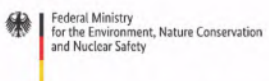




ATLAS DEL CHACO PARAGUAYO ATLAS OF THE PARAGUAYAN CHACO



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag



Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

ATLAS DEL CHACO PARAGUAYO
ATLAS OF THE PARAGUAYAN CHACO

ATLAS DEL CHACO PARAGUAYO

ATLAS OF THE PARAGUAYAN CHACO

© WWF/DLR

ISBN: 978-99967-792-3-7

Diseño y diagramación / Design and layout: Creo Estudio Creativo

Créditos de imagen de portada / Front page image credits: Yawar Films / WWF-US
Créditos de la contratapa / Backpage credits: Henry Mailliet & Jeff Wong / WWF-Paraguay

Mapas base / Base maps:

Ocean Base Map: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, DeLorme, HERE, Geonames.org, and other contributors; World Imagery: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community; Natural Earth Vector data, 2014.

Escala de los mapas principales / Main maps scale:
1:2.250.000

Sistema de referencia de coordenadas / Reference coordinate system:
WGS 1984 UTM Zona 21 S

Proyección / Projection:

Universal Transversal de Mercator / *Universal Transverse Mercator*

Datum: WGS 1984

Falso Este / *False Easting:* 500.000,0000

Falso Norte / *False Northing:* 10.000.000,0000

Meridiano Central / *Central Meridian:* -57,0000

Factor de Escala / *Scale Factor:* 0,9996

Latitud de Origen / *Latitude of Origin:* 0,0000

Unidad / *Unit Metro / Meter*

Noviembre / *November 2020*

Cita recomendada: Gill, EA; Da Ponte, E; Insfrán, KP & González, LR. WWF (World Wildlife Fund), DLR (Agencia Aeroespacial Alemana). 2020. Atlas del Chaco paraguayo. Asunción, Paraguay. 98 p.

Suggested citation: Gill, EA; Da Ponte, E; Insfrán, KP & González, LR. WWF (World Wildlife Fund), DLR (German Aerospace Center). 2020. Atlas of the Paraguayan Chaco. Asunción, Paraguay. 98 p.

Autores / Authors:

Alejandra Gill Emmanuel Da Ponte
Patricia Insfrán Raquel González

Editores Técnicos/ Technical Editors:

Karim Musálem
Alberto Esquivel

Diseño Cartográfico / Map Design:

Emmanuel Da Ponte

Revisores / Reviewed by:

Lucy Aquino Emma Timmerman
Alistair Kerlin Sonia Delphin
Karina Mansilla Patricia Roche
Alicia Pedrozo Cristina Morales
Fátima Mereles Walter Biedermann
Ilka Petersen Fernando Díaz Shenker

Colaboradores / Collaborators:

Andrea Garay Cinthya Duarte
Martín Mongelós Calixto Saguier

Agradecimientos / Acknowledgments

Gracias al apoyo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear a través de la Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI) y el proyecto "Cambio de Uso de la Tierra en Sabanas y Pastizales: a través del Involucramiento Político, Planificación Territorial y Buenas Prácticas Productivas". / *Thanks to the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety through the International Climate Initiative (IKI) for their support and project "Land Use Change in Savannas and Grasslands: Approaches by Policy Engagement, Land Use Planning and Best Management Practices".*

Los autores de esta publicación agradecen a las siguientes instituciones por su participación, apoyo e información aportada para la realización del Atlas del Chaco paraguayo: / *The authors would like to thank the following institutions for their participation, support and information that contributed to the publication of the Atlas of the Paraguayan Chaco:*

WWF-Alemania
Instituto de Economía Mundial de Kiel (IfW)
DGEEC – Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
FAPI – Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas
CIF/FCA/UNA – Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción
Asociación Guyra Paraguay
INFONA – Instituto Forestal Nacional
Itaipú Binacional
ONG Agua
MADES – Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
PTI – Parque Tecnológico Itaipú-Paraguay

Este documento ha sido posible gracias al generoso aporte del pueblo estadounidense a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido es responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos de América. / *This document was made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID). The contents are the responsibility of its authors and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government.*



ÍNDICE / INDEX

Agradecimientos / <i>Acknowledgments</i>	4
Lista de mapas / <i>List of maps</i>	6
Lista de figuras / <i>List of figures</i>	8
Lista de tablas / <i>List of tables</i>	9
Presentación / <i>Presentation</i>	10
Introducción / <i>Introduction</i>	12

1. Características generales de la Región Occidental del Paraguay / General characteristics of the Western Region of Paraguay..... 15

Contexto geográfico / <i>Geographical context</i>	16
Infraestructura / <i>Infrastructure</i>	20
Clima / <i>Climate</i>	22
Vientos / <i>Winds</i>	25
Topografía / <i>Topography</i>	28
Suelos / <i>Soils</i>	31
Hidrografía / <i>Hydrography</i>	35
Permanencia de los cuerpos de agua / <i>Water bodies permanence</i>	37
Población / <i>Population</i>	41
Áreas protegidas y comunidades indígenas / <i>Protected areas and indigenous communities</i>	47

2. Vegetación y uso de la tierra / Vegetation and land use..... 53

Ecorregiones del Chaco paraguayo / <i>Paraguayan Chaco ecoregions</i>	55
Cobertura y uso de la tierra / <i>Land cover and land use</i>	63
Cambios en coberturas y uso de la tierra / <i>Land cover and land use changes</i>	71
Productividad de pasturas implantadas y pastizales naturales / <i>Productivity of improved pastures and natural grasslands</i>	77
Reservas de carbono / <i>Carbon stock</i>	85

3. Conclusiones / Conclusions..... 89

4. Referencias bibliográficas / References..... 91



LISTA DE MAPAS / LIST OF MAPS

Mapa / Map 1. Contexto geográfico del Paraguay / <i>Geographical context of Paraguay</i>	18
Mapa / Map 2. Límites nacionales y distritales del Chaco paraguayo / <i>National and district borders of the Paraguayan Chaco</i>	19
Mapa / Map 3. Infraestructura (rutas y puertos) en el Chaco paraguayo / <i>Infrastructure (roads and ports) in the Paraguayan Chaco</i>	21
Mapa / Map 4. Temperatura media anual y mensual (°C) en el Chaco paraguayo en el periodo de referencia 2000-2010 / <i>Average annual and monthly temperature (°C) in the Paraguayan Chaco for the reference period 2000-2010</i>	23
Mapa / Map 5. Escenarios de temperatura anual y mensual (°C) en el Chaco paraguayo para el periodo 2021-2030 / <i>Annual and monthly temperature scenario (°C) in the Paraguayan Chaco region between the years 2021-2030</i>	23
Mapa / Map 6. Precipitación media anual y mensual (mm) en el Chaco paraguayo en el periodo de referencia 2000-2010 / <i>Average annual and monthly precipitation (mm) in the Paraguayan Chaco for the reference period 2000-2010</i>	24
Mapa / Map 7. Escenarios de precipitación anual y mensual (mm) en el Chaco paraguayo para el periodo 2021-2030 / <i>Annual and monthly precipitation scenarios (mm) in the Paraguayan Chaco region between the years 2021-2030</i>	24
Mapa / Map 8. Velocidad media anual del viento (m/s) en el Chaco paraguayo / <i>Average annual wind velocity (m/s) in the Paraguayan Chaco</i>	26
Mapa / Map 9. Energía eólica anual a 10 m (kWh/m ² -año) / <i>Annual wind energy at 10 m (kWh/m²-year)</i>	27
Mapa / Map 10. Topografía relativa del Chaco paraguayo / <i>Relative topography in the Paraguayan Chaco</i>	29
Mapa / Map 11. Clasificación de suelos del Chaco paraguayo / <i>Soil classification in the Paraguayan Chaco</i>	33
Mapa / Map 12. Subcuencas hidrográficas del Chaco paraguayo / <i>Subwatersheds in the Paraguayan Chaco</i>	36
Mapa / Map 13. Frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua entre 2003-2016 / <i>Average frequency by percentage of permanent water bodies in the Paraguayan Chaco between 2003-2016</i>	39
Mapa / Map 14. Densidad poblacional en el Chaco paraguayo / <i>Population density in the Paraguayan Chaco</i>	45
Mapa / Map 15. Comunidades indígenas y Áreas protegidas del Chaco paraguayo / <i>Indigenous communities and Protected areas in the Paraguayan Chaco</i>	52
Mapa / Map 16. Ecorregiones del Chaco paraguayo / <i>Paraguayan Chaco ecoregions</i>	62



Mapa / Map 17. Coberturas y usos de la tierra predominantes en el Chaco paraguayo del año 2016 / <i>Predominant land cover and land use in the Paraguayan Chaco in 2016</i>	68
Mapa / Map 18. Cobertura y uso de la tierra predominantes en el Chaco paraguayo del año 2018 / <i>Predominant land cover and land use in the Paraguayan Chaco in 2018</i>	69
Mapa / Map 19. Cambios de la cobertura de la tierra del Chaco paraguayo durante 2016-2018 / <i>Land cover changes in the Paraguayan Chaco between 2016-2018</i>	75
Mapa / Map 20. Intensidad estacional de la productividad de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2016 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.) / <i>Seasonal production intensity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2016 during the rainy period (left) and dry period (right)</i>	79
Mapa / Map 21. Intensidad estacional de la productividad de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2018 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.) / <i>Seasonal production intensity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2018 during the rainy period (left) and dry period (right)</i>	79
Mapa / Map 22. Intensidad estacional de la productividad de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2016 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.) / <i>Seasonal production intensity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2016 during the rainy period (left) and dry period (right)</i>	80
Mapa / Map 23. Intensidad estacional de la productividad de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2018 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.) / <i>Seasonal production intensity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2018 during the rainy period (left) and dry period (right)</i>	80
Mapa / Map 24. Productividad anual de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo año 2016 / <i>Annual productivity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2016</i>	81
Mapa / Map 25. Productividad anual de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2018 / <i>Annual productivity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2018</i>	82
Mapa / Map 26. Productividad anual de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2016 / <i>Annual productivity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2016</i>	83
Mapa / Map 27. Productividad anual de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2018 / <i>Annual productivity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2018</i>	84
Mapa / Map 28. Reservas de carbono en toneladas por hectárea en el Chaco paraguayo para el año 2016 / <i>Carbon stock in tons per hectare in the Paraguayan Chaco for the year 2016</i>	87
Mapa / Map 29. Reservas de carbono en toneladas por hectárea en el Chaco paraguayo para el año 2018 / <i>Carbon stock in tons per hectare in the Paraguayan Chaco for the year 2018</i>	88



LISTA DE FIGURAS / LIST OF FIGURES

Figura / <i>Figure 1. Distribución relativa de la superficie del Gran Chaco Americano por país / Relative surface area distribution of the Great American Chaco by country</i>	16
Figura / <i>Figure 2. Distribución de la superficie ocupada por departamentos en el Chaco paraguayo / Distribution of occupied surface area by departments in the Paraguayan Chaco</i>	16
Figura / <i>Figure 3. Distribución de la superficie de los distritos del Chaco paraguayo / Surface area distribution of Paraguayan Chaco districts</i>	17
Figura / <i>Figure 4. Velocidad media anual del viento por distrito para el año 2016 / Average annual wind velocity by district in 2016</i>	25
Figura / <i>Figure 5. Potencial de producción de energía eólica anual por distrito / Potential annual wind energy production per district</i>	25
Figura / <i>Figure 6. Distribución porcentual de elevación (msnm) del Chaco paraguayo / Distribution of elevation (masl) by percentage of the Paraguayan Chaco</i>	28
Figura / <i>Figure 7. Distribución de las elevaciones de los distritos del Chaco paraguayo / Distribution of Paraguayan Chaco districts' elevations</i>	28
Figura / <i>Figure 8. Distribución de tipos de suelo en el Chaco paraguayo / Distribution of soil types in the Paraguayan Chaco</i>	32
Figura / <i>Figure 9. Distribución relativa de tipos de suelo en el Chaco paraguayo por departamento / Relative distribution of soil types in the Paraguayan Chaco by department</i>	32
Figura / <i>Figure 10. Distribución de la superficie (km²) de las subcuencas en el Chaco paraguayo / Surface area distribution (km²) of subwatersheds in the Paraguayan Chaco</i>	35
Figura / <i>Figure 11. Distribución de la frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua en el Chaco paraguayo entre 2003 y 2016 / Distribution of the average frequency of permanent water bodies by percentage in the Paraguayan Chaco, between 2003 and 2016</i>	37
Figura / <i>Figure 12. Distribución de la frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua por distritos / Distribution of the average frequency of permanent water bodies by percentage per district</i>	38
Figura / <i>Figure 13. Distribución relativa de la población del Chaco paraguayo por departamento / Relative distribution of Paraguayan Chaco's population by department</i>	41
Figura / <i>Figure 14. Distribución absoluta de la población del Chaco paraguayo por departamento / Absolute distribution of the Paraguayan Chaco's population by department</i>	43
Figura / <i>Figure 15. Extensión total de áreas bajo categoría de Comunidades Indígenas (CI) dentro y fuera de la Reserva de la Biósfera del Chaco (RBC); Áreas Protegidas (AP) dentro y fuera de la RBC; el porcentaje restante de la RBC y las Áreas Productivas y de Reserva Legal (APRL) / Total surface area in the category of Indigenous Communities (IC) within and outside of the Chaco Biosphere Reserve (CBR); Protected Areas (PA) within and outside of the CBR; the remaining percentage of the CBR and the Productive and Legal Reserve Areas (PLA)</i>	48
Figura / <i>Figure 16. Extensión de áreas bajo categoría de "Comunidades Indígenas, Áreas Protegidas y Áreas Productivas y de Reserva Legal" por distrito / Extension of areas in the category of "Indigenous Communities, Protected Areas and Productive Legal Reserve Areas" by district</i>	49
Figura / <i>Figure 17. Distribución relativa de la extensión de las ecorregiones del Chaco paraguayo / Relative distribution of the Paraguayan Chaco ecoregions</i>	55
Figura / <i>Figure 18. Distribución relativa de los tipos de cobertura del suelo en el Chaco paraguayo de los años 2016 (izq.) y 2018 (der.) / Relative distribution of land cover types in the Paraguayan Chaco in the years 2016 (left) and 2018 (right)</i> ...	64
Figura / <i>Figure 19. Distribución relativa de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 por distrito / Relative distribution of land cover and land use in 2016 by district</i>	66



Figura / <i>Figure 20. Distribución relativa de las coberturas y uso de suelo en el año 2018 por distrito / Relative distribution of land cover and land use in 2018 by district.....</i>	67
Figura / <i>Figure 21. Porcentajes y superficie de cambios en las coberturas y uso de la tierra en el Chaco paraguayo entre 2016-2018 / Percentages and surface area of every land cover and land use change in the Paraguayan Chaco between 2016-2018.....</i>	72
Figura / <i>Figure 22. Reducción relativa de coberturas de la tierra por cambio a campos agrícolas respecto a su extensión en 2016 / Relative reduction of land cover due to conversion to agricultural fields with respect to its extension in 2016.....</i>	72
Figura / <i>Figure 23. Incremento de la extensión de las zonas agrícolas por distrito entre 2016 y 2018 / Increase of agricultural fields surface area per district between 2016 and 2018.....</i>	73
Figura / <i>Figure 24. Reducción de la extensión de bosques (secos e hidrófilos) y sabanas por distrito entre 2016 y 2018 / Decrease of forest (dry and hydrophilic) and savannahs surface area per district between 2016 and 2018.....</i>	73
Figura / <i>Figure 25. Coberturas de suelo en el Chaco paraguayo entre 2016-2018 / Land cover types in the Paraguayan Chaco between 2016-2018.....</i>	74
Figura / <i>Figure 26. Productividad media de pasturas implantadas y pastizales naturales en el año 2016 / Annual productivity of improved pastures and natural grasslands in 2016.....</i>	78
Figura / <i>Figure 27. Productividad media de pasturas implantadas y pastizales naturales en el año 2018 / Annual productivity of improved pastures and natural grasslands in 2018.....</i>	78

LISTA DE TABLAS / LIST OF TABLES

Tabla / <i>Table 1. Superficie absoluta de distritos en el Chaco paraguayo / Absolute surface area of Paraguayan Chaco districts...</i>	17
Tabla / <i>Table 2. Pueblos indígenas que habitan el Chaco paraguayo / Indigenous groups that inhabit the Paraguayan Chaco...</i>	42
Tabla / <i>Table 3. Población del Chaco paraguayo por distrito / Paraguayan Chaco population by district.....</i>	44
Tabla / <i>Table 4. Extensión de áreas bajo categoría de Comunidades Indígenas, Áreas Protegidas y Áreas Productivas y de Reserva Legal por distrito (en km² y porcentaje) / Extension of areas under the category of Indigenous Communities, Protected Areas and Productive and Legal Reserve areas by district (in km² and percentage).....</i>	50
Tabla / <i>Table 5. Extensión de las áreas protegidas y su categoría de manejo dentro del SINASIP / Extension of protected areas and their management category within the SINASIP.....</i>	51
Tabla / <i>Table 6. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 y 2018 en el Chaco paraguayo / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2016 and 2018 in the Paraguayan Chaco.....</i>	65
Tabla / <i>Table 7. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 por distrito / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2016 by district.....</i>	66
Tabla / <i>Table 8. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2018 por distrito / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2018 by district.....</i>	67
Tabla / <i>Table 9. Coberturas de la tierra convertidas a campos agrícolas entre 2016-2018 / Land cover types converted to agricultural fields between 2016-2018.....</i>	73
Tabla / <i>Table 10. Valores promedio de reservas de carbono (tC/ha) en los diferentes tipos de biomasa por cada cobertura de la tierra en el Chaco paraguayo / Carbon stock average (tC/ha) in different biomass types for every land cover type in the Paraguayan Chaco.....</i>	86



PRESENTACIÓN

El Gran Chaco Americano es una vasta planicie en Sudamérica extendida por Paraguay, Argentina, Bolivia y una pequeña porción de Brasil, ocupando más de 1.000.000 km². Es la segunda región boscosa más extensa del continente luego del Amazonas. Esta ecorregión alberga una gran diversidad de ecosistemas: sabanas, arbustales, pastizales, humedales y el bosque seco más grande del mundo.

En Paraguay, el Chaco alberga sólo el 2,8% de la población humana del país manteniendo una diversidad cultural excepcional, que incluye pueblos originarios y diversos grupos de inmigrantes. Actualmente es una de las regiones del país con mayor desarrollo agropecuario, impulsado por la expansión de la actividad ganadera en los últimos años, lo que implica a su vez un proceso de transformación del paisaje. Conocer las características principales de la región, la biodiversidad, la dinámica de cambios en las coberturas y usos de la tierra; sus pobladores, las tierras de conservación y su importancia en la mitigación y adaptación al cambio climático, es una forma de contribuir a la toma de decisiones pertinentes sobre el territorio. El objetivo del presente Atlas es poner a disposición de los actores clave de la región y demás referentes vinculados a esta temática, datos cualitativos y cuantitativos como fuente de referencia para el desarrollo sostenible y la conservación de los recursos naturales.

El presente Atlas del Chaco Paraguayo aporta nuevos conocimientos e información sobre la región, considerando materiales de referencia como el Atlas Ambiental del Paraguay (Naumann y Coronel 2008) y el Atlas del Gran Chaco Americano (Naumann et al. 2006). Es un esfuerzo conjunto de varias instituciones y personas, elaborado en el marco del Proyecto SuLu (*Sustainable Land Use*) implementado por WWF-Paraguay, WWF-Alemania y WWF-Colombia y financiado por el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear a través de la Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI). Los mapas fueron elaborados por la Agencia Aeroespacial Alemana (DLR), como aliado internacional del proyecto, con el apoyo del equipo técnico de WWF-Paraguay y otras instituciones.

Este Atlas incluye 29 mapas temáticos generados a partir de datos obtenidos de sensores remotos, cartografías, investigaciones y estadísticas nacionales. Se divide en dos secciones: 1) Descripción general del Chaco paraguayo con información referente a la geografía, clima, hidrología, población y tierras de conservación; 2) Descripción de las ecorregiones, las coberturas y usos de la tierra, la dinámica de cambios en estas coberturas y la distribución de la reserva de carbono en la región.

PRESENTATION

The Great American Chaco is an immense lowland spread over the territories of Paraguay, Argentina, Bolivia and a small portion of Brazil, occupying more than 1,000,000 km². It is the second largest forested region in the continent, after the Amazon. This ecoregion is home to a grand diversity of ecosystems: savannahs, shrublands, grasslands and wetlands and the largest dry forest in the world.

The Paraguayan Chaco is home to only 2.8% of the country's human population, yet with an exceptional amount of cultural diversity, including indigenous communities and various immigrant groups. It is currently one of the regions with the largest agricultural development in the country, driven by the expansion of cattle ranching in recent years, which inherently causes a transformation of the landscape. Understanding the main characteristics of the region, its biodiversity, the dynamics of land use changes, its inhabitants, the areas of conservation and their importance in the mitigation and adaptation to climate change, will contribute to the decision-making in the territory. The objective of this Atlas is to provide qualitative and quantitative data as a reference for sustainable development and natural resource conservation to key stakeholders in the region.

This Atlas of the Paraguayan Chaco provides new knowledge and information about the region, considering reference documents such as the Environmental Atlas of Paraguay (Naumann and Coronel 2008) and the Atlas of the Great American Chaco (Naumann et al. 2006). It is the product of a joint effort between several institutions and individuals, elaborated under the SuLu (Sustainable Land Use) Project, implemented by WWF-Paraguay, WWF-Germany and WWF-Colombia and funded by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety through the International Climate Initiative (IKI). The maps were prepared by the German Aerospace Agency (DLR), as an international partner of the project, with support from the technical team of WWF-Paraguay and other institutions.

This Atlas contains 29 thematic maps created with data obtained from; remote sensing, cartography, research and national statistics. It is divided into two sections: 1) General description of the Paraguayan Chaco with information on geography, climate, hydrology, population and conservation areas, and; 2) Description of ecoregions, land cover and land use, the dynamics of land cover and land use changes and the distribution of the carbon stock in the region.

INTRODUCCIÓN

Paraguay, con 406.752 km², es un territorio caracterizado por su división natural, sociocultural y política; separado por el río Paraguay en dos regiones: la Oriental y la Occidental, esta última también conocida como Chaco o Chaco paraguayo. La palabra “Chaco” proviene de la lengua quechua que significa “territorio de cacería” (Villalba et al. 2018), actividad desarrollada principalmente por los pueblos originarios que viven en la región. Esta región representa el 25% del Gran Chaco Americano y ocupa el 60% de la superficie del país. Está dividido política y administrativamente en tres departamentos: Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay. Aunque estos departamentos presentan las mayores extensiones territoriales del país, poseen las menores densidades poblacionales (DGEEC 2016).

Los suelos, el clima, la topografía, la hidrología y otras condiciones singulares originan la gran diversidad de ecosistemas del Chaco, destacándose los bosques secos y subhúmedos, médanos, sabanas y humedales. Alberga el 35-40% de la flora del país (Mereles 2013) y es clasificado como un ecosistema prioritario para la conservación, principalmente por la pérdida de sus hábitats naturales (Naumann et al. 2006). Además, es uno de los últimos “territorios en estado silvestre” del trópico (Mittermeier et al. in Cartes et al. 2015). Su situación remota permite aún la presencia de pueblos indígenas en aislamiento voluntario.

