestratifican con la formación Capinota.

En el área del Oroclinal del Altiplano Central, existe una secuencia Cretácica casi completa que está dispuesta en pliegues en forma de "S", alrededor de un eje casi vertical, como consecuencia del movimiento lateral siniestral, los stock granodioríticos del Mioceno intruyeron a la secuencia provocando localmente una alteración significativa de las calizas del Cretácico.

Existen depósitos asociados de relleno sinorogénicos continentales que son aporte de la Cordillera Occidental, de carácter volcano-sedimentario, cuya secuencia estratigráfica comprende al Paleozoico indiferenciado, Cretácico, Paleógeno y Neógeno, secuencia que descansa sobre el Proterozoico.

Mientras el Altiplano se convirtió en una cuenca de sedimentación terrígena intramontana donde se acumularon, entre otras, espesas secuencias epicontinentales de *redbeds* cupríferos, los terrenos psamo-pelíticos, y por tanto plásticos, predominantemente ordovícicos, silúricos y devónicos que se extendían ampliamente al este fueron fuertemente deformados y solevantados, dando origen a lo que hoy constituye la Cordillera Oriental, la Faja Subandina y globalmente, el oroclino boliviano.

## Paleozoico

### Ordovícico

La mayor parte de las estructuras geológicas representadas en la CRG, están conformadas por areniscas, ortocuarcitas, lutitas y limolitas, dispuestas en el sector norte de la cuenca.

La región que pertenece al departamento de Cochabamba está conformada por cuarcitas, limolitas y lutitas, denominadas como formaciones San Benito, Anzaldo y Capinota. Asimismo, en esta región se realizó una diferenciación estratigráfica con las denominaciones formacionales de Pircancha, Agua y Toro, Obispo, Cieneguillas, Guanacuno e Iscayachi.

### Silúrico

La estratigrafía del ciclo Cordillerano en la llanura de la Faja Chapare-Boomerang se presenta con formaciones del Silúrico, sin que ello signifique que las unidades detalladas estén presentes en toda el área, debido principalmente a efectos de acuñaamiento.

La mayoría de las estructuras del área Chapare-Boomerang están definidas como pliegues anticlinales suaves, orientados con una dirección que varía ligeramente entre el noroeste-su-

reste y el oeste-este. El plegamiento preandino fue tenue y causado por fuerzas interiores que flexuraron suavemente los sedimentos, o formaron monoclinales, debido tanto a la extensión de la cuenca, como por efecto del borde de los bloques tensionales del Silúrico temprano.

### Devónico

Se identifican los sedimentos devónicos de areniscas, lutitas y limolitas, dispuestos en la parte central de la Cuenca, de grano fino a muy fino, bien estratificadas en bancos, con delgadas intercalaciones de lutitas gris oscuras, presentando una estructuración secuencial negativa, iniciando con pelitas culminando en espesos paquetes arenosos.

### Carbonífero

Geológicamente, la región morfológica de la Cordillera Oriental representa la secuencia estratigráfica más completa del país, con afloramientos de rocas proterozoicas a recientes y con secuencias marinas a continentales. Las facies son también variadas, mayormente clásticas, pero con desarrollo de plataformas de diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas en el Carbonífero.

Durante la mayor parte del Paleozoico inferior constituyó una cuenca intracratónica, somera a profunda, con algunas fases compresivas y distensivas separando los principales ciclos tecto-sedimentarios, para luego conformar cuencas continentales de antepaís y trasarco, con importantes fases compresivas con un intenso magmatismo asociado.

### Pérmico

Durante este periodo, las formaciones geológicas cambian de carácter marino a transicional y continental, depositándose sedimentos fluviales, eólicos, carbonáticos y evaporíticos.

Dentro del área de la CRG, estas formaciones se presentan diseminadas, a menor escala que las demás formaciones geológicas; esta secuencia presenta frecuentemente intercalaciones arenosas y arcillosas.

## Mesozoico

### Triásico-Jurásico

Durante el Triásico-Jurásico se da el período distensivo protoandino como en el Oligo-Plioceno durante el ciclo compresivo andino propiamente dicho.

Una de las épocas metalogénicas y la más antigua fue el Triásico Superior - Jurásico Inferior (225-202 Ma) que vio el establecimiento a escala continental de una tectónica extensiva (*rifting*), la cual repercutió en el segmento norte de la faja (altas cordilleras Real, de Muñecas) bajo un régimen estructural regional al parecer algo peculiar, quizás transtensional.

### Jurásico-Cretácico

El Jurásico superior Cretácico, está representado por areniscas distribuidas al oeste de la cuenca, que marcan el Ciclo Andino I que a partir de Jurásico inferior, la Cordillera Oriental se vio sometida a esfuerzos tensionales que originaron la apertura de varias fosas tectónicas, en distintos tiempos así como de diferente longitud y amplitud.

### Cretácico

El cretácico está representado en la región de la Faja Subandina, Cordillera Occidental, Altiplano y Cordillera Oriental, con megafacturas corticales resultantes han sido vinculados, en las porciones central y meridional de la faja polimetálica considerada.

Las rocas de éste periodo, están compuestas por conglomerados, calizas, areniscas, limolitas, margas y basaltos intercalados.

## Cenozoico

### Terciario

#### Paleógeno

La plataforma situada al este y sureste de la Cuenca, pertenece a una región intermedia entre la Llanura Beniana y el borde aflorante del Cratón de Guaporé. Sedimentos aluviales recientes de grano fino (arenas, limos y arcillas) sobreyacen directamente sobre el basamento Proterozoico. Arenas de grano grueso, gravas y otro tipo de rocas, están virtualmente ausentes en el área.

#### Neógeno

Conformado por conglomerados, areniscas, arcilitas, yesos, margas, tobas, lavas intercaladas y diapiros. Los sedimentos neógenos se presentan en la parte oeste y central de la CRG, como en las regiones de Parotani, Sacaba, Mizque-Aiquile y otras menores. La mayoría de ellas son cuencas de *piggy back* y *pull-apart*.

Algunas tobas próximas al valle de Santiváñez proporcionaron valores de aproximadamente  $2.21 \pm 0.42$  Ma. Las edades descritas indican que las fallas con rumbo ESE asociadas, se encuentran activas desde el Mioceno temprano (Kennan et al. 1995). Las formaciones Loromayu y Sacaba (Lavenu & Ballivián 1979), rellenan una cuenca *pull-apart* con sedimentos fluviales y lacustres, los que muestran una marcada influencia volcánica. La formación Sacaba tiene aproximadamente 300 m de espesor. En estos sedimentos se encontraron restos de gliptodontes en el valle del río Rocha.

### Cuaternario

El Cuaternario se desarrolla a través de secuencias lacustres, fluviales, coluvio-aluviales y eólicas, constituidas por sedimentos clásticos de distinto tamaño de grano, así como de carbonatas lacustres.

Se presentan sedimentos neógenos y cuaternarios rellenan la mayor parte de las cuencas, como las de Parotani, Sacaba, Mizque-Aiquile y otras menores. La mayoría de ellas son cuencas de *piggy back* y *pull-apart*. Algunas tobas próximas al valle de Santiváñez proporcionaron valores de aproximadamente  $2.21 \pm 0.42$  Ma.

Estas edades indican que las fallas con rumbo ESE asociadas se encuentran activas desde el Mioceno temprano (Kennan et al. 1995). Las formaciones Loromayu y Sacaba (Lavenu & Ballivián 1979), rellenan una cuenca *pull-apart* con sedimentos fluviales y lacustres, en los que se observa una marcada influencia volcánica. La Formación Sacaba tiene aproximadamente 300 m de espesor. En la región del Chapare cochabambino, en la parte central de la Cordillera Oriental, existe otro afloramiento de rocas de muy bajo grado de metamorfismo y de naturaleza semejante a las del sur.

Esta unidad fue denominada Formación Putintiri (Brockmann et al. 1972), corresponde a la secuencia inferior del grupo Limbo. Los mejores afloramientos de esta unidad pueden observarse en la carretera entre Cochabamba y Villa Tunari, comprenden una asociación de diferentes litologías, desde areniscas basales a rocas evaporíticas, cuerpos dolomíticos, fangolitas y paquetes calcáreos.

La formación Putintiri fue depositada en un ambiente marino de plataforma somera, con influencia costera y deltaica, en cuenca de margen pasivo. Esta unidad no es fosilífera y es atribuida al Cámbrico inferior por su posición estratigráfica y por correlación litológica con las formaciones San Cristóbal y Puncoviscana del sur y la Formación Murciélagos del Cratón de Guaporé al este.

Más al sur, entre Cochabamba y Sucre, se desarrolla la cuenca de la Formación Aiquile (Oller-Veramendi 1992), que representa el relleno de sedimentos aluviales y fluviales en el valle de Mizque-Aiquile.



**Imagen 12.** Formaciones geológicas existentes dentro la CRG.

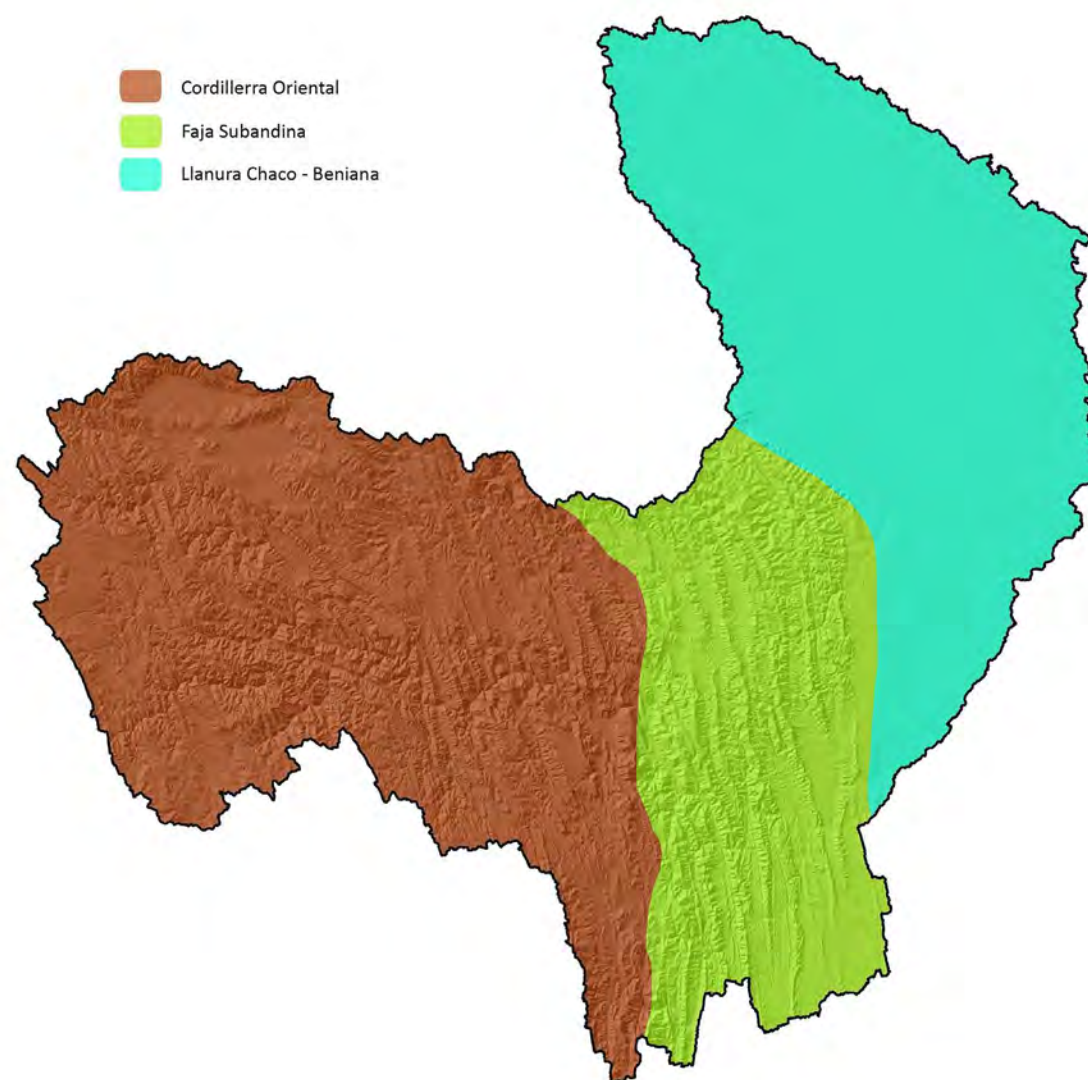


- A. Estratos conspicuos de areniscas intemperizadas, con anticlinales y sinclinales expuestos en superficie (Departamento de Potosí) – Foto: Johankjeligren.
- B. Areniscas estratificadas fuertemente diaclasadas, con intercambio de lutitas y limolitas, correspondiente al periodo Devónico (Departamento de Cochabamba) – Foto: F. Navia.
- C. Areniscas estratificadas con disposición horizontal, fuertemente diaclasadas, con intercalación de limolitas, cuarcitas, pizarras, pertenecientes al periodo Ordovícico (Departamento de Potosí) – Foto: A. Jackson.

## HIDROGEOLOGÍA

Desde el punto de vista hidrogeológico, la CRG se encuentra en tres áreas geológicas bien diferenciadas: la Cordillera Oriental, la faja del Subandino y la Llanura Chaco-Beniana, que se extiende hasta los límites del escudo Brasileiro por el este, y hacia el norte del departamento del Beni. La cuenca alta del río Grande abarca desde la Cordillera Oriental hasta el límite del Subandino.

**Figura 17.** Regiones Morfológicas presentes en la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

### Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental se caracteriza por un relieve pronunciado, con una meteorización por descomposición química mínima debido a la escasa precipitación pluvial y al clima que va de templado a frío según el gradiente altitudinal existente. La meteorización por descomposición física es en cambio importante por las diferencias climáticas diarias y estacionales.

### Faja Subandina

La faja Subandina se caracteriza por ser una montaña plegada, cortada transversalmente por ríos sobrepuestos, donde el relieve guarda estrecha relación con la estructura de las rocas, lo que indica que el paisaje es joven y se está erosionando principalmente por los ríos.

### Llanura Chaco – Beniana

La Llanura Chaco-Beniana se caracteriza por la ausencia casi total de relieve y poca pendiente, está formada por materiales poco consolidados, susceptibles a la erosión hídrica, que son sedimentos de origen aluvial que descansan sobre basamento. La Llanura del río Grande tiene una longitud de 450 km desde Abapó hasta su desembocadura en el río Mamoré y conforma la cuenca baja del río Grande.

### Acuíferos

La cuenca alta, por sus características hidrogeológicas, geológicas, fisiográficas y pendiente, presenta una permeabilidad relativamente media a baja, tienen una importancia hidrogeológica media a pequeña, algunos sectores como en la ciudad de Cochabamba y Punata, presentan acuíferos con capacidad buena para almacenar agua por su conformación de materiales no consolidados, esto da paso a una infiltración mayor que en los alrededores de esta región.

La cuenca baja, por las características mencionadas anteriormente, presenta una permeabilidad de media a baja y variable, presentan generalmente materiales no consolidados que dan paso a una infiltración fácil y rápida, esto hace que tenga una importancia hidrogeológica más que la que presenta la cuenca alta.

Por otro lado, con base en el Mapa Hidrogeológico de Bolivia realizado por SERGEOTECMIN, se realizó una descripción hidrogeológica regional de la cuenca, donde se presentan los siguientes acuíferos:

### Acuíferos en rocas fracturadas con importancia hidrogeológica media a pequeña

En la parte central y al oeste la CRG presenta acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas y ampliados por el intemperismo, libres o confinados, conformados por rocas sedimentarias (areniscas, cuarcitas, lutitas, limolitas, conglomerados) del Mesozoico o Paleozoico (Mz, Pz). Estos acuíferos muestran una permeabilidad relativa media a baja y una importancia hidrogeológica media a pequeña.

Al límite del lado oeste de la cuenca, hay presencia de áreas pequeñas con acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, libres o confinados, conformados por rocas efusivas (lavas de tobas riodacíticas, ignimbritas) del Cuaternario a Terciario (QTi). Estos acuíferos muestran una permeabilidad relativa media a baja y una importancia hidrogeológica media a pequeña.

Al sur de Cochabamba, al oeste de la cuenca, hay una pequeña área de acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas y por disolución kárstica, libres o confinados, conformados por rocas carbonáticas (calizas, areniscas calcáreas, margas) del Cretácico (K). Estos acuíferos muestran una permeabilidad variable y una importancia hidrogeológica media a pequeña.

**Imagen 13.** Presencia de acuíferos - Valle de Cochabamba.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, derivado de Google Earth (Imagen Cnes/Spot – Digital Globe 2014).

### Acuíferos en sedimentos y rocas porosas con importancia hidrogeológica grande a pequeña

En el flanco este de la cuenca y una pequeña área por la ciudad de Cochabamba y Punata, muestran acuíferos continuos de extensión regional a limitada, libres o confinados, de origen

clástico no consolidado (depósitos aluviales, fluvio-lacustres, glaciales, fluvio-glaciales, coluviales), ocasionalmente salinizados pertenecientes al Cuaternario (Qc). Presenta una permeabilidad relativa media con una importancia hidrogeológica grande a media

En el lado este y en la parte central inferior de la cuenca presenta franjas con acuíferos locales limitados, en capas delgadas o lentes arenosos, libres o semiconfinados, de origen clástico no consolidado ha consolidado. Las franjas que se encuentran casi al centro de la cuenca y en la parte central inferior de la cuenca, presenta areniscas, arcillitas, conglomerados, limolitas, lateritas del Terciario (Ts), mientras que la franja en el extremo superior de la parte este de la cuenca presenta depósitos de las sabanas húmedas del Cuaternario (Qs). Estos acuíferos presentan una permeabilidad relativa media a baja, con una importancia hidrogeológica media a pequeña.

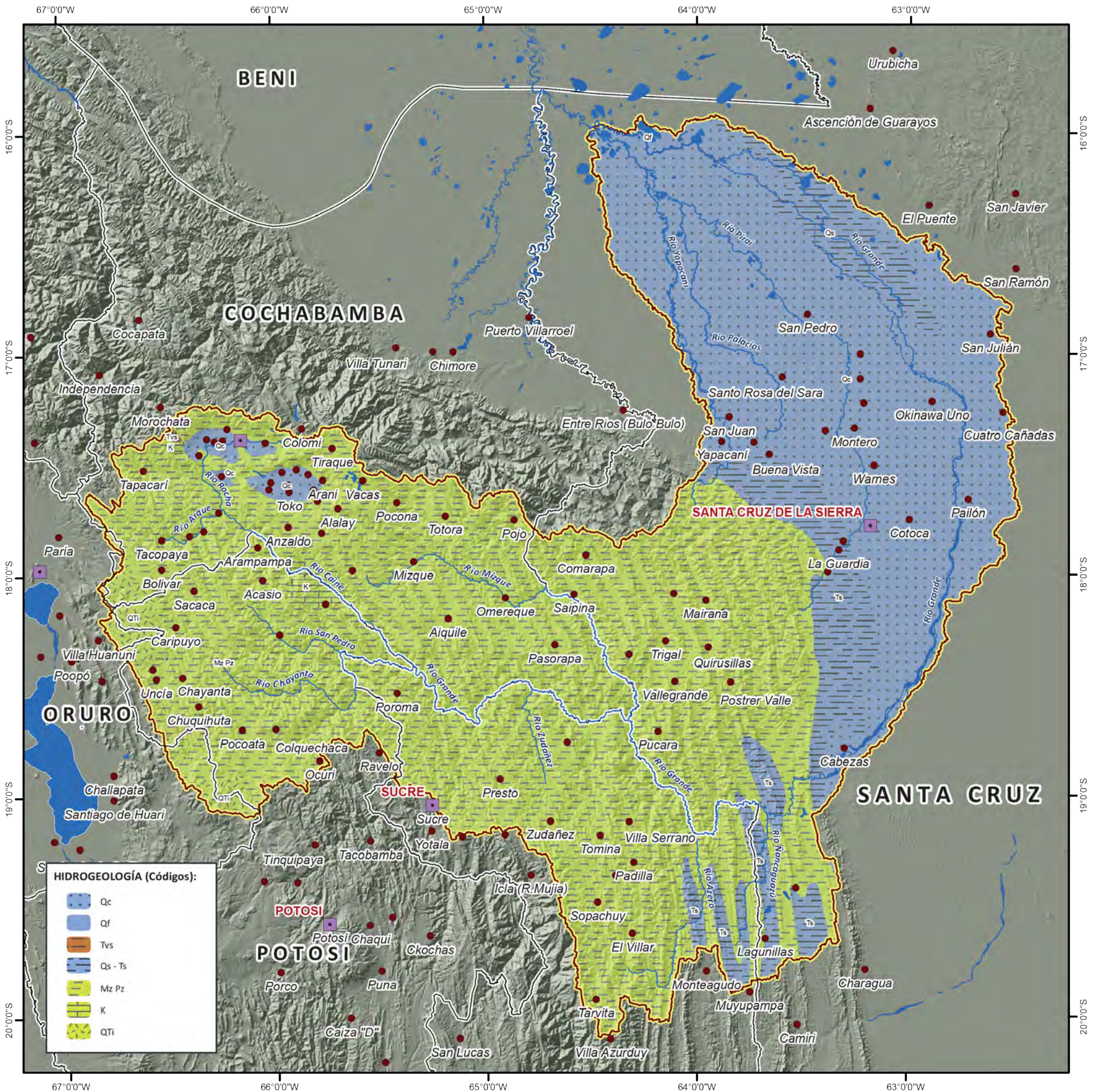
## REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

En el mapa hidrogeológico de la CRG la leyenda presenta códigos y colores para representar los diferentes acuíferos (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Códigos asignados según tipo de acuífero.

LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	AREA (km <sup>2</sup> )
Qc	Acuíferos continuos de extensión regional a limitada, libres o confinados, de origen clástico no consolidado, ocasionalmente salinizados.	30,341.64
Qf	Acuíferos continuos de extensión variable, libres. Sedimentos clásticos no consolidados, poco profundos (aprox. 20m).	237.12
Tvs	Acuíferos locales en capas delgadas o lentes arenosos de origen clástico semiconsolidado a consolidado, conformados por rocas volcánicas o sedimentarias.	39.38
Qs	Acuíferos locales limitados, en capas delgadas o lentes arenosos, libres o semiconfinados, de origen clástico no consolidado a consolidado.	2,661.77
Ts	Acuíferos locales limitados, en capas delgadas o lentes arenosos, libres o semiconfinados, de origen clástico no consolidado a consolidado.	6,951.74
Mz Pz	Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas y ampliados por el intemperismo, libres o confinados, conformados por rocas sedimentarias.	61,309.77
K	Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas y por disolución kárstica, libres o confinados, conformados por rocas carbonáticas; aguas generalmente duras.	543.00
QTi	Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, libres o confinados, conformados por rocas efusivas.	1,309.23

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA HIDROGEOLÓGICO



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

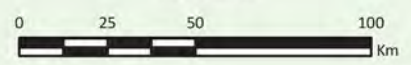
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN)

**HIDROGEOLOGÍA (Códigos):**

	Qc
	Qf
	Tvs
	Qs - Ts
	Mz Pz
	K
	QTI

## VEGETACIÓN

La vegetación constituye la parte más visible de los ecosistemas y por su modo de vida arraigado en el sustrato, expresa en forma de estructuras de composición diversa, las interacciones complejas entre suelos, aguas, rocas, clima y usos humanos, razón por la cual es uno de los principales organizadores del paisaje y del conjunto de ecosistemas (Navarro 1997, Navarro & Maldonado 2002).

De las discontinuidades territoriales presentes en la CRG se tienen diversos tipos de vegetación agrupados en series de vegetación y/o comunidades vegetales, anidadas en las diferentes zonas biogeográficas<sup>13</sup> de vegetación, llegando a cubrir dentro la cuenca, cada una diferentes proporciones como son: zona Amazónica (2.2%), zona del Beni (20.3%), zona de la Chiquitania (10.8%), zona Boliviano-Tucumana (44.4%), zona de la Puna -Cordillera y Altiplano (14.9%), zona de los Yungas (1.1%) y la zona del Chaco (6.3%) (Figura 18).

**Figura 18. Zonas Biogeográficas de Vegetación.**

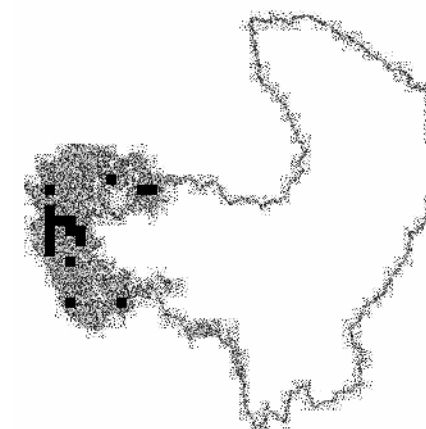


Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Mapa de Vegetación de Navarro & Ferreira (2007).

<sup>13</sup> Las zonas biogeográficas de vegetación son las descritas por Navarro & Ferreira (2007) en el Mapa de Vegetación de Bolivia, y donde las comunidades vegetales o series de vegetación relacionadas florística y ecológicamente, están en unidades superiores de los Sistemas Ecológicos de NatureServe.

A continuación se detallan los diferentes tipos de vegetación agrupados según las diferentes zonas biogeográficas presentes en la CRG, que se disgregan en el mapa de vegetación.

### Puna: Cordillera - Altiplano



**Pajonales altoandinos.** Incluye asociaciones de herbazales gramínoideas (*Azorella diapensioioides* – *Festuca sp.*, *Stipa sp.*).

**Bosques, arbustales altoandinos de Polylepis.** Grupo de vegetación que incluye los bosques bajos o arbustales de *Polylepis* altoandinos, serie: *Parastrephia phyllocaeformis*-*Polylepis tomentella*, *P. tarapacana*, *P. besseri*, *P. tomentella*.

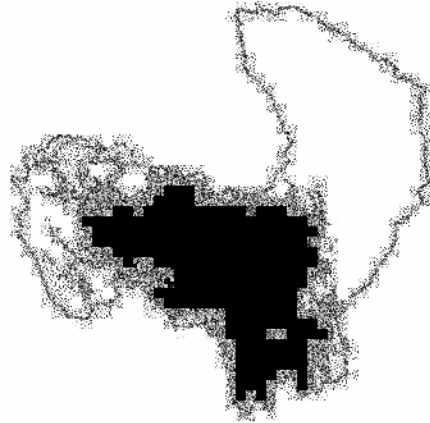
**Tholar-pajonal altoandino.** Composición de *Parastrephia lucida* - *Festuca cf. hypsophila*. > 4,200 – 4,300 m, presente en situaciones expuestas y más pedregosas del piso altoandino. Cordillera de Los Frailes en Potosí.

**Humedales y bofedales altoandinos.** Humedales incluyen varias asociaciones de pajonales exclusivas de los suelos mal drenados hasta estacionalmente anegados. Bofedales agrupan asociaciones de vegetación de denso crecimiento cespitoso y de morfología muy compacta, desarrollándose sobre suelos orgánicos saturados de agua o anegados durante todo el año.

**Bosque prepuneño semiárido.** Serie *Carica quercifolia* - *Schinopsis haenkeana*. 2,200 – 2,900 m. Cochabamba (prov. Cercado, Arani, Punata, E. Arce, Capinota, Arque, Tapacarí, Quillacollo).

**Bosques freatofíticos, algarrobal Prepuna central.** Serie de *Schinus fasciculatus* - *Prosopis alba*. 1900 – 2000 m a 2600 m. Distribuido en las cuencas altas interandinas del río Grande (ríos Caine, Rocha, Tapacarí).

## Boliviano - Tucumano



**Pajonales y matorrales montanos y altimontanos boliviano-tucumano.** Agrupa la vegetación no boscosa del piso altimontano boliviano-tucumano y del piso montano. Incluye varios tipos de pajonales y matorrales, que en su mayoría son etapas seriales procedentes de la intervención antrópica y degradación de los bosques potenciales originales de *Polylepis*.

**Bosques siempreverde-estacionales montanos y altimontanos.** Agrupa varios tipos de bosques boliviano-tucumanos, generalmente dominados por pinos de monte (Podocarpaceas) y/o por sahuintos (Mirtáceas), distribuidos entre 1,900 m y 3,000 m. El pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) es el elemento más constante y característico de este grupo de bosques en general, asociado también en muchos lugares a *Polylepis hieronymi*, *Alnus acuminata* y *Myrcianthes callicoma*.

**Bosques siempreverde-estacionales subandinos.** Están presentes bosques de laurel y nogal, series preliminares de *Cedrela lilloi* - *Phoebe porphyria* y de *Phoebe porphyria* - *Juglans australis* (inferior pluviestacional húmedo) 1,200 – 1,900 m. Chuquisaca (Tomina: Padilla; H. Siles: Monteagudo, Huacareta); Santa Cruz (Vallegrande: Vallegrande, Postre Valle).

**Bosques ribereños montanos boliviano-tucumanos.** Agrupa la vegetación boscosa riparia edafohigrófila boliviano-tucumano del piso ecológico montano, desarrollada en márgenes de ríos, arroyos y quebradas. Serie de *Acacia visco* - *Erythrina falcata* y serie de *Prunus tucumanaensis* - *Alnus acuminata* (faciación montana), propias de márgenes de arroyos y quebradas, así como de llanuras aluviales angostas adyacentes a estos cursos fluviales.

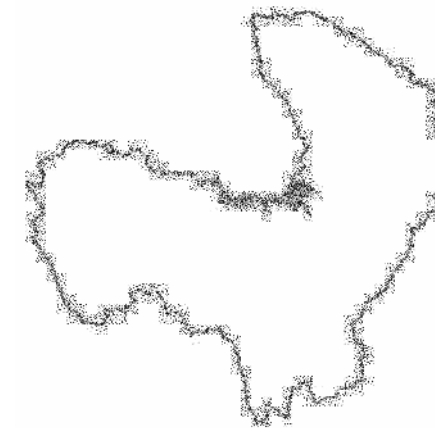
**Bosques subhúmedos del subandino superior.** Grupo de bosques boliviano-tucumanos semicaducifolios, que constituyen la vegetación potencial climatófila (zonal) de los pisos ecológicos basimontano y zona inferior del piso montano. Serie de *Stylingia peruviana* - *Schinopsis haenkeana*. Bosques dominados por soto y tipa. Santa Cruz (Florida: Samaipata, Pampa Gran-

de, Mairana), además de la Serie preliminar de *Parajubaea sunkha* - *Tipuana tipu*. Bosques generalmente dominados por tipa, chari o willka y ceibo o chilijchi. 1,400 – 1,800 m. Santa Cruz (Vallegrande: Postrer Valle, Quirusillas).

**Bosque subhúmedo transicional del piso basimontano.** Serie preliminar de *Erythrina dominguezii* - *Tipuana tipu*. Bosques transicionales con frecuente presencia de tipa y gallito rosado, distribuidos en el subandino inferior de la cuenca de los ríos Grande y Piraí. 800 – 1,200 m. Santa Cruz (Vallegrande: Vallegrande- Masicurí, Postrer Valle; A. Ibáñez: El Torno, La Guardia).

**Bosques xerofíticos interandino-subandinos boliviano-tucumanos.** Agrupa un importante conjunto de tipos de bosques secos caducifolios y espinosos, Serie de *Espostoa guentherii* - *Loxopterygium grisebachii*. Vegetación xerofítica potencial, endémica del nivel altitudinal inferior de los valles interandinos de la cuenca del río Grande. < 1,400 m. Cochabamba (Campero: Pasorapa, Omereque, Aiquile); Chuquisaca (Zudáñez: Presto, Mojocoya; B. Boeto: Villa Serrano); Santa Cruz (Vallegrande: Moro Moro, Pucara, Vallegrande). Además de la serie de *Senna crassiramea* - *Schinopsis haenkeana*. Vegetación xerofítica potencial, endémica del nivel altitudinal medio de los valles secos interandinos de la cuenca del río Caine.

## Yungas

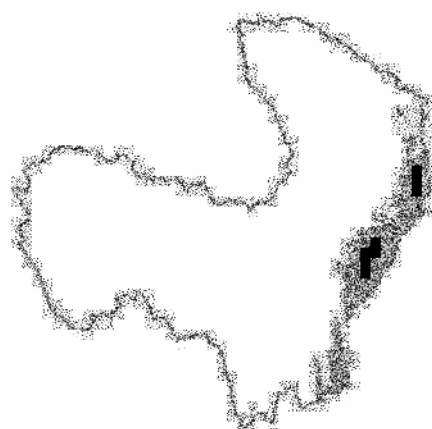


**Bosques de Polylepis altoandinos pluviales de los Yungas.** Sistema ecológico de la Ceja de Monte superior de los Yungas, con bioclima orotropical pluvial, cuya vegetación potencial climática son bosques o arbustales siempre verdes, dominados por *Polylepis pepeii*.

**Bosques altimontanos pluviales de los Yungas.** Sistema ecológico de la Ceja de Monte inferior de los Yungas, son bosques siempre verdes, bajos y medios, con dominio de biotipos lauroides y esclerófilos, donde las especies del género *Polylepis* no están.

**Bosques altimontanos pluviestacionales de los Yungas.** Vegetación potencial climática del contacto altitudinal entre los pisos montano y altimontano, con bioclima pluviestacional húmedo. Serie de *Blepharocalyx salicifolius* - *Podocarpus glomeratus*. 2,800 – 3,300 m. Cochabamba: Yungas del Cotacajes (Cordillera de Independencia).

## Chaco



**Bosques xéricos de las llanuras aluviales antiguas del Chaco.** Los tipos de bosques reconocidos son los Quebrachal de quebracho: Serie de *Browningia caineana* - *Aspidosperma* sp. (quebracho blanco). Bosque distribuido en la zona chaqueña de la llanura aluvial antigua del río Grande y en el norte de la llanura aluvial antigua del río Parapetí, sobre suelos medianamente bien drenados a algo deficientemente drenados, con texturas franco-limosas, areno-limosas o arcillo-limosas.

**Bosques transicionales preandinos del Chaco.** La vegetación climática potencial de este sistema ecológico 700 – 800 m de altitud. Serie de *Loxopterygium grisebachii* - *Schinopsis* sp. (quebracho colorado). Bosques transicionales de las zonas más secas del Chaco preandino, distribuidos principalmente en el glacis del piedemonte entre el río Parapetí y el Grande.

**Bosques transicionales del norte del Chaco a la Chiquitanía.** Sistema ecológico cuya vegetación climática potencial son un grupo de bosques chaqueños ampliamente distribuidos en el norte de las llanuras aluviales antiguas del río Parapetí, así como en las llanuras antiguas de los ríos Grande y Quimome-San Julián. Representan la transición en llanura desde el Chaco septentrional al sur de la Chiquitanía. Serie de *Diplokeleba floribunda* - *Schinopsis* sp. (quebracho colorado).

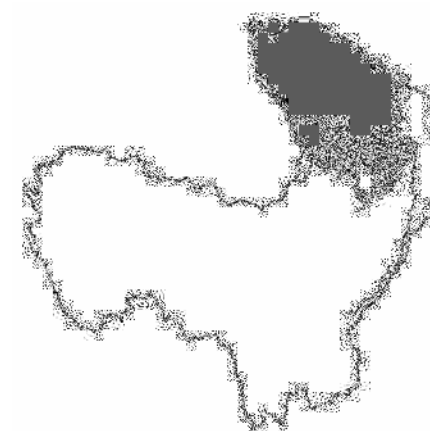
**Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco.** Sistema ecológico que agrupa varios tipos de bosques bajos y arbustales desarrollados sobre suelos de texturas finas distribuidos en las

depresiones topográficas de las llanuras aluviales y serranías onduladas del norte del Chaco occidental, como son los bosques de palocruzales, serie de *Machaerium latifolium* - *Tabebuia nodosa*. Se distribuye en el sureste de la llanura de Santa Cruz, al oeste del río Grande, ocupando los paleo-cauces arcillosos topográficamente deprimidos del sur del abanico aluvial antiguo del río Piraí.

**Chaparrales.** Conjunto de arbustales o matorrales, siendo pobres en especies, se tienen las series de *Maytenus vitis-idaea* - *Geoffroea spinosa*, que se distribuyen en el noreste de la llanura aluvial antigua del río Grande (río Tunás), donde ocupan extensiones notables en las llanuras arcillosas topográficamente deprimidas, de la cuenca baja del río Tunás, al sur de su desembocadura en el río San Julián y la serie *Vallesia glabra* - *Acacia aroma*, bosque espinoso muy bajo, dominado por la Tusca (*Acacia aroma*), que se desarrolla en las playas y barras fluviales arenosas de los ríos Grande y Parapetí.

**Bosques freatofíticos del Chaco (Algarrobales).** Sistema ecológico que agrupa un conjunto de bosques chaqueños desarrollados en zonas con presencia de niveles freáticos, que al menos estacionalmente presenta algarrobales en los ríos Grande y Parapetí, serie de *Vallesia glabra* - *Prosopis chilensis*, dominado y caracterizado por el cupesí (*Prosopis chilensis*). Además de la presencia de quebrachales, serie de *Prosopis alba* - *Schinopsis* sp. (quebracho colorado).

## Beni



**Palmares, bosques sabaneros bajos y sabanas arboladas encharcables de las semialturas del Beni.** Vegetación de las superficies encharcables y anegables de baja a leve inundación, principalmente por aguas de lluvia; suelos con microrelieve de montículos y termiteros.

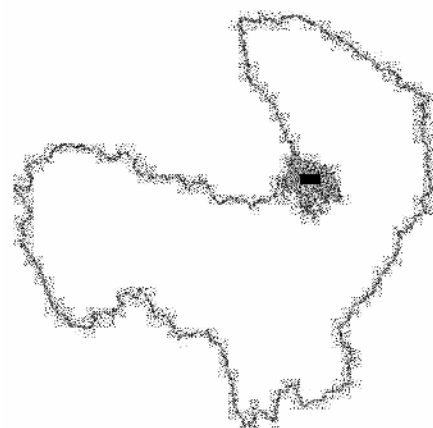
**Cerrado mal drenado de las semialturas.** Bosques sabaneros bajos, Cerrado (pampa monte) y sabanas arboladas mal drenadas (pampa termitero) de las semialturas no alcalinas del Cerrado y Beni. Suelos mal drenados a anegables, con microrelieve de montículos y termiteros, con presencia de *Tabebuia sp.* y *Calycophyllum sp.*

**Vegetación ribereña sucesional de aguas blancas de los Llanos del Beni.** Incluye: ambaibales de *Cecropia concolor* y *C. membranacea*; parajobobales de *Tessaria integrifolia*; saucedas de *Salix humboldtiana* y *Alchornea angustifolia*; chuchiales de *Gynerium sagittatum*; y cañue-lares ribereños de *Echinochloa polystachia*.

**Bosques de Várzea.** Conjunto de bosques con flora amazónica, inundados estacionalmente por aguas blancas de desbordamiento fluvial vinculadas a los grandes ríos, situados en llanura aluvial.

**Vegetación acuática de los Llanos del Beni.** Conjunto de varios tipos de vegetación desarrollados en los cuerpos de agua permanentes y sus proximidades, principalmente en lagos, lagunas, pantanos y remansos de ríos. Pantanos herbáceos flotantes (colchas, yomomales o embalsados): Alianza *Oxycarium cubense* - *Paspalum repens*.

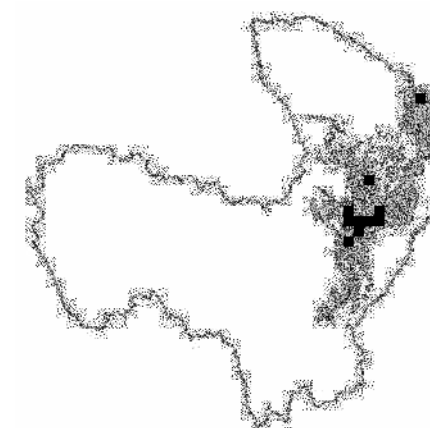
## Amazonía



**Bosque amazónico pluviestacional del subandino.** Serie de *Pentaplaris davidsmithii* - *Tetragastris altissim*. Bosques climácicos, transicionales a los Yungas, propios de las serranías bajas del subandino norte, por debajo de 1,200 – 1,400 m de altitud, distribuidos en la cuenca alta del río Beni.

**Bosque pluvial subandino del Chapare.** Serie de *Elaeagia obovata* - *Talauma boliviana*. Cuenca alta de los ríos Ichilo e Isiboro en los departamentos de Cochabamba (norte de las provincias Chapare y Carrasco) y Santa Cruz (oeste de la provincia Ichilo). Bioclima pluvial hiperhúmedo.

## Chiquitanía



**Bosques chiquitanos de transición a la Amazonía.** Bosques chiquitanos climatófilos con dosel semidecídulo a siempreverde estacional, de 22 m a 26 m de altura media, distribuidos en el norte de la Chiquitanía (norte de las provincias Guarayos, Nuflo de Chávez y Velasco), serie de *Centrolobium microchaete* - *Hura crepitans* y serie preliminar de *Ocotea guianensis* - *Spondias mombim*.

**Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas de la Chiquitanía.** Formación del Cerrado, en sustratos antiguos pisolítico-lateríticos o pedregosos, bien drenados, que incluye serie preliminar de *Myrsine umbellata* - *Terminalia argentea*. Colinas terciarias disectadas, a menudo con cobertura eólica arenosa del preandino norte de Santa Cruz, en el oeste de la Provincia Andrés Ibáñez y extremo sureste de la Provincia Ichilo.

**Sabanas herbáceas oligotróficas inundables de la Chiquitanía.** Conjunto de pampas herbáceas gramínoideas. En función del grado de anegamiento o inundación que soportan, se diferencian dos grupos: grupo de comunidades de *Schizachyrium microstachyum* - *Sorghastrum setosum* y grupo de comunidades de *Hypogynium virgatum* - *Saccharum trinii*.



## REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

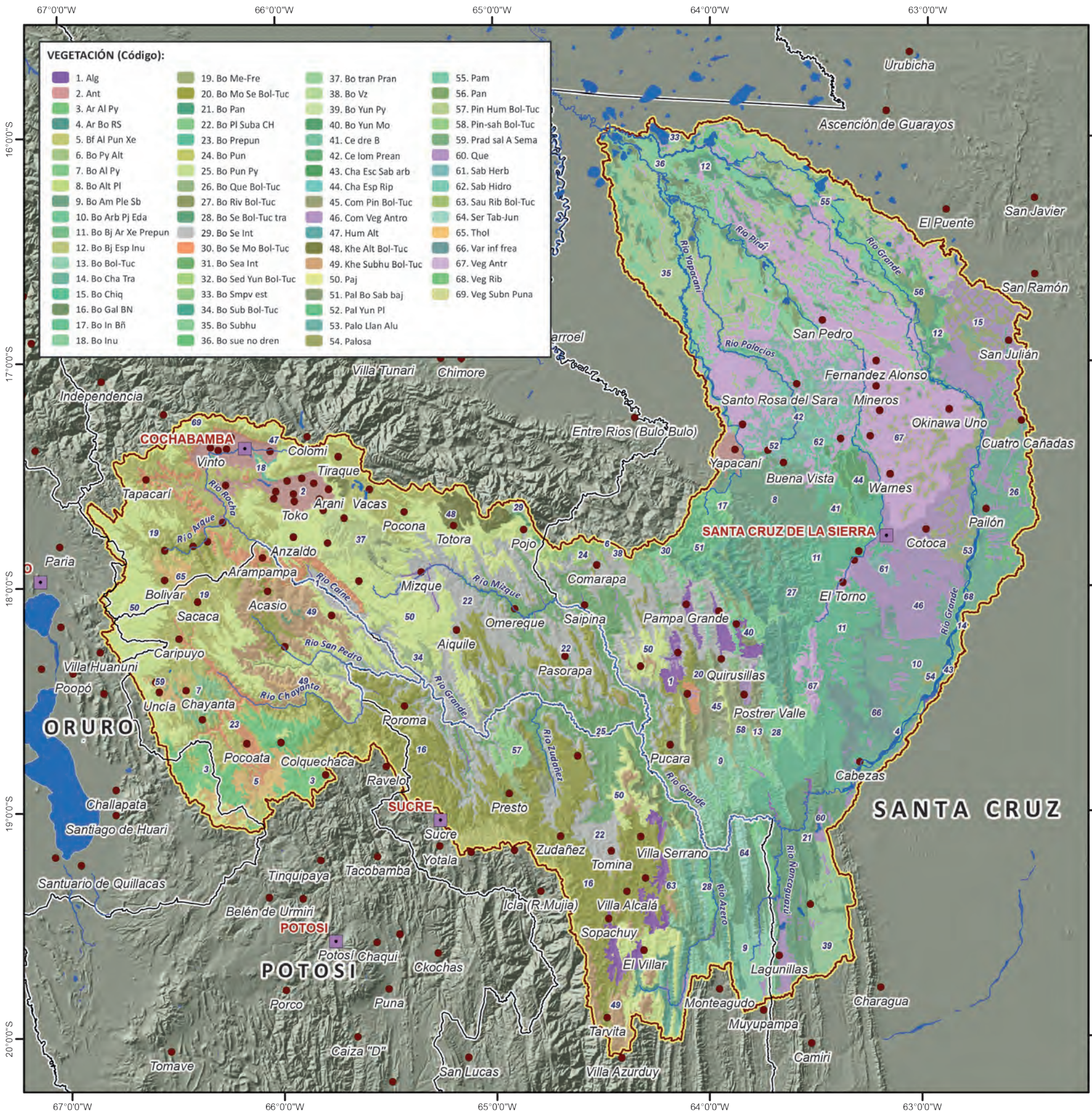
En la impresión del mapa de vegetación de la CRG presenta códigos y colores para representar las diferentes series y/o comunidades de vegetación (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Códigos asignados por serie y/o comunidades de vegetación.

LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	AREA (km <sup>2</sup> )
1. Alg	Algarrobales	1,438.16
2. Ant	Antrópico	1,469.60
3. Ar Al Py	Arbustales Altoandinos de Polylepis	1,530.91
4. Ar Bo RS	Arbustales y Bosques Riparios Sucesionales	156.51
5. Bf Al Pun Xe	Bofedales Altoandinos de la Puna Xerofítica	16.46
6. Bo Py alt	Bosques de Polylepis Altimontanos	261.29
7. Bo Al Py	Bosque Altoandino de Polylepis	279.95
8. Bo Alt Pl	Bosque Altimontano Pluvial	2.68
9. Bo Am Ple Sb	Bosque Amazónico Pluviestacional del Subandino	1,825.03
10. Bo Arb Pj Eda	Bosques, Arbustales y Pajonales Edafoxerófilos	62.72
11. Bo Bj Ar Xe Prepun	Bosques Bajos y Arbustales Xerofíticos Prepuneños	0.64
12. Bo Bj Esp Inu	Bosques Bajos Espinosos Inundables	4.62
13. Bo Bol-Tuc	Bosque Boliviano-Tucumano	2,656.88
14. Bo Cha Tra	Bosque Chaqueño Transicional	2,958.53
15. Bo Chiq	Bosque Chiquitano	4,703.88
16. Bo Gal BN	Bosques de Galería del Beni Norte	419.42
17. Bo In Bñ	Bosque Inundable de los Bañados	140.92
18. Bo Inu	Bosques Inundables	3,746.85
19. Bo Me-Fre	Bosque Mesofítico-Freatofítico	1,563.14
20. Bo Mo Se Bol-Tuc	Bosque Montano Semidecuido Boliviano-Tucumano	8,088.69
21. Bo Pan	Bosque de Pantano	1,225.72
22. Bo Pl Suba CH	Bosque Pluvial Subandino del Chapare	188.01
23. Bo Prepun	Bosque Prepuneño	53.39
24. Bo Pun	Bosque Puneño	7,161.47
25. Bo Pun Py	Bosques Puneños de Polylepis	630.88
26. Bo Que Bol-Tuc	Bosque de Quebradas Boliviano-Tucumano	121.62
27. Bo Riv Bol-Tuc	Bosque Ribereño Boliviano-Tucumano	521.31
28. Bo Se Bol-Tuc tra	Bosque Seco Boliviano-Tucumano transicional	3,429.93
29. Bo Se Int	Bosque Seco Interandino	7,624.01
30. Bo Se Mo Bol-Tuc	Bosque Seco Montano Boliviano-Tucumano	1,529.71

31. Bo Sea Int	Bosque Semiárido Interandino	4,381.69
32. Bo Sed Yun Bol-Tuc	Bosque Semidecuido Yungueño y Boliviano-Tucumano	272.84
33. Bo Smpv est	Bosques Siempreverde-estacionales	529.50
34. Bo Sub Bol-Tuc	Bosque Subandino Boliviano-Tucumano	1,987.80
35. Bo Subhu	Bosque Subhúmedo	1,294.69
36. Bo sue no dren	Bosque sobre suelos mal drenados	270.28
37. Bo tran Pran	Bosques transicionales Preandinos	849.27
38. Bo Vz	Bosques de Vérzea	3,928.27
39. Bo Yun Py	Bosque Yungueño de Polylepis	110.88
40. Bo Yun Mo	Bosque Yungueño Montano	140.34
41. Ce dre B	Cerrado mal drenado del Beni	764.48
42. Ce lom Preat	Cerrado del lomerío Preandino	75.30
43. Cha Esc Sab arb	Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas	280.62
44. Cha Esp Rip	Chaparral Espinoso Ripario	15.96
45. Com Pin Bol-Tuc	Complejo de Pinares Boliviano-Tucumano	1,018.05
46. Com Veg Antro	Complejo de Vegetación Antrópica	4,990.01
47. Hum Alt	Humedales Altoandinos	5.47
48. Khe Alt Bol-Tuc	Khewiñar Altimontano Boliviano-Tucumano	437.22
49. Khe Subhu Bol-Tuc	Khewiñar Subhúmedo-húmedo Boliviano-Tucumano	2,477.48
50. Paj	Pajonales	10,471.70
51. Pal Bo Sab baj	Palmares y Bosques Sabaneros bajos	9.35
52. Pal Yun Pl	Palmar Yungueño Pluvial	580.22
53. Palo Llan Alu	Palocruzales de la Llanura Aluvial	42.18
54. Palosa	Palosantales	60.48
55. Pam	Pampas	305.66
56. Pan	Pantanos (curichis y yomomales)	597.76
57. Pin hum Bol-Tuc	Pinar húmedo Boliviano-Tucumano	230.17
58. Pin-sah Bol-Tuc	Pinar-sahuital Boliviano-Tucumano	337.74
59. Prad sal A Sema	Pradera salobre del Altiplano Semiárido	29.22
60. Que	Quebrachales	163.02
61. Sab Herb	Sabanas Herbáceas	565.39
62. Sab Hidro	Sabanas Hidrofíticas	471.09
63. Sau Rib Bol-Tuc	Sauceda Ribereña Boliviano-Tucumana	23.62
64. Ser Tab-Jun	Serie de Tabebuia lapacho-Juglans boliviana	316.56
65. Thol	Tholar-Pajonal	843.44
66. Var inf frea	Variante con influencia freática	737.61
67. Veg Antr	Vegetación Antrópica	8,377.75
68. Veg Rib	Vegetación Ribereña	1,636.28
69. Veg Subn Puna	Vegetación Subnival de la Puna	6.65

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**VEGETACIÓN (Código):**

1. Alg	19. Bo Me-Fre	37. Bo tran Pran	55. Pam
2. Ant	20. Bo Mo Se Bol-Tuc	38. Bo Vz	56. Pan
3. Ar Al Py	21. Bo Pan	39. Bo Yun Py	57. Pin Hum Bol-Tuc
4. Ar Bo RS	22. Bo Pl Suba CH	40. Bo Yun Mo	58. Pin-sah Bol-Tuc
5. Bf Al Pun Xe	23. Bo Prepun	41. Ce dre B	59. Prad sal A Sema
6. Bo Py Alt	24. Bo Pun	42. Ce lom Preat	60. Que
7. Bo Al Py	25. Bo Pun Py	43. Cha Esc Sab arb	61. Sab Herb
8. Bo Alt Pl	26. Bo Que Bol-Tuc	44. Cha Esp Rip	62. Sab Hidro
9. Bo Am Ple Sb	27. Bo Riv Bol-Tuc	45. Com Pin Bol-Tuc	63. Sau Rib Bol-Tuc
10. Bo Arb Pj Eda	28. Bo Se Bol-Tuc tra	46. Com Veg Antro	64. Ser Tab-Jun
11. Bo Bj Ar Xe Prepun	29. Bo Se Int	47. Hum Alt	65. Thol
12. Bo Bj Esp Inu	30. Bo Se Mo Bol-Tuc	48. Khe Alt Bol-Tuc	66. Var inf frea
13. Bo Bol-Tuc	31. Bo Sea Int	49. Khe Subhu Bol-Tuc	67. Veg Antr
14. Bo Cha Tra	32. Bo Sed Yun Bol-Tuc	50. Paj	68. Veg Rib
15. Bo Chiq	33. Bo Smpv est	51. Pal Bo Sab baj	69. Veg Subn Puna
16. Bo Gal BN	34. Bo Sub Bol-Tuc	52. Pal Yun Pl	
17. Bo In Bñ	35. Bo Subhu	53. Palo Llan Alu	
18. Bo Inu	36. Bo sue no dren	54. Palosa	

**MAPA DE VEGETACIÓN**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

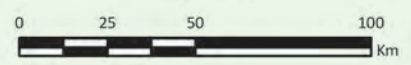
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



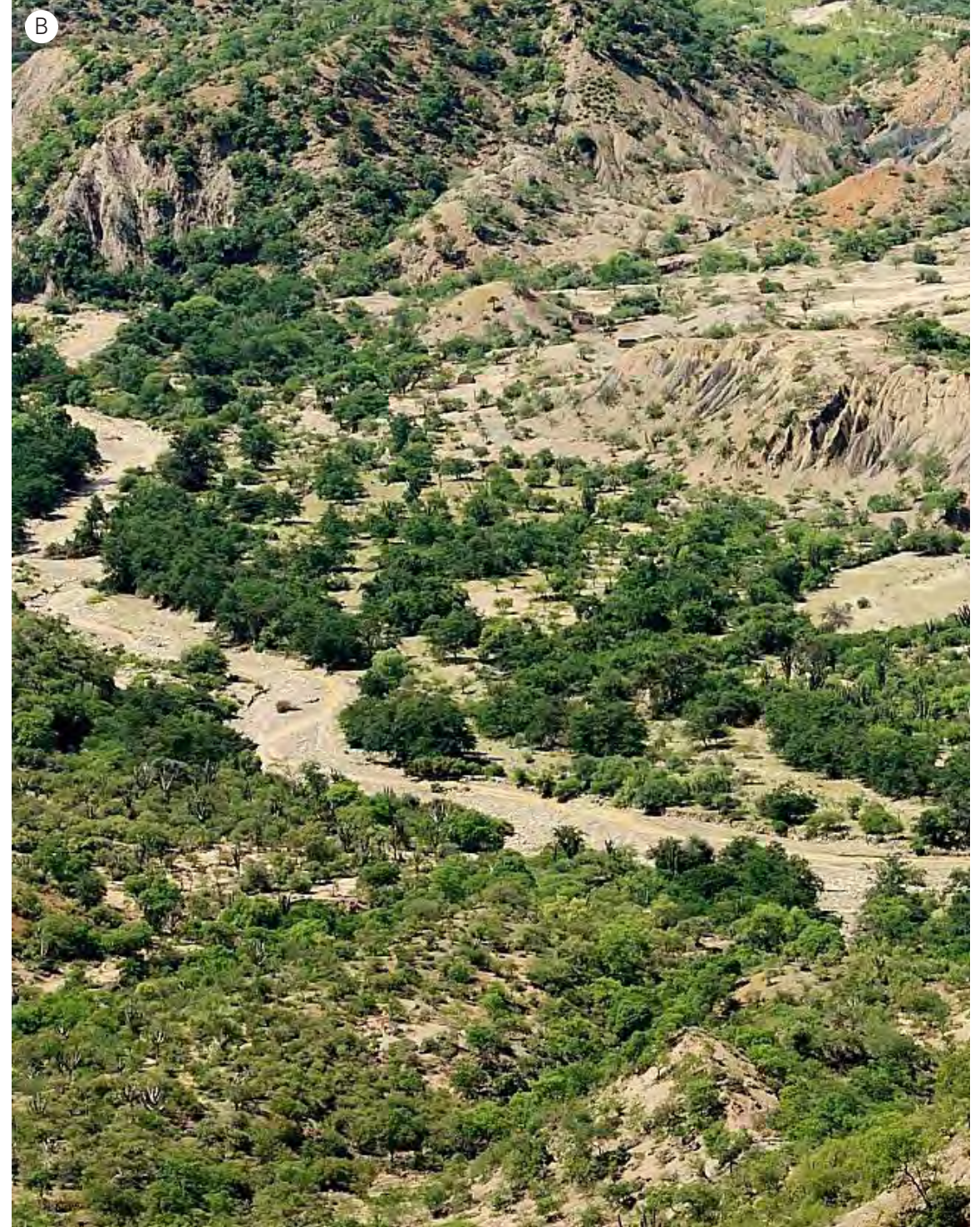
Escala gráfica:  
1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

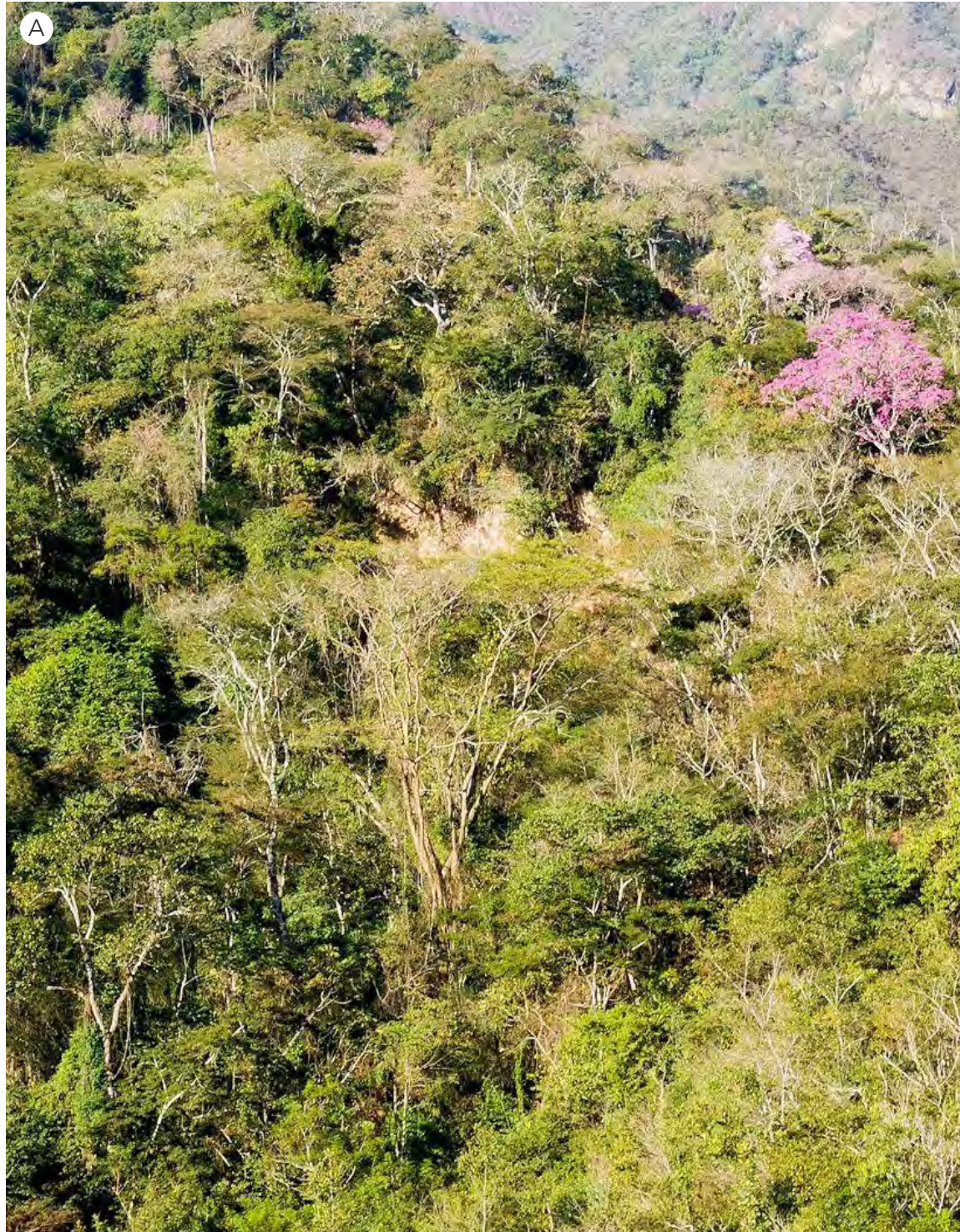
Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
G. Navarro & W. Ferreira  
RUMBOL

Imagen 14. Vegetación parte alta y media de la CRG.



A. Pajonales Altoandinos (Municipio Tacopaya) - Foto: J. Monroy.  
B. Valle Seco Interandinos (Municipio Vallegrande) - Foto: G. A. Parada.

Imagen 15. Vegetación parte media y baja de la CRG.



A. Bosque Chiquitano transicional del Subandino (Municipio Vallegrande) - Foto: G. A. Parada.  
B. Bosque Subandino Boliviano Tucumano (Parque Nacional Amboró) - Foto: Morrytx.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## ECOREGIONES

La CRG alberga 9 de las 12 ecoregiones<sup>14</sup> de Bolivia, y 11 de las 23 subecoregiones donde se tiene una gran variedad de ecosistemas derivados por el acusado gradiente altitudinal y la orografía local, siendo este factor especialmente destacable en las serranías del subandino, con laderas de gran verticalidad que delimitan valles muy profundos y que, según su orientación y altitud, pueden variar entre hiperhúmedos y xéricos.

En el siguiente cuadro se presentan las diferentes ecoregiones y subecoregiones presentes en la cuenca:

**Cuadro 12. Ecoregiones y Subecoregiones presentes en la CRG.**

REGIÓN	ECOREGIÓN	SUBECOREGIÓN	AREA (km <sup>2</sup> )
Tierras Bajas	Sudoeste de la Amazonia	Bosque Amazónico Preandino	9,950.28
		Bosque Amazónico Subandino	1,724.98
		Bosque Amazónico de Inundación	5,627.41
	Sabanas Inundables	Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos	2,739.33
	Bosque Seco Chiquitano	Bosque Seco Chiquitano	8,657.15
	Gran Chaco	Gran Chaco	10,134.83
Vertiente Oriental y Valles Interandinos	Yungas	Yungas	1,549.58
	Bosque Boliviano - Tucumano	Bosque Boliviano - Tucumano	11,310.05
	Bosques Secos Interandinos	Bosques Secos Interandinos	28,405.77
	Chaco Serrano	Chaco Serrano	7,519.82
Cordilleras Altas y Altiplano	Puna Norteña	Puna Semihúmeda	15,789.08

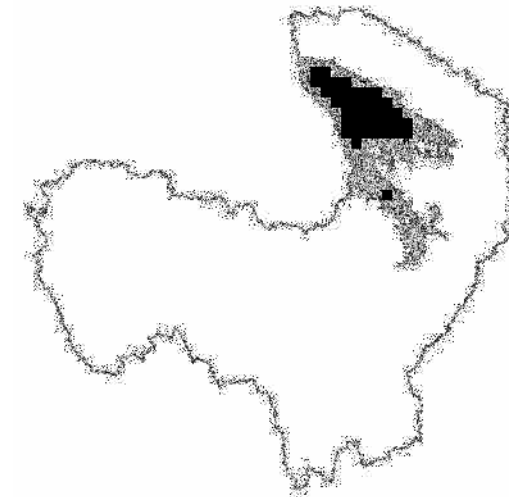
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

### Tierras Bajas

Bajo esta unidad se incluyen regiones entre altitudes aproximadas de 100 – 800 / 1,000 m (existiendo serranías aisladas más altas) desde los bosques húmedos amazónicos, hasta los bosques chaqueños en el sudoeste del departamento de Santa Cruz.

<sup>14</sup> Una ecoregión es un área que consiste en una agrupación característica de comunidades naturales que comparten una taxa, dinámicas, ecológicas y condiciones ambientales, teniendo una mayor interrelación e interdependencia biológica y ecológica entre sí (Ibisch & Mérida 2003).

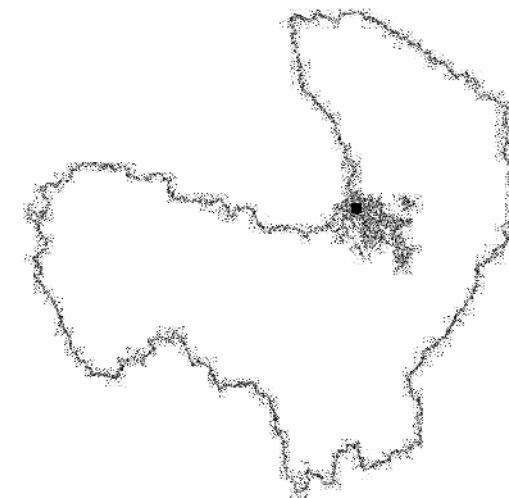
### Bosque Amazónico Preandino



Cubre el departamento de Santa Cruz (Municipios de San Juan, Santa Rosa del Sara, San Pedro, San Carlos, Buena Vista y Porongo). Se trata de una región netamente amazónica, con influencia ecológica de los Andes que aumenta con la distancia decreciente hacia las Serranías, Subandinas (p.e. mayor precipitación).

Dentro la CRG cubre una superficie de 9,950.28 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 150 – 500 m, una temperatura promedio anual de 24 – 28°C y una precipitación de 1,300 > 7,000 mm, con paisajes de colinas suaves, altas terrazas aluviales, ondulaciones y planicies, siendo una zona de transición hacia los bosques subandinos con relativamente pocas especies andinas.

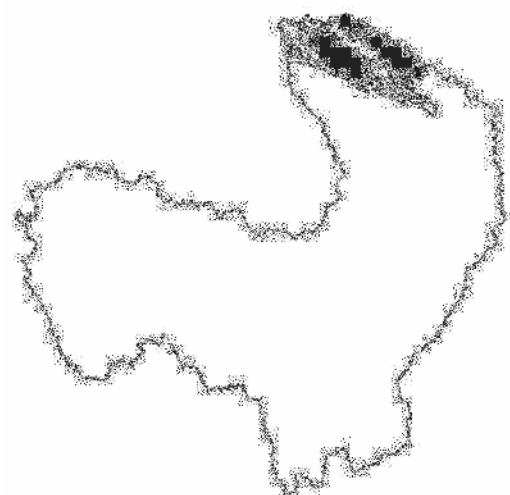
### Bosques Amazónicos Subandinos (Faja Subandina)



Cubre el departamento de Santa Cruz (municipios de Buena Vista y El Torno). Esta unidad cubre zonas subandinas al norte del codo de los Andes, reconociéndose bosques andinos verdaderos fisionómicamente y biogeográficamente.

Dentro la CRG cubre una superficie de 1,724.98 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 500 – 1,000 m, una temperatura de 24 – 26°C y una precipitación que oscila entre 700 – 1,500 mm, siendo una zona de transición donde se mezclan especies amazónicas y andinas, sin embargo, hay dominancia de elementos amazónicos hasta los 2,000 m, además de ser una zona de endemismo de especies.

### *Bosques Amazónicos de Inundación*

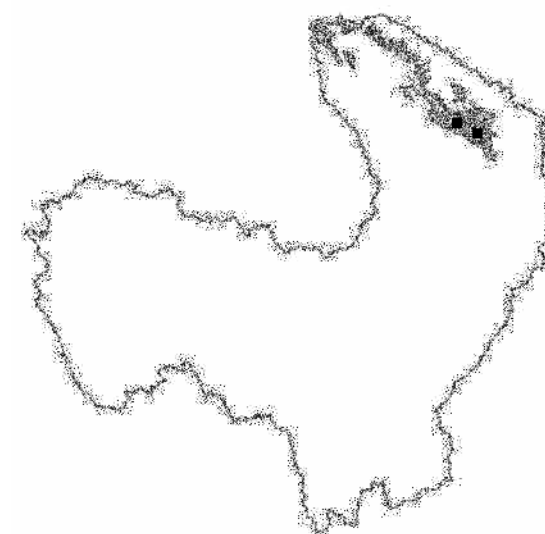


Cubre el departamento de Santa Cruz (municipios de El Puente, Santa Rosa del Sara, Yapacani, San Juan y San Pedro). Esta unidad cubre bosques frecuentemente marcados por épocas de inundación periódicas de crecidas y bajuras de los ríos, donde se distinguen dos tipos importantes Várzea correspondiente a los bosques de inundación de aguas blancas e Igapo referido a los bosques de inundación de aguas negras, además de bosques de inundación aluvial.

Dentro la CRG cubre una superficie de 5,627.41 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 100 – 500 m, una temperatura promedio de 27°C y una precipitación de 1,000 – 4,500 mm, con paisajes de llanura boscosa amazónica, siendo una zona de rutas de migración de peces, con importancia en el caso de eventos climáticos.

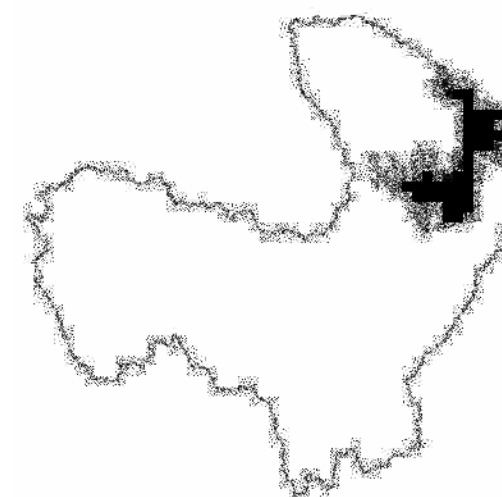
### *Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos*

Cubre el departamento de Santa Cruz (municipios de San Julián, San Pedro, Fernández Alonso y Yapacani). Esta unidad presenta planicies aluviales, relativamente fértiles, inundados sobre todo por desborde.



Dentro la CRG cubre una superficie de 2,739.33 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 100 – 200 m, una temperatura de 22 – 27°C y una precipitación que oscila entre 1,100 – 4,000 mm, siendo una región de variado microrelieve, afines con el Pantanal, con gran abundancia de aves, mamíferos y peces.

### *Bosque Seco Chiquitano*



Cubre el departamento de Santa Cruz (municipios de San Julian, Okinawa Uno, Warnes, Portachuelo, Montero y Colpa Bélgica). Unidad con planicies, serranías, lajas (inselbergs – escudo Precámbrico).

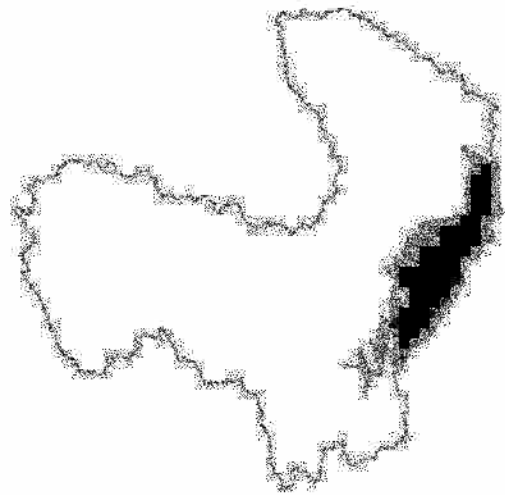
Dentro la CRG cubre una superficie de 8,657.15 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 100 – 800 m, una temperatura de 21 – 28°C y una precipitación que oscila entre 600 – 2,300 mm, siendo una ecoregión con bosques secos con más especies de plantas.

**Imagen 16.** Municipio de Valle Grande: Bosque Chiquitano transición al Subandino.



Foto: G. A. Parada.

### Gran Chaco



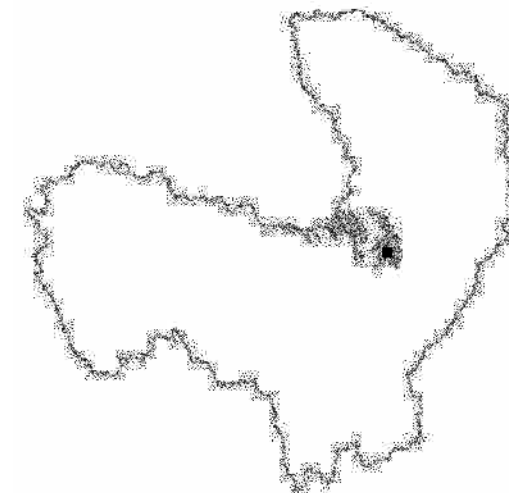
Cubre el departamento de Santa Cruz (municipios de Cuatro Cañadas, Cotoca, La Guardia y Cabezas). Unidad con planicies con pocas colinas y serranías pequeñas.

Dentro la CRG cubre una superficie de 10,134.83 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 200 – 600 m, una temperatura de 25 – 26°C y una precipitación que oscila entre 200 – 600 mm, con 6 a 10 meses áridos, siendo una zona con alto grado de endemismo a nivel del Chaco: *Isozogia nelliae* (Cactácea), con afinidades florísticas con los valles interandinos.