El Chaco paraguayo se ha constituido en años recientes, en un importante polo de desarrollo económico para el Paraguay, impulsado por la inmigración. Hoy en día, el desarrollo productivo de la región convive con las mayores áreas protegidas del país. Los grupos indígenas originarios coexisten con poblaciones descendientes de canadienses, rusos, alemanes, españoles y de otras partes del mundo. A lo largo de los años, el Chaco paraguayo atravesó diversos esquemas de producción hasta convertirse en una de las principales regiones exportadoras de carne bovina a nivel mundial (ARP 2017).

La evolución de este desarrollo ocurre mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. Al este, las sabanas y bosques subhúmedos influenciados por el histórico vaivén de las inundaciones del río Paraguay, se contraponen a la aridez y altas temperaturas del bosque seco y los médanos del oeste. Estos contrastes y el dinamismo del territorio conjugan tanto actividades de desarrollo económico como las de promoción y conservación de los recursos naturales.

INTRODUCTION

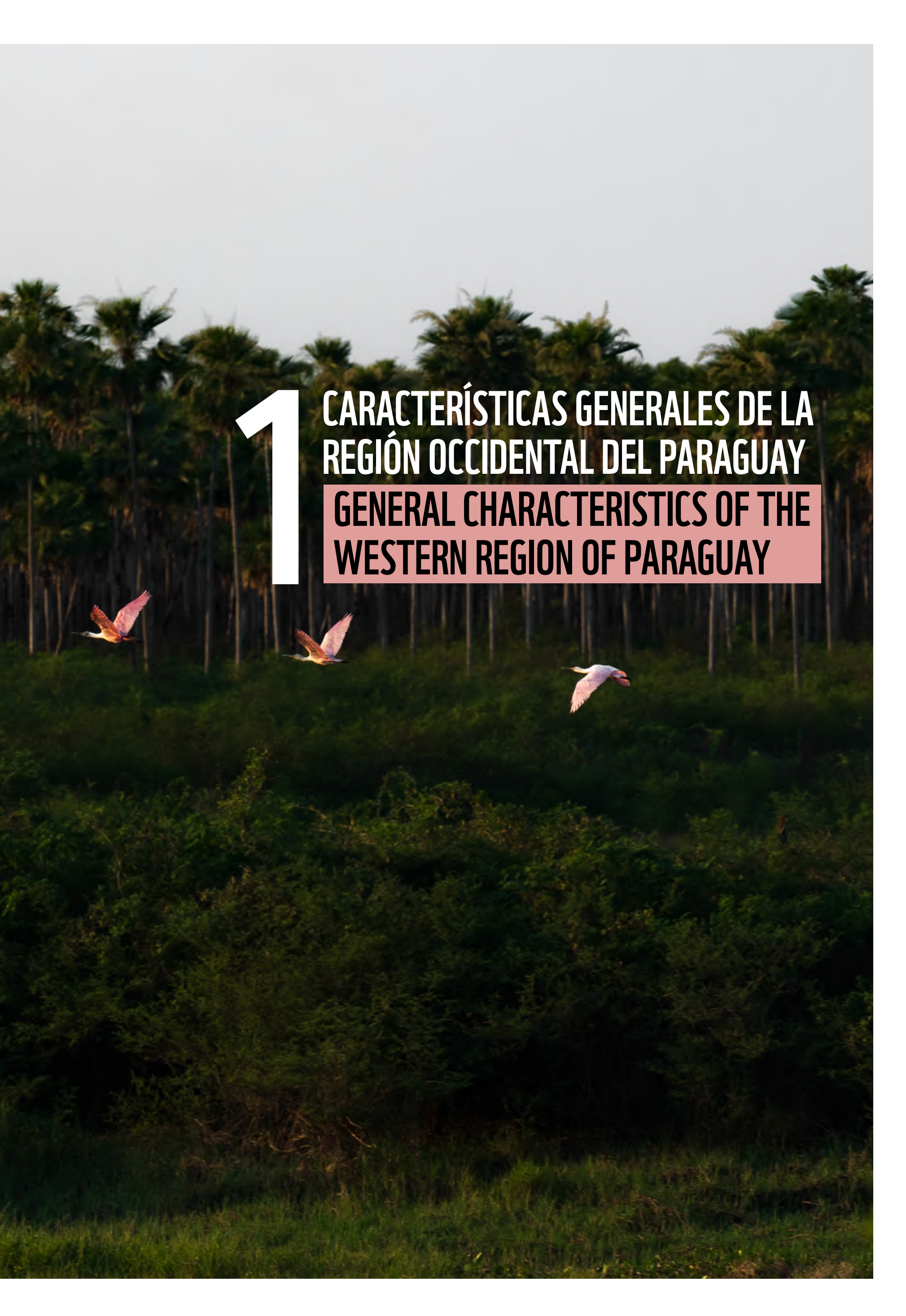
Paraguay, with a surface area of 406,752 km², is a territory characterized by its political, natural and socio-cultural division with two regions divided by the Paraguay River: the Eastern Region and the Western Region, the latter is also known as the Chaco or Paraguayan Chaco. The word "Chaco" comes from the Quechua language, meaning "hunting territory" (Villalba et al. 2018), an activity practiced mainly by the indigenous groups that inhabit the region. It represents 25% of the Great American Chaco and occupies 60% of the country's territory. Politically and administratively it is divided into three departments: Presidente Hayes, Boquerón and Alto Paraguay, which - although they represent the largest territorial extensions of the country - have the lowest population densities (DGEEC 2016).

Soil types, climate, topography, hydrology and other singular characteristics have led to the wide diversity of ecosystems in the Chaco, highlighted by dry and sub-humid forests, dunes, savannahs and wetlands. It is home to 35-40% of the country's vegetation (Mereles 2013) and is classified as a priority ecosystem for conservation, mostly due to the loss of its natural habitats (Naumann et al. 2006). It is also one of the last "wilderness areas" of the tropics (Mittermeier et al. in Cartes et al. 2015). This remoteness still allows for the presence of indigenous peoples who live in voluntary isolation.

The Paraguayan Chaco has grown in recent years into an important pole of economic development for Paraguay, driven by foreign immigration. At present, the productive activities in the region coexist with the largest protected areas of the country. Indigenous groups coexist with descendants of Canadians, Russians, Germans, Spaniards and other parts of the world. Over the years, the Paraguayan Chaco has experienced several different production systems and has become one of the world's main beef exporting regions (ARP 2017).

The evolution of this development occurs at expenses of the natural resources. To the east the savannahs and sub-humid forests are influenced by the historical fluctuations of floods from the Paraguay River, contrasting with the aridness, the high temperatures of the dry forest and the dunes to the west. These contrasts and the dynamism of the territory combine both economic development activities and the promotion and conservation of natural resources.



A landscape photograph featuring a dense line of palm trees in the background and a field of green vegetation in the foreground. Three birds are captured in flight, moving from left to right across the middle ground. The sky is a pale, clear blue. Overlaid on the image is a large white number '1' on the left, and a text box on the right containing the title in Spanish and English.

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL PARAGUAY

**GENERAL CHARACTERISTICS OF THE
WESTERN REGION OF PARAGUAY**

CONTEXTO GEOGRÁFICO GEOGRAPHICAL CONTEXT

Con aproximadamente 240.887,9 km² de superficie, el Chaco paraguayo forma parte de la Cuenca del Plata, considerada la quinta mayor cuenca hidrográfica del mundo, e integra el Gran Chaco Americano, segunda mayor región de bosques continuos de América del Sur - después del Amazonas - y la tercera ecorregión más extensa de Latinoamérica (Morello y Rodríguez 2009) incluyendo también porciones del Pantanal (Assine et al. 2016).

El Gran Chaco Americano como unidad ambiental es una llanura en donde los componentes naturales son compartidos más allá de las fronteras políticas (Naumann et al. 2006). Se extiende por 1.066.000 km², 62,2% de su territorio se encuentra en Argentina, 25,4% en Paraguay, 11,6% en Bolivia y 0,8% en Brasil. Es clasificado como un bioma de “Pastizales, Sabanas y Matorrales Tropicales y Subtropicales” (Olson y Dinerstein 2002), dividido principalmente en dos ecorregiones: el Chaco Seco y el Chaco Húmedo (Dinerstein et al. 1995). El Chaco paraguayo, además de estas dos ecorregiones, alberga al Pantanal, considerado el mayor humedal tropical del mundo (Tomas et al. 2019).

El Chaco Seco es la ecorregión más extensa abarcando más del 72% del Chaco paraguayo (alrededor de 175.000 km²). Según Dinerstein et al. (1995), el Chaco Húmedo abarca el 26% de la región (63.500 km²), y el Pantanal sólo 1% del territorio (alrededor de 1.960 km²). Estos porcentajes varían de manera importante según la escala y los criterios utilizados para la delimitación; como se puede apreciar en las publicaciones de Mereles et al. (2013), Assine et al. (2016), entre otros.

The Paraguayan Chaco region encompasses approximately 240,887.9 km² and is part of the La Plata River Basin, the world's fifth largest hydrographic basin. This area is part of the Great American Chaco, South America's second largest region of continuous forests - after the Amazon - and the third most extensive ecoregion in Latin America (Morello and Rodríguez 2009), also including parts of the Pantanal (Assine et al. 2016).

The Great American Chaco, as a natural region, is a plain in which natural components are shared, beyond political borders (Naumann et al. 2006). It is spread over 1,066,000 km² within the boundaries of four countries: Argentina (62.2%), Paraguay (25.4%), Bolivia (11.6%) and Brazil (0.8%). This region has been classified as a biome of “Tropical and Subtropical Grasslands, Savannas and Shrublands” (Olson and Dinerstein 2002) and is mainly divided into two ecoregions: Dry Chaco and Humid Chaco (Dinerstein et al. 1995). In addition to these two ecoregions, the Paraguayan Chaco contains the Pantanal, considered the world's largest tropical wetland (Tomas et al. 2019).

The Dry Chaco is the largest ecoregion, covering more than 72% of the Paraguayan Chaco (approximately 175,000 km²). According to Dinerstein et al. (1995), the Humid Chaco covers 26% of the region (63,500 km²), and the Pantanal covers only 1% of the territory (around 1,960 km²). These percentages vary considerably, depending of the scale and criteria used for delimitation, as can be seen in the publications of Mereles et al. (2013), Assine et al. (2016), and others.



Límites del Chaco paraguayo. / Paraguayan Chaco boundaries.

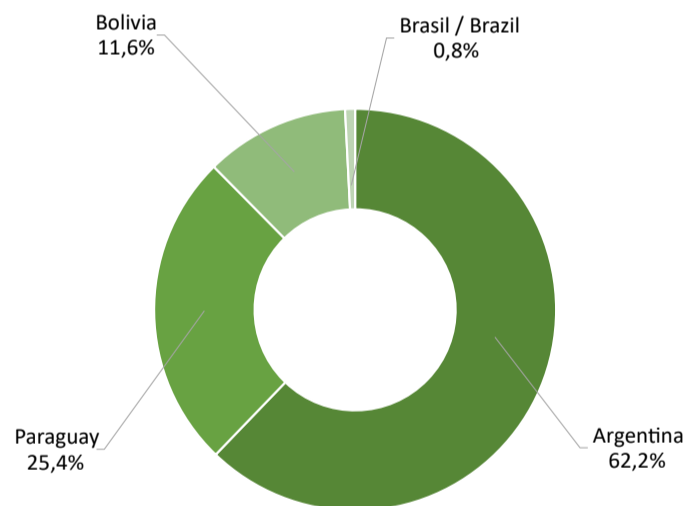


Figura / Figure 1. Distribución relativa de la superficie del Gran Chaco Americano por país. / Relative surface area distribution of the Great American Chaco by country.

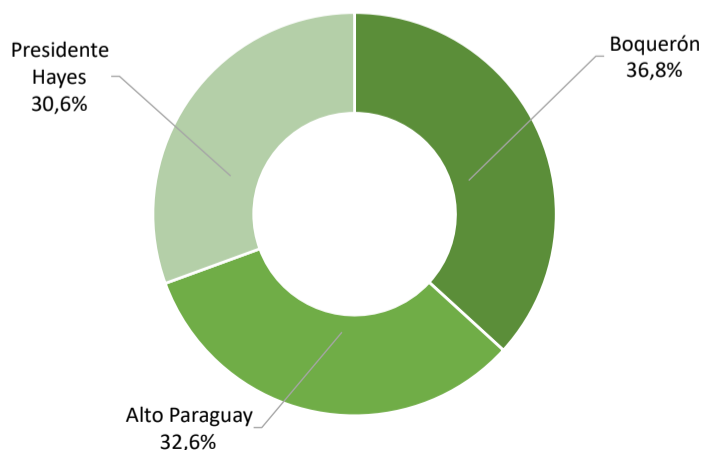


Figura / Figure 2. Distribución de la superficie ocupada por departamentos en el Chaco paraguayo. / Distribution of the surface occupied by departamentos in the Paraguayan Chaco.

El Chaco paraguayo se divide administrativamente en tres (3) departamentos: Boquerón (88.616,9 km²), Alto Paraguay (78.610,7 km²) y Presidente Hayes (73.661,4 km²). Estos departamentos se subdividen - a su vez - en 15 distritos y varias localidades (DGEEC 2017). Sus límites están determinados, al suroeste, por el río Pilcomayo, que lo separa de Argentina; al este, el río Paraguay, que lo separa de Brasil y la región Oriental; y al norte, una frontera terrestre política lo divide de Bolivia.

The Paraguayan Chaco is administratively divided into three (3) departments: Boquerón (88,616.9 km²), Alto Paraguay (78,610.7 km²) and Presidente Hayes (73,661.4 km²). These departments are subdivided into 15 districts and several villages (DGEEC 2017). Its boundaries are determined by the Pilcomayo River to the southwest, which separates it from Argentina, the Paraguay River to the east, which separates it from Brazil and the Eastern Region, and, to the north, a political land border separates it from Bolivia.

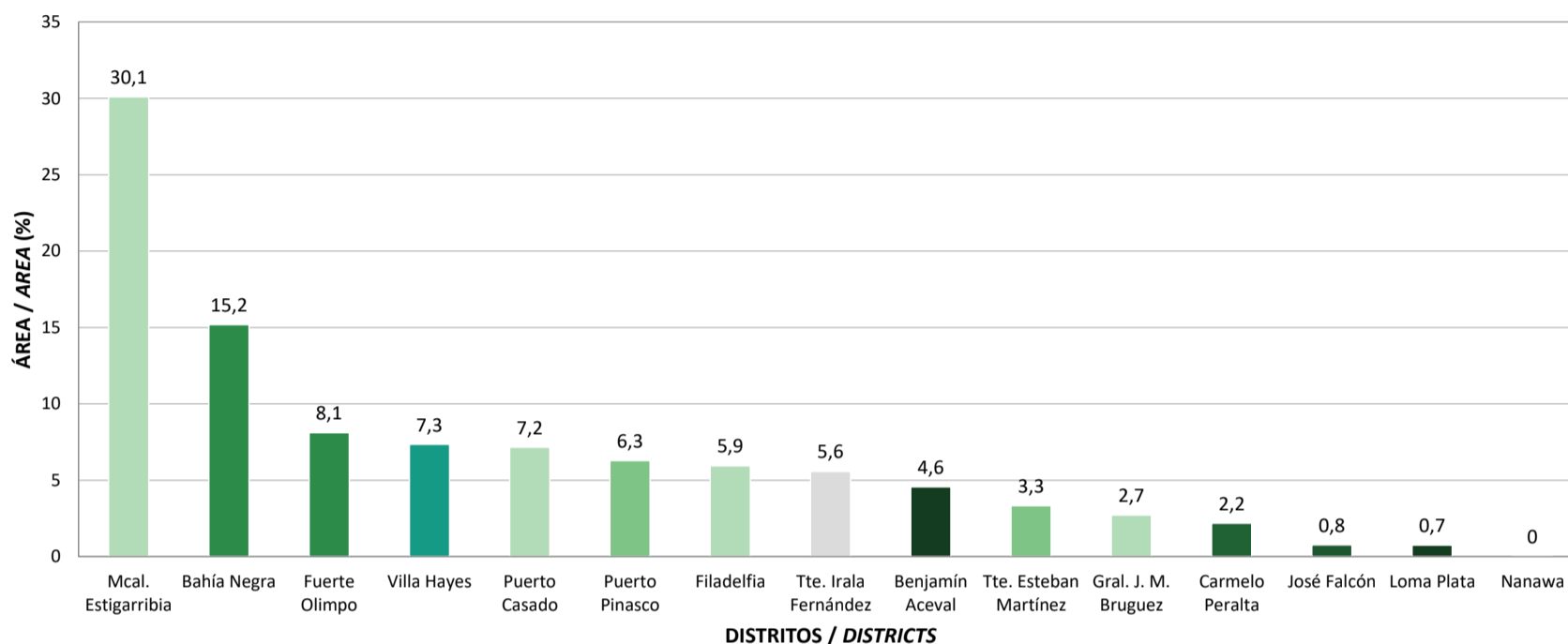
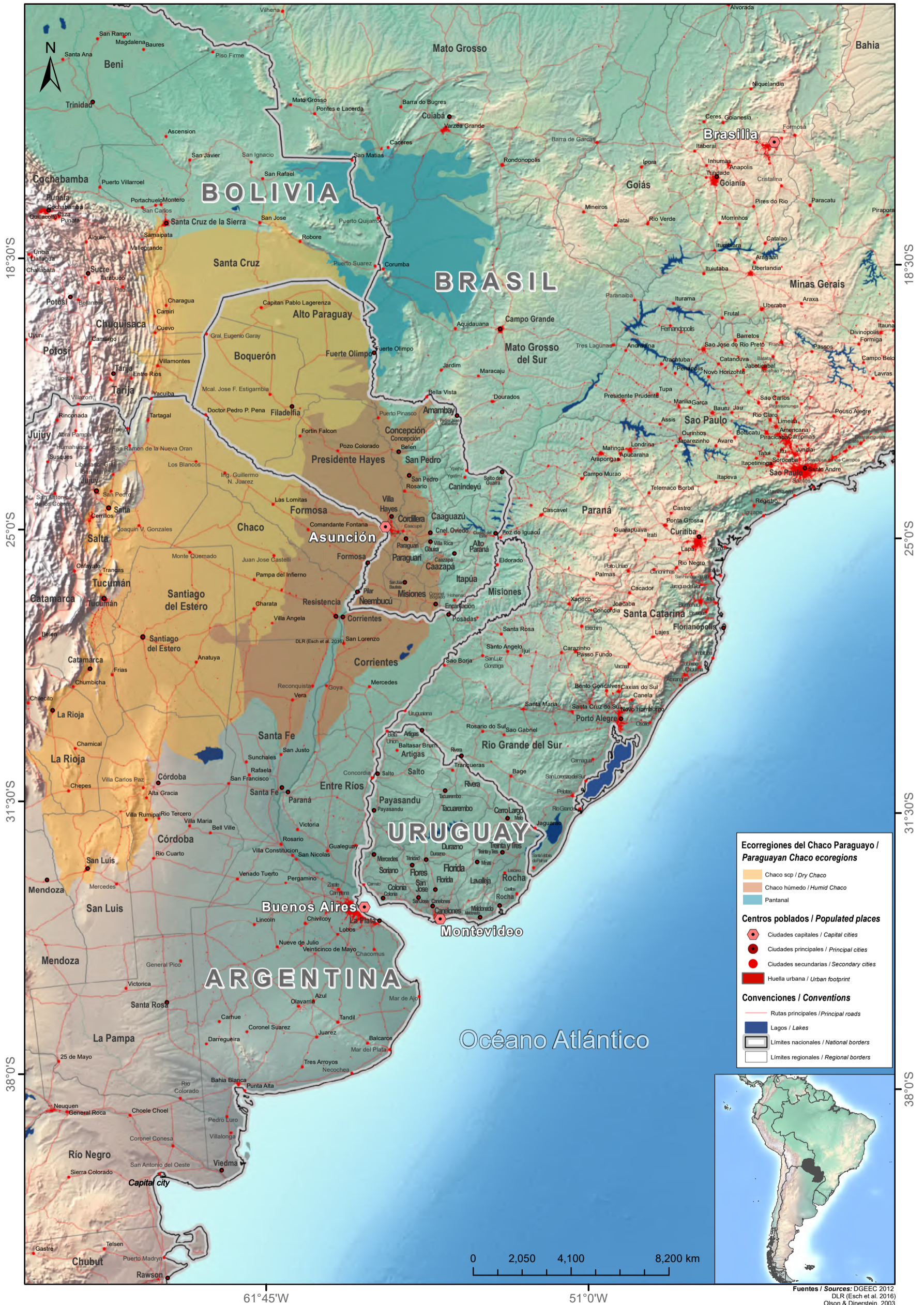


Figura / Figure 3. Distribución de la superficie de los distritos del Chaco paraguayo. / Surface area distribution of the Paraguayan Chaco districts.

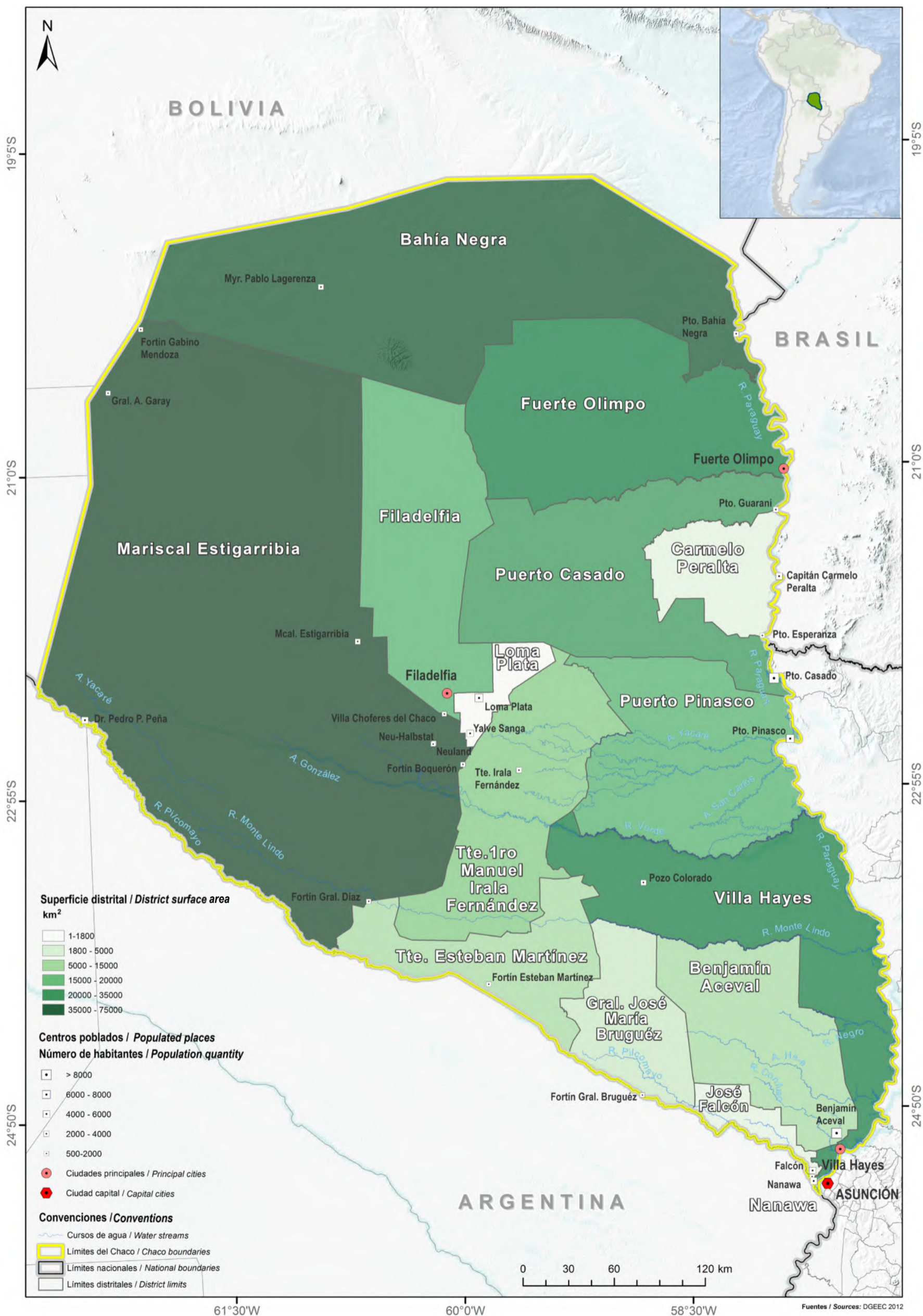
Tabla / Table 1. Superficie absoluta de distritos en el Chaco paraguayo. / Absolute surface area of the Paraguayan Chaco districts.

Departamento / Department	Distrito / District	Superficie / Surface (km ²)
Presidente Hayes	Benjamín Aceval	10.990,6
	Puerto Pinasco	15.138,3
	Villa Hayes	17.699,4
	Nanawa	4,7
	José Falcón	1.838,3
	Tte. Irala Fernández	13.422,1
	Tte. Esteban Martínez	8.023,9
	Gral. José María Bruguez	6.543,9
Boquerón	Mcal. Estigarribia	72.507,8
	Filadelfia	14.306,6
	Loma Plata	1.801,6
Alto Paraguay	Fuerte Olimpo	19.534,1
	Puerto Casado	17.242,3
	Bahía Negra	36.576,5
	Carmelo Peralta	5.257,9
Total		240.887,9

Mapa / Map 1. Contexto geográfico del Paraguay. / Geographical context of Paraguay.



Mapa / Map 2. Límites nacionales y distritales del Chaco paraguayo. / National and district borders of the Paraguayan Chaco.



INFRAESTRUCTURA / INFRASTRUCTURE

El Chaco paraguayo cuenta con dos principales medios de comunicación: una red vial compuesta por una ruta principal pavimentada, la Ruta N° 9 Dr. Carlos Antonio López o Transchaco, conectada a caminos principales y secundarios; y una vía fluvial sobre el río Paraguay, utilizada históricamente para integrar la región nacional, además de la internacional, debido a su navegabilidad durante gran parte del año (DGEEC 2017).

La Ruta N° 9 tiene una extensión de 780 km, inicia en Asunción y finaliza en Gral. A. Garay, frontera con Bolivia. Otra ruta nacional corresponde a la Ruta N° 12 Vicepresidente Sánchez, de 744 km de extensión, que se origina en José Falcón y finaliza en Pozo Hondo, sin embargo, no se encuentra pavimentada. Así también, la Ruta N° 5 Gral. Bernardino Caballero, de 577 km de extensión, se origina en Pedro Juan Caballero y atraviesa el Chaco hasta Fortín Pilcomayo, en la frontera con Argentina. La Ruta N° 9 posibilita la interacción del Chaco dentro y fuera de su territorio y está conectada a la Región Oriental, a través de la Ruta N° 5 y de los puentes Remanso y Nanawa sobre el río Paraguay. Los principales centros urbanos en el Chaco Central están interconectados a la Ruta N° 9 a través de rutas secundarias asfálticas o en su mayoría de terracería (MOPC 2019).



Camino interno del Chaco / Chacoan internal road

La vía fluvial del río Paraguay, representa el medio de comunicación más utilizado por la población asentada en los puertos y ciudades en el noreste de la región (Vázquez 2006). El transporte por barco constituye el principal medio para acceder y salir de estos poblados, así como para la provisión de bienes y servicios, especialmente durante la inaccesibilidad de los caminos de tierra en épocas de lluvias.

Existen puertos a lo largo del río Paraguay, pero en su mayoría privados. Algunos están en operación y otros en desuso u operación temporal. Históricamente, los puertos en el Chaco eran aprovechados por la industria del quebracho y tanino (Vázquez 2006). En la actualidad, gran parte de los puertos son utilizados para exportar ganado vacuno, y también para el embarque y desembarque de combustibles, graneles y cargas como piedras, cemento, acero, entre otros. No obstante, las principales terminales portuarias establecidas sobre el río se encuentran en la Región Oriental. El Puerto de Bahía Negra posee un flujo de embarcaciones de cargas y pasajeros, siendo una de las más utilizadas, la "Embarcación Aquidabán", que une los puertos ribereños del Chaco desde Concepción.

The Paraguayan Chaco has two main communication infrastructure: a road network composed of a main paved highway, Route 9 Dr. Carlos Antonio López or Transchaco, connected to main and secondary roads; and the Paraguay River waterway, historically used to integrate the region nationally and internationally, due to its navigability for most of the year (DGEEC 2017).

Route 9 extends over 780 km. It begins in Asunción and ends in Gral. A. Garay, at the border with Bolivia. Another national highway is Route 12 Vice President Sanchez, which extends over 744 km. It begins in José Falcón and ends in Pozo Hondo; however, it is not paved. Also, Route 5 Gral. Bernardino Caballero is 577 km long, it originates in Pedro Juan Caballero and extends through the Chaco to Fortín Pilcomayo, at the border with Argentina. Route 9 also allows interaction inside and outside the Chaco territory. It is connected to the Eastern Region through Route 5 and the Remanso and Nanawa bridges over the Paraguay River. The urban centers in the Central Chaco are interconnected to Route 9 by secondary asphalted roads or, primarily, by dirt roads (MOPC 2019).

The Paraguay River waterway represents the most frequent communication channel for the population settled in ports and cities in the northeast of the region (Vázquez 2006). Boats are the primary vehicles providing access to and departure from these towns, as well as goods and services, especially during rainy seasons, due to the inaccessibility of dirt roads.

There are many ports along the Paraguay River, mostly private, some of them operating and others disused or with temporary operations. Historically, the ports in the Chaco were used by the quebracho and tannin industry (Vázquez 2006). At present, many of the ports are mainly used to export cattle, as well as for loading and unloading fuels and cargo, such as stones, cement, steel and others. However, the main port terminals are located in the Eastern Region. The Port of Bahía Negra has a flow of cargo and passenger vessels. One of the most used boats is the "Aquidaban" that connects the riverside ports of the Chaco to Concepción.



Barcaza sobre el río Paraguay / Hopper barge on the Paraguay river

Mapa / Map 3. Infraestructura (rutas y puertos) en el Chaco paraguayo. / Infrastructure (roads and harbors) in the Paraguayan Chaco.



CLIMA / CLIMATE

El clima del Chaco paraguayo varía entre veranos de extremo calor e inviernos templados. Se puede considerar como un clima continental, debido a que se produce una amplitud térmica media y absoluta anual muy importante, que supera los 50°C y puede darse en cualquier año en general (Grassi 2005).

De norte a sur, el clima del Chaco paraguayo se vuelve más húmedo y menos caluroso. Según la clasificación climática de Köppen – que considera los límites de la vegetación con relación a elementos climáticos como temperatura y aridez – en sentido noroeste-sureste, se presentan zonas con clima de estepa tropical, de sabana tropical y templado lluvioso. Thornthwaite, basado en la evapotranspiración potencial y balance de vapor de agua con precipitación – clasifica como Megatérmico a todo el Chaco paraguayo, y siguiendo también el mismo enfoque, se subclasifica como semiárido, subhúmedo seco y subhúmedo húmedo (Grassi 2005).

The climate of the Paraguayan Chaco shifts between extreme heat in the summers and mild winters. It can be considered a continental climate, due to the occurrence of a very significant annual and absolute for thermal amplitude that exceeds 50°C and can generally occur in any year (Grassi 2005).

Moving from north to south, the climate of the Paraguayan Chaco becomes more humid and less hot. According to the Köppen climate classification - which considers the limits of vegetation compared to climatic elements such as temperature and aridity - in the northwest-southeast direction, there are areas with tropical steppe climate, tropical savannah and rainy temperate. Thornthwaite - based on the potential evapotranspiration and water vapor balance with precipitation - classifies the entire Paraguayan Chaco as Megathermic and subsequently subclassifies it as semi-arid, dry subhumid and humid subhumid (Grassi 2005).



Temporal en las lagunas saladas / Storm in the salt lagoons

TEMPERATURA / TEMPERATURE

La temperatura promedio para todo el Chaco paraguayo oscila entre 13°C y 34°C¹. Las zonas más cálidas se concentran en el noreste de la región. Las predicciones futuras de Hijmans et al. (2005) estiman un incremento en las temperaturas medias anuales para el periodo de referencia 2021-2030, promediando entre 17°C y 40°C.

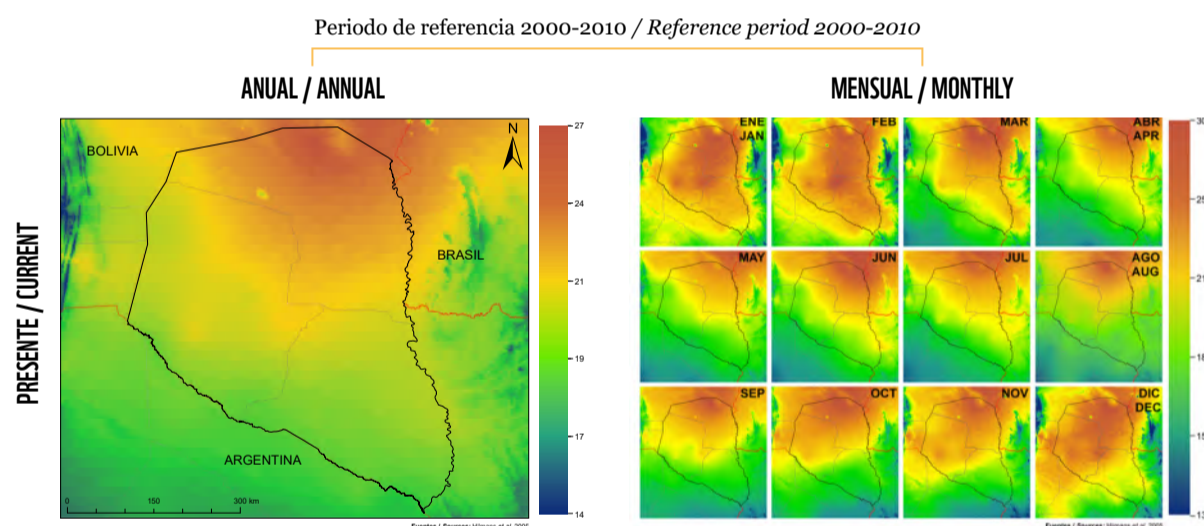
The average temperature for the entire Paraguayan Chaco ranges between 13°C and 34°C¹. The warmest zones are concentrated in the northeast of the region. Future predictions by Hijmans et al. (2005) estimate an increase in average annual temperatures for the reference period 2021-2030, averaging between 17°C and 40°C.



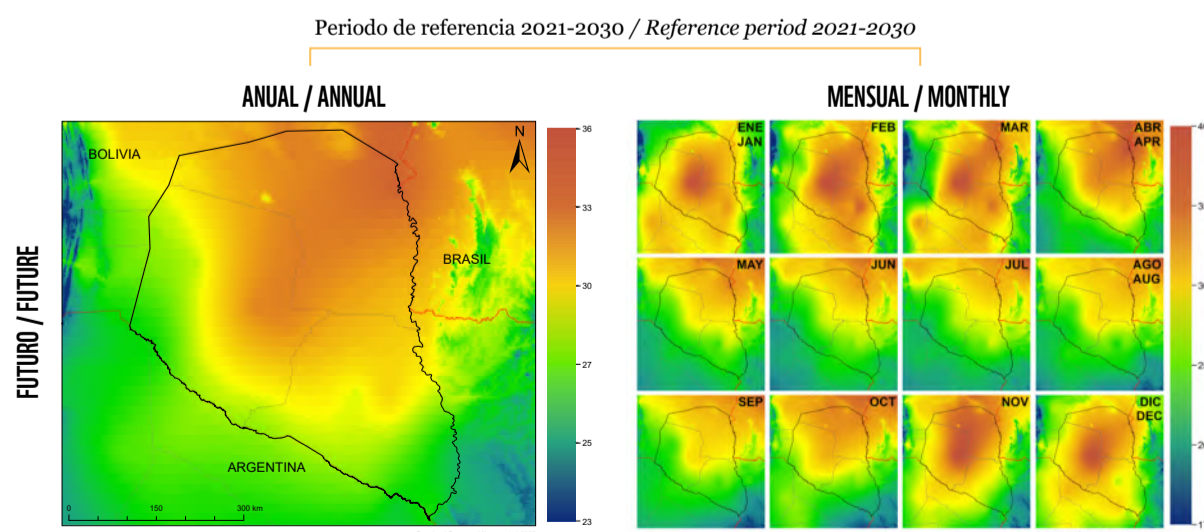
Época de seca / Dry season

© José Luis Roscales

Mapa / Map 4. Temperatura media anual y mensual (°C) en el Chaco paraguayo en el periodo de referencia 2000-2010. / Average annual and monthly temperature (°C) in the Paraguayan Chaco for the reference period 2000-2010.



Mapa / Map 5. Escenarios de temperatura anual y mensual (°C) en el Chaco paraguayo para el periodo 2021-2030. / Annual and monthly temperature scenario (°C) in the Paraguayan Chaco region between the years 2021-2030.



¹ Basado en el análisis de la distribución espacial relacionada a cambios en la temperatura promedio mensual para el periodo 2016. / Based on the spatial distribution analysis related to changes in average monthly temperature for the period 2016.

PRECIPITACIÓN / PRECIPITATION



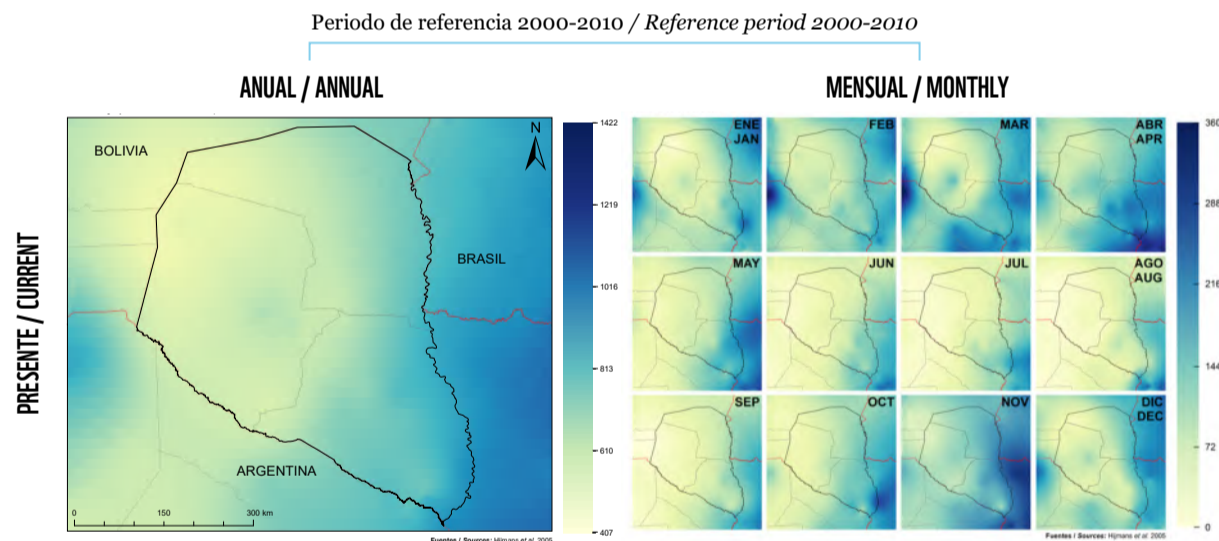
© Fabianus Fiervoet / WWF-Paraguay

Época de lluvia / Rainy season

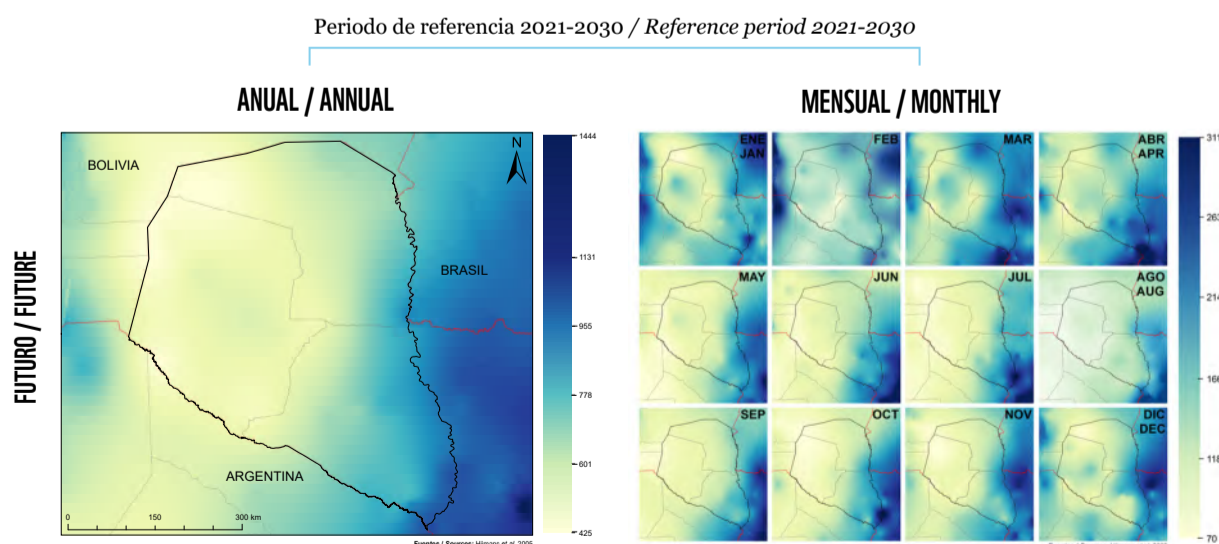
Según modelos históricos de datos climáticos elaborados a nivel global para el periodo 2000-2010, los meses más húmedos - de noviembre a abril - registran valores mensuales promedios de 144 a 360 mm. Los meses más secos - de junio a setiembre - registran valores mensuales promedios que oscilan entre 0 y 144 mm y la precipitación media anual acumulada va de 407 a 1422 mm en la región. Sin embargo, para el periodo de referencia 2021-2030, se prevé un aumento en valores mínimos y máximos anuales de precipitación, entre 425 y 1.444 mm en la región² (Hijmans et al. 2005).

According to historical models of global climate data for the period 2000-2010, the rainy season - from November to April - registered average monthly values from 144 to 360 mm. The dry season - from June to September - registered average monthly values ranging from 0 to 144 mm. The average annual rainfall ranges from 407 to 1422 mm in the region. Nonetheless, for the reference period 2021-2030, an increase in minimum and maximum annual precipitation values is predicted, between 425 and 1,444 mm in the region² (Hijmans et al. 2005).

Mapa / Map 6. Precipitación media anual y mensual (mm) en el Chaco paraguayo en el periodo de referencia 2000-2010. / Average annual and monthly precipitation (mm) in the Paraguayan Chaco for the reference period 2000- 2010.



Mapa / Map 7. Escenarios de precipitación anual y mensual (mm) en el Chaco paraguayo para el periodo 2021-2030. / Annual and monthly precipitation scenario (mm) in the Paraguayan Chaco region between the years 2021-2030.



² Basado en el cálculo de predicciones anuales de precipitación media entre el periodo de referencia 2021-2030. / Based on the estimated mean annual predictions for the reference period 2021-2030.

VIENTOS / WINDS

La dirección predominante de los vientos posee una tendencia de noreste a sureste. La velocidad media del viento a 80 m de altura oscila entre 4,5 y 6,8 m/s en todo el Chaco paraguayo y su distribución aumenta de este-oeste, siendo Mariscal Estigarribia el distrito que registra los vientos más intensos.

The predominant winds blow in the northeast to southeast direction. The average wind velocity, at an altitude of 80 m, varies between 4.5 and 6.8 m/s in the Paraguayan Chaco and its distribution increases from east to west. Mariscal Estigarribia is the district with the most intense winds of the region.

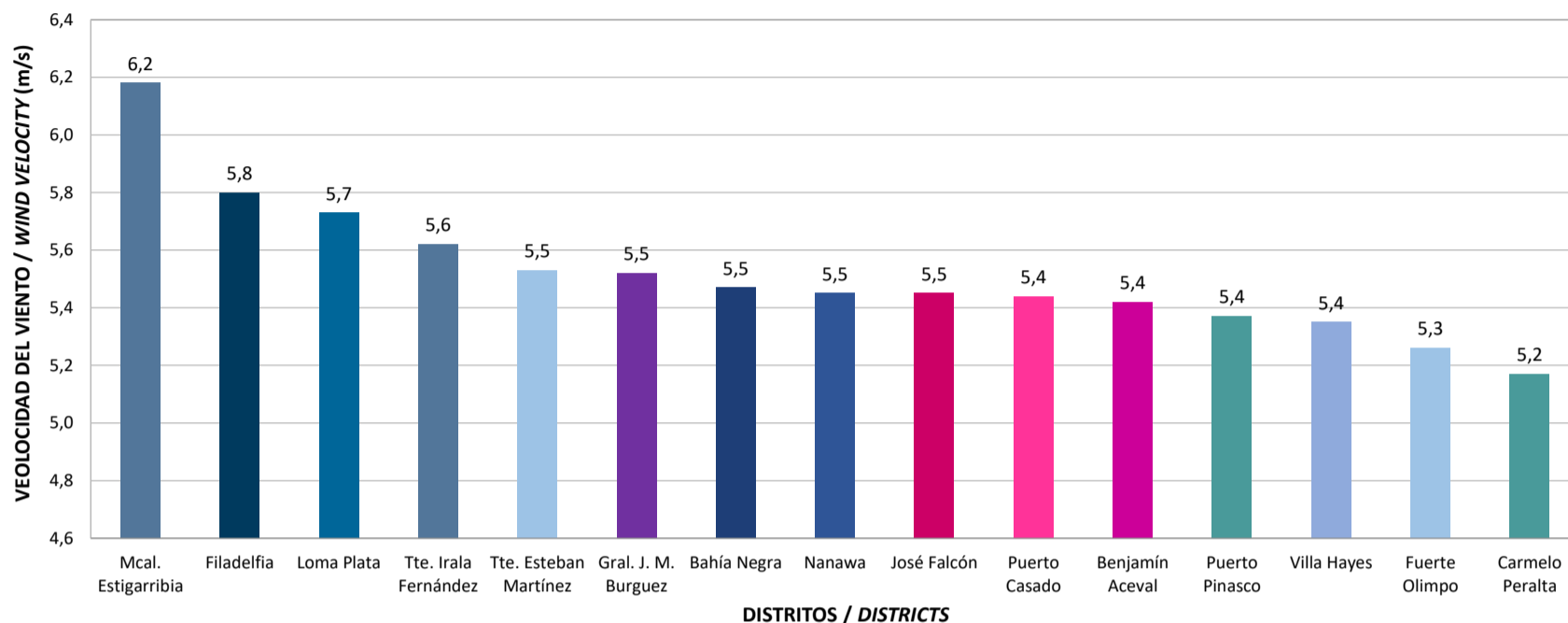


Figura / Figure 4. Velocidad media anual del viento por distrito para el año 2016. / Average annual wind velocity by district in 2016.