### Vertiente Oriental Andina y Valles Interandinos

Las áreas más diversas de Bolivia se encuentran en las faldas orientales de los Andes. Caracterizado por precipitaciones y temperaturas altamente variables en el tiempo, siendo factores importantes de diferentes procesos biológicos que llevan a un alto grado de especiación y endemismos.

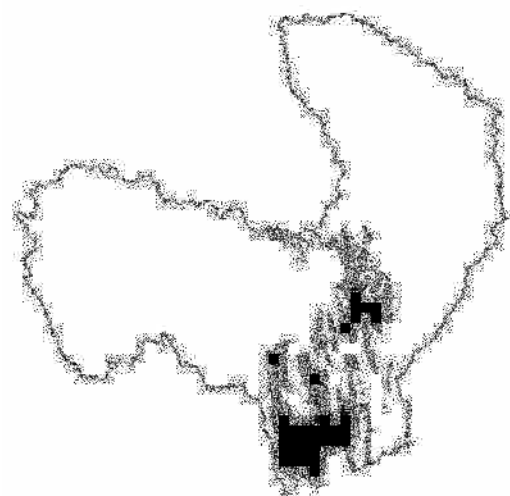
### Yungas



Cubre los departamentos de Santa Cruz (municipios de Comarapa, Samipata, Pampa Grande, Buena Vista y Samaipata) y Cochabamba (municipio de Totorá). Es la región de bosques (casi) andinos perhúmedos de la ladera nororiental de los Andes, siendo climatológicamente y biogeográficamente muy distintos a las laderas orientales de la región de los Bosques Boliviano - Tucumanos.

Dentro la CRG cubre una superficie de 1,549.58 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 1,000 – 4,200 m, una temperatura de 7 – 24°C y una precipitación que oscila entre 1,500 – 6,000 mm, con 6 a 10 meses áridos, siendo laderas parcialmente escarpadas, y valles disectados.

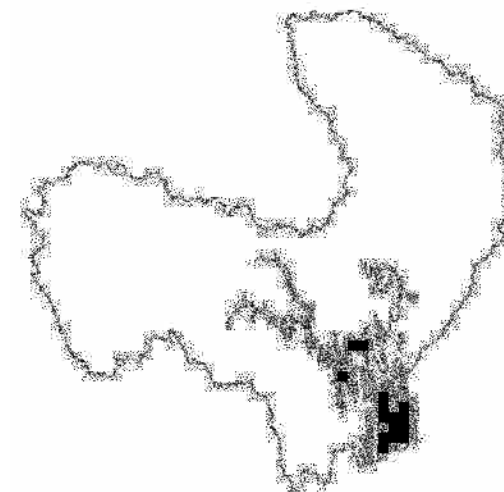
### Bosque Boliviano – Tucumano



Cubre los departamentos de Santa Cruz (municipios de Valle Grande, Pucara, Quirusillas, Samaipata, Postrer Valle, Mairana y Cabezas) y Chuquisaca (municipios de El Villar, Sopachuy, Tarvita, Padilla, Muyupampa, Tomina y Villa Mojocoya). Son denominados también bosques húmedos sureños, con paisajes en laderas (escarpadas), valles y cimas.

Dentro la CRG cubre una superficie de 11,310.05 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 800 – 3,900 m, una temperatura de 5 – 23°C y una precipitación que oscila entre 700 – 2,000 mm, con 3 a 5 meses áridos, siendo bosques con afinidades florísticas a bosques de Yungas y Ceja.

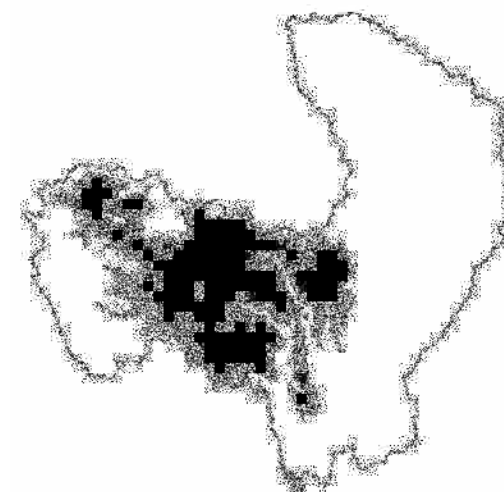
### Chaco Cerrano



Cubre los departamentos de Santa Cruz (municipios de Lagunillas, Gutiérrez, Valle Grande, Postrer Valle y Samaipata), Cochabamba (municipio de Pasorapa) y Chuquisaca (municipios de Villa Serrano, Muyupampa, Padilla y Villa Mojocoya). Ecoregión con paisajes de serranías bajas de las últimas estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, valles bajos y pie de monte.

Dentro la CRG cubre una superficie de 7,519.82 Km<sup>2</sup>, con altitudes entre 700 – 2,000 m, una temperatura de 18 – 22°C y precipitación entre 700 – 1,000 mm, con 6 a 7 meses áridos.

### Bosques Secos Interandinos



Cubre los departamentos de Santa Cruz (municipios de Moro Moro, Salpina, Trigal, Pampa Grande, Valle Grande, Mairana, Pucara y Comarapa), Cochabamba (municipios de Aiquile, Pasorapa, Omereque, Mizque, Pocona, Totorá, Vila Vila, Anzaldo, Santibañez, Capinota, Arbieta,



Punata, Sacaba, Colcapirhua y Cliza), Potosí (municipios de Torotoro, Arampampa, San Pedro de Buena Vista y Ravelo) y Chuquisaca (municipios de Poroma, Sucre, Presto, Villa Mojoycoya, Tarabuco, Zudáñez, Padilla, Villa Serrano y Villa Alcalá).

Bajo este término se incluyen una variación grande de formaciones vegetales deciduos que van desde los bosques secos en la región de los Yungas, hasta los extensos valles en el Centro y Sur del país. Dentro la CRG cubre una superficie de 28,405.77 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 500 – 3,300 m, una temperatura de 12 – 16°C y una precipitación que oscila entre 500 – 7,000 mm, con 6 a 8 meses áridos, con presencia de valles más o menos disectados y pequeñas planicies.

### Cordilleras Altas y Altiplano

La región altoandina corresponde a varios tipos de ecoregiones caracterizados por una vegetación tropical de alta montaña, pareciendo fisonómicamente a las estepas de zonas templadas.

### Puna Semihúmeda



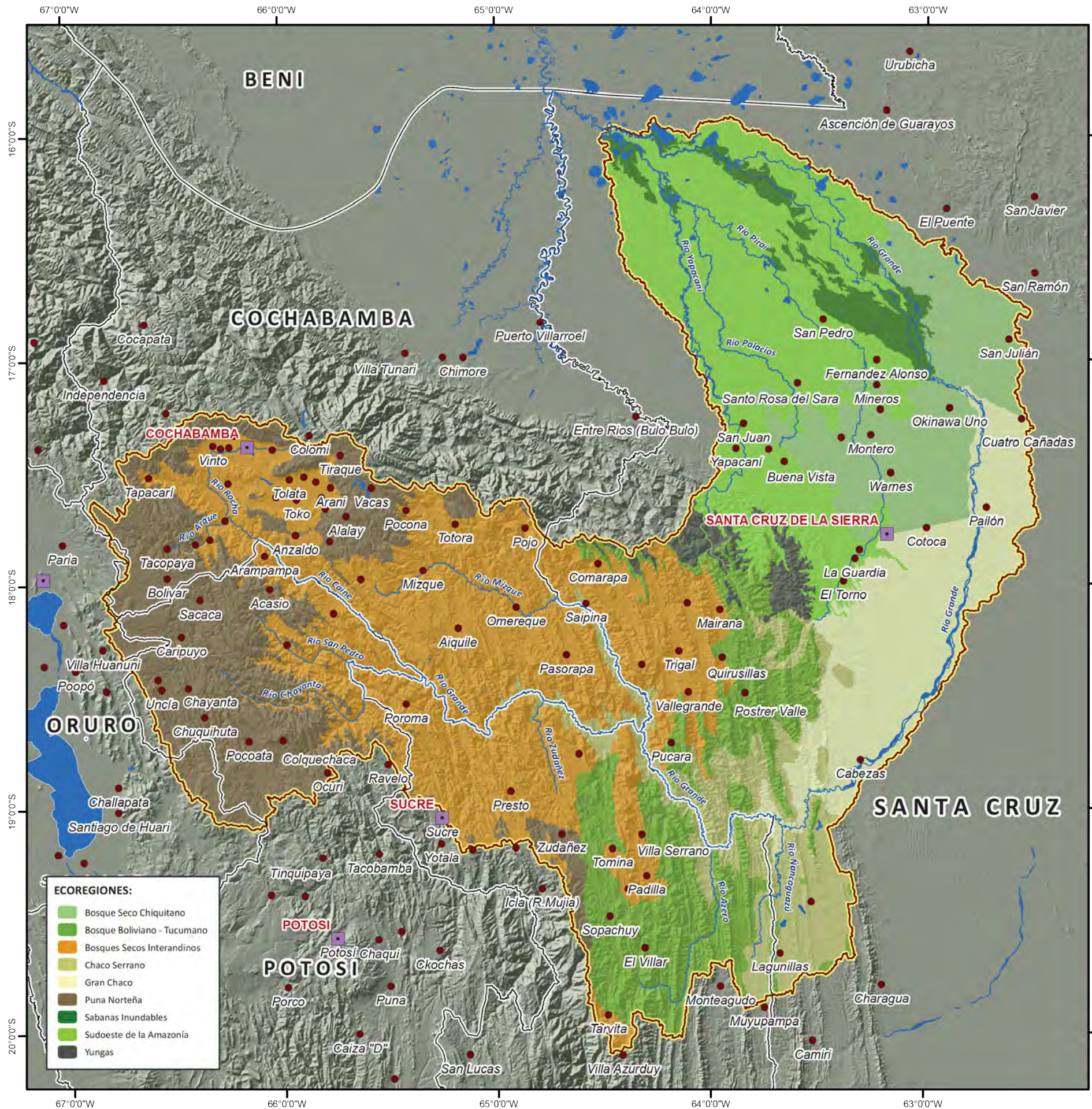
Cubre los departamentos de Cochabamba (municipios de Tacopaya, Bolivar, Tapacari, Vinto, Tiraque, Alalay, Vacas, Vinto y Quillacollo), Potosí (municipios de Colquechaca, Pocoata, Uncia, Caripuyo, Sacaca, Acacio, Llallagua y Chayanya) y Chuquisaca (municipios de Tarabuco, Zudáñez y Copachuy). Unidad con vegetación típicamente andina, con presencia de serranías, mesetas altas y valles.

Dentro la CRG cubre una superficie de 15,789.08 Km<sup>2</sup>, con altitudes desde los 3,200 – 4,200 m, una temperatura de 7 – 10°C y una precipitación que oscila entre 400 – 1,000 mm, siendo una región potencialmente con bosques (con excepción en fondos de valles).

Imagen 17. Bosque Boliviano - Tucumano (Municipio de Lagunillas).



Foto: G. Alexander.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE ECOREGIONES



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

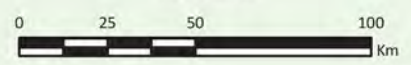
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN)

## ÁREAS PROTEGIDAS

Las áreas protegidas son patrimonio del estado y de interés público y social, debiendo ser administradas de acuerdo a su categoría, zonificación y reglamentación, con base a planes de manejo, con el objeto de conservar la biodiversidad, recursos naturales, investigación científica, recreación, educación y ecoturismo entre otras.

Según el reglamento general de Áreas Protegidas; se reconocen seis categorías de manejo: Parque, Santuario, Monumento Natural, Reserva de Vida Silvestre, Área Natural de Manejo Integrado y Reserva de Inmovilización. Asimismo, las primeras áreas protegidas a nivel nacional fueron creadas y declaradas por las autoridades nacionales y el gobierno central, pero en los últimos años se observan iniciativas crecientes para complementar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas como reservas departamentales, municipales y reservas privadas.

Aproximadamente el 18% de la superficie de la CRG se encuentra bajo alguna categoría de protección, como Áreas Protegidas de carácter nacional, departamental y/o municipal (Cuadro 13, 14 y 15).

**Cuadro 13. Áreas Protegidas de carácter nacional presentes en la CRG.**

NOMBRE	CATEGORÍA DEL ÁREA PROTEGIDA	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA CRG (ha)	ÁREA CRG (%)
Iñaño	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado	264,551.27	262,712.21	99.30
El Palmar	Área Natural de Manejo Integrado	60,540.66	60,540.66	100.00
Torotoro	Parque Nacional	16,833.92	16,833.92	100.00
Amboró	Parque Nacional	441,311.15	242,032.46	54.84
Amboró	Área Natural de Manejo Integrado	160,864.96	124,775.89	77.57
* Cavernas del Repechón	Refugio de Vida Silvestre	207.97	0.00	0.00
Carrasco	Parque Nacional	693,992.69	22,171.44	3.19
Tunari	Parque Nacional	328,878.72	94,738.49	28.81

\* Las Cavernas del Repechón son parte del Parque Nacional Carrasco.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Cuadro 14. Áreas Protegidas de carácter departamental presentes en la CRG.**

NOMBRE	CATEGORÍA DEL ÁREA PROTEGIDA	DEPARTAMENTO	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA CRG (ha)	ÁREA CRG (%)
Lomas de Arena	Parque Regional	Santa Cruz	13,453.79	13,453.79	100.00
Río Grande Valles Cruceños	Área Natural de Manejo Integrado	Santa Cruz	741,748.83	741,748.83	100.00
Espejillos	Monumento Natural	Santa Cruz	1,257.60	1,257.60	100.00

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Las Áreas Protegidas de interés nacional están a cargo del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), institución que tiene la finalidad de coordinar el funcionamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP<sup>15</sup>); entre las categorías de mayor persistencia dentro la cuenca se tienen a los Parques Nacionales (PN) y Áreas Naturales de Manejo Integrado (ANMI).

Las Áreas Protegidas de interés departamental de la CRG, se encuentran en el departamento de Santa Cruz bajo el Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SDAP<sup>16</sup>), que se operativiza a través de la Dirección de Áreas Protegidas (DIAP) de la Secretaría de Desarrollo Sostenible dependiente del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.

Las Áreas Protegidas de interés municipal presentes en la cuenca están a cargo de los Gobiernos Autónomos Municipales que generaron Ordenanzas Municipales para su protección, así entre las categorías más persistentes se tienen a las Áreas de Protección Municipal, Zonas de Inmovilización y ANMI.

Por otro lado, mucha de estas Áreas Protegidas presentan diferentes ecosistemas que en su mayoría se ven influenciadas por acciones humanas como p.e. la deforestación en la parte baja de la cuenca (aprox. 50,000 ha/año), el inadecuado uso de los suelos, el chaqueo, entre otros factores que afectan su estado de conservación<sup>17</sup>. En este sentido, Araujo et al. (2010) señalan que una gran parte del territorio, aproximadamente el 69% a nivel nacional, cuenta con ecosistemas bien conservados.

15 En el año de 1992 de acuerdo a la Ley 1333 fue creado el SNAP con la finalidad de contribuir a los procesos de conservación *in situ* de regiones naturales, biodiversidad y uso sostenible de los recursos naturales.

16 Creado mediante Decreto Prefectural N° 027/05 del 11 de febrero del 2005, que se hace operativo el 2006, con la creación de la DIAP, que es la instancia encargada de la gestión de las áreas protegidas de interés Departamental y a su vez coordinar y apoyar a la gestión de áreas protegidas de interés Nacional y Municipal.

17 El estado de conservación de los ecosistemas define el grado de perturbación (o conversión) de un sitio por influencia de la acción humana, referente a las causantes de impacto en el ecosistema (impacto por acceso, por densidad poblacional) e indicadores directos (como impacto por deforestación).

Dentro la CRG aproximadamente el 47%, presenta un estado (categoría) de conservación de sus ecosistemas, entre muy bueno a moderado. Asimismo, las ecoregiones más afectadas respecto a su estado de conservación en la cuenca, son los Bosques Secos Chiquitanos, el Sudeste de la Amazonia, las Sabanas Inundables, la Puna Norteña y los Bosques Secos Interandinos.

#### Cuadro 15. Áreas Protegidas de carácter municipal presentes en la CRG.

NOMBRE	CATEGORÍA DEL ÁREA PROTEGIDA	MUNICIPIO	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA CRG (ha)	ÁREA CRG (%)
Jardín de Cactáceas de Bolivia	Área Protegida Municipal	Comarapa	22,490.83	22,490.83	100.00
Parabanó	Área Protegida Municipal	Cabezas	37,490.15	37,490.15	100.00
Palmera de Sao	Área Protegida Municipal	Cabezas	757.68	757.68	100.00
Laguna Quirusillas	Área Protegida Municipal	Quirusillas	6,135.19	6,135.19	100.00
Lagunas Santa Barbara y Brava	Área Protegida Municipal	San Carlos	2,430.25	2,430.25	100.00
Curichi El Cuajo	Área Protegida Municipal	Buena Vista	379.80	379.80	100.00
Laguna Alalay	Área de Protección Ambiental	Cercado	216.06	216.06	100.00
Quebrada El Chape	Área Protegida Municipal	Mairana	3,583.19	3,583.19	100.00
El Villar	Zona de Inmovilización Forestal e Hídrica	El Villar	7,335.90	7,335.90	100.00
Kaluyo	Área Natural de Manejo Integrado	Arbieto	7,437.93	7,437.93	100.00
Incachaca	Parque Arqueológico	Colomi	7,445.85	7,445.85	100.00
Pocotaika	Área Protegida Municipal	Capinota	7,435.69	148.71	2.00
Churo Negro	Área Protegida Municipal	Comarapa	7,410.34	7,410.34	100.00
Sucre (Paisaje)	Zona de Protección Paisajística	Sucre	7,368.31	2,947.32	40.00
Cotapachi	Monumento Arqueológico Natural	Quillacollo	7,448.60	7,448.60	100.00
Norte de Tiquipaya	Reserva de Vida Silvestre	Tiquipaya	7,449.82	7,449.82	100.00
Colcapirhua	Parque Metropolitano	Colcapirhua	7,448.57	7,448.57	100.00
Bosque de algarrobo Tiataco	Área Natural de Manejo Integrado	Arbieto	7,437.93	7,437.93	100.00
Tacoloma	Área Natural de Manejo Integrado	Arbieto	7,437.93	7,437.93	100.00
Lagarpampa	Área Natural de Manejo Integrado	Aiquile	30,337.81	30,337.81	100.00
Pasorapa	Área Natural de Manejo Integrado	Pasorapa	179,614.33	179,614.33	100.00

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Imagen 18. Cañon Parque Nacional Torotoro (Municipio de Torotoro).



Foto: A. Jackson.

Imagen 19. Áreas Protegidas en la CRG



A. Paisaje, Área Natural de Manejo Integrado "El Palmar" – Foto: GADCH.

B. Paisaje, Parque Nacional "Tunari" – Foto: G. Maier.

C. Lagunas, Monumento Natural "Espejillos" – Foto: L. Quevedo.

D. Cántaceas, Área Protegida Municipal "Jardin de Cactáceas de Bolivia" – Foto: GADSC.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS



#### SIMBOLOS CONVENCIONALES:

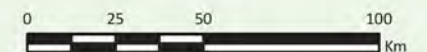
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

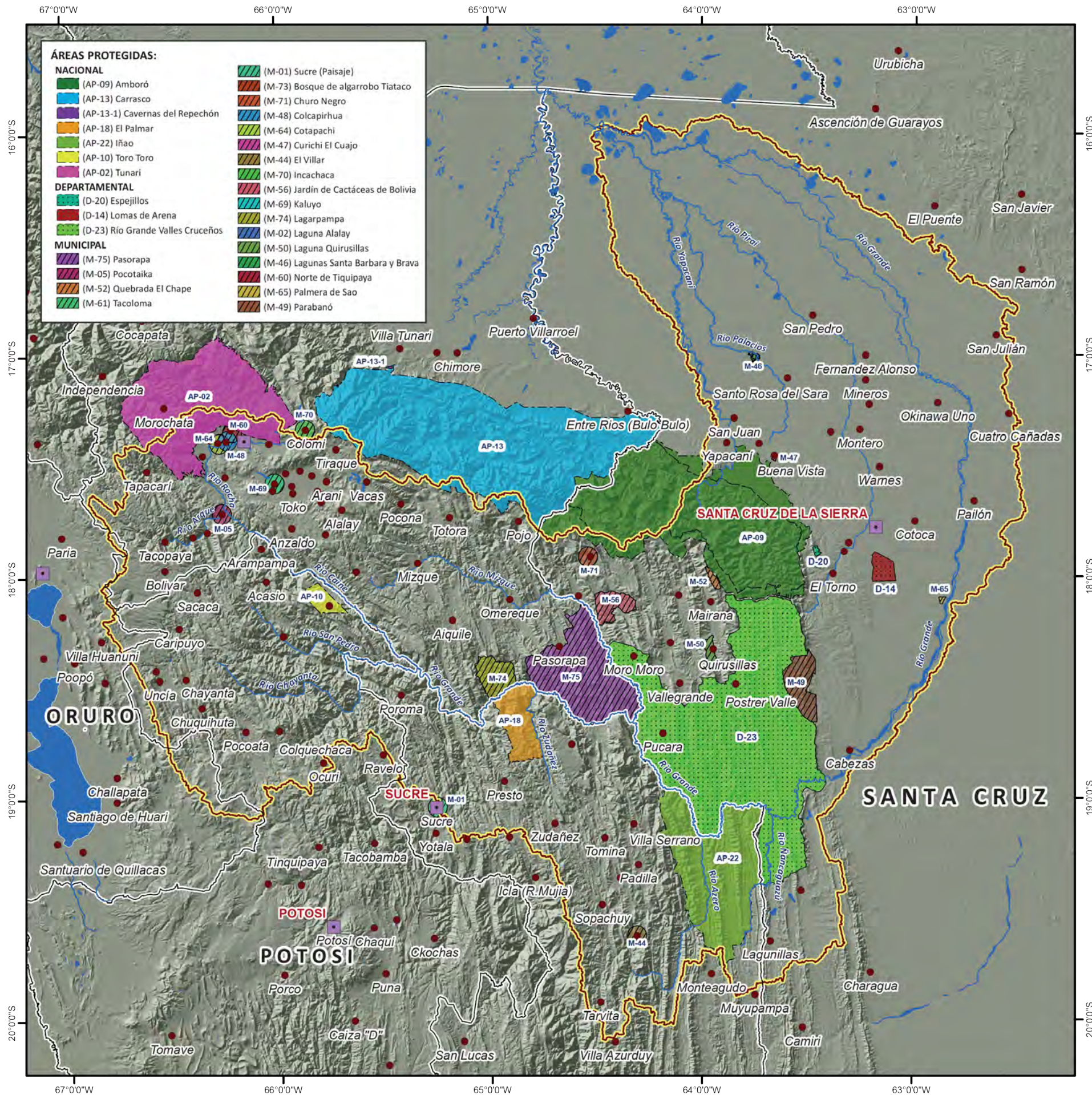


Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

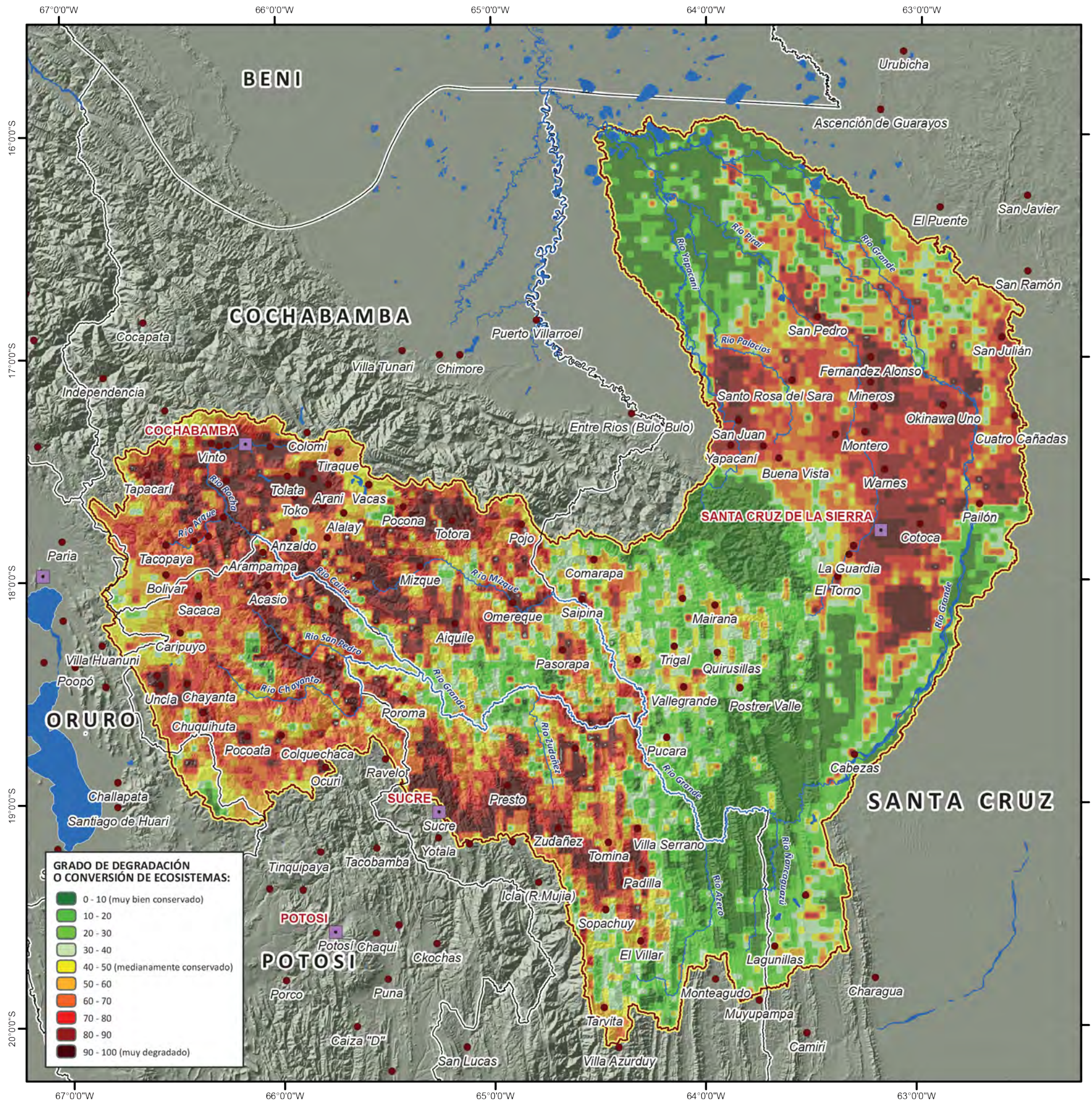
Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)



**Imagen 20.** Estado de conservación del Valle “Julo Grande” (Municipio de Torotoro).



Foto: CarmelH.



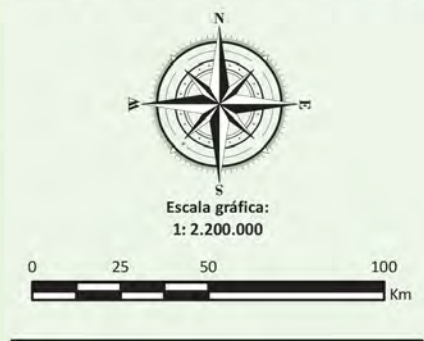
**MAPA DE ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS**



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 C. Nowicki, R. Müller, S. Cuellar & P. L. Ibisch  
 FAN, WWF, TNC y CI



## SUELOS

El suelo es uno de los elementos ambientales de mayor sensibilidad frente a las acciones naturales y antrópicas del medio. Las acciones erosivas, cuando son severas pueden deteriorar o hacer desaparecer al suelo en cortos períodos de tiempo, con lo que se ocasionará graves daños en los ecosistemas. Asimismo, cuando existen actividades antrópicas, que no contemplan adecuadas medidas de protección y manejo, pueden propiciar el deterioro de este recurso.

A causa de los diversos relieves existentes dentro la CRG, se tiene una amplia diferenciación de horizontes del perfil de sus suelos, que se explica, especialmente, por el desarrollo geológico y tectónico de las unidades fisiográficas presentes en la cuenca; p.e. la Cordillera Oriental con las rocas metamórficas Paleozoicas (esquistos arcillosos, areniscas cuarcíferas, filita) e intrusiones de granodiorita; las zonas de las Serranías del Subandino con rocas sedimentarias del Mesozoico (areniscas, areniscas calcáreas, piedra caliza y conglomerados); las tierras bajas del Beni y el Chaco, con fuertes acumulaciones de arcillas, limos, arenas y gravas; las Serranías Chiquitanas con rocas sedimentarias (areniscas, lutitas y rocas calizas).

Un ejemplo de formación de horizontes del suelo, se puede mencionar a la transición de los bosques secos del Chaco y el borde de los Andes (Santa Cruz), donde se concentran procesos químicos de intemperización y traslocación especialmente en la época de lluvias. El proceso de intemperización es menor, por lo cual las propiedades del suelo, dependen mayormente del material madre (litomorfia suelos inmaduros) o materiales transportados (fluviales o de sedimentos), que provienen de la cuenca alta y media (Gerold 2003).

### Unidades de suelo

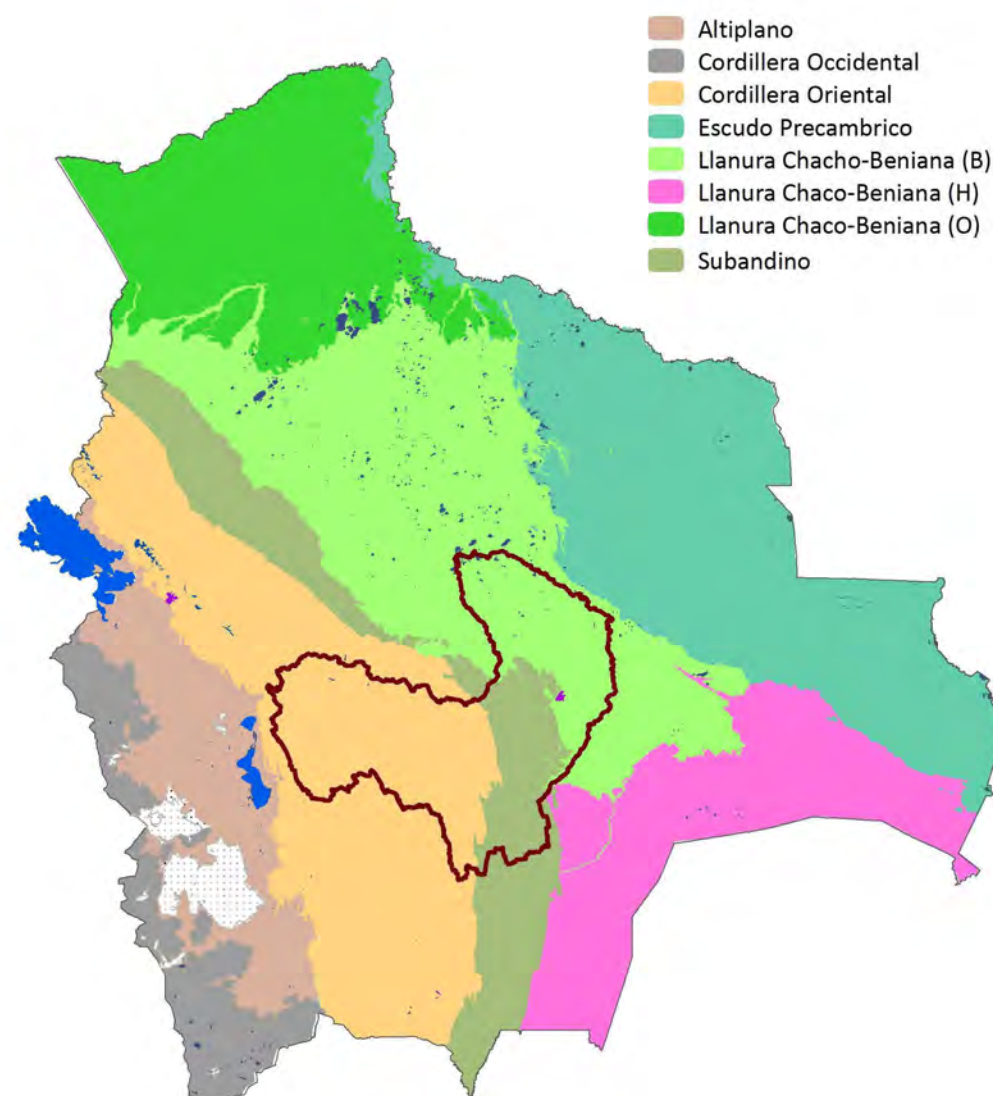
Dentro la CRG se tiene 65 unidades de suelo, las mismas provienen de la información generada por el proyecto ZONISIG<sup>18</sup> y los mapas departamentales de Santa Cruz, Cochabamba y Oruro; muchas de las unidades presentan el criterio de Consociación y Asociación de suelos.

- La Consociación es una unidad geográfica en que predomina un tipo de suelo o un área miscelánea que cubre más del 85% de su superficie y sirve para dar nombre a la unidad, permitiendo la inclusión permisible de suelos disímiles que no cubren más del 10%. Por ejemplo, "Consociación Leptosoles con inclusión Cambisoles, Fluvisoles, Lixisoles y Phaeozems".
- La Asociación es una unidad geográfica donde predominan dos unidades de suelos y/o áreas misceláneas que se presentan en forma intrincada, y que no pueden separarse por la escala utilizada, en la que los suelos disímiles agrupados ocupan suficiente extensión y están organizados según un patrón de distribución que se repite de una manera regular que puede ser explicada. Por ejemplo, "Asociación Cambisoles – Fluvisoles".

<sup>18</sup> Proyecto ZONISIG para la cartografía de suelos de los departamentos de Potosí y Chuquisaca, mismas que fueron determinadas a partir de las unidades de terreno, mediante el análisis, selección y asignación de Grandes Grupos de Suelos descritas a nivel de unidad de suelo y la Taxonomía de Suelos Americana de la FAO.

Por otro lado, se ha establecido que el suelo es un elemento estrechamente relacionado al paisaje fisiográfico y que el ambiente geomorfológico, determinado por el relieve, el material parental y el tiempo, junto con el clima, son los factores formadores de paisajes, de donde se ha concluido que dichos factores también son los que forman los suelos que encierra cada paisaje. En este entendido, las diferentes unidades de suelos presentes dentro la cuenca se ha distribuido de acuerdo a las diferentes Provincias Fisiográficas (Figura 19).y Grandes Paisajes (Figura 20).

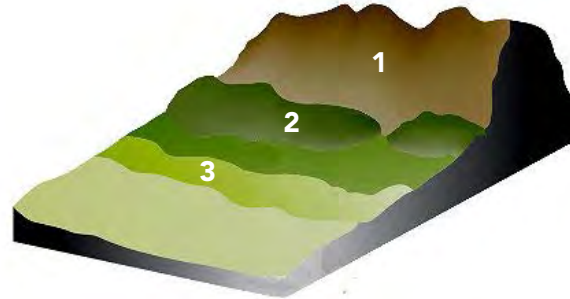
**Figura 19. Provincias Fisiográficas.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014. en base al Mapa Fisiográfico de Ministerio de Planificación del Desarrollo (2002).

**Figura 20. Unidades de Grandes Paisajes.**

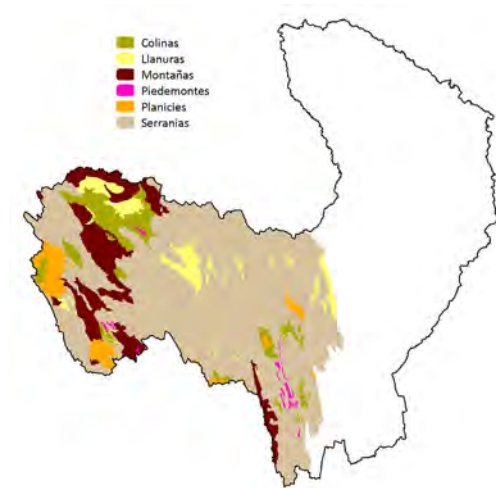
1. Montañas
2. Colinas
3. Llanuras



Fuente: Adaptado de Gardi et al. 2014.

## Suelos de la Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental alcanza en la CRG el 48.82% del total de superficie. Los grandes paisajes que se han identificado son: colinas, llanuras, montañas, piedemontes, planicies y serranías, presentándose a continuación las unidades de suelos en cada una.



**Colinas.** Alfisoles, Andisoles, Aridisoles, Entisoles, Inceptisoles, Litosol cálcico, Molisoles, Ultisoles, Asociación Cambisoles, A. Fluvisoles, A. Leptosoles, A. Lixisoles, A. Solonchaks, Consociación Cambisoles, C. Fluvisoles, C. Leptosoles, C. Lixisoles, C. Regosoles.

**Llanuras.** Molisoles y Ultisoles.

**Montañas.** Alfisoles, Aridisoles, Entisoles, Gelisoles, Inceptisoles, Molisoles, Ultisoles, Asociación Cambisoles, A. Regosoles, Consociación Calcisoles, C. Cambisoles, C. Leptosoles.

**Piedemontes.** Asociación Cambisoles, A. Lixisoles, Consociación Cambisoles, C. Leptosoles.

**Planicies.** Alfisoles, Aridisoles, Entisoles, Inceptisoles, Litosol calcico, Ultisoles, Asociación Cambisoles, A. Leptosoles, A. Solonchaks, Consociación Cambisoles, C. leptosoles, C. Licisoles, C. Regosoles.

**Serranías.** Alfisoles, Aridisoles, Entisoles, Gelisoles, Inceptisoles, Litosol cálcico, Litosol crómico, Molisoles, Ultisoles, Vertisoles, Asociación Cambisoles, A. Leptosoles, A. Solonchaks, Cambisol vértico, Consociación Cambisoles, C. Leptosoles, C. Solonchaks.

## Suelos Llanura Chaco-Beniana (H)

La Llanura Chaco-Beniana (H) se encuentra en el extremo sureste de la CRG, cubriendo una superficie del 0.01%. Se ha identificado un único gran paisaje: piedemontes.



**Piedemontes.** Fluvisol euritico haplico.

## Suelos Llanura Chaco-Beniana (B)

La Llanura Chaco-Beniana (B) se encuentra en el extremo noreste de la CRG, cubriendo una superficie del 29.31%. Se han identificados los siguientes grandes paisajes: serranías, colinas, piedemontes y llanuras deposicionales.



**Colinas.** Cambisol vértico.

**Llanuras.** Cambisol arídico, Cambisol dístico, Cambisol epidístico, Cambisol flúvico, Cambisol vértico, Litosol cálcico, Litosol háplico, Luvisol plíntico, Regosol erítico.

**Piedemontes.** Cambisol dístico flúvico, Cambisol flúvico, Cambisol ortidístico, Cambisol vértico, Fluvisol dístico, Litosol háplico.

## Suelos Subandinos

La faja Subandino abarca una superficie de del 21.86% dentro la CRG. El Subandino se ubica en la parte occidental de norte a sur y comprende: colinas, llanuras, piedemontes y serranías.



**Colinas.** Asociación Cambisoles, Cambisol vértico, Consociación Cambisoles, C. Leptosoles, Fluvisol eurítico háplico, Litosol háplico, Litosol háplico eurítico.

**Llanuras.** Cambisol vértico.

**Piedemontes.** Asociación Cambisoles, Cambisol vértico, Consociación Arenosoles, C. Leptosoles, Litosol cálcico, Litosol háplico eurítico.

**Serranías.** Asociación Cambisoles, Consociación Cambisoles, C. Leptosoles, Litosol cálcico, Litosol háplico eurítico.

## REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

El mapa de suelos de la CRG presenta una leyenda de códigos y colores para representar las diferentes unidades de suelo, entre los que se tienen unidades dominantes o como consociaciones y/o asociaciones de suelos.

### Consociaciones de suelo

Las consociaciones de suelo para fines de representación del mapa llevan la abreviación "Co" por delante y la abreviación contigua es la unidad de suelo dominante (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Códigos asignados por consociación de suelo.

LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km <sup>2</sup> )
25. Co - Are_Ca_Li	Consociación Arenosoles con inclusión Cambisoles, Lixisoles.	42.72
26. Co - Ca	Consociación Cambisoles.	160.86
27. Co - Ca_Flu	Consociación Cambisoles con inclusión Fluvisoles.	169.86
28. Co - Ca_Le	Consociación Cambisoles con inclusión Leptosoles.	2,787.54
29. Co - Ca_Re	Consociación Cambisoles con inclusión Regosoles.	437.07
30. Co - Ca_Re_Flu_Pha_Li	Consociación Cambisoles con inclusión Regosoles, Fluvisoles, Phaeozems, Lixisoles.	996.42
31. Co - Ca_Le	Consociación Calcisoles con inclusión Leptosoles	152.9
32. Co - Flu_Ca_Re	Consociación Fluvisoles con inclusión Cambisoles y Regosoles	11.07
33. Co - Le	Consociación Leptosoles	2,388.64
34. Co - Le_Ar_Li	Consociación Leptosoles con inclusión Arenosoles, Lixisoles	1,076.08
35. Co - Le_Ca	Consociación Leptosoles con inclusión Cambisoles	2,778.02
36. Co - Le_Ca_Flu_Li_Pha	Consociación Leptosoles con inclusión Cambisoles, Fluvisoles, Lixisoles y Phaeozems	3,128.82
37. Co - Le_Ca_Re_Ar_Flu	Consociación Leptosoles con inclusión Cambisoles, Regosoles, Arenosoles y Fluvisoles	610.66
40. Co - Le_Li_Ca	Consociación Leptosoles con inclusión Lixisoles y Cambisoles	681.21
41. Co - Le_Re	Consociación Leptosoles con inclusión Regosoles	244.14
42. Co - Le_Re_Ca_Pha_Li	Consociación Leptosoles con inclusión Regosoles, Cambisoles, Phaeozems y Lixisoles	1,686.32
43. Co - Le_Re_Li_Flu_Pha	Consociación Leptosoles con inclusión Regosoles, Lixisoles, Fluvisoles y Phaeozems	757.04
44. Co - Li_Ca_Le	Consociación Lixisoles con inclusión Cambisoles, Leptosoles	193.86
45. Co - Re_Ca	Consociación Regosoles con inclusión Cambisoles	141.31
46. Co - Re_Le	Consociación Regosoles con inclusión Leptosoles	475.35

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Asociaciones de suelo

Las asociaciones de suelo llevan la abreviación "As" por delante y la abreviación contigua es la unidad de suelo dominante (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Códigos asignados por asociación de suelo.**

LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km <sup>2</sup> )
4. As - Ca Flu	Asociación Cambisoles – Fluvisoles.	4.55
5. As - Ca Flu_Le	Asociación Cambisoles – Fluvisoles con inclusión Leptosoles.	1,152.21
6. As - Ca Le	Asociación Cambisoles – Leptosoles.	563.07
7. As - Ca Le_Flu	Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión Fluvisoles.	486.31
8. As - Ca Le_Pha_Re_Li	Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión Phaeozems, Regosoles, Lixisoles.	1,054.66
9. As - Ca Le_Re	Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión Regosoles.	2,347.98
10. As - Ca Pha Flu	Asociación Cambisoles – Phaeozems – Fluvisoles.	321.42
11. As - Flu Ca	Asociación Fluvisoles – Cambisoles.	19.76
12. As - Le Li	Asociación Leptosoles – Lixisoles.	1,782.43
13. As - Le Pha_Ca_Flu	Asociación Leptosoles – Phaeozems con inclusión Cambisoles y Fluvisoles.	92.48
14. As - Li Ca_Le	Asociación Lixisoles – Cambisoles con inclusión Leptosoles.	125.17
15. As - Li Ca_Le_Flu	Asociación Lixisoles – Cambisoles con inclusión Leptosoles, Fluvisoles.	329.9
16. As - Re Ca	Asociación Regosoles – Cambisoles.	11.69
17. As - So Flu	Asociación Solonchaks – Fluvisoles.	407.18

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Unidades dominantes

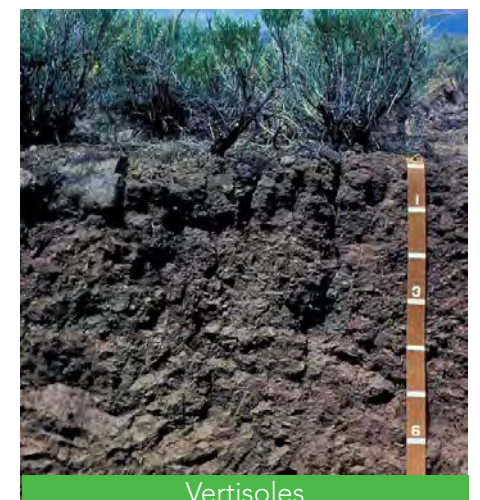
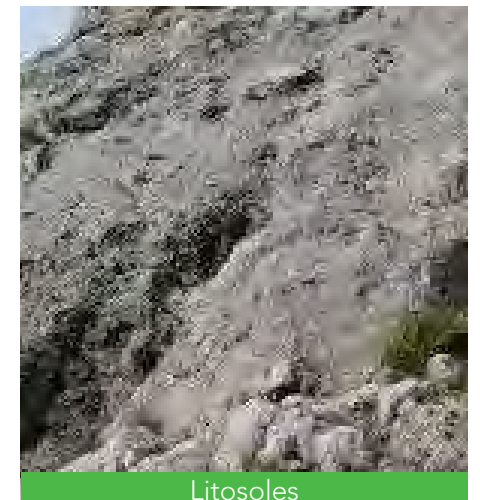
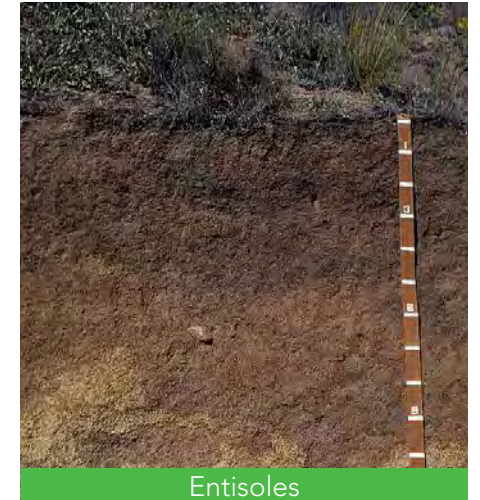
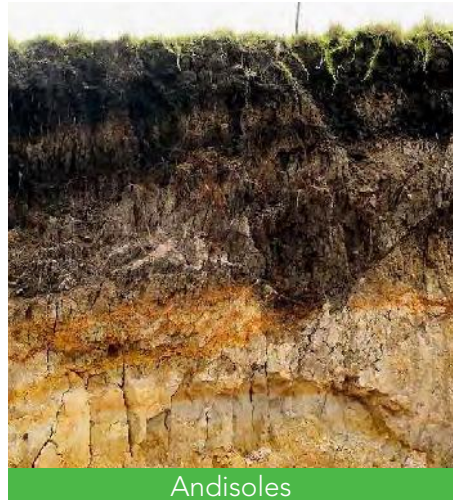
Cuando no se tienen consociaciones y/o asociaciones de suelo solo se presentan la abreviación de las unidades de suelo respectivas (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Códigos asignados a unidad de suelo dominante.**

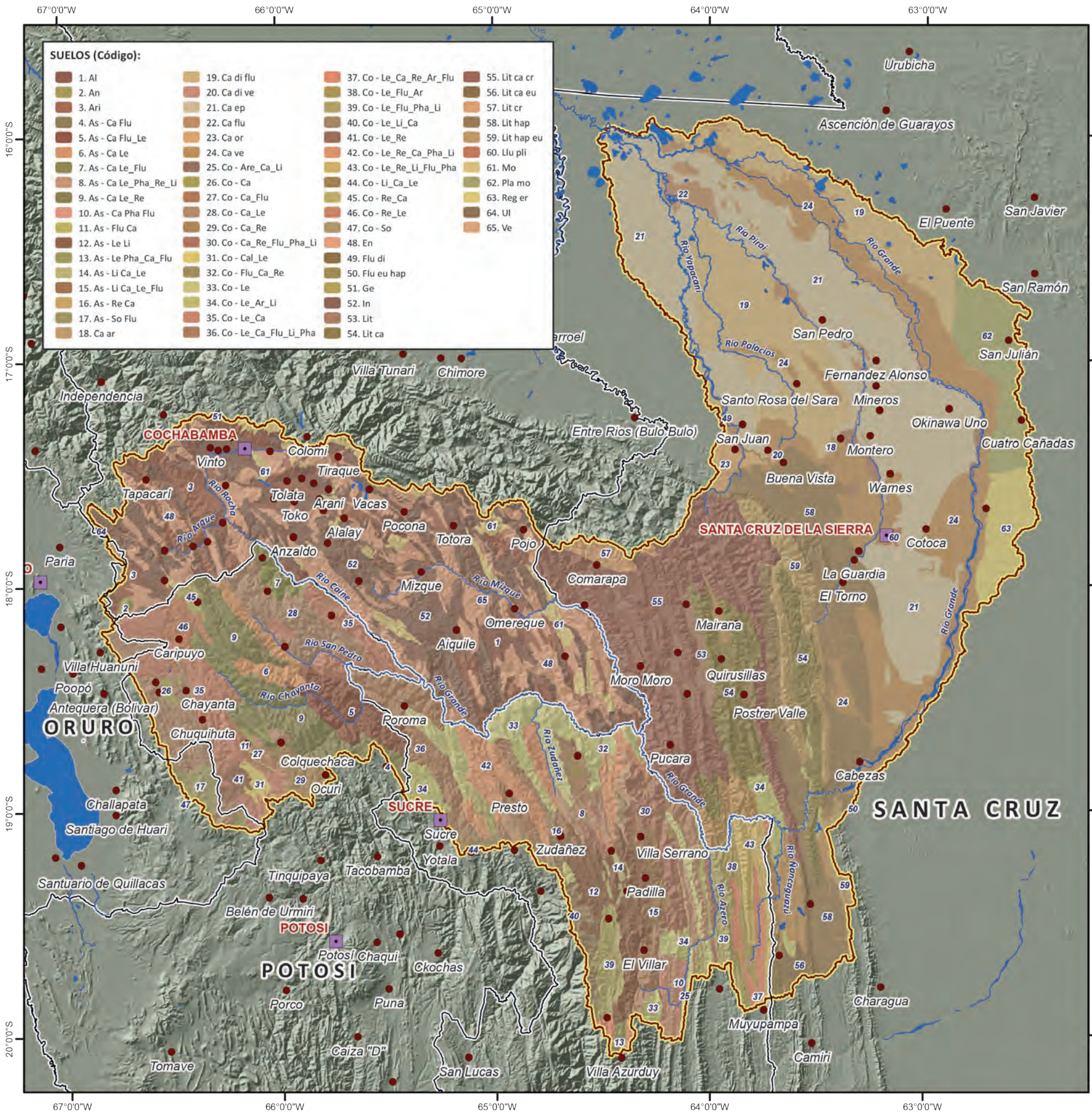
LEYENDA CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1. Al	Alfisolos	1,683.01
2. An	Andisolos	56.9
3. Ari	Aridisolos	2,986.57
18. Ca ar	Cambisol arídico	33.1
19. Ca di flu	Cambisol dístico flúvico	6,686.12
20. Ca di ve	Cambisol dístico vértico	29.48
21. Ca ep	Cambisol epidístico	13,211.06
22. Ca flu	Cambisol flúvico	789.21
23. Ca or	Cambisol ortidístico	327.83
24. Ca ve	Cambisol vértico	9,336.48
48. En	Entisolos	6,043.39
49. Flu di	Fluvisol dístico	122.69
50. Flu eu hap	Fluvisol eurítico háplico	16.86
51. Ge	Gelisolos	28.55
52. In	Inceptisolos	7,302.98
53. Lit	Litosol	1,164.32
54. Lit ca	Litosol cálcico	3,336.23
55. Lit ca cr	Litosol cálcico crómico	7,516.71
56. Lit ca eu	Litosol cálcico eurítico	482.07
57. Lit cr	Litosol crómico	385.04
58. Lit hap	Litosol háplico	5,885.63
59. Lit hap eu	Litosol háplico eurítico	1,759.36
60. Llu pli	Luvisol plántico	45.31
61. Mo	Molisolos	1,167.11
62. Pla mo	Planosol mólico	2,074.57
63. Reg er	Regosol erítico	1,203.42
64. Ul	Ultisolos	344.38
65. Ve	Vertisolos	30.72

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Imagen 21. Perfiles de unidades de suelo dominantes dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos de perfiles de la CRG y datos del NRCS (Natural Resources Conservation Service Soils - <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/>),



**SUELOS (Código):**

1. Al	19. Ca di flu	37. Co - Le_Ca_Re_Ar_Flu	55. Lit ca cr
2. An	20. Ca di ve	38. Co - Le_Flu_Ar	56. Lit ca eu
3. Ari	21. Ca ep	39. Co - Le_Flu_Pha_Li	57. Lit cr
4. As - Ca Flu	22. Ca flu	40. Co - Le_Li_Ca	58. Lit hap
5. As - Ca Flu_Le	23. Ca or	41. Co - Le_Re	59. Lit hap eu
6. As - Ca Le	24. Ca ve	42. Co - Le_Re_Ca_Pha_Li	60. Liu pli
7. As - Ca Le_Flu	25. Co - Are_Ca_Li	43. Co - Le_Re_Li_Flu_Pha	61. Mo
8. As - Ca Le_Pha_Re_Li	26. Co - Ca	44. Co - Li_Ca_Le	62. Pla mo
9. As - Ca Le_Re	27. Co - Ca_Flu	45. Co - Re_Ca	63. Reg er
10. As - Ca Pha Flu	28. Co - Ca_Le	46. Co - Re_Le	64. Ul
11. As - Flu Ca	29. Co - Ca_Re	47. Co - So	65. Ve
12. As - Le Li	30. Co - Ca_Re_Flu_Pha_Li	48. En	
13. As - Le Pha_Ca_Flu	31. Co - Cal_Le	49. Flu di	
14. As - Li Ca_Le	32. Co - Flu_Ca_Re	50. Flu eu hap	
15. As - Li Ca_Le_Flu	33. Co - Le	51. Ge	
16. As - Re Ca	34. Co - Le_Ar_Li	52. In	
17. As - So Flu	35. Co - Le_Ca	53. Lit	
18. Ca ar	36. Co - Le_Ca_Flu_Li_Pha	54. Lit ca	

**MAPA DE SUELOS**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

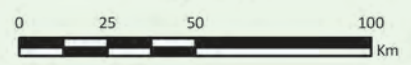
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información: ZONISIG - SIGED Santa Cruz - SITAP

## TEXTURA

La textura del suelo es la característica más importante y permanente del suelo, se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla (Brady & Weil 2007). La textura es una propiedad que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades, llegando a afectar las propiedades físicas, químicas y biológicas y en terminos generales estos se dividen en suelos de textura gruesa y fina (Gardi et al. 2014).

Con base en la información generada por ISRIC<sup>19</sup> en colaboración con la FAO, se genero la distribución espacial de arena, limo y arcilla dentro la CRG (Figura 22, 23 y 24).

- La proporción de arena (partículas minerales de tamaño entre 0.0625 y 2.0 mm de diámetro) en los primeros 10 cm de profundidad fluctua entre 24 a 74%, en general tienen pocos nutrientes y una baja capacidad de retención de agua, lo que los hace muy propensos a la sequía, como resultado de la gran cantidad de espacios entre los granos de arena, este tipo de suelos drena con facilidad. No obstante, son suelos fáciles de trabajar.
- La proporción de arcilla (partículas minerales de menos de 0.002 mm de diámetro), en los primeros 10 cm de profundidad varia entre 14 a 42%, siendo un indicador de la meteorización química del material parental (y el transporte asociado). Los suelos ricos en arcilla tienden a contener más nutrientes y debido a su área superficial muy alta pueden retener grandes cantidades de humedad. Como resultado, son aptos para la agricultura; sin embargo, pueden ser difíciles de cultivar cuando están húmedos, ya que resultan muy pesados y drenan lentamente. Su dureza cuando se secan por completo también dificulta el laboreo para el cultivo.
- La proporción de limo (partículas minerales de entre 0.002 y 0.0625 mm, según la clasificación de la FAO) en los primeros 10 cm de profundidad fluctua entre 11 a 41%, siendo resultado de la meteorización mecánica de la roca, a diferencia de la erosión química que da lugar a las arcillas. Esta transformación mecánica puede deberse a la abrasión eólica (provocada por el movimiento de las partículas arenosas por el viento) o a la acción del agua sobre las rocas en el lecho de ríos y arroyos. Los suelos con una elevada proporción de limo son buenos para desarrollar actividades agrícolas, debido a los elevados niveles de nutrientes disponibles y a la capacidad de retención del agua en los espacios entre las partículas, aunque son propensos a la erosión.

<sup>19</sup> ISRIC – Información Mundial de Suelos es un base de datos con más de un millón de perfiles de suelo a nivel mundial y una resolución de celdas de 1 km, con tres niveles de confianza para las predicciones de carbono orgánico del suelo, pH, fracción de textura, densidad aparente y capacidad de intercambio catiónico. Generado por regresión 3D spline, regresión multinomial logística basado en múltiples datos y sus covarianzas (disponible en [www.soilgrids.org](http://www.soilgrids.org)).

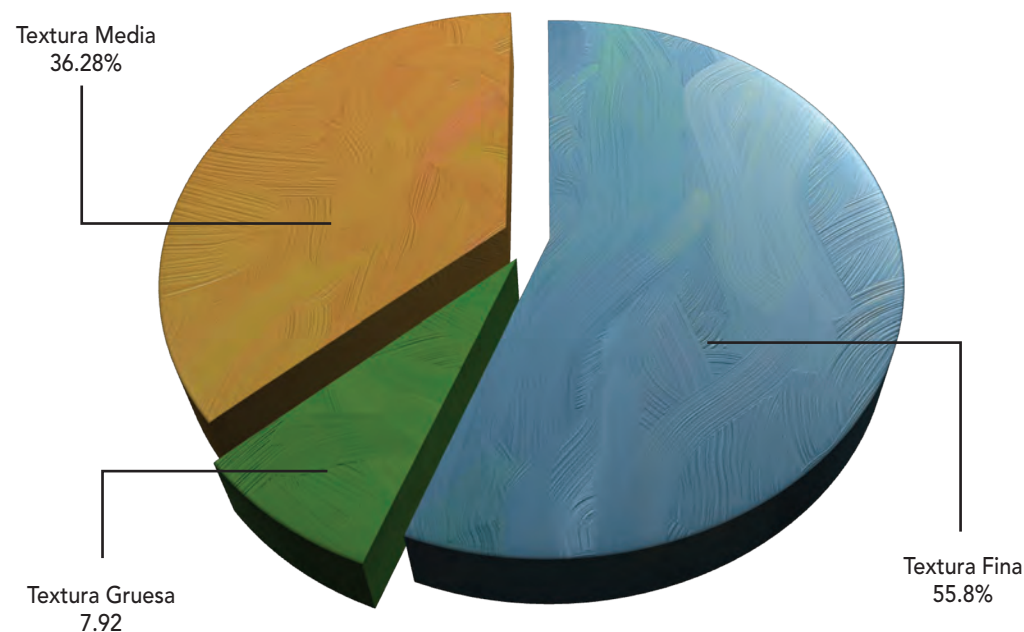
En función a la proporción de arena, limo y arcilla, distribuidos dentro la CRG se derivó la textura de sus suelos. Donde las texturas gruesas representan el 7.92%, las texturas medias el 36.28% y las texturas finas el 55.8% de la superficie total de la cuenca (Cuadro 19 y Figura 21).

**Cuadro 19. Superficie del suelo por tipo de textura dentro la CRG.**

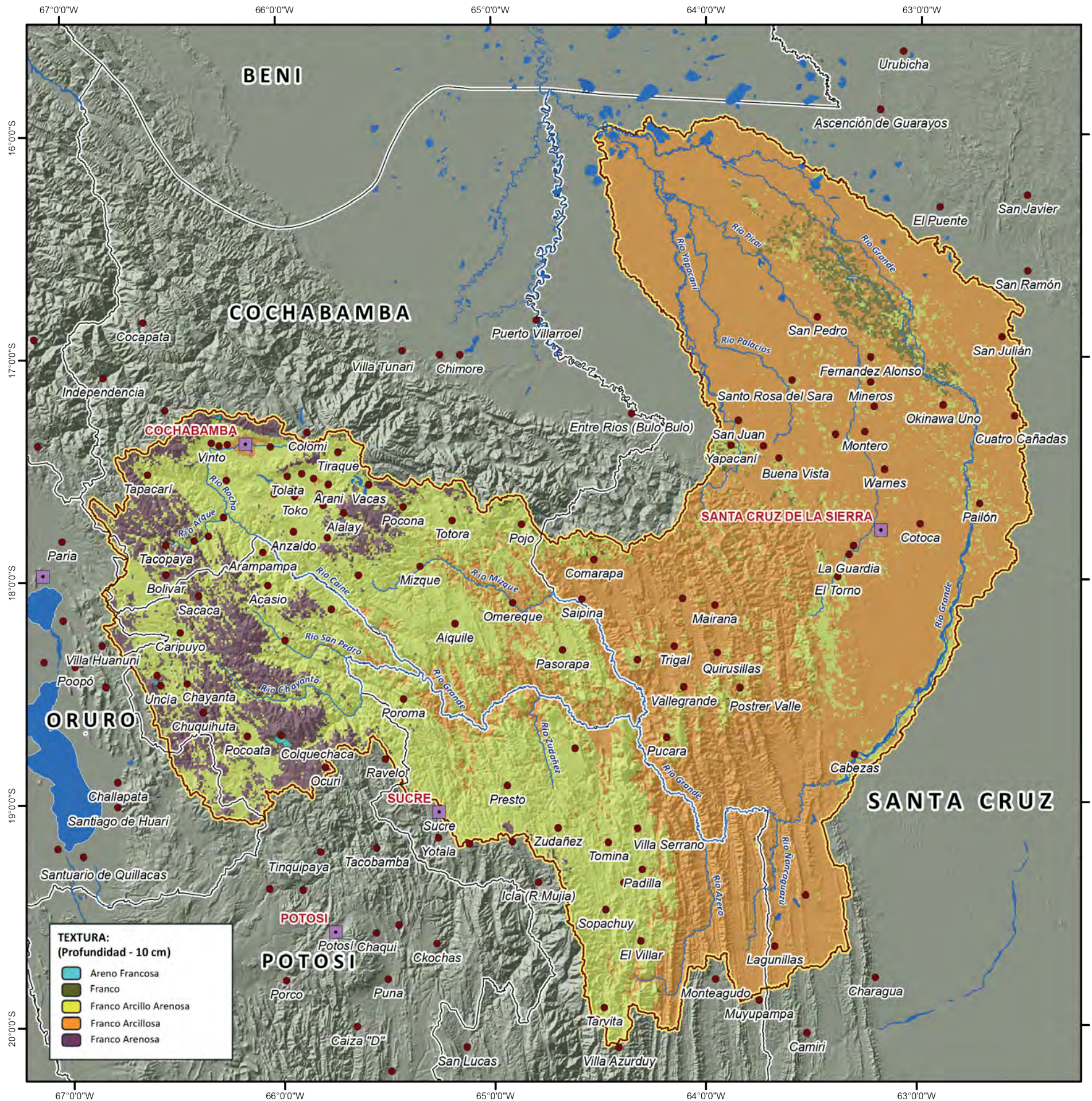
TIPO DE TEXTURA	CLASE TEXTURAL	SUPERFICIE	
		Km <sup>2</sup>	(%)
Suelos de textura arenosa (gruesa)	Arena francosa	31.03	0.03
	Franco arenosa	8,162.13	7.89
Suelso de trextura media	Franco arcillo arenosa	36,114.05	34.91
	Franco	1,417.25	1.37
Suelos de textura arcillosa (fina)	Franco arcilloso	57,724.54	55.89
<b>TOTAL</b>		<b>103,449</b>	<b>100</b>

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 10 cm.