Considerando la velocidad media y la dirección de los vientos, el Parque Tecnológico de Itaipú (PTI-PY 2016) estudió el potencial de aprovechamiento de la energía eólica teniendo en cuenta la velocidad media y la dirección de los vientos. La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza el movimiento de los vientos (masas de aire) para la generación de electricidad.

Considering the average wind speed and direction, PTI-PY (2016), studied the potential of using wind energy considering the average speed and wind direction. Wind energy is a renewable energy source that uses the movements of the winds (air masses) to generate electricity.

Según este estudio, existe un potencial de energía acumulable por unidad de superficie (entre 207 y 2.331 kWh/m²), que aumenta en la misma dirección del viento, observándose los mayores rangos de potencial de producción de energía al noroeste de la región.

According to this study, there is cumulative energy potential per surface unit (between 207 and 2,331 kWh/m²), which increases in the same direction as the wind, observing the highest potential ranges of energy production in the northwest region.

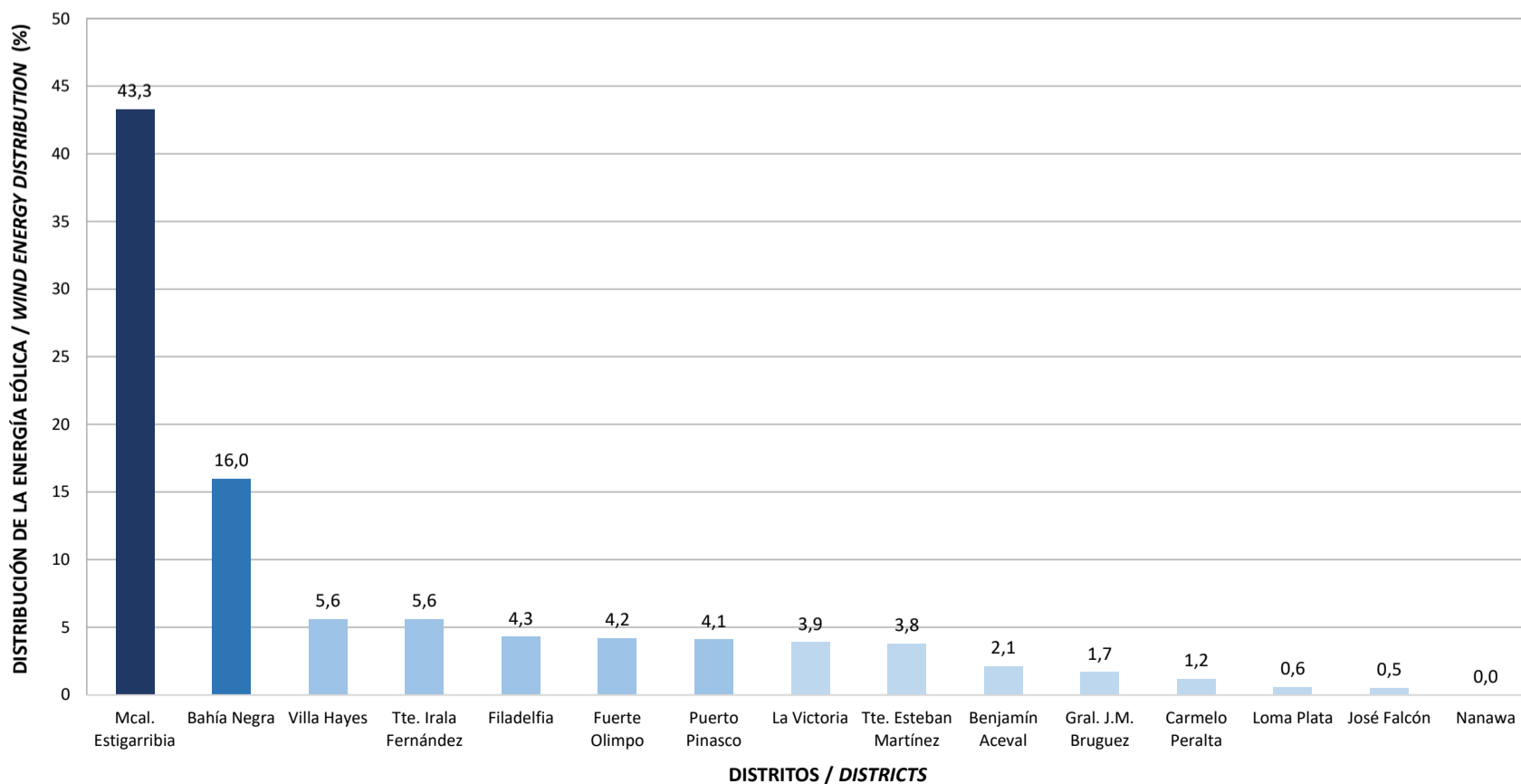
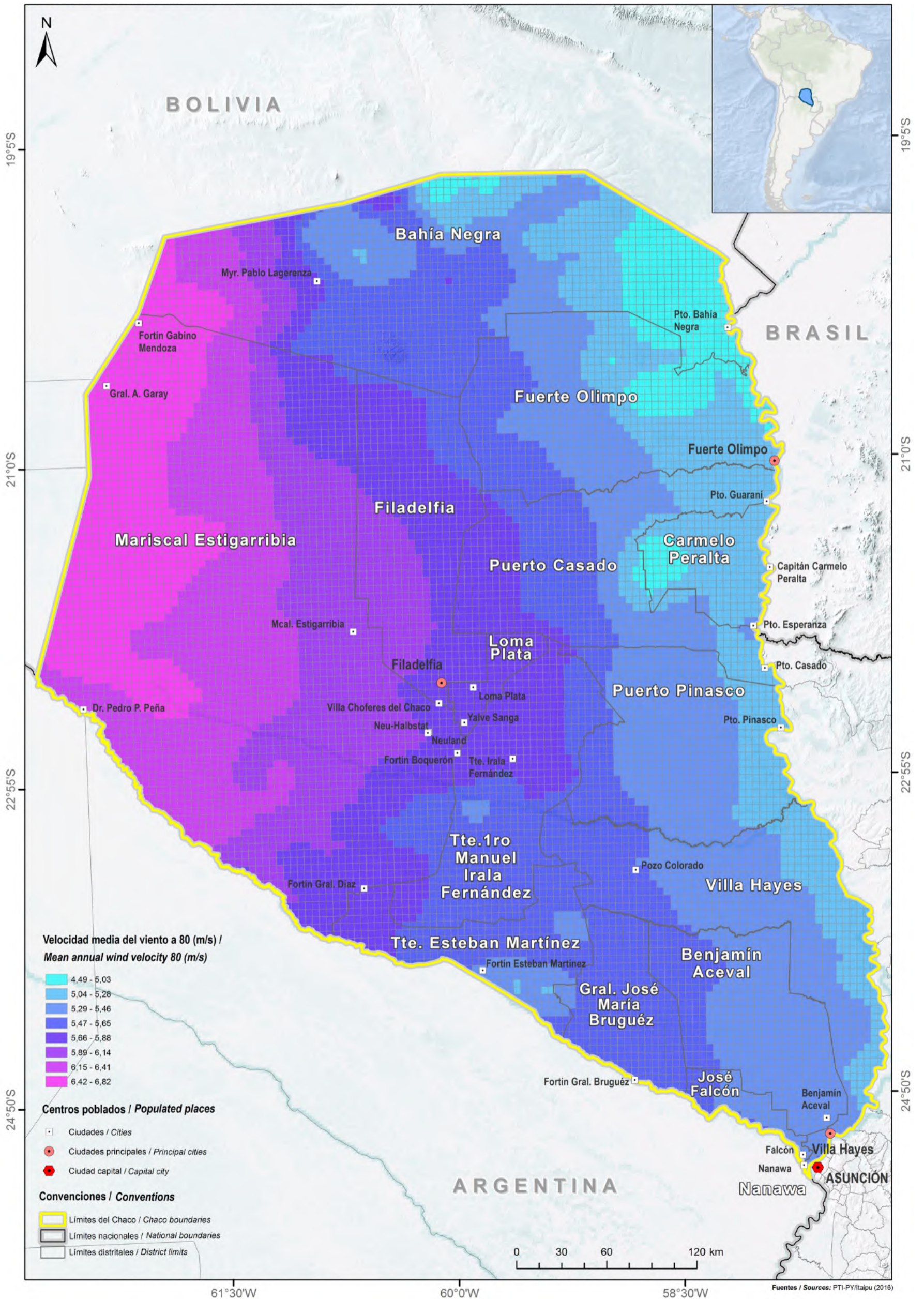
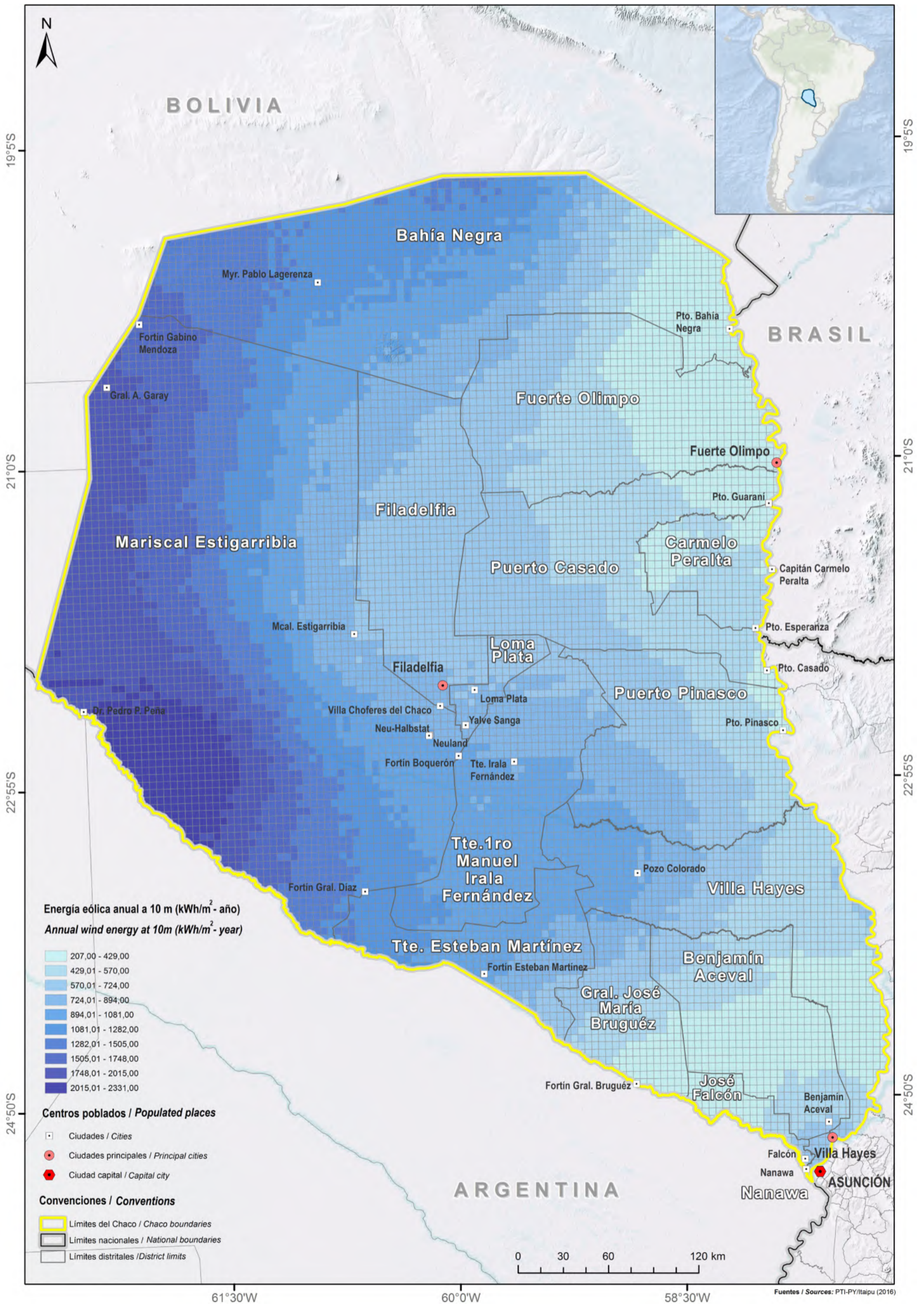


Figura / Figure 5. Potencial de producción de energía eólica anual por distrito. / Potential annual wind energy production per district.

Mapa / Map 8. Velocidad media anual de vientos (m/s) en el Chaco paraguayo. / Mean annual wind velocity (m/s) in the Paraguayan Chaco.



Mapa / Map 9. Energía eólica anual a 10 m (kWh/m²-año). / Annual wind energy at 10 m (kWh/m²-year).



TOPOGRAFÍA / TOPOGRAPHY

La topografía del Chaco paraguayo no presenta grandes variaciones a lo largo del territorio. Se caracteriza por un incremento gradual en su relieve, variando de este a oeste. Según el modelo de elevación TanDEM-X³, las localidades más distantes al río Paraguay son las de mayor elevación; por ejemplo: Mayor Pablo Lagerenza (200 msnm); General A. Garay (358 msnm) y Fortín Gabino Mendoza (370 msnm). Las ciudades cercanas al río Paraguay presentan elevaciones menores, variando de 50 a 100 msnm como Fuerte Olimpo (75 msnm), Puerto Casado (64 msnm) y Villa Hayes (55 msnm).

Las zonas con mayor relieve se localizan al norte de la región, en el departamento de Alto Paraguay. Esta área en particular se caracteriza por ser una zona de serranías con una elevación máxima estimada en 624 m. Todos los cerros de esta región se encuentran dentro de áreas protegidas como los Cerros Cabrera-Timané (623 msnm), Cerro León (600 msnm) y Chovoreca (353 msnm).

The topography of the Paraguayan Chaco does not present large variations throughout the territory, and is characterized by a gradual increase from east to west. According to the TanDEM-X³ elevation model, the locations farthest from the Paraguay River are those with the highest elevation; for example: Mayor Pablo Lagerenza (200 masl); General A. Garay (358 masl) and Fortín Gabino Mendoza (370 masl). Cities close to the Paraguay River have lower elevations, varying from 50 to 100 masl, such as Fuerte Olimpo (75 masl), Puerto Casado (64 masl) and Villa Hayes (55 masl).

The highest areas are located in the northern part of the region, in the Alto Paraguay Department. This area is characterized by hills with a maximum elevation estimated at 624 m. All the hills of the region are located within protected areas, such as Cerro Cabrera-Timané (623 masl), Cerro León (600 masl) and Chovoreca (353 masl).



© Fabianus Fliervoet / WWF-Paraguay

Cerro León

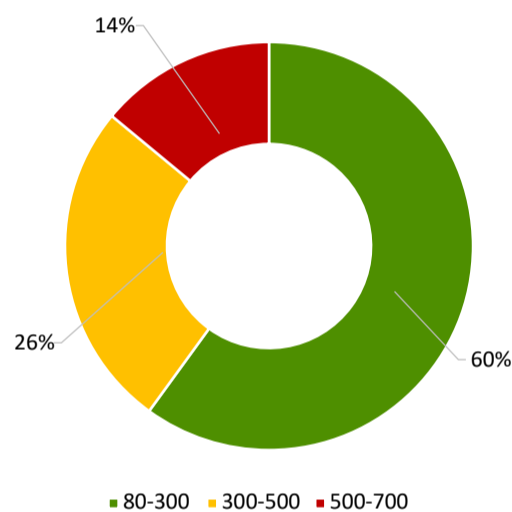


Figura / Figure 6. Distribución porcentual de elevación (msnm) del Chaco paraguayo. / Percentage distribution of elevation (masl) of the Paraguayan Chaco.

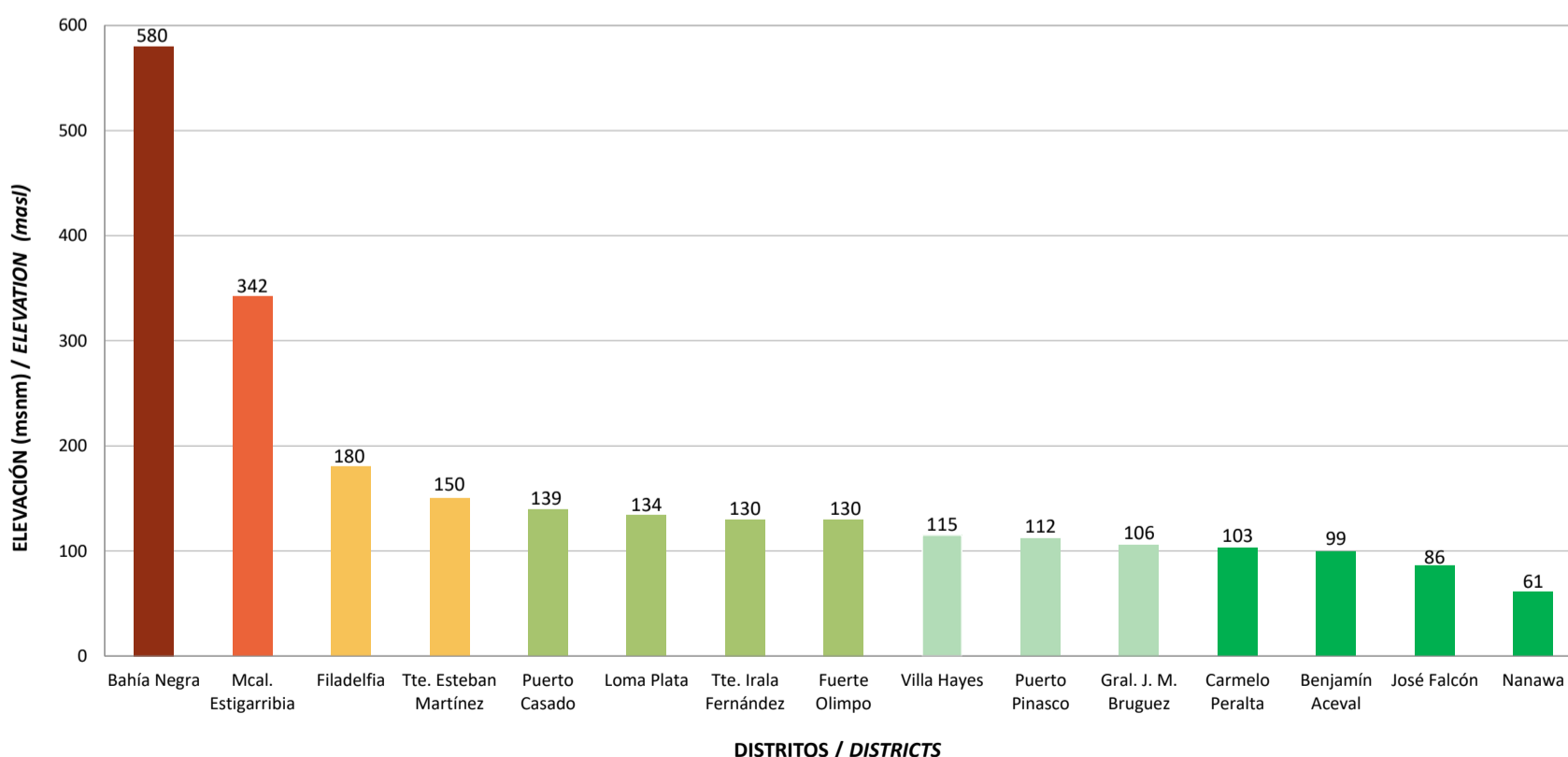
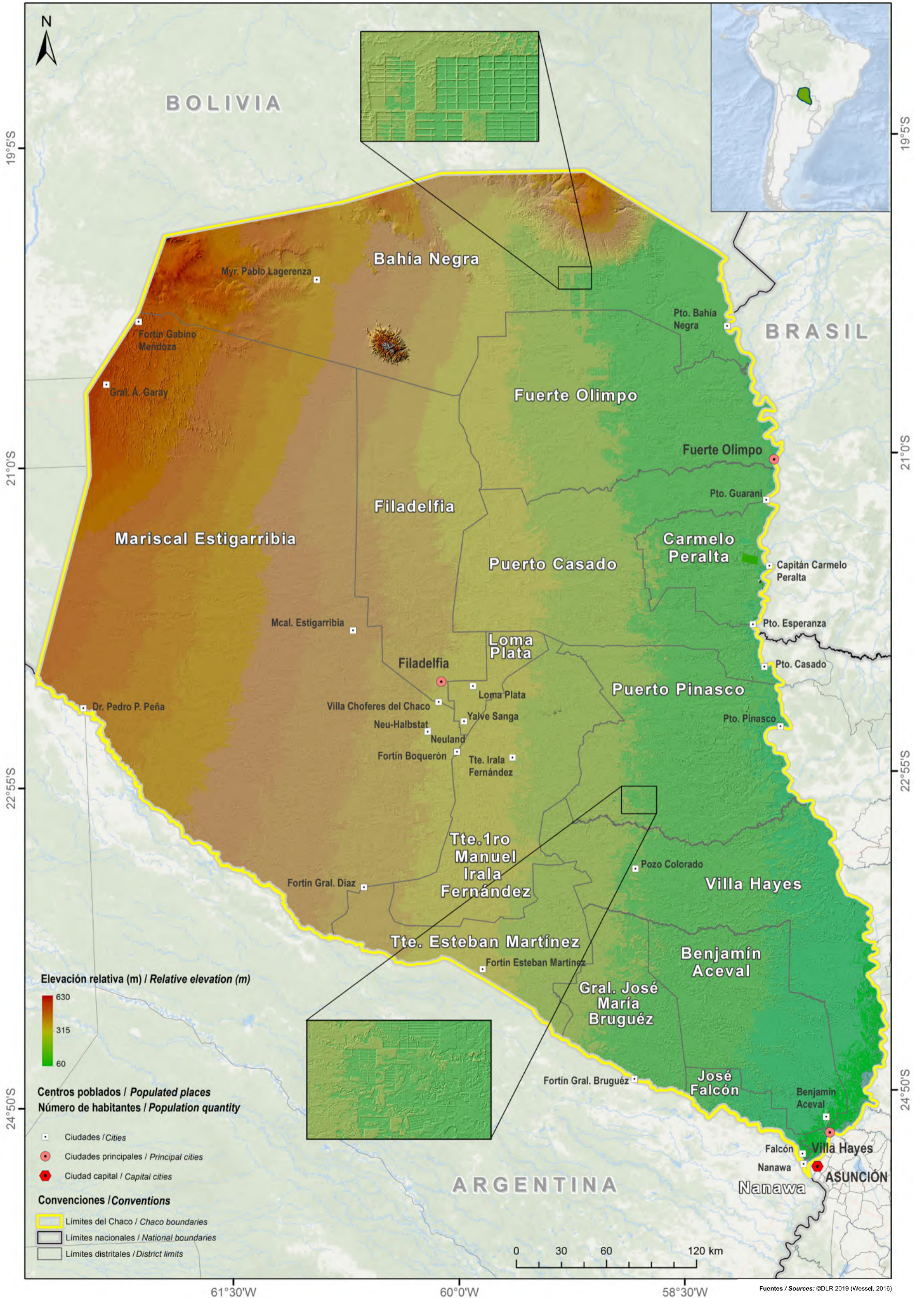


Figura / Figure 7. Distribución de las elevaciones de los distritos del Chaco paraguayo. / Distribution of Paraguayan Chaco districts' elevations.