**Figura 21. Distribución porcentual según tipo de textura.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 10 cm.



### MAPA DE TEXTURA



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

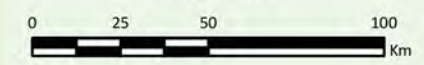
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000

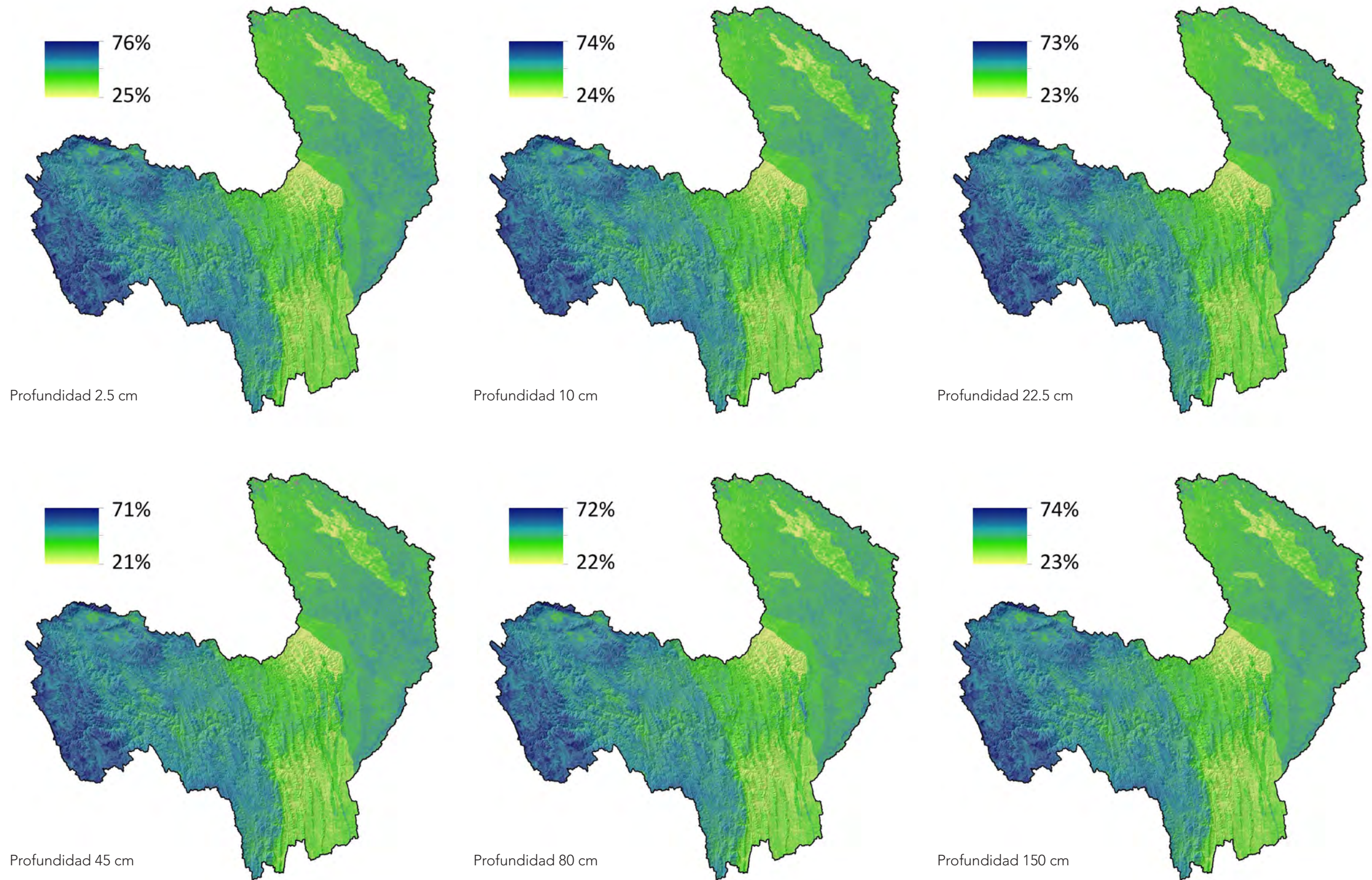


#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

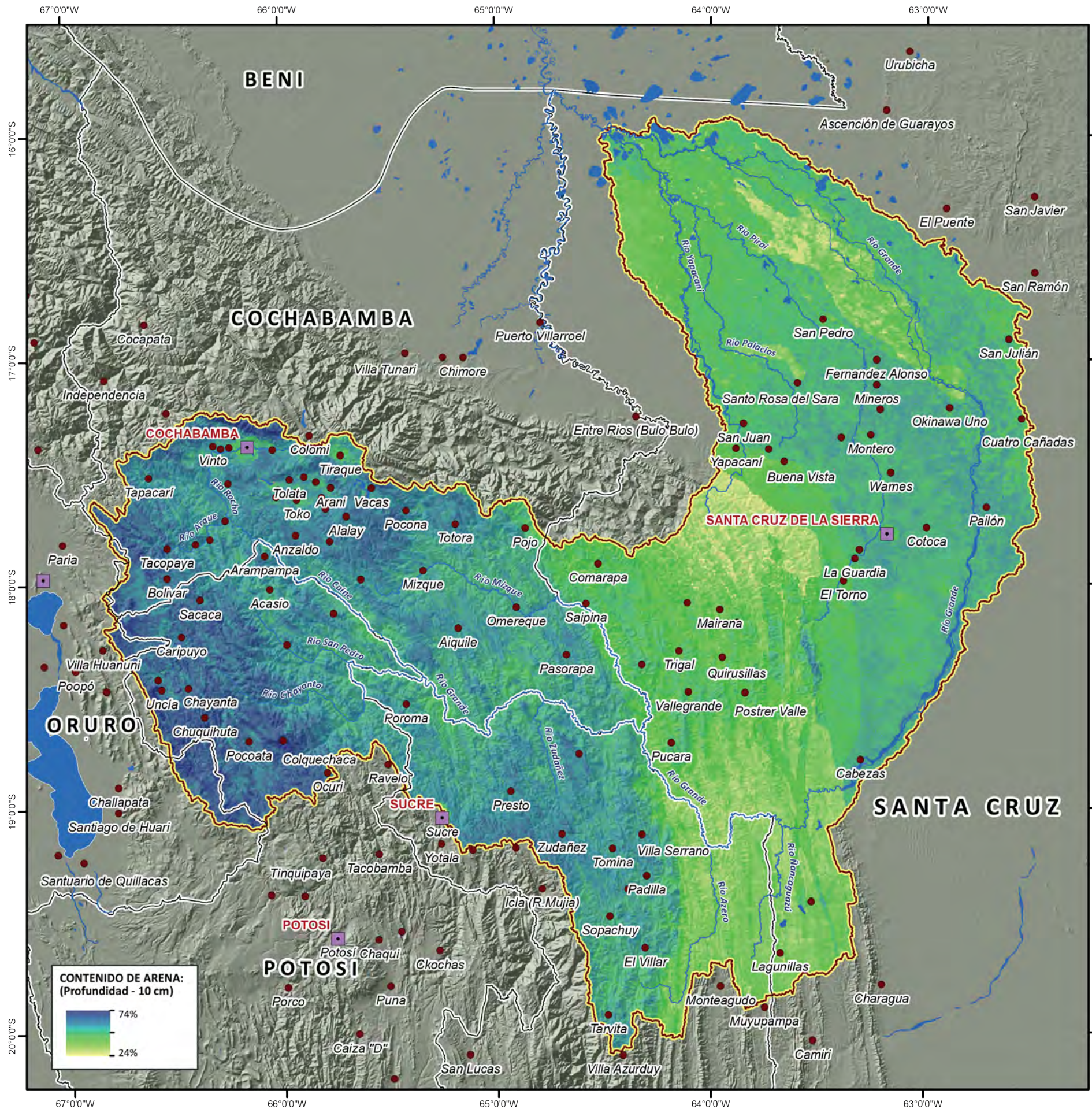
Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 ISRIC - World Soil Information



Figura 22. Distribución espacial de arena (en porcentaje y según profundidad).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



**MAPA DE CONTENIDO DE ARENA**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

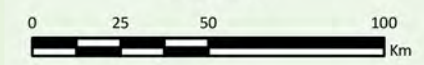
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



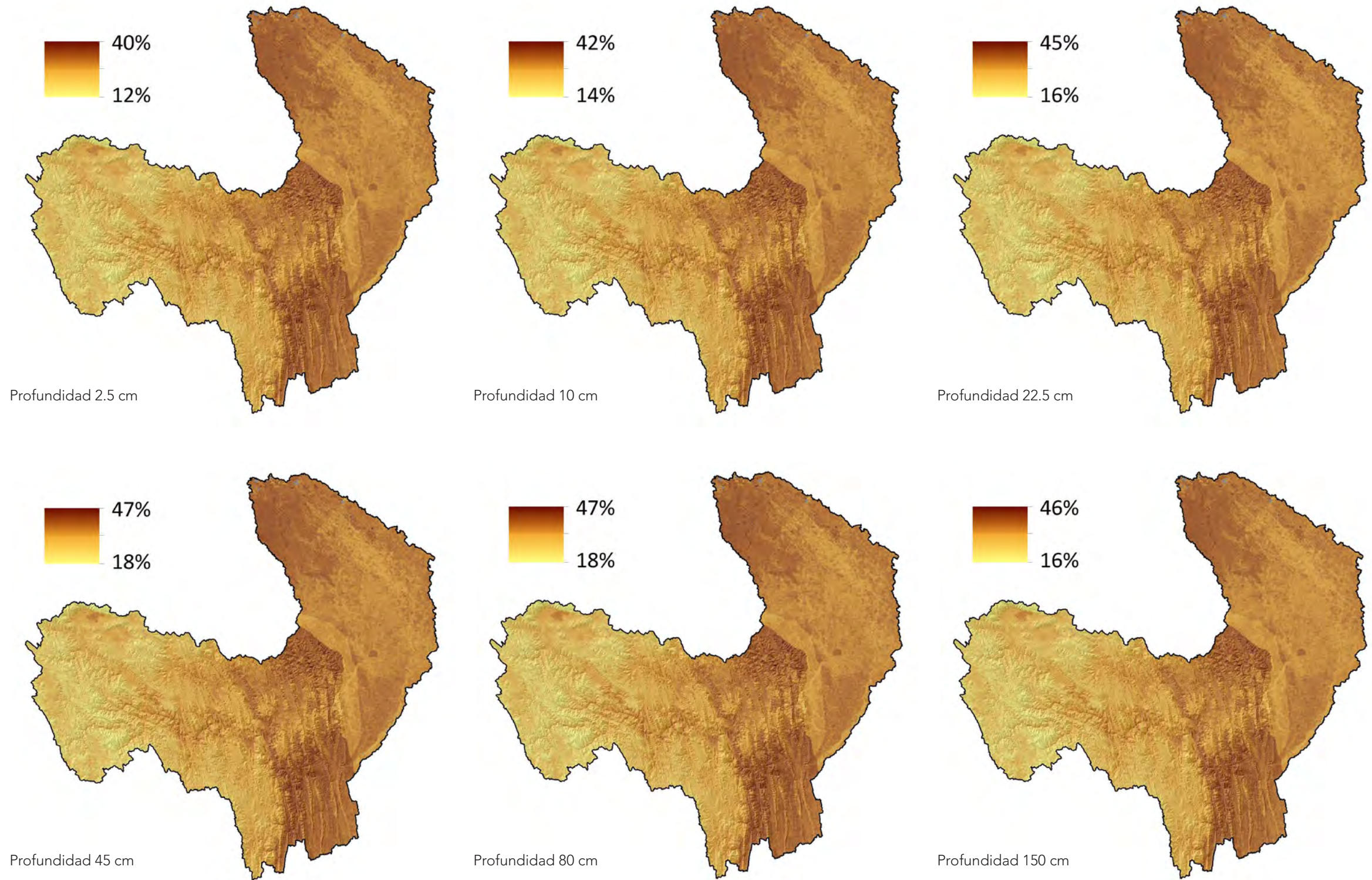
Escala gráfica:  
1: 2.200.000



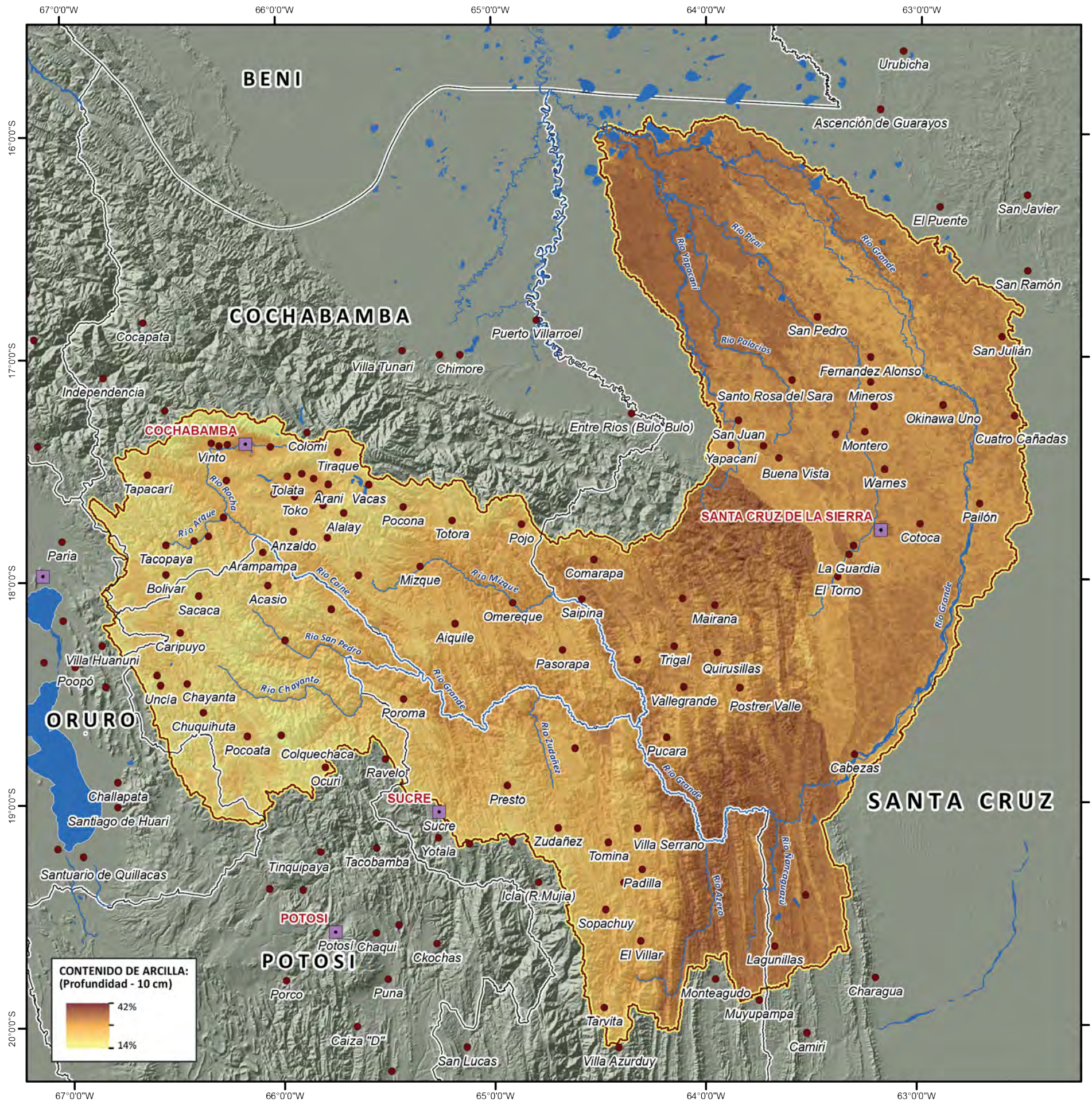
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
ISRIC - World Soil Information

Figura 23. Distribución espacial de arcilla (en porcentaje y según profundidad).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



### MAPA DE CONTENIDO DE ARCILLA



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

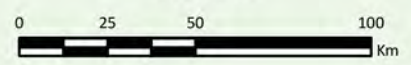
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



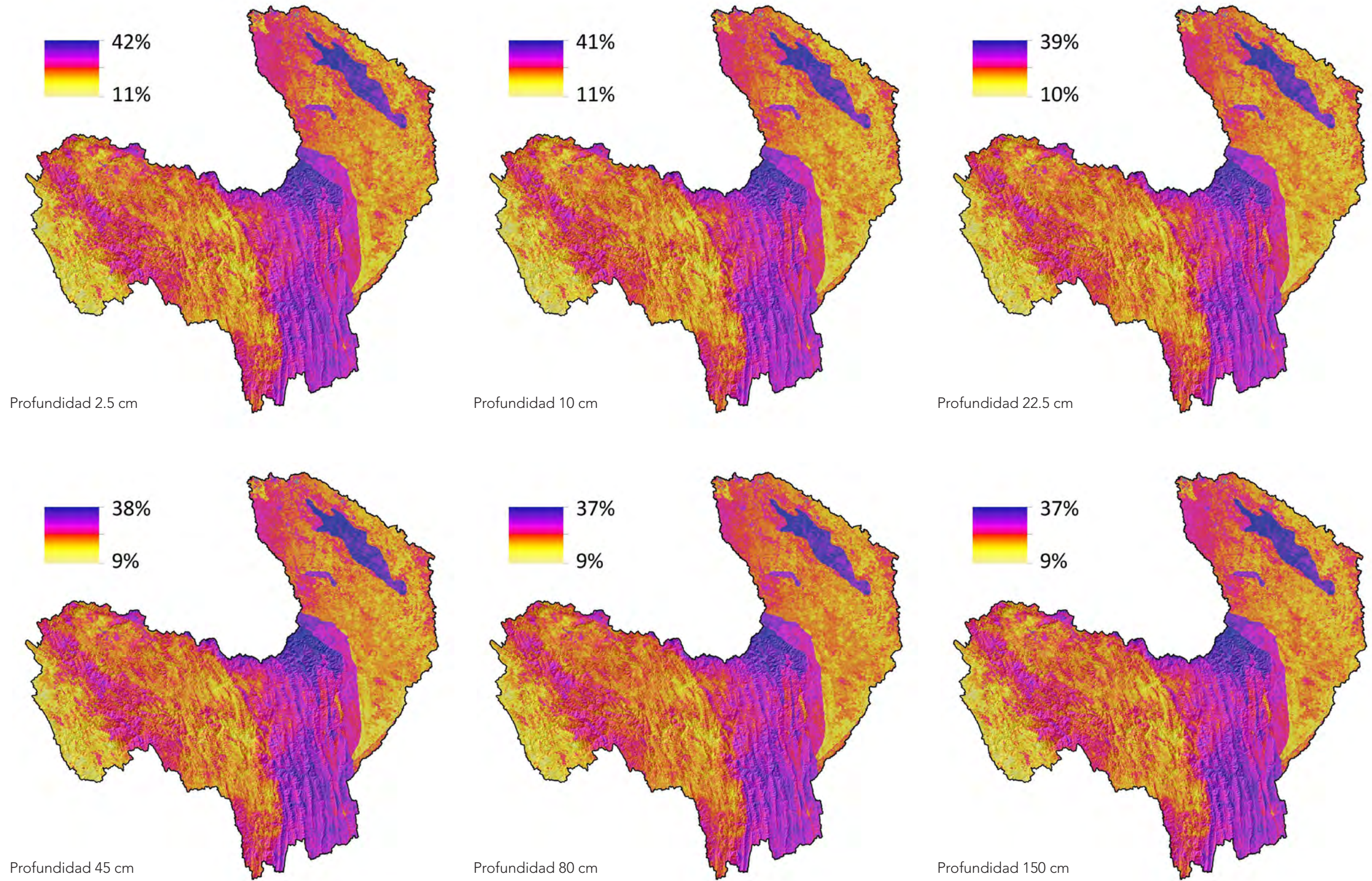
Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



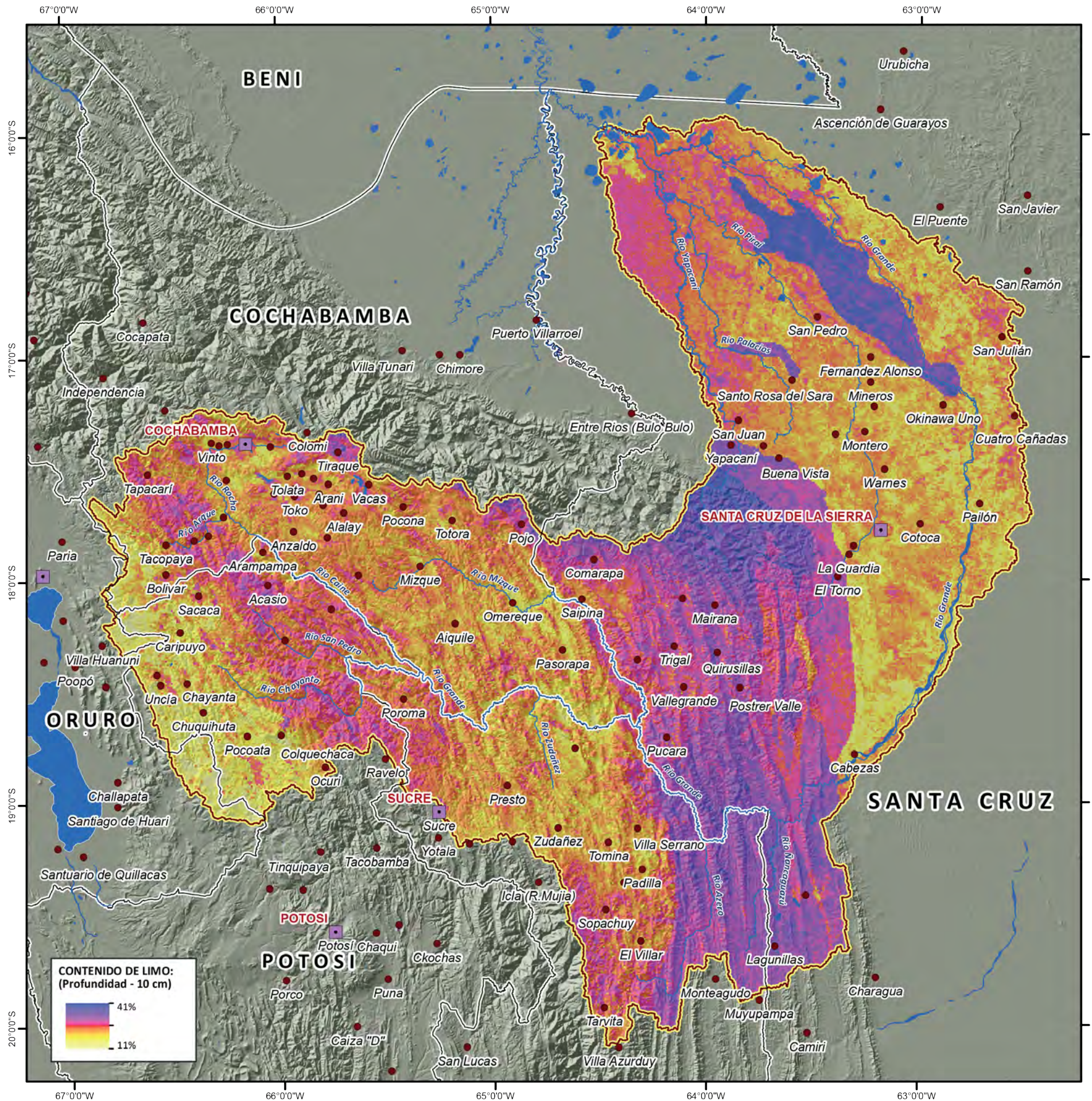
#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: ISRIC - World Soil Information

Figura 24. Distribución espacial de limo (en porcentaje y según profundidad).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



### MAPA DE CONTENIDO DE LIMO



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

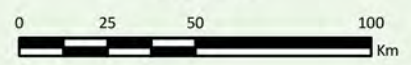
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

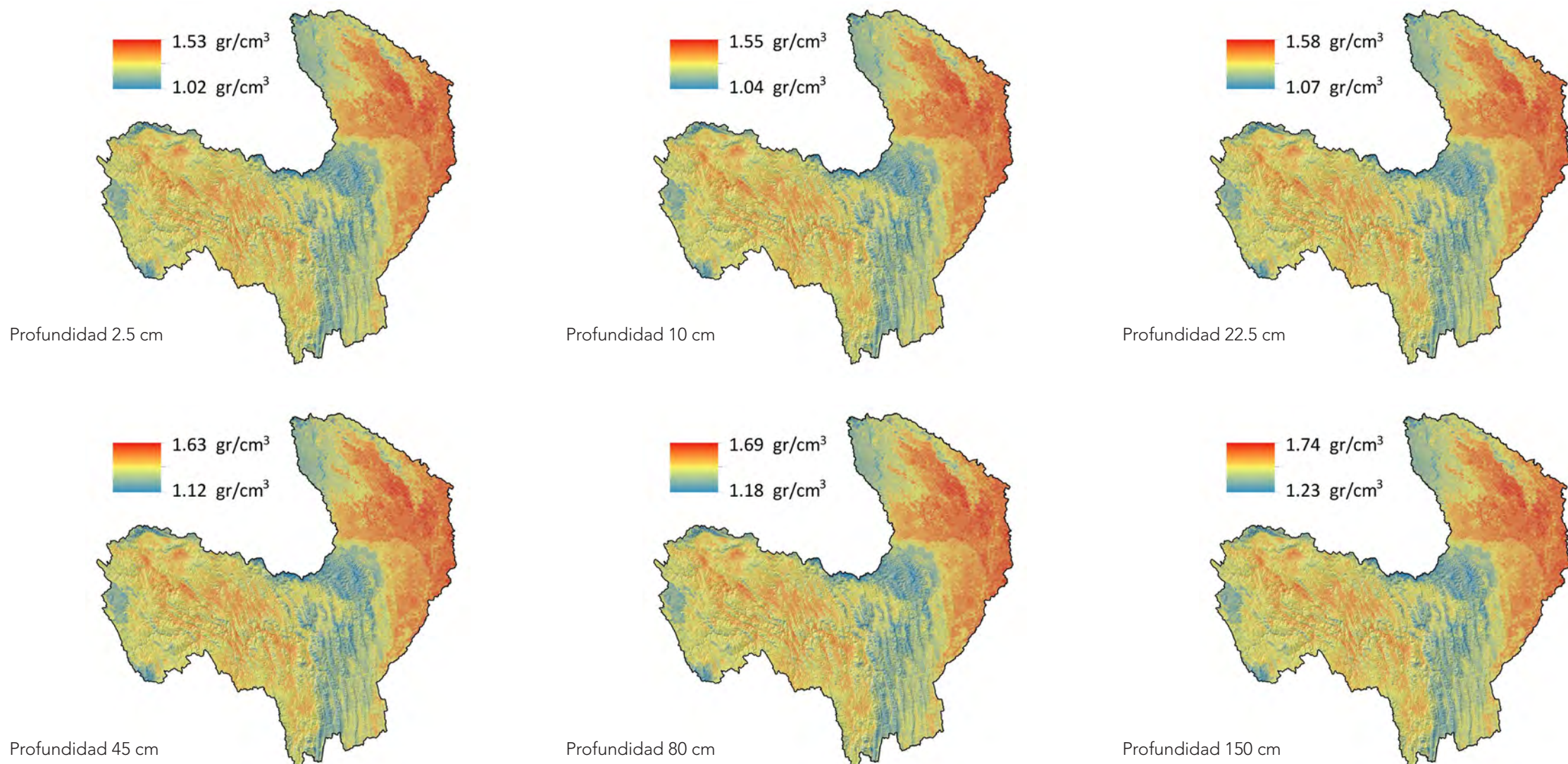
Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: ISRIC - World Soil Information

## DENSIDAD APARENTE

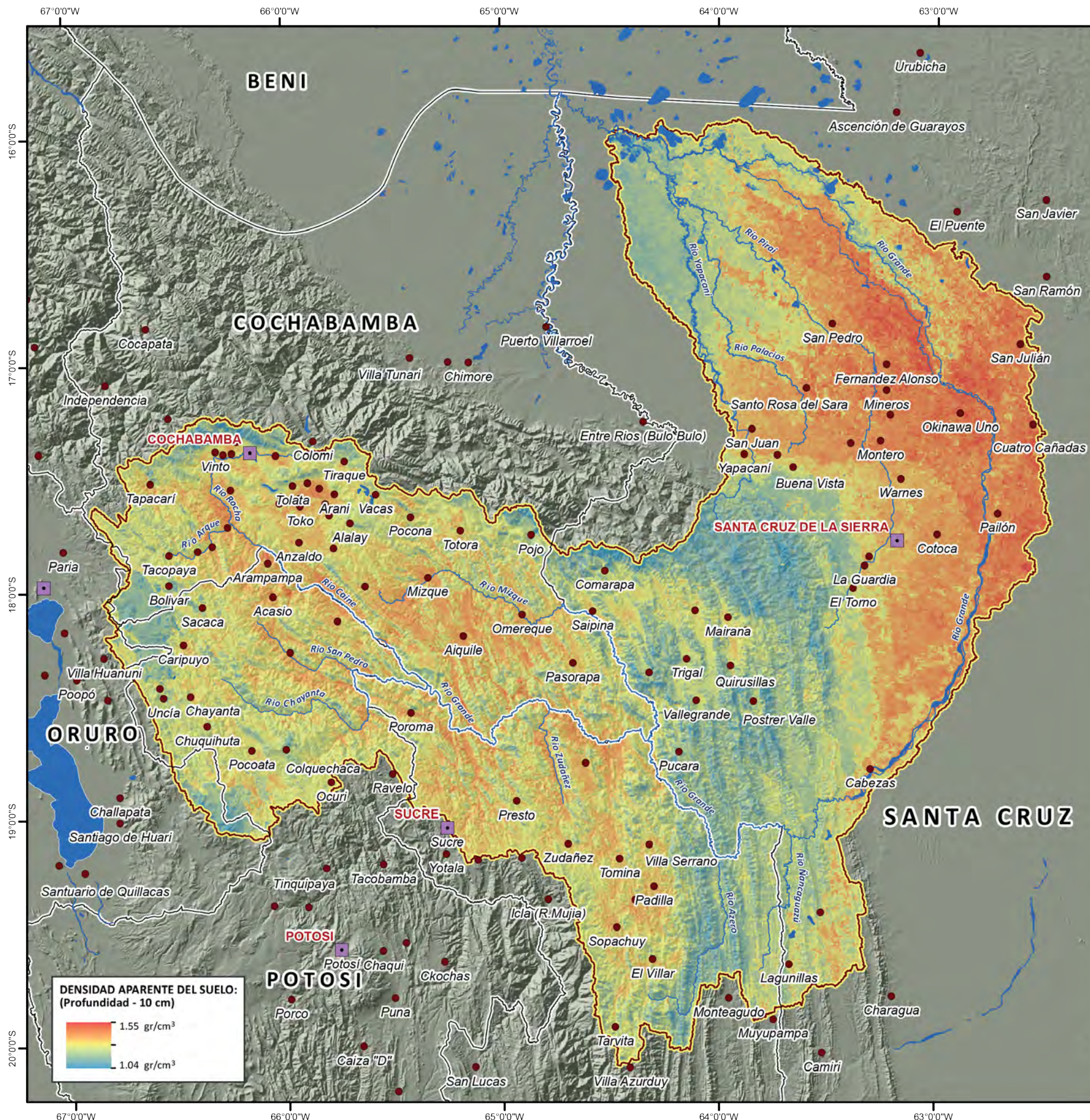
La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en el suelo (peso seco por unidad de volumen de suelo -  $\text{gr}/\text{cm}^3$ ), y es importante para su manejo porque refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire. Las variaciones de este parámetro dentro la CRG dependen del grado de compactación, propiedad directamente relacionada con la porosidad, por tanto, es un indicador de la resistencia del mismo a la compactación y un parámetro crítico en el cálculo del contenido de carbono orgánico del suelo, llegando a limitar sus valores altos al crecimiento de las raíces, la infiltración y favoreciendo niveles bajos de oxígeno en el suelo.

La mayoría de los suelos minerales tienen densidades aparentes entre 1 y  $2 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , mientras que los suelos con alto contenido de materia orgánica pueden tener una densidad aparente muy por debajo de 1. Llegándose a presentar dentro la cuenca, densidades comprendidas entre  $1.04$  a  $1.55 \text{ gr}/\text{cm}^3$  para una profundidad de 10 cm (Figura 25). Correspondiendo valores más altos a los suelos con meteorización más intensa.

**Figura 25.** Distribución espacial de la densidad aparente del suelo según profundidad.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE DENSIDAD APARENTE DEL SUELO



#### SIMBOLOS CONVENCIONALES:

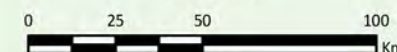
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

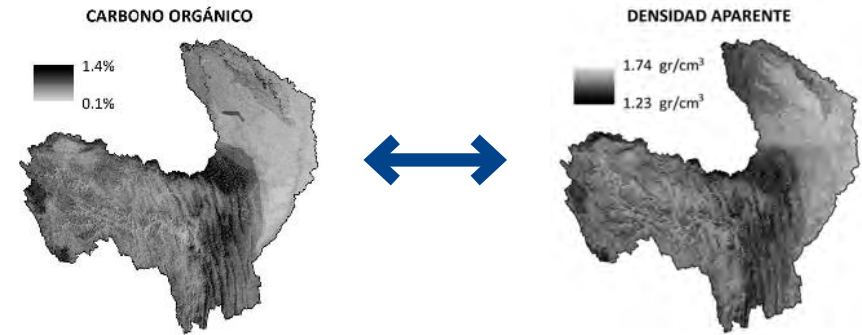
Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
ISRIC - World Soil Information



## CARBONO ORGÁNICO

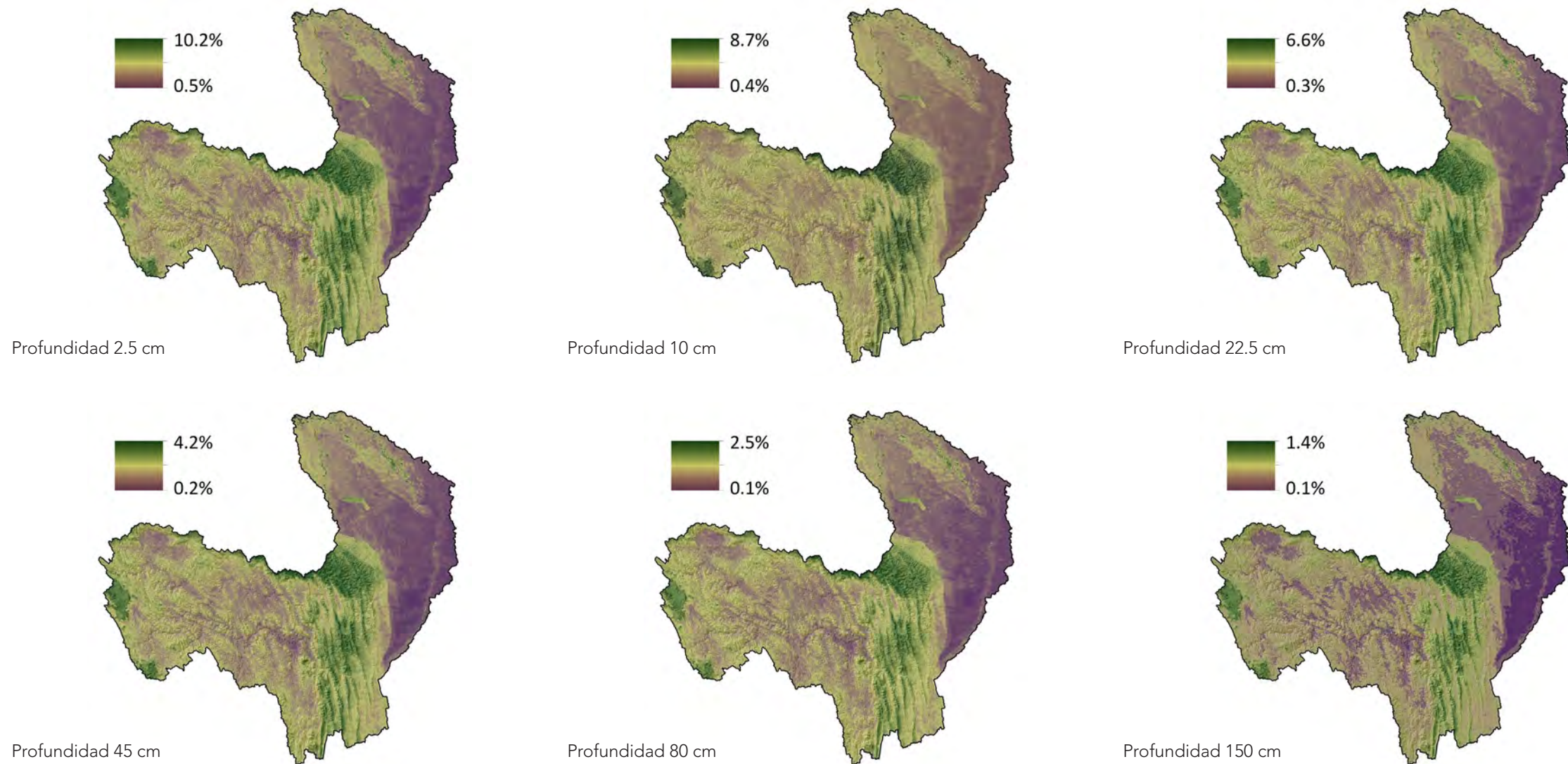
Generalmente el contenido de carbono orgánico presenta una relación inversa con la densidad aparente del suelo, situación que se prevalece dentro la CRG (Figura 26). El material del suelo que contiene cantidades mayores de carbono orgánico, se considera como material orgánico del suelo, presentándose en la cuenca valores comprendidos entre 0.4 a 8.7% para una profundidad de 10 cm (Figura 27).

**Figura 26.** Relación inversa contenido de carbono orgánico y densidad aparente del suelo.

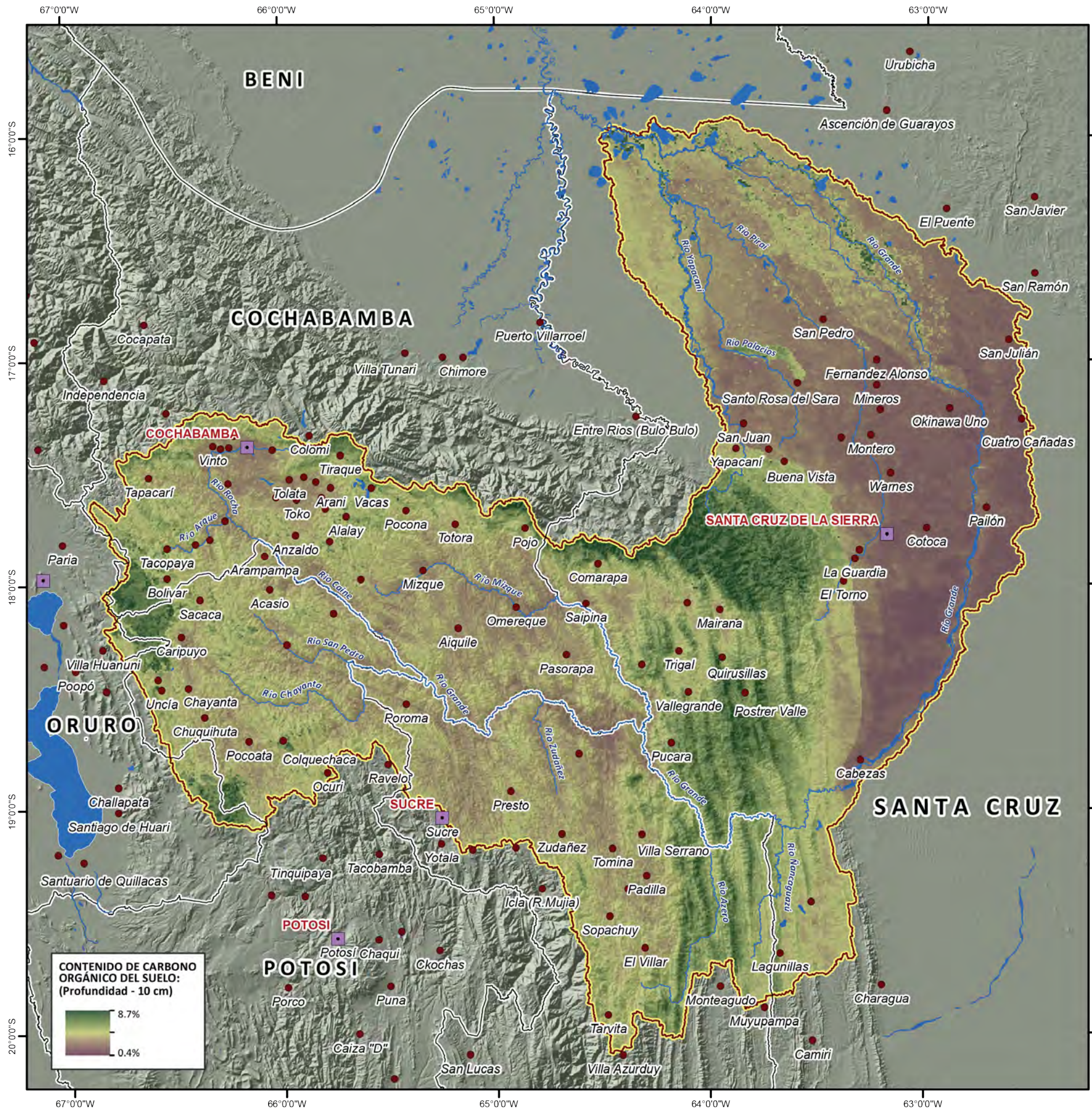


Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 10 cm.

**Figura 27.** Distribución espacial de carbono orgánico del suelo según profundidad



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



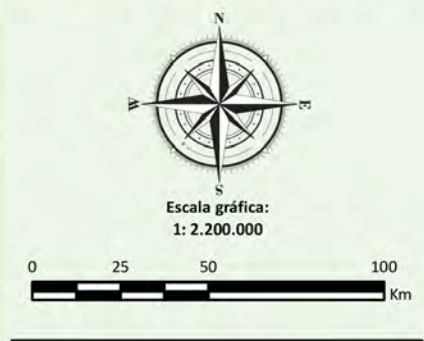
**MAPA DE CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO**



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

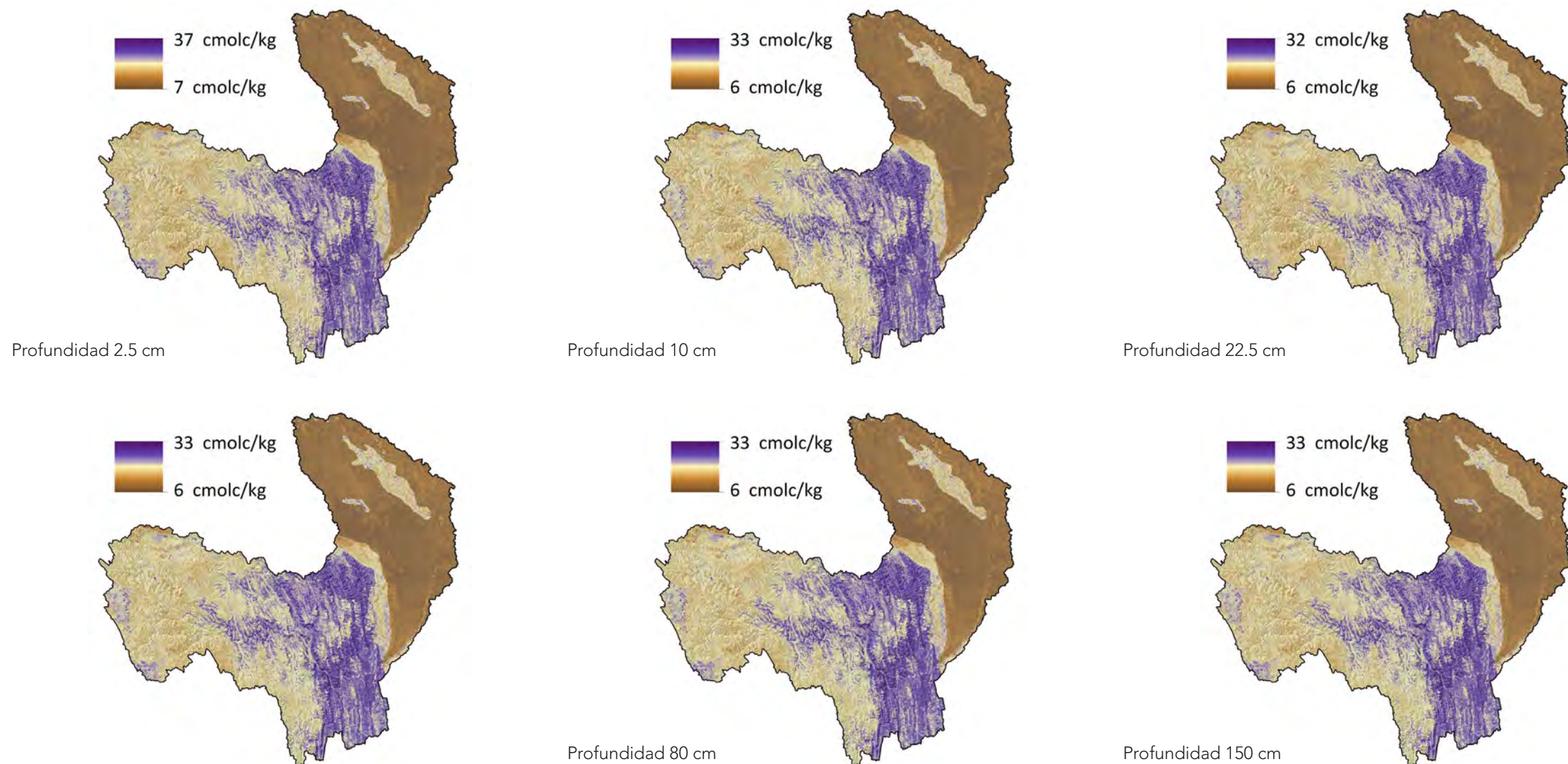
Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 ISRIC - World Soil Information

## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

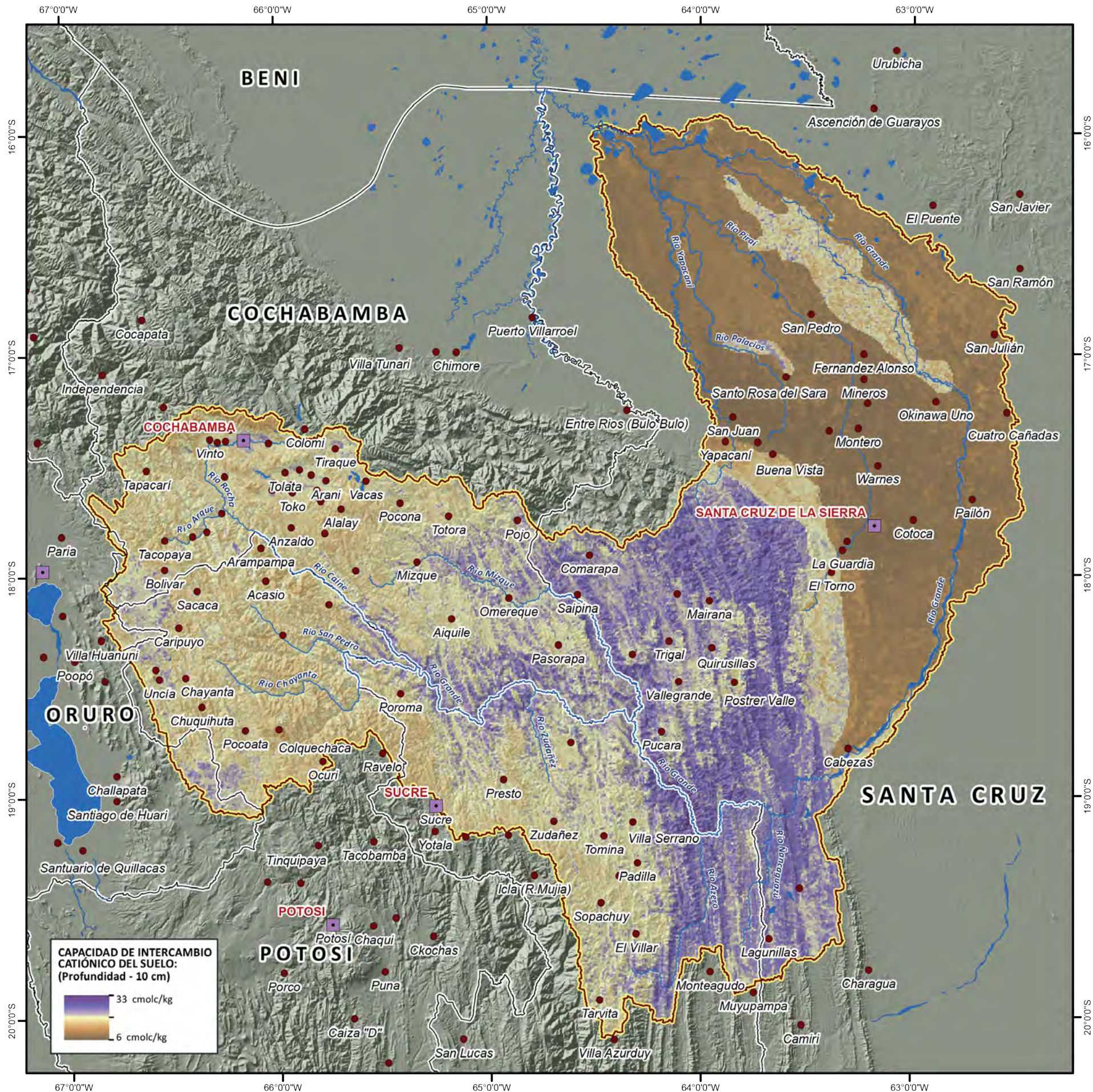
La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la cantidad total de cationes intercambiables que se pueden almacenar en el suelo, expresado en centimol de cargas (+) por kg de suelo (cmolc/kg), equivalente a miliequivalentes por 100 gr (meq/100 gr) (así, p.e. 10 meq/100 gr = 10 cmolc/kg). El CIC es un indicador del contenido en nutrientes; el aumento del contenido de materia orgánica de un suelo está directamente relacionado con la CIC. Los iones positivamente cargados de elementos tales como calcio, aluminio, potasio y sodio que se unen a las partículas del suelo con carga negativa, pueden ser reemplazados (es decir, intercambiados) por cationes de hidrógeno en la solución del suelo. Una vez en la solución el suelo, el nutriente se encuentra disponible para las plantas.

Los suelos con baja CIC no pueden almacenar nutrientes; muchos suelos arenosos tienen valores de CIC inferiores a 4 cmolc/kg, valores superiores a 10 cmolc/kg se consideran satisfactorios para la mayoría de los cultivos. Existiendo valores de CIC comprendidas entre 6 a 33 cmolc/kg dentro la cuenca para una profundidad de 10 cm (Figura 28).

**Figura 28.** Distribución espacial de la capacidad de intercambio catiónico según profundidad.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



MAPA DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO DEL SUELO



SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

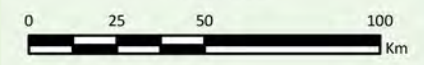
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geograficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



FUENTE CARTOGRÁFICA:

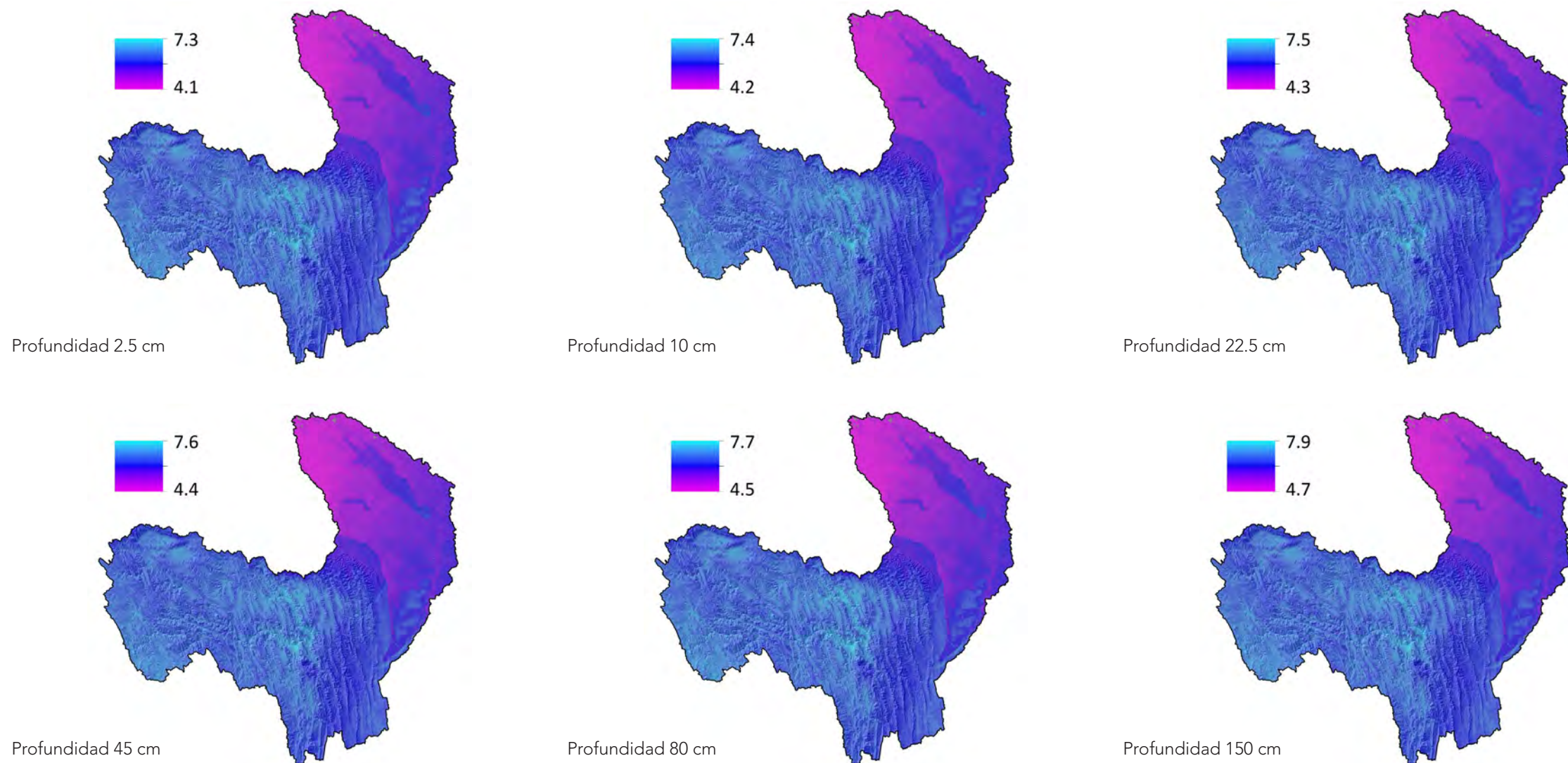
Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombrado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información: ISRIC - World Soil Information

## pH EN AGUA

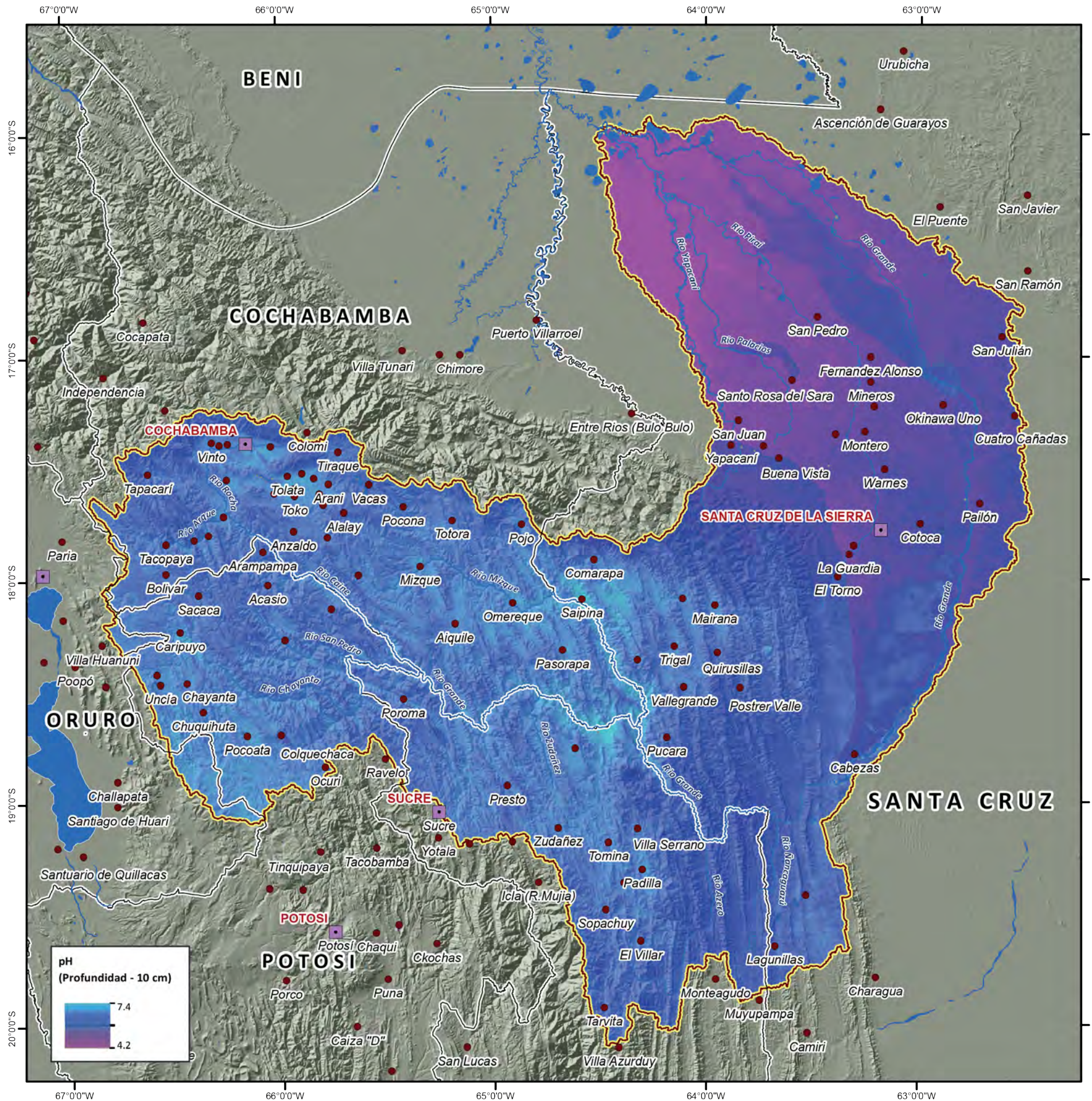
El pH es una designación numérica de la acidez o alcalinidad en el suelo, considerándose un pH de 7 como un valor neutro, mientras que los valores inferiores son catalogados como ácidos y los superiores como alcalinos o básicos. Es un parámetro fundamental del suelo, ya que controla muchos procesos químicos, como aquellos relacionados con la disponibilidad de los nutrientes necesarios para los vegetales. El intervalo de pH óptimo para la mayoría de las plantas están entre 6 y 7,5. Sin embargo muchas especies han desarrollado adaptaciones para crecer en suelos con valores fuera de este rango.

Los suelos ácidos se encuentran fundamentalmente en las zonas bajas de la CRG donde se tienen precipitaciones mayores a comparación de la parte alta, donde los cationes básicos más móviles son lixiviados (lavados) del suelo, aumentando los niveles de los cationes  $Al_3^+$  y  $H^+$ . Asimismo, estos suelos se caracterizan por la presencia de sales solubles, teniéndose dentro la cuenca pH que fluctúan entre 4.2 (ácidos) a 7.4 (básicos) (Figura 29).

**Figura 29.** Distribución espacial del pH en agua según profundidad.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos ISRIC para una profundidad de 2.5, 10, 22.5, 45, 80 y 150 cm.



**MAPA DE pH**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

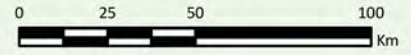
-  Capital Departamental
-  Capital Municipal
-  Límite Departamental
-  Cuenca del Río Grande
-  Ríos Principales
-  Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: ISRIC - World Soil Information

## DEFORESTACIÓN

La deforestación, de acuerdo con el IPCC (2000) se entiende como aquellos procesos naturales o antropogénicos que convierten las tierras forestales a no forestales, realizándose este proceso desde tiempos ancestrales como forma de preparación de suelo para cultivos agrícolas a nivel de pequeña escala y de subsistencia.

Es en este sentido, a partir de la década de los 60, se incrementan las corrientes migratorias con la construcción de la carretera asfaltada Santa Cruz - Cochabamba, donde se van habilitando zonas de cultivo. No obstante, en la década de los 80, es donde se acentúa plenamente el proceso de conversión de bosques a tierra de cultivos para la agroindustria, como la caña de azúcar, el algodón, la soya, girasol, trigo, arroz, sorgo y otros cultivos en menor escala (Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz 2010).

Dentro la CRG los procesos de deforestación mayoritariamente se dan en la parte media y baja, es así que entre los periodos 1976 – 2000<sup>20</sup> la deforestación dentro la cuenca asciende a 1,123,987.95 hectáreas, siendo los mayores responsables en este periodo, los colonizadores altoandinos, los agricultores cruceños y yungeños, y los agroindustriales, debido al proceso de expansión de la frontera agropecuaria. Asimismo, de acuerdo a los datos del entonces Ministerio de Desarrollo Sostenible (2005) en este periodo, además de los actores mencionados, se tienen a los colonizadores menonitas, ganaderos intensivos y extensivos, siendo un factor importante en la deforestación la construcción de carreteras que incrementó la probabilidad de deforestación (Kaimowitz & Angelsen 1999).

Por otro lado, entre los periodos 2000 – 2010<sup>21</sup> aproximadamente 582,255.01 hectáreas se han deforestado, mismas que se traducen en mayores emisiones de gases de efecto invernadero, disminución en la producción de agua, reducción de la diversidad biológica, y pérdida de oportunidades de aprovechamiento sustentable.

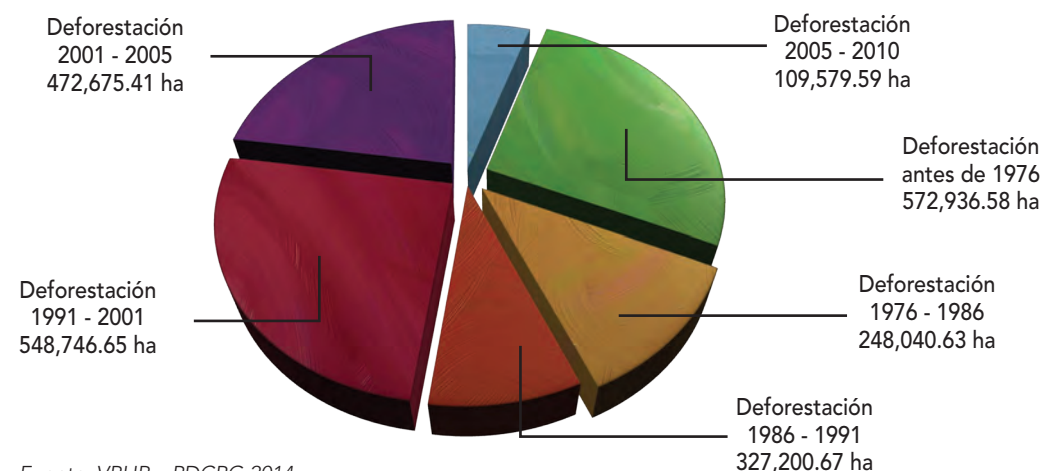
La pérdida de la cobertura boscosa en este periodo se da principalmente por la expansión de la agricultura mecanizada, seguida de la ganadería y la agricultura a pequeña escala. La expansión de la agricultura mecanizada responde al buen acceso a los mercados de exportación, el suelo fértil y las condiciones de lluvia; mientras que la agricultura a pequeña escala y la ganadería estarían relacionadas sobre todo con la cercanía a mercados locales (FAN 2012).

En la siguiente figura y cuadro, se presentan los datos de deforestación desglosados entre los periodos 1976 – 2010 dentro la CRG.

<sup>20</sup> Datos provenientes del Mapa de la Cobertura de la Tierra y Deforestación en Tierras Bajas de Bolivia entre 1976 – 2004 del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM)

<sup>21</sup> Datos provenientes del Mapa de Deforestación de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia 2000-2005-2010 de la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN - Bolivia), donde se muestra que el 76% de la pérdida de bosque durante el periodo 2000 – 2010 se concentró en el departamento de Santa Cruz, lo cual afectó a 1.388.903 has de bosques,

**Figura 30. Distribución de superficie de deforestación periodo 1976 – 2010.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

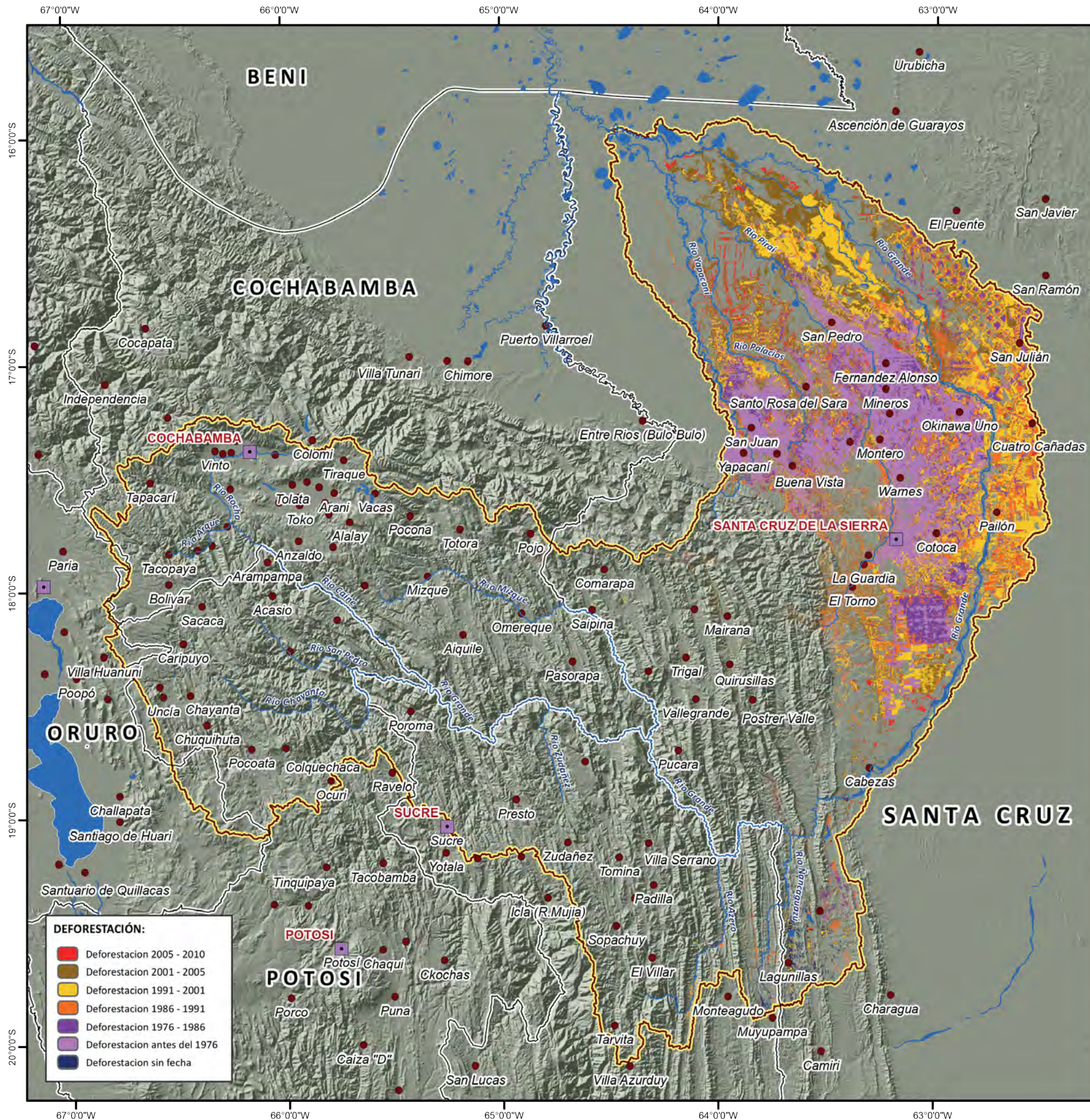
**Cuadro 20. Superficie y promedio de deforestación anual periodo 1976 – 2010.**

PERIODO	SUPERFICIE DEFORESTADA (hectáreas)	PROMEDIO ANUAL DEFORESTADO (hectáreas)
Deforestación sin fecha	19,887.57	-
Deforestación antes del 76	572,936.58	-
Deforestación 1976 - 1986	248,040.63	24,804.06
Deforestación 1986 - 1991	327,200.67	65,440.13
Deforestación 1991 - 2001	548,746.65	54,874.67
Deforestación 2001 - 2005	472,675.41	118,168.85
Deforestación 2005 - 2010	109,579.59	21,915.92
Deforestación 1976 - 2010	1,706,242.95	50,183.62

Fuente: VRHR – PDCRG 2014 en base a datos de MHNNKM (2007) y FAN (2012).

De acuerdo al cuadro anterior, la mayor tasa de deforestación anual se da en el periodo 2001 – 2005<sup>22</sup>, con un valor de 118,168.85 hectáreas/año, y la menor tasa de deforestación se da en el periodo 2005 – 2010, con un valor de 21,915.92 hectáreas/año, considerando el periodo total (1976 – 2010) se tiene una tasa de deforestación anual de 50,183 ha/año, con un total de superficie deforestada de 1,706,242.95 hectáreas.

<sup>22</sup> En el estudio realizado por la FAN (2012), se tienen menos hectáreas deforestadas para este periodo, contrariamente en el estudio realizado por el MHNNKM (2007) se tiene una mayor cantidad, a pesar que ambos estudios se basaron en el uso de imágenes satelitales Land Sat. Para el presente documento se ha trabajado con los datos del MHNNKM hasta el periodo 2005, actualizando aquellas áreas detectadas por FAN para este mismo periodo, además de las áreas para el periodo 2005 – 2010.



### MAPA DE DEFORESTACIÓN (1976 - 2010)



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



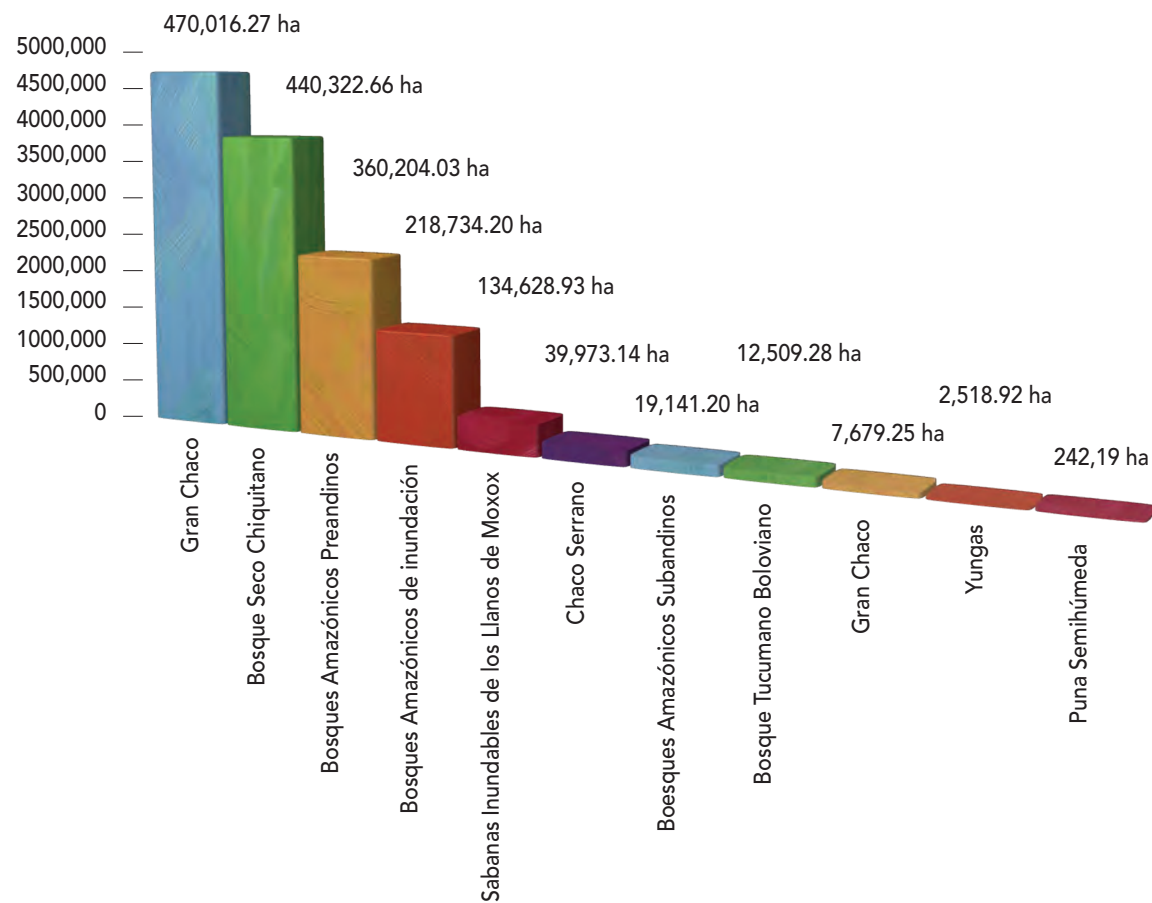
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN)  
 Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM)



En relación a las superficies deforestadas distribuidas en las diferentes ecoregiones presentes en la CRG, la mayor proporción se encuentra principalmente en el Gran Chaco (470,016.27 ha), seguida de Bosque Seco Chiquitano (440,322.66 ha), Bosques Amazónicos Preandinos (360,204.03 ha) y Bosques Amazonicos de Inundación (218,734.20 ha); donde el Gran Chaco y los Bosques Amazónicos Preandinos ocupan en términos de superficie dentro la cuenca el cuarto y quinto lugar respectivamente (Figura 31).

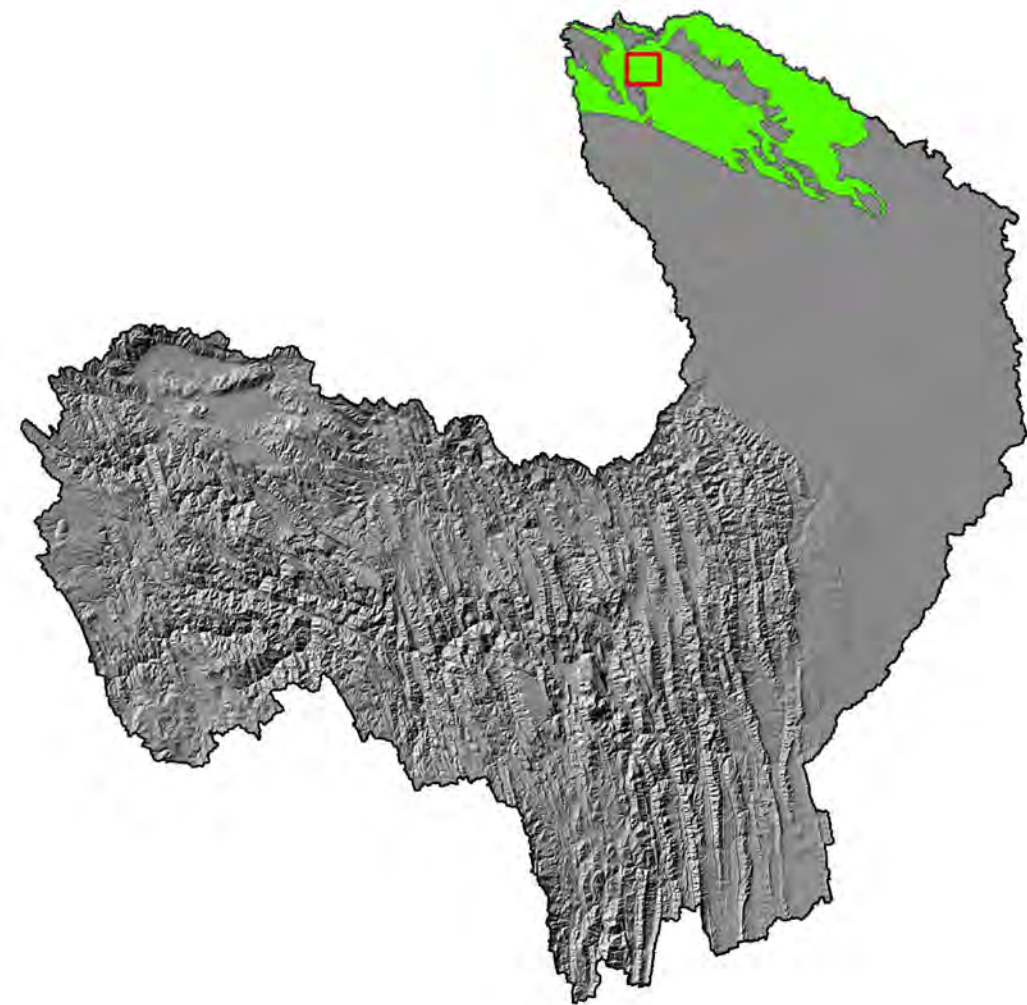
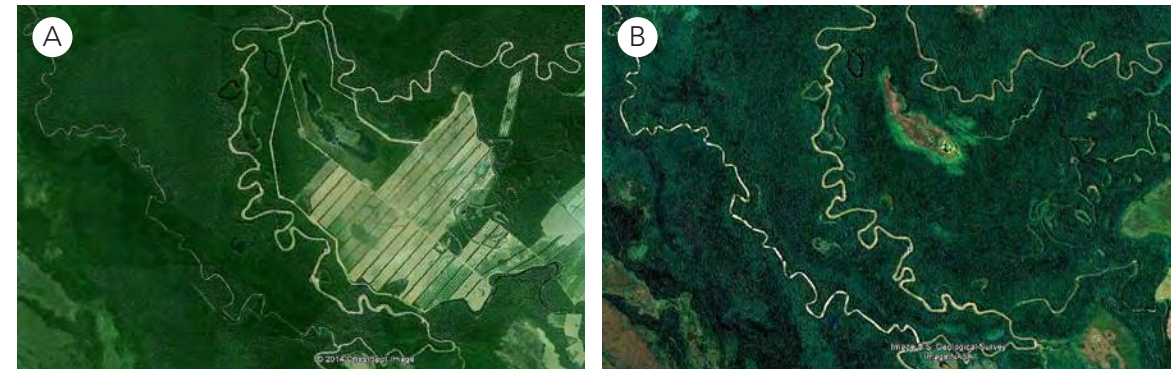
**Figura 31.** Distribución de superficie de deforestación por Ecoregión periodo 1976 – 2010.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Por otra parte, la deforestación en la región de los Yungas es mucho menor que en las otras, no sólo porque se haya deforestado menos superficie, sino también porque el tamaño total de esta ecoregión dentro la cuenca es menor que las otras; contrariamente una de las ecoregiones con menor área pero mayor superficie de deforestación son los Bosques Amazónicos de Inundación presentes en la cuenca baja del río Grande (Figura 32).

**Figura 32.** Deforestación presente dentro la Ecoregión de los Bosques Amazónicos de Inundación.



Fuente: Google Earth – A. Image U.S. Geological Survey (NASA). 2004 – B. Image Cnes/SPOT. 2014.

Imagen 22. Deforestación ANMI Amboró (Departamento de Santa Cruz).



Foto: O. Colman.



## FOCOS DE CALOR

Todos los años dentro de la CRG se producen incendios forestales de origen principalmente antropogénico, ya sea por la incorporación de nuevas tierras forestales a usos agropecuarios o bien por la quema de grandes extensiones de pastizales naturales o cultivados. El fuego es la herramienta más barata para reducir la cobertura vegetal, y en el caso de pequeños agricultores es la única que se encuentra disponible. Sin embargo, mientras el fuego ocurra en el área prescrita a quemar no se constituye en un problema, pero cuando el fuego sale de control de un área prescrita para la quema y se propaga de manera descontrolada por el bosque generalmente provoca situaciones de desastres sociales, económicos, ecológicos y ambientales (Pinto & Vroomans 2007).

Las quemadas liberan una variedad de gases en la atmósfera, se estima que los incendios forestales de conversión de tierras forestales a agropecuarias contribuyen aproximadamente con un 30% del incremento anual de concentración de Dioxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera (Kaufman *et al.* 1998). Las consecuencias del actual ritmo de deforestación y la magnitud de los incendios en algunos años alcanzan proporciones catastróficas, que además parece mostrar un régimen periódico de ocurrencia de eventos de gran magnitud.

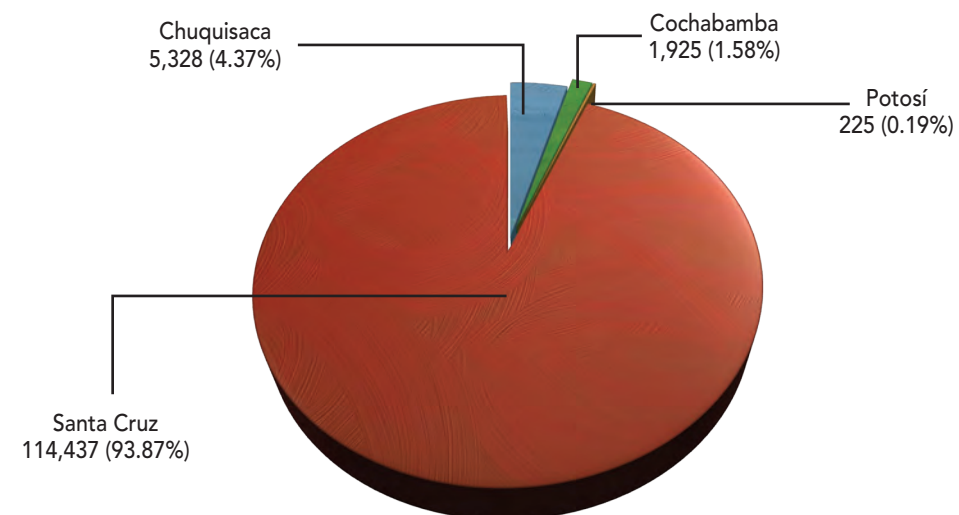
Basados en datos acumulados de focos de calor<sup>23</sup> y su distribución dentro la cuenca para los 10 últimos años (2003 – 2013), se puede afirmar que los incendios forestales ocurren principalmente en el departamento de Santa Cruz (93.87%), seguido de Chuquisaca (4.37%), Cochabamba (1.58%) y Potosí (0.19%) (Figura 33 y 34).