³ El modelo de elevación TANDEM-X es una base de datos a nivel global con una resolución espacial de 12 m. El modelo global fue generado a partir de imágenes de radar (Synthetic Aperture Radar - SAR) obtenidas entre los años 2010 y 2015 de la constelación única de TerraSAR-X y TanDEM-X. / The TANDEM-X elevation model is a global database with a spatial resolution of 12 m. The global model was generated from Synthetic Aperture Radar (SAR) images obtained between 2010 and 2015 from the unique constellation of TerraSAR-X and TanDEM-X.

Mapa / Map 10. Topografía relativa del Chaco paraguayo. / Relative topography from the Paraguayan Chaco.





SUELOS / SOILS



Los suelos del Chaco, más jóvenes respecto a los suelos de la Región Oriental, se originaron - mayormente - por el traslado de sedimentos fluviales eólicos, o una combinación de ambos. La mayor extensión en el territorio lo ocupan sedimentos fluviales de textura limo-arcillosa. Al noroeste de la región, se presentan suelos formados por arenas finas y bajo contenido de arcilla (Alvarenga et al. 1998).

Al este de la región predominan suelos del tipo Solonetz, asociados a tierras planas inundables (bajo drenaje), conformados por material no consolidado de origen salino. En la misma zona existen Gleysols y Planosols, propios de tierras húmedas y planas estacionalmente anegadas (FAO 2008).

Desde el noreste expandiéndose hacia el centro del Chaco, se presentan en su mayoría Luvisols, propios de tierras llanas o con suaves pendientes. Contienen una cantidad media-alta de nutrientes y un contenido de arcilla superior en el subsuelo que en el suelo, siendo ésta la principal diferencia con los Cambisols, también presentes en el Chaco Central.

En el noroeste de la región se observan Regosols y Arenosols: suelos característicos de tierras erosionadas, en áreas áridas y semiáridas, de estructura débil (Alvarenga et al. 1998, FAO 2008). En cambio, los Fluvisols corresponden a planicies aluviales, abanicos de ríos, que se inundan periódicamente en el Chaco. Estos tipos de suelos se encuentran principalmente en la ribera de los ríos Paraguay y Pilcomayo, y también se encuentran asociados a paleocauces (Mereles 2005).

Los suelos salinos se encuentran principalmente en el centro-este del Chaco; en los bordes inundables de los cauces temporarios. Se forman debido a la evaporación de sales desde las aguas subterráneas (Larroza y Fariña 2005, Mereles 2005).

The soils of the Chaco, younger than the soils of the Eastern Region, were formed mainly through the transfer of fluvial or wind sediments, or a combination of both. A large part of the territory is occupied by lime-clay fluvial sediments. In the northwest, soils consist of fine sand and have low clay content (Alvarenga et al. 1998).

To the east, Solonetz-type soils predominate, associated with floodable flat lands (low drainage), made up of unconsolidated material of saline origin; in the same zone there are Gleysols and Planosols, characteristic of humid and seasonally flooded flat lands (FAO 2008).

From the northeast expanding towards the center of the Chaco, there are mostly Luvisols, typical of flat or gently-sloped lands. They contain a medium-high amount of nutrients and higher clay content in the subsoil than in the soil, this being the main difference with Cambisols, which are also present in the Central Chaco.

In the northwest of the region, Regosols and Arenosols are observed, soils that are characteristic of eroded lands in arid and semi-arid areas with weak structure (Alvarenga et al. 1998, FAO 2008). Fluvisols, on the other hand, correspond to alluvial plains and fans, which are periodically flooded in the Chaco. These types of soils are found mainly on the banks of the Paraguay and Pilcomayo Rivers, and are also associated with paleochannels (Mereles 2005).

Saline soils are found mainly in the center-east of the Chaco on the flooded shores of temporary streams, formed by the evaporation of salts from groundwater (Larroza and Fariña 2005, Mereles 2005).

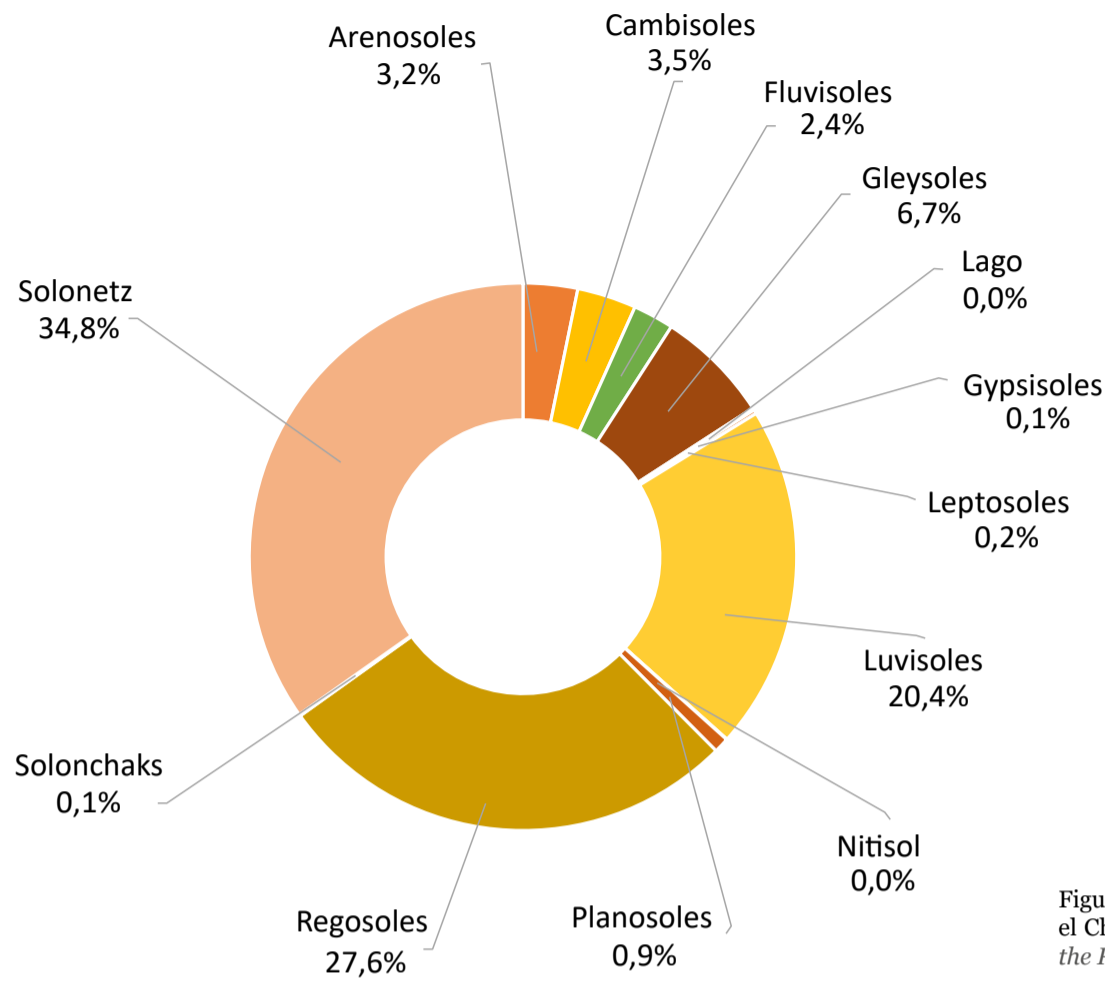


Figura / Figure 8. Distribución de tipos de suelo en el Chaco paraguayo. / Distribution of soil types in the Paraguayan Chaco.

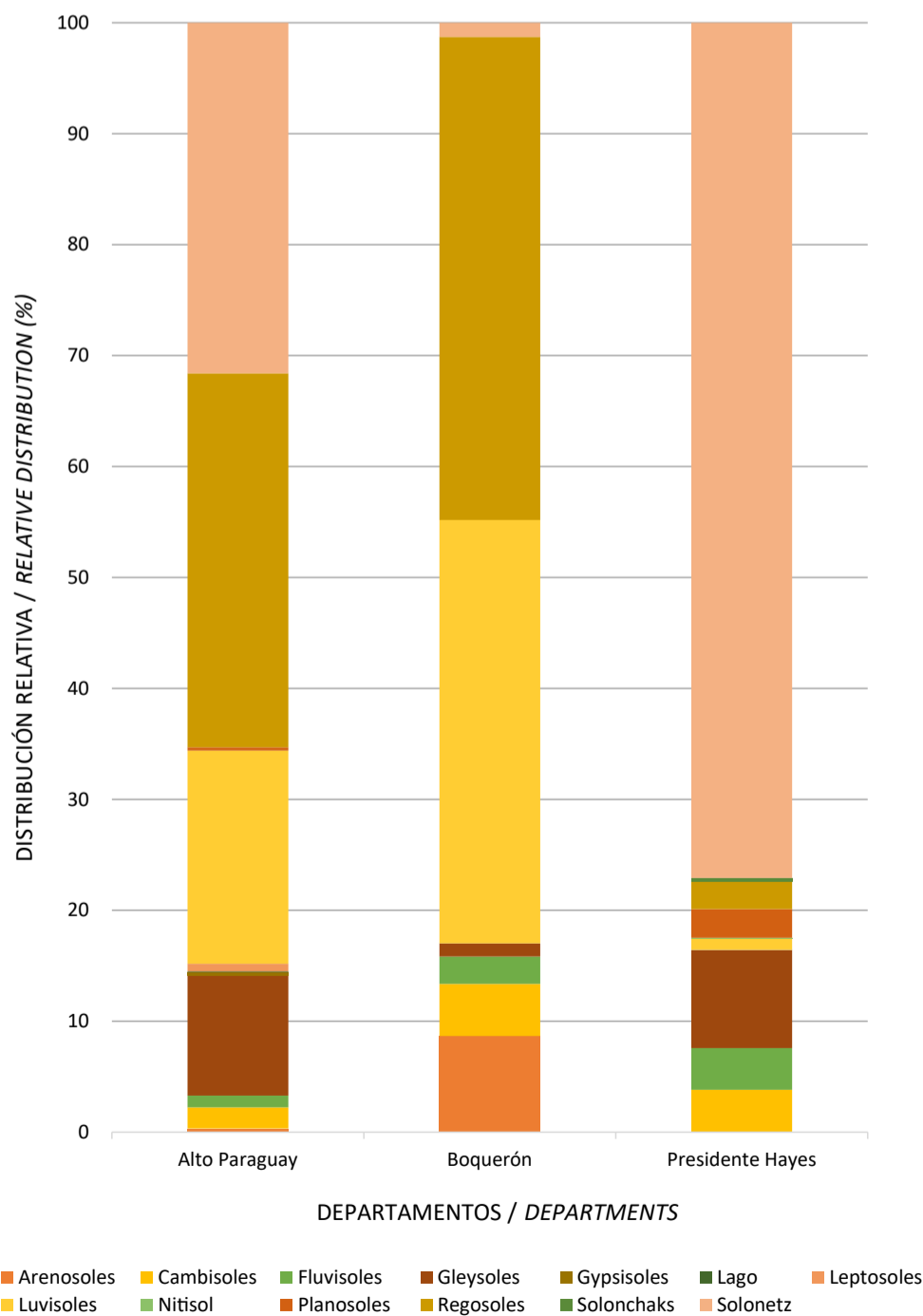
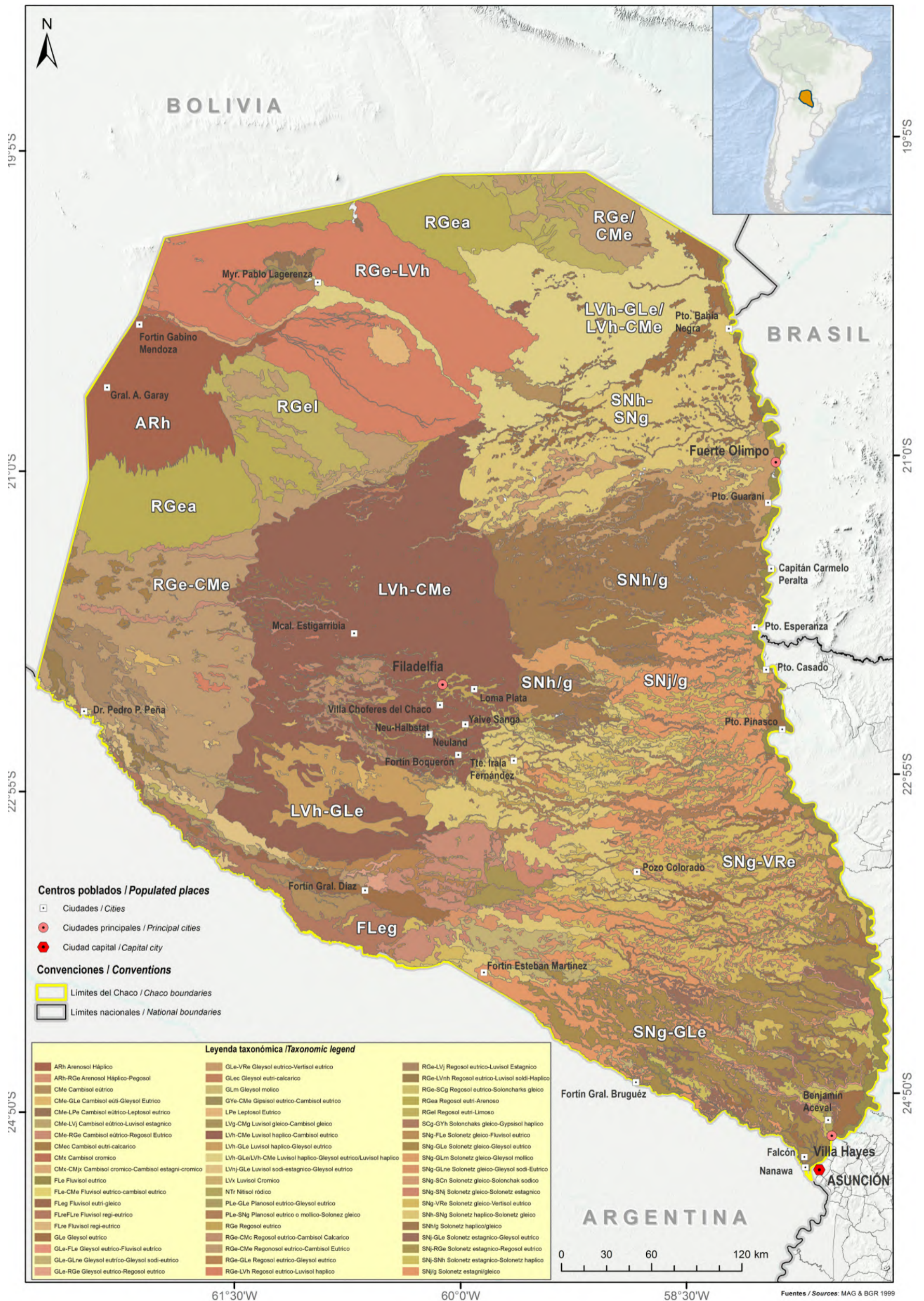


Figura / Figure 9. Distribución relativa de tipos de suelo en el Chaco paraguayo por departamento. / Relative distribution of soil types in the Paraguayan Chaco by department.

Mapa / Map 11. Clasificación de suelos del Chaco paraguayo. / Soil classification in the Paraguayan Chaco





HIDROGRAFÍA / HYDROGRAPHY

El Chaco paraguayo, inmerso en su totalidad en la Cuenca de la Plata y en la Cuenca del río Paraguay, corresponde a un sistema conformado por dos cauces hídricos principales: los ríos Paraguay y Pilcomayo, y un sistema de cauces estacionales. La cuenca del río Paraguay constituye una gran planicie con una superficie de 1.095.000 km². Su origen en Brasil y su flujo de norte a sur, forma una zona de expansión y embalse conocida como el Pantanal, el humedal tropical más grande del mundo extendido por Brasil, Bolivia y Paraguay (Domecq et al. 2000, Assine y Silva 2009). El Pantanal es un recurso hidrológico clave en Sudamérica, pues mantiene el flujo en el río Paraguay a lo largo de las estaciones húmedas y secas (Gottgens et al. 2001).

Las unidades hidrográficas⁴ corresponden al río Pilcomayo que atraviesa la región de oeste a sureste; río Yacaré, en el Chaco Central; y río Timané, al Norte, siendo éstas todas afluentes de la margen derecha del río Paraguay⁵. Considerando la división por subcuencas⁶, se observa que la de mayor tamaño corresponde al sistema del Riacho Yacaré y sus vertientes, extendido de oeste a este en el Chaco Central. Otras subcuencas de tamaño importante corresponden a los sistemas formados por los ríos Verde, Montelindo y Confuso, al sur de la región.

The Paraguayan Chaco, located in La Plata and Paraguay River Basins, corresponds to a system made up of two main water bodies: the Paraguay and Pilcomayo rivers, and a system of seasonal watercourses. The Paraguay River Basin is a large plain with a surface area of 1,095,000 km². It originates in Brazil and flows from north to south, forming an area of expansion and reservoir known as the Pantanal, the largest tropical wetland in the world, which extends through Brazil, Bolivia and Paraguay (Domecq et al. 2000, Assine and Silva 2009). The Pantanal is a key hydrological resource in South America, maintaining the flow of the Paraguay River throughout the wet and dry seasons (Gottgens et al. 2001).

The hydrographic units⁴ of the Paraguayan Chaco are formed by the Pilcomayo River, which crosses the region from west to southeast; the Yacaré River, in the Central Chaco; and the Timané River, to the north, all of which are tributaries of the Paraguay River's right bank⁵. Considering division by subwatersheds⁶, it is observed that the largest is the Yacaré River system and its tributaries, extending from west to east in the Central Chaco. Other large subwatersheds correspond to the systems formed by the Verde, Montelindo and Confuso Rivers, to the south of the region.

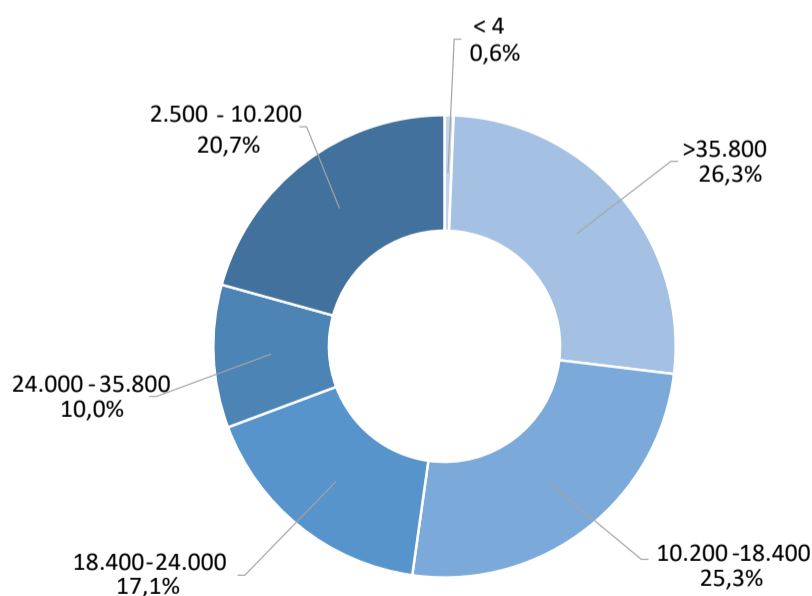


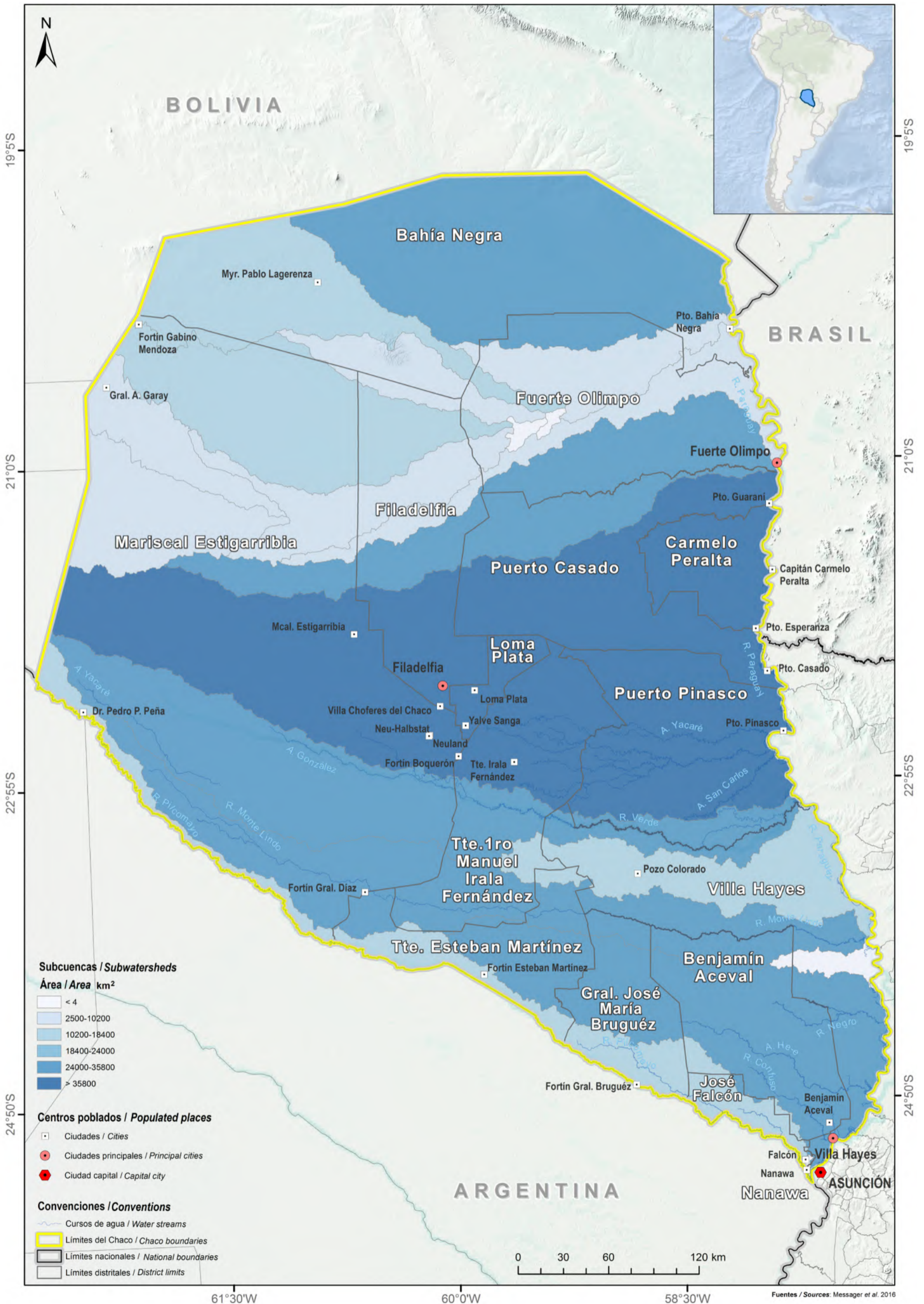
Figura / Figure 10. Distribución de la superficie (km²) de las subcuencas en el Chaco paraguayo. / Surface area distribution (km²) of subwatersheds in the Paraguayan Chaco.

⁴ Espacio geográfico que contiene escurrimientos de agua que conducen hacia un punto de acumulación. / A geographic area containing water flows leading to an accumulation point.

⁵ Unidades hidrográficas según Resolución SEAM N° 376/12: "Por la cual se aprueba las Unidades Hidrográficas del Paraguay". / Hydrographic units according to SEAM Resolution 376/12: "Whereby the Hydrographic Units of Paraguay are approved".

⁶ La división según las subcuencas corresponde a cursos hídricos secundarios que escurren al cauce principal. / Subwatershed division is related to secondary water courses that drain into a main one.

Mapa / Map 12. Subcuencas hidrográficas del Chaco paraguayo. / Subwatersheds from the Paraguayan Chaco.



PERMANENCIA DE LOS CUERPOS DE AGUA / WATER BODIES PERMANENCE

Gran parte del territorio del Chaco paraguayo posee baja frecuencia de permanencia de los cuerpos de agua. Sin embargo, las zonas localizadas en el noreste de la región (Bahía Negra, Fuerte Olimpo, Carmelo Peralta y Puerto Casado) y en la ribera del río Paraguay, poseen una frecuencia media-alta de permanencia, siendo zonas inundables por la escasa pendiente del terreno y los tipos de suelos.

Según el análisis realizado por la DLR, entre los años 2003 y 2016, el 63,2% del territorio del Chaco paraguayo presentó una frecuencia baja de permanencia de cuerpos de agua⁷, de 0 a 4%. Asimismo, solo el 1,1% de la región posee cuerpos de agua con una permanencia alta, de 50 a 100%.

A large part of the Paraguayan Chaco region has a low frequency of permanent water bodies. However, areas located in the northeast (Bahía Negra, Fuerte Olimpo, Carmelo Peralta and Puerto Casado) and on the Paraguay River riverside have a medium-high frequency of permanent water bodies, as they are floodable areas due to limited land slope and the soil types.

According to the analysis carried out by DLR, between 2003 and 2016, 63.2% of the Paraguayan Chaco region showed a low frequency of permanence of water bodies⁷, from 0 to 4%. Likewise, only 1.1% of the region has water bodies with a high permanence, from 50 to 100%.

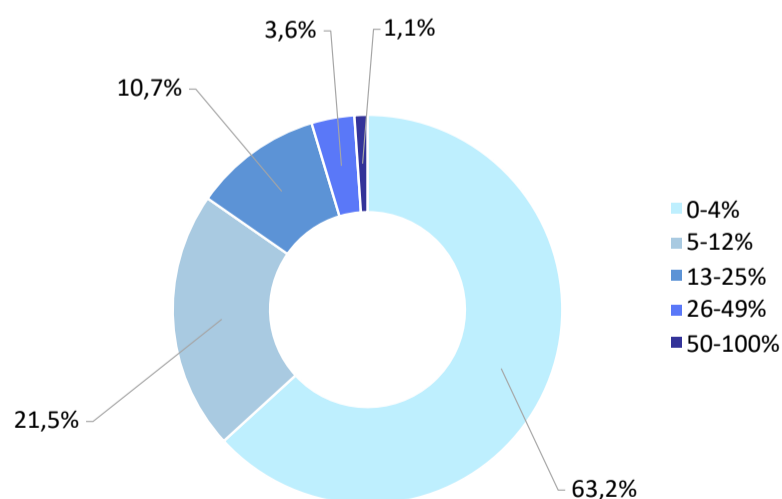


Figura / Figure 11. Distribución de la frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua en el Chaco paraguayo entre 2003 y 2016. / Distribution of the mean percentage frequency of water bodies duration in the Paraguayan Chaco.

⁷ Indica el valor porcentual de un pixel clasificado como agua entre 2003-2016. / Indicates the percentage value of a pixel classified as water between 2003-2016.



El río Paraguay presenta crecidas estacionales provenientes de las precipitaciones en su cuenca alta, así como del río Pilcomayo y de las cargas de los afluentes de la margen izquierda. Estas precipitaciones aportan una gran cantidad de agua, alterando el régimen fluvial, lo que repercute en el aumento de su nivel y aparición de inundaciones (Domecq et al. 2000). Estas inundaciones favorecen la permanencia de los cuerpos de agua en las zonas ribereñas.

The Paraguay River has seasonal floods, due to rainfall in the upper basin, from the Pilcomayo River and from the charging of tributaries on the left bank. These precipitations result in the provision of large quantities of water, altering the fluvial regime, therefore increasing the Paraguay River level and causing floods (Domecq et al. 2000). These floods benefit the permanence of water bodies in the riparian zones.

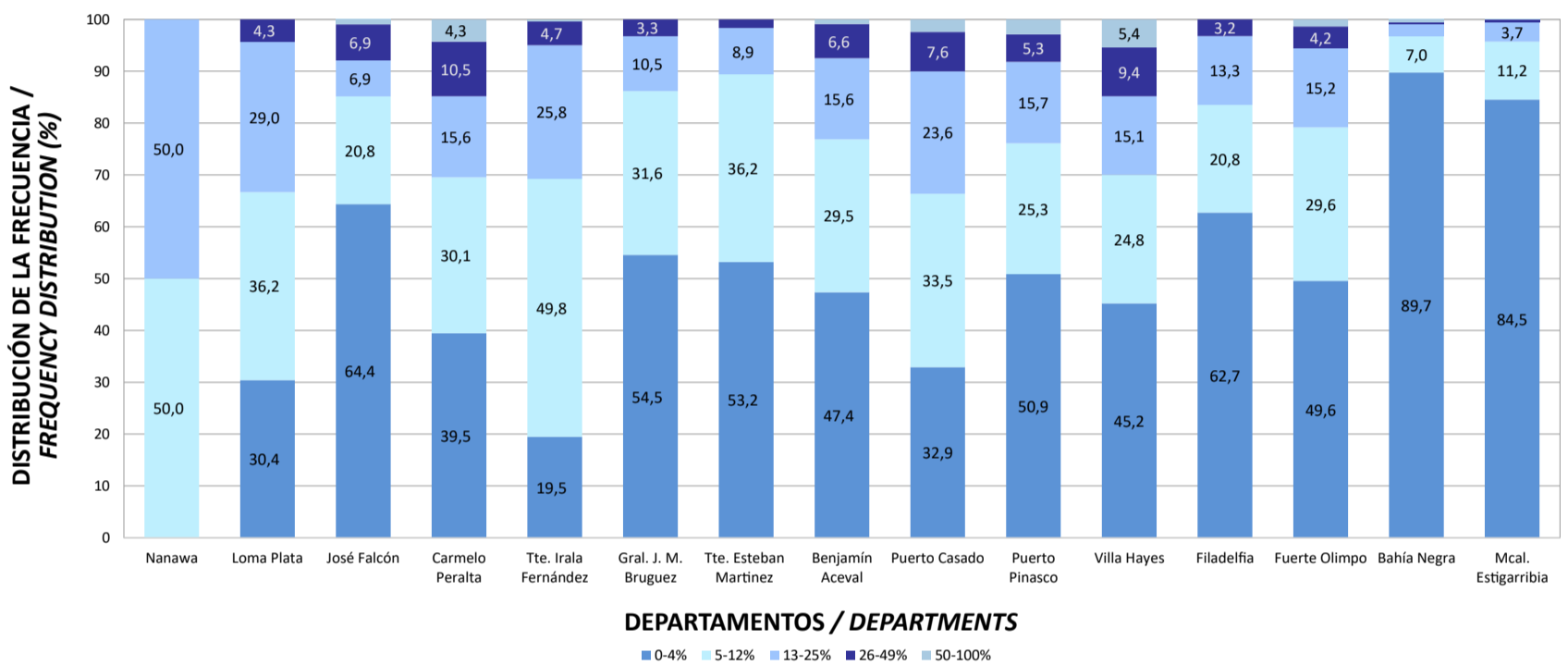
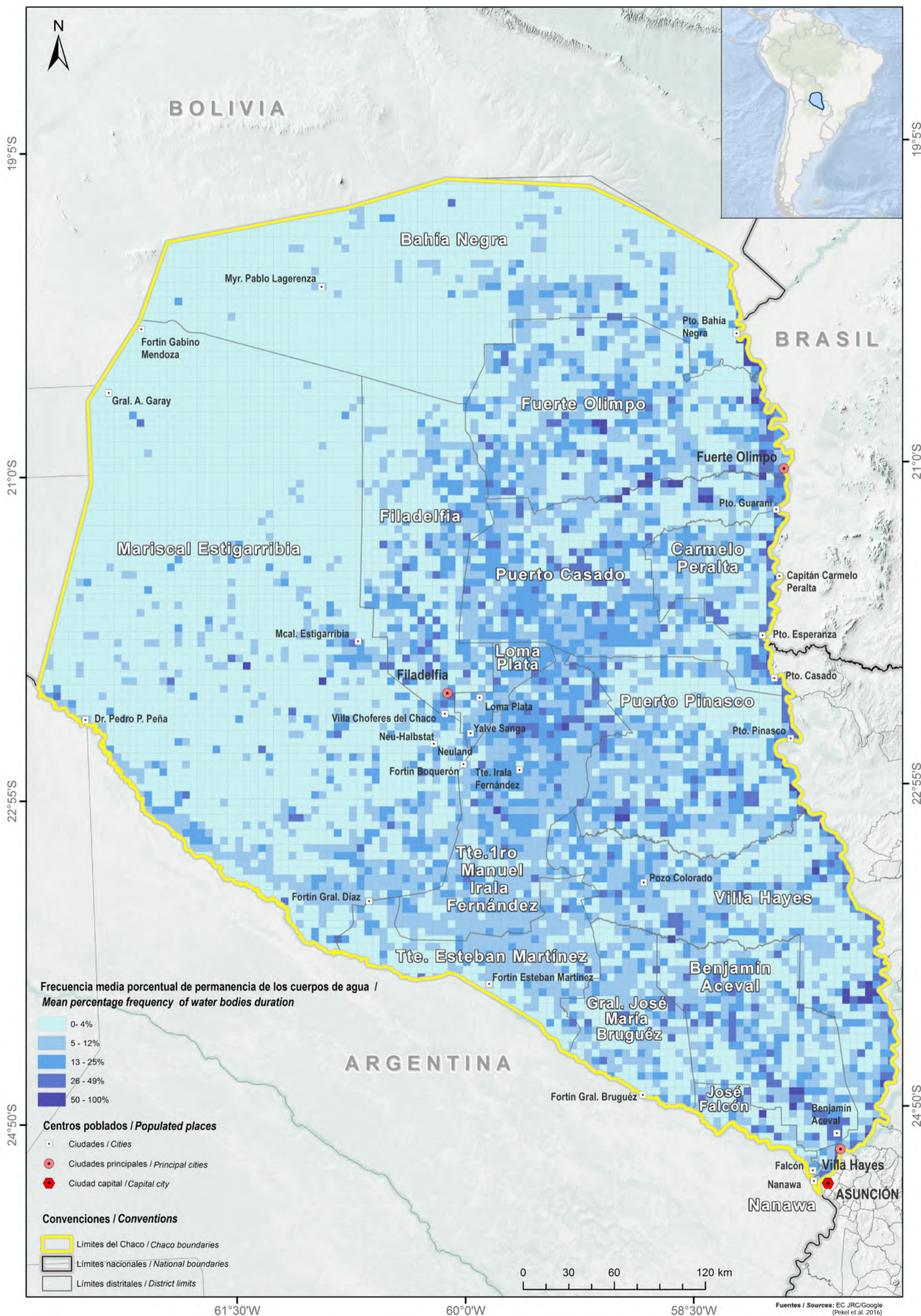


Figura / Figure 12. Distribución de la frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua por distritos. / Distribution of the average frequency of permanent water bodies by percentage per district.



Lagunas saladas / Salt lagoons

Mapa / Map 13. Frecuencia media porcentual de permanencia de cuerpos de agua entre 2003-2016. / Average frequency by percentage of permanent water bodies in the Paraguayan Chaco between 2003-2016.



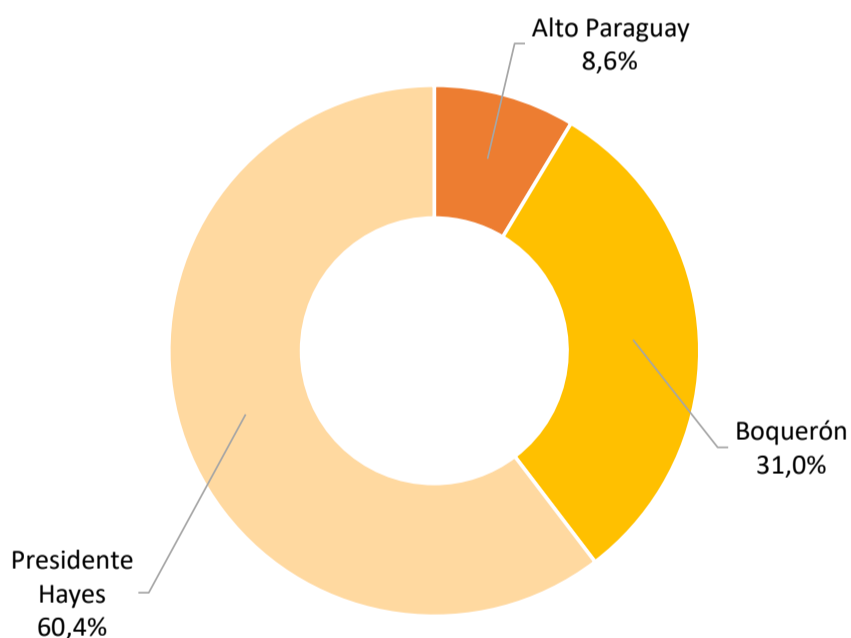


POBLACIÓN / POPULATION

El Chaco paraguayo alberga solo el 3% de la población total del país, lo que corresponde a unos 240.000 habitantes, que incluyen 14 pueblos indígenas pertenecientes a las cinco (5) familias lingüísticas presentes en el país: Guaraní, Maskoy, Mataco Mataguayo, Zamuco y Guaicurú (DGEEC 2016, FAPI/FPP 2015). La mayor cantidad de habitantes indígenas se encuentra en el departamento de Presidente Hayes con alrededor del 47,2%, en Boquerón el 45,2% y en Alto Paraguay aproximadamente el 7,6% (DGEEC 2016). Hacia el norte de la región se encuentran grupos Ayoreos en aislamiento voluntario. Se estima que son alrededor de 50 personas viviendo en grupos pequeños o grupos familiares separados entre sí (DGEEC 2014).

Only 3% of the country's population, about 240,000 inhabitants, lives in the Paraguayan Chaco, including 14 indigenous peoples belonging to the five (5) linguistic families existing in the country: Guaraní, Maskoy, Mataco Mataguayo, Zamuco and Guaicurú (DGEEC 2016, FAPI/FPP 2015). The largest number of indigenous inhabitants live in the Presidente Hayes Department, about 47.2%, with 45.2% in Boquerón and 7.6% in Alto Paraguay (DGEEC 2016). To the north of the region there are groups of Ayoreos living in voluntary isolation, estimated to be about 50 people, living in small groups or family groups separated from each other (DGEEC 2014).

Población / Population



Población Indígena / Indigenous Population

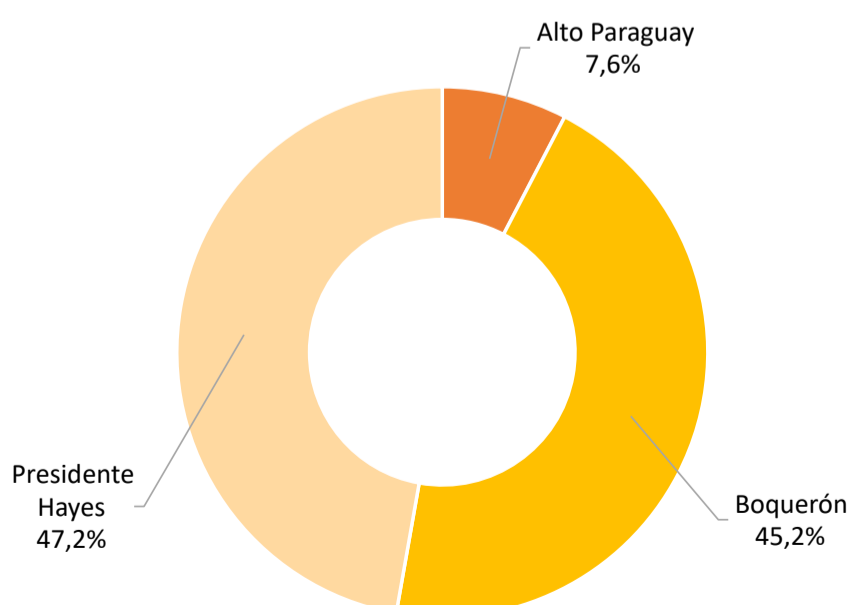


Figura / Figure 13. Distribución relativa de la población del Chaco paraguayo por departamento. / Relative distribution of Paraguayan Chaco's population by department.

Tabla / Table 2. Pueblos indígenas que habitan el Chaco paraguayo. / Indigenous groups that inhabit the Paraguayan Chaco.

Familia lingüística / Linguistic family	Pueblo / Indigenous group	Población / Population	Cantidad de comunidades / Number of communities	Ubicación / Location
Zamuco	Ayoreo (Moro, Ayoweo)	3.179	10	Boquerón, Alto Paraguay
	Ybytoso (Ishir, Chamacoco)	2.314	7	Alto Paraguay
	Tomáraho (Ishir, Chamacoco)	206	1	Alto Paraguay
Mataco (Mataguayo)	Nivacle (Chulupi)	18.760	29	Presidente Hayes, Boquerón
	Maká	1.923	3	Presidente Hayes
	Manjui (Lumnanas, Choroti)	682	5	Boquerón
Maskoy	Enlhet (Lengua Norte)	11.050	17	Boquerón, Presidente Hayes, Alto Paraguay
	Enxet (Lengua Sur)	8.920	19	Boquerón, Presidente Hayes, Alto Paraguay
	Guaná	363	3	Alto Paraguay
	Sanapaná	3.325	12	Boquerón, Presidente Hayes, Alto Paraguay
	Angaité	5.702	27	Boquerón, Presidente Hayes, Alto Paraguay
	Toba (Enenlhet)	2.624	1	Boquerón, Presidente Hayes
	Toba Maskoy	1.133	11	Boquerón, Presidente Hayes
Guaicuru	Toba Qom (Qom Lik)	1.970	6	Presidente Hayes
Guaraní	Guaraní Occidentales (Guarayo, Chiriguano)	3.232	7	Boquerón
	Guaraní Ñandeva (Tapieté)	2.874	9	Boquerón
Total		68.257	167	

Fuente / Source: Zanardini y Biedermann (2019).

A pesar de la baja densidad poblacional, existe una gran diversidad de grupos socioeconómicos, de distintos orígenes y culturas, lo que resulta en una población muy heterogénea, diseminada en la región como resultado del proceso de ocupación histórica de la tierra, el crecimiento económico, el acceso a infraestructuras de comunicación y las condiciones climáticas (Vázquez 2006).

Presidente Hayes concentra el 57,3% de los habitantes del Chaco, principalmente en las ciudades de Teniente Irala Fernández, Villa Hayes y Benjamín Aceval. Estas dos últimas están muy próximas a la capital y la zona metropolitana del país. La mayor densidad poblacional (1-5 habitantes/km²) se concentra al sur del Chaco, en el Chaco Central y a lo largo de las principales infraestructuras viales: las Rutas N° 9, 12 y 5 (Pozo Colorado-Concepción), y en menor medida en la ribera de los ríos Paraguay y Pilcomayo.

El Chaco Central, donde convergen los tres (3) departamentos, representa el centro urbano más extenso y continuo de la región, ya que posee el mayor flujo económico, social y migratorio del Chaco paraguayo, principalmente por las actividades de las Colonias Menonitas. Las primeras colonias menonitas se instalaron en el Chaco Central en 1927. Originarios de Canadá y Rusia, los Menonitas se establecieron en esta región como parte de una estrategia nacional de ocupación del territorio chaqueño, conformando una comunidad religiosa denominada protestantes anabaptistas. Los integrantes de este grupo han logrado constituirse en productores agrícolas tecnificados, ganaderos e industriales, cuyo rol es central en el desarrollo socioeconómico de la región (Vázquez 2006).

Despite the low population density, there is a great diversity of socioeconomic groups, from different origins and cultures, resulting in a very heterogeneous population. This population is scattered in the region as a result of the historical process of land occupation, economic growth, access to communication infrastructure and climatic conditions (Vázquez 2006).

Presidente Hayes Department is home to 57.3% of the inhabitants of the Chaco, mainly in the cities of Teniente Irala Fernández, Villa Hayes and Benjamín Aceval. The last two are very close to the capital and the metropolitan area of the country. The highest population density (1-5 inhabitants/km²) is concentrated in the southern area of the Chaco, in the Central Chaco and along the main roads: Routes 9, 12 and 5 (Pozo Colorado-Concepción) and, to a lesser extent, on the banks of the Paraguay and Pilcomayo Rivers.

The Central Chaco, where the three (3) departments converge, represents the largest and most continuous urban center in the region, having the largest economic, social and migratory flow of the Paraguayan Chaco, mainly due to the activities of the Mennonite colonies. The first Mennonite colonies settled in the Central Chaco in 1927. Originally from Canada and Russia, they settled in this region as part of a national strategy to occupy the Chaco territory and formed a religious community called Anabaptist Protestants. They have become technified agricultural, cattle and industrial producers, whose role is central in the socioeconomic development of the region (Vázquez 2006).