En el caso de Santa Cruz se trata del departamento con mayor actividad agrícola y pecuaria, además que presenta la mayor área de deforestación dentro la cuenca, y que indudablemente muestra que existe una relación entre estas actividades y el fuego. Asimismo entre los municipios con mayor cantidad de focos de calor en este departamento están San Julián (15.03%), Santa Rosa del Sara (13.26) y Cabezas (12.44%), entre otros.

Por otro lado, entre las ecoregiones más afectadas por la distribución de focos de calor (en términos de ocurrencia de focos de calor) son principalmente: los Bosques Secos Chiquitanos, los Bosques Amazónicos (preandinos y de inundación), las Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos, el Gran Chaco, el Chaco Serrano, el Bosque Boliviano – Tucumano y los Bosques Secos Interandinos.

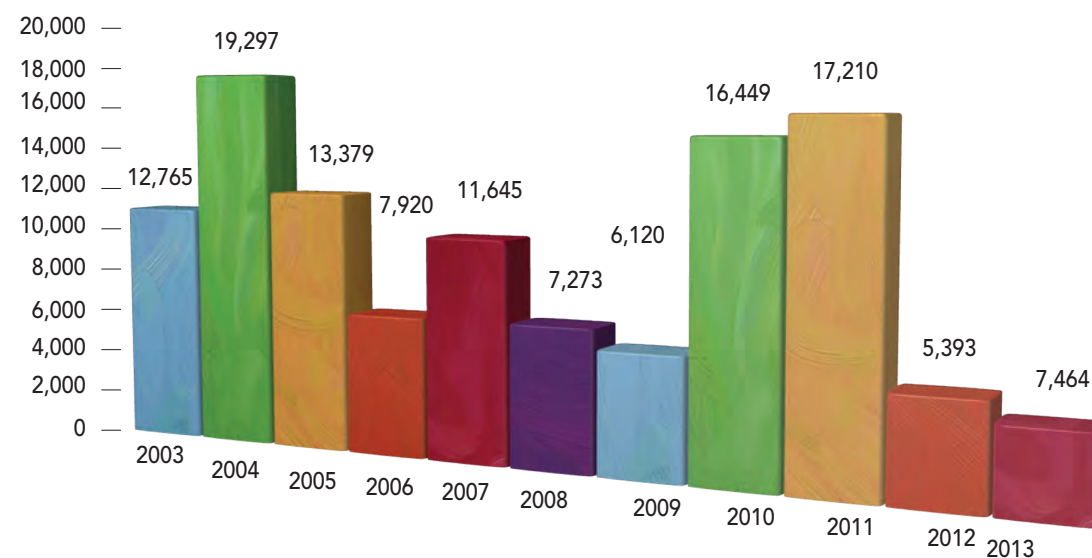
<sup>23</sup> Los puntos de focos de calor fueron bajados de las páginas web del Centro de Previsiones del Tiempo y Estudios Climáticos – CEPETC/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) (<http://www.cptec.inpe.br>) para los periodos 2003 – 2013, derivado de la captura de sensores satelitales como Aqua (MODIS), Terra (MODIS), Goes, NOAA (Nacional Oceanic and Admospheric Administration Satellite) y TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission).

**Figura 33. Distribución de focos de calor periodo 2003 – 2013, a nivel departamental.**

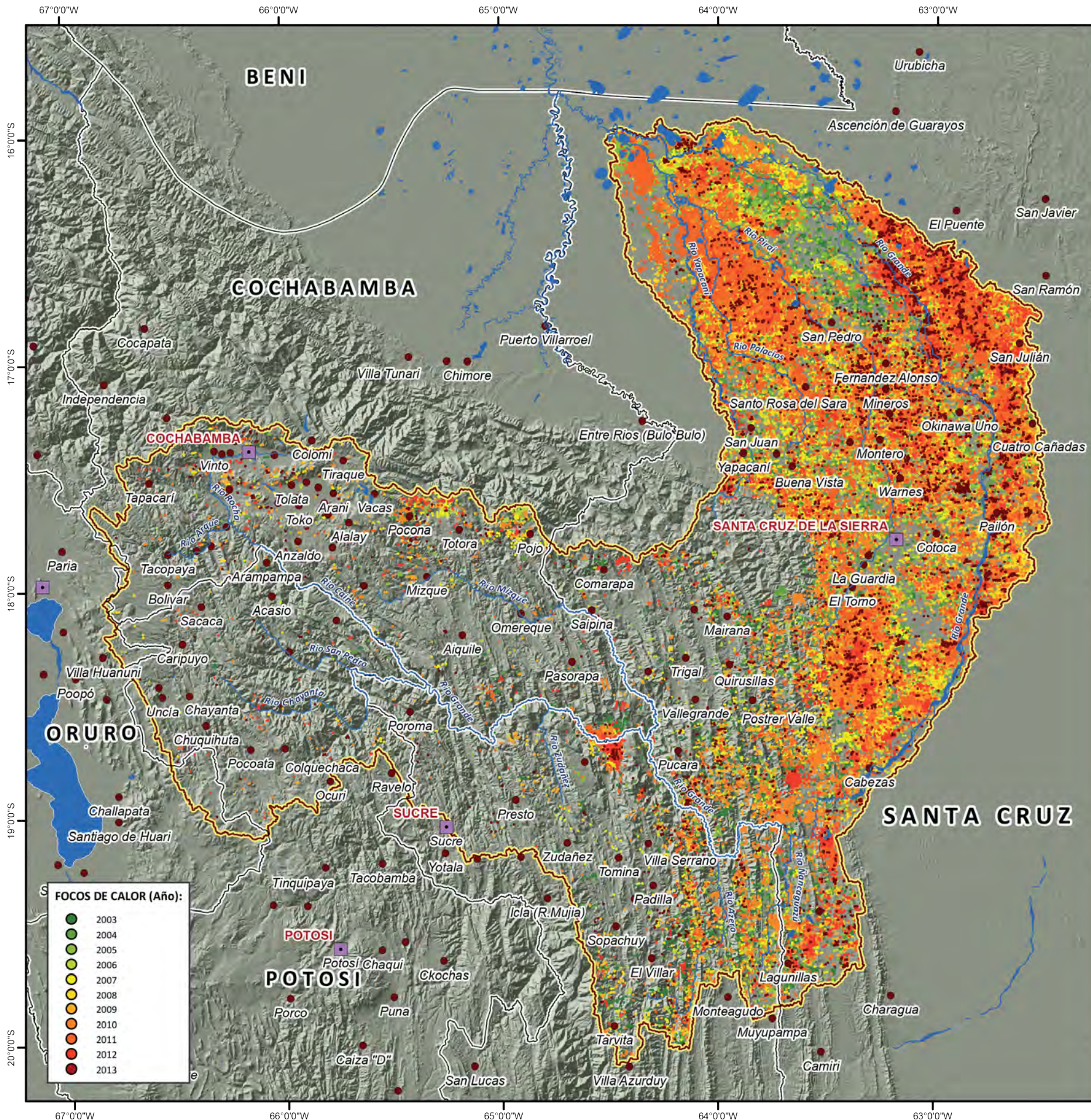


Fuente: VRHR – PDCRG 2014

**Figura 34. Número de focos de calor periodo 2003 – 2013, dentro la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE FOCOS DE CALOR (2003 - 2013)



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

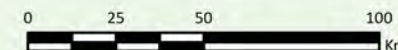
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Centro Previsiones del Tiempo y Estudios Climáticos (CPETEC)  
 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE)

## COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA

El conocimiento de la cobertura y uso de la tierra (CUT) constituye uno de los aspectos más importantes dentro de la caracterización biofísica de la cuenca por ser indispensable no sólo en la determinación y especialización de las unidades de paisaje, sino también, por su influencia en la formación y evolución de los suelos. Aunque ambos términos se manejan de manera indistinta, existe una separación entre ellos, donde:

- La cobertura<sup>24</sup> de la tierra describe la vegetación y elementos antrópicos existentes, además de otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (Di Gregorio 2005).
- El uso de la tierra implica la utilidad que presta un tipo de cobertura a las actividades antrópicas o a las funciones económicas de una porción específica de la tierra (como el uso urbano, productivo, industrial, extractivo, etc.) (Jansen & Di Gregorio 2003).

La información cartográfica de la CRG respecto a la CUT se basa en el mapa elaborado por el Viceministerio de Tierra (2010), que consideró el tratamiento de imágenes de satélite Land Sat 5 TM, y la metodología y leyenda de CORINE<sup>25</sup> Land Cover.

Los principales tipos de cobertura dentro la cuenca son: Vegetación dispersa, Bosques ralos andinos, Bosques densos montanos y Herbazales gramínoles, llegando a cubrir el 49.96% de la superficie de la cuenca. En relación al uso del suelo las categorías de mayor predominancia son: Extractivo minero, Productivo agropecuario en combinación con Extractivo forestal y Productivo agroindustrial, haciendo un total del 52.24% de su superficie.

Los diferentes tipos de uso de la tierra a su vez se encuentran anidados en zonas agroproductivas<sup>26</sup>, que cubren diferentes proporciones dentro la cuenca, como son: Valles del Norte (35%), Norte Integrado de Santa Cruz (19.79%), Valles Centrales (17.89%), Llanos de Santa Cruz (13.37%), Chaco Serrano (9.45%), Altiplano Central (3.57%), Chaco Llanos (0.83) y Yungas del Sur (0.11%) (Figura 35).

24 IDEAM (1997) describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima.

25 CORINE Land Cover es el proyecto de cobertura de la tierra desarrollado dentro del programa CORINE (Coordination of Information on the Environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea, que definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra.

26 Definidas de acuerdo con sus características agrícolas y pecuarias, su potencialidad productivo y características edafológicas, climáticas, fisiográficas, vulnerabilidades, entre otras, llegando a caracterizar 19 zonas agroproductivas a nivel nacional.

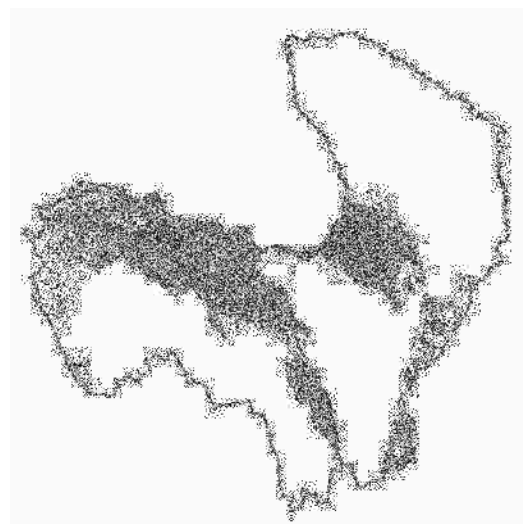
Figura 35. Zonas Agroproductivas.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014. en base al Mapa de Zonas Productivas del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (2011).

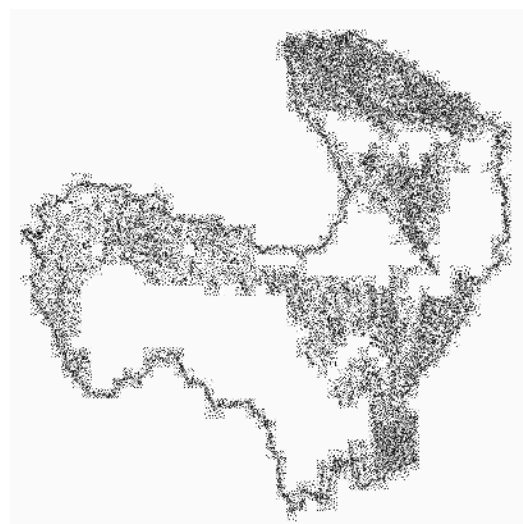
La distribución espacial de los diferentes tipos de uso dentro la CRG se presenta a continuación:

### Productivo Agropecuario



Agrupación de cultivos alimenticios, al pastoreo directo en pequeña escala y por sectores, la extracción de leña, al pastoreo extensivo y ramoneo. En la zona de los valles interandinos los cultivos son diversos, con predominio de papa, arveja, habas, cebada, avena, trigo y tarwi; el maíz es un cultivo dominante en ciertos valles. En la parte baja de la cuenca (departamento de Santa Cruz), los cultivos se llevan a cabo anualmente debido al uso de fertilizantes.

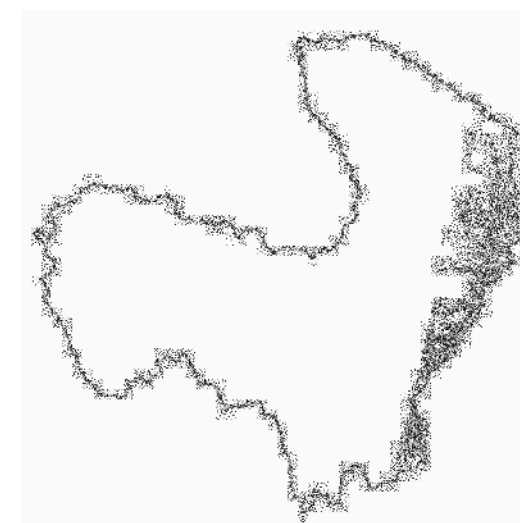
### Productivo Ganadero



Pastoreo directo, ramoneo, forrajeo de aves, en sectores extracción de leña. En la parte alta de la cuenca sobre los 3,000 a 3,100 m, aparece el piso climático de la Puna, donde la productividad está limitada a los pastos naturales existentes, estos son aprovechados por la población Altoandina para alimentar a su ganadería, con respecto al ganado bovino se tiene la predominancia de razas Criollas, Pardo Suizo y Holstein.

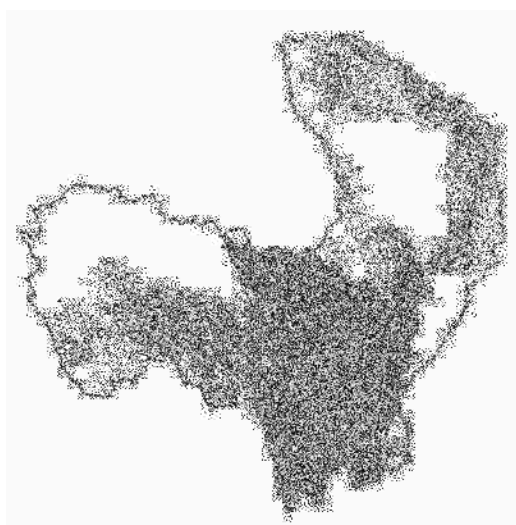
Por otro lado, en la parte baja de la cuenca, en los Bosques Amazónicos, Seco Chiquitanos y Gran Chaco, el pastoreo de los hatos ganaderos se dan en grandes extensiones de pastos cultivados (p.e. braquiaria), siendo estos de doble propósito (producción de carne y leche), aunque también se tiene la recría de ganado para la producción de carne, con gran preeminencia de razas Nellore, Brahaman y Gyr (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras 2012).

### Productivo Ganadero. Extractivo Forestal y Minero



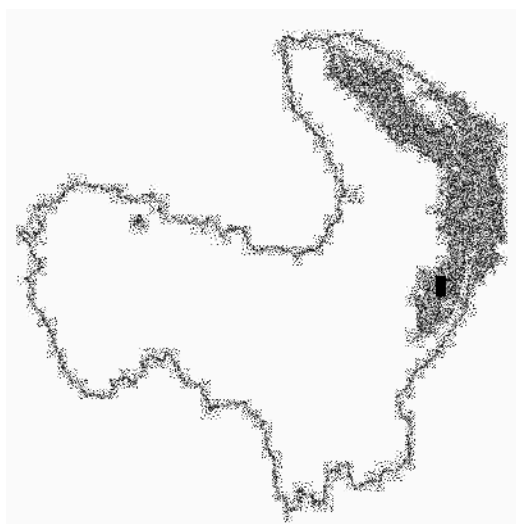
Productivo Ganadero y Extractivo Forestal Minero: Pastoreo directo por sectores, leña, carbón y combustibles fósiles; la ganadería (bovina) es de tipo extensiva, generalmente está limitada por la menor disponibilidad de agua y por la vegetación, ubicada en monte ralo compuesto por especies arbustivas de buen contenido proteínico.

## Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal, Minero y Petrolero



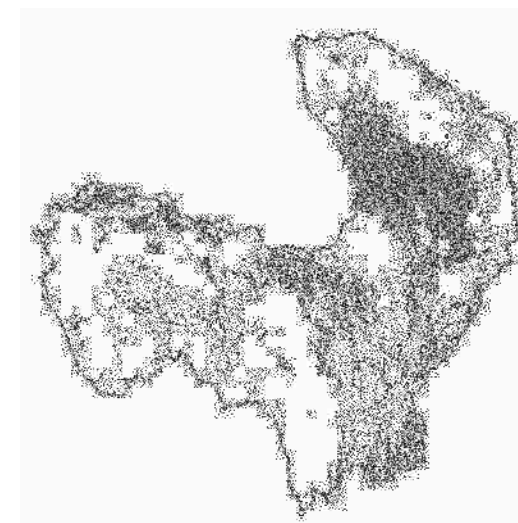
Agrupación de cultivos alimenticios, pastoreo directo por sectores, ramoneo, extracción de productos maderables (leña) y no maderable, extracción de combustibles fósiles y minerales. En la subregión de los valles de Santa Cruz el clima y los suelos son aptos para desarrollar la agricultura bajo riego, siendo esta la principal abastecedora de frutas y hortalizas para el departamento de Santa Cruz. La actividad ganadera bovina se desarrolla principalmente en sistema de ramoneo, llegando a producir el 5% de la producción de leche para el departamento (GAD Santa Cruz 2010).

## Productivo Agroindustrial y Exportación



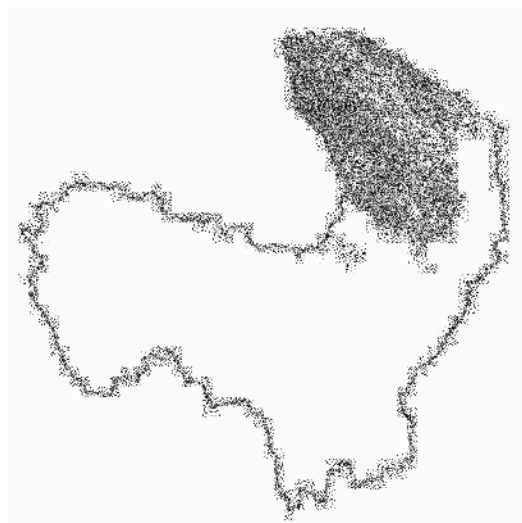
Agrupación de producción agroindustrial y exportación, los cultivos industriales (soya, sorgo, maíz, caña de azúcar) implican casi al 80% de la superficie cultivada actual, casi la mitad es soya, y el resto de los productos alcanza el 18% (Campanini 2014). La superficie cultivada llega a presentar campos agrícolas muy grandes de hasta 20,000 hectáreas de extensión, en algunas áreas de expansión, las propiedades cuentan con cordones de vegetación natural que funcionan como cortinas rompevientos; asimismo, también se tienen otros cultivos como trigo y algodón (MHNNKM 2007).

## Productivo Mercado Local



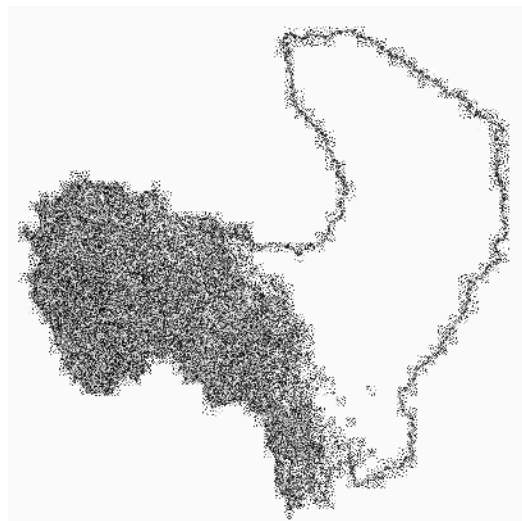
Producción de consumo y mercado local, incluye áreas pequeñas donde se practica una agricultura de intercambio y otras dinámicas de la economía campesina complementada con la cría de ganado y aves de corral en pequeña escala. Sus parcelas de cultivo pocas veces exceden a una hectárea de extensión en la parte alta de la cuenca. No obstante, en la parte baja de la cuenca, se tienen zonas de agricultura de mediana escala, con propiedades privadas de tamaño pequeño (< 10 hectáreas) a medianas (< 500 hectáreas), aunque incluye algunas propiedades de hasta 5,000 hectáreas, produciendo una gama amplia de productos agropecuarios (MHNNKM 2007).

## Extractivo Forestal



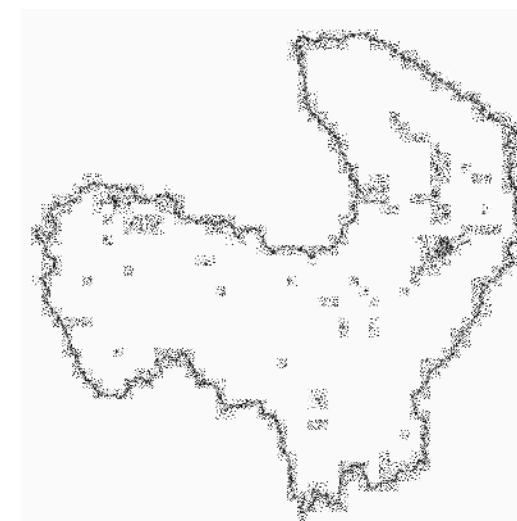
Agrupada la extracción de productos forestales maderable y no maderable; en pequeña escala caza y pesca de subsistencia y vida silvestre; esta actividad se concentra mayoritariamente en la parte baja de la cuenca. Asimismo, de la superficie de bosques aprovechados p.e. en la región de la Chiquitanía se tiene una abundancia de 23,5 árboles/ha, con un volumen de aprovechamiento de 19.3 m<sup>3</sup>/ha, en el pie de monte Amazónico la abundancia es de 8.78 árboles/ha, con un volumen de aprovechamiento de 29.8 m<sup>3</sup>/ha (Malky 2005).

## Extractivo Minero



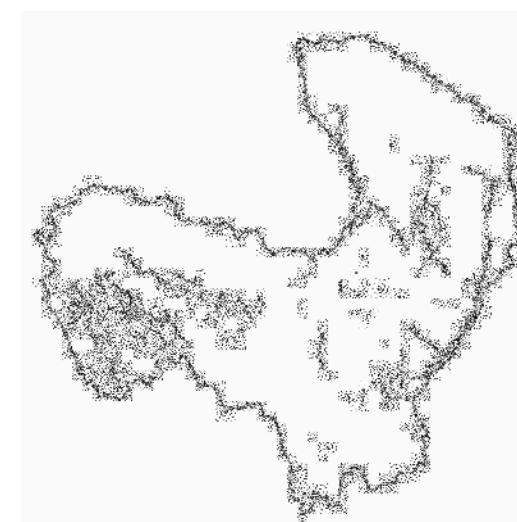
El extractivo minero representa la explotación de yacimientos mineros. La actividad minera se da por medio de cooperativas y/o por extracción artesanal o en muchos casos por concesiones mineras. Así, p.e. la actividad minera en Cochabamba se da a través de cooperativas mineras en municipios como: Aiquile, Tapacarí, Arque, Mizque, Tacopaya, Bolívar y Capinota; minerales como el plomo, plata y zing, son extraídos en las minas de Quewiñal y Kallpas en Aiquile; polimetales como la caliza, plomo, plata, zing y baritina en Tapacarí a través de las cooperativas de Pacawachi, Tola P'ujru, Puca K'asa Callani (Camacho 2012).

## Urbano, industria, servicios



Agrupada áreas urbanas, centros poblados, residenciales, servicios, industria, entre otros.

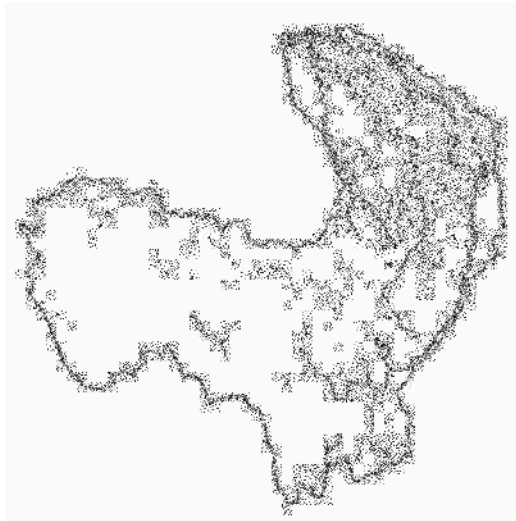
## Recreativo





Paisajes escénicos y turísticos, p.e. el Parque Nacional Amboró cuenta con una gran variedad de paisajes, desde cascadas y sendas por bosques nublados hasta paseos bordeados de orquídeas, ubicado en la parte occidental del departamento de Santa Cruz. La Cordillera del Tunari – Parque Nacional Tunari, que se encuentra al norte del valle central de Cochabamba, sus numerosas lagunas proveen de agua a todo el eje metropolitano. El Parque Nacional Torotoro, con una riqueza arqueológica, restos fósiles y huellas de dinosaurios. En Vallegrande se tiene a la conocida ruta de Ernesto “Che” Guevara (debido a la campaña guerrillera dirigida 1966 a 1967).

### Aguas Superficiales



Aguas superficiales destinadas a la generación de energía eléctrica, agua para riego, captación de agua potable y pesca.

**Imagen 23.** Praderas de pastoreo intensivo (Municipio de Concepción).



Foto: O. Lange.

**Imagen 24.** Tipos de cobertura y uso de la tierra presentes dentro la CRG.



A. Pastoreo extensivo de ganado bovino (Municipio de Moro Moro) – Foto: G. A. Parada

B. Mosaico de cultivos (Municipio de Comarapa) – Foto: M. Caballero.

C. Mosaico de cultivos (Municipio de Yapacaní) – Foto: M. Talavan.

D. Forestación (Municipio de Acacio) – Foto: C. Scribba & R. Valda

## REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

En la impresión del mapa de cobertura y uso de la tierra de la CRG, la leyenda presenta códigos y colores para representar las diferentes coberturas y usos de la tierra (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Códigos asignados por tipo de cobertura y uso actual de la tierra.**

LEYENDA CARTOGRÁFICA	COBERTURA	USO	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1.1k(b)	Bosque Denso Amazónico en Llanura Inundada Estacionalmente	Extractivo Forestal: Extracción de productos Forestales Maderable y no Maderable; en pequeña escala; caza y pesca de subsistencia; vida silvestre	7,628.13
1.1k(f)	Bosque Denso Amazónico en Llanura húmedo	Extractivo Forestal: Maderable y no Maderable	118.83
1.2q(f)	Bosque Denso Andino Montano Húmedo	Productivo Agropecuario: Cultivos alimenticios, Pastoreo directo en pequeña escala	4,550.57
1.2q(g)	Bosque Denso Andino Montano Subhúmedo	Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal y Petrolero: Cultivos Alimenticios, Pastoreo directo por sectores, Productos Maderables y no Maderables, Extracción de Combustibles fósiles	11,753.25
1.4k(i)	Bosque Denso Chaqueño de Llanura Semiárida	Productivo Ganadero y Extractivo Forestal Minero: Pastoreo directo por sectores, leña, carbón y combustibles fósiles	1,689.85
1.4o(j)	Bosque Denso Chaqueño Premontano Árido	Productivo Agropecuario: Cultivos alimenticios, Pastoreo directo por sectores	54.48
1.5l(g)	Bosque Denso Chiquitano sobre Ondulaciones y/o Planicies ligeramente Disectadas Subhúmedo	Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal: Productos Maderables y no Maderables; Cultivos alimenticios, Pastoreo por sectores.	1,638.31
2.2p(g)	Bosque Ralo Andino Montano Bajo Subhúmedo	Productivo Agropecuario y Extractivo Minero: Cultivos alimenticios por sectores; Pastoreo directo; Combustibles fósiles	1,615.37
2.2q(g)	Bosque o Monte Ralo Andino Montano subhúmedo	Productivo Agropecuario: Cultivos alimenticios, Extracción de leña y Pastoreo Extensivo.	1,345.57
2.2q(i)	Bosque o Monte Ralo Andino Montano Semiárido	Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal: Pastoreo, Ramoneo, Cultivos alimenticios en algunos sectores, Extracción de Leña en parte	13,105.59
2.4ñ(i)	Bosque Ralo Chaqueño Basimontano Semiárido	Productivo Agropecuario: En Sectores, Cultivos alimenticios, Pastoreo y Ramoneo	473.61
3.2q(f)	Matorral Andino Montano Húmedo	Productivo Agrícola: Cultivos alimenticios y Forestales, Pastoreo	141.51
3.2q(i)	Matorral Pajonal Andino Montano Semiárido	Productivo Agropecuario: Pastoreo, en sectores Cultivos alimenticios	6,105.97
3.2v(i)	Matorral Andino Puna Semiárida	Productivo Agropecuario: Pastoreo Extensivo, Cultivos alimenticios en sectores.	28.72

3.5l(i)	Matorral Chiquitano sobre Ondulaciones y o Llanuras Ligeramente Disectadas semiárido	Productivo Ganadero: Pastoreo directo, Ramoneo, extracción de leña	703.51
4.6k(b)	Herbazal Graminoide Vivaz Llanura Inundada Estacionalmente	Productivo Ganadero: Pastoreo directo, forrajeo de aves.	934.09
4.6k(c)	Herbazal Graminoide Vivaz Llanura inundada por periodos cortos	Productivo Ganadero: Pastoreo directo, forrajeo de aves.	2,285.49
4.6k(i)	Herbazal Graminoide Vivaz en Llanura Semiárida	Productivo Ganadero: Pastoreo directo	95.24
4.6v(i)	Herbazal Graminoide Vivaz Puna semiárida	Productivo Ganadero: Pastoreo directo	23.01
4.6w(j)	Herbazal Graminoide Vivaz Puna Altoandina Árida	Extractivo Minero, Productivo Agropecuario, Protectivo, Vida silvestre	8,591.32
4.6x(v)	Herbazal Graminoide Vivaz Bofedal Puneño	Productivo Ganadero: Pastoreo directo	14.73
6.6k(i)	Vegetación Dispersa Vivaz en Llanura semiárida (Valles)	Productivo Ganadero: Escaso pastoreo directo, en sectores extracción de sal de cocina en pequeña escala	140.97
6.6v(i)	Vegetación Dispersa Vivaz en arenales Puna semiárida	Productivo Ganadero: Escaso pastoreo directo	0.99
6.6v(j)	Vegetación Dispersa Vivaz en playas salinas Puna árida	Productivo Ganadero: Pastoreo directo	22.30
6.6w(i)	Vegetación Dispersa Vivaz en pedregales Puna Altoandina semiárida	Extractivo Minero en parte: Explotación de yacimientos mineros; Por sectores escaso pastoreo directo	18,233.78
7.02	Agricultura Múltiple	Productivo: Alimenticios de consumo, subsistencia y mercado local.	9,645.79
7.1	Estructura urbana y rural ciudades y pueblos	Mixtos o Combinados: Residencial, servicios, industria, otros.	307.23
8.1	Depósitos de Arena Playas y Dunas	Recreativo: Escénico, Turístico	553.74
9	Cuerpos y Cursos de Agua: Lagos, Lagunas, Embalses, Estanques de decantación o Sedimentación, Ríos y Arroyos	Productivo Aguas Superficiales Mixto: Generación de energía eléctrica Agua para riego, Pesca, Captación de Agua potable, Transporte Fluvial	653.72
7.03	Agricultura de Plantaciones Plurianuales	Productivo: Mixto (de consumo e industrial)	1.43
7.01	Agricultura Comercial	Productivo: Agroindustrial y exportación.	10,953.70
7.04	Plantaciones Forestales	Productivo: Forestal, madera, leña y de protección de suelos.	38.21

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE COBERTURA USO DE LA TIERRA



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

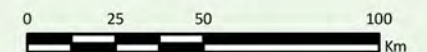
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

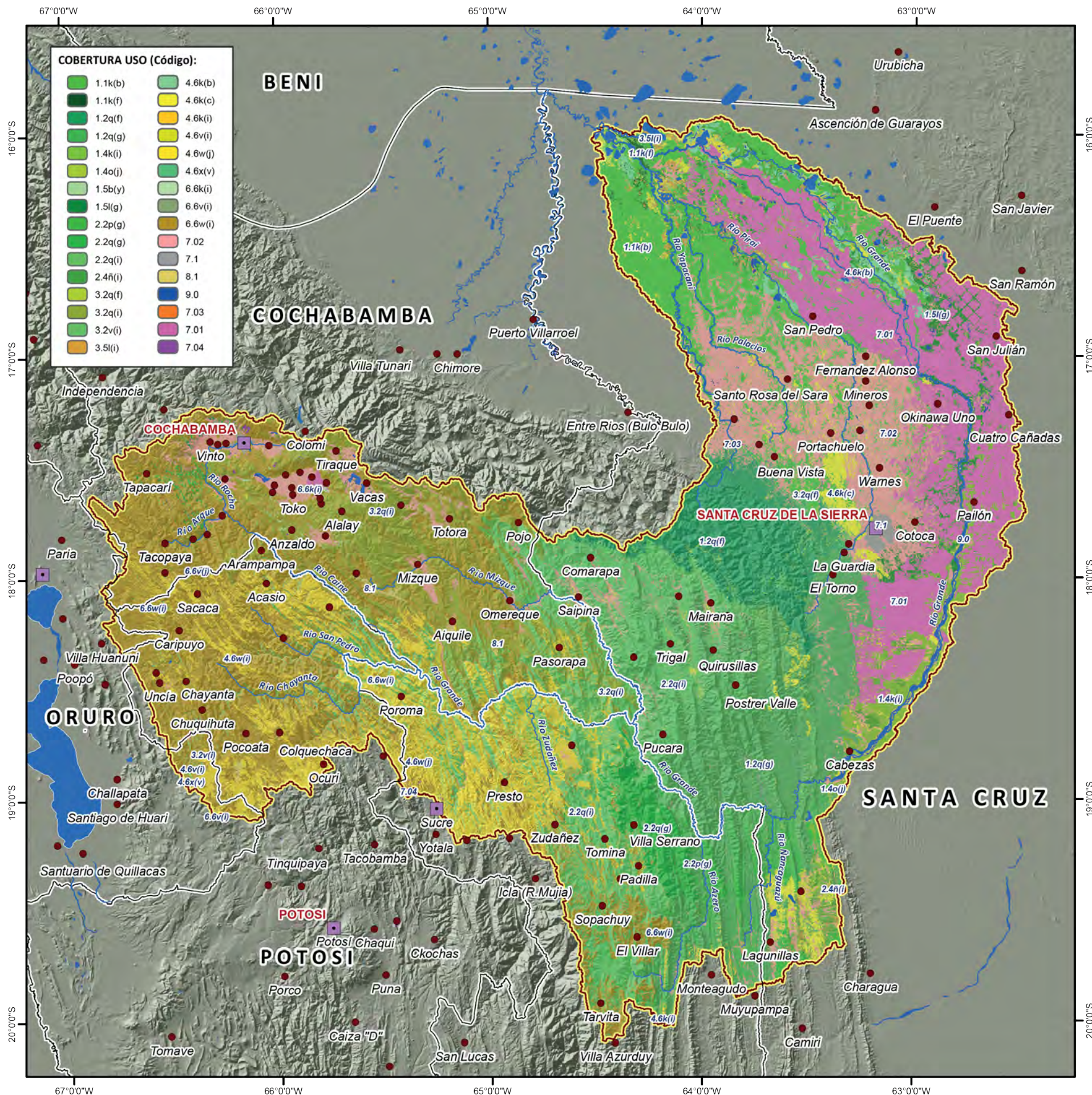


Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT)  
Viceministerio de Tierras (VT)



#### COBERTURA USO (Código):

	1.1k(b)		4.6k(b)
	1.1k(f)		4.6k(c)
	1.2q(f)		4.6k(i)
	1.2q(g)		4.6v(i)
	1.4k(i)		4.6w(j)
	1.4o(j)		4.6x(v)
	1.5b(y)		6.6k(i)
	1.5l(g)		6.6v(i)
	2.2p(g)		6.6w(i)
	2.2q(g)		7.02
	2.2q(i)		7.1
	2.4ñ(i)		8.1
	3.2q(f)		9.0
	3.2q(i)		7.03
	3.2v(i)		7.01
	3.5l(i)		7.04



**Cuerpos de agua, Municipio de Mizque**  
Fuente: L.Herbas

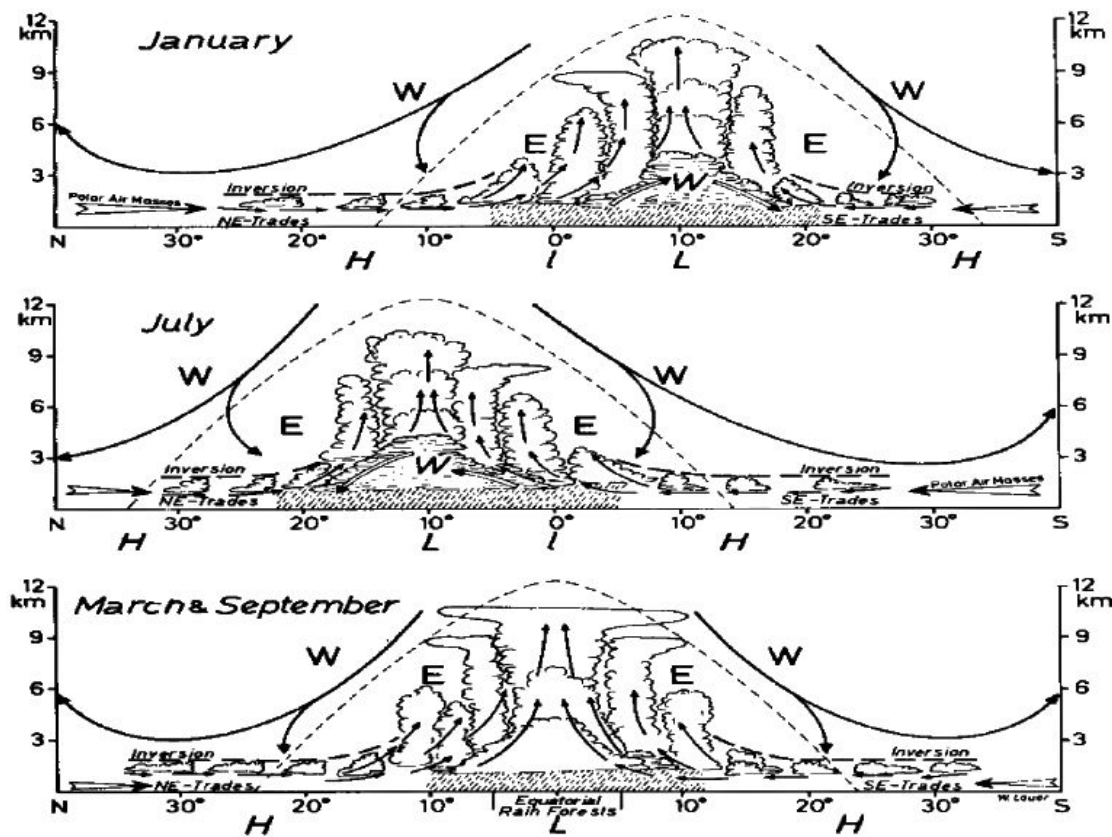


# ASPECTOS CLIMÁTICOS E HÍDRICOS

# INFORMACIÓN CLIMÁTICA

En todo el país, el régimen de lluvias es de tipo tropical con un máximo de lluvias en los meses más cálidos del año. Bolivia está situada entre dos fajas atmosféricas zonales: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y el Cinturón Subtropical de altas presiones permanentes del hemisferio sur (Figura 36).

**Figura 36.** Esquema de la circulación de vientos alisos en los trópicos.



(Meses: enero, julio, marzo y septiembre).

W = viento del Oeste; E = viento del Este; H = presión alta; L = presión baja).

Fuente: D. Rafiqpoor et al. 2003.

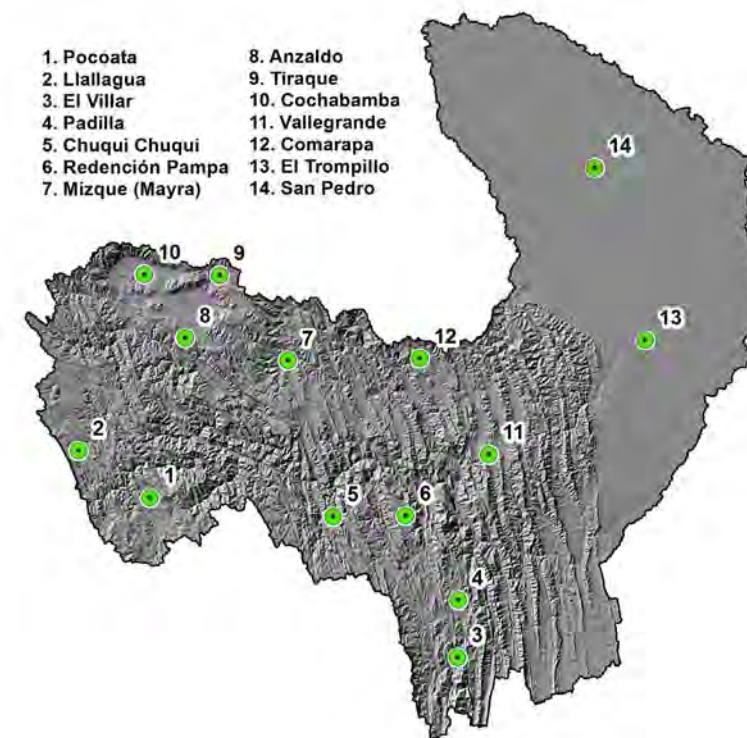
En todo el territorio nacional se presentan dos períodos de precipitaciones pluviales, uno más lluvioso durante el verano (debido al descenso de la ZCIT), y otro con precipitaciones menores en el invierno (la dislocación hacia el norte de la zona de convergencia intertropical que ocasiona un movimiento de aire seco y estable). La estación lluviosa se concentra en el verano, que generalmente inicia en diciembre y concluye en marzo, con un máximo en enero y con un segundo lugar en febrero.

De 60 a 80% de las precipitaciones ocurren durante estos cuatro meses. La estación seca es en invierno, con un mínimo de mayo a agosto. Hay dos períodos de transición que separan estas dos épocas, uno en abril y otro de septiembre a octubre.

En la parte alta de la CRG se presentan extremos climáticos que afectan a la productividad como es la sequía y heladas, en la parte baja se tienen procesos de inundación y sedimentación, siendo esta última derivada de la erosión generada en la parte alta y media de la cuenca.

Para establecer un patrón climático dentro la cuenca en relación a la precipitación y temperatura, se eligieron estaciones meteorológicas modelo<sup>27</sup> a nivel de departamentos de Potosí, Chuquisaca, Cochabamba y Santa Cruz, derivadas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y AASANA (Figura 37).

**Figura 37.** Distribución de estaciones meteorológicas modelo dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

<sup>27</sup> Las estaciones modelo se eligieron en función a los períodos de registro existentes en cada estación (mayor cantidad de registros), el área de influencia que ejerce cada estación en la cuenca y la distribución según gradiente altitudinal.

## Precipitación

La precipitación es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedades emanadas de la atmosfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada. Sin embargo, para el presente documento la precipitación está relacionada a la lluvia y que generalmente esta función de características geográficas (altitud, latitud, longitud), topográficas y atmosféricas; llegándose a elegir diferentes estaciones meteorológicas a nivel departamental.

### Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Potosí

La zona alta de la cuenca abarca parte del departamento de Potosí, que se caracteriza por precipitaciones bajas a medias, llegándose a seleccionar las siguientes estaciones:

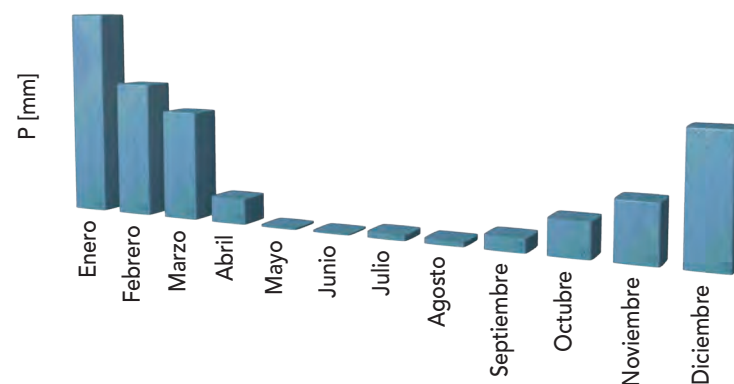
- Estación Llallagua con un periodo de registro a nivel diario del 2002 – 2013, altitud de 3,800 m.
- Estación Pocoata con un periodo de registro a nivel diario del 1943 – 2013, altitud 3,360 m.

La tendencia en esta zona presenta poca concentración de lluvia especialmente por los meses de mayo y julio según las estaciones de Llallagua y Pocoata, que es muy característico de las zonas altiplánicas de Bolivia donde predomina las bajas temperaturas y precipitaciones bajas.

La zona alta de la cuenca en el departamento recibe entre 250 y 300 mm/año, la cantidad de lluvia aumenta en la parte media y baja del departamento con valores hasta de 600 mm/año.

### Precipitación media mensual

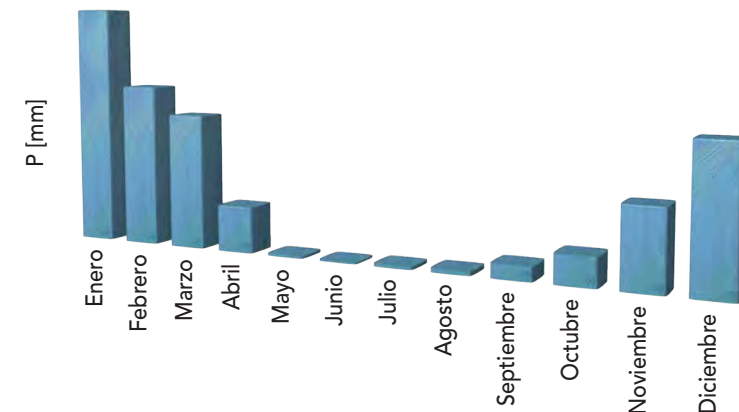
Figura 38. Estación Llallagua.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
155.89	101.84	81.98	19.58	1.59	1.25	4.52	3.73	10.47	25.48	41.52	89.75

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 39. Estación Pocoata.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
63.60	42.69	35.41	12.20	0.72	0.52	0.88	1.13	3.78	7.44	19.93	35.07

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

### Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Chuquisaca

La zona media de la cuenca abarca parte del departamento de Chuquisaca, que se caracteriza por precipitaciones medias, llegándose a seleccionar las siguientes estaciones:

- Estación El Villar con un periodo de registro a nivel diario del 1997 – 2013, altitud de 2,080 m.
- Estación Chuqui Chuqui con un periodo de registro a nivel diario del 1976 – 2013, altitud de 1,775 m.
- Estación Nuevo Mundo con un periodo de registro a nivel diario del 1975 – 2013, altitud de 2,220 m.
- Estación Padilla con un periodo de registro a nivel diario del 1944 – 2013, altitud de 2,102 m.

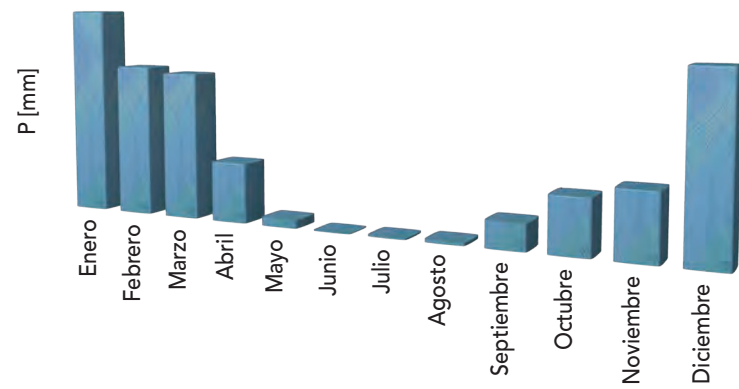
Esta zona presenta concentraciones de lluvia especialmente en los meses de enero y febrero; poca concentración en los meses de junio y julio.

La zona media de la cuenca en el departamento recibe entre 400 y 500 mm/año, la cantidad de lluvia aumenta en la parte media y baja del departamento con valores hasta de 700 mm/año.



### Precipitación media mensual

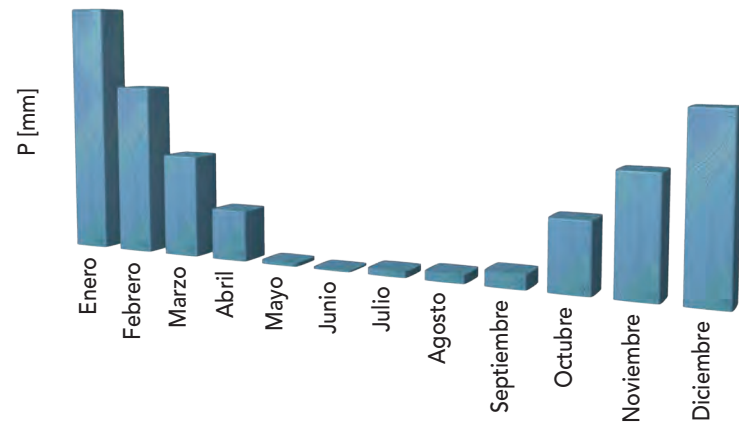
**Figura 40.** Estación El Villar.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
117.70	85.54	82.57	33.8	4.93	0.48	1.06	1.86	14.79	30.2	35.88	95.09

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

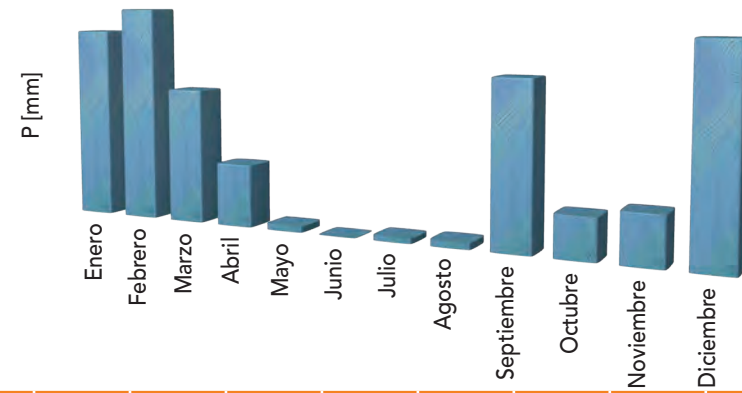
**Figura 41.** Estación Chuqui Chuqui.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
188.8	127.7	76.66	38.03	2.94	1.5	4.78	6.73	11.18	50.09	83.52	124.5

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

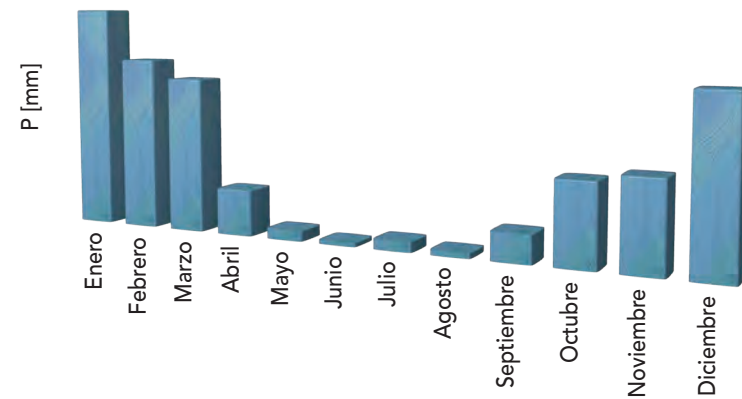
**Figura 42.** Estación Nuevo Mundo.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
108.5	121.5	75.59	35.18	3.64	0.27	3.09	3.82	88.62	22.61	26.64	109.5

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 43.** Estación Padilla.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
126.2	97.24	86.85	26.05	6.04	2.4	5.94	3.18	15.68	44.49	48.18	90.24

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Cochabamba

La zona media de la cuenca abarca parte del departamento de Cochabamba, que se caracteriza por fuertes precipitaciones, llegándose a seleccionar las siguientes estaciones:

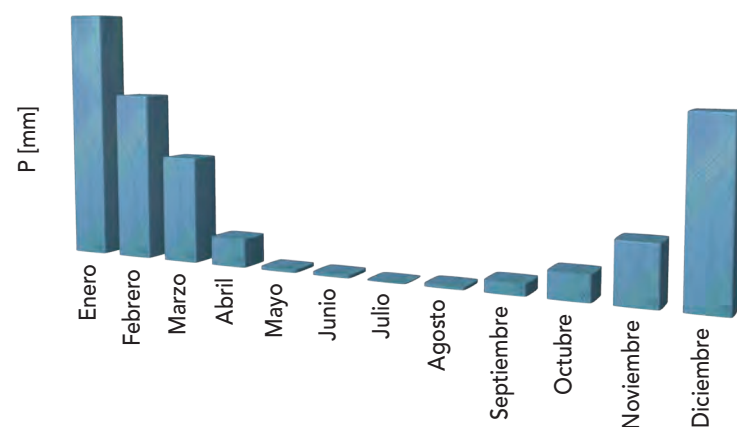
- Estación Mizque con un periodo de registro a nivel diario del 1948 – 2013, altitud de 2,045 m
- Estación Anzaldo con un periodo de registro a nivel diario del 1943 – 2013, altitud de 3,032 m.
- Estación Tiraque con un periodo de registro a nivel diario del 1954 – 2013, altitud de 2,220 m.
- Estación Aeropuerto AASANA (Cochabamba) con un periodo de registro a nivel diario del 1943 – 2013, altitud de 2,548 m.

La tendencia en esta zona presenta alta concentración de lluvia especialmente por los meses de enero y febrero; poca concentración por los meses de junio y julio.

La zona media de la cuenca en el departamento se caracteriza por lluvias entre 350 y 450 mm/año. La cantidad de lluvia no aumenta considerablemente en la parte media y baja del departamento con valores hasta de 550 mm/año.

### Precipitación media mensual

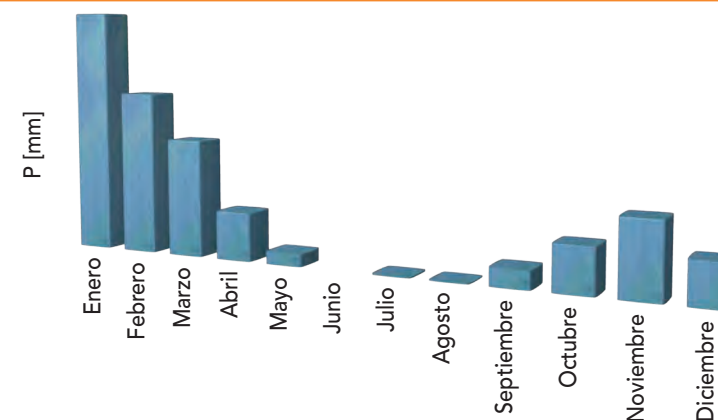
Figura 44. Estación Mizque.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
141.8	94.94	59.88	16.26	2.02	1.92	0.56	1.71	6.66	14.39	32.21	94.49

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

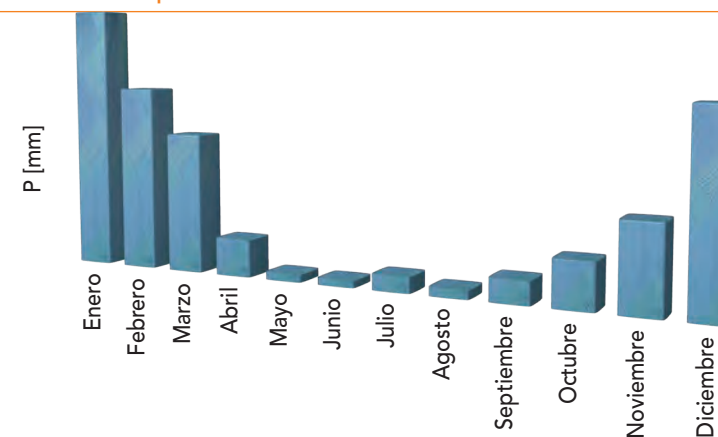
Figura 45. Estación Anzaldo.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
138.51	91.9	66.13	27.44	7.3	0	0.82	0.6	10.3	24.97	40.54	22.78

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

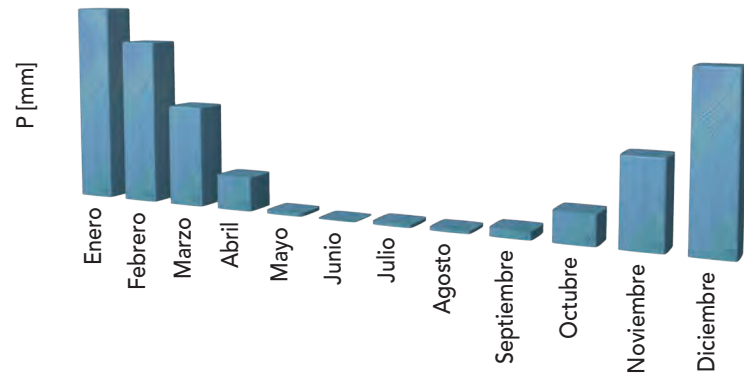
Figura 46. Estación Tiraque.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
149.3	104.2	78.6	21.29	4.59	4.07	9.14	5.18	13	25.36	46.7	102.7

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 47. Estación AASANA (Cochabamba).**



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
112.3	93.08	57.01	19.42	2.06	0.51	1.93	1.78	4.76	16.34	46.05	89.24

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

### Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Santa Cruz

La zona baja de la cuenca abarca parte del departamento de Santa Cruz, que se caracteriza por fuertes precipitaciones que derivan en inundaciones, llegando a seleccionar las siguientes estaciones:

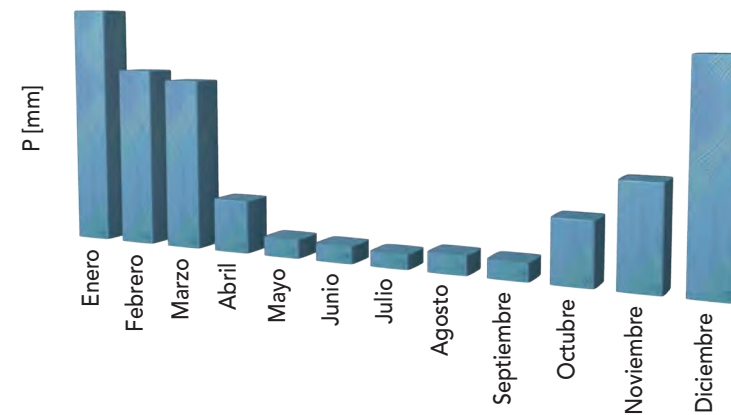
- Estación Vallegrande AASANA con un periodo de registro a nivel diario del 1943 – 2013, altitud de 2,030 m.
- Estación Comarapa con un periodo de registro a nivel diario del 1953 – 2013, altitud de 1,814 m.
- Estación Trompillo AASANA con un periodo de registro a nivel diario del 1943 – 2013, altitud de 413 m.
- Estación San Pedro con un periodo de registro a nivel diario del 1980 – 2013, altitud de 450 m.

La tendencia en esta zona presenta un incremento de lluvias a partir del mes de noviembre siendo el mes con mayor precipitación enero. Asimismo los meses con menor precipitación son junio y agosto con estaciones que reportan alrededor de 10 mm,

La zona baja de la cuenca en este departamento recibe excepcionalmente entre 700 y 800 mm/año, que se va incrementando a medida que baja la altitud con valores de hasta de 1,200 mm/año, llegando a sobrepasar los 1,800 mm/año por las zonas más bajas.

### Precipitación media mensual

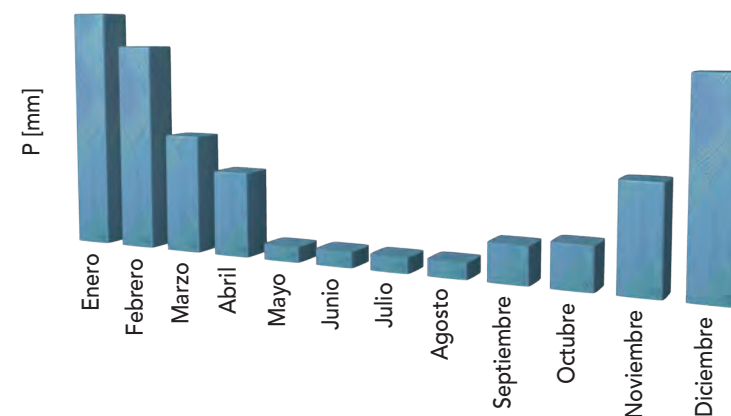
**Figura 48. Estación Vallegrande.**



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
136.1	101	95.75	29.72	10.79	9.9	8.37	10.82	10.13	33.79	54.21	114

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

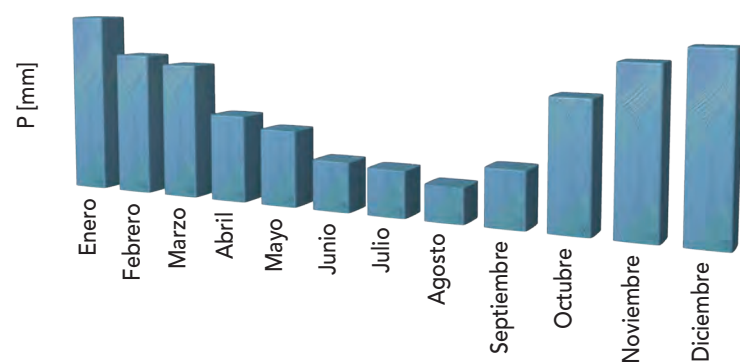
**Figura 49. Estación Comarapa.**



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
136.5	117.3	66.45	47.71	8.9	9.03	8.89	9.2	20.63	23.48	56.14	107.5

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

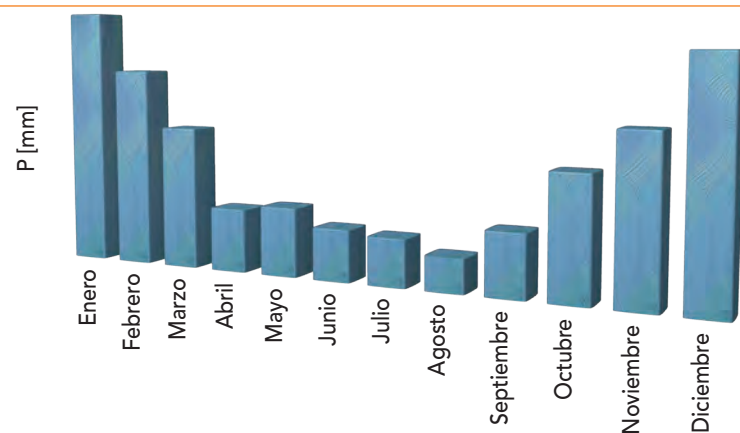
**Figura 50.** Estación El Trompillo.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
203.4	160.2	150.9	97.24	84.62	55.07	50.97	38.92	61.45	136.2	171.8	187.7

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 51.** Estación San Pedro.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
291.1	224.3	159.4	71.33	76.94	57.86	52.86	37.9	68.84	132	175.2	249.9

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Por otro lado, de las diferentes estaciones meteorológicas existentes dentro la CRG, se determinó la distribución espacial de la precipitación para los diferentes meses (Figura 52).

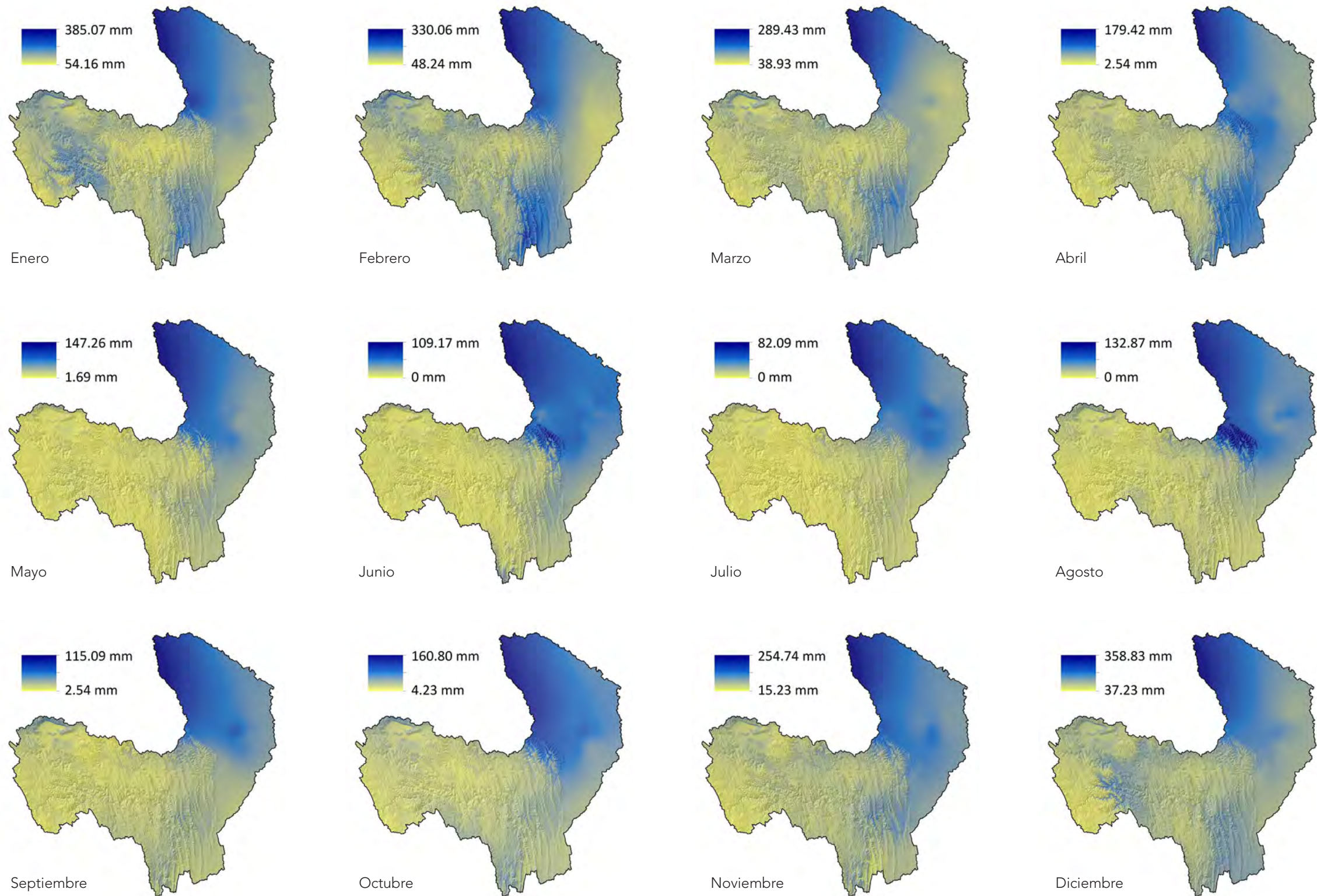
**Imagen 25.** Precipitación y escorrentía del río Piráí.



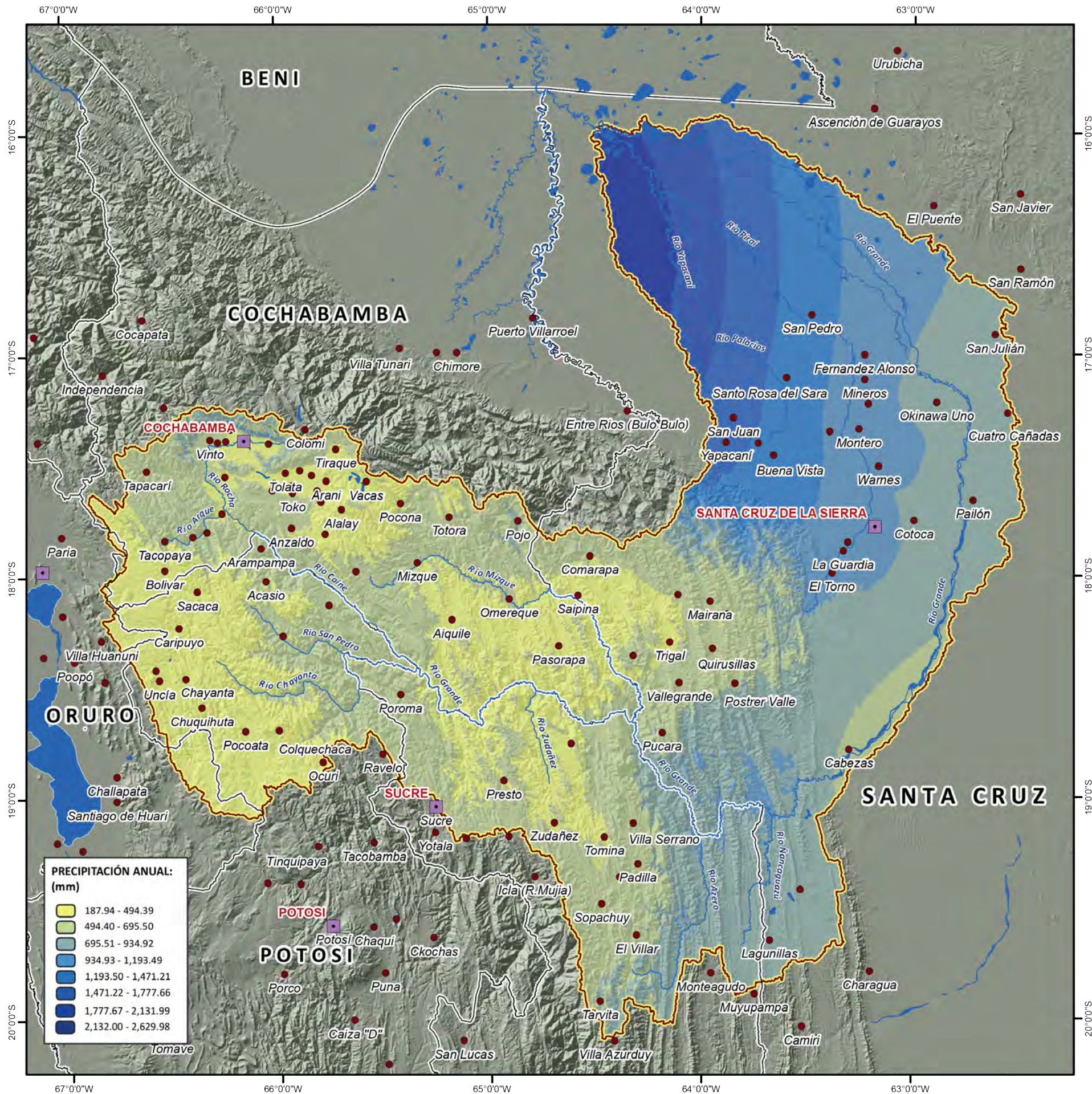
A. Lluvia de verano (Municipio de San Pedro) – Foto: D. Melgar.  
B. Río Piráí (Municipio de El Torno) – Foto: L. López.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 52. Distribución espacial de la precipitación mensual dentro la CRG (2000 - 2010).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, actualizado de WORLD CLIM en base a datos de SENAMHI.



### MAPA DE PRECIPITACIÓN ANUAL



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

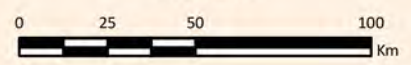
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000

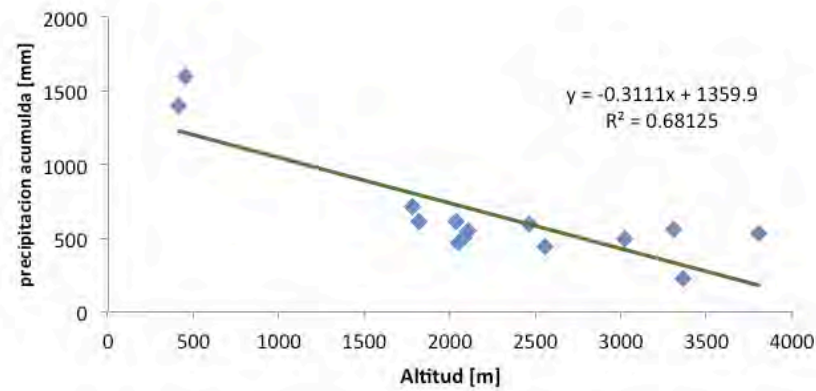


#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)  
 WorldClim - Global Climate Data

Por otra parte, de las estaciones modelo tomadas en cuenta para la CRG se tiene que la precipitación media es de 666.58 mm. Sin embargo, este valor no es representativo de las precipitación, puesto que resulta de hallar la media entre las precipitaciones de las estaciones presentes en la Cordillera Oriental y la Llanura Amazonica. En este sentido, se grafico la relación entre precipitación y altura de las estaciones modelo de la CRG (Figura 53).