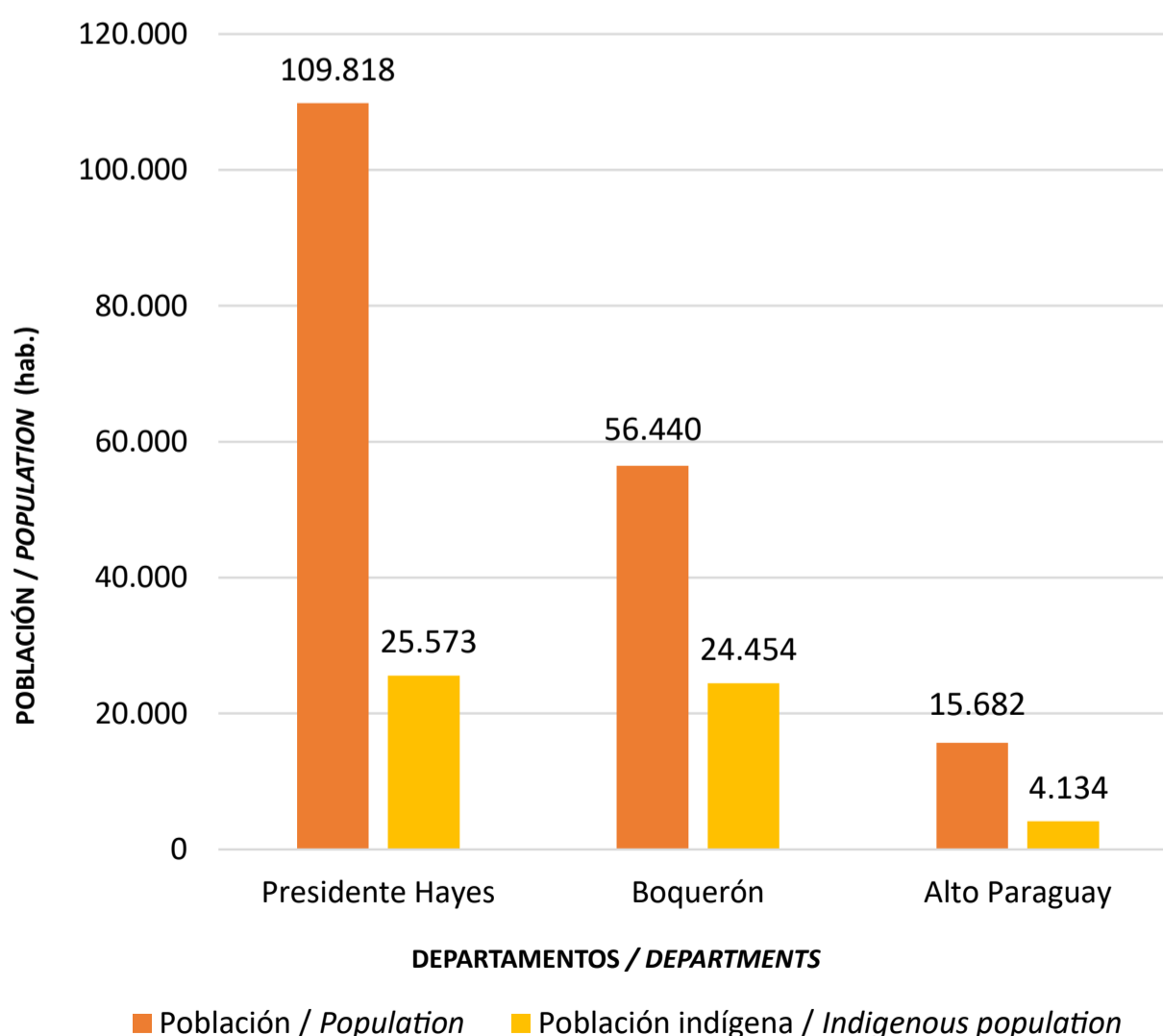


Figura / Figure 14. Distribución absoluta de la población del Chaco paraguayo por departamento. / Absolute distribution of the Paraguayan Chaco's population by department.



Tabla / Table 3. Población del Chaco paraguayo por distrito. / Paraguayan Chaco population by district.

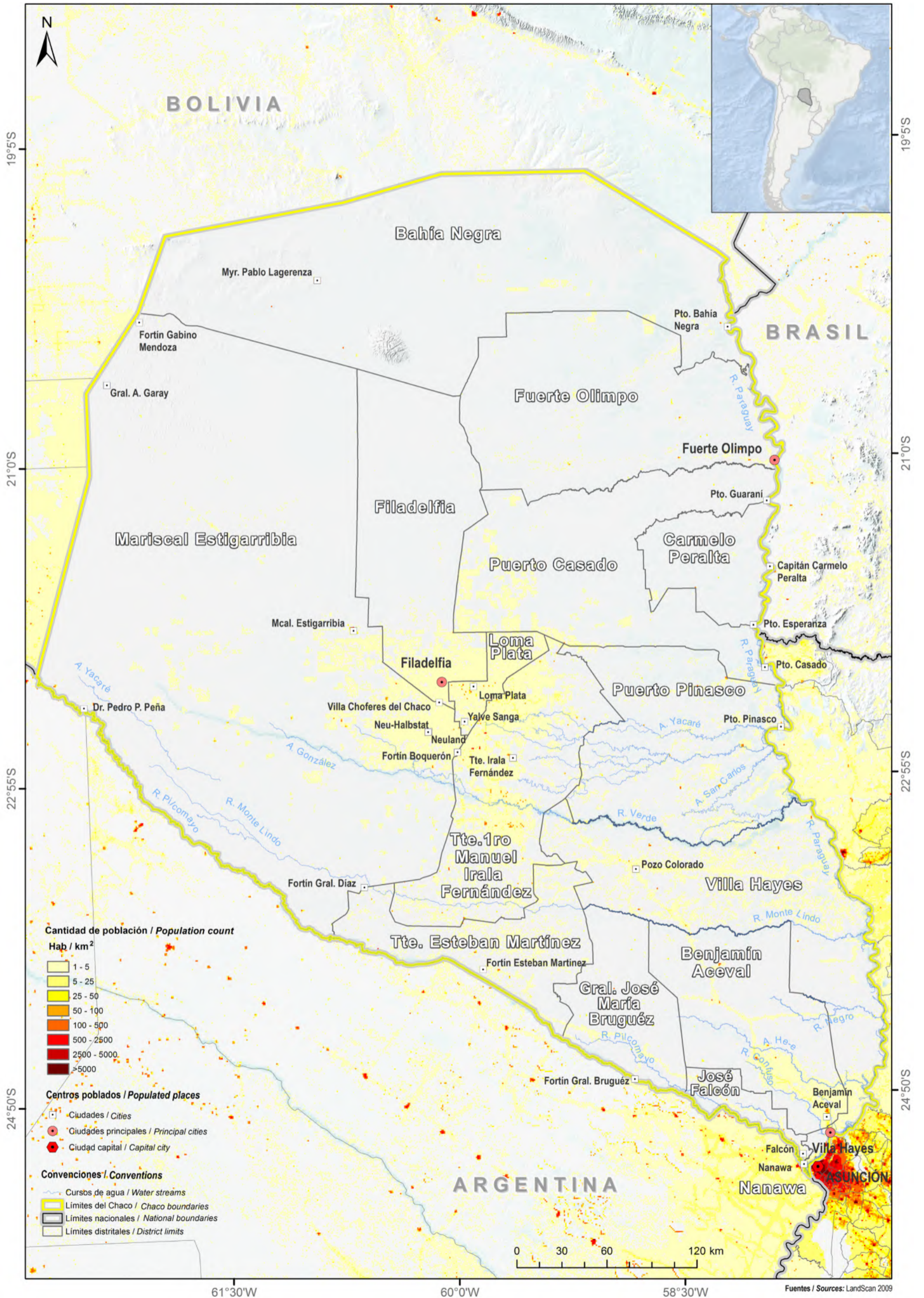
Departamento / Department	Distrito / District	Población / Population		Pueblos originarios/ Indigenous population	
		Nº Hab.	%	Nº Hab.	%
Presidente Hayes	Benjamín Aceval	18.034	9,9	1.863	3,4
	Puerto Pinasco	7.532	4,1	4.469	8,3
	Villa Hayes	45.350	24,9	4.572	8,4
	Nanawa	5.721	3,1	-	-
	José Falcón	3.903	2,1	-	-
	Tte. Irala Fernández	23.097	12,7	13.041	24,1
	Tte. Esteban Martínez	3.098	1,7	833	1,5
	Gral. José María Bruguez	3.083	1,7	795	1,5
Boquerón	Mcal. Estigarribia	25.608	14,1	14.171	26,2
	Filadelfia	16.050	8,8	6.074	11,2
	Loma Plata	14.782	8,1	4.209	7,8
Alto Paraguay	Fuerte Olimpo	3.942	2,2	596	1,1
	Puerto Casado	5.088	2,8	1.610	3
	Bahía Negra	2.448	1,3	1.162	2,1
	Carmelo Peralta	4.204	2,3	766	1,4
Total		181.939	100	54.161	100

Fuente/Source: DGEEC (2016)

Nota: Datos basados en III Censo Nacional de Población y Viviendas para Pueblos Indígenas (2012) y Proyección de la Población Nacional para el año 2012 (Revisión 2015). Mapa generado a partir de datos globales de Población LandScan (2009)TM.

Note: Data based on III National Population and Housing Census for Indigenous People (2012) and Projection of the National Population for 2012 (2015 Review). Map generated from global LandScan Population data (2009)TM.

Mapa / Map 14. Densidad poblacional en el Chaco paraguayo. / Population density in the Paraguayan Chaco.





ÁREAS PROTEGIDAS Y COMUNIDADES INDÍGENAS / PROTECTED AREAS AND INDIGENOUS COMMUNITIES

Aproximadamente el 24,7% de las tierras del Chaco paraguayo (59.488,5 km²) se encuentra bajo un régimen de conservación legal, como parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP)⁸. Estas tierras se concentran sobre todo hacia el norte, donde se encuentran las áreas protegidas más extensas, no solo del Chaco paraguayo, sino de todo el país. El 8,6% del Chaco (alrededor de 20.485,8 km²) representa netamente a las áreas protegidas con categorías de manejo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y sus equivalencias como: parques nacionales, monumentos naturales, reservas naturales y reserva de recursos manejados. Del total de áreas protegidas, el 93,1% corresponde al subsistema bajo dominio público y el 6,9% al subsistema bajo dominio privado.

Las tierras sobre las que se asientan las comunidades indígenas, representan el 4,2% de la región. Actualmente se incluye en el SINASIP - como categoría de manejo especial de áreas silvestres protegidas - a los Territorios Indígenas de Conservación (TIC)⁹. Estas tierras ancestrales se encuentran distribuidas por todo el Chaco, siendo la más extensa la de los Ayoreo Totobiegosode, principalmente en el distrito de Puerto Casado en el departamento de Alto Paraguay.

Approximately, 24.7% of the lands of the Paraguayan Chaco (59,488.5 km²) are under a conservation regime, either as part of the National System of Protected Areas (SINASIP)⁸. These lands are concentrated mainly in the north, where the most extensive protected areas are located, not only within the Paraguayan Chaco, but within the entire country. In the Chaco, 8.6% (about 20,485.8 km²) of the territory is represented by net protected areas with International Union for Conservation of Nature (IUCN) management categories and their equivalents such as: national parks, natural monuments, nature reserves and managed resource reserves. Of the total number of protected areas, 93.1% correspond to the subsystem under public domain and 6.9% to the subsystem under private domain.

The lands on which indigenous communities are settled represent 4.2% of the region. Currently, Indigenous Conservation Territories (ICTs)⁹ are included in SINASIP as a special management category for protected areas. These ancestral lands are distributed throughout the Chaco, the most extensive being those of the Ayoreo Totobiegosode, mainly in the district of Puerto Casado in the department of Alto Paraguay.

⁸ Sumatoria de las áreas protegidas, Reserva de la Biósfera del Chaco y comunidades indígenas. / Sum total of protected areas, CBR and indigenous communities.

⁹ Resolución N° 562/2017: "Por la cual se modifica y amplía la Resolución N° 200/01 Nuevas categorías de Manejo: Los Territorios Indígenas de Conservación (TIC); los Corredores Biológicos y las Reservas Ictícolas". / Resolution 562/2017: "Whereby Resolution No. 200/01 is modified and expanded New Management Categories: Indigenous Conservation Territories (ICTs); Biological Corridors and Ecological Reserves".



La Reserva de la Biósfera del Chaco (RBC) ocupa el 19,2% de la región (47.072,5 km²)¹⁰, siendo reconocida por el Programa del Hombre y la Biósfera de la UNESCO y declarada como tal por el Decreto N°13.202/2001. Dentro de la Reserva de Biósfera se definen seis (6) áreas núcleo: Parque Nacional Defensores del Chaco, Parque Nacional Teniente Agripino Enciso, Parque Nacional Médanos del Chaco, Parque Nacional Río Negro, Reserva Natural Cerro Cabrera-Timané y Monumento Natural Cerro Chovoreca. Todas estas áreas protegidas totalizan 17.232,3 km² (representando el 7,2% del Chaco). La superficie fuera de las áreas núcleo de la RBC (el 11,9%, unos 28.747,7 km²) permite un uso flexible del territorio¹¹ conjugando producción y conservación. En las propiedades privadas o públicas - dentro de estos límites - se permite el cambio de uso del suelo para el desarrollo de actividades productivas, asegurando la conservación del 50% del área en condiciones naturales o con mínimas alteraciones antrópicas; a diferencia de las tierras fuera de la RBC, que deben mantener el 25% en condiciones naturales.

The Chaco Biosphere Reserve (CBR) occupies 19.2% of the region (47,072.5 km²)¹⁰, recognized by UNESCO's Man and the Biosphere Programme and declared as such by Decree N° 13,202/2001. Within the Biosphere Reserve six (6) different core areas are defined: Defensores del Chaco National Park, Teniente Agripino Enciso National Park, Médanos del Chaco National Park, Río Negro National Park, Cerro Cabrera-Timané Natural Reserve, and Cerro Chovoreca Natural Monument. All these protected areas sum up to 17,232.3 km² (representing 7.2% of the Chaco). The area outside the CBR core areas (11.9%, some 28,747.7 km²) have to keep 25% of the area under natural conditions, which allows production and conservation activities. Private and public properties - that are within the CBR boundaries - can change the land use to develop productive activities. However, they have to ensure the conservation of 50% of the area in natural conditions or with minimal anthropic alterations¹¹.

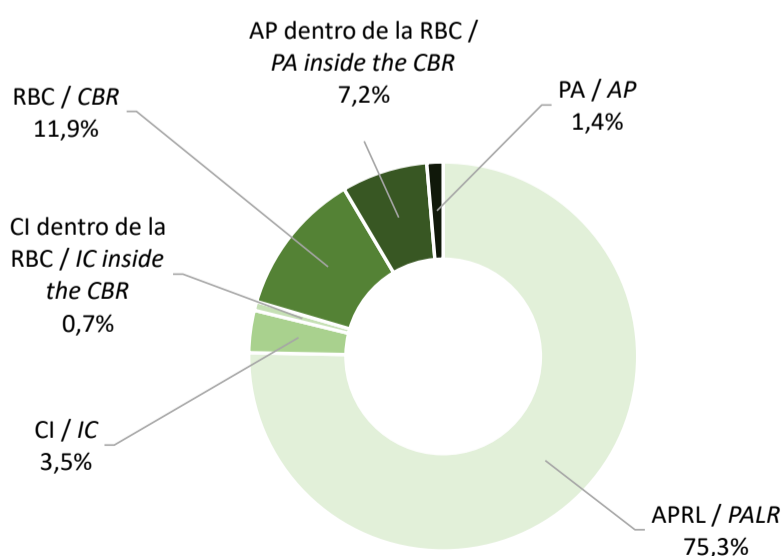


Figura / Figure 15. Extensión total de áreas bajo categoría de Comunidades Indígenas (CI) dentro¹² y fuera de la Reserva de la Biósfera del Chaco (RBC); Áreas Protegidas (AP) dentro y fuera de la RBC; el porcentaje restante de la RBC¹³ y las Áreas Productivas y de Reserva Legal (APRL). / Total surface area in the category of Indigenous Communities (IC) within and outside of the Chaco Biosphere Reserve (CBR); Protected Areas (PA) within and outside of the CBR; the remaining percentage of the CBR, and the Productive and Legal Reserve Areas (PLA)¹⁴.

¹⁰ Superficie indicada en el mencionado Decreto. Sin embargo, en el año 2005, el Comité Hombre y Ambiente (MAB) de la UNESCO reconoció a la Reserva de Biosfera del Chaco con una superficie de 74.000 km². / Surface area indicated in the aforementioned decree, however, in 2005, UNESCO's Man and the Environment Committee (MAB) recognized the Chaco Biosphere Reserve with an area of 74,000 km².

¹¹ Resolución N° 200/01: "Por la cual se asignan y reglamentan las categorías de manejo; la zonificación y los usos y actividades". / Resolution 200/01: "Whereby management categories, zoning and uses and activities are assigned and regulated".

© Henry Maillat & Jeff Wong / WWF-Paraguay



El Chaco paraguayo alberga 15 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (Cartes y Clay 2009), denominadas IBAs por sus siglas en inglés. Éstas se encuentran distribuidas en los cuatro (4) parques nacionales de la región y en áreas privadas clave para la conservación de este taxón. Los humedales son áreas vulnerables de gran importancia para la biodiversidad a nivel mundial. Es por ello que Paraguay es parte del “Convenio RAMSAR”¹⁵. De los siete (7) sitios identificados como RAMSAR en Paraguay, cuatro se encuentran en el Chaco: Laguna Teniente Rojas Silva, Chaco Lodge, Río Negro y Tinfunqué, representando una superficie aproximada de 6.609,7 km².

En todos los distritos del Chaco paraguayo, hay áreas protegidas y/o comunidades indígenas, a excepción de Nanawa y General José María Bruguez. Bahía Negra (35,3%), Puerto Casado (23,9%), Teniente Esteban Martínez (21,2%) y Mariscal Estigarribia (13,1%) poseen la mayor cobertura de tierras para la conservación en relación con su extensión. Algunos distritos como Benjamín Aceval, Filadelfia, Carmelo Peralta y Loma Plata, están compuestos ante todo, por comunidades indígenas.

The Paraguayan Chaco is home to 15 Important Bird and Biodiversity Areas (Cartes and Clay 2009), known as IBAs, distributed over the four (4) national parks of this region and key private areas in the conservation of this taxon. Wetlands are vulnerable areas of great importance for biodiversity at a global level and, therefore, Paraguay is part of the "RAMSAR Convention"¹⁵. Paraguay has seven (7) RAMSAR sites and four (4) of them are located in the Chaco region: Laguna Teniente Rojas Silva, Chaco Lodge, Río Negro and Tinfunqué, representing an area of 6,609.7 km².

In all the districts of the Paraguayan Chaco, excluding Nanawa and General José María Bruguez, there are protected areas and/or indigenous communities. Bahía Negra (35.3%), Puerto Casado (23.9%), Teniente Esteban Martínez (21.2%) and Mariscal Estigarribia (13.1%) have the largest area of conservation lands in relation to their extension. Some districts such as districts, such as Benjamín Aceval, Filadelfia, Carmelo Peralta and Loma Plata, are composed of only indigenous communities.

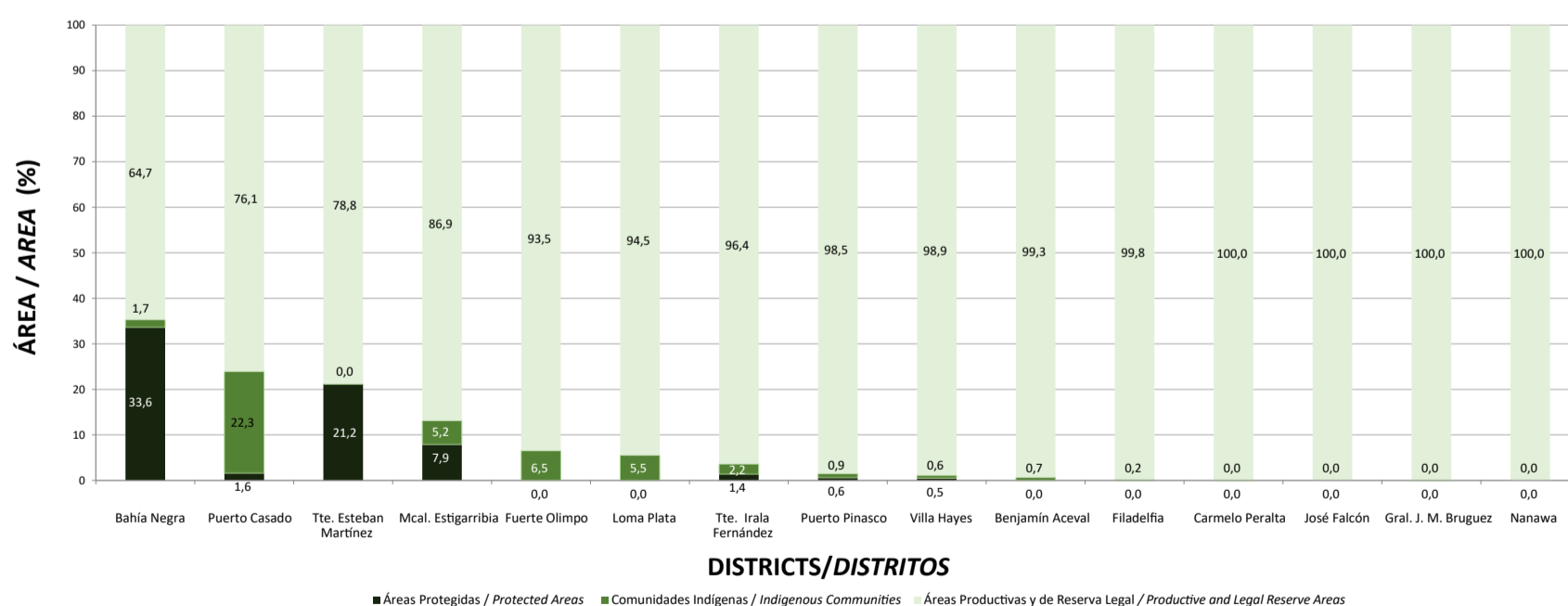


Figura / Figure 16. Extensión de áreas bajo categoría de “Comunidades Indígenas, Áreas Protegidas y Áreas Productivas y de Reserva Legal” por distrito. / Extension of areas in the category of “Indigenous Communities, Protected Areas and Productive and Legal Reserve Areas” by district.

¹² 1.472 km² de territorio de Comunidades Indígenas dentro de la reserva RBC se encuentran dentro de Áreas Protegidas. / 1.472 km² of Indigenous Communities territory within the CBR reserve are found within Protected Area.

¹³ Se refiere al área total de la RBC menos las Áreas Protegidas (AP) y Comunidades Indígenas (CI) dentro de la RBC. / Refers to the total area of the CBR minus the Protected Areas (PA) and Indigenous Communities (IC) within the CBR.

¹⁴ Incluye áreas productivas con sus reservas legales, cortinas rompevientos, bosques protectores de cauces hídricos y otras áreas naturales (sabanas, palmares, entre otras). / Includes productive areas with their legal reserves, windbreaks, riparian forests and other natural areas (savannahs, palm groves, among others).

¹⁵ Humedales de Importancia Internacional ratificado por la Ley N°350/1994. / Wetlands of International Importance ratified by the Law N°350/1994.

Tabla / Table 4. Extensión de áreas bajo categoría de Comunidades Indígenas, Áreas Protegidas¹⁶ y Áreas Productivas y de Reserva Legal¹⁷ por distrito (en km² y porcentaje). / Extension of areas under the category of Indigenous Communities, Protected Areas¹⁶ and Productive and Legal Reserve Areas¹⁷ by district (in km² and percentage).