**Figura 53. Relación precipitación - altitud.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Del grafico anterior, se observa que conforme aumente la altitud, la precipitación tiende a disminuir debido al coeficiente de correlación de 0.68. Sin embargo, esta no es una regla acen-tuada en la CRG puesto que existen valles con alturas medias y precipitaciones que oscilan los 600 mm, y serranías de la parte alta de la cuenca con precipitaciones de 500 mm, Así, entre los factores que probablemente condicionen esta desigual distribución espacial son: altura, latitud, variedad de relieves que presenta la cuenca y la existencia de zonas planas (llanura amazónica), la circulación de los vientos alisios, y los vientos fuertes del sur (surazos).

Llegandose a presentar un gradiente de precipitaciones de norte – sur; p.e. en los llanos del norte la precipitación es de aproximadamente 2,000 mm y en las serranias Chuquisaqueñas existen zonas con lluvias inferiores a los 700 mm. Tambien existe un gradiente de precipitación oeste – este, con menos precipitación en las montañas y serranías de Potosí y Cochabamba, y mayor en los valles y llanuras de Santa Cruz.

### Temperatura

Dependiendo de la variabilidad topográfica de la cuenca que se extiende desde la Cordillera de los Andes hasta las Llanuras Amazónicas, y del gradiente altitudinal (que oscila entre los 148 y 5,127 m) que define el gradiente<sup>28</sup> vertical de temperatura, se eligieron diferentes esta-ciones meteorológicas a nivel departamental.

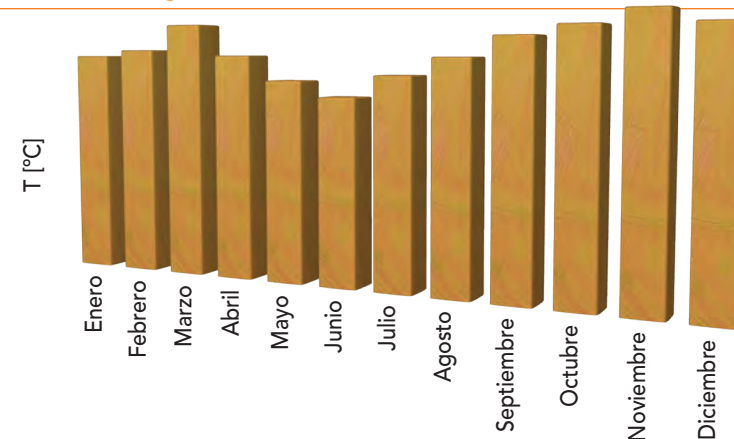
<sup>28</sup> Se define como la tasa de variación de la temperatura con la altitud, y cuyo valor permite determinar la estabilidad o inestabilidad de la atmosfera. Asimismo, el valor de este gradiente depende del contenido de vapor de agua en la atmosfera.

### Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Potosí

La tendencia de temperaturas en la parte alta de la cuenca, en el departamento de Potosí, se caracteriza por presentá temperaturas bajas con un promedio de 14°C y mínimas de -5°C, por el mes de junio, según las estaciones de Llallagua y Pocoata.

#### Temperatura media mensual

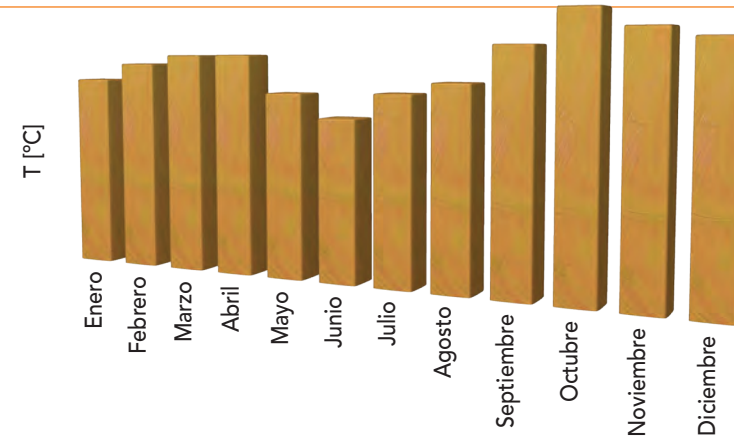
**Figura 54. Estación Llallagua.**



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
12.5	12.84	14.26	12.53	11.16	10.3	11.5	12.47	13.57	14.09	14.82	14.16

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 55. Estación Pocoata.**



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15.88	17.27	18.01	18.04	14.98	13.08	15.1	15.99	18.88	21.54	20.15	19.44

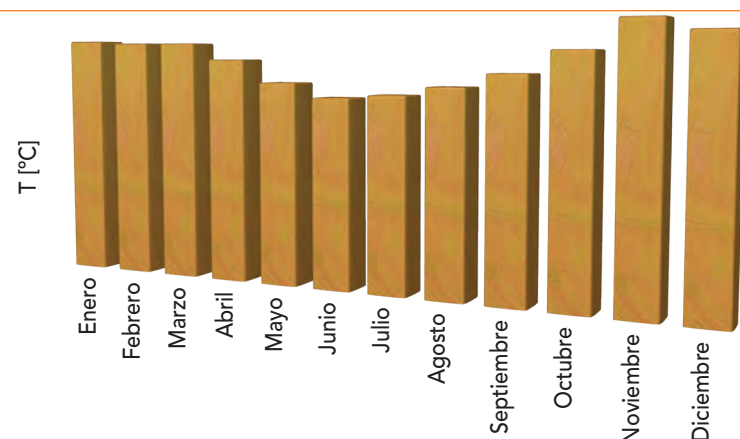
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Chuquisaca

La tendencia de temperaturas en la parte media de la cuenca, en el departamento de Chuquisaca, se caracteriza por presentar temperaturas cálidas con un promedio de 18°C, por los meses de junio y julio, según las estaciones de El Villar, Chuqui Chuqui, Nuevo Mundo y Padilla.

### Temperatura media mensual

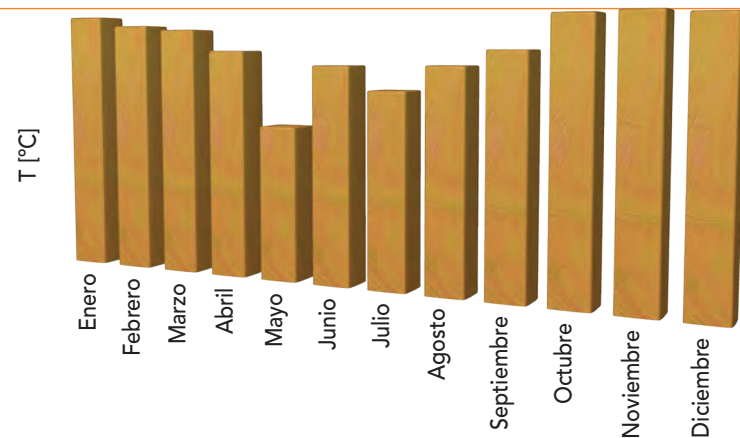
Figura 56. Estación El Villar.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18.85	18.68	18.66	17.4	15.62	14.52	14.78	15.44	16.44	18.1	20.24	19.4

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

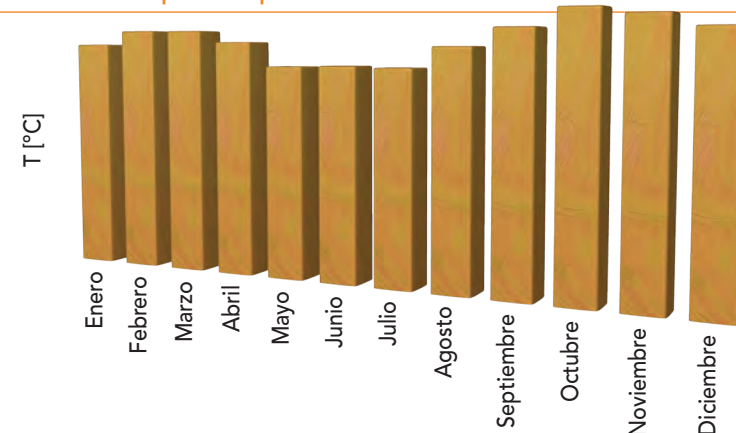
Figura 57. Estación Padilla.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
20.43	19.69	19.35	17.69	11.89	16.59	14.77	16.63	17.77	20.28	20.41	20.21

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

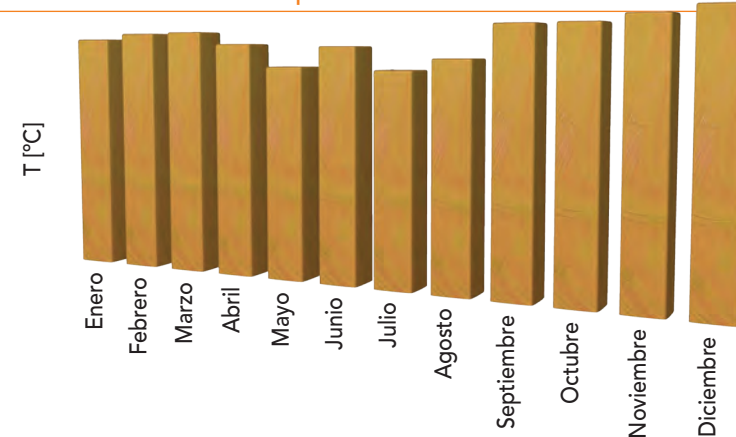
Figura 58. Estación Chuqui Chuqui.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
23.19	24.58	24.55	23.41	21	21.09	20.95	22.97	24.7	26.41	25.81	24.68

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 59. Estación Redención Pampa.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18.62	19.06	19.15	18.2	16.45	18.01	16.25	17.11	19.6	19.65	20.18	20.7

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

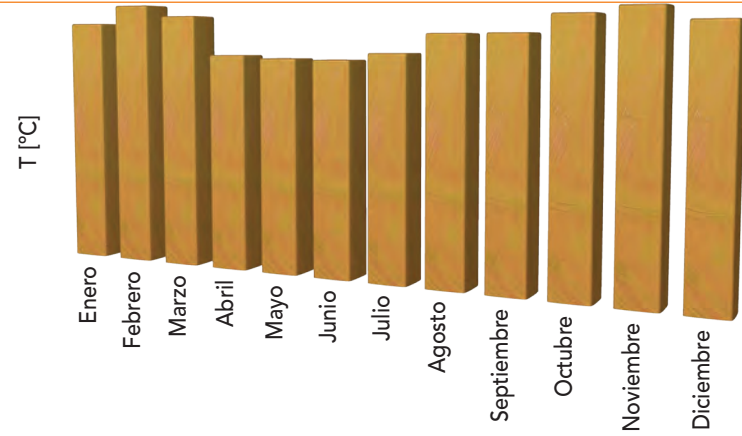
## Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Cochabamba

La tendencia de temperaturas en la parte alta y media de la cuenca, en el departamento de Cochabamba, se caracteriza por presentar temperaturas cálidas con un promedio de 20°C, por los meses de junio y julio, según las estaciones de Mizque, Anzaldo, Tiraque y Aeropuerto AASANA (Cochabamba).



### Temperatura media mensual

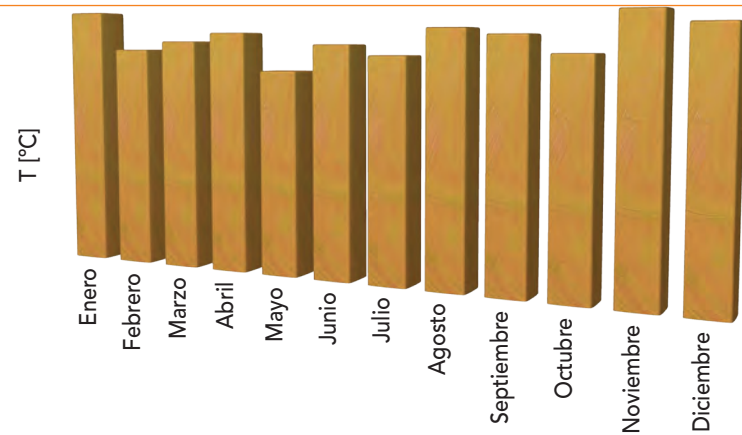
Figura 60. Estación Mizque.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
22.1	23.74	22.71	19.2	18.94	18.84	19.44	21.07	21.1	22.58	23.13	22.03

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

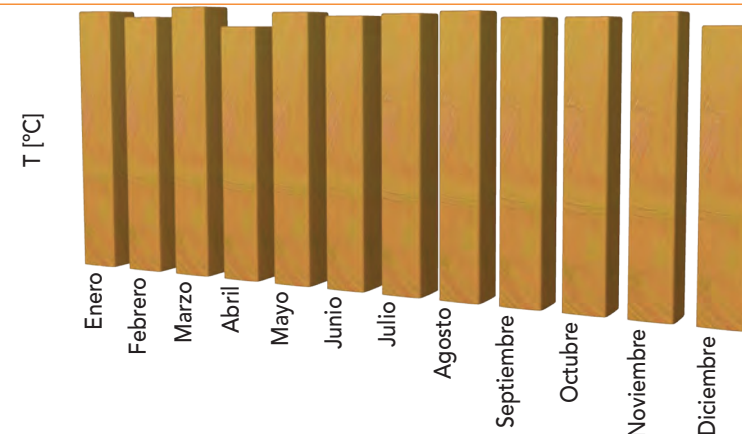
Figura 61. Estación Anzaldo.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18.45	15.73	16.32	16.92	14.26	16.1	15.37	17.18	16.76	15.54	18.24	17.44

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

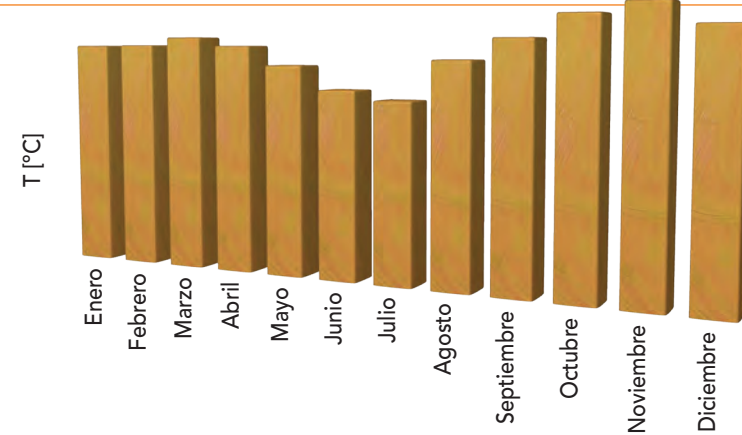
Figura 62. Estación Tiraque.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
13.69	13.35	13.81	12.88	13.51	13.38	13.4	13.55	13.24	13.27	13.4	12.84

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 63. Estación AASANA (Cochabamba).



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18.55	18.58	19.23	18.53	16.97	15.06	14.32	17.48	19.14	20.87	21.64	20.05

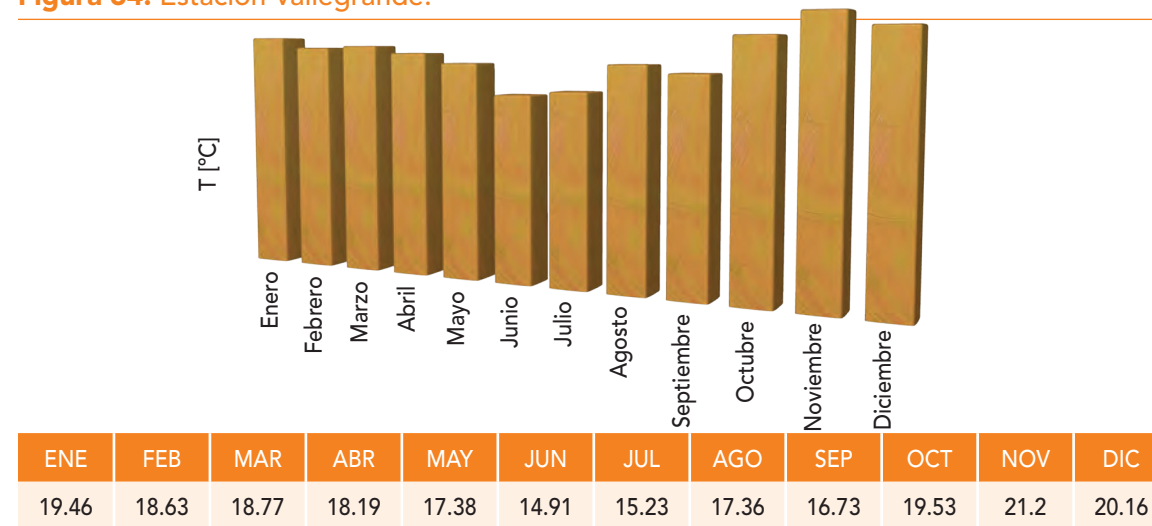
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## Estaciones meteorológicas modelo del departamento de Santa Cruz

La tendencia de temperaturas en la parte baja de la cuenca, en el departamento de Santa Cruz, se caracterizan por presentá un promedio uniforme que oscila entre 23°C y 26°. En cuanto a la variación de temperaturas en cada estación nos indica que existe una marcada dispersión de temperaturas a lo largo del año llegando a temperaturas máximas de 39°C y temperaturas mínimas de 11°C por los meses de junio y julio, según las estaciones de Vallegrande, Comarapa, Trompillo y San Pedro.

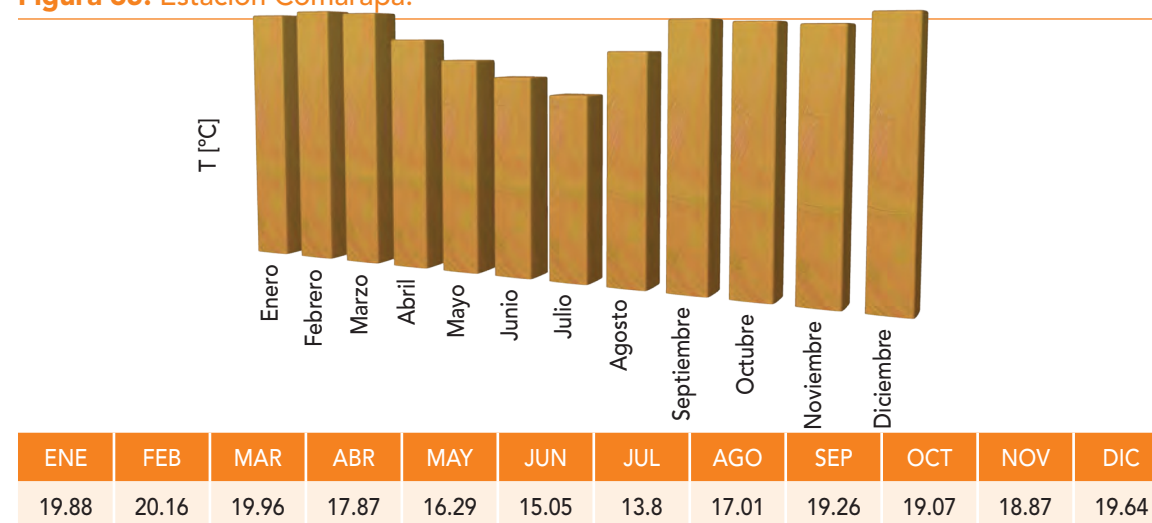
### Temperatura media mensual

Figura 64. Estación Vallegrande.



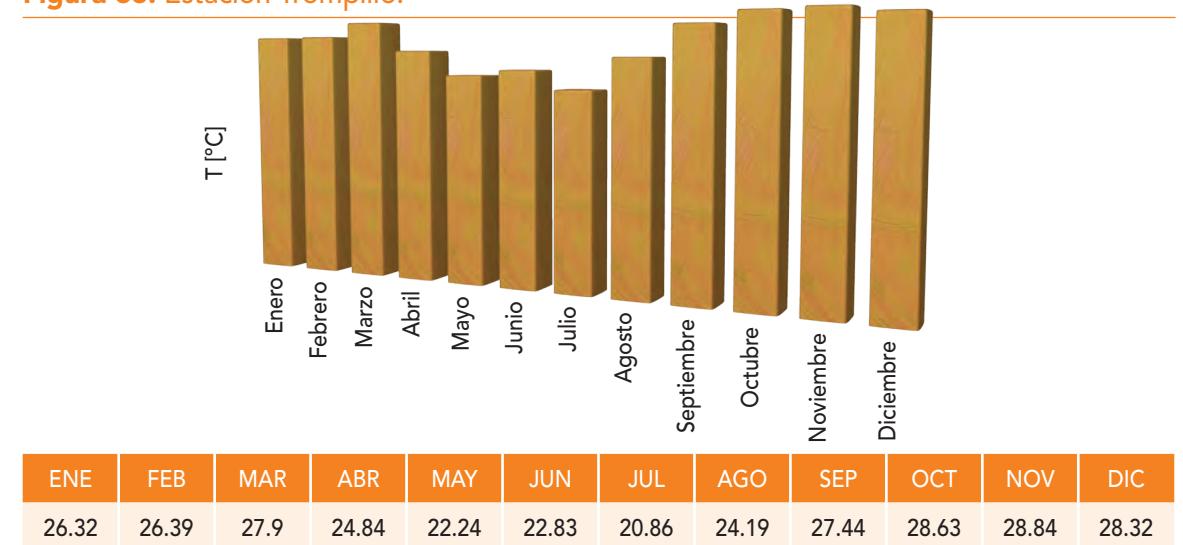
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 65. Estación Comarapa.



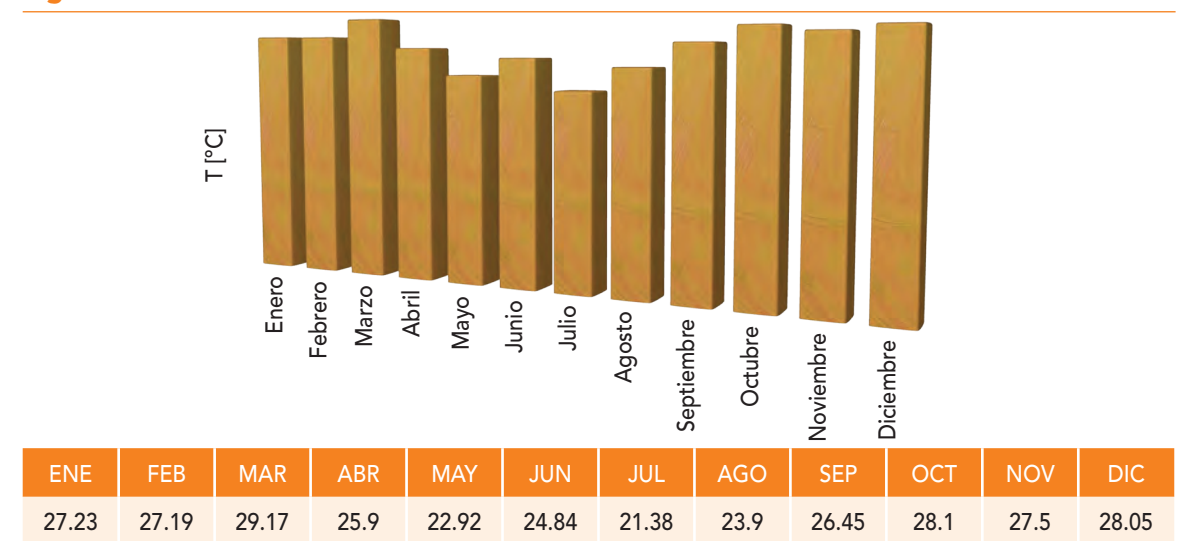
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Figura 66. Estación Trompillo.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

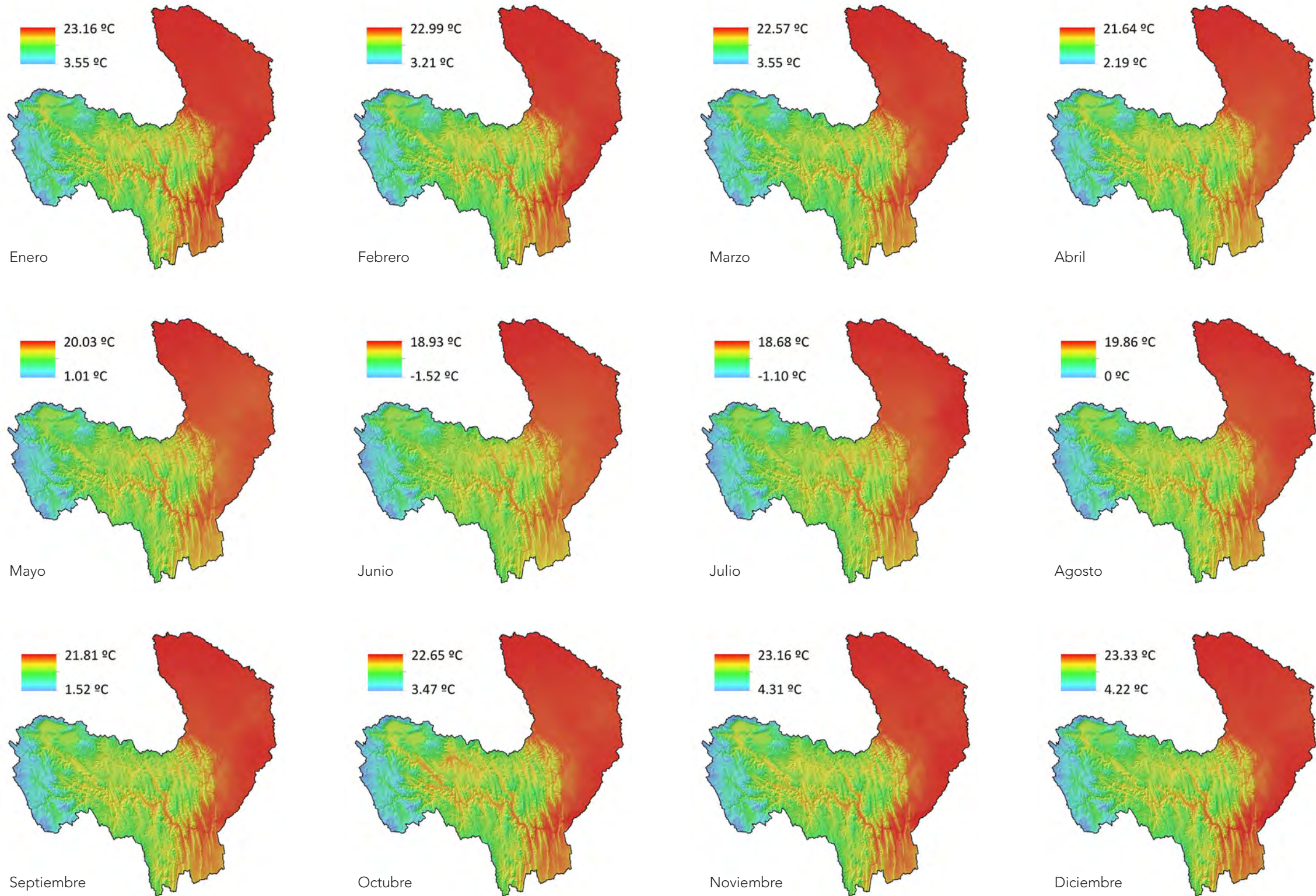
Figura 67. Estación San Pedro.



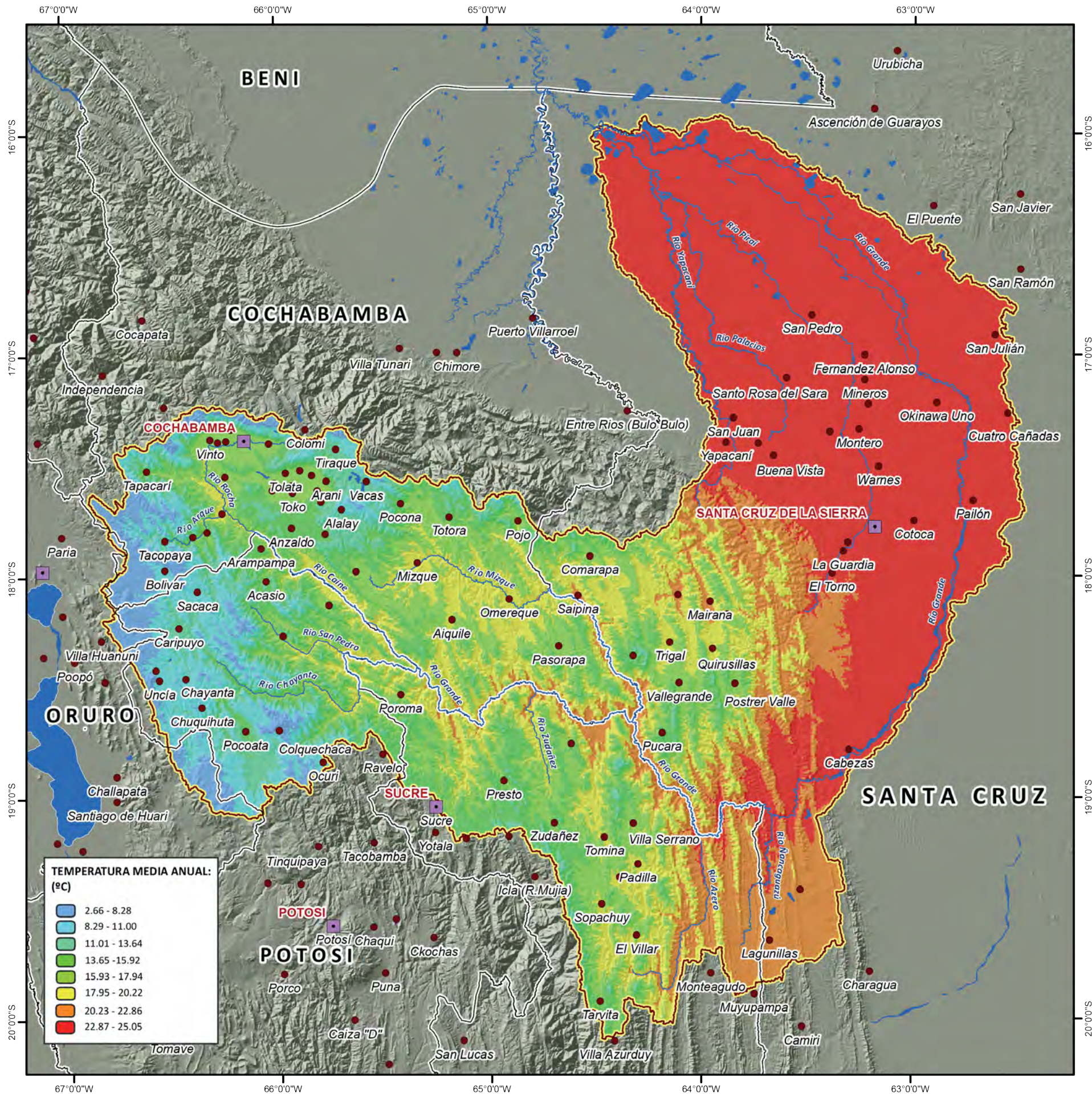
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Por otro lado, de las diferentes estaciones meteorológicas existentes dentro la CRG, se determinó la distribución espacial de la temperatura media para los diferentes meses (Figura 68).

Figura 68. Distribución espacial de la temperatura media mensual dentro la CRG (2000 - 2010).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, actualizado de WORLD CLIM en base a datos de SENAMHI.



### MAPA DE TEMPERATURA MEDIA - ANUAL



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

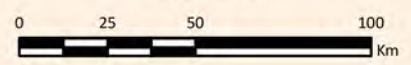
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

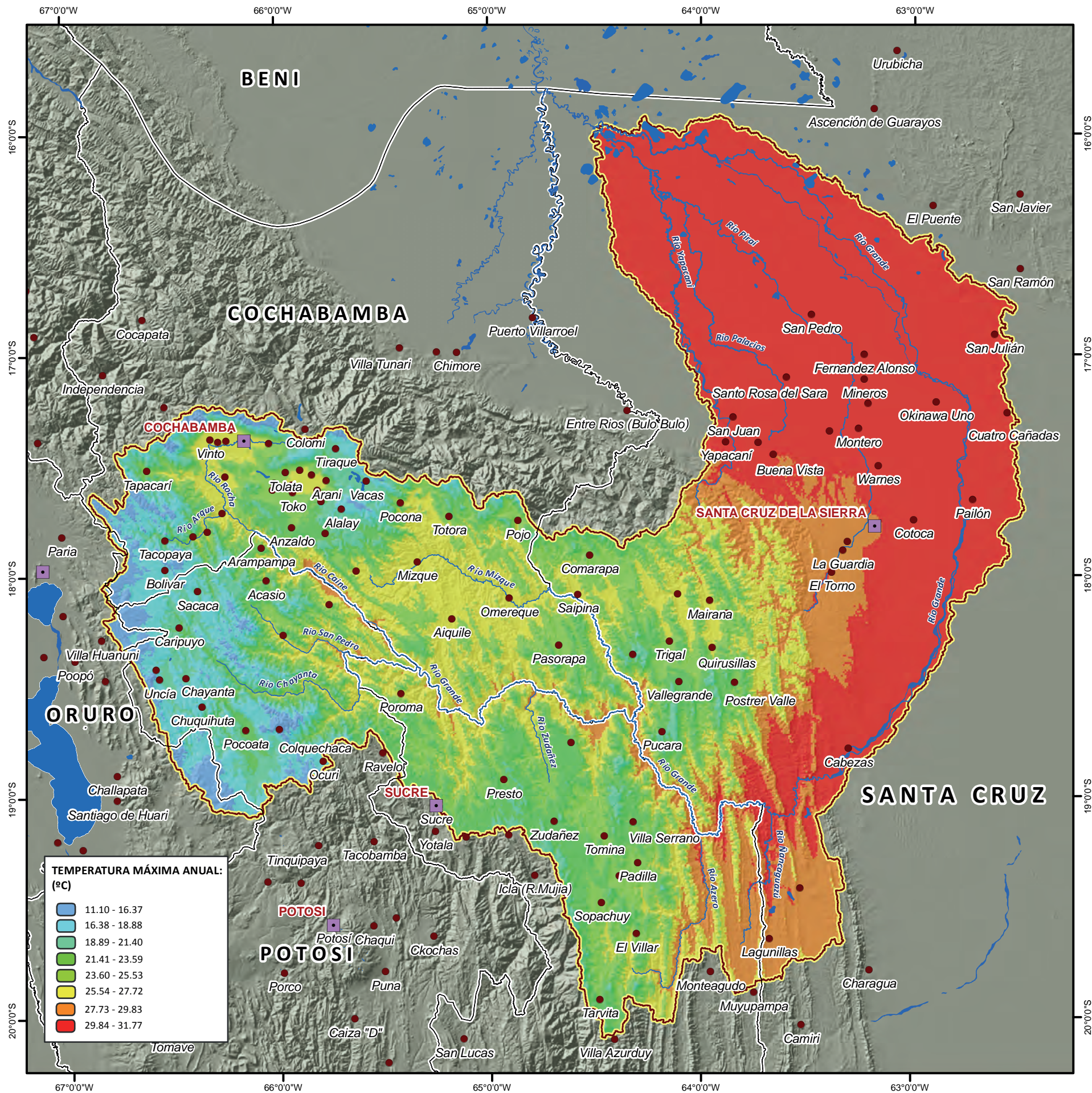


Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)  
 WorldClim - Global Climate Data



### MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA - ANUAL

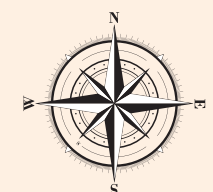


**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

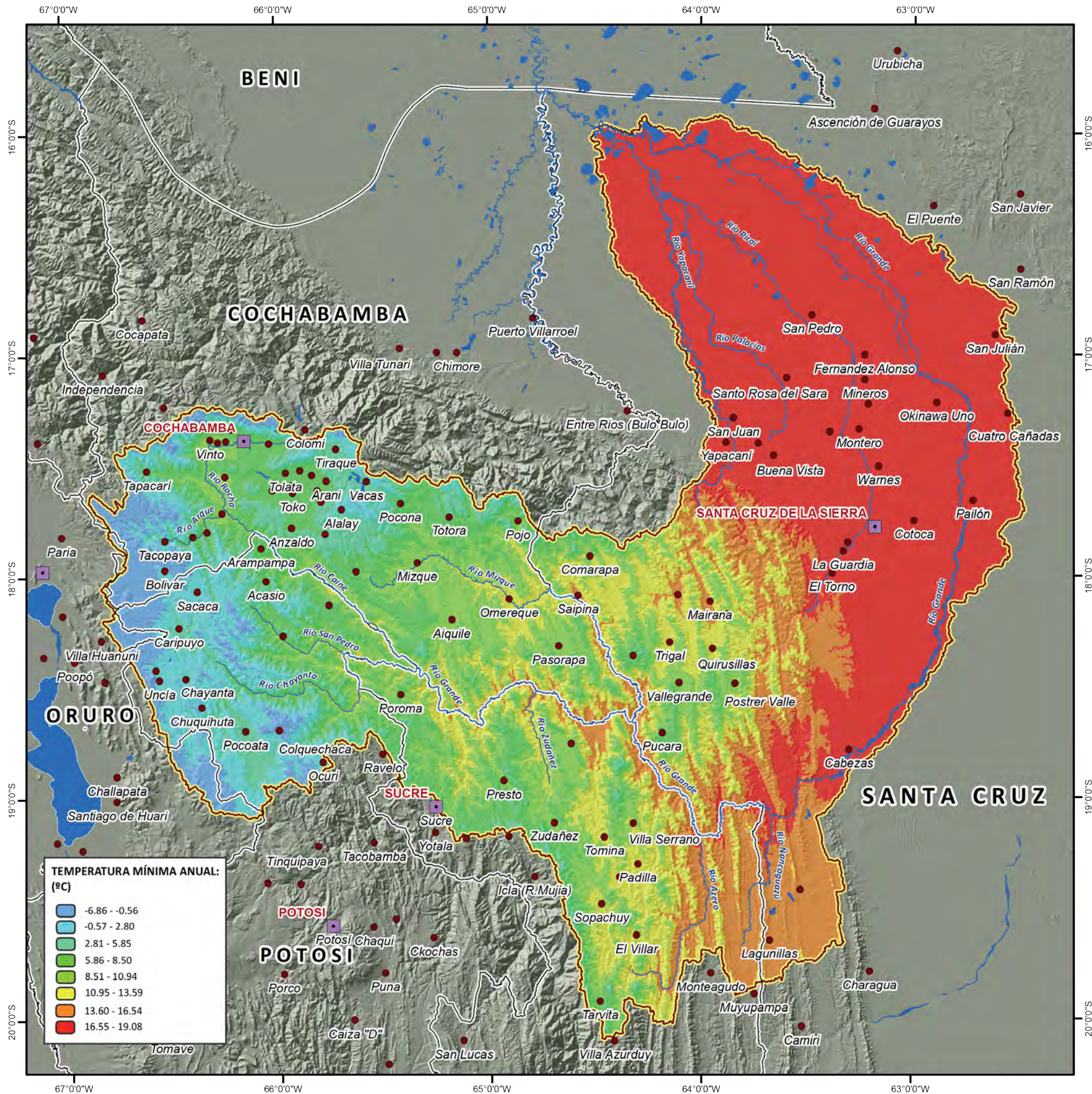


Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)  
 WorldClim - Global Climate Data



### MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA - ANUAL



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

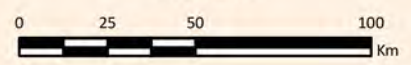
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)  
 WorldClim - Global Climate Data

TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL: (°C)	
	-6.86 - -0.56
	-0.57 - 2.80
	2.81 - 5.85
	5.86 - 8.50
	8.51 - 10.94
	10.95 - 13.59
	13.60 - 16.54
	16.55 - 19.08

## Esorrentía Superficial (Caudal)

Dentro la CRG, las aguas superficiales escurren a través de un complejo sistema de ríos, lagos, lagunas, humedales y otros cuerpos de agua, que provienen de la precipitación pluvial existente en las diferentes cuencas de alimentación, en algunas zonas provienen de los manantiales (descarga de aguas subterráneas).

Los caudales anuales de los principales ríos de la cuenca tienen importantes variaciones que dependen de las alteraciones de los parámetros climatológicos y de su variabilidad, mismos que derivan del exceso de la precipitación que ocurre después de una lluvia intensa dando lugar a la esorrentía superficial.

Asimismo, existen diferentes factores que afectan a la esorrentía superficial dentro la cuenca que pueden ser de naturaleza climática (relacionados con la precipitación), de naturaleza fisiográfica (ligados a las características físicas de la cuenca) y de naturaleza humana (relacionados con la intervención humana).

Entre los factores climáticos que influyen a la esorrentía superficial se tienen:

- **Intensidad de precipitación.** Cuanto mayor es la intensidad de precipitación más rápido el suelo colma su capacidad de infiltración, y se provoca un exceso de precipitación que escurrirá superficialmente.
- **Duración de la precipitación.** La duración de la precipitación es directamente proporcional a la esorrentía superficial para lluvias de intensidad constante habrá mayor oportunidad de esorrentía superficial cuanto mayor haya sido su duración.
- **Precipitación antecedente.** Una precipitación que ocurre cuando el suelo está húmedo debido a una lluvia anterior, tendrá mayor facilidad de convertirse en esorrentía superficial.

Entre los factores climáticos que influyen a la esorrentía superficial tenemos:

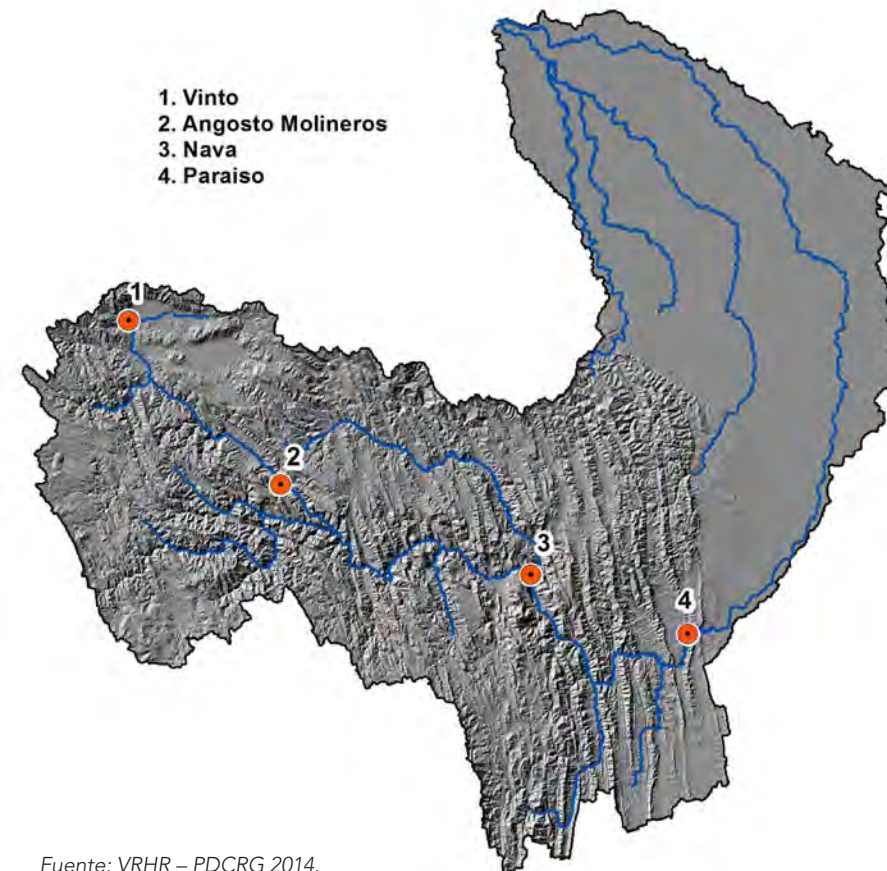
- **Área de la cuenca.** La extensión del área está directamente relacionada con la mayor o menor cantidad de agua de esorrentía superficial que la cuenca puede generar.
- **Permeabilidad.** Infiuye directamente en la capacidad de infiltración. Cuanto mas permeable sea el suelo, mayor será la cantidad de agua que puede absorber, disminuyéndose así la ocurrencia de exceso de precipitación.

Entre los factores humanos que influyen a la esorrentía superficial tenemos:

- **Obras hidráulicas construidas en la cuenca.** Es el caso, p.e. de las represas, que al acumular agua en un embalse reduce los caudales máximos de la esorrentía superficial y retarda su propagación.
- **Rectificación de ríos.** Se puede rectificar un río y esto aumenta la velocidad de la esorrentía superficial en el tramo rectificado

Por otro lado, para conocer los caudales de salida en diferentes puntos de la CRG se realizaron los hidrogramas de las diferentes estaciones hidrométricas del SENAMHI, elegidas por criterios de confiabilidad, distribución y representatividad (Figura 69).

**Figura 69.** Distribución de estaciones hidrométricas dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Los hidrogramas en general parten una vez iniciada la precipitación; parte de esta es interceptada por la vegetación y obstáculos siendo retenida en las depresiones hasta llenarlas completamente. Otra parte se infiltra en el terreno, supliendo su deficiencia de humedad, siendo esta parte la que corresponde al intervalo de tiempo inicial en el hidrograma.

En la curva de concentración de los diferentes hidrogramas de las estaciones se marca un punto de inflexión que se determina gráficamente y señala el comienzo de la cresta del hidrograma. En este lapso de tiempo solamente tres componentes del hidrograma están contribuyendo a la alimentación del caudal: escorrentía superficial directa, precipitación directa sobre la corriente, agua subterránea (caudal base).

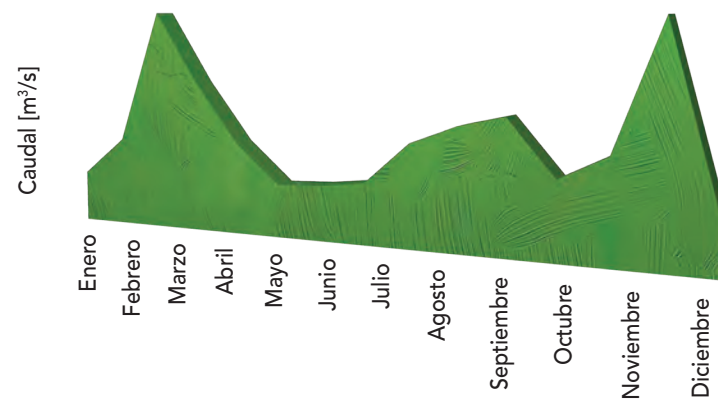
En los siguientes cuadros e hidrogramas se observa la variación del régimen de caudales mensuales en la cuenca, donde se aprecia el comportamiento del caudal que varía desde un caudal promedio anual de 0.56 m<sup>3</sup>/s en la parte alta (Estación Hidrométrica de Vinto), transcurriendo a un caudal promedio anual de 17.69 m<sup>3</sup>/s (Estación Hidrométrica Angosto Molineros), hasta 22.63 m<sup>3</sup>/s (Estación Hidrométrica Nava) en la parte media de la cuenca, ya ingresando a la parte baja (valles cruceños) se tiene un caudal promedio anual de 306.66 m<sup>3</sup>/s.

Asimismo, se observa que en el mes de Enero, Febrero, Marzo, Noviembre y Diciembre se registraron los promedios máximos de caudal coincidiendo con la temporada alta de precipitaciones de la CRG.

El detalle de los caudales medios mensuales se detalla a continuación:

### Caudal medio mensual

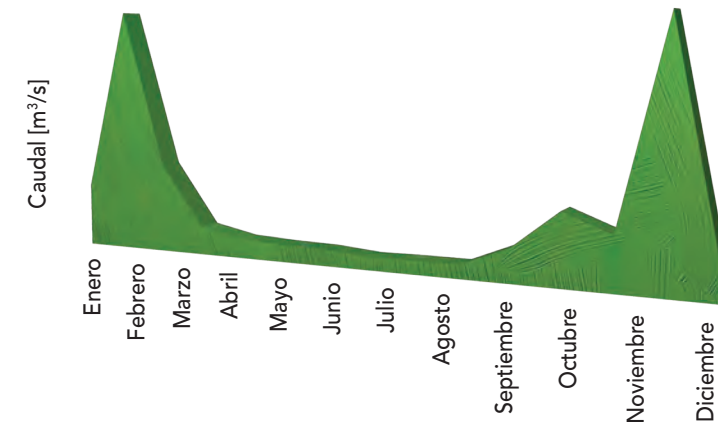
Figura 70. Estación Vinto.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Q Prom. Anual	MAX	MIN
0.29	0.5	1.25	0.85	0.52	0.3	0.31	0.34	0.57	0.67	0.73	0.43	0.56	1.25	0.29

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

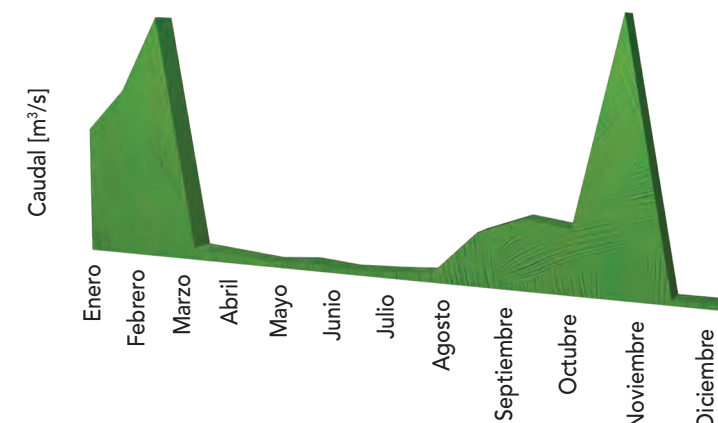
Figura 71. Estación Angosto Molinero.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Q Prom. Anual	MAX	MIN
21.68	83.43	30.44	9.68	6.68	5.95	5.66	4.46	4.71	4.77	11.2	23.64	17.7	83.4	4.46

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

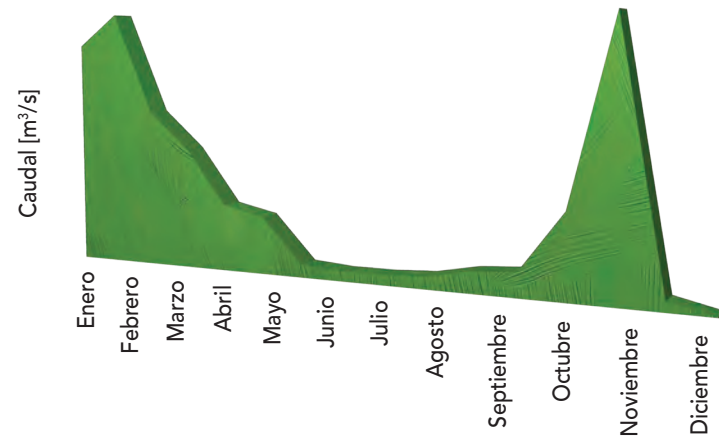
Figura 72. Estación Nava.



ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Q Prom. Anual	MAX	MIN
49.02	64.57	93.36	4.73	3.39	1.99	3.14	1.79	2.42	3.43	18.92	24.86	22.63	93.36	1.79

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**Figura 73. Estación Paraiso.**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Q Prom. Anual	MAX	MIN
848.9	969.5	594.5	456.6	249.7	216	49.6	38.14	38.97	48.17	79.82	90.21	306.66	969.45	38.14

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Imagen 26. Quebrada Estanciu (Municipio El Torno).**

Foto: F. Navia.

Por otra parte, en base a los datos climáticos mencionadas anteriormente se derivaron otros factores climáticos como son:

### Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración potencial mensual fue estimada mediante el método de Hargreaves y Samani (1985) que evalúa en función de temperatura y radiación solar, determinándose su distribución espacial para los diferentes meses del año (Figura 74).

La expresión general para su cálculo es la siguiente:

$$ETP = 0.0135 * (T_{med} + 17.78) * R_s$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

Tmed = Temperatura media (°C)

R<sub>s</sub> = Radiación solar incidente

La radiación solar incidente, R<sub>s</sub>, se evaluó a partir de la radiación solar extraterrestre (la que llega a la parte exterior de la atmósfera, que sería la que llegaría al suelo si no existiera atmósfera); ésta última aparece según los autores como R<sub>o</sub>, y se deriva de tablas en función de la latitud del lugar y del mes (Allen et al, 1998).

El cálculo de R<sub>s</sub> derivó de la fórmula propuesta por Samani (2000):

$$R_s = R_o * K_T * (T_{max} - T_{min}) * 0,5$$

Donde:

R<sub>s</sub> = Radiación solar incidente

K<sub>T</sub> = Coeficiente.

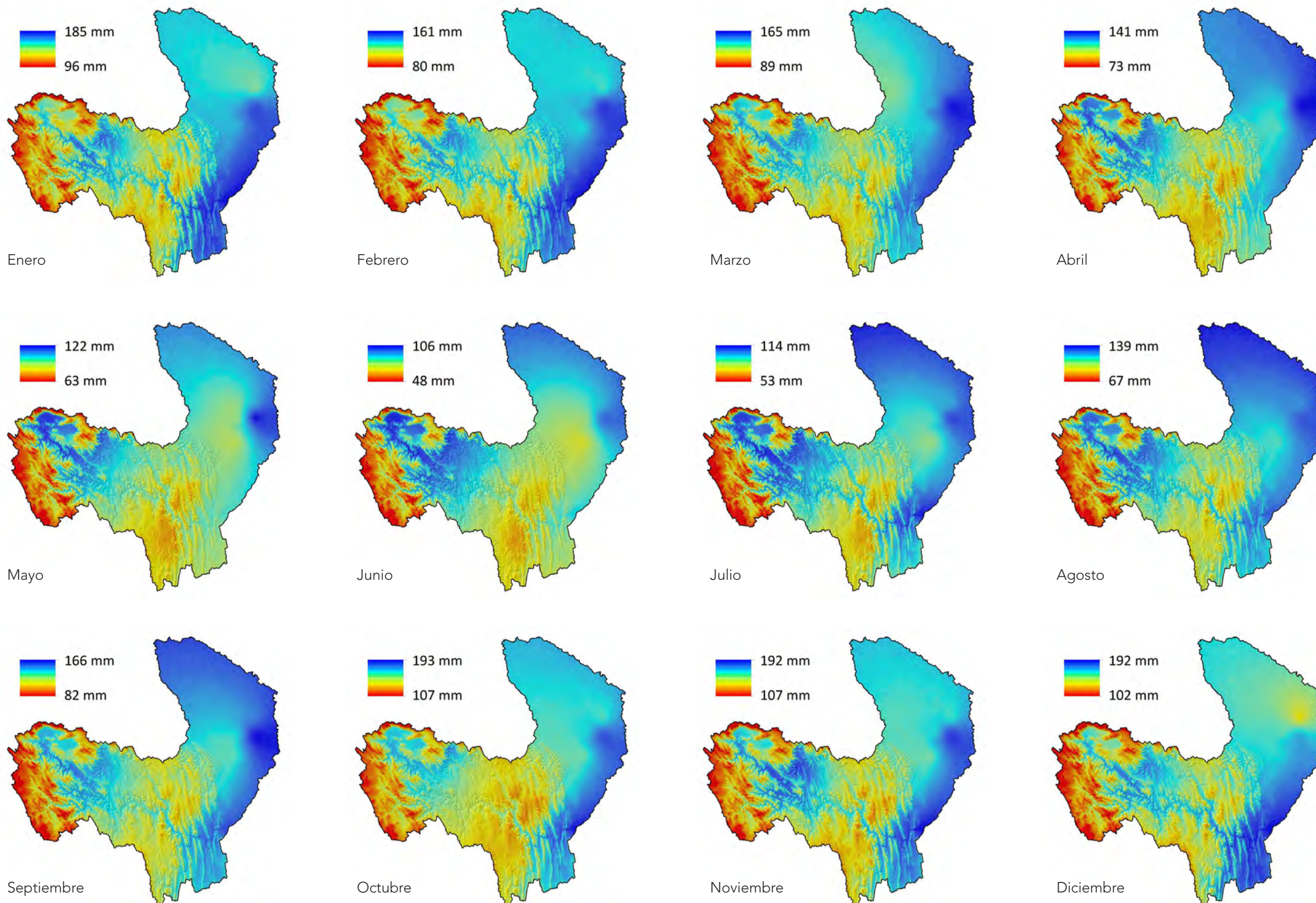
R<sub>o</sub> = Radiación solar incidente (convertida en mm/día, derivada de tablas)

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima (°C).

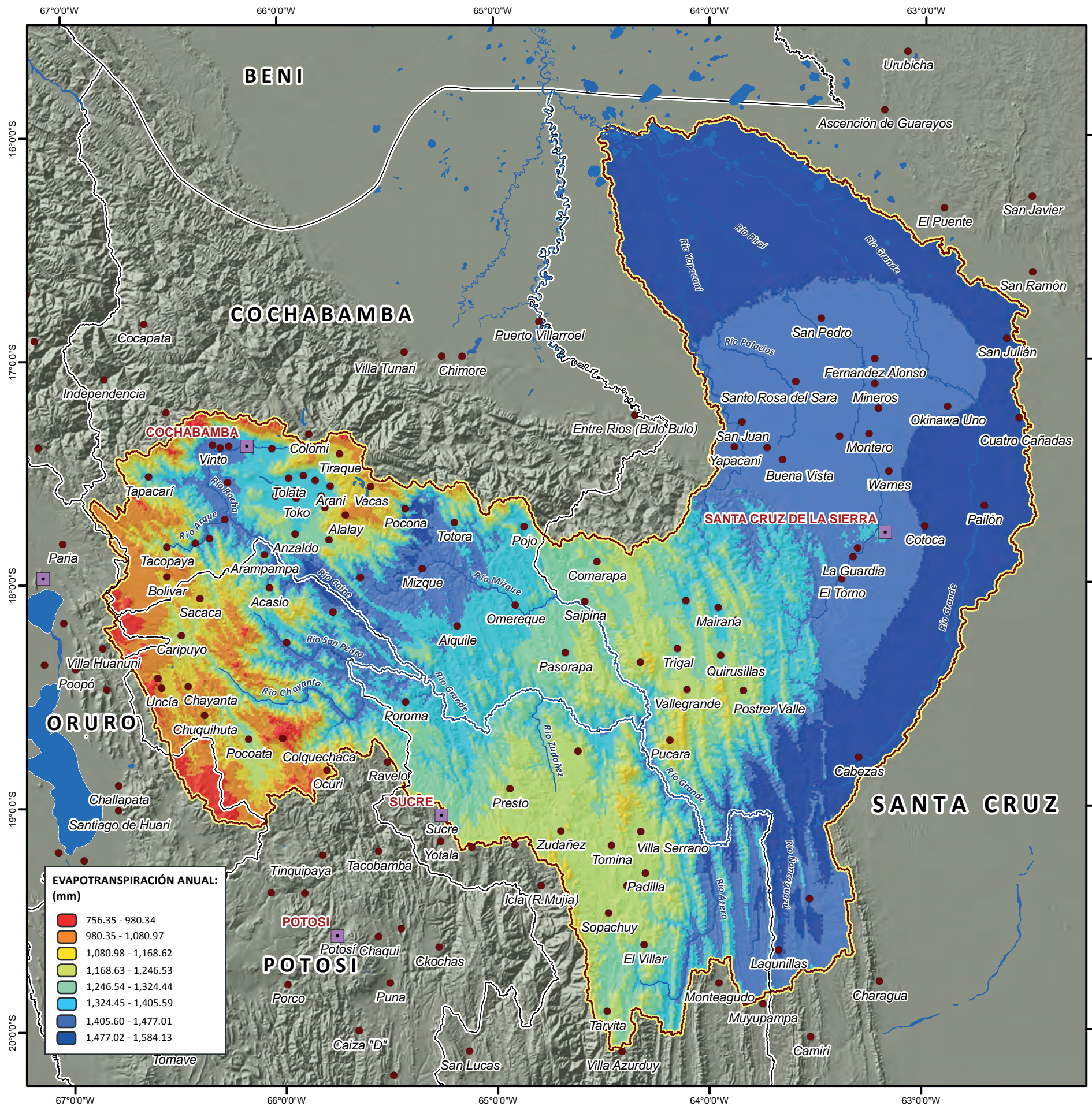
T<sub>min</sub> = Temperatura mínima (°C).

Puesto que los valores de R<sub>o</sub> están tabulados y las temperaturas máximas y mínimas son datos empíricos relativamente fáciles de obtener, la dificultad para aplicar esta expresión la encontramos en el coeficiente K<sub>T</sub>. Coeficiente que se puede calcular a partir de datos de presión atmosférica, pero Hargreaves recomienda K<sub>T</sub> = 0,162 para regiones del interior y K<sub>T</sub> = 0,19 para regiones costeras.

**Figura 74.** Distribución espacial de la evapotranspiración potencial mensual dentro la CRG (2000 - 2010).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos de WORLD CLIM y SENAMHI.






**Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande**

---

### MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL - ANUAL

---

MAPA DE UBICACIÓN



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
**1: 2.200.000**



---

**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 R. Zomer, A. Trabucco, D. Bossio, O. van Straaten & L. Verchot  
 Consortium for Spatial Information (CGIAR CSI)

## Índice de Aridez

El índice de aridez permite definir los lapsos de deficiencia y excedencia climática de agua en un periodo específico, estos valores son utilizados para delimitar las tierras secas acorde al criterio propuesto por Hassan & Dregne (1997), adoptados en el Atlas Mundial de Desertificación (UNEP 1997). Este índice fue calculado a partir de los valores de evapotranspiración potencial y precipitación total anual mediante la siguiente expresión:

$$IA = \frac{P_m}{ETP}$$

Donde:

$P_m$ : Precipitación media anual (mm)

ETP: Evapotranspiración potencial anual (mm).

## Índice de Agresividad Climática (Fournier Modificado)

Este índice es uno de los principales responsable de las pérdidas de suelo debido a la precipitación y su intensidad, este índice esta relacionado al factor de erosividad de las lluvias (Factor R). Sin embargo, debido a la dificultad de determinar este factor (R) debido a que debe calcularse la energía cimética y la intensidad de las tormentas en forma aislada y durante un número elevado de años (mínimo 10), se ha optado por generar este Índice de Fournier Modificado (IFM) denominado también Índice FAO (Arnoldus 1977), como índice complementario que permita relacionar la precipitación pluvial con la pérdida de suelos dentro la CRG. El cálculo del IFM considera la precipitación mensual y la anual calculándose de la siguiente forma:

$$IFM = \sum_1^{12} \frac{p^2}{P}$$

Donde:

p: Precipitación mensual (mm).

P: Precipitación anual (mm).

Asimismo, se debe mencionar que tanto el índice de aridez como el de Fournier modificado son factores adimensional que muestra la distribución espacial, en el primero de la escasez de precipitación y en el segundo su agresividad climática dentro la CRG.

## Heladas

La helada es uno de los factores meteorológicos, que dependiendo de su intensidad, duración y la fase fenológica en que se encuentre el cultivo, puede provocar graves daños a la agricultura (Campos 2005). Entre los factores meteorológicos y físicos de mayor relevancia que favorecen la formación e intensidad de las heladas de acuerdo a Pereyra et al. 2002, se tienen:

- **Factores macro climáticos.** Relacionados a la escala regional o geográfica del clima, como: la latitud y altitud (a mayor latitud y altitud mayor ocurrencia de heladas) y las masas de aire polar.
- **Factores topo climáticos.** En regiones montañosas presentes en la cuenca, el relieve juega un papel importante, por el efecto que tiene el drenaje de aire frío y por la exposición.
- **Factores meteorológicos.** Relacionado a cielos despejados (sin nubes) e intenso brillo solar durante el día y la noche, debido a que en ausencia de nubes, toda la radiación terrestre se pierde libremente hacia el espacio y el suelo se enfría rápidamente por la falta de vapor de agua que absorba esta radiación y la irradia nuevamente hacia la superficie terrestre.
- **Factores micro climáticos, edáficos y técnicas de cultivo.** Aquellos relacionados a la cobertura del terreno que funciona como aislante térmico impidiendo la entrada de la energía de la radiación solar.

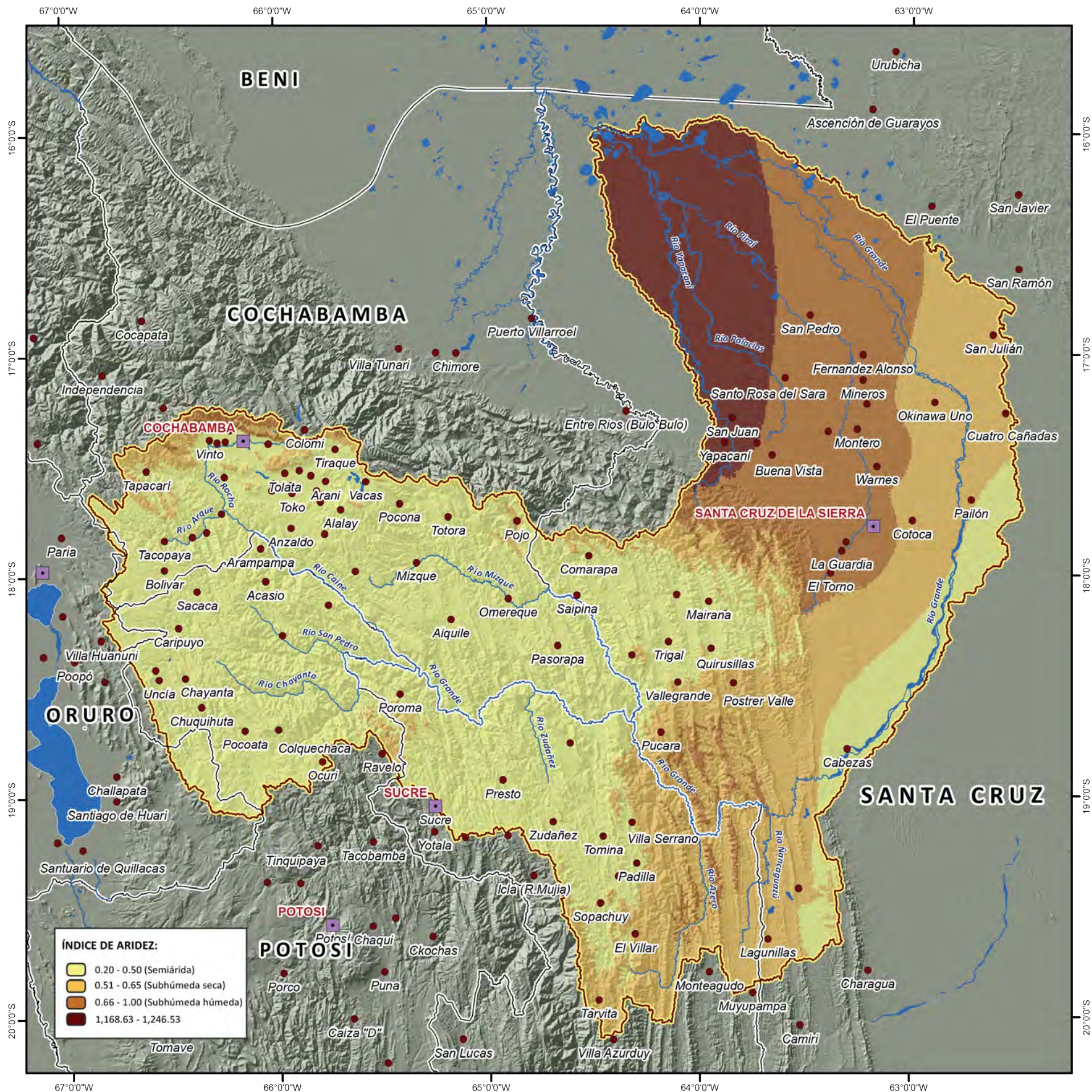
Por otro lado, la presencia de heladas dentro de la CRG se representó mediante las frecuencias de días con heladas, derivado de los datos del *Climate Research Unit* (CRU<sup>29</sup>), cuya frecuencia en días y mayor incidencia se da en la parte alta de la cuenca (zona Altoandina) (Cuadro 22 y Figura 75).

**Cuadro 22. Frecuencia de días con helada promedio (2000 - 2012).**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
8.7	10.41	11	13.45	25	26.03	26	25.14	20.04	16.53	11.37	6.13

Fuente: VRHR – PD CRG 2014, en base a datos CRU.

<sup>29</sup> El origen de las bases de datos CRU de la Universidad de East Anglia lo constituye una serie de conjuntos de datos globales sobre estaciones meteorológicas que el CRU ha ido compilando y actualizando durante los últimos 30 años. Sobre la base de esta información se construyó una grid climatológica de 0.5° de resolución (0.5° latitud x 0.5° longitud de tamaño de celda – aproximadamente 56 km x 56 km en el Ecuador), de medias mensuales de nueve variables climáticas para el periodo.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE ÍNDICE DE ARIDEZ



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

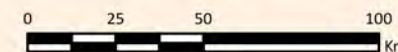
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

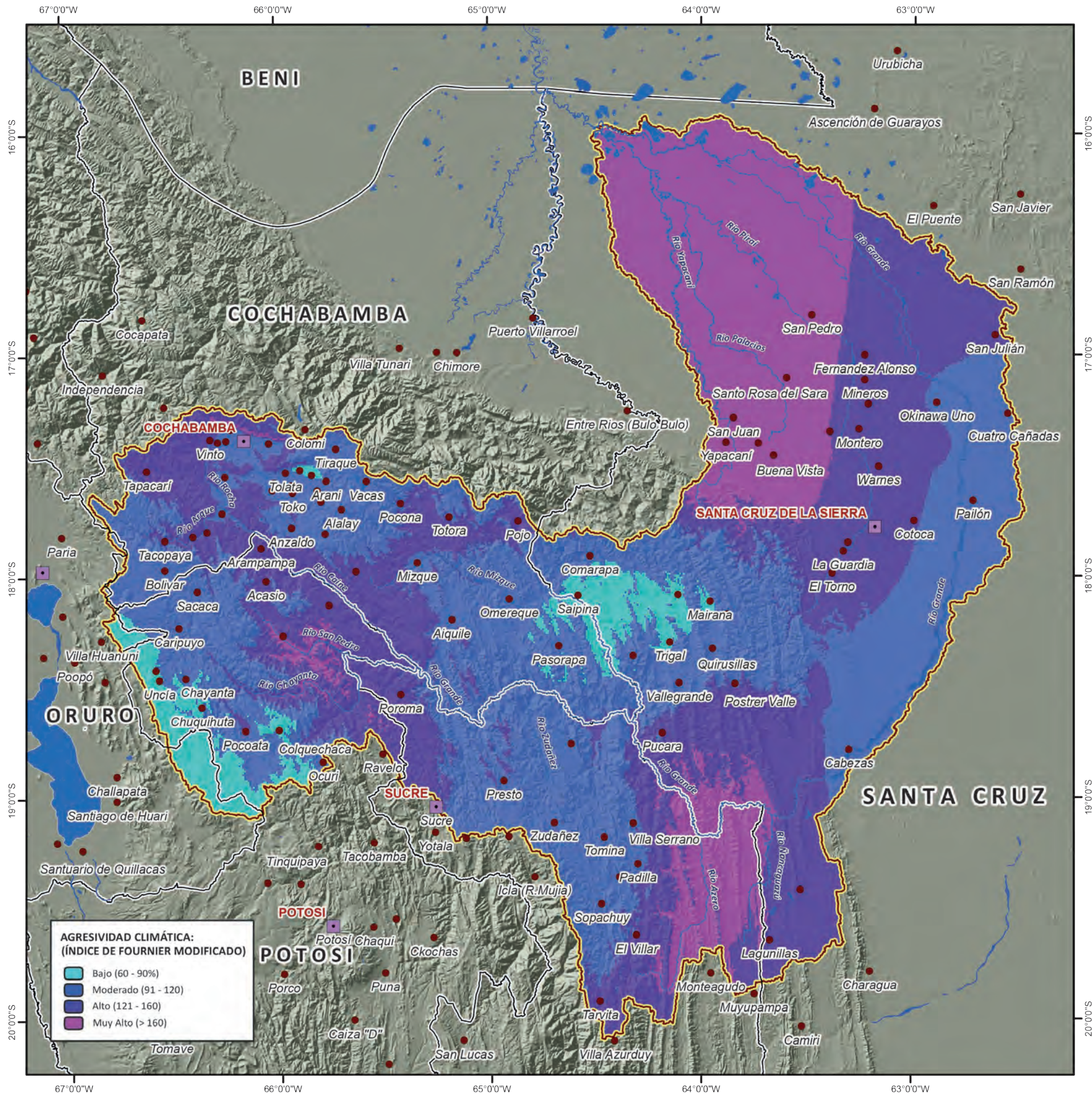


Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 R. Zomer, A. Trabucco, D. Bossio, O. van Straaten & L. Verchot  
 Consortium for Spatial Information (CGIAR CSI)



**MAPA DE AGRESIVIDAD CLIMÁTICA**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

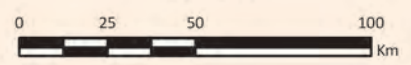
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



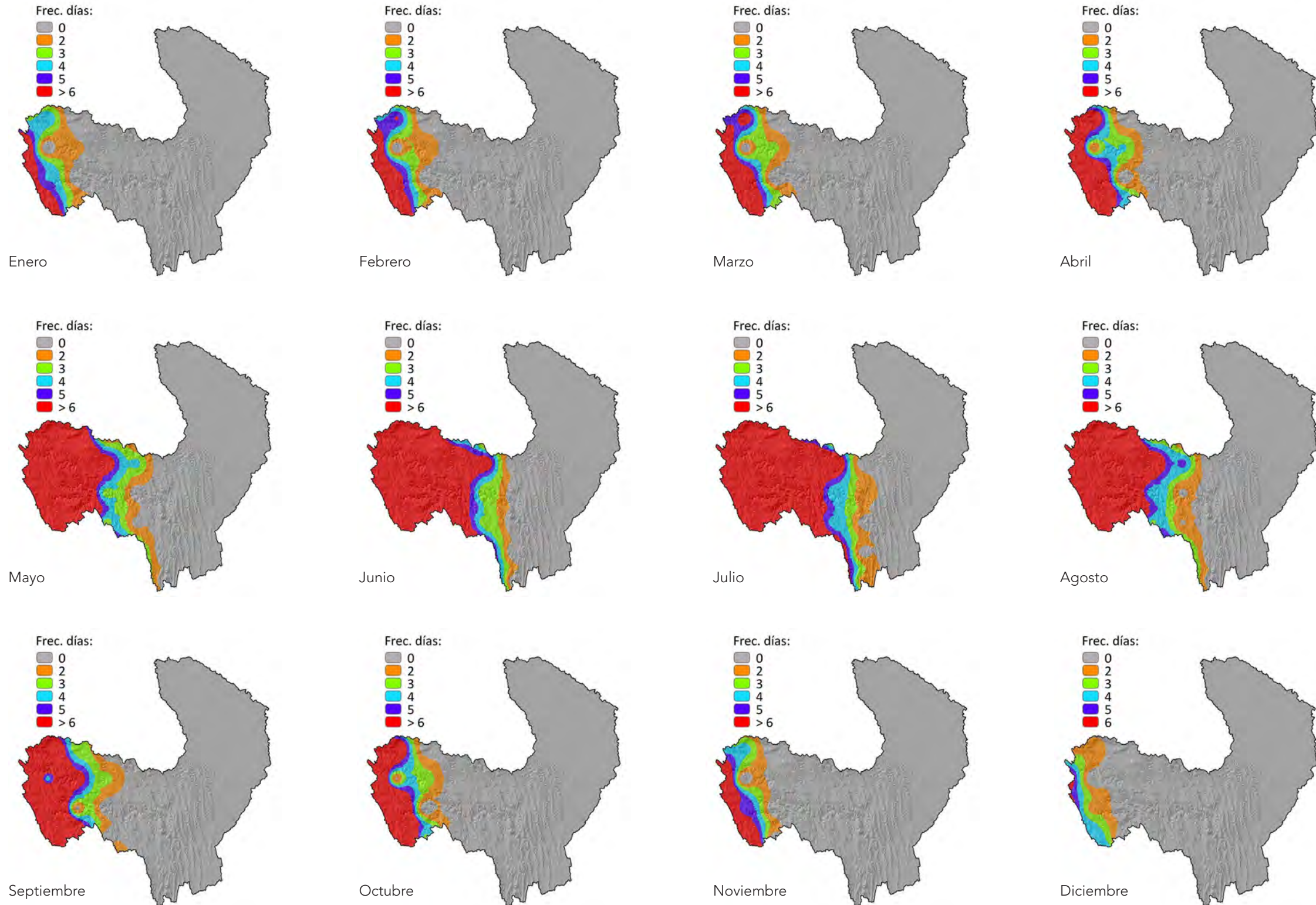
Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



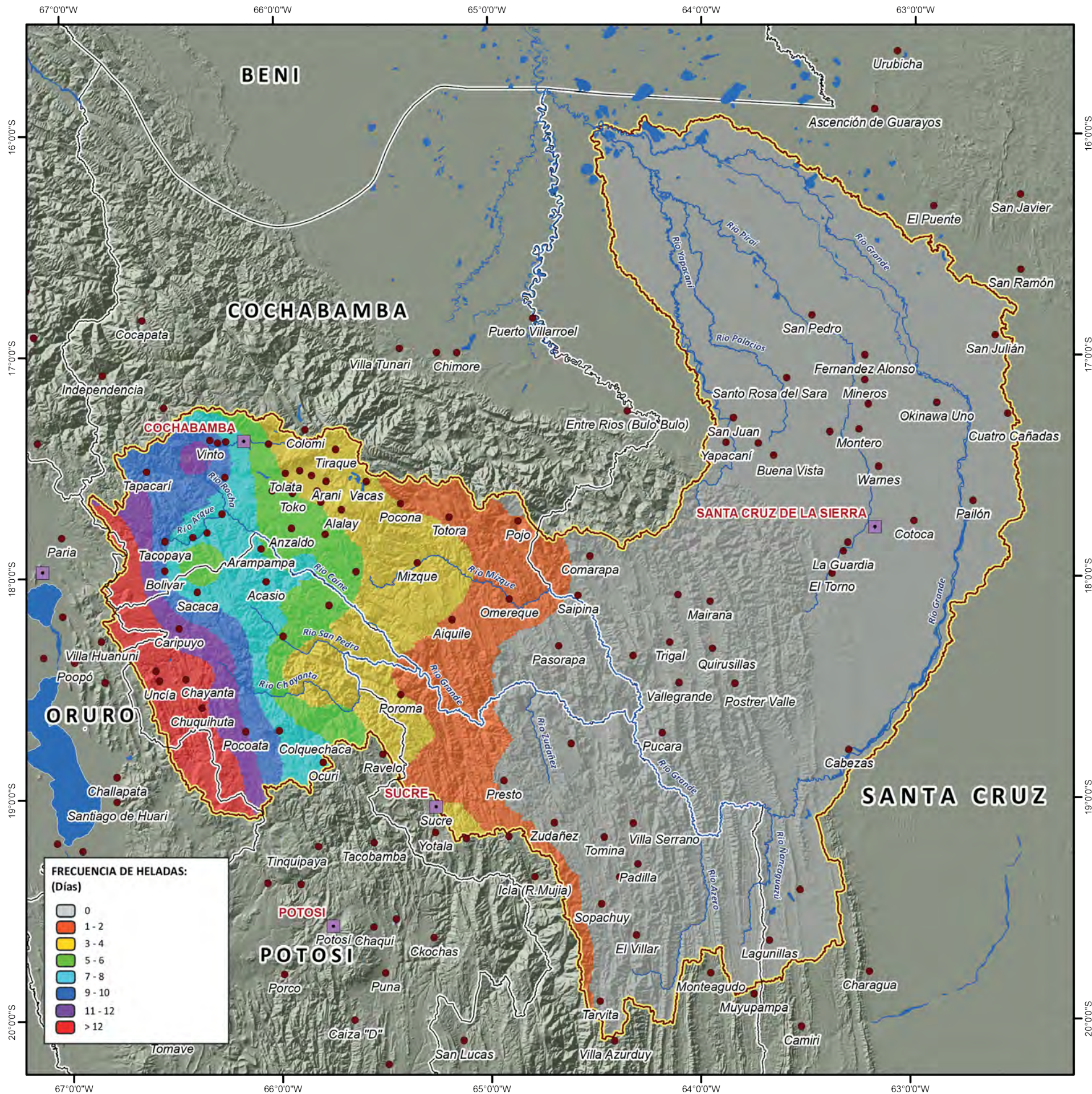
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)  
 WorldClim - Global Climate Data

Figura 75. Distribución espacial de la frecuencia mensual de heladas dentro de la CRG (2000 - 2012).



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos CRU v. 3.2 de la Universidad de East Anglia.



### MAPA DE FRECUENCIA DE DÍAS DE HELADA - ANUAL



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Climate Research Unit (CRU)  
 Universidad de East Anglia



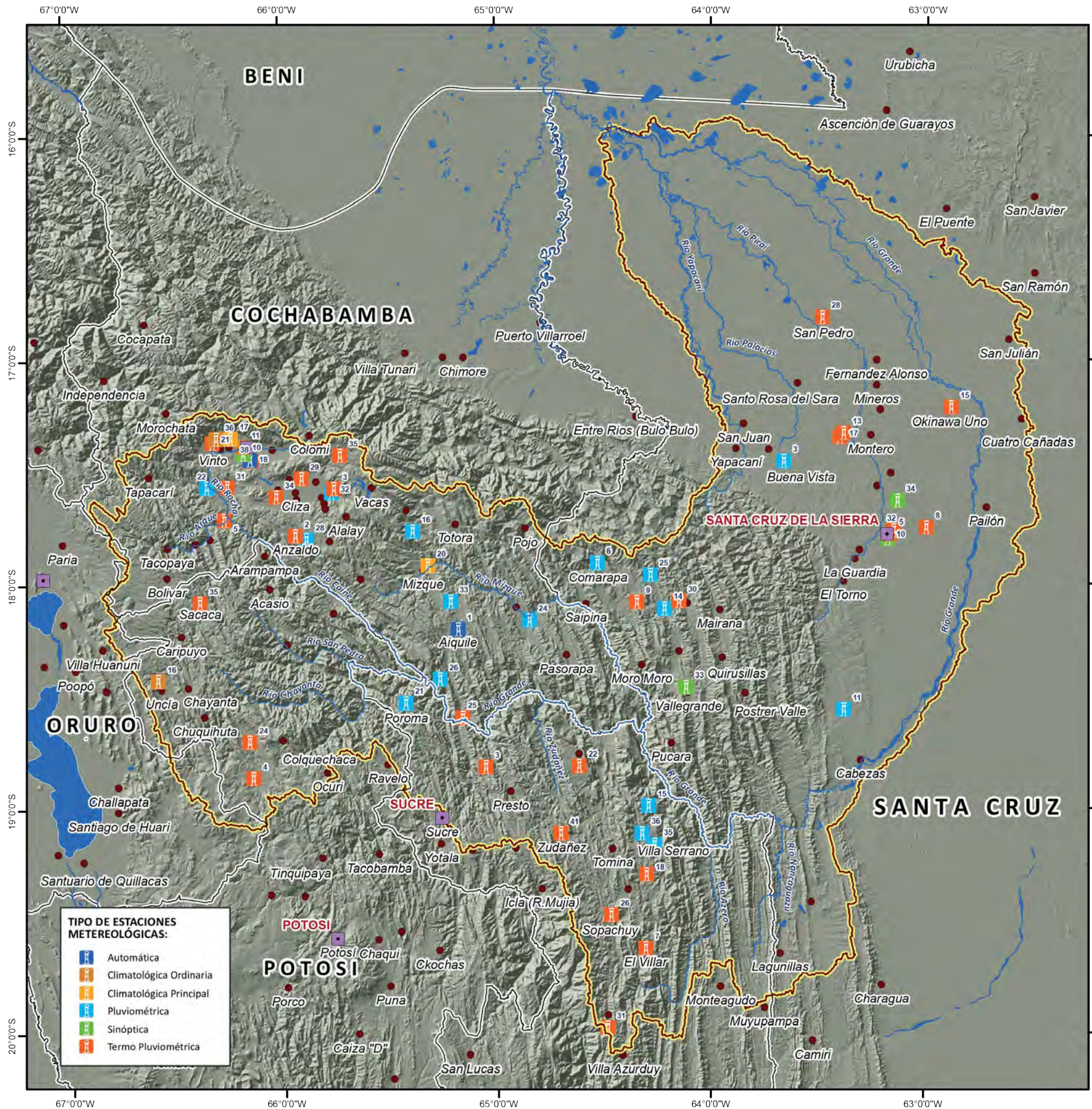
En el siguiente cuadro se presentan todas las estaciones meteorológicas de la CRG.

**Cuadro 23. Estaciones meteorológicas de la CRG (SENAMHI).**

Nro.	ESTACIÓN	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	TIPO
1	TARVITA	Azurduy	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
2	TARVITA	Azurduy	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
3	EL VILLAR	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
4	EL VILLAR	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
5	SOPACHUY	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
6	SOPACHUY	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
7	PADILLA	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
8	PADILLA	Tomina	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
9	URRIOLAGOITIA	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
10	URRIOLAGOITIA	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
11	ZUDAÑEZ	Zudañez	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
12	ZUDAÑEZ	Zudañez	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
13	VILLA SERRANO	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
14	VILLA SERRANO	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
15	NUEVO MUNDO	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
16	NUEVO MUNDO	B. Boeto	Chuquisaca	Pluviométrica
17	AYOMA	Chayanta	Potosí	Termo Pluviométrica
18	CHUQUI CHUQUI	Oropeza	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
19	CHUQUI CHUQUI	Oropeza	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
20	REDENCION PAMPA	Zudañez	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
21	REDENCION PAMPA	Zudañez	Chuquisaca	Termo Pluviométrica
22	POCOATA	Chayanta	Potosí	Termo Pluviométrica
23	PUENTE ARCE (RIO GRANDE)	Campero	Cochabamba	Termo Pluviométrica
24	FLORIDA	Cordillera	Santa Cruz	Pluviométrica
25	POROMA	Oropeza	Chuquisaca	Pluviométrica
26	POROMA	Oropeza	Chuquisaca	Pluviométrica
27	VALLEGRANDE (AASANA)	Vallegrande	Santa Cruz	Sinóptica
28	LLALLAGUA	Bustillo	Potosí	Climatológica Ordinaria
29	QUIROGA (PLUVIOMETR)	Campero	Cochabamba	Pluviométrica
30	AIQUILE	Campero	Cochabamba	Automática
31	PERERETA	Campero	Cochabamba	Pluviométrica
32	MATARAL	Florida	Santa Cruz	Pluviométrica
33	SACACA	Alonso de Ibáñez	Potosí	Termo Pluviométrica

34	EL QUIÑE	M. M. Caballero	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
35	TABOADA	Campero	Cochabamba	Pluviométrica
36	SANTA ANA	Florida	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
37	SAN JUAN DEL POTRERO	M.M. Caballero	Santa Cruz	Pluviométrica
38	MIZQUE (MAYRA)	Mizque	Cochabamba	Climatológica Principal
39	COMARAPA	M. M. Caballero	Santa Cruz	Pluviométrica
40	SACABAMBA	Esteban Arce	Cochabamba	Pluviométrica
41	EL TROMPILLO (AASANA)	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Sinóptica
42	ANZALDO	Esteban Arce	Cochabamba	Termo Pluviométrica
43	CENTRAL SANTA CRUZ	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Climatológica Ordinaria
44	KEWIÑA K'ASA	Carrasco	Cochabamba	Pluviométrica
45	VALLECITO	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
46	COTOCA	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
47	CAPINOTA	Capinota	Cochabamba	Termo Pluviométrica
48	VIRU VIRU (AASANA)	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Sinóptica
49	TARATA	Esteban Arce	Cochabamba	Termo Pluviométrica
50	SERRANO CENTRO	Arani	Cochabamba	Pluviométrica
51	ARANI	Arani	Cochabamba	Termo Pluviométrica
52	PAROTANI	Quillacollo	Cochabamba	Pluviométrica
53	SANTIVAÑEZ	Capinota	Cochabamba	Termo Pluviométrica
54	SAN BENITO	Punata	Cochabamba	Termo Pluviométrica
55	LA TAMBORADA	Cercado	Cochabamba	Termo Pluviométrica
56	BUENA VISTA	Ichilo	Santa Cruz	Pluviométrica
57	LABORATORIO DE HIDR	Cercado	Cochabamba	Automática
58	TIRAQUE	Titaque	Cochabamba	Termo Pluviométrica
59	COCHABAMBA (AASANA)	Cercado	Cochabamba	Sinóptica
60	COCHABAMBA (SENAMHI)	Cercado	Cochabamba	Climatológica Ordinaria
61	PAIRUMANI	Quillacollo	Cochabamba	Termo Pluviométrica
62	UNIVALLE	Quillacollo	Cochabamba	Climatológica Ordinaria
63	LA VIOLETA	Quillacollo	Cochabamba	Climatológica Principal
64	PORTACHUELO	Sara	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
65	MONTERO	Obispo Santiestevan	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
66	OKINAWA 1	Warnes	Santa Cruz	Termo Pluviométrica
67	SAN PEDRO	Obispo Santiestevan	Santa Cruz	Termo Pluviométrica

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**TIPO DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS:**

	Automática
	Climatológica Ordinaria
	Climatológica Principal
	Pluviométrica
	Sinóptica
	Termo Pluviométrica

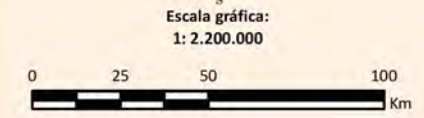
**MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS**



- SIMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

## VELOCIDAD DE VIENTO

El patrón general de circulación de masas de aire en el trópico tiene origen en los cambios de presión que ocurren entre las superficies oceánicas - continental y las diferencias debido al mayor calentamiento respecto a zona extra tropical. Las diferencias de presión provocan el régimen de vientos dominados por los vientos alisos<sup>30</sup>, que son principalmente proveedores de aire húmedo para la Amazonia y la cordillera de los Andes, siguiendo una dirección más o menos definida a lo largo del periodo anual (Lauer 1989).

De la misma forma, en la Cordillera Oriental, que se encuentra en la parte alta y media de la cuenca se tiene la presencia de vientos en forma tubular aplanada de componente oeste, transportador de humedad, en general desde la macrocuenca Amazónica hasta la del Plata, ubicada a una altura de 1,500 m, denominada corriente en chorros en niveles bajos (Antico & Berri 1999). A nivel superficial dentro la CRG los vientos se ven más influenciados por la topografía, lo que origina turbulencias, cambiando la velocidad y dirección. En el caso de obstáculos aislados y de relativa poca anchura producen tan sólo alteraciones en la dirección prevalecientes en determinadas localidades, en otros casos la alteración se da en intensidad y dirección.

La velocidad media de vientos prevalentes y registrados en la cuenca derivó de la información generada por la entidad Transportadora de Electricidad (TDE)<sup>31</sup>, quienes elaboraron el mapa de vientos a nivel del territorio nacional. Donde la mayor velocidad del viento dentro la cuenca se concentra en tres sectores:

- Alrededores de los municipios de Mairana y Samaipata, así como también, en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en su mayoría al sur y al este del centro urbano.
- Alrededores de los municipios de Comarapa y Saipina, en el departamento de Santa Cruz.
- Alrededores de los municipios de Pocoata, Chuquiaguata y Colquechaca, en el Departamento de Potosí.

Asimismo, la dirección<sup>32</sup> del viento presenta una fluctuación a nivel mensual, que se detalla a continuación:

30 Sistema de vientos relativamente constantes en dirección y velocidad que soplan en ambos hemisferios, desde los 30° de latitud hacia el ecuador con dirección noreste en el hemisferio norte y sureste en el hemisferio sur.

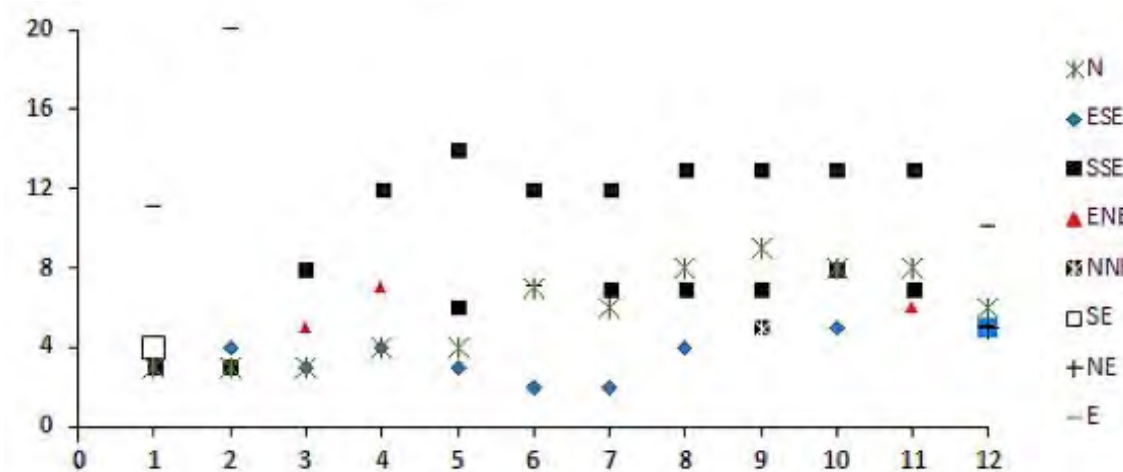
31 Iniciativa desarrollada en 2008, para el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA), con el fin de proporcionar información referente a la energía eólica, presenta información referente al comportamiento de la velocidad media anual del viento (m/s) tomando como referencia datos del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), CINER y JICA, en base a 201 estaciones y aplicando el método Kriging y un modelo de semi-variograma esférico para interpolación sobre datos dispersos.

32 Primarias: (N (norte), S (sur), E (este), W (oeste), NE (noreste), NW (noroeste), SE (sureste), SW (suroeste)); Secundarias: NNE (noroeste), ENE (este noreste), ESE (este sureste), SSE (sur sureste), SSW (sur suroeste), WSW (este suroeste), WNW (oeste noroeste), NNW (noroeste).

## Dirección prevalente y velocidad media del viento

Figura 76. Variación mensual de la dirección de vientos periodo 2008.

(Estaciones: Sucre – Cochabamba – Santa Cruz de la Sierra – Vallegrande)



### Estación Sucre

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N-3	N-3	N-3	N-4	N-4	N-7	N-6	N-8	N-9	NNE-8	N-8	N-6

### Estación Cochabamba

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SE-4	ESE-4	ESE-3	ESE-4	ESE-3	ESE-2	ESE-2	ESE-4	NNE-5	ESE-5	ENE-6	NE-5

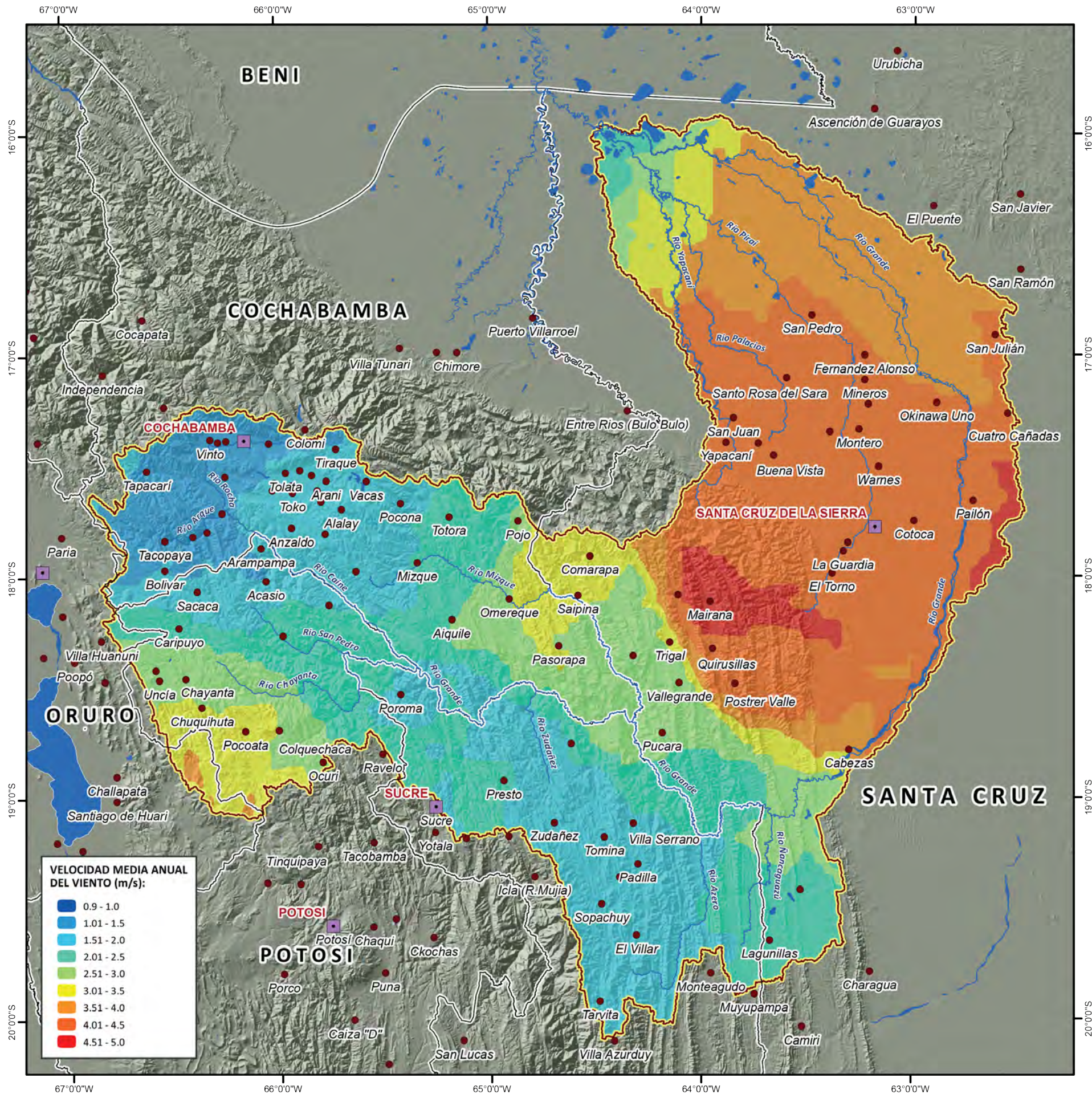
### Estación Santa Cruz de la Sierra

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SSE-11	SSE-10	ENE-8	ENE-12	SSE-14	E-12	SSE-12	SSE-13	SSE-13	SSE-13	SSE-13	SSE-10

### Estación Vallegrande

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
E-3	E-3	SSE-5	SSE-7	SSE-6	SSE-7	SSE-7	SSE-7	SSE-7	SSE-8	SSE-7	E-3

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del SENAMHI.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

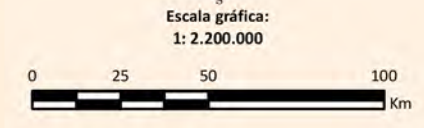
**MAPA DE VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO**



- SIMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



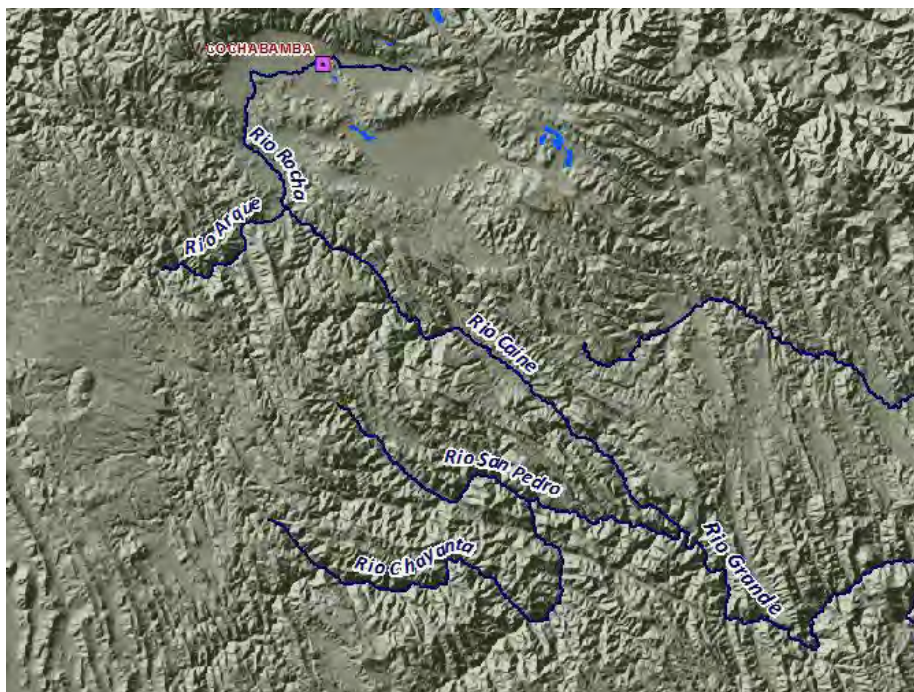
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Entidad Transportadora de Electricidad (TDE)

## HIDROGRAFÍA

La cuenca del río Grande o río Guapay, tiene sus orígenes en el río Maylanco en el departamento de Cochabamba, el que posteriormente toma el nombre de río Rocha, desemboca en el río Caine conjuntamente el río Arque, y posteriormente al encontrar la confluencia del río San Pedro, se transforma en río Grande propiamente dicho en la frontera de los municipios de Totoro (Potosí), Aiquile (Cochabamba), y Poroma (Chuquisaca) a una altitud aproximada de 1,695 m (Figura 77).

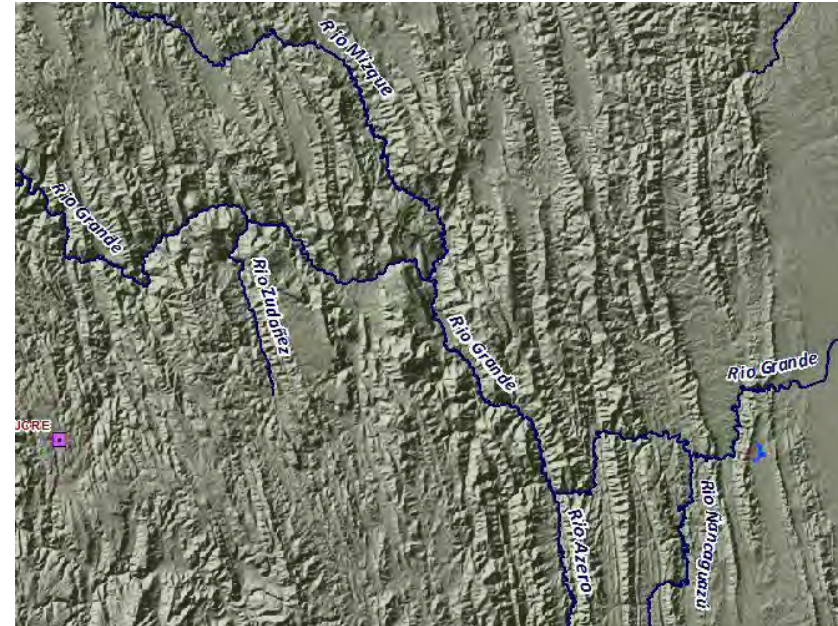
**Figura 77.** Tributarios del río Grande – Potosí, Cochabamba y Chuquisaca.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

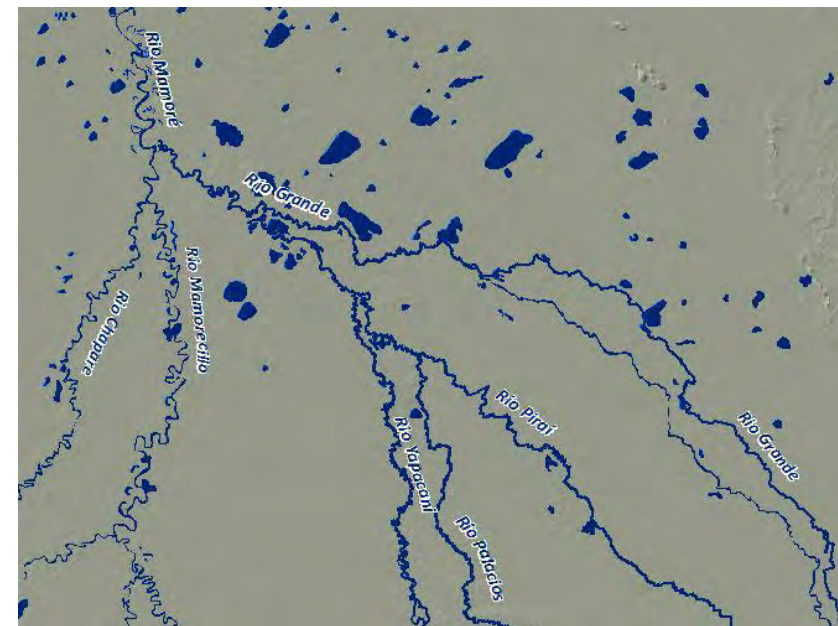
Posteriormente, sus aguas llegan a transcurrir marcando la frontera de los municipios Pasorapa (Cochabamba), Villa Serrano (Chuquisaca) y Pucara (Santa Cruz) con la confluencia del río Mizque en dirección noreste, que se va transformando en un río cada vez más anastomosado, donde van confluyendo a sus aguas los ríos Azero (Chuquisaca) y Ñancahuazu (Santa Cruz) a una altitud aproximada de 920 m (Figura 78), donde el río Grande cada vez va formando una ancha curva que sirve de límite entre las provincias de Andrés Ibáñez y Chiquitos hacia el este de la cuenca, siguiendo posteriormente hacia al norte donde recibe las aguas del río Yapacani, este a su vez del río Piraí, y este del río Palacios; hasta su desembocadura en el río Mamoré en el norte del departamento de Santa Cruz (Figura 79).

**Figura 78.** Tributarios del río Grande – Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz.

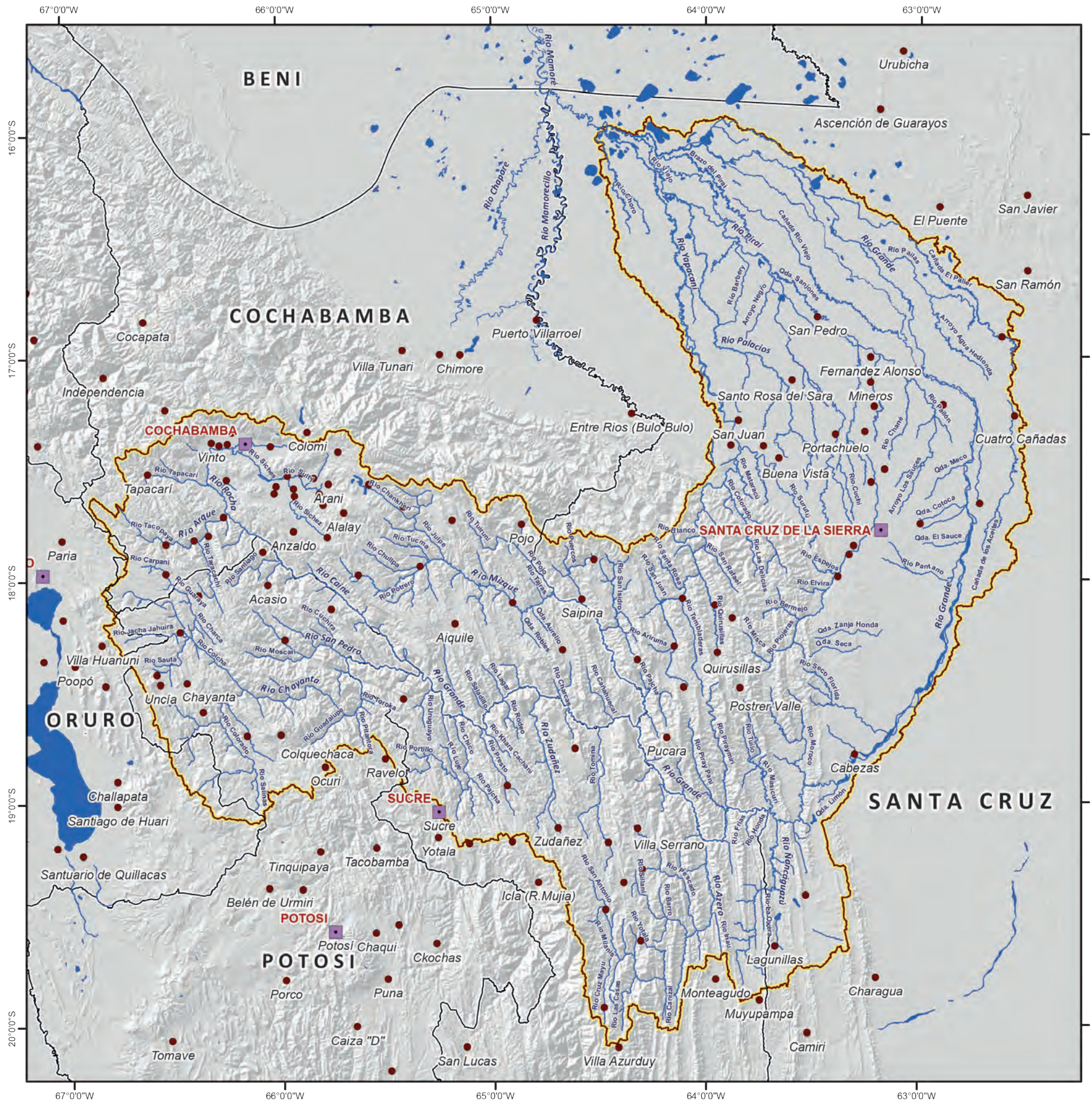


Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Figura 79.** Tributarios del río Grande y confluencia al río Mamoré – Santa Cruz.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA HIDROGRÁFICO



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

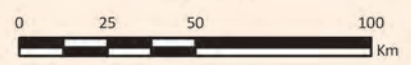
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)



**Imagen 27.** Ríos principales de la CRG.



A. Río Caine (Municipio San Pedro de Buena Vista) – Foto: W. Quiroga.

B. Río Chayanta (Municipio de Pocoata) – A. Rbharris.

C. Río Tapacari (Municipio de Tapacari) – Foto: N. Maldonado.

D. Río Mizque (Municipio de Omereque) – Foto: F. Gräber.



E. Río Limon (Municipio de Padilla) – Foto: G. Linares.

F. Río Azero (Municipio de Monteagudo) – Foto: G. Linares.

G. Río Masicurí (Municipio de Vallegrande) – Foto: G. A. Parada.

H. Río Grande (Abapo) – Foto: Norbert Epp.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.





## UNIDADES HIDROGRÁFICAS

Dentro la CRG se tienen seis cuencas estratégicas<sup>33</sup> y dos intercuencas que agrupan a diferentes UH nivel 5 (Cuadro 24). Por otra parte, la cabecera de la cuenca se encuentra en el río Rocha, con el área metropolitana de Cochabamba y el Valle Alto con los principales centros urbanos y secundarios del departamento de Cochabamba. La parte media alberga las zonas de valle interandino del Cono Sur de Cochabamba, valles chuquisaqueños y cruceños, donde un importante potencial agro-productivo se combina con procesos de degradación de la tierra.

En la cuenca baja, existen dos zonas claramente diferenciadas: El Chaco Cruceño caracterizado por un clima semiárido y el Norte Integrado Cruceño con clima sub-húmedo. Esta última zona es la principal productora agroindustrial y alimenticia del país, amenazada por el acelerado depósito de sedimentos que arrastra el río Grande, frecuentes inundaciones y anegamientos.

En la cuenca baja los principales afluentes son los ríos Ichilo, Yapacaní y Piraí, con todos estos aportes finalmente el río Grande vierte sus aguas al río Mamorecillo, el cual es afluente del río Mamoré, quien a su vez es afluente del río Amazonas. Realizando operaciones de cálculo de longitud, se tiene 20,517.4 km de longitud de ríos secundarios y otros, se tiene 579.8 km de ríos principales, llegando a 21,097.32 km de longitud total de ríos que aportan a la cuenca de río Grande.

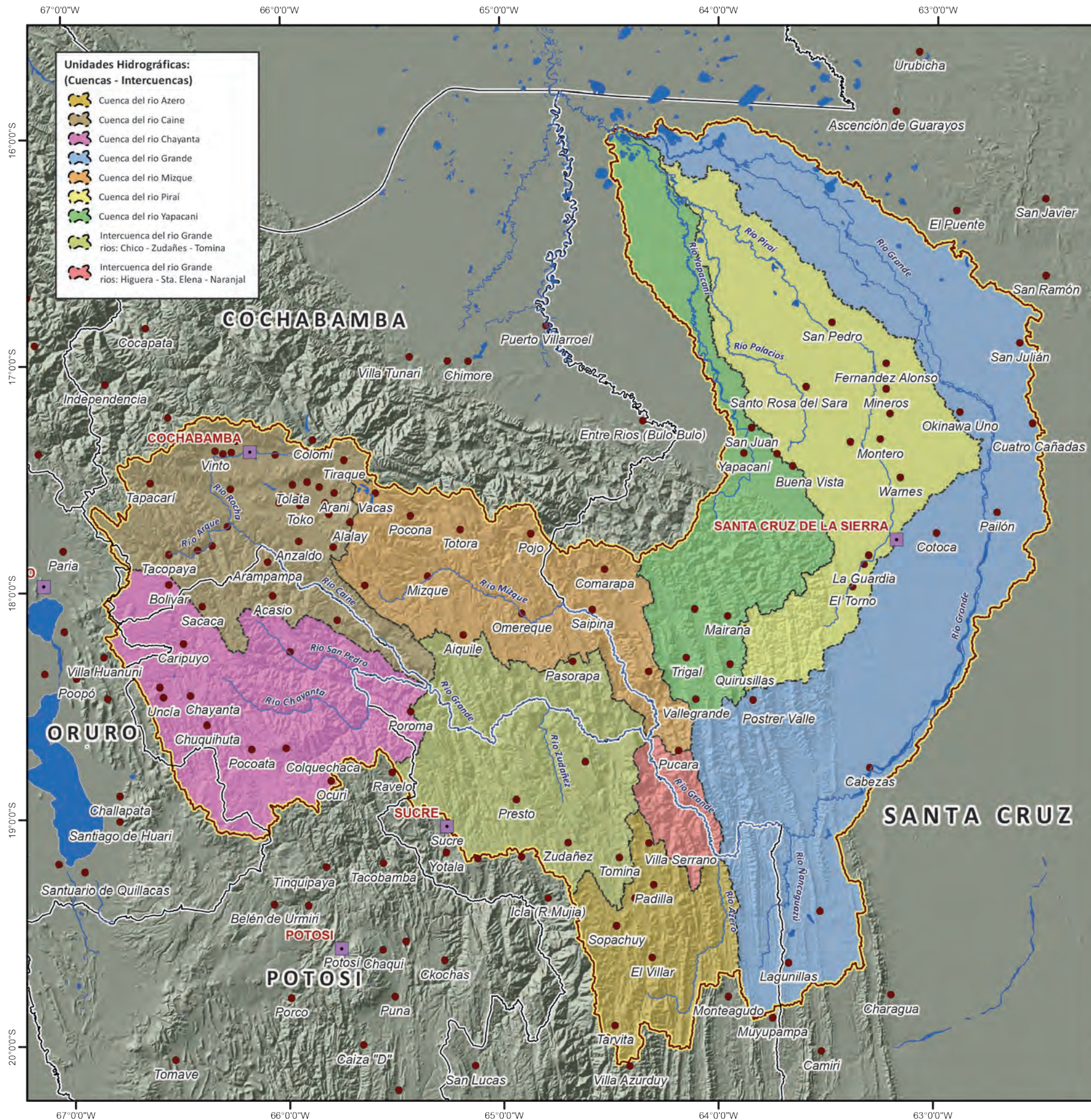
Los ríos presentan formas dendríticas y angulares especialmente en la cuenca media debido a la formación propia del sub andino, observándose afluentes en ángulos de 80 a 100 grados de convergencia de los ríos secundarios tributarios a los principales.

Pero la cuenca baja el río Grande no tiene una sola definición y descripción posible. De hecho el río corre sobre un cono o abanico formado por sus propios sedimentos, y el área desde donde las aguas precipitadas llegan al río es muy limitada, a su vez en la conformación de éste abanico también participan cauces que en algún momento estaban conectados con el río Grande y actualmente no, como es el caso del río Piraí.

<sup>33</sup> El concepto de cuenca estratégica considera a aquellas que son priorizadas en base a criterios de urgencia de la problemática GIRH/MIC, entre otros: 1) Conflictos entre usuarios y sectores de uso del agua; 2) Contaminación e impactos a la Madre Tierra, que constituyen un riesgo para la salud y calidad de vida de las poblaciones; 3) Escasez de agua, degradación y cambios en el uso del suelo; 4) Cuencas transfronterizas cuya gestión está basada en acuerdos o tratados internacionales transfronterizos; 5) Sobre explotación de los recursos hídricos, afectando la prelación del uso del agua; 6) Impactos del cambio climático, riesgos y amenazas.

**Cuadro 24. Características UH – Nivel 5 de la CRG.**

UH – NIVEL 5	CÓDIGO PFAFSTETTER	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	MUNICIPIOS
Cuenca del río Grande	46691 46692 46693	28,369.83	El Torno, La Guardia, Cabezas, Vallegrande, Postre Valle, Pucara, Gutiérrez, Muyupampa, Padilla, Lagunillas, Monteagudo, El Puente, Santa Rosa del Sara, Pailón, San Pedro, San Julián, Fernández Alonso, Mineros, General Saavedra, Warnes, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, Santa Cruz de la Sierra, Samaipata, Cotoca.
Cuenca del río Azero	46694	5,663.47	Villa Serrano, Tomina, Zudáñez, Muyupampa, Padilla, Sopachuy, Villa Alcalá, Monteagudo, El Villar, Tarvita, Villa Azurduy.
Intercuenca del río grande (ríos: Higuera – Santa Helena – Cochabambillo – Naranjal)	46695	1,833.90	Vallegrande, Pucara, Villa Serrano, Padilla.
Cuenca río Mizque	46696	10,395.70	Sacabamba, Mizque, Vila Vila, Omereque, Saipina, Aiquile, Pasorapa, Moro Moro, Vallegrande, Pucara, Villa Serrano, Comarapa, Pocona, Vacas, Arani, Anzaldo, Alalay, Tiraque, Totoro, Pojo.
Intercuenca del río grande (ríos: Río Chico – Zudáñez – Tomina)	46697	10,368.69	Villa Mojocoya, Sucre, Pucara, Villa Serrano, Tarabuco, Tomina, Zudáñez, Yamparáez, Padilla, Sopachuy, Villa Alcalá, Mizque, Aiquile, Pasorapa, Poroma, Presto, Ravelo.
Cuenca del río Caine	46698	10,386.30	Sacabamba, Mizque, Arampampa, Vila Vila, Bolívar, Aiquile, Sacaca, Acasio, Torotoro, San Pedro de Buena Vista, Chayanta, Sipe Sipe, Colcapirhua, Tapacarí, Tiraque, Quillacollo, Tiquipaya, Sacaba, Vinto, Cochabamba, San Benito, Santibañez, Arbieta, Punata, Tolata, Vacas, Arani, Villa Rivero, Cliza, Tarata, Capinota, Toko, Tacachi, Cuchumuela, Anzaldo, Arque, Tacopaya, Alalay, Sicaya.
Cuenca del río Chayanta	46699	11,335.71	Torotoro, Caripuyo, San Pedro de Buena Vista, Chayanta, Llallagua, Poroma, Uncía, Pocoata, Colquechaca, Ravelo, Ocuri, Tacopaya, Arampampa, Bolívar, Aiquile, Sacaca, Acasio.
Cuenca del río Yapacani	46684 46682 46683 46681	10,203.73	Comarapa, Pampa Grande, Mairana, Porongo, Samaipata, El Torno, Moro Moro, Trigal, Quirusillas, Vallegrande, Postre Valle, Yapacaní, El Puente, Santa Rosa del Sara, San Juan, San Carlos, Buena Vista.
Cuenca del río Piraí	46685 46686 46687 46688 46689	14,836.34	Buena Vista, Colpa Bélgica, Santa Cruz de la Sierra, Mairana, Porongo, Samaipata, El Torno, La Guardia, Cabezas, Quirusillas, Postre Valle, San Carlos, General Saavedra, Warnes, Okinawa Uno, Portachuelo, Montero, San Juan, Fernández Alonso, Mineros, Yapacaní, Santa Rosa del Sara, San Pedro.



- Unidades Hidrográficas:  
(Cuencas - Intercuencas)**
- Cuenca del río Azero
  - Cuenca del río Caine
  - Cuenca del río Chayanta
  - Cuenca del río Grande
  - Cuenca del río Mizque
  - Cuenca del río Pirai
  - Cuenca del río Yacapani
  - Intercuenca del río Grande ríos: Chico - Zudañez - Tomina
  - Intercuenca del río Grande ríos: Higuera - Sta. Elena - Naranjal



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

**MAPA DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS  
NIVEL 5**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

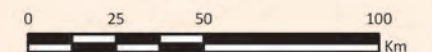
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
1: 2.200.000



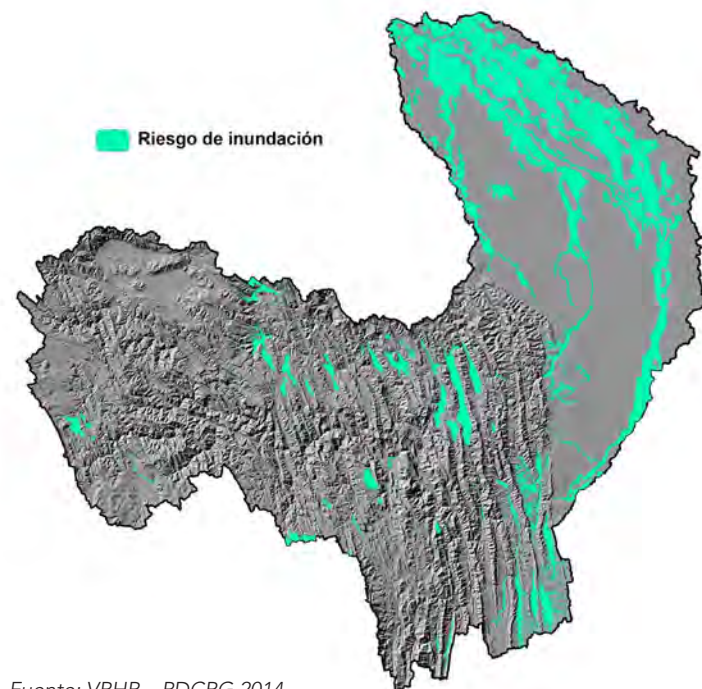
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)

## INUNDACIONES

La Cuenca del río Grande al formar parte de la Cuenca del río Mamoré tiende a sufrir durante épocas de lluvias, inundaciones producto del incremento de la precipitación tanto a nivel local como en las partes altas de la cuenca. Así, en la parte baja de la cuenca se ha desarrollado una planicie con una gradiente extremadamente leve debido a procesos de inundación y que durante los últimos 30 años, ha sufrido una serie de procesos de deterioro producto de la deforestación y expansión de la frontera agrícola hacia las márgenes del río, y que debido a la gran cantidad de sedimentos (que vienen desde la cuenca alta -zona montañosa-), constituyen un mayor riesgo a la inundación. No obstante, este riesgo no solo está latente en la parte baja de la cuenca sino también en la parte media y alta (Figura 80).

**Figura 80. Riesgo de inundación dentro la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Por otro lado, las inundaciones también son consecuencia de fenómenos climatológicos adversos como p.e. El Niño<sup>34</sup> y La Niña<sup>35</sup> (fenómenos que generan también problemas de deslizamientos, lluvias torrenciales, sequías, heladas y granizadas).

<sup>34</sup> El Niño se manifiesta a escala planetaria como un calentamiento anómalo de la superficie del mar en la región del Pacífico ecuatorial, asociado a una amplia fluctuación de la presión atmosférica. Algunos cambios generales del tiempo están ligados a esas anomalías ecuatoriales.

<sup>35</sup> La Niña es la fase negativa del fenómeno El Niño que se caracteriza por un significativo enfriamiento de la temperatura de la superficie del océano pacífico ecuatorial y por cambios en la dirección y velocidad del viento en la zona intertropical debido a variaciones de la presión atmósfera.

El Niño en 2007, provocó desborde de ríos, aludes de tierra y la pérdida de miles de hectáreas de cultivo. Según un reporte del Viceministerio de Defensa Civil, a nivel nacional en la temporada de lluvias de ese año (que se extiende de enero a marzo), al menos 103 mil familias resultaron damnificadas, 50 personas fallecieron y más de 366 mil hectáreas de cultivos fueron afectadas, llegando a anegarse dentro la cuenca aproximadamente 9,080 km<sup>2</sup>.

En 2008 las precipitaciones también fueron intensas debido a que la temporada de lluvias fue complementada con el fenómeno de La Niña, siendo damnificadas 41,557 familias y se reportó la muerte de 49 personas, a nivel nacional; llegando a afectar en la cuenca aproximadamente 12,536 km<sup>2</sup>. En 2013 también producto de la Niña la afectación por inundaciones llegó a 32,000 familias y perdieron la vida 25 personas.

A pesar de las inundaciones provocadas por el Niño (2007) y La Niña (2008 y 2013), el 2014 se superaron los desastres provocados por la inundación (producto de las intensas precipitaciones) que afectaron a nivel nacional a un mayor número de familias, hubo más víctimas fatales y fueron más las viviendas afectadas, además de daños en las rutas, entre otros, siendo 60.000 las familias afectadas, 1,830 viviendas destruidas, 39,300 hectáreas de cultivos perdidas y los decesos llegaban a 60. No obstante, a nivel de la CRG estas inundaciones en términos de superficie solo afectaron aproximadamente 798 km<sup>2</sup>.

En el siguiente cuadro se describe la cantidad de localidades y superficie afectada por inundación efecto de los fenómenos climáticos en 2007, 2008 y en el 2014.

**Cuadro 25. Superficie y localidades afectadas por inundaciones dentro la CRG.**

Año	AREA (km <sup>2</sup> )	Nro. localidades
2007	9,080	120
2008	12,536	206
2014	798	94*

\* Localidades que no necesariamente se encuentran en la mancha de inundación pero que fueron afectadas de acuerdo a reportes del Viceministerio de Defensa Civil (2014).

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

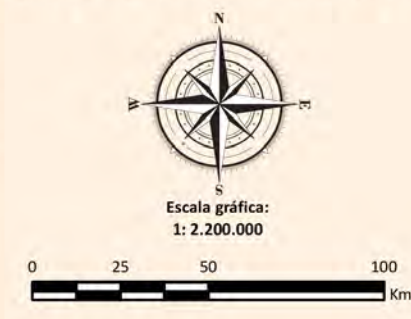
**MAPA DE INUNDACIONES**



- SIMBOLOS CONVENCIONALES:**
-  Capital Departamental
  -  Capital Municipal
  -  Límite Departamental
  -  Cuenca del Río Grande
  -  Ríos Principales
  -  Cuerpos de Agua

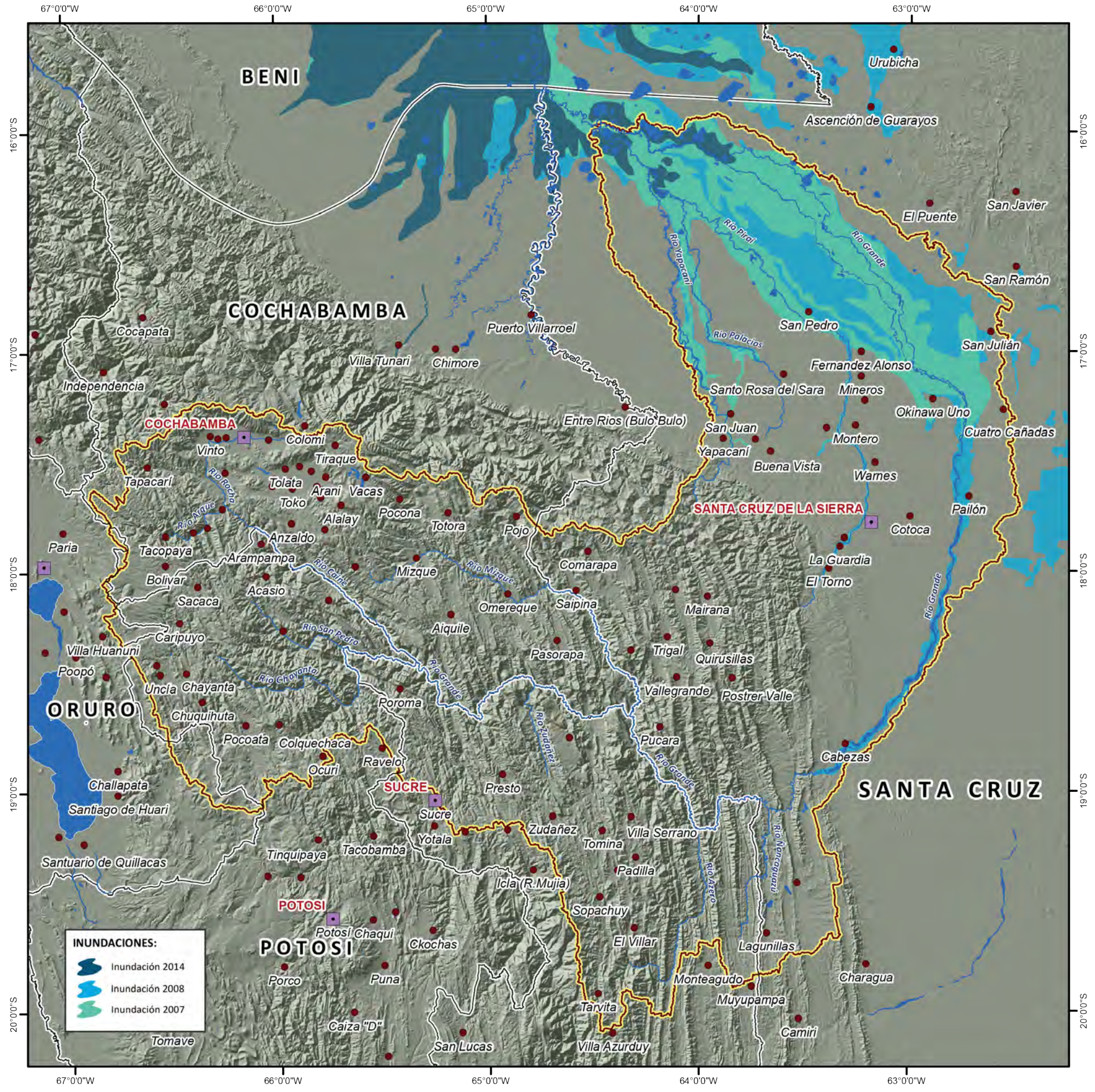
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Sistema Único Nacional de Información de la Tierra (SUNIT)  
Sistema de Información Gestión de Desastres (SINAGER)





Represa Escaleras, Municipio de Villa Serrano (Departamento de Chuquisaca)  
Fuente: C. Scribba & R. Valda.

# INFRAESTRUCTURA



## ACCESO CAMINERO

El acceso caminero dentro la CRG, distingue las siguientes vías principales que muestran particular importancia:

Por el sector este de la cuenca tenemos las siguientes carreteras:

- Caracollo – Quillacollo – Tolata – Pojo – Comarapa – Samaipata – El Torno – Santa Cruz - Pailon, con superficie de pavimento perteneciente a la red fundamental.
- Yapacani – Montero – San Julian (152 km), con superficie de pavimento perteneciente a la red fundamental.
- Machacamarca - Huanuni – Llallagua – Uncia – Pocoata – Colquechaca – Ocuri – Ravelo – Sucre (109 km.), con superficie de pavimento perteneciente a la red fundamental.

Por el sector sur tenemos las carreteras:

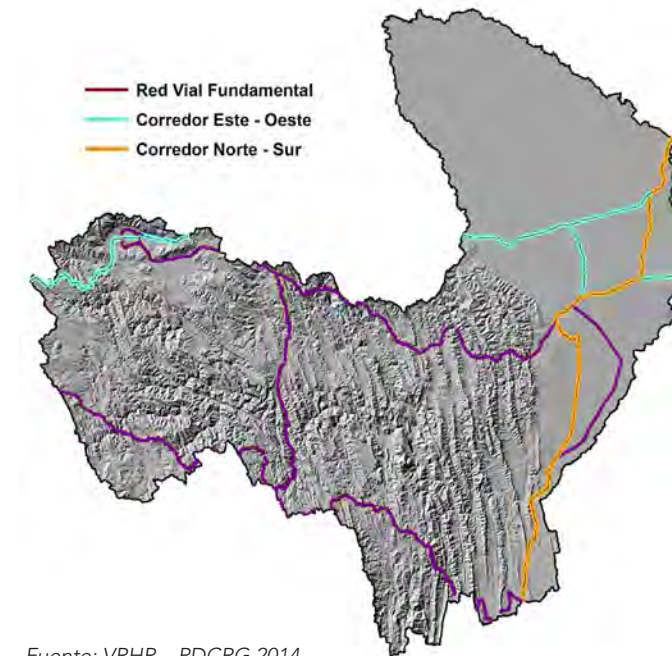
- Camiri – Gutierrez - Cabezas – El Torno, tiene superficie de pavimento y pertenece a la red fundamental.
- Sucre – Aiquile – Saipina y la carretera, Monteagudo – Padilla – Villa Tomina, con superficie de pavimento y pertenece a la red fundamental.

Asimismo, la Red Vial Fundamental<sup>36</sup> (RVF) se encuentra a lo largo de toda la cuenca con una extensión de 2,315 km (Figura 81), donde se tienen principalmente dos corredores:

- Este – oeste: denominado también Bioceánico, atraviesa el eje central del país desde Tambo Quemado (Oruro) hasta Puerto Suárez (Santa Cruz), tiene una longitud de 2,585 km, de los cuales dentro la cuenca se extienden 456.93 km.
- Norte – sur: integra la parte oriental del país con los países de Brasil, en el noreste, con Paraguay y Argentina en el extremo sur, dentro la cuenca presenta una longitud de 445.51 km.

<sup>36</sup> La RVF forma parte del Sistema Nacional de Carreteras y está bajo la responsabilidad de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), son aquellas que vinculan las capitales políticas de los departamentos; permiten la vinculación internacional, conectando las carreteras nacionales con las rutas principales de los países limítrofes; conectan dos o más carreteras y cumplen con las condiciones de protección ambiental establecidas en la normativa nacional (Artículo 2° - Decreto Supremo N° 25134).

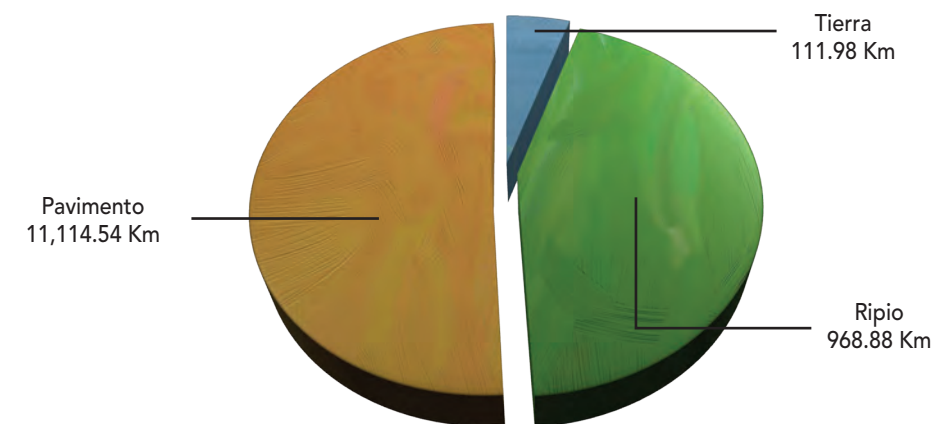
Figura 81. Red Vial Fundamental – Corredores Norte – Sur y Este – Oeste.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014

Por otra parte, la mayor parte de la RVF dentro la cuenca se encuentra pavimentada, seguida de ripio y en menor proporción tierra (Figura 82).

Figura 82. Extensión del RVF según tipo de carretera.



En relación a las vías secundarias, estas se encuentran conformadas dentro la CRG en su mayoría por una superficie de tierra o ripio, que requieren mantenimiento continuo, especialmente en época de lluvias, aunque relativamente menos especializado, mientras que los tramos asfaltados también requieren mantenimiento, generalmente más intensivo en equipo.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
Plan Director de la Cuenca del Río Grande

### MAPA DE ACCESO CAMINERO



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

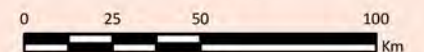
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84

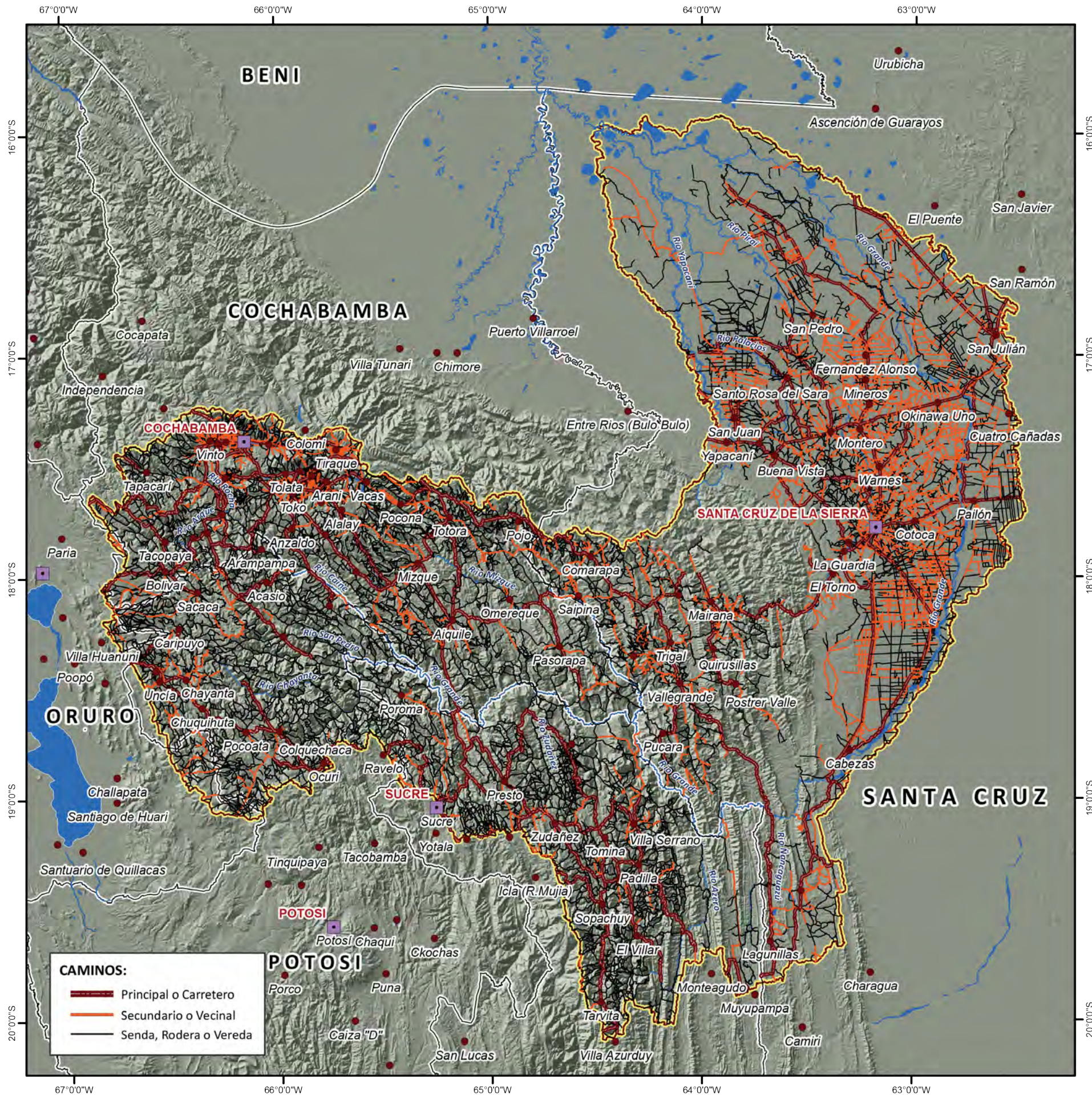


Escala gráfica:  
1: 2.200.000



#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
Instituto Nacional de Estadística (INE)  
Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
Sombreado Topográfico:  
Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
Límite Político Administrativo (referencial):  
Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
Fuente de Información:  
Sistema Único Nacional de Información de la Tierra (SUNIT)



- CAMINOS:**
- Principal o Carretero
  - Secundario o Vecinal
  - Senda, Rodera o Vereda



**Imagen 28. Acceso Caminero.**



- A. Camino Challapata – Potosí (Municipio de Challapata) – Foto: G. A. Parada.
- B. Camino a Tomina (crecida del río) (Municipio de Tomina) – Foto: G. A. Parada.
- C. Camino Azurduy – Monteagudo (Municipio de Monteagudo) – Foto: G. A. Parada.
- D. Camino a Samaipata (Municipio de Samaipata) – Foto: G. A. Parada.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## REPRESAS

Según el inventario Nacional de Presas (2010), en Bolivia se han registrado un total de 287 presas en siete de los departamentos. Siendo el departamento de Cochabamba el que concentra a la mayoría con un total de 115 presas que equivalen a un 40%, seguida por Potosí con un 30%, Chuquisaca 11%, La Paz 10% y las menores son Tarija, Santa Cruz y Oruro que tiene un 3% cada una.

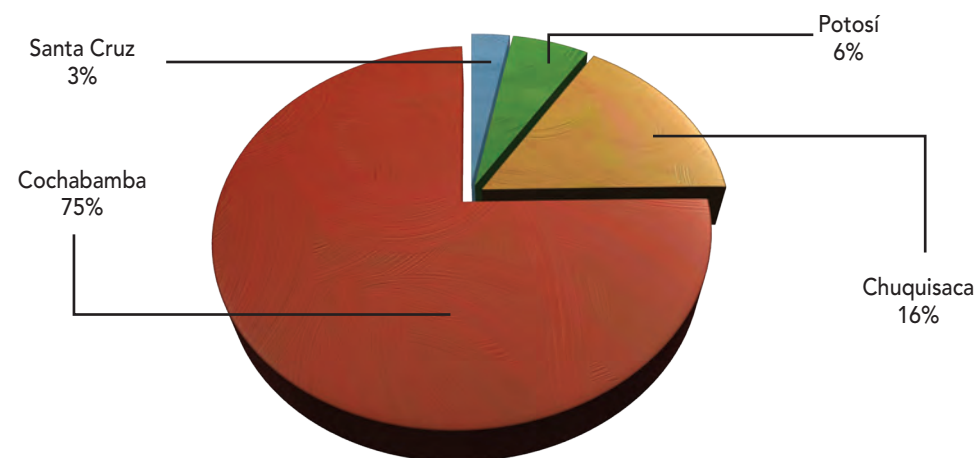
**Cuadro 26.** Distribución de presas por departamento y tamaño.

DEPARTAMENTO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL	PORCENTAJE
Chuquisaca	10	13	7	30	11
Cochabamba	82	9	24	115	40
La Paz	15	0	15	30	10
Oruro	8	0	1	9	3
Potosí	64	15	6	85	30
Santa Cruz	5	0	4	9	3
Tarija	0	1	8	9	3
Total	184	38	65	287	100

Fuente: VRHR – PDGRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

Dentro la CRG se tiene un total de 96 presas, que representan el 25% de las presas a nivel nacional, están distribuidas en los departamentos de Cochabamba (75%), Chuquisaca (16%), Potosí (6%) y Santa Cruz (3%) (Figura 83).

**Figura 83.** Distribución de presas a nivel departamental dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDGRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

En el departamento de Chuquisaca existen un total de 15 presas que equivale al 16% a nivel de la CRG, su uso principal es para riego a excepción de la represa de Rumi-Rumi que fue construida como parte de un complejo turístico recreacional de actividad piscícola y conservación del medio ambiente.

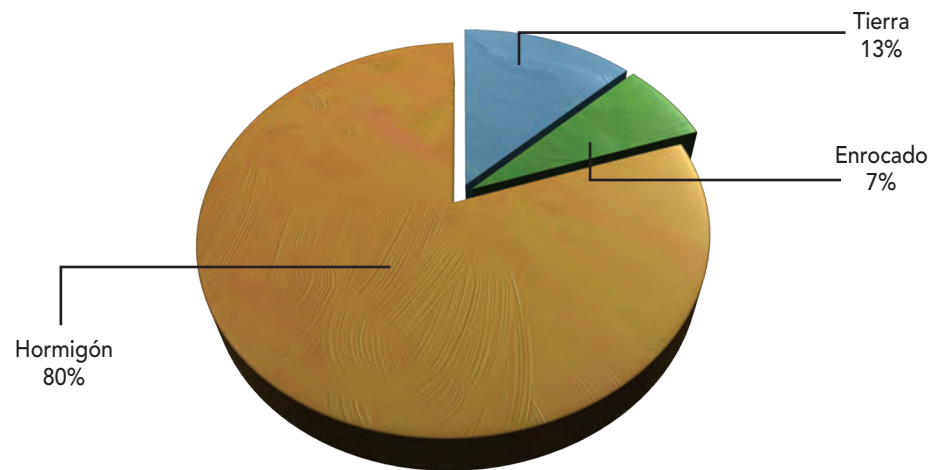
**Cuadro 27.** Distribución de presas dentro el departamento de Chuquisaca.

Nº	MUNICIPIO	NOMBRE PRESA	MATERIAL	CAPACIDAD DE EMBALSE (m³)	USO
1	El Villar	El Villar	Enrocado	590,000	Riego
2	Mojocoya	Aguada Mayu	Hormigón - Arco	34,000	Riego
3	Mojocoya	Churicana	Hormigón - Arco	72,500	Riego
4	Mojocoya	Hornillos Mayu	Hormigón - Arco	47,000	Riego
5	Mojocoya	Jarq'a Mayu	Hormigón - Arco	21,000	Riego
6	Mojocoya	Laica Khota	Hormigón - Arco	42,000	Riego
7	Mojocoya	Laja mayu	Hormigón - Arco	24,500	Riego
8	Mojocoya	Ramadas	Hormigón - Arco	96,000	Riego
9	Mojocoya	San Gerónimo	Tierra	360,000	Riego
10	Mojocoya	Thago Aguada	Hormigón - Arco	24,500	Riego
11	Mojocoya	Tipa Mayu	Hormigón - Arco	26,500	Riego
12	Mojocoya	Tranca Mayu	Hormigón - Arco	40,000	Riego
13	Sucre	Rumi rumi	Tierra	165,000	Ambiental
14	Tarabuco	La Ciénaga	Hormigón - Arco	54,000	Riego
15	Zudañes	Trancas	Hormigón - Arco	930,000	Riego

Fuente: VRHR – PDGRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

Como se observa en cuadro anterior, del total de las presas construidas en el departamento de Chuquisaca, específicamente en el área que corresponde a la CRG doce de las presas fueron construidas de hormigón tipo arco (80%), dos de tierra (13%) y una de enrocado (7%) (Figura 84).

**Figura 84. Distribución de represas por material – Departamento de Chuquisaca.**



En el departamento de Cochabamba hay un total de 72 represas, constituyendo el 75% de las represas construidas dentro la cuenca, de las cuales 69 están destinadas a uso específico de riego, 2 para agua potable y 1 para uso industrial.

**Cuadro 28. Distribución de represas dentro el departamento de Cochabamba.**

N°	MUNICIPIO	NOMBRE PRESA	MATERIAL	CAPACIDAD DE EMBALSE (m3)	USO
1	Aiquile	Angostura	Tierra	2,500	Riego
2	Aiquile	Atoj Orko	Tierra	8,000	Riego
3	Aiquile	Miraflores	Tierra	6,000	Riego
4	Aiquile	Tapera	Enrocado	470,000	Riego
5	Anzaldo	Ch'alla Mayu	Hormigón - Gravedad	70,000	Riego
6	Anzaldo	Muna Mayu	Hormigón - Gravedad	25,000	Riego
7	Cercado	Country Club	Tierra	100,000	Riego
8	Cercado	Taquiña	Tierra	1,000,000	Industria/R
9	Colomi	Kotani	Tierra	194,000	Riego
10	Quillacollo	Cinturani	Tierra	60,000	Riego
11	Quillacollo	El Toro	Hormigón - Gravedad	681,500	Riego
12	Quillacollo	Falsuri	Hormigón - Gravedad	100,000	Riego
13	Quillacollo	Marquina	Tierra	132,000	Riego
14	Quillacollo	San Isidro	Tierra	17,500	Riego
15	Quillacollo	Chulpani	Tierra	246,000	Riego
16	Quillacollo	Khotani Alto	Tierra	79,000	Riego
17	Quillacollo	Khotani Bajo	Tierra	40,000	Riego

18	Quillacollo	Khumuni	Tierra	168,000	Riego
19	Quillacollo	La Nueva	Tierra	45,500	Riego
20	Quillacollo	San Juan	Tierra	50,000	Riego
21	Quillacollo	Tawa Cruz Antiguo	Tierra	30,000	Riego
22	Quillacollo	Tawa Cruz Nuevo	Tierra	20,000	Riego
23	Quillacollo	Yanagallito	Tierra	35,000	Riego
24	Sacaba	Jatun Orkho	Tierra	97,000	Riego
25	Sacaba	Kuyoj Qhochá	Tierra	21,700	Riego
26	Sacaba	Rodeo	Tierra	730,000	Riego
27	Sacaba	Rodeo Camino	Tierra	29,200	Riego
28	Sacaba	San Isidro	Tierra	621,000	Riego
29	Sacaba	San José	Hormigón - Gravedad	104,000	Riego
30	Sacaba	San Pablo	Tierra	452,000	Riego
31	Sacaba	Tuti Mayu	Tierra	720,000	Riego
32	Sacaba	Achocalla	Tierra	3,550,000	Riego
33	Sacaba	Koncho Laguna	Tierra	341,000	Riego
34	Sacaba	Larati	Hormigón - Gravedad	4,500,000	Riego
35	Sacaba	Thimpuj	Hormigón - Gravedad	50,000	Riego
36	Sacaba	Huallatani	Hormigón - Gravedad	620,000	Riego
37	Sacaba	Laguna Thinki 2	Tierra	80,000	Riego
38	Sacaba	Laguna Thinki 3	Tierra	40,000	Riego
39	Sacaba	Mosoj Laguna	Hormigón - Gravedad	225,000	Riego
40	Sacaba	Ovejería	Tierra	134,000	Riego
41	Sacaba	Chaki Laguna	Tierra	24,300	Riego
42	Sacaba	Chunkara	Hormigón - Gravedad	94,600	Riego
43	Sacaba	K'omer Qhochá	Tierra	40,000	Riego
44	Sacaba	Laguna thinki 4	Tierra	48,500	Riego
45	Sacaba	Puka Laguna	Tierra	345,500	Riego
46	Sacaba	Sapanani	Hormigón - Gravedad	249,000	Riego
47	Sacaba	N.N. 4	Tierra	20,000	Riego
48	Sacaba	Yana Laguna	Tierra	165,000	Riego
49	Sacaba	WaraWara	Tierra	3,425,000	A.Potable
50	Sacabamba	Chiara Qhochi	Hormigón - Arco	780,000	Riego
51	Sacabamba	Quecoma	Enrocado	350,000	Riego
52	San Benito	Chaqui Qhochá	Tierra	491,000	Riego

53	San Benito	Tuti Laguna	Tierra	148,000	Riego
54	Tarata	La Angostura	Tierra	75,000,000	Riego
55	Tarata	LakaLaka	Hormigón - Gravedad	2,600,000	Riego
56	Tiquipaya	Laguna Mayu	Hormigón - Gravedad	2,500,000	Riego
57	Tiquipaya	La Cumbre	Tierra	150,000	APotable
58	Tiraque	Choto	Tierra	3,300	Riego
59	Tiraque	Cruz Qhochá	Tierra	100,000	Riego
60	Tiraque	Kaspicancha	Tierra	473,000	Riego
61	Tiraque	Murmuntani	Tierra	890,500	Riego
62	Tiraque	Pachaj Qhochá	Tierra	1,589,000	Riego
63	Tiraque	Pachaj Qhochá 2	Tierra	62,800	Riego
64	Tiraque	Lluska Qhochá	Tierra	1,250,000	Riego
65	Tiraque	Muyu Loma	Tierra	1,000,000	Riego
66	Tiraque	Totora Qhochá	Tierra	21,500,000	Riego
67	Tiraque	Totorayoj	Tierra	260,000	Riego
68	Toco	Chua Loma	Tierra	470,500	Riego
69	Toco	Tagapi	Hormigón - Gravedad	90,000	Riego
70	Totora	Chaupiloma	Tierra	S/D	Riego
71	Vacas	Huaynillo	Tierra	189,500	Riego
72	Vinto	Falsuri	Hormigón - Gravedad	31,000	Riego

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

De las represas construidas en el CRG dentro el departamento de Cochabamba, 54 fueron construidas de tierra (75%), 16 de hormigón (22%) y dos de enrocado (3%) (Figura 85).

En el departamento de Potosí se han construido seis represas, de las cuales tres son de uso específico de agua potable, dos de riego y una para energía. La represa El Tranque fue construida para dotar de energía eléctrica a las minas de Catavi, actualmente no funciona por los problemas de contaminación.

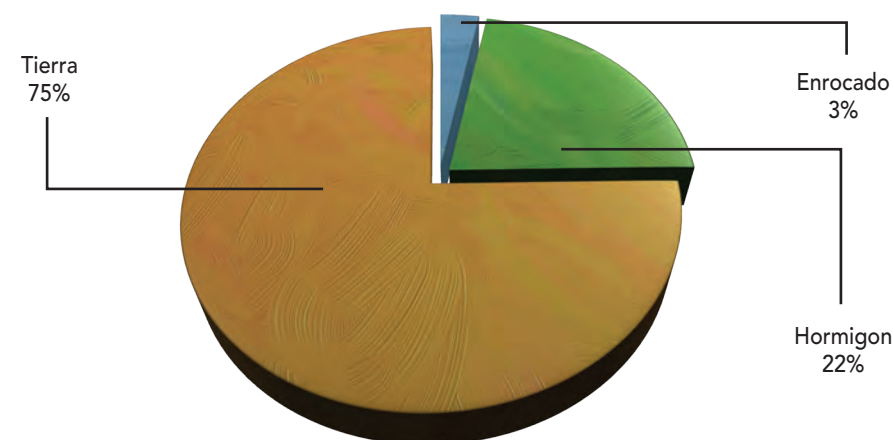
**Cuadro 29. Distribución de represas dentro el departamento de Potosí.**

N°	MUNICIPIO	NOMBRE PRESA	MATERIAL	CAPACIDAD DE EMBALSE (m3)	USO
1	Llallagua	Catiri	Hormigón - Arco	2,404,000	A. Potable
2	Llallagua	El Tranque	Enrocado	30,000,000	Energía
3	Llallagua	Quinua Mayu	Hormigón - Gravedad	520,000	A. Potable
4	Llallagua	Sauta	Hormigón - Arco	225,500	A. Potable
5	Uncía	Cala Cala	Hormigón - Gravedad	120,000	Riego
6	Uncía	Pukusiri	Hormigón - Gravedad	21,000	Riego

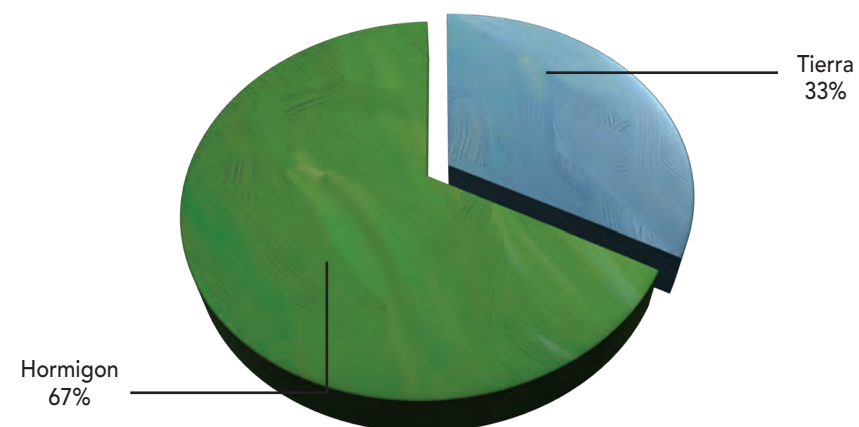
Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

Las represas del departamento de Potosí fueron construidas de hormigón tipo arco o gravedad y enrocado (Figura 86).

**Figura 85. Distribución de represas por material – Departamento de Cochabamba.**



**Figura 86. Distribución de represas por material – Departamento de Potosí.**



En el departamento de Santa Cruz, es en el que menor cantidad de represa se ha construido a nivel nacional tiene un total de 9 represas, de las cuales tres se encuentran en la CRG y su uso principal es el riego.

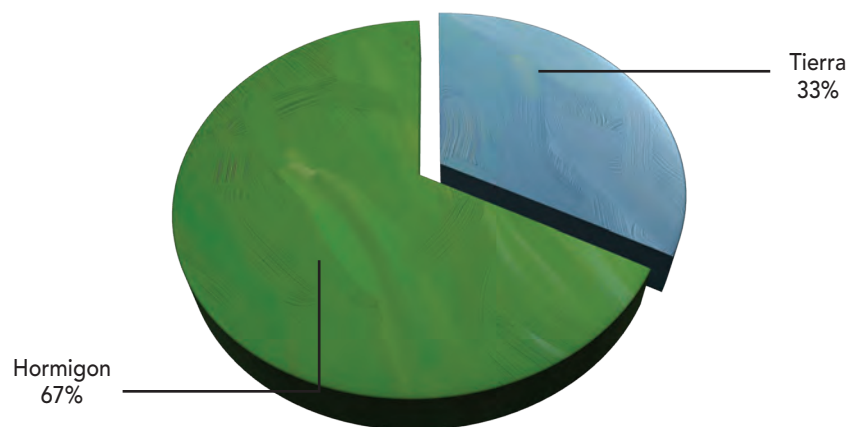
**Cuadro 30.** Distribución de represas dentro el departamento de Santa Cruz.

Nº	MUNICIPIO	NOMBRE PRESA	MATERIAL	CAPACIDAD DE EMBALSE M3	USO
1	Comarapa	La Cañada	Hormigón - gravedad	4,600,000	Riego
2	Quirusillas	Quirusillas	Hormigón - gravedad	258,000	Riego
3	Vallegrande	Guadalupe	Tierra	210,000	Riego

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

Las represas del departamento de Santa Cruz fueron construidas de hormigón gravedad y tierra (Figura 87).

**Figura 87.** Distribución de represas por material – Departamento de Santa Cruz.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base al Inventario Nacional de Presas (2010).

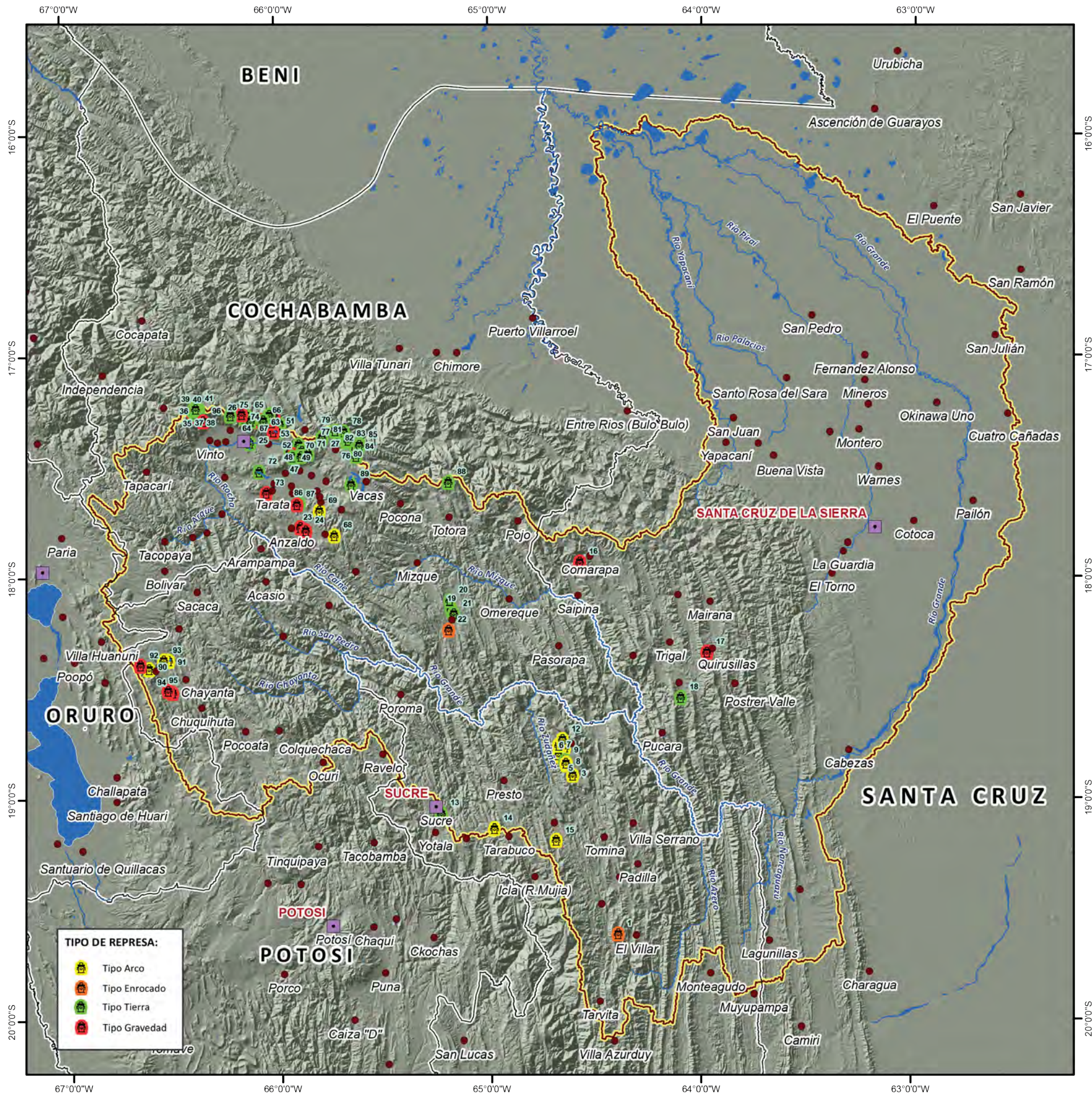
**Imagen 29.** Represa “La Cañada” (Municipio de Comarapa)



A. Vista frontal – Foto: VRHR.

B. Vista embalse – Foto: VRHR.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**TIPO DE REPRESA:**

	Tipo Arco
	Tipo Enrocado
	Tipo Tierra
	Tipo Gravedad

**MAPA DE REPRESAS**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

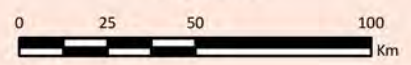
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)

## PROYECTOS GIRH/MIC

La implementación de inversiones en el marco de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos y Manejo Integral de Cuencas (GIRH/MIC), en la CRG se distribuye principalmente en la parte alta y media de la cuenca y concierne las siguientes modalidades:

1. **Proyectos de continuidad del PNC Fase 1.** La implementación de estos proyectos surge de la necesidad de dar continuidad a las inversiones del PNC.
2. **Proyectos Fiesta Nacional del Agua.** Siete proyectos ganadores, con un financiamiento por proyecto entre Bs.- 700,000 a 1,743,000.
3. **Conformación de una nueva cartera de proyectos priorizados en el marco del PDCRG - PNC Fase 2 (2013 – 2017).** La implementación de estos proyectos surge de la necesidad de fortalecer y dar continuidad a las inversiones del PNC Fase 1.

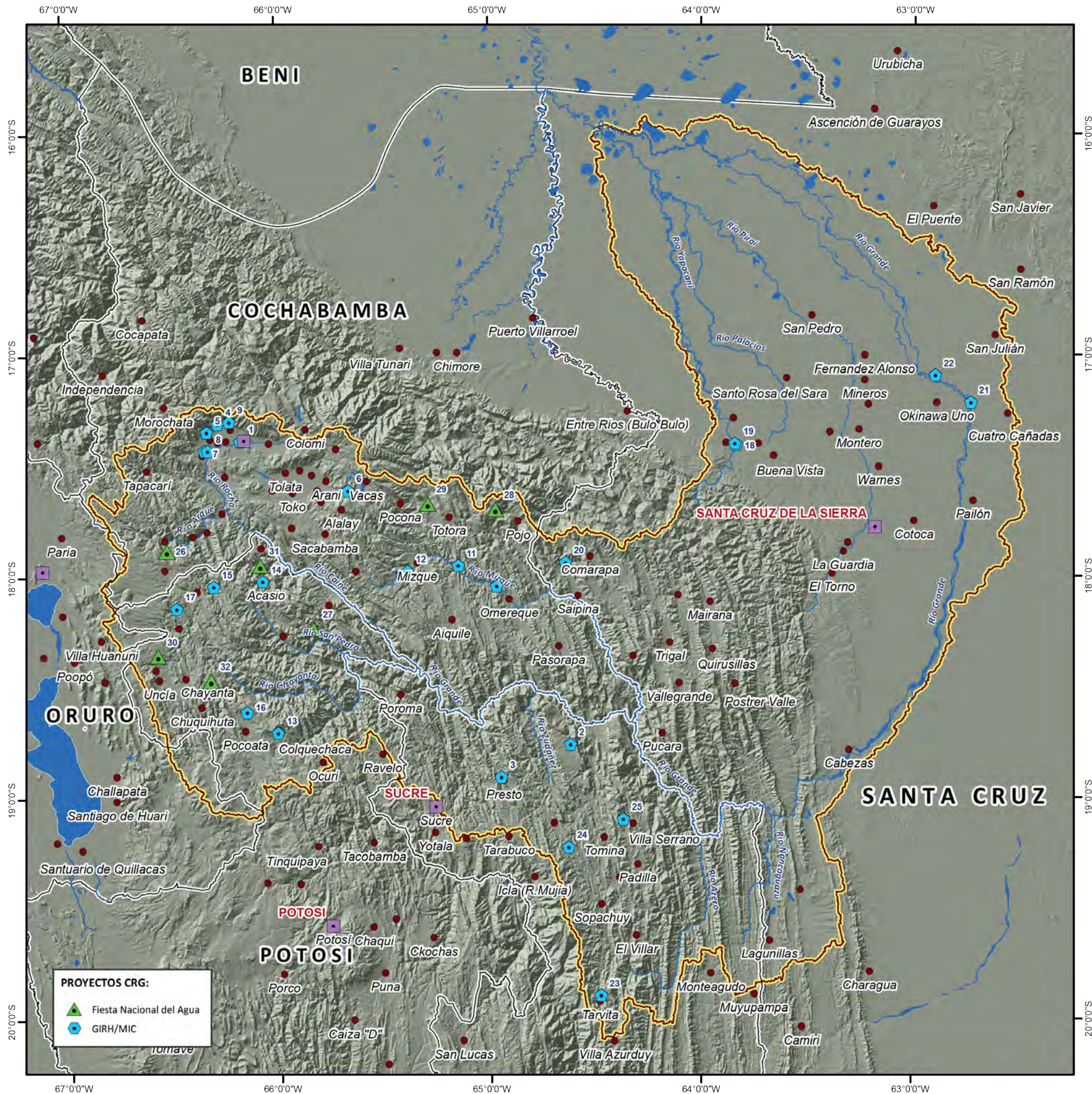
En el siguiente cuadro se detallan los proyectos de Inversión, Preinversión y de la Fiesta Nacional del Agua que se encuentran en la CRG.

**Cuadro 31. Listado de proyectos GIRH/MIC ejecutados en la CRG (2007 – 2012).**

Nro.	PROYECTOS GIRH/MIC	ESTADO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
1	Plan Director de la Cuenca del Río Rocha.	Preinversión	Cochabamba	Sacaba, Cercado, Quillacollo, Sipe Sipe, Vinto, Colcapirhua, Tiquipaya
2	Manejo de Microcuenca Alimentadora Presa San Jerónimo e Infraestructura.	Inversión	Chuquisaca	Mojocoya
3	Manejo Integral de la Cuencas del Río Presto.	Preinversión	Chuquisaca	Presto
4	Proyecto de Manejo Integral de la Cuenca Chocaya.	Inversión	Cochabamba	Quillacollo
5	Proyecto de Manejo Integral de la Cuenca Pairumani.	Inversión	Cochabamba	Vinto
6	Programa de Protección de Márgenes de Ríos Pisco Mayu y Pocoata. Provincia Arani.	Inversión	Cochabamba	Arani y Vacas
7	Plan de Manejo Integral de la Cuenca Viloma Fase I.	Inversión	Cochabamba	Sipe Sipe
8	Plan de Manejo Integral Cuenca Pankuruma Fase I.	Inversión	Cochabamba	Sipe Sipe
9	Manejo Integral de la Cuenca Thola Pujro Fase I.	Inversión	Cochabamba	Tiquipaya
10	Manejo Integral para el Aprovechamiento Sostenible del Agua y Suelo en las zonas de confluencia en la Cuenca del Río Mizque. Provincia Campero (Omereque).	Inversión	Cochabamba	Omereque, Pasorapa y Aiquile
11	Proyecto Manejo Integral de las Subcuencas Julpe y Pojo. Provincia José Carrasco.	Inversión	Cochabamba	Totora, Pocona y Pojo

12	Manejo Integral de la cabecera de la Cuenca del Río Mizque. Provincia Mizque.	Inversión	Cochabamba	Mizque, Alalay y Vila Vila
13	Manejo Integral de la Cuenca Minera Colquechaca Fase I.	Preinversión	Potosí	Colquechaca
14	Proyecto Manejo Integral de la Cuenca del Río Acasio.	Inversión	Potosí	Acasio
15	Proyecto Manejo Integral de la Cuenca de los Ríos Iturata, Huaraya y Ticanoma.	Inversión	Potosí	Sacaca
16	Plan de Manejo Integral de la Cuenca Pocoata Fase I.	Inversión	Potosí	Pocoata
17	Proyecto Plan de Manejo Integral de la Cuenca Huanacoma Fase II.	Inversión	Potosí	Caripuyo
18	Manejo Integrado de la Cuenca del Río Yapacaní.	Preinversión	Santa Cruz	Yapacaní
19	Protección de Riberas y Puente del Río Yapacaní.	Inversión	Santa Cruz	Yapacaní
20	Plan de Gestión de la Cuenca de Comarapa - Saipina bajo enfoque de cooperación local.	Inversión	Santa Cruz	Comarapa
21	Protección de Riberas y Manejo Silvopastoril en la Cuenca Baja del Río Grande Sector Cuatro Cañadas.	Inversión	Santa Cruz	Cuatro Cañadas
22	Defensivos en el Río Grande Construcción del Dique Longitudinal Zona la Manga - La Palmita, San Julián.	Inversión	Santa Cruz	San Julián
23	Manejo Integral de la Microcuenca Kapajtala.	Inversión	Chuquisaca	Tarvita (Villa Arias)
24	Manejo Integral de la Cuenca de aporte de la Presa Pitulillo.	Inversión	Chuquisaca	Zudañes
25	Manejo Integral de la Cuenca de aporte de la Presa Escaleras.	Inversión	Chuquisaca	Villa Serrano y Tomina
26	Proyecto Manejo Integral de la Cuenca Collpa.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Cochabamba	Tacopaya
27	Proyecto Manejo Integral de la Subcuenca Quinamara.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Potosí	San Pedro de Buena Vista
28	Proyecto Manejo Integral de la Cuenca Palca.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Cochabamba	Pojo
29	Plan de Manejo Integral de la Subcuenca Yuraj Molino.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Cochabamba	Pocona
30	Cuenca Chacamayu.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Potosí	Llallagua
31	Proyecto Manejo Integral de la Cuenca Tapacari.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Potosí	Arampampa
32	Proyecto Manejo Integral de la Microcuenca Calojsa.	Preinversión (Fiesta Nal. Agua)	Potosí	Chayanta

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

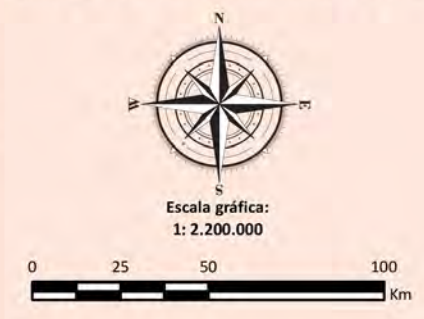
**MAPA DE PROYECTOS GIRH/MIC**



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)



**Imagen 30.** Medidas GIRH/MIC aplicadas en proyectos de cuenca.



- A. Construcción de defensivos (gaviones), río Pirá (Municipio de Cuatro Cañadas) – Foto: SEARPI.
- B. Cultivos en contorno, cuenca de Quinamara (Municipio de San Pedro de Buena Vista) – Foto: VRHR.
- C. Atajado, cuenca de Tapacari (Municipio de Arampampa) – Foto: VRHR.
- D. Control de Carcavas, cuenca Chocaya (Municipio de Quillacollo) – Foto: VRHR.
- E. Fiesta del Agua (Municipio de Torotoro) – Foto: VRHR.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

## PROYECTOS DE RIEGO

El mapa de proyectos de riego de la CRG muestra la ubicación de cada proyecto de riego en diferentes estados de avance como ser: Licitación, Ejecución, Conclusión, Programados, Recepción Provisional, etc. Los proyectos son ejecutados por diferentes instituciones tales como: FPS, GAD, GAM, EMAGUA y PRONAREC.

Así mismo se tienen una serie de proyectos de riego, distribuidos de manera concentrada en la parte alta y media de la cuenca y de manera más dispersa en la parte baja. Tales proyectos se relacionan a la construcción y ampliación de sistemas de riego. Estos proyectos están en una constante dinámica debido a que continuamente se están generando proyectos en el sector.

**Cuadro 32. Proyectos de riego ejecutados dentro de la CRG (2007 – 2012).**

Nro.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	NOMBRE PROYECTO
1	Chuquisaca	Tomina	El Villar	Construcción Sistema Riego COMUNIDAD SAN BLAS FASE I
2	Chuquisaca	Tomina	Padilla	Construcción Sistema Riego MILLU KJARA
3	Chuquisaca	Oropeza	Poroma	Construcción Sistema Microriego CHILLCANI
4	Chuquisaca	Oropeza	Poroma	Construcción Sistema Microriego HUAPI
5	Chuquisaca	Zudañez	Presto	Construcción Sistema Microriego PASOPAYA
6	Chuquisaca	Zudañez	Presto	Construcción Sistema Microriego PASOPAYITA
7	Chuquisaca	Tomina	Sopachuy	Construcción Sistema Microriego SIPICANI
8	Chuquisaca	Oropeza	Sucre	Construcción Sistema Microriego MARAPAMPA
9	Chuquisaca	Oropeza	Sucre	Construcción Sistema Microriego PICACHULO
10	Chuquisaca	Oropeza	Sucre	Construcción Sistema Microriego SOJTAMAYU
11	Chuquisaca	Yamparáez	Tarabuco	Construcción Sistema Microriego YOROMA
12	Chuquisaca	Yamparáez	Tarabuco	Ampliación Sistema Microriego SAN JOAQUÍN DE QUISCOLY
13	Chuquisaca	Azurduy	Tarvita (Villa Arias)	Construcción Sistema Riego NOGAL PAMPA - KUÑURI PAMPA
14	Chuquisaca	Tomina	Tomina	Construcción Sistema Microriego OLOPO
15	Chuquisaca	Tomina	Tomina	Construcción Sistema Microriego CORSO
16	Chuquisaca	Tomina	Villa Alcalá	Construcción Micropresa Sistema Microriego KASPI CANCHA
17	Chuquisaca	Belisario Boeto	Villa Serrano	Construcción Sistema Microriego ALTO SECO

18	Chuquisaca	Belisario boeto	Villa Serrano	Construcción Sistema Microriego EL FUERTE -EL ABRA
19	Chuquisaca	Yamparáez	Yamparaez	Construcción Sistema Microriego SAN JOSE MOLLES
20	Chuquisaca	Yamparáez	Yamparaez	Construcción Sistema de Microriego CATANA
21	Chuquisaca	Yamparáez	Yamparaez	Construcción Sistema Microriego SOTOMAYOR SECTOR PAMPA HUMA
22	Chuquisaca	Zudañez	Villa Zudañez (Tacopaya)	Construcción presa Microriego CABRA CANCHA - SECTOR SANTA ELENA
23	Chuquisaca	Zudañez	Villa Zudañez (Tacopaya)	Ampliación Sistema Microriego SAUCES
24	Chuquisaca	Zudañez	Villa Zudañez (Tacopaya)	Construcción Sistema de Microriego YAMPARA LLAVE
25	Cochabamba	Campero	Aiquile	Construcción Sistema Riego LORO MAYU
26	Cochabamba	Mizque	Alalay	Construcción Sistema Riego AYAPAMPA PALCA
27	Cochabamba	Esteban Arze	Anzaldo	Construcción Sistema Microriego JATUN PUJRU
28	Cochabamba	Arani	Arani	Construcción Sistema Microriego POCOATA
29	Cochabamba	Arani	Arani	Construcción Sistema de Riego NUEVA ALIANZA-HUAYCHAPATA
30	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego VILLA IMPERIAL
31	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego VILLA MERCEDES
32	Cochabamba	Arque	Arque	Construcción Sistema Microriego CARAMARCA
33	Cochabamba	Arque	Arque	Construcción Sistema Microriego WAYLLANI
34	Cochabamba	Arque	Arque	Construcción Sistema Microriego VILA VILA
35	Cochabamba	Bolívar	Bolívar	Construcción Sistema Microriego CHALLOMA
36	Cochabamba	Bolívar	Bolívar	Construcción Sistema Microriego PAMPAJASI
37	Cochabamba	German Jordan	Cliza	Construcción Sistema Microriego PRESURIZADO CLIZA
38	Cochabamba	Quillacollo	Colcapirhua	Construcción Sistema Riego Canal COLLPA PAMPA BAJO
39	Cochabamba	Quillacollo	Colcapirhua	Construcción Perforación Pozos para Riego COLCAPIRHUA
40	Cochabamba	Punata	Cuchumuela (V. Gualberto Villarroel)	Ampliación Sistema Microriego CUCHUMUELA
41	Cochabamba	Mizque	Mizque	Construcción Sistema de Microriego TUCMA PALMAR
42	Cochabamba	Mizque	Mizque	Construcción Sistema Microriego SUBCENTRAL KURY

43	Cochabamba	Mizque	Mizque	Ampliación Sistema Riego CHAGUARANI CHICO	69	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Construcción Sistema Microriego SAUCINI GRANDE
44	Cochabamba	Campero	Omereque	Construcción Sistema Microriego ESMERALDA-JABONCILLO-ESQUINA	70	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Construcción Sistema Microriego ARCE RANCHO
45	Cochabamba	Campero	Omereque	Ampliación Sistema Microriego PUCARA	71	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Construcción Sistema Microriego CAPORAYA
46	Cochabamba	Campero	Pasorapa	Construcción Sistema Riego PAMPAS	72	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Construcción Sistema Microriego ESQUINA
47	Cochabamba	Campero	Pasorapa	Construcción Sistema Microriego Atajados CHAKYLAGUNA-ARRAYAN-SUBCENTRAL SEIBAS	73	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Ampliación Sistema Microriego LONDO-CHOGOPANI-POQUERA
48	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Construcción Sistema Riego Tubería OQHOLLUMAYU-CUESTA PUNTA BAJA	74	Cochabamba	Capinota	Sicaya	Construcción Sistema Riego CHOJÑAPAMPA
49	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Ampliación Sistema Microriego BANDA RANCHO	75	Cochabamba	Capinota	Sicaya	Construcción Sistema Riego CORATA
50	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Construcción Sistema Microriego WAYAPACHA	76	Cochabamba	Capinota	Sicaya	Construcción Sistema Microriego N. ESPERANZA 16 JULIO
51	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Construcción Sistema Microriego POTRERO	77	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Sistema de Riego TACACHI
52	Cochabamba	Carrasco	Pojo	Construcción atajados Riego ALISAR ADENTRO Y LAJAS	78	Cochabamba	Punata	Tacachi	Ampliación Sistema Riego HUAYÑACOTA
53	Cochabamba	Punata	Punata	Construcción Sistema de Riego SAN PABLO ROMAN CALLE	79	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Construcción Sistema Microriego CALLAJCHULLPA
54	Cochabamba	Punata	Punata	Construcción Sistema Microriego CHILLCAR	80	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Construcción Sistema Microriego CHIQUIRUYO
55	Cochabamba	Punata	Punata	Ampliación Sistema Microriego D-2 D-3	81	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Construcción Sistema Riego AQUERAN
56	Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo	Ampliación Sistema Microriego OKHOSURO	82	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Construcción Sistema Microriego JANKAKIRI-SAMI SAMI-CHIARCALA
57	Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo	Construcción Sistema Microriego SAPENCO	83	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema Microriego PATAPATANI
58	Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo	Construcción Sistema Microriego ILLATACO	84	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema Microriego PAMPA-AZAHUANI
59	Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo	Construcción Sistema Microriego Pozos V. ASUNCION-LLAQUINQUIRI-LIBERTAD-SAPENCO-OLLERIA (QUILLACOLLO)	85	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema Microriego MOLLINI
60	Cochabamba	Chapare	Sacaba	Ampliación Sistema Riego CHAKI KOCHA LLUSTA	86	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema Microriego CHILIZAYA-RODEO
61	Cochabamba	Chapare	Sacaba	Construcción Sistema Riego por aspersión QEWIÑAL	87	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema Microriego HUAYCULI
62	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Ampliación Sistema Microriego CHALLAQUE	88	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema Microriego HUASA RANCHO
63	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Construcción Sistema Microriego APILLAPA BAJO	89	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema Microriego PAMPA MAMATA
64	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Construcción Sistema Microriego SACABAMBA ALTO	90	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema Microriego QUELLUMAYU
65	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Ampliación Sistema Microriego QUECOMA ALTO SAN ISIDRO SAN PEDRO	91	Cochabamba	Quillacollo	Tiquipaya	Construcción Sistema Riego LAPHIA
66	Cochabamba	Punata	San Benito	Ampliación Sistema de Riego COMUNIDAD PABELLON A	92	Cochabamba	Tiraque	Tiraque	Construcción Sistema Riego CANALES KOARI Q'UEWIÑA D-18
67	Cochabamba	Punata	San Benito	Ampliación Sistema de Riego por Tubería SULTY KASAPATA	93	Cochabamba	German Jordan	Toco	Ampliación 8 Sistemas de Microriego en TOCO
68	Cochabamba	Punata	San Benito	Ampliación Sistema de Riego por Goteo ERO SAN LORENZO	94	Cochabamba	German Jordan	Toco	Ampliación Sistema Microriego TOCO
					95	Cochabamba	German Jordan	Tolata	Construcción Sistema Microriego SUR DE TOLATA

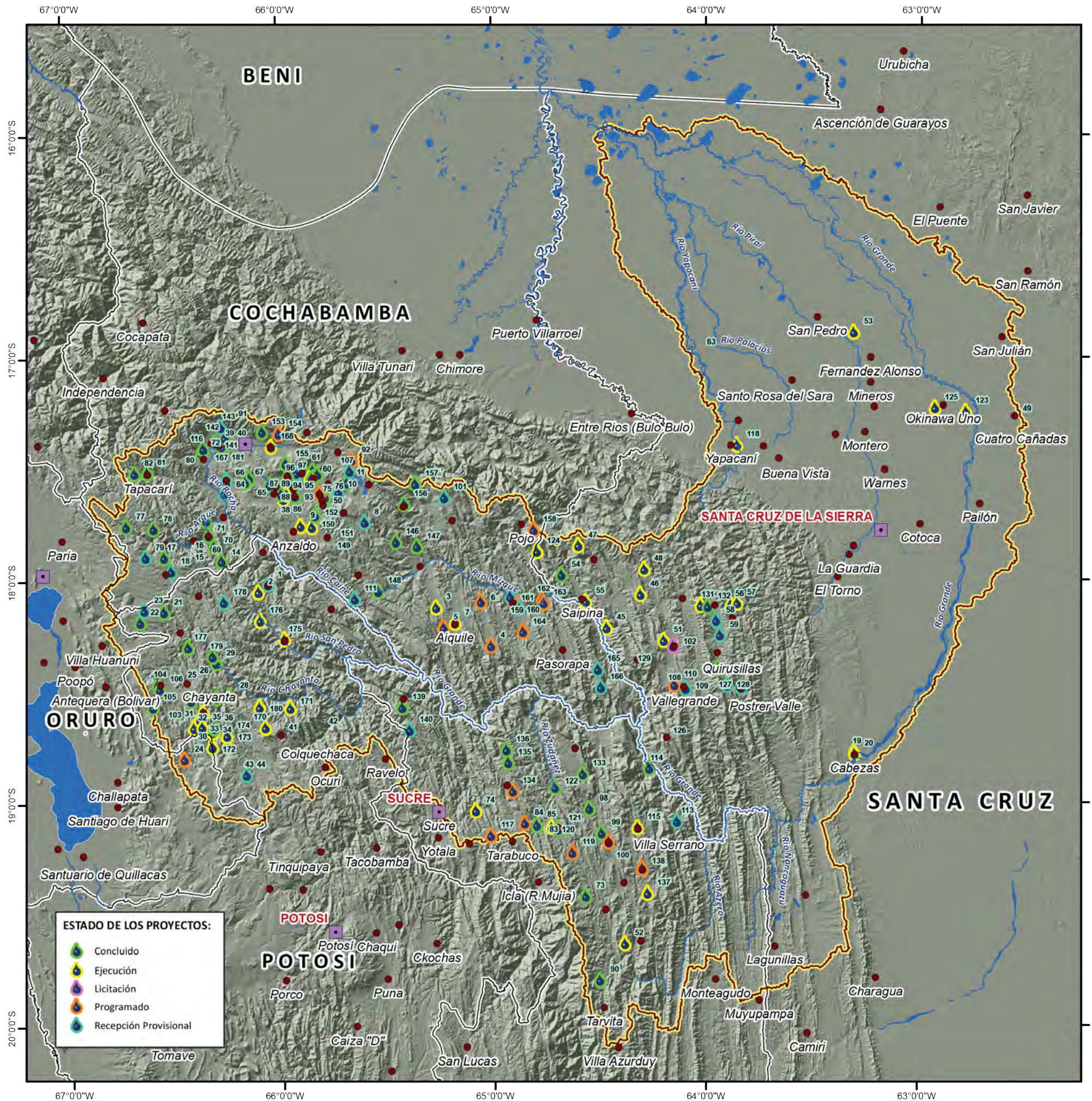
96	Cochabamba	German Jordan	Tolata	Construcción Sistema Microriego Comunidades TOLATA	122	Potosí	Rafael Bustillo	Llallagua	Construcción Atajados CHIRU CHIRU
97	Cochabamba	Carrasco	Totora	Construcción Sistema Microriego EPIZANA	123	Potosí	Chayanta	Ocuri	Construcción Sistema Microriego COMUNIDAD PERKAS
98	Cochabamba	Arani	Vacas	Construcción Sistema Riego CAÑADA GRANDE	124	Potosí	Chayanta	Ocuri	Construcción Sistema Microriego YARETA KASA - RANCHO CHIARAQUE
99	Cochabamba	Mizque	Vila Vila	Ampliación Sistema Microriego SOTASI	125	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema Microriego TUMPANI
100	Cochabamba	Quillacollo	Vinto	Construcción Sistema Riego SAN JORGE A	126	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema Microriego SARKA
101	Potosí	Gral. Bernardino Bilbao Rioja	Acasio	Construcción Microriego CUENCA RÍO ACASIO	127	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema Microriego PARACAYA
102	Potosí	Gral. Bernardino Bilbao Rioja	Acasio	Construcción Sistema Microriego Familiares TOTOROMA	128	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema de Microriego PACOTANCA
103	Potosí	Alonso de Ibáñez	Caripuyo	Construcción Sistema Microriego CATARIRI	129	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema de Microriego CHURICALA
104	Potosí	Alonso de Ibáñez	Caripuyo	Construcción Sistema Microriego HUANACOPAMPA	130	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema de Microriego SUQUI
105	Potosí	Alonso de Ibáñez	Caripuyo	Construcción Sistema Microriego QUEÑUANI	131	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego TOMOYO SECTOR PIARA
106	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Construcción Sistema Microriego COATACA	132	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego SOCORRO
107	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Construcción Sistema Microriego QUISI QUISI	133	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego QHUSMUATA
108	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Construcción Sistema Microriego QUILA QUILA	134	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego HUARIPAMPA
109	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Construcción Sistema de Microriego AYLLU CHAYANTAKA	135	Potosí	Alonso de Ibáñez	Sacaca	Construcción Sistema Microriego COMUNIDADES TAYPILOMA - JANCO APACHETA - AYURI - CHIWIRITA - MALLCUCHAPI
110	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Construcción Sistema de Microriego ENTRE RIOS	136	Potosí	Alonso de Ibáñez	Sacaca	Ampliación Sistema Microriego VILACIRCA
111	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego CHOCO CHOCO	137	Potosí	Charcas	S. Pedro de Buena Vista	Construcción Sistema de Microriego COMUNAL LACAYA
112	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego PHIÑURI	138	Potosí	Charcas	S. Pedro de Buena Vista	Construcción Sistema de Microriego COMUNAL PLAYA HUATAQUE (S. PEDRO DE BUENA VISTA)
113	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego MARCAVI	139	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego LAGUNILLAS
114	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego IRPA IRPA ALTA	140	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Ampliación Sistema Microriego PAMPOYO
115	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego PAIRUMANI	141	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema de Microriego por ASPERSIÓN CUTUTO
116	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego CATARFAYA	142	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego PIRQUIÑA
117	Potosí	Rafael Bustillo	Chuquiuta	Construcción Sistema Microriego VILA VILA	143	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Comarapa	Construcción Sistema Microriego ANAMAL
118	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego CALOJSA BAJA	144	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Comarapa	Construcción Sistema Microriego SAN PEDRO
119	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego CHULLPA CKASA	145	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Comarapa	Construcción Sistema Microriego LOS PINOS
120	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego TARAMARCA 01	146	Santa Cruz	Ñuflo de Chavez	Cuatro Cañadas	Construcción Sistema Microriego por ASPERSIÓN MONTE RICO
121	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego TARAMARCA 02					

147	Santa Cruz	Vallegrande	Trigal	Construcción Sistema Riego EL KJASLLO - TORREHUAYCO	173	Chuquisaca	Tomina	Tomina	Construcción Sistema Microriego ARQUILLOS WASA CHACRA
148	Santa Cruz	Obispo Santiestevan	Puerto Fernandez Alonzo	Construcción Sistema Microriego AGUAHI	174	Chuquisaca	Tomina	Villa Alcala	Construcción Microrepresa Sistema Microriego TABLAMAYU
149	Santa Cruz	Florida	Mairana	Construcción Sistema Microriego TODOS SANTOS	175	Chuquisaca	Azurduy	Villa Azurduy	Construcción Sistema Microriego SAN GERONIMO
150	Santa Cruz	Vallegrande	Moro Moro	Construcción Sistema Riego LAS ABRAS	176	Chuquisaca	Belisario boeto	Villa Serrano	Ampliación Sistema Microriego ALTO SECO
151	Santa Cruz	Warnes	Okinawa	Ampliación Sistema Microriego NUEVA ESPERANZA	177	Chuquisaca	Zudañez	Villa Mojocoya	Construcción Micropresa Sistema Microriego SALANCACHI
152	Santa Cruz	Warnes	Okinawa	Ampliación Sistema Microriego JUNTA PAILON	178	Chuquisaca	Yamparaez	Yamparaez	Construcción Micropresa Sistema Microriego MOLLE PUNKU
153	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Construcción Sistema Riego POSTRER VALLE	179	Chuquisaca	Zudañez	Villa Zudañez (Tacopaya)	MEJ. Sistema Microriego COILOLO, SAN ANTONIO ROSAS MAYU
154	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Construcción Sistema Riego TIERRAS NUEVAS	180	Cochabamba	Campero	Aiquile	Construcción Sistema de Riego LITUS PAMPA
155	Santa Cruz	Vallegrande	Pucara	Construcción Sistema Microriego LA CAÑADA	181	Cochabamba	Campero	Aiquile	Construcción Sistema de Riego JARKA MAYU
156	Santa Cruz	Florida	Quirusillas	Construcción Sistema Microriego RASETE	182	Cochabamba	Mizque	Alalay	Sistema de Riego MUYURINA
157	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Saipina	Ampliación Sistema Microriego OCONI	183	Cochabamba	Esteban Arze	Anzaldo	Construcción Microrepresa para Riego BUENA VISTA
158	Santa Cruz	Florida	Samaipata	Construcción Sistema Microriego ALISOS	184	Cochabamba	Esteban Arze	Anzaldo	Construcción Sistema Microriego HUMAPIRHUA
159	Santa Cruz	Florida	Samaipata	Construcción Sistema Microriego PIEDRAS BLANCAS	185	Cochabamba	Arani	Arani	Construcción Sistema Microriego CHAUPIRANCHO-CHEKEJMAYU-ETEROVICH-PUKA ORGO
160	Santa Cruz	Florida	Samaipata	Construcción Sistema Microriego MONTEAGUDO	186	Cochabamba	Arani	Arani	Construcción Sistema Microriego COLKA I - COLKA II-COLPA-PABELLON
161	Santa Cruz	Florida	Samaipata	Construcción Sistema Microriego EL SURTIDOR	187	Cochabamba	Arani	Arani	Construcción Sistema Microriego JUZGADO - VILLA CARMEN
162	Santa Cruz	Ichilo	San Juan	Construcción Sistema Microriego PRODUC. ARROZ INUNDADO	188	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego CANTO COPAPUJO
163	Santa Cruz	Vallegrande	Vallegrande	Construcción Sistema Riego SAN JUAN DEL CHACO	189	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego COPAPUJO VIEJO
164	Chuquisaca	Tomina	El Villar	Construcción Sistema Microriego YOTALA FASE II	190	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego ARPITA
165	Chuquisaca	Tomina	El Villar	Construcción Sistema Microriego BRIONES	191	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego MAMANACA
166	Chuquisaca	Tomina	Padilla	Construcción Sistema Microriego PEDERNAL	192	Cochabamba	Esteban Arze	Arbieto	Construcción Sistema Microriego COPAPUJO NUEVO
167	Chuquisaca	Oropeza	Poroma	Construcción Sistema Microriego QUILA QUILILLA	193	Cochabamba	Arque	Arque	Construcción Sistema Riego PERAZANI-TARACACHY VINTO
168	Chuquisaca	Zudañez	Presto	Construcción Sistema Micro Presa, Microriego MACHACA	194	Cochabamba	Bolivar	Bolivar	Construcción Sistema de Microriego CHAMPOJO
169	Chuquisaca	Tomina	Sopachuy	Ampliación Sistema Microriego SIPICANI	195	Cochabamba	Bolivar	Bolivar	Construcción Sistema de Microriego ARCO
170	Chuquisaca	Yamparaez	Tarabuco	Construcción mejotamiento Microriego MOLLE MAYU	196	Cochabamba	Capinota	Capinota	Revestimiento Sistema de Riego CHIÑIRI - BUEN RETIRO
171	Chuquisaca	Azurduy	Tarvita (Villa Arias)	Construcción Micro Represa Sistema Microriego SAN MIGUEL MARCANI					
172	Chuquisaca	Tomina	Tomina	Construcción Sistema de Microriego PAMPAS ARRIBA					

197	Cochabamba	Cercado	Cochabamba	Ampliación Sistema Riego SINDICATO CAICO ALTO	224	Cochabamba	Quillacollo	Sipe Sipe	Mejoramiento Sistema Riego para el Cantón MALLCO RANCHO
198	Cochabamba	German Jordan	Cliza	Construcción Sistema Microriego DISTRITOS A,B,C Y D	225	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Sistema de Microriego KOCHIPATA
199	Cochabamba	Quillacollo	Colcapirhua	Construcción Sistema de Microriego CHIJLLAWIRI NORTE-COLLAPAMPAMBA BAJO	226	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Tanque de Almacenamiento P/ Riego MARCELO QUIROGA
200	Cochabamba	Quillacollo	Colcapirhua	Mejoramiento Canal de Riego CHIJLLAWIRI SUD	227	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Sistema de Microriego Huerta PATA
201	Cochabamba	Mizque	Mizque	Construcción Galería Filtrante y Canales Secundarios VALLE DE TINTIN	228	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Sistema de Microriego CAPILLANI
202	Cochabamba	Mizque	Mizque	Construcción Sistema de Microriego CHAGUARANI	229	Cochabamba	Punata	Tacachi	Construcción Sistema Microriego HUAYÑACOTA
203	Cochabamba	Mizque	Mizque	Construcción Galería Filtrante PUCA PILA	230	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Sistema Microriego CORRAL
204	Cochabamba	Campero	Omereque	Revestimiento Canal de Riego SAN CARLOS	231	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Sistema Microriego SACHA CAIMANI
205	Cochabamba	Campero	Pasorapa	Construcción Sistema de Riego TOYOTA BAJA	232	Cochabamba	Arque	Tacopaya	Sistema Microriego COMUNIDAD CHAQUILLA
206	Cochabamba	Campero	Pasorapa	Mejoramiento y Ampliación Microriego BAÑADO REDONDO	233	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema de Microriego VILLA CHORO MACHACAMARQUITA SALLANI
207	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Sistema de Riego por Tubería MERUVIA MONTE KASA	234	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema de Microriego JATUN CIENEGA
208	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Sistema de Riego por Tubería MAYUN PUNCU	235	Cochabamba	Tapacari	Tapacari	Construcción Sistema de Microriego por Aspersión - CHILLIHUANI
209	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Sistema de Riego por Tubería PAJCHA CHIUCHI ABAJO	236	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema de Microriego PUJYUNI
210	Cochabamba	Carrasco	Pocona	Sistema de Riego por Tubería HACIENDA PAMPA - HUERTA KUCHO	237	Cochabamba	Esteban Arze	Tarata	Construcción Sistema de Microriego VILLA CARREÑO
211	Cochabamba	Carrasco	Pojo	Construcción Sistema de Riego ORQHOYUJ LAGUNA	238	Cochabamba	Quillacollo	Tiquipaya	Construcción Presa SAYTU KHOCHA
212	Cochabamba	Punata	Punata	Construcción Revestimiento Canales P/Riego BELZU-VILLA CARMEN - SAN JOSÉ	239	Cochabamba	Quillacollo	Tiquipaya	Construcción Sistema Microriego por Aspersión TITIRI
213	Cochabamba	Punata	Punata	Construcción Canalización para Riego CHAUPISUYU BAJO	240	Cochabamba	Tiraque	Tiraque	Construcción Canal de Aducción WAKA WASI-CHAGO-KALIANAPAMPA
214	Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo	Construcción Sistema de Riego POTRERO	241	Cochabamba	German Jordan	Toco	Construcción Sistema de Riego TOCO
215	Cochabamba	Chapare	Sacaba	Mejoramiento Sistema de Riego CHALLAMAYU	242	Cochabamba	German Jordan	Tolata	Construcción Sistema Microriego POR ASPERSIÓN CHACAPATA-TOLATA
216	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Construcción Ampliación canal de Riego QUECOMA ALTO - V5 ISIDRO	243	Cochabamba	Carrasco	Totora	Sistema de Riego TUNAS PLAYA
217	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Construcción Sistema de Riego YUNCATAQUI	244	Cochabamba	Carrasco	Totora	Ampliación Sistema Microriego LAUCHAMA - VALADEROS - ZANJA ALTO
218	Cochabamba	Esteban Arze	Sacabamba	Sistema Microriego TOMA PUNKO	245	Cochabamba	Carrasco	Totora	Construcción Micro Presa AGUADA FIERO MAYU ASKA YACU
219	Cochabamba	Punata	San benito	Perforación Pozo Profundo Microriego FIADA	246	Cochabamba	Carrasco	Totora	Ampliación Canales Terciarios y Sifón Sistema de Riego LAUCHAMA Z9
220	Cochabamba	Punata	San benito	Construcción Pozo Profundo y Sistema de Riego SUNCHUPAMPA IGLESIA	247	Cochabamba	Punata	Cuchumuela (V. Gualberto Villarroel)	Construcción Sistema Microriego Aspersión CUCHUMUELA
221	Cochabamba	Punata	San benito	Construcción Pozo Profundo y Sistema de VILLA VERDE	248	Cochabamba	Punata	Cuchumuela (V. Gualberto Villarroel)	Construcción Sistema Microriego TOJRACOLLO
222	Cochabamba	Capinota	Santivañez	Construcción Sistema de Riego PAMPA CHURIGUA					
223	Cochabamba	Capinota	Sicaya	Sistema de Microriego PUCARA					

249	Cochabamba	Arani	Vacas	Construcción Sistema de Riego MISUKANI	272	Potosí	Charcas	Torotoro	Construcción Sistema Microriego Familiares SUBCENTRAL PALLA PALLA Y ARARIA
250	Cochabamba	Arani	Vacas	Construcción Sistema de Riego ALTO LOMAN A y B	273	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego JACHOJO
251	Cochabamba	Mizque	Vila Vila	Riego por Aspersión en la Comunidad SIKIMIRA	274	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego PUCA CALACHULLPA
252	Cochabamba	Mizque	Vila Vila	Construcción Microriego por ASPERSIÓN TOCTOMA	275	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego TOMOYO
253	Cochabamba	Quillacollo	Vinto	Ampliación Sistema Microriego CHINCHILLA	276	Potosí	Rafael Bustillo	Uncia	Construcción Sistema Microriego por BOMBEO JAYO JAYO
254	Cochabamba	Quillacollo	Vinto	Construcción Sistema de Riego PAIRUMANI - ISCAYPATA	277	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Comarapa	Mejoramiento de Sistema Microriego ABRA de CAPILLA
255	Potosí	Gral. Bernardino Bilbao Rioja	Acasio	Construcción Sistema Microriego FAM PIRQUINA	278	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Comarapa	Construcción de Revestimiento de Canales Comunidad CAPILLA
256	Potosí	Gral. Bernardino Bilbao Rioja	Acasio	Construcción Sistema Microriego FAM TURQUIZA	279	Santa Cruz	Ñuflo de Chavez	Cuatro Cañadas	Construcción Sistema de Riego Comunidad SAN MIGUEL de LOS ANGELES
257	Potosí	Rafael Bustillo	Chayanta	Mejoramiento Microriego PUNTERA	280	Santa Cruz	Ñuflo de Chavez	Cuatro Cañadas	Construcción Sistema Microriego por Aspersión Comunidad VILLA PRIMAVERA
258	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego SALINAS BAJA	281	Santa Cruz	Vallegrande	Trigal	Construcción Sistema de Riego MUYURINA
259	Potosí	Chayanta	Colquechaca	Construcción Sistema Microriego ISCAYOMA - CHACARANI	282	Santa Cruz	Florida	Mairana	Construcción Sistema Riego BELLA VISTA
260	Potosí	Chayanta	Ocuri	Construcción Sistema Microriego SORATIRI	283	Santa Cruz	Florida	Mairana	Construcción Sistema Microriego LAS CRUCES
261	Potosí	Chayanta	Ocuri	Ampliación Sistema Microriego COLCAPUJYO	284	Santa Cruz	Warnes	Okinawa	Construcción Sistema de Microriego VILLA REYES
262	Potosí	Chayanta	Ocuri	Construcción Sistema Microriego CONDORQUIÑA - CARACHUYO	285	Santa Cruz	Chiquitos	Pailon	Construcción Sistema de Riego por Goteo Comunidad 25 de MAYO
263	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema Riego SENAJO	286	Santa Cruz	Chiquitos	Pailon	Construcción Sistema de Riego Comunidad ROSALCENTRO
264	Potosí	Chayanta	Pocoata	Construcción Sistema Microriego VINAYA DISTRITO SUYKHATA	287	Santa Cruz	Florida	Pampa Grande	Mejoramiento de Sistema Microriego EL PACAY - LOS NEGROS
265	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego SANTIAGO DE TUERO	288	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Construcción Sistema Riego EL MOLINO
266	Potosí	Chayanta	Ravelo	Construcción Sistema Microriego CHOCO CHURO	289	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Construcción Sistema Riego LA LADERA
267	Potosí	Alonso de Ibáñez	Sacaca	Construcción Microriego CARCOMA	290	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Ampliación de Construcción Sistema de Riego TIERRAS NUEVAS
268	Potosí	Alonso de Ibáñez	Sacaca	Construcción Microriego PATAPATANI	291	Santa Cruz	Vallegrande	Postrevalle	Ampliación de Construcción Sistemas de Riego POSTRER VALLE
269	Potosí	Charcas	S. Pedro de Buena Vista	Construcción Sistema Microriego Familiares CHIQUIPAMPA, LINDE, HUAPAQUE, BANDURIRI, Q'OTI Q'OTIRI	292	Santa Cruz	Vallegrande	Pucara	Construcción Sistema Riego SALSIPUEDES CHICO
270	Potosí	Charcas	S. Pedro de Buena Vista	Construcción Sistema Microriego Familiares HUARACA BAJA, LUPE LUPE, KHUCHU RANCHO	293	Santa Cruz	Manuel Maria Caballero	Saipina	Ampliación Canales de Riego RIO MIZQUE SAN RAFAEL
271	Potosí	Charcas	S. Pedro de Buena Vista	Construcción Sistema Microriego Familiares QOCHU, WAYQUEYAPU, CHARAWAYTO	294	Santa Cruz	Florida	Samaipata	Construcción Microriegos Obras Hidráulicas COMUNIDADES ALISOS, PIEDRAS BLANCAS, ACHIRA
					295	Santa Cruz	Vallegrande	Vallegrande	Construcción Sistema de Riego TUCUMANCILLO

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego  
 Plan Director de la Cuenca del Río Grande

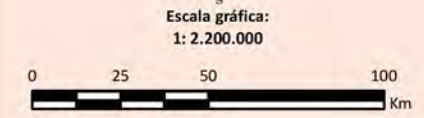
**MAPA DE PROYECTOS DE RIEGO**



- SIMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)





*Pesca en el río Grande*  
*Fuente: Gutiérrez*

# SOCIOECONÓMICO

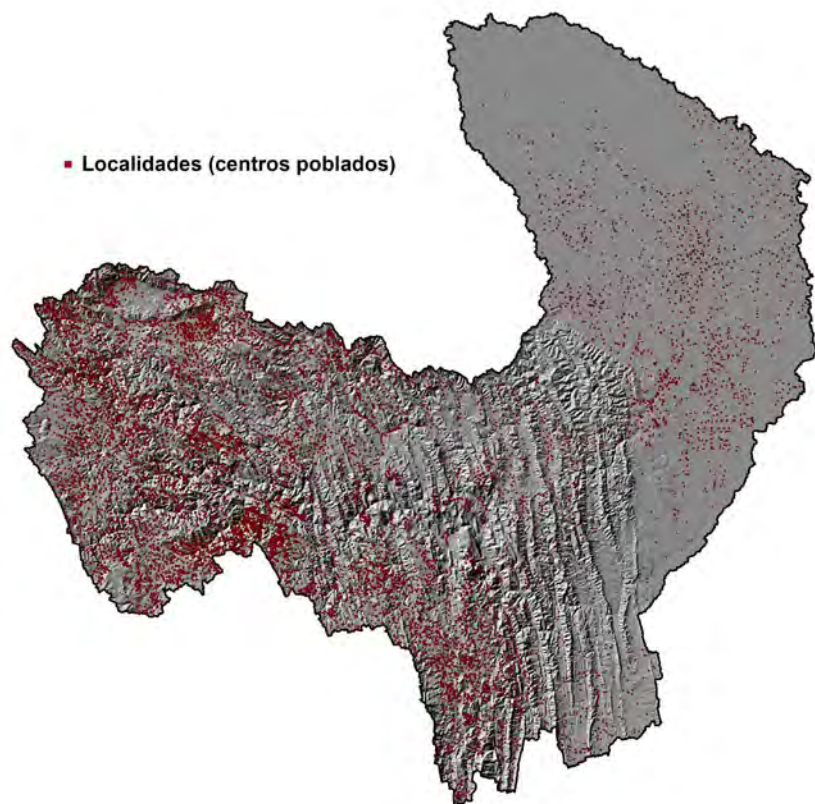


# POBLACIÓN

La población total dentro la CRG en base a datos del Instituto Nacional de Estadística (INE - Censo 2001) llega a 3,275,229 habitantes. Donde los rasgos y factores físico naturales existentes dentro la cuenca dan las condicionantes para los asentamientos poblacionales, que se expresa a través del grado de urbanización (población urbana/población rural) y densidad poblacional. Cada población tiene un potencial natural, relacionado a aspectos socioeconómicos e históricos que hacen que unos desarrollen más que otros.

Generalmente las poblaciones de mayor tamaño, actividad y funciones ejercen influencia sobre los poblados menores, llegando a consolidarse una red de poblaciones, donde los centros mayores ofrecen servicios especializados a los centros menores en su área de influencia, conformando interdependencia según la jerarquía de cada centro. En consecuencia, la población llega a conformar conglomerados demográficos, de acuerdo a su distribución espacial dentro la cuenca (Figura 88).

**Figura 88. Distribución de centros poblados dentro la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del INE (2001).

## Población por unidad hidrográfica

Con el fin de analizar la distribución de la población (en base a datos del INE – Censo 2001) se consideró la suma de habitantes de las localidades que se encuentran distribuidos en los límites físicos de las diferentes unidades hidrográficas (UH) nivel 6<sup>37</sup> presentes en la CRG, a partir de una regionalización categorica de clases siguiendo la jerarquización del Banco Mundial y del entonces Viceministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (VVAH) bajo la siguiente relación:

**Cuadro 33. Categorización de clases según rangos poblacionales.**

Nro.	RANGO	DESCRIPCIÓN
1	< a 400 Habitantes	Comunidades Nucleadas
2	401 a 2,000 Habitantes	Pueblos
3	2,001 a 5,000 Habitantes	Centros Urbanos Menores
4	5,001 a 20,000 Habitantes	Ciudades Menores
5	20,001 a 50,000 Habitantes	Ciudades Intermedias
6	> a 50,000 Habitantes	Ciudades Mayores

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a VVAH – Banco Mundial.

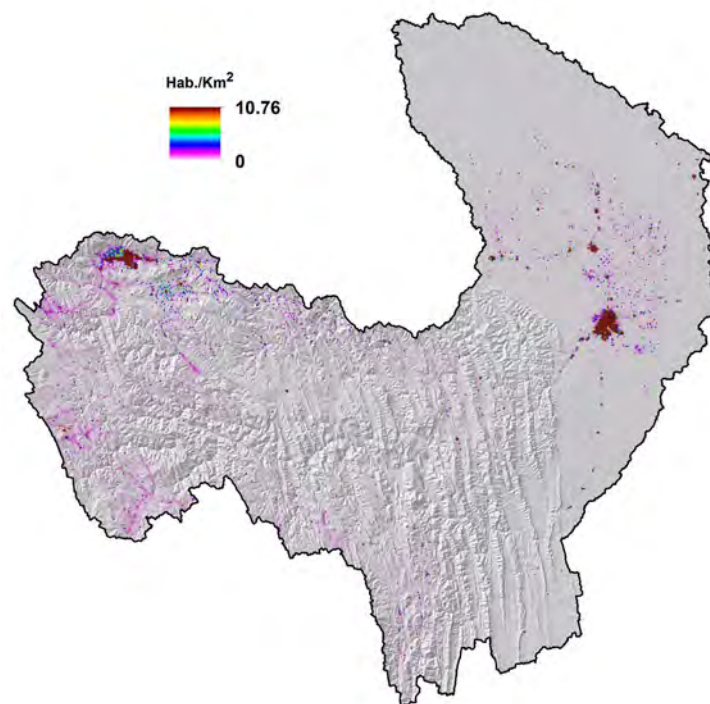
De esta forma, de las 135 UH en nivel 6, 8 son las más pobladas llegando a formar dentro su límite ciudades mayores con 2,408,019 habitantes que representan el 73.52% de la población total de la CRG. Entre las que se pueden mencionar a la urbe de la ciudad de Cochabamba y sus localidades aledañas (UH 466985 y 466986) con 865,995 habitantes, a la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y sus localidades aledañas (UH 466893 y 466931) con 1,243,130 habitantes y a los centros poblados con características mineras como son Llallagua, Uncia y Chayanta y sus alrededores (UH 466999 y 466996) con 122,094 habitantes, mientras que en las restantes 127 UH se distribuye el restante 26.48% de las cuales 19 UH tienen menos de 400 habitantes llegando a formar núcleos comunales y 18 no tienen habitantes.

## Densidad demográfica

La densidad demográfica es una medida que permite dimensionar la presión que se ejerce sobre el territorio dentro la cuenca, siendo fundamental en la estructura de los sistemas de asentamiento humanos. A nivel de la CRG la densidad demográfica tiende a ser más elevada en las urbes de la ciudad de Cochabamba y Santa Cruz (Figura 89).

37 En nivel 6 se tienen 135 unidades hidrográficas dentro la CRG.

**Figura 89. Densidad demográfica presente en la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del INE (2001).

Regionalizando la densidad demográfica por cada UH nivel 6, en una relación de población y superficie de acuerdo al número de personas que habitan en cada una, se tiene las siguientes categorías:

**Cuadro 34. Categorización de clases según densidad demográfica.**

Nro.	RANGO
1	< 10 Hab./Km <sup>2</sup>
2	10.1 – 50 Hab./Km <sup>2</sup>
3	50.1 – 100 Hab./Km <sup>2</sup>
4	100.1 – 500 Hab./Km <sup>2</sup>
6	> 500 Hab./Km <sup>2</sup>

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Donde 65 UH de las 135 tienen menos de 10 habitantes por km<sup>2</sup>, que se debe a la heterogeneidad territorial de los límites biofísicos de cada una. Asimismo, se tienen UH pequeñas con una alta densidad, como es el caso de la UH 466882 donde se encuentra los centro poblados del municipio de General Saavedra y la UH 466895 con los centros poblados del municipio de El Torno, las cuales si bien no son las mas pobladas tienen una densidad entre 50 a 100 hab./km<sup>2</sup>;

contrariamente UH grandes como la UH 466996 donde se encuentran los centros poblados de los municipios de Chuquiaguata, Pocoata y Colquechaca y la UH 466938 donde están los centros poblados de los municipios de Lagunillas y Gutiérrez, presentan densidades bajas entre 10 a 50 y < 10 hab./km<sup>2</sup> respectivamente.

**Imagen 31. Vista aérea de la ciudad de Cochabamba y Santa Cruz.**



A. Ciudad de Cochabamba – Foto: L. Bjørnholm.

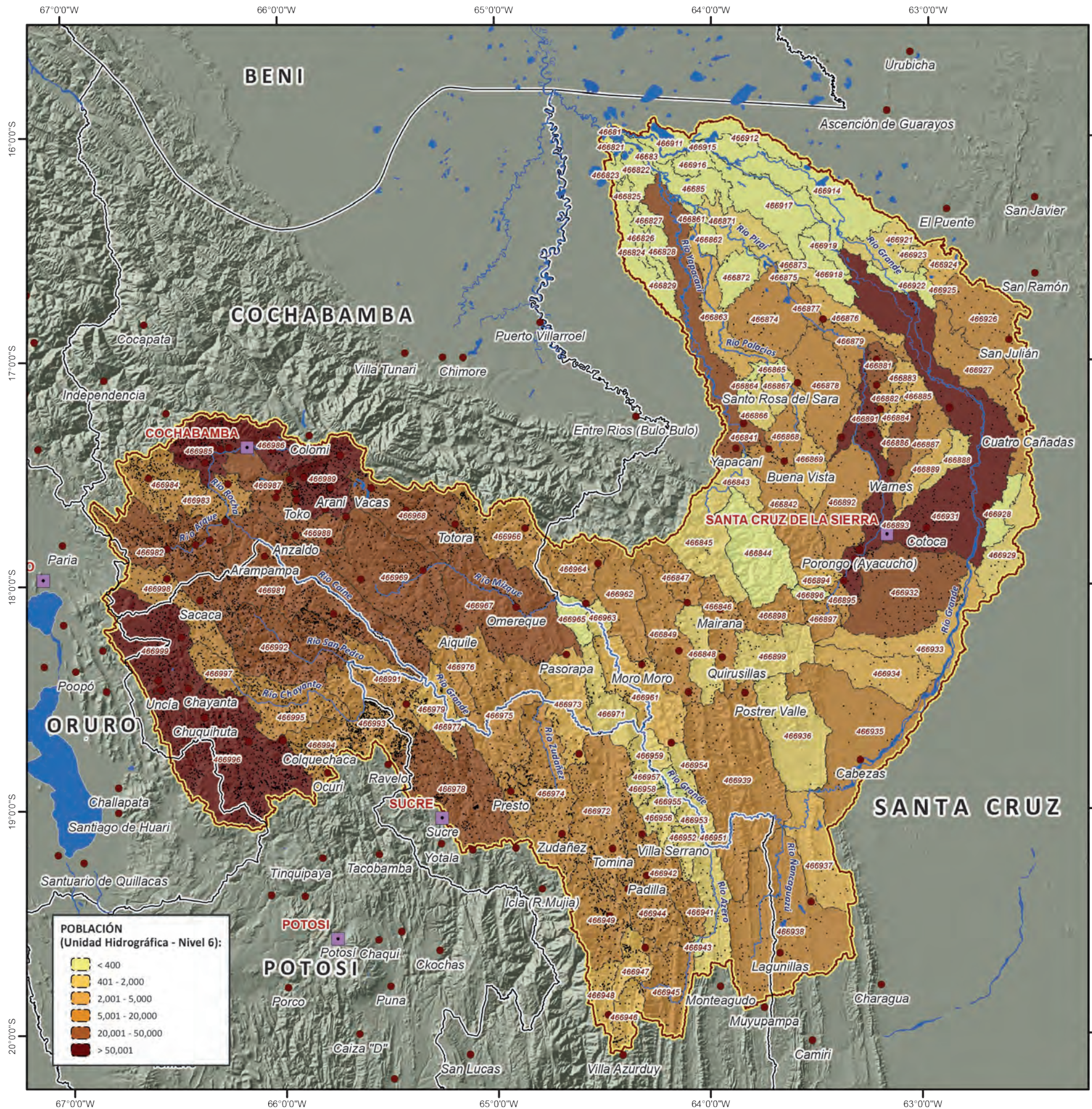
B. Ciudad de Santa Cruz – Foto: V. Giulianelli.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

**Cuadro 35. Población y densidad demográfica por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.**

NIVEL 6	POBLACIÓN	DENSIDAD	NIVEL 6	POBLACIÓN	DENSIDAD	NIVEL 6	POBLACIÓN	DENSIDAD	NIVEL 6	POBLACIÓN	DENSIDAD
466931	1,184,767	292.90	466937	2,969	2.71	466964	12,539	19.57	466948	3,540	9.68
466986	714,938	985.54	466933	2,962	2.46	466994	12,376	19.08	466979	3,519	5.95
466985	151,057	218.00	466924	2,496	7.50	466993	11,781	11.23	466896	235	2.31
466891	92,799	221.41	466894	2,401	10.45	466868	11,688	31.14	466872	233	0.58
466989	84,001	80.33	466946	2,392	6.43	466846	10,965	16.63	466917	210	0.20
466999	65,311	37.56	466947	2,182	5.81	466938	10,267	3.21	466827	199	1.94
466893	58,363	74.31	466863	2,145	2.73	466878	9,961	8.01	466928	198	0.62
466996	56,783	17.19	466876	2,079	4.53	466949	9,633	10.04	466965	180	0.68
466982	49,287	22.60	466929	1,884	2.71	466944	8,838	9.55	466977	165	9.19
466981	33,892	10.74	466875	1,727	27.95	466887	8,783	17.87	466864	151	1.84
466841	32,066	16.58	466956	1,668	5.23	466897	7,454	24.67	466925	147	1.09
466932	31,275	15.71	466921	1,470	2.84	466939	7,396	2.33	466914	114	0.08
466969	28,682	13.82	466888	1,439	5.56	466997	7,395	18.12	466922	90	0.43
466978	28,003	13.59	466873	1,421	4.69	466882	7,384	56.31	466951	42	1.51
466987	27,925	41.98	466843	1,305	4.01	466877	6,952	45.46	466844	10	0.01
466967	26,909	10.19	466866	1,297	4.52	466842	6,741	5.95			
466881	26,286	102.67	466899	1,213	1.43	466847	6,618	15.38			
466988	24,293	47.78	466959	1,209	3.45	466892	6,449	5.49			
466968	24,106	18.76	466845	1,207	1.11	466898	6,304	12.04			
466886	23,138	62.53	466941	1,122	1.36	466991	6,238	8.85			
466992	21,192	12.72	466958	1,100	5.92	466874	6,182	5.34			
466984	18,027	18.35	466971	895	1.28	466935	6,128	2.48			
466926	17,997	15.24	466848	875	1.55	466879	5,615	10.62			
466972	16,494	9.37	466954	807	3.64	466962	5,504	5.64			
466849	16,054	13.55	466953	763	2.79	466976	5,270	10.43			
466966	14,686	12.53	466936	760	0.54	466945	5,157	5.65			
466983	14,575	33.39	466952	671	2.37	466869	4,704	8.90			
466927	14,464	11.66	466963	670	4.00	466961	4,306	3.68			
466975	14,291	6.64	466867	508	2.03	466884	4,067	25.43			
466895	13,984	99.49	466923	440	4.31	466885	3,934	22.38			
466998	13,817	17.15	466871	403	0.65	466934	3,909	4.08			
466942	13,466	15.04	466865	390	7.88	466889	3,858	12.41			
466995	13,209	13.09	466957	242	2.75	466883	3,637	31.39			
466974	13,051	8.06	466955	238	2.87	466973	3,625	3.77			

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA DE POBLACIÓN



#### SIMBOLOS CONVENCIONALES:

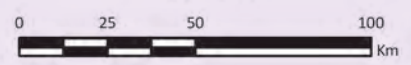
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Centros Poblados
- Limite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Rios Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geograficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



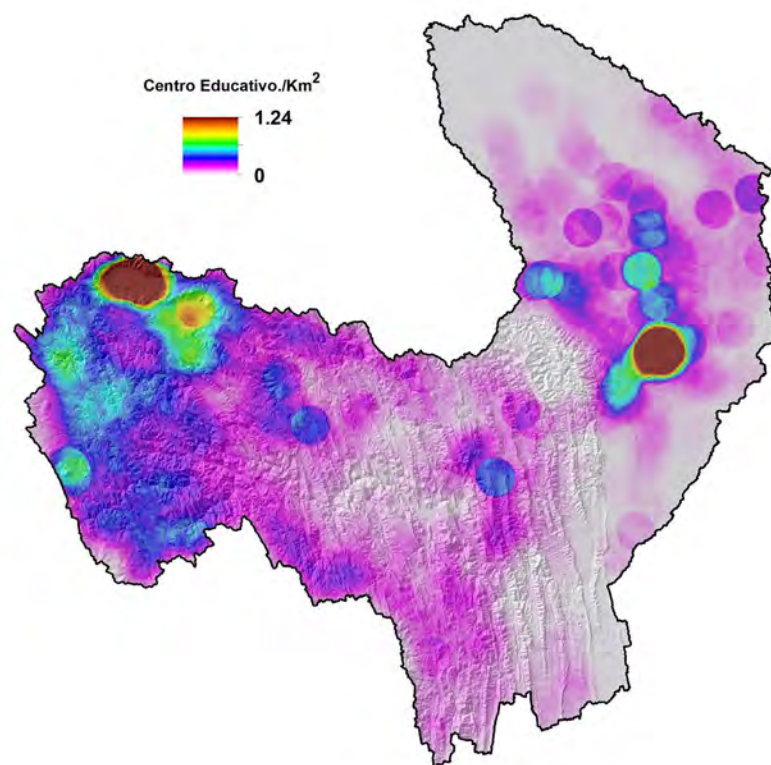
#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Instituto Nacional de Estadística (INE)

## CENTROS EDUCATIVOS

El tema de educación se refleja en los emplazamientos de centros educativos distribuidos dentro la CRG, llegando a un total de 4,885 (en base a datos del INE 2008 y Distritales de Educación a nivel nacional). Donde una mayor presencia de conglomerados demográficos y factores de accesibilidad dan lugar al emplazamiento de centros educativos, cuya concentración<sup>38</sup> es mayor en las urbes de las ciudades de Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra (Figura 90).

Figura 90. Densidad de centros educativos dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del INE (2008) – Distritales de educación.

Analizando la distribución de centros educativos, a partir de los límites físicos de las UH nivel 6 presentes en la CRG y asignando una agrupación en rangos naturales o "natural breaks"<sup>39</sup> (Jenks 1963), se han establecido los siguientes rangos de clasificación:

38 Búsqueda de vecindad y concentración de centros educativos bajo un radio de 12 km.

39 Se ha considerado que es el método de clasificación más adecuado para la agrupación de centros educativos debido a su lógica de funcionamiento y a su capacidad de establecer intervalos con una clara representación espacial. Además este método de clasificación identifica los puntos de corte entre clases mediante el algoritmo de optimización de Jenks, consiste básicamente en la minimización de la suma de la varianza intracase para obtener la máxima homogeneización (mínima dispersión) dentro de cada intervalo y la máxima dispersión entre intervalos, donde los límites entre clases se establecen en donde hay un salto relativamente importante entre los valores a clasificar.

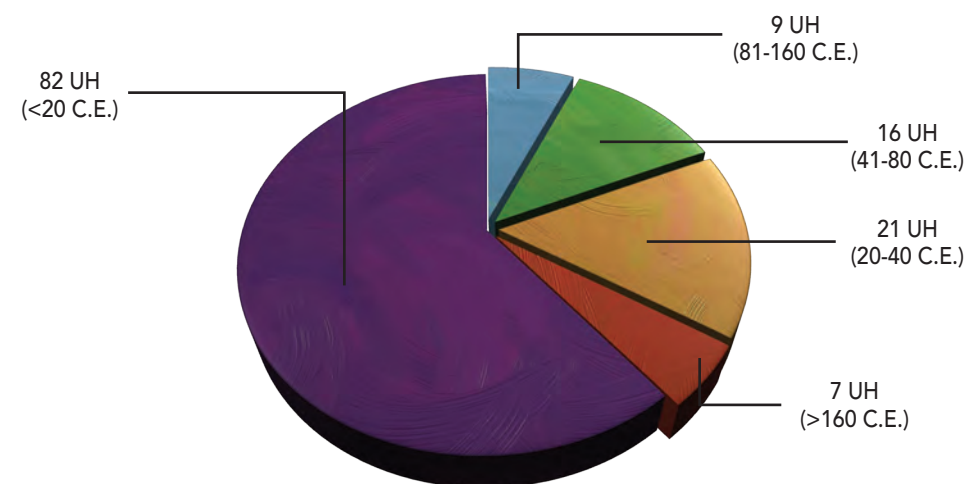
Cuadro 36. Rangos de clasificación según número de centros educativos.

Nro.	RANGO Nro. CENTROS EDUCATIVOS
1	< 20
2	20 – 40
3	41 – 80
4	81 – 160
6	> 160

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Asimismo, asignando las diferentes UH de acuerdo al rango de clases, se tienen la siguiente distribución:

Figura 91. Distribución de Centros Educativos (C. E.) por UH nivel 6.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Imagen 32. Centro Educativo del municipio de Vinto.



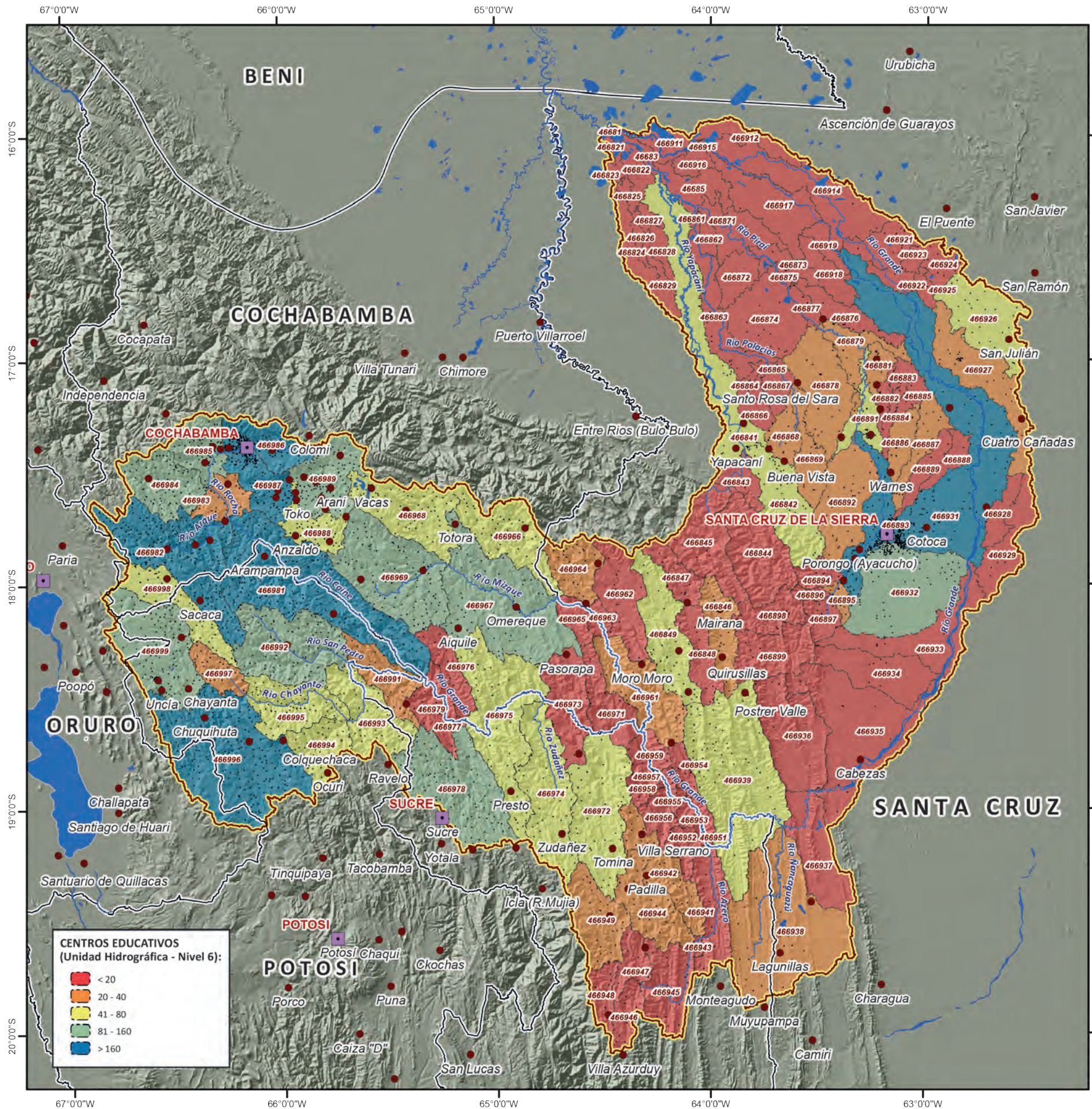
Foto: C. Scribba & R. Valda.



**Cuadro 37. Población y Centros Educativos por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.**

NIVEL 6	POBLACIÓN	CENTROS EDUCATIVOS	NIVEL 6	POBLACIÓN	CENTROS EDUCATIVOS	NIVEL 6	POBLACIÓN	CENTROS EDUCATIVOS	NIVEL 6	POBLACIÓN	CENTROS EDUCATIVOS
466931	1,184,767	361	466937	2,969	0	466964	12,539	33	466948	3,540	12
466986	714,938	382	466933	2,962	9	466994	12,376	60	466979	3,519	16
466985	151,057	128	466924	2,496	11	466993	11,781	46	466896	235	2
466891	92,799	58	466894	2,401	10	466868	11,688	32	466872	233	0
466989	84,001	147	466946	2,392	9	466846	10,965	28	466917	210	3
466999	65,311	140	466947	2,182	6	466938	10,267	32	466827	199	0
466893	58,363	199	466863	2,145	14	466878	9,961	26	466928	198	1
466996	56,783	213	466876	2,079	9	466949	9,633	28	466965	180	1
466982	49,287	238	466929	1,884	5	466944	8,838	33	466977	165	0
466981	33,892	198	466875	1,727	5	466887	8,783	28	466864	151	2
466841	32,066	59	466956	1,668	7	466897	7,454	11	466925	147	3
466932	31,275	143	466921	1,470	14	466939	7,396	57	466914	114	2
466969	28,682	119	466888	1,439	3	466997	7,395	37	466922	90	2
466978	28,003	108	466873	1,421	1	466882	7,384	15	466951	42	0
466987	27,925	249	466843	1,305	7	466877	6,952	8	466844	10	0
466967	26,909	94	466866	1,297	5	466842	6,741	48			
466881	26,286	30	466899	1,213	5	466847	6,618	14			
466988	24,293	79	466959	1,209	7	466892	6,449	37			
466968	24,106	80	466845	1,207	7	466898	6,304	14			
466886	23,138	32	466941	1,122	8	466991	6,238	25			
466992	21,192	99	466958	1,100	5	466874	6,182	17			
466984	18,027	92	466971	895	7	466935	6,128	18			
466926	17,997	49	466848	875	11	466879	5,615	30			
466972	16,494	48	466954	807	8	466962	5,504	17			
466849	16,054	63	466953	763	6	466976	5,270	16			
466966	14,686	45	466936	760	7	466945	5,157	20			
466983	14,575	25	466952	671	3	466869	4,704	25			
466927	14,464	36	466963	670	3	466961	4,306	27			
466975	14,291	50	466867	508	3	466884	4,067	11			
466895	13,984	24	466923	440	1	466885	3,934	9			
466998	13,817	71	466871	403	3	466934	3,909	7			
466942	13,466	33	466865	390	1	466889	3,858	9			
466995	13,209	68	466957	242	3	466883	3,637	5			
466974	13,051	44	466955	238	2	466973	3,625	9			

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



### MAPA DE CENTROS EDUCATIVOS



#### SÍMBOLOS CONVENCIONALES:

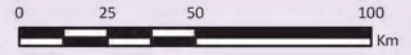
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Centros Educativos
- Limite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Rios Principales
- Cuerpos de Agua

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geograficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



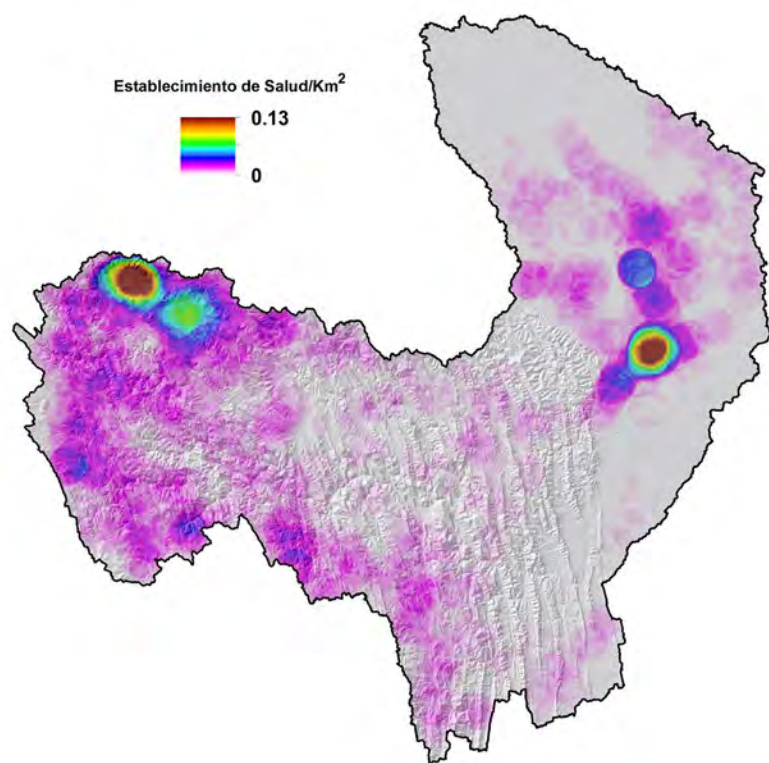
#### FUENTE CARTOGRÁFICA:

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Limite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Directores Distritales de Educación

## ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

El emplazamiento de los establecimientos de salud y la accesibilidad de sus servicios, ya sea en forma integral o en sus diferentes categorías<sup>40</sup> constituye un elemento clave para los programas de salud y atención (preventiva o curativa) de la población dentro la CRG. Existiendo un total de 810 establecimientos (en base a datos del Ministerio de Salud y Deportes con datos actualizados al año 2012), correspondiendo, 243 a puestos de salud, 403 a centros de salud, 123 a centros de salud con camas, 32 a hospitales de segundo nivel, 7 a hospitales de tercer nivel y 4 a institutos especializados. Donde la mayor concentración de estos establecimientos se presenta en las ciudades de Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra (Figura 92).

**Figura 92.** Densidad de establecimientos de salud dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del Ministerio de Salud y Deportes (2012).

Analizando la distribución de establecimiento de salud, a partir de los límites físicos de las UH nivel 6, a través de una agrupación en rangos naturales o “natural breaks<sup>41</sup>”, se han establecido los siguientes rangos de clasificación:

40 Nivel 1: Puesto de salud, centro de salud, centro de salud con camas; Nivel 2: Hospital de segundo nivel; Nivel 3: Hospital de tercer nivel, instituto especializado.

41 Se ha considerado que es el método de clasificación más adecuado para la agrupación de establecimientos de salud debido a su lógica de funcionamiento y a su capacidad de establecer intervalos con una clara representación espacial.

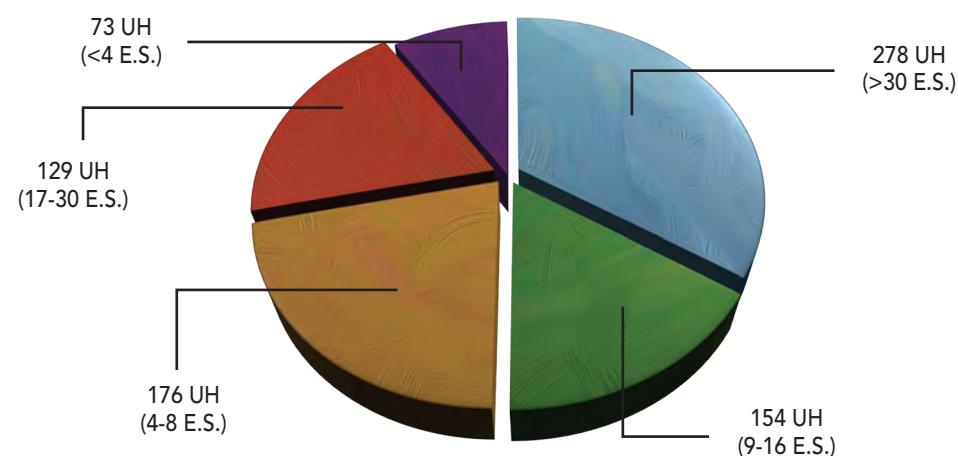
**Cuadro 38.** Rangos de clasificación según número de establecimientos de salud.

Nro.	RANGO Nro. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
1	< 4
2	4 – 8
3	9 – 16
4	17 – 30
6	> 30

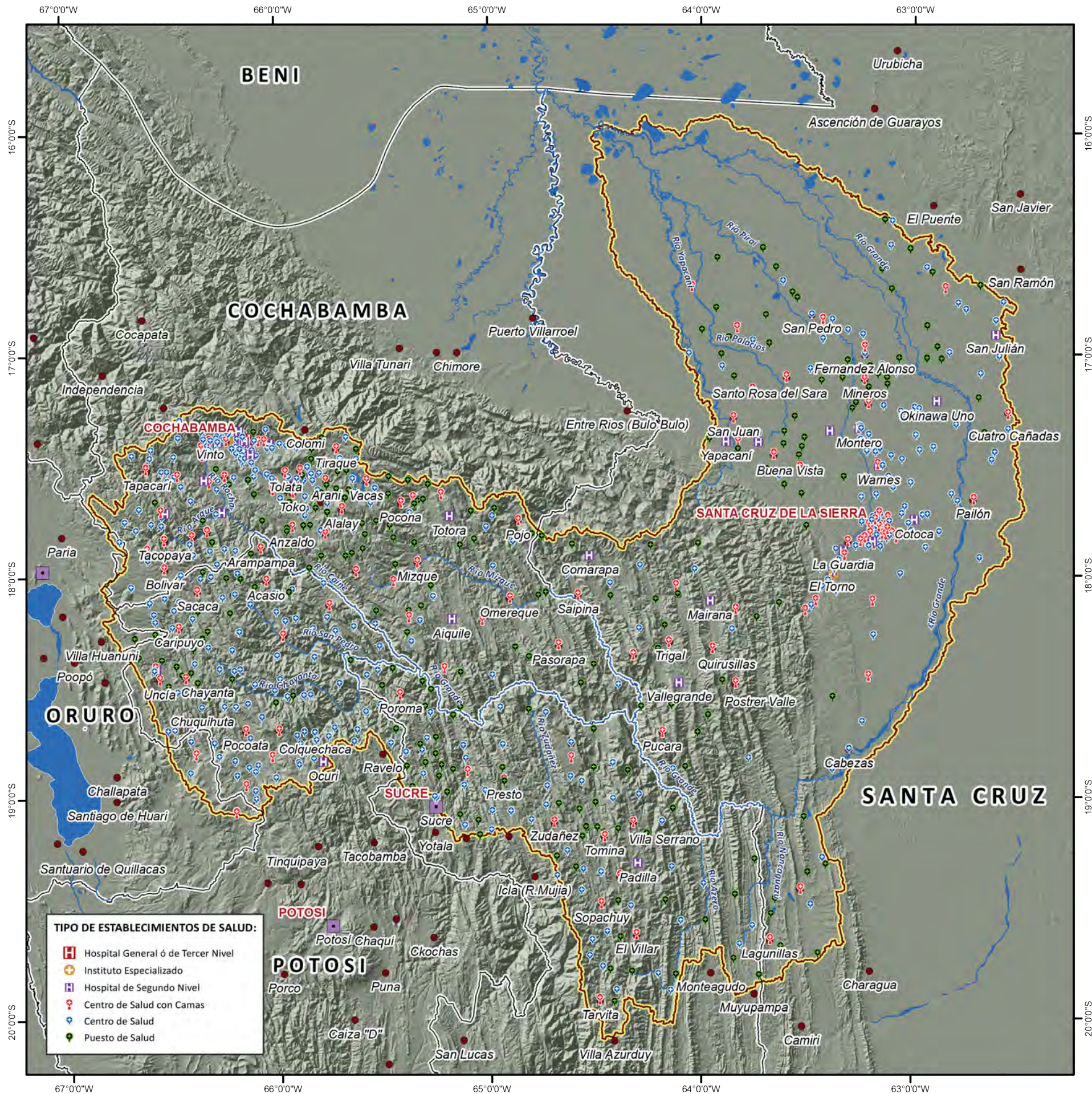
Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

Asignando las UH de acuerdo al rango de clases de centros educativos, se tienen la siguiente relación:

**Figura 93.** Distribución de Establecimientos de Salud (E.S.) por UH nivel 6.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



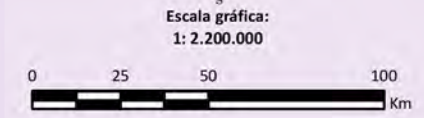
**MAPA DE TIPO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Límite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - Ríos Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



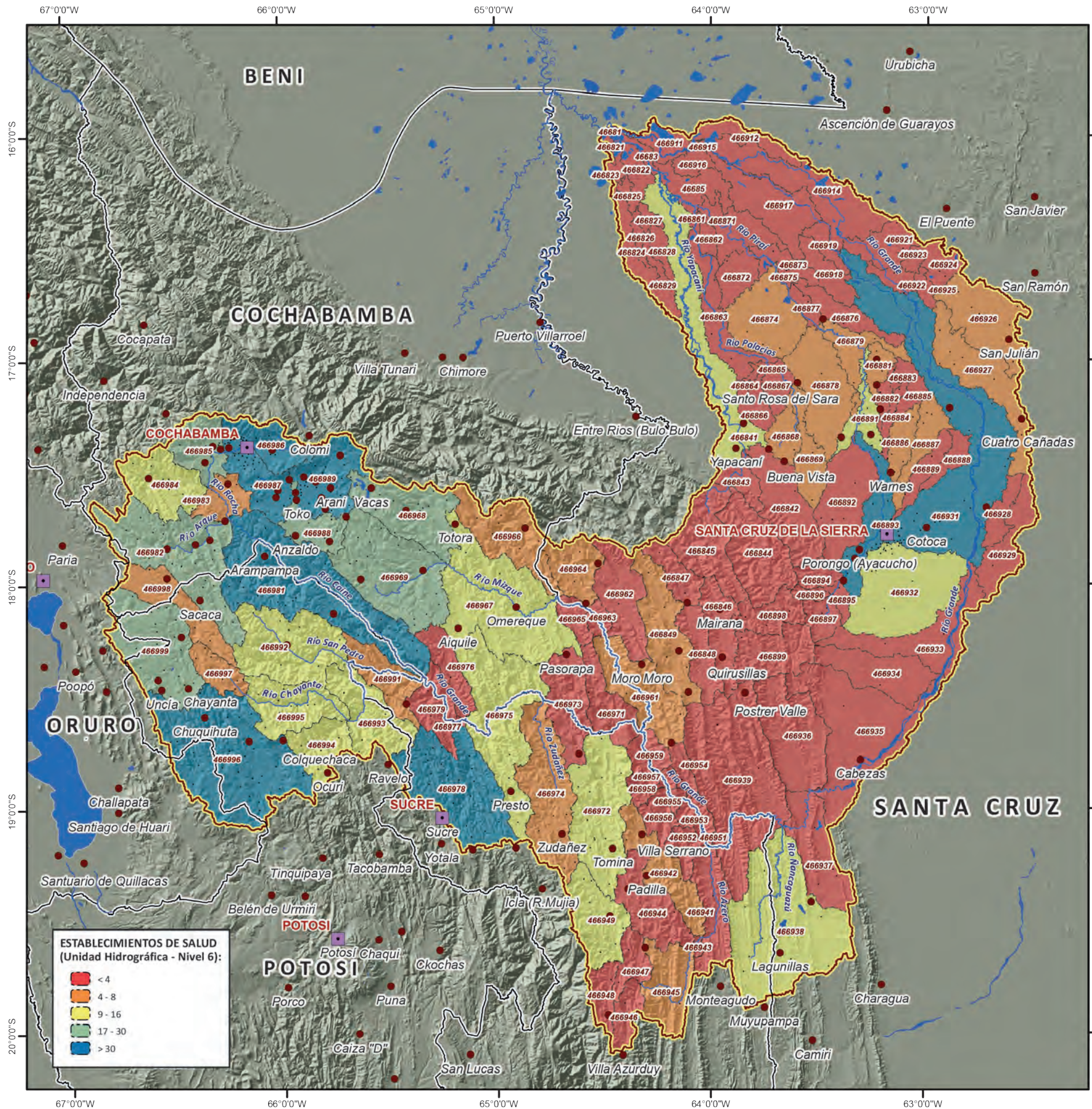
**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Ministerio de Salud y Deportes

**Cuadro 39. Población y Establecimientos de Salud por Unidad Hidrográfica – Nivel 6.**

NIVEL 6	POBLACIÓN	EST. SALUD	NIVEL 6	POBLACIÓN	EST. SALUD	NIVEL 6	POBLACIÓN	EST. SALUD	NIVEL 6	POBLACIÓN	EST. SALUD
466931	1,184,767	39	466937	2,969	60	466964	12,539	5	466948	3,540	2
466986	714,938	41	466933	2,962	46	466994	12,376	11	466979	3,519	33
466985	151,057	18	466924	2,496	32	466993	11,781	9	466896	235	0
466891	92,799	14	466894	2,401	28	466868	11,688	5	466872	233	1
466989	84,001	34	466946	2,392	32	466846	10,965	4	466917	210	0
466999	65,311	26	466947	2,182	26	466938	10,267	13	466827	199	0
466893	58,363	31	466863	2,145	28	466878	9,961	5	466928	198	0
466996	56,783	35	466876	2,079	33	466949	9,633	10	466965	180	0
466982	49,287	28	466929	1,884	28	466944	8,838	4	466977	165	0
466981	33,892	32	466875	1,727	11	466887	8,783	8	466864	151	1
466841	32,066	9	466956	1,668	57	466897	7,454	3	466925	147	0
466932	31,275	16	466921	1,470	37	466939	7,396	4	466914	114	0
466969	28,682	19	466888	1,439	15	466997	7,395	7	466922	90	2
466978	28,003	31	466873	1,421	8	466882	7,384	4	466951	42	0
466987	27,925	35	466843	1,305	48	466877	6,952	4	466844	10	0
466967	26,909	11	466866	1,297	14	466842	6,741	4			
466881	26,286	5	466899	1,213	37	466847	6,618	3			
466988	24,293	18	466959	1,209	14	466892	6,449	4			
466968	24,106	20	466845	1,207	25	466898	6,304	3			
466886	23,138	6	466941	1,122	17	466991	6,238	5			
466992	21,192	11	466958	1,100	18	466874	6,182	6			
466984	18,027	15	466971	895	30	466935	6,128	4			
466926	17,997	8	466848	875	17	466879	5,615	6			
466972	16,494	15	466954	807	16	466962	5,504	2			
466849	16,054	8	466953	763	20	466976	5,270	2			
466966	14,686	7	466936	760	25	466945	5,157	6			
466983	14,575	8	466952	671	27	466869	4,704	5			
466927	14,464	8	466963	670	11	466961	4,306	5			
466975	14,291	11	466867	508	9	466884	4,067	3			
466895	13,984	3	466923	440	7	466885	3,934	2			
466998	13,817	8	466871	403	9	466934	3,909	1			
466942	13,466	7	466865	390	5	466889	3,858	3			
466995	13,209	9	466957	242	9	466883	3,637	3			
466974	13,051	8	466955	238	0	466973	3,625	3			

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



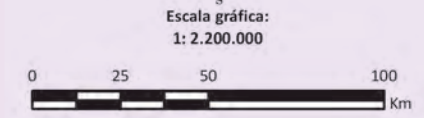
### MAPA DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD



- SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**
- Capital Departamental
  - Capital Municipal
  - Establecimientos de salud
  - Limite Departamental
  - Cuenca del Río Grande
  - ~ Rios Principales
  - Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geograficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Ministerio de Salud y Deportes

## IDIOMAS

A nivel nacional se hablan 64 idiomas, 36<sup>42</sup> de ellos reconocidos en la Constitución Política del Estado como idiomas locales (resultado del Censo Nacional de Población y Vivienda 2012). En la CRG los principales idiomas son: castellano, quechua, guaraní, aimara, chiquitano y guarayo (en base a la información del Ministerio de Planificación del Desarrollo 2002 y contrastado con el mapa lingüístico de Bolivia de Muturzikin 2007).

La población hablante del idioma quechua dentro la CRG comprende los valles interandinos situados entre 1,800 y 3,000 m en los departamentos de Cochabamba, Potosí y Chuquisaca, territorio ancestral quechua, desde finales del siglo XIV. La población de habla aimara está presente en los departamentos de Potosí, aunque también en poblaciones dispersas dentro del departamento de Cochabamba, en asentamientos sobre los 3,000 m a los que fueron desplazados los aimaras por la ola prehispánica de asentamientos quechuas, pero sobre todo, por la migración de población minera del altiplano al trópico cochabambino, que data de 1985 (UNICEF & FUNPROEIB Andes 2009). Asimismo, la fuerte tendencia migratoria, en curso desde hace más de treinta años, que expulsa población andina hacia tierras bajas de colonización refleja la presencia de quechuas y aimaras en la parte baja de la cuenca (departamento de Santa Cruz), donde también se tiene presencia de habla chiquitana<sup>43</sup>, guarayo<sup>44</sup> y guaraní<sup>45</sup>.

El chiquitano es predominante en comunidades de los municipios de San Ignacio de Velasco, San Miguel y San Rafael, sin embargo, dentro la CRG se tienen poblaciones que también hablan, como en los municipios de Pailón y Warnes; de la misma forma, el habla guarayo es característico de los municipios de Ascensión de Guarayos, Urubichá, El Puente y San Javier. No obstante, también se tienen poblados del municipio de San Julián que lo conversan. Por otra parte, el guaraní está presente como enclave lingüístico presente en algunas comunidades de los municipios de El Torno y La Guardia, aunque en la parte sureste de la CRG, tiene una mayor habla, como en comunidades de los municipios de Charagua y Lagunillas.

Por otro lado, de acuerdo a los datos de los censos de 1976, 1992 y 2001, el monolingüismo castellano aumentó en 16.3%, el monolingüismo de lengua indígena disminuyó en 8.1% y el bilingüismo disminuyó en 8.2% (Molina & Albó 2006), datos a nivel nacional, empero, esta situación también se refleja en la CRG donde la predominancia lingüística es el castellano.

42 Son idiomas oficiales del Estado el castellano y todos los idiomas de las naciones y pueblos indígena originario campesinos, que son el aimara, araona, baure, bésiro, canichana, cavineño, cayubaba, chácobo, chimán, ese ejja, guaraní, guarasu'we, guarayu, itonama, leco, machajuyai-kallawayá, machineri, maropa, mojeño-trinitario, mojeño-ignaciano, moré, mosetén, movima, pacawara, puquina, quechua, sirionó, tacana, tapiete, toromona, uru-chipaya, weenhayek, yaminawa, yuki, yuracaré y zamuco (CPE, Artículo 5, Parágrafo I).

43 El chiquitano, chiquito o besiro es una lengua indígena originaria de los Llanos de Chiquitos y el Chaco boliviano.

44 El guarayo y guaraní pertenecen a una misma familia lingüística: Tupí-Guaraní.

45 Los guaraníes son una de las principales etnias prehispánicas que habitaban en el valle del río Parapetí y en zona de los Baños de Izozog. En Santa Cruz están las etnias: Ava Guaraní y Simba Guaraní.

**Imagen 33.** Pueblos indígenas presentes en la CRG.



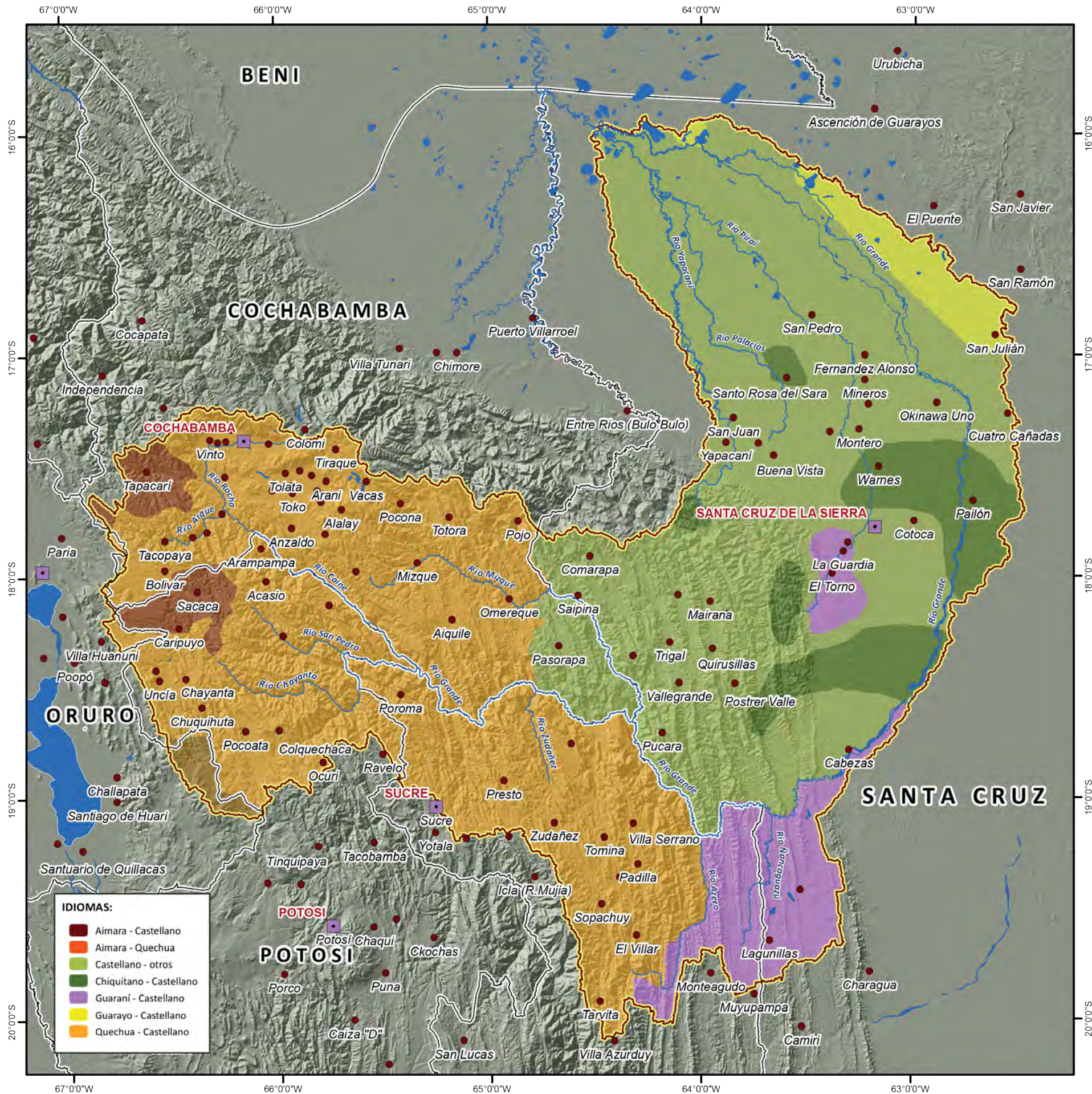
A. Territorio Indígena de Raqaypampa (Municipio de Aiquile) – Foto: R. Molina.

B. Baile de Tairari (Municipio de Monteagudo) – Foto: J. Sensano.

C. Expresión musical chiquitano (Municipio de San Miguel de Velasco) – Foto: D. Tomicha Peña.

D. Beneficiarios aimaras del Proyecto MIC Quinamara (Municipio San Pedro de Buena Vista) – Foto: VRHR.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**MAPA DE IDIOMAS**



**SÍMBOLOS CONVENCIONALES:**

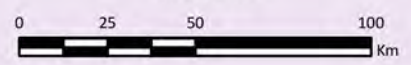
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Muturzikin  
 Unidad de Ordenamiento Territorial (UOT) - MPD

**IDIOMAS:**

	Aimara - Castellano
	Aimara - Quechua
	Castellano - otros
	Chiquitano - Castellano
	Guaraní - Castellano
	Guarayo - Castellano
	Quechua - Castellano



## ACTIVIDAD MINERA

Las actividades mineras desarrolladas en la CRG presentan un mayor movimiento en los departamentos de Oruro y Potosí, y una importante contribución en la economía de aquellos que dependen de esta actividad. A nivel nacional se pueden distinguir distintos tipos de minería, según el Ministerio de Minería y Metalurgia, la actividad minera en el país se puede clasificar en: Minería Estatal, Minería Mediana, Minería Chica (pequeña) y Cooperativas Mineras.

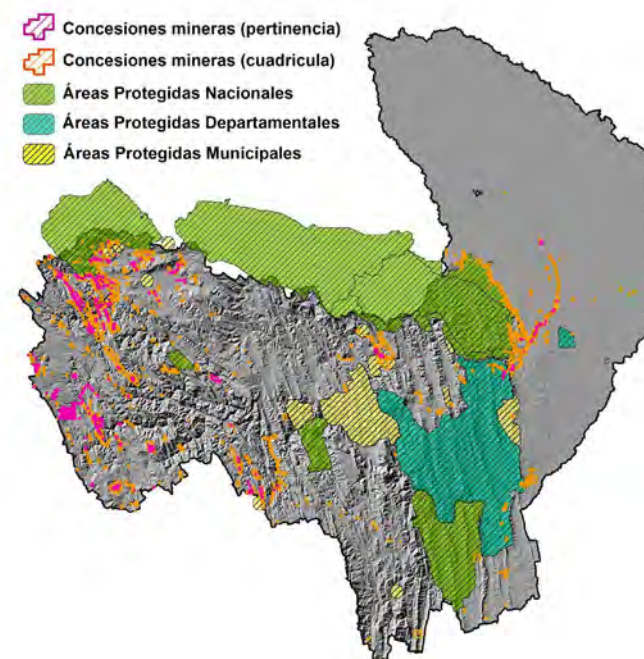
La minería estatal está representada por aquellas operaciones mineras cuya propiedad y administración pertenecen a la COMIBOL y operan a través de Contratos de Riesgo Compartido, Arrendamientos y Servicios. La minería mediana está representada por la Asociación de Mineros Medianos, que deben cumplir ciertos requisitos de volumen de producción por lo general operaciones de más de 500 tn/día. La minería chica o pequeña está representada por operaciones mineras que tratan menos de 500 tn/día. En la categoría de minería pequeña se puede incluir las cooperativas mineras y la minería artesanal. Las cooperativas mineras están representadas por pequeños grupos de 50 a 80 trabajadores que se reúnen en cooperativas para trabajar en una concesión<sup>46</sup> otorgada por el Estado.

Dentro la CRG aproximadamente un 3.4% de su superficie presenta concesiones mineras (por cuadrícula y/o pertinencia), llegándose a encontrar estas concesiones tanto dentro como fuera de áreas protegidas (AP) existentes en la cuenca, como son: PN Tunari, PN Torotoro, ANMI Rio Grande Valles Cruceños, AP (municipal) Parabanó, AP (municipal) Jardín de Cactáceas de Bolivia y PN ANMI Amboró, principalmente (Figura 94). Por ejemplo, en el PN ANMI Amboró las actividades mineras se basan en la extracción de áridos, que se concentran principalmente en tres sectores: en los ríos Yapacaní y Sururú (en su límite noreste cerca de la población Buena Vista), en el río Piraí (en el límite sudeste cerca de San Carlos) y en el río San Isidro (al sur cerca de la población de Comarapa).

Asimismo, no todas las concesiones mineras presentes en la CRG están siendo trabajadas, en contraposición existen áreas donde se encuentran trabajos mineros fuera de áreas concesionadas y pasivos ambientales producto de antiguas operaciones abandonadas en concesiones, que se encuentran principalmente en la parte occidental de la cuenca (Figura 95). En general, muchas de las actividades mineras generan problemas de contaminación que se han agravado en las últimas décadas por los procesos químicos que se implementan para hacer extracción de minerales, además de aquellas derivadas por un inadecuado manejo.

<sup>46</sup> La adjudicación de una concesión no permite la existencia de una sobreposición con una concesión ya otorgada, llegándose a pagar una patente al Estado. Por otro lado, la unidad de medida de una concesión es la cuadrícula que tiene la forma de un volumen piramidal invertido hacia el centro de la tierra cuyo límite exterior sobre la superficie del suelo tiene un cuadrado de 25 ha, pudiendo tener una concesión una o más cuadrículas.

Figura 94. Concesiones mineras existentes en Áreas Protegidas dentro la CRG.

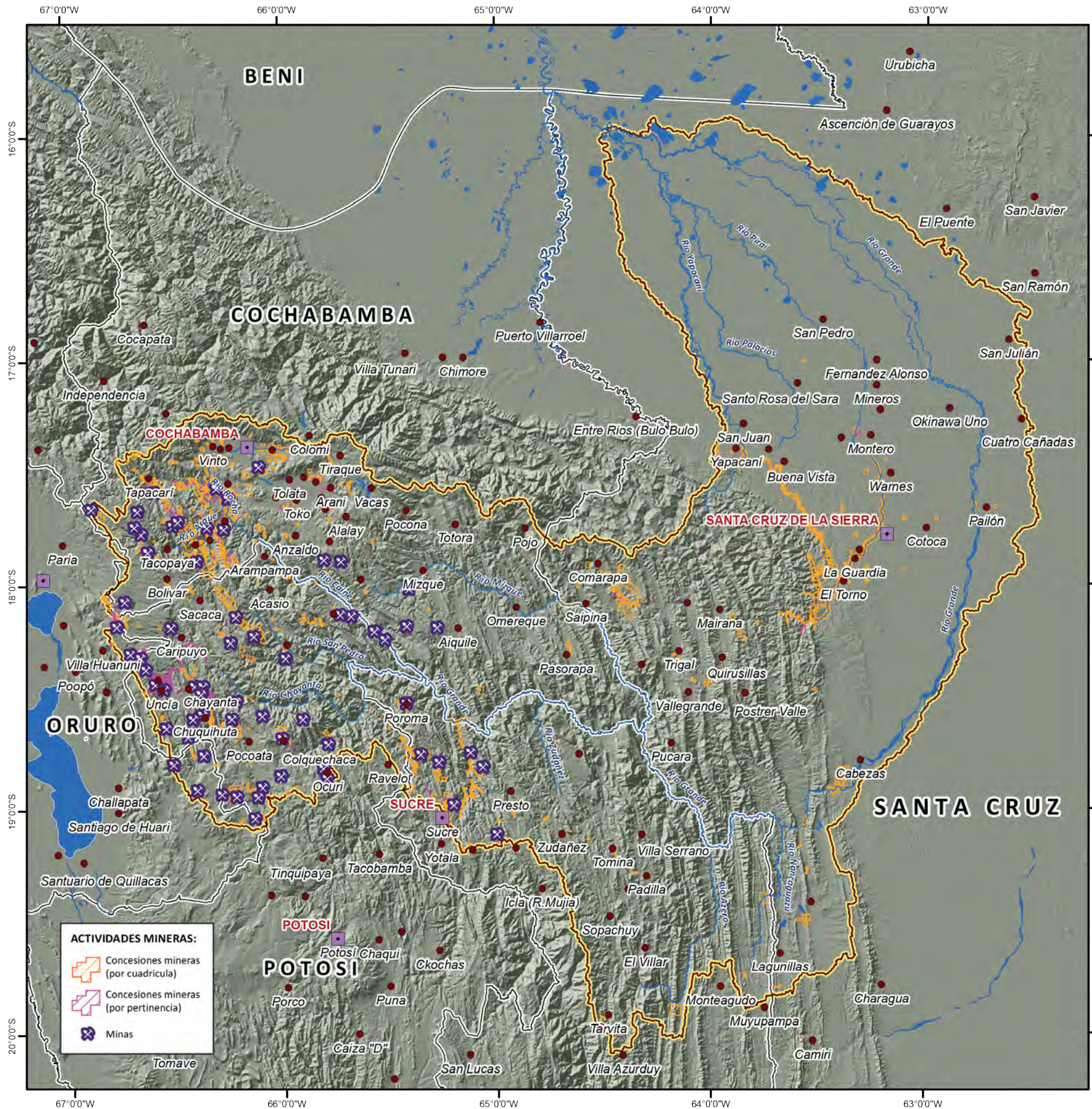


Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos de SERGEOTECMIN y SERNAP.

Figura 95. Pasivos ambientales (2005 – 2008) dentro la CRG.



Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos de SERGEOTECMIN.



**ACTIVIDADES MINERAS:**

- Concesiones mineras (por cuadrícula)
- Concesiones mineras (por pertinencia)
- Minas

**MAPA DE ACTIVIDADES MINERAS**

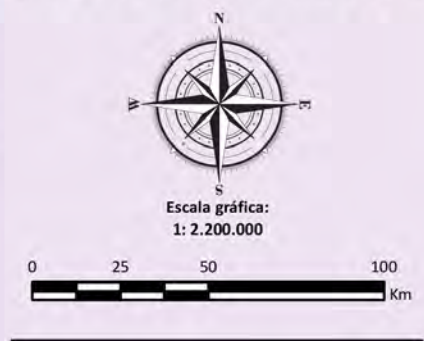


**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones:  
 Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua:  
 Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico:  
 Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial):  
 Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información:  
 Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN)

## TIERRAS COMUNITARIAS DE ORIGEN

Durante el proceso de discusión de la Ley INRA (Ley 1715), a mediados de los años noventa, las organizaciones indígenas de tierras bajas plantearon la demanda de territorios que se rijan por sus propias normas y costumbres. Bajo este contexto, la Ley INRA reconoció las Tierras Comunitarias de Origen (TCO<sup>47</sup>), como un derecho de tierras de propiedad colectiva pero sin derecho absoluto sobre la totalidad de las tierras demandadas y menos derecho pleno a la propiedad de los recursos naturales renovables existentes en sus territorios.

En este sentido, las TCO terminan reconociendo los derechos legalmente adquiridos por propietarios particulares (agrícolas, ganaderos y forestales), cuyos predios se encuentren en las mismas, así como también los derechos de explotación de los recursos no renovables mineros e hidrocarburíferos por parte de terceros.

La nueva Constitución Política del Estado (CPE), introduce el denominativo de Territorio Indígena Originario Campesino (TIOC), el mismo que tiene como base de su delimitación a la Tierra Comunitaria de Origen (TCO), y esta a su vez de acuerdo al estado de tramitación de la titulación, se puede clasificar el proceso en: TCO con título provisional, TCO con resolución de inmovilización, TCO con inmovilización preliminar, Área Protegida bajo administración indígena, existen también nuevas demandas de TCO y el auto de admisión (proceso inicial de demanda solicitada y aceptada por el INRA).

Las TCOs que actualmente se vienen saneando, se encuentran admitidas e inmovilizadas por la disposición transitoria tercera de la Ley INRA. Así, cuando se sancionó la Ley INRA para el saneamiento y titulación de las TCO, eran demandadas 32,999.77 hectáreas, de las que 21,003.02 hectáreas correspondían a tierras bajas. En los 10 años subsiguientes, hasta finales del 2005, se titularon 8,400.75 hectáreas. En 2006, se promulgó la Ley 3545 de Reconducción Comunitaria de la Reforma Agraria, y en menos de un año, se titularon 1.9 millones de hectáreas para 24 TIOCs. El ritmo de titulación se mantuvo a niveles que implicaron la titulación de 3.1 millones de hectáreas para TIOCs en el 2007, 2.3 millones de hectáreas en 2008, y 3.5 millones en 2009, esto a nivel nacional (Fundación Tierra 2010).

Cabe destacar que a nivel de la CRG se titularon hasta el 2012 un total de 611.988.65 hectáreas, correspondientes a 43 zonas parcelarias (Cuadro 40), de 20 TCOs presentes dentro la cuenca que ostentan una superficie de 1,326,248.54 hectáreas (Figura 96).

47 La TCO es un tipo de propiedad agraria sobre el suelo y la tierra. Las TCO son espacios geográficos que constituyen el hábitat de pueblos y comunidades indígenas y originarias, que han tenido acceso tradicionalmente. De acuerdo con la Ley son: a) no enajenables, no se pueden vender; b) indivisibles, no se pueden dividir; c) irreversibles, no se pueden embargar, y d) imprescriptibles, no se agotan con el tiempo (Ley 1257, INRA en Valenzuela CEDIB 2008).

**Imagen 34.** Animales de carga, medios de transporte (Municipio de Arque).



Foto: C. Scribba & R. Valda.

Foto: J. Monroy.

**Imagen 35. Tierras Comunitarias de Origen.**



A. y B. Pobladores indígenas -TCO Qhewiñal – Foto: M. Cardona.

C. Pobladores indígenas - TCO Raqypampa – Foto: R. Molina.

Fuente: VRHR – PDCRG 2014.

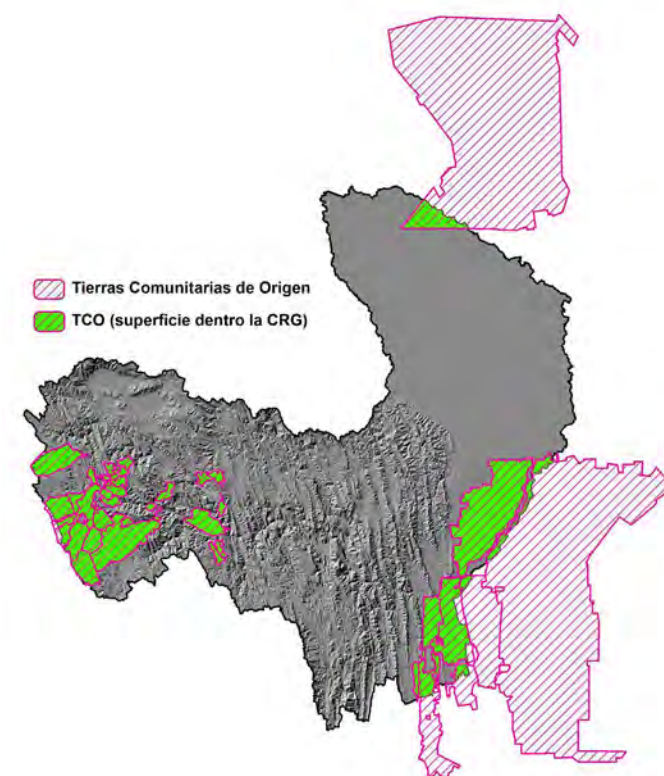
**Cuadro 40. TCO's tituladas según parcela.**

PARCELAS - TCO's	ÁREA (ha)
Asociacion comunitaria del distrito municipal indigena Ayllu Chullpa	30,442.40
Asociacion comunitaria A.P.G. zona Charagua Norte	2,584.34
Asociacion comunitaria zona lupaguasu	10,105.61
Asociacion comunitaria zona Kaaguazu	58,435.28
Asociacion de comunidades originarias e indigenas de ayllus y marcas de Poroma A	11,203.16
Ayllu Chiro	11,408.72
Ayllu Chullpas	8,846.32
Ayllu Coacari	7,074.69
Ayllu Takahuani	9,224.00
Ayllu Chayantaka	36,089.86
Ayllu Huallatiri Aransaya	1,498.29
Ayllu Jilawi y Ayllu Jila Qullana	14,270.75
Ayllu Jucumanis	28,056.29
Ayllu Karacha	1,646.29
Ayllu Khariwa	4,640.10
Ayllu Kirkiawi (Provincia Bolivar)	60,734.57
Ayllu Lyme - Ayllu Puraca	37,333.42
Ayllu Panacachi	22,787.67
Ayllu Qhewiñal del Suyu Chuwi	5,294.45
Ayllu Qullana	1,973.45
Ayllu Qullana, Ayllu Pisaqa, Ayllu Chakaya y Ayllu Phari	18,171.63
Ayllu Sullca	633.68
Ayllu Sullcayana Tercero	20.90
Ayllu Sullka Jilatikani	3,987.30
Ayllu Uma Uma	5,605.39
Ayllu Urinsaya	7,811.57
Ayllu Yanaque Changara Cala Cala	472.07
Central Organización de Pueblos Nativos Guarayos COMPNAG	23,034.86
Central regional sindical unica de campesinos indigenas de Raqaypampa	54,626.37
Comunidad campesina San Lorenzo brecha 7 municipio de Cabezas	15.54
Comunidad indigena Nueva Esperanza	1,007.92
Comunidad indigena Nuevo Amanecer	427.36

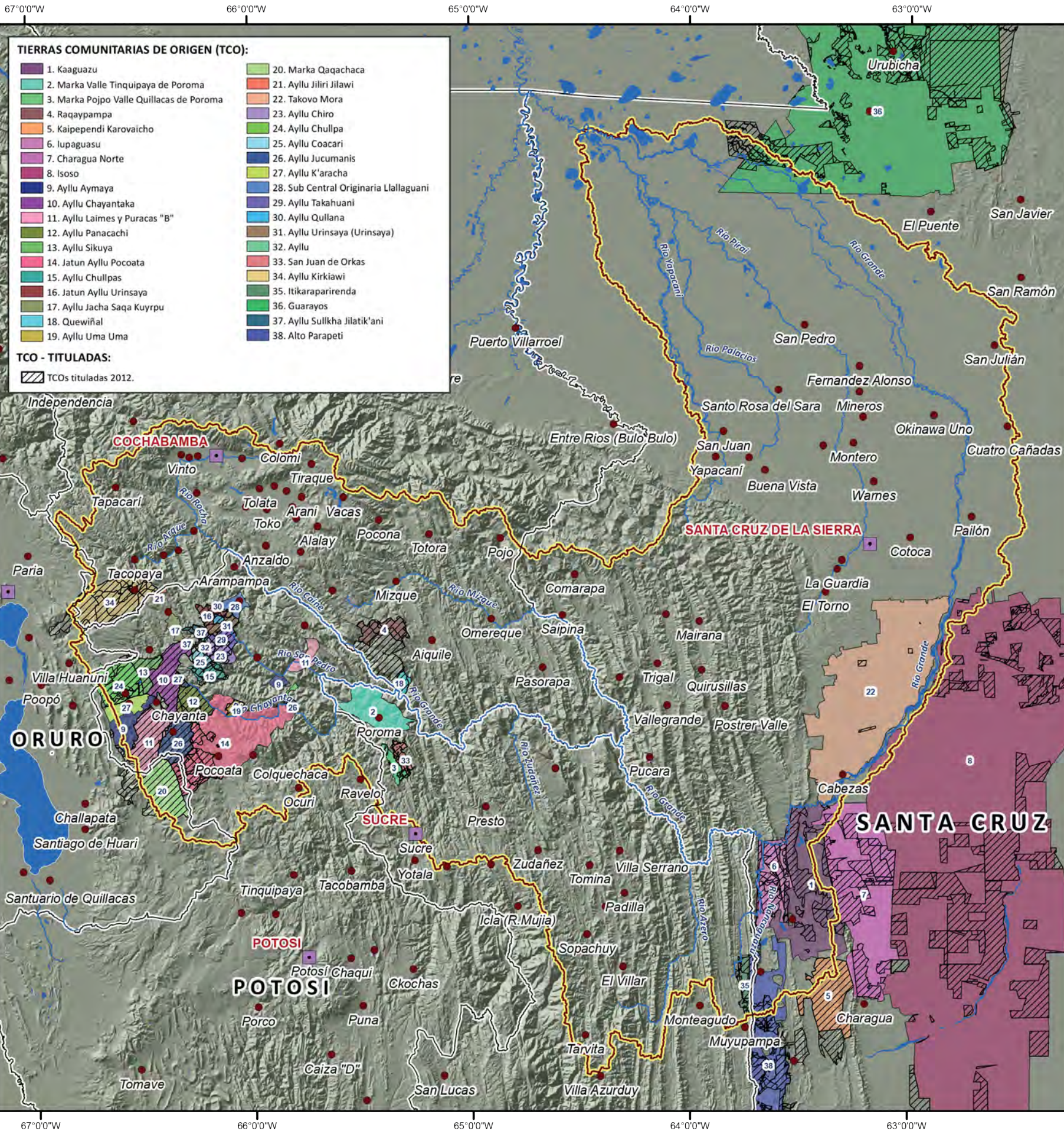
Comunidad indigena Yateirenda	836.62
Itikar Aparirenda	9,737.51
Jatun Ayllu Urinsaya	7,290.25
Marka Qaqachaca	40,688.05
O.T.B. Asociacion comunitaria Ayllu Palli Palli	764.27
TCO Ayllu Sikuya	12,587.88
TCO lupaguasu	25,483.89
TCO Kaipependi Karovaicho	11,168.02
TCO Alto Parapeti	17,133.64
TCO Guarayos	4,877.55
TCO Isoso	1,956.76
<b>TOTAL</b>	<b>611,988.65</b>

Fuente: VRHR – PDCRG 2014, en base a datos del INRA (2012).

**Figura 96. TCO's dentro la CRG.**



Fuente: VRHR – PDCRG 2014.



**TIERRAS COMUNITARIAS DE ORIGEN (TCO):**

1. Kaaguazu	20. Marka Qaqachaca
2. Marka Valle Tinquipaya de Poroma	21. Ayllu Jiliri Jilawi
3. Marka Pojo Valle Quillacas de Poroma	22. Takovo Mora
4. Raqaypampa	23. Ayllu Chiro
5. Kaipependi Karovaicho	24. Ayllu Chullpa
6. Iupaguasu	25. Ayllu Coacari
7. Charagua Norte	26. Ayllu Jucumanis
8. Isoso	27. Ayllu K'aracha
9. Ayllu Aymaya	28. Sub Central Originaria Lllallaguani
10. Ayllu Chayantaka	29. Ayllu Takahuani
11. Ayllu Laimes y Puracas "B"	30. Ayllu Qullana
12. Ayllu Panacachi	31. Ayllu Urinsaya (Urinsaya)
13. Ayllu Sikuya	32. Ayllu
14. Jatun Ayllu Pocoata	33. San Juan de Orkas
15. Ayllu Chullpas	34. Ayllu Kirkiawi
16. Jatun Ayllu Urinsaya	35. Itikaraparirenda
17. Ayllu Jacha Saqa Kuyrpu	36. Guarayos
18. Quewiñal	37. Ayllu Sullkha Jilatik'ani
19. Ayllu Uma Uma	38. Alto Parapeti

**TCO - TITULADAS:**

TCOs tituladas 2012.

**MAPA DE TIERRAS COMUNITARIAS DE ORIGEN**



**SIMBOLOS CONVENCIONALES:**

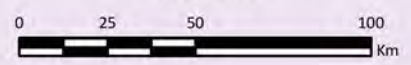
- Capital Departamental
- Capital Municipal
- Límite Departamental
- Cuenca del Río Grande
- Ríos Principales
- Cuerpos de Agua

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Elipsoide de referencia: World Geodetic System - WGS 84  
 Proyección del mapa digital: Cónica Conforme de Lambert  
 Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas - WGS 84



Escala gráfica:  
 1: 2.200.000



**FUENTE CARTOGRÁFICA:**

Poblaciones: Instituto Nacional de Estadística (INE)  
 Hidrografía y Cuerpos de Agua: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)  
 Sombreado Topográfico: Derivado del DEM SRTM - Proyecto HydroSHED  
 Límite Político Administrativo (referencial): Viceministerio de Organización Territorial (VOT)  
 Unidad de Delimitación de Unidades Territoriales (UDUT)  
 Fuente de Información: Instituto Nacional de Reforma Agraria (2012)



**Río Acacio**  
Fuente: C. Scribba & R. Valda.



# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. & Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.
- Antico P. L. & G. J. Berri, 1999: Variability of the intensity and latitudinal position of the subtropical jet stream over South America and its relationship with the sea surface temperatures of the equatorial Pacific Ocean. Eighth Conference on Climate Variations, Denver, Colorado, USA. Amer. Meteor. Soc. Pp: 122 – 125.
- Araujo, N., Müller, R., Nowicki, C. & Ibisch, P. L. 2010. Prioridades de conservación de la biodiversidad de Bolivia. FAN, TROPICO, CEP, NORDECO, SERNAP, GEF, CI, TNC, WCS, Universidad de Eberswalde. Editorial FAN, Santa Cruz. 74 p.
- Arnoldus, H. M. J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. FAO, soil bulletin 34: 39 - 48.
- Brady, N. C. & Weil, R., 2007. The Nature and Properties of Soils (14th edition, Language: English). Pearson Education. ISBN-10:0135133874.
- Brockman, C., Castaños, R., Suarez-Soruco, R. & Tomasi, P. 1972. Estudios geológicos de la Cordillera Oriental de los andes en la zona central de Bolivia (región del Chapare). Boletín de la Sociedad Geológica Boliviana 18. Pp: 3-36.
- Campanini, J. 2014. Situación del extractivismo en Bolivia. CEDIB. 15 p.
- Camacho, Z. 2012. Cooperativas mineras nuevas surgen en Cochabamba. Periódico Digital OPINION. Disponible en: <http://waww.opinion.com.bo/opinion/articulos/2012/0217/noticias.php?id=44267>
- Campos D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. Editorial Trillas. México. 320 p.
- Di Gregorio, A. 2005. Land Cover Classification System: Classification concepts and user manual. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Estado Plurinacional de Bolivia. Constitución Política del Estado (CPE). 2009. Gaceta oficial del Estado Plurinacional de Bolivia. Disponible en: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/view/36208> (consulta 12.6.12).
- FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza). 2012. Mapa de deforestación en las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Fundación Tierra (2010). Informe 2010. Territorios Indígena Originario Campesinos en Bolivia. Entre la Loma Santa y la Pachamama. 354 p.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. 2014. Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 p.
- Gerold, G. 2003. Formación del Suelos en Bolivia. En: Ibisch P.L. & G. Mérida (eds.) (2003). Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz 2010. Datos de tasa de deforestación. Disponible en: [www.santacruz.gob.bo/](http://www.santacruz.gob.bo/)
- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. 2010. Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Cruz. Subregión Valle. Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial. Dirección de Ordenamiento Territorial. 12 p.
- Hargreaves G.L., Hargreaves G.H. & Riley J. P. 1985. Agricultural benefits for Senegal River basin. J. Irrig. and Drain. Engr., ASCE 111(2): 113–124.
- Hassan, H. & Dregne, H. E. 1997. Natural Habitats and Ecosystems Management in Drylands: An Overview. Environment Department Paper N° 51, World Bank, Washington. 75 p.
- Horton, B. K., and De Celles, P. G., 1997, The modern foreland basin system adjacent to the central Andes: Geology, v. 25, Pp: 895-898.
- Ibisch, P. L. & Mérida, G. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 1997.

- IPCC. 2000. Good Practice Guidance Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>
- ISRIC – World Soil Information, 2013. SoilGrids: an automated system for global soil mapping. Available for download at <http://soilgrids1km.isric.org>.
- Jansen, L. & A. Di Gregorio. 2003. Land use data collection using the “land cover classification system”: results from a case study in Kenya. *Land Use Policy*. 20:131-148.
- Jenks, G.F. (1963): Generalization in statistical mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 53: 15 -26.
- Kaimowitz, D. & Angelsen, A. 1999. Economic Models of Tropical Deforestation: A review. Center for Internacional Forestry Research (CIFOR).
- Kaufman, Y. J., Justice, C. O., Flynn, L., Kendall, J. D., Prins, E. M., Giglio, L., Ward, D. E., Menzel, W. P. & Setzer, A. W. 1998. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. *Journal of Geophysical Research*. 103. Pp: 32215 – 32238.
- Kennan, L., Lamb, S. H. & Rundle, C. C. (1995) K-Ar dates from the Altiplano and Cordillera Oriental of Bolivia: Implications for the Cenozoic stratigraphy and tectonics. *Journal of South American Earth Sciences* 8. Pp: 163-186.
- Killeen, T., Calderón, V. Soria, L., Quezada, B., Steininger, M., Harper, G., Solórzano, L. & Tucker, C. 2007. Thirty years of land-cover change in Bolivia. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36 (7), 600 – 606.
- Kley, J., Muller, J., Tawackoli, S., Jacobshagen, V., and Manutsoglu, E., 1997, Pre-Andean and Andean-age deformation in the Eastern Cordillera of southern Bolivia: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 10, Pp: 1-19.
- Lauer, W. 1989. Climate and Weather. pp. 7-53. En: Lieth, H. & M.J.A. Werger (eds.) *Ecosystems of the World*. Elsevier Science Publishers B.V. New York.
- Lavenu, A. & Ballivian, O. (1979) Estudios neotectónicos de las regiones de Cochabamba, Sucre, Tarija - Cordillera Oriental Boliviana. *Revista del Academia Nacional de Ciencias de Bolivia* 3. Pp: 107 – 129.
- Ley 1715 (INRA) y su Reglamento; Segunda Edición, La Paz, Bolivia, 2000.
- Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Bólvarez”, Ley 031, La Paz, 2010
- Malky, H. A. 2005. Diagnostico sectorial. Sector Forestal en Bolivia. 48 p.
- Mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio de Colombia. IDEAM. Santafé de Bogotá. 485p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). 2013. Marco Conceptual y Estratégico del Plan Director de la Cuenca del Río Grande, 2013. Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. 92 p.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo. 2002. Mapa de predominancia de idiomas por municipio en Bolivia. Unidad de Ordenamiento Territorial. Esc.: 1:1,000,000.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. 2012. Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo.
- Muturzikin. 2007. Mapa Lingüístico de Latino America. Bolivia. Disponible en: <http://www.muturzikin.com/cartesamerique/10.htm>
- Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. 2007. Memoria Explicativa. Mapa de Cobertura y uso Actual de la Tierra para el Depto. de Santa Cruz – 2005. 40 p.
- Molina, R. & Albó, X. 2006. Gama étnica y lingüística de la población boliviana. La Paz: PNUD.
- Morales, C. C. 1990. Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada. La Paz. IE. 303 p.
- Navarro, G. & Ferreira, W. 2007. Mapa de Vegetación de Bolivia, Esc. 1:250 000. ISBN: 978-99954-0-168-9. The Nature Conservancy (TNC). Edición digital. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Navarro, G. & Maldonado, M. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño, Departamento de Difusión. Cochabamba. 720 p.

- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. Rev. Bol. Ecol. 2. Pp: 3-37.
- Nueva Constitución Política del Estado, Aprobada en Grande, detalle y revisión. Asamblea Constituyente de Bolivia; Bolivia; 2008.
- Oller-Veramendi, J. 1992. Cuadro cronoestratigráfico de Bolivia. Publicación especial de YPFB. Santa Cruz.
- Oropeza – Orozco, O. 2010. Atlas Regional - Provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur. Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Pedraza, G. J. 1996. Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Editorial Rueda, Madrid, España.
- Pereyra, A. R., Angelocci, L. R. & Sentelhas, P. C. 2002. Agrometeorología: Fundamentos e aplicaciones prácticas. Livraria e Editora Agropecuaria. Ltda. Guaiba, Brasil, 478 p.
- Pinto, C. & Vroomans. V. 2007. Chaqueos e Incendios Forestales en Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 53 p.
- Portenga, E.W. & Bierman, P.R., 2011. Understanding Earth's eroding surface with <sup>10</sup>Be. GSA Today, 21(8). Pp: 4-10.
- Rafiqpoor, D., Nowicki, C., Villarpando, R., Jarvis, A., Jones, E. P., Sommer, H. & Ibsch, P. L. 2003. El factor abiótico que más influye en la distribución de la biodiversidad: el clima. Pp. 31-46. En: Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación (P. L. Ibsch & G. Mérida, eds.). Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Somarriba, E. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?. Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Agroforestería en las Américas N° 41-42 2004.
- UNEP. 1997. World Atlas of Desertification. 2nd. ed., Editores Middleton. 264 p. UNEP-WCMC (World Conservation Monitoring Centre), 2002. Mountain Watch: Environmental change & sustainable development in mountains. Cambridge, UK. Disponible en: [http://www.UNEP-WCMC.org/mountains/mountain\\_watch/pdfs/](http://www.UNEP-WCMC.org/mountains/mountain_watch/pdfs/)
- UNICEF & FUNPROFIB Andes. 2009. Atlas Sociolingüístico de Pueblos Indígenas en America Latina. 1ra. Edición. 584 p.
- Viceministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (VVAH) – Banco Mundial. 1997. Caracterización de los Asentamientos Humanos Cabeceras de Municipio. Programa de apoyo a la aplicación de políticas en asentamientos humanos. 24 p.
- WorldClim Database v1.4. <http://www.worldclim.org/>
- Zeilingers, G. 2012. Análisis Espacial y Temporal de Denudación de la Cuenca Alta del Río Grande. ASPNC, Universidad de Postdam. 52 p.
- Zomer RJ, Trabucco A, Bossio DA, van Straaten O, Verchot LV, 2008. Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation. Agric. Ecosystems and Envir. 126: 67-80.



Con el apoyo de:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Cooperación Suiza en Bolivia**

**Gestión de recursos naturales y cambio climático**

[www.cuencasbolivia.org](http://www.cuencasbolivia.org)

Calle: Héroes del Acre esquina Conchitas N° 1778  
Telf. (591-2) 2124484 – 2117391