Distritos/Districts	Superficie del distrito / District surface	Áreas protegidas / Protected areas		Comunidades indígenas / Indigenous communities		Áreas productivas y de reserva legal / Productive areas and legal reserves	
		Superficie (km ²)	Porcentaje (%)	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Bahía Negra	36.576,5	12.296,9	33,6%	609,3	1,7%	23.670,4	64,7%
Puerto Casado	17.242,3	276,7	1,6%	3.847,70	22,3%	13.117,9	76,1%
Tte. Esteban Martínez	8.024,0	1.701,0	21,2%	0,1	0,0%	6.322,9	78,8%
Mcal. Estigarribia	72.507,7	5.727,6	7,9%	3.788,0	5,2%	62.992,1	86,9%
Fuerte Olimpo	19.534,1	4	0,0%	1.267,2	6,5%	18.262,9	93,5%
Loma Plata	1.801,6	0	0,0%	99,6	5,5%	1.701,9	94,5%
Tte. Irala Fernández	13.422,1	188,3	1,4%	297,3	2,2%	12.936,6	96,4%
Puerto Pinasco	15.138,3	90,6	0,6%	132,1	0,9%	14.915,6	98,5%
Villa Hayes	17.699,4	91,6	0,5%	105,3	0,6%	17.502,5	98,9%
Benjamín Aceval	10.990,6	0	0,0%	73,3	0,7%	10.917,3	99,3%
Filadelfia	14.306,6	0	0,0%	32,6	0,2%	14.274,0	99,8%
Carmelo Peralta	5.257,8	0	0,0%	2,6	0,0%	5.255,2	100%
José Falcón	1.838,3	0,8	0,0%	0	0,0%	1.837,5	100%
Gral. José María Bruguez	6.544,0	0	0,0%	0	0,0%	6.543,9	100%
Nanawa	4,7	0	0,0%	0	0,0%	4,7	100%
Total	240.888,0	20.377,5	8,5%	10.255,1	4,3%	210.255,40	87,3%

Fuente / Source: MADES (2019) y FAPI (2018). Nota: superficies obtenidas de archivos geospaciales. / Note: Surface areas obtained from geospatial files.



¹⁶ Áreas protegidas del SINASIP. / SINASIP's Protected Areas.

¹⁷ Incluye áreas productivas con sus reservas legales, cortinas rompevientos, bosques protectores de cauces hídricos y otras áreas naturales (sabanas, palmares, entre otras). / Includes productive areas with their legal reserves, windbreaks, riparian forests and other natural areas (savannahs, palm groves, among others).



© WWF-Paraguay

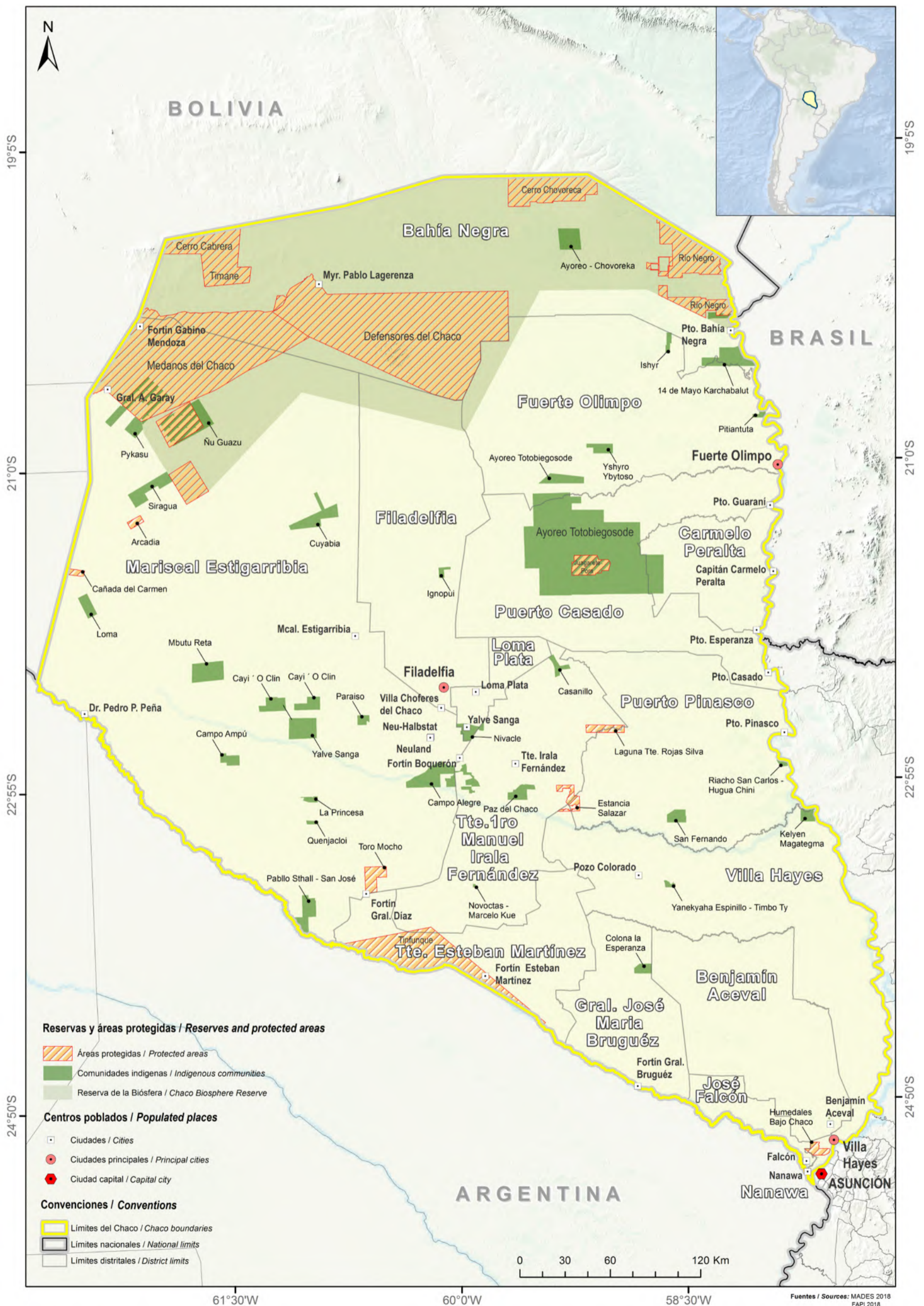
Tabla / Table 5. Extensión de las áreas protegidas y su categoría de manejo dentro del SINASIP. / Extension of protected areas and their management category into the SINASIP.

Categoría de manejo / Management category	Departamento / Department	Nombre / Name	Superficie / Surface area (km ²)
Monumento Natural / Natural Monument	Alto Paraguay	Cerro Chovoreca	996,2
Parque Nacional / National Park	Boquerón	Teniente Agripino Enciso	396,6
	Boquerón y Alto Paraguay	Médanos del Chaco	6.083,4
		Defensores del Chaco	7.212,8
	Alto Paraguay	Río Negro	1.283,6
Reserva de Recursos Manejados / Managed Resources Reserve	Presidente Hayes	Humedales del Bajo Chaco	82,9
		Tinfunqué	1.756,1
Reserva Natural / Natural Reserve	Presidente Hayes	Reserva Natural Estancia Salazar	122,4
	Boquerón	Reserva Natural Cañada El Carmen	39,9
		Reserva Natural Arcadia	47,7
		Reserva Natural Punie Pasoi	36,5
		Reserva Natural Palmar Quemado	97,2
		Reserva Natural Toro Mocho	177,4
		Reserva Natural Ñu Guazu	498,3
	Alto Paraguay	Reserva Natural Jaguarete Porã	276,7
		Reserva Natural Lote N° 1	49,6
		Riacho Florida II	10,8
		El Ceibo	58,0
		Cerro Cabrera - Timané	1.259,7

Fuente: Elaboración basada en MADES (2019). / Source: Compilation based on MADES (2019).

Nota: Las superficies presentadas en las tablas 4 y 5 corresponden a la extensión digital de las áreas protegidas según la cartografía del MADES (2019). / Note: The surface areas presented in tables 4 and 5 correspond to the digital extension of the protected areas according to the MADES cartography (2019).

Mapa / Map 15. Comunidades indígenas y Áreas protegidas del Chaco paraguayo. / Indigenous communities and Protected areas in the Paraguayan Chaco.



2

VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA

VEGETATION AND LAND USE





ECORREGIONES DEL CHACO PARAGUAYO / PARAGUAYAN CHACO ECOREGIONS

En el Chaco paraguayo convergen cinco (5) principales ecorregiones: Chaco Seco, Chaco Húmedo, Médanos, Pantanal y Cerrado (Mereles et al. 2013). Esta clasificación se encuentra formalmente reconocida por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) a través de la Resolución N° 614/2013. En estas ecorregiones convergen una amplia variedad de ecosistemas. Varios grupos de expertos han trabajado en los últimos años con la intención de proponer una delimitación para los ecosistemas, tomando en cuenta criterios como suelos, cuencas hidrográficas, vegetación, temperatura, precipitación y orografía (Rojas et al. 2018). Pese a ello, no existe aún una clasificación oficial.

There are five (5) main ecoregions in the Paraguayan Chaco: Dry Chaco, Humid Chaco, Medanos (continental sand dunes), Pantanal, and Cerrado (Mereles et al. 2013). This classification is formally recognized by the Ministry of Environment and Sustainable Development (MADES) through Resolution N° 614/2013. A wide variety of ecosystems converge in these ecoregions. In recent years, several groups of experts have been working to propose a delimitation of the ecosystems based on soil types, river basins, vegetation types, temperature, precipitation, and orography. However, Paraguay still lacks of an official classification.

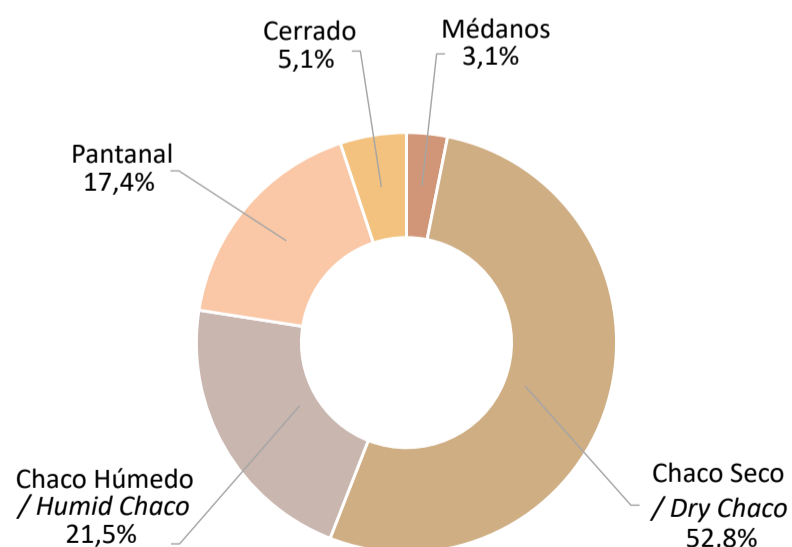


Figura / Figure 17. Distribución relativa de la extensión de las ecorregiones del Chaco paraguayo. / Relative distribution of the Paraguayan Chaco ecoregions.



La biodiversidad que alberga el Chaco está constituida por una estimación de 4.500-5.000 especies de flora, 500 especies de aves, 150 de mamíferos, 120 de reptiles y aproximadamente 100 de anfibios. Esta región es hábitat de varias especies endémicas de fauna y flora; por ejemplo: el Tagua (*Catagonus wagneri*) y la Saría hú (*Chunga burmeisteri*). Entre sus especies leñosas emblemáticas se encuentran los Quebrachos: blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), colorado (*Schinopsis balansae*) y coronillo (*Schinopsis quebracho-colorado*); los Algarrobos: negro (*Prosopis nigra*), blanco (*Prosopis alba*) y el Viñal (*Prosopis ruscifolia*); el Samu'u blanco (*Ceiba chodatii*) y el Palo santo (*Bursera graveolens*); así como cactáceas arborescentes, entre otras (Mereles 2013, Naumann et al. 2006).

El Chaco paraguayo forma parte de la Unidad de Conservación del Jaguar (UCJ) en el Gran Chaco: un conjunto de áreas protegidas y tierras privadas que se extienden por el sureste de Bolivia y el norte de Paraguay y se conecta al oeste de Brasil (SEAM et al. 2016). Según la Asociación Paraguaya de Mastozoología y SEAM (2017), varias especies de mamíferos categorizadas como vulnerables y en peligro se distribuyen en esta región. Por ejemplo el Jurumi (*Myrmecophaga tridactyla*), el Tatú carreta (*Priodontes maximus*), el Jaguarete (*Panthera onca*), el Aguara guasu (*Chrysocyon brachyurus*), la Nutria gigante o Arirai (*Pteronura brasiliensis*), el Mborevi (*Tapirus terrestris*), el Guanaco (*Lama guanicoe*), el Tañy kati (*Tayassu pecari*), el Tagua y el Guasu puku o Ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*).

La vegetación del Chaco ha sido estudiada por diversos autores Spichiger et al. (1991), Pérez de Molas (2003), Mereles (2005), Spichiger et al. (2011), Mereles et al. (2013), quienes fueron denominando las formaciones vegetales de diversas maneras. A continuación, se presentan las principales formaciones vegetales junto con su biodiversidad para cada ecorregión, descrita por Mereles et al. (2013):

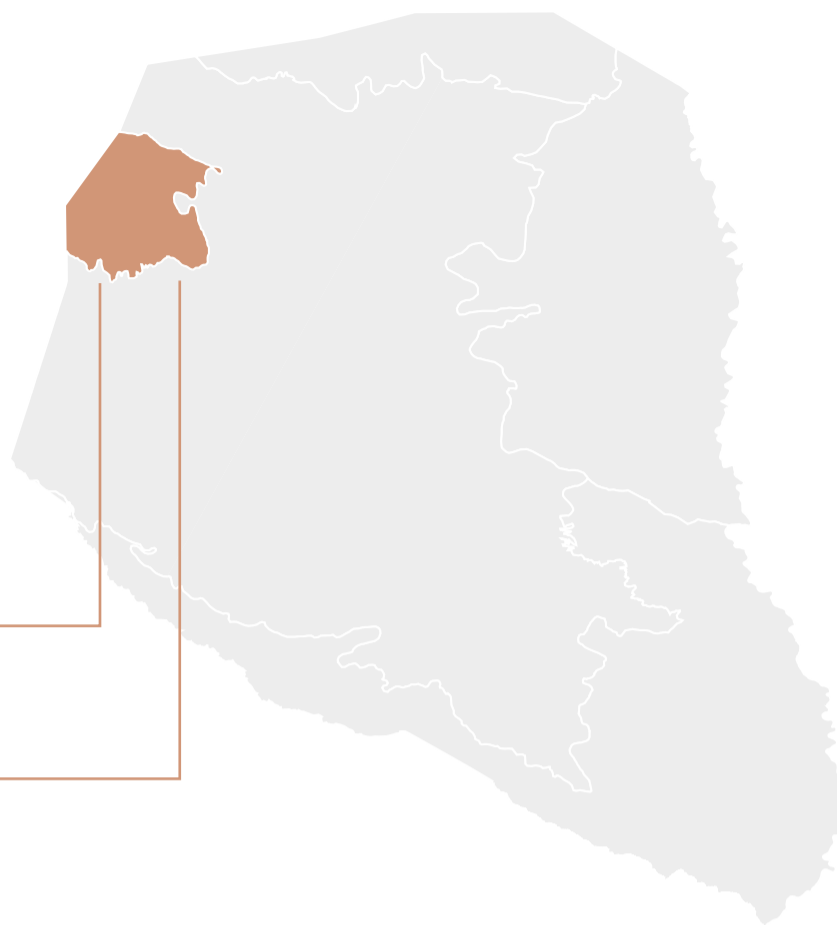
*The Chaco's biodiversity includes an estimated of 4,500-5,000 species of flora species, 500 bird species, 150 mammals, 120 reptiles and approximately 100 amphibians. It is an area with various endemic flora and fauna species; such as: the Chacoan peccary (*Catagonus wagneri*) and the Black-legged seriema (*Chunga burmeisteri*). Some of the emblematic forest species include the Quebrachos: white (*Aspidosperma quebracho-blanco*), red (*Schinopsis balansae*) and coronillo (*Schinopsis quebracho-colorado*); the Algarrobos: black (*Prosopis nigra*), white (*Prosopis alba*) and Viñal (*Prosopis ruscifolia*); the Floss silk tree (*Ceiba chodatii*) and the Palo santo (*Bursera graveolens*); as well as tree-like cacti, among others (Mereles 2013, Naumann et al. 2006).*

*The Paraguayan Chaco is part of the Jaguar Conservation Unit (JUC) in the Great Chaco: a group of protected areas and private lands extending throughout southeastern Bolivia and northern Paraguay, connecting to western Brazil (SEAM et al. 2016). According to the Asociación Paraguaya de Mastozoología and SEAM (2017), several species of mammals categorized as vulnerable and endangered are distributed in this region. For example the Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), the Giant armadillo (*Priodontes maximus*), the Jaguar (*Panthera onca*), the Maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the Giant otter (*Pteronura brasiliensis*), the Mborevi (*Tapirus terrestris*), the Guanaco (*Lama guanicoe*), the White-lipped peccary (*Tayassu pecari*), the Chacoan peccary (*Catagonus wagneri*) and the Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*).*

The Chaco vegetation has been studied by different authors Spichiger et al. (1991), Pérez de Molas (2003), Mereles (2005), Spichiger et al. (2011), and Mereles et al. (2013), all of whom defined the vegetation types in different ways. The following are the main vegetation types, along with their biodiversity for each ecoregion, described by Mereles et al. (2013):

MÉDANOS

MEDANOS



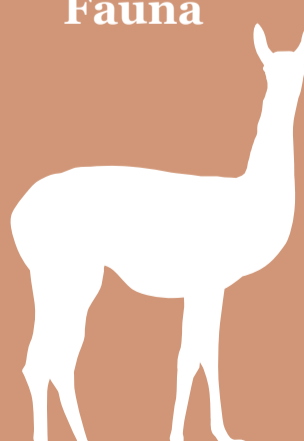


Área / Area

7.576,8 km²

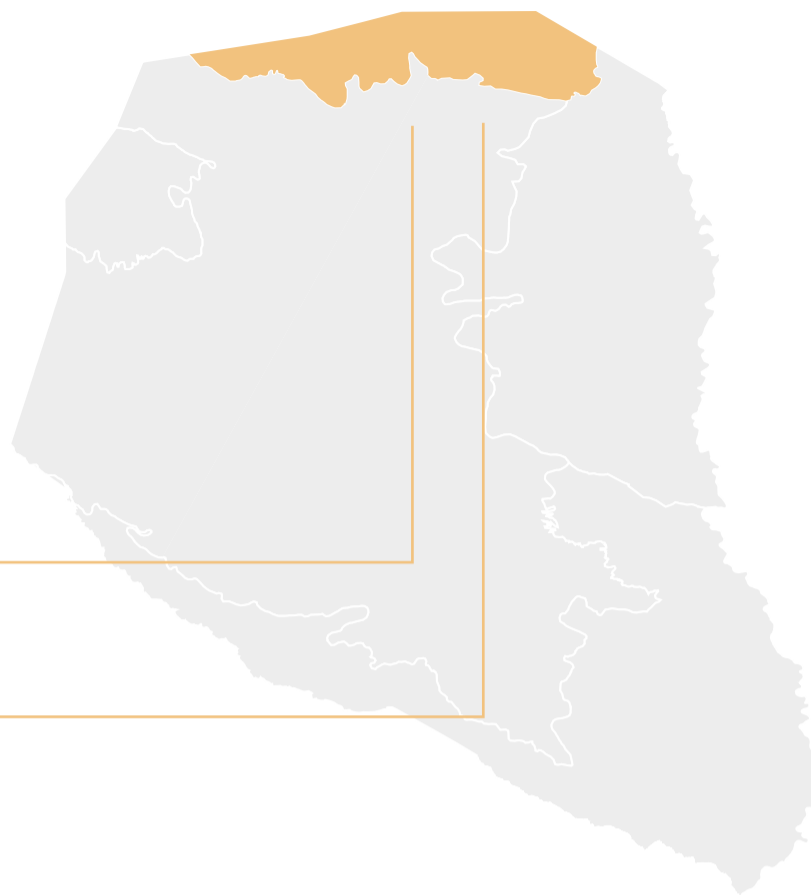
Clima / Weather

Precipitación anual / Annual precipitation: 400-500 mm

Temperatura / Temperature: 25°C

<p>Características físicas principales / Principal physical characteristics</p>	<p>Presencia de médanos arenosos de origen eólico, de grano fino, provenientes de los ríos Grande y Parapití en Bolivia.</p>	<p><i>Presence of sandy dunes of fine grain formed by wind action coming from the Grande and Parapití Rivers in Bolivia.</i></p>
<p>Vegetación / Vegetation</p>	<p>Fisionomía de sabana con árboles y arbustales discontinuos, caducifolia a semi caducifolia, campos con herbáceas y sufrútices.</p> <p><i>Formaciones vegetales:</i></p> <p>“Sabanas parque” con <i>Aspidosperma pyriformium</i>, <i>Schinopsis cornuta</i> y <i>Jacaranda mimosifolia</i>.</p> <p>“Sabana arbolada, con: <i>Schinopsis heterophylla</i>, <i>Bauhinia argentinensis</i>, <i>Agonandra excelsa</i>, entre otras.</p>	<p><i>Savannahs physiognomy with discontinuous trees and shrublands, deciduous to semi-deciduous herbaceous fields.</i></p> <p><i>Vegetation types:</i></p> <p><i>Savannahs with Aspidosperma pyriformium, Schinopsis cornuta and Jacaranda mimosifolia.</i></p> <p><i>Wooded savannah with Schinopsis heterophylla Bauhinia argentinensis, Agonandra excelsa, among others.</i></p>
<p>Fauna</p> 	<p>Especies con características de adaptaciones a ambientes xéricos y condiciones desérticas.</p> <p>Hábitat de la única especie de camélido del país: el Guanaco chaqueño (<i>Lama guanicoe voglii</i>).</p> <p>Abundan especies crípticas, fosoriales y nocturnas como armadillos en general y el Pichi ciego (<i>Calyptophractus retusus</i>).</p> <p>Las aves son muy características, aunque no únicas de la ecorregión, como el Halconcito gris (<i>Spizaipteryx circumcinctus</i>).</p> 	<p><i>Species with characteristics of adaptations to xeric environments and desert conditions.</i></p> <p><i>Habitat of the only camelid species of the country: the guanaco (Lama guanicoe voglii).</i></p> <p><i>Cryptic, fossorial and nocturnal species abound, such as armadillos in general and the Greater fairy armadillo (Calyptophractus retusus).</i></p> <p><i>The birds are very characteristic, although not unique to the ecoregion, such as the Spot-winged falconet (Spizaipteryx circumcinctus).</i></p> 

CERRADO CERRADO



Área / Area

12.279,2 km²

Clima / Weather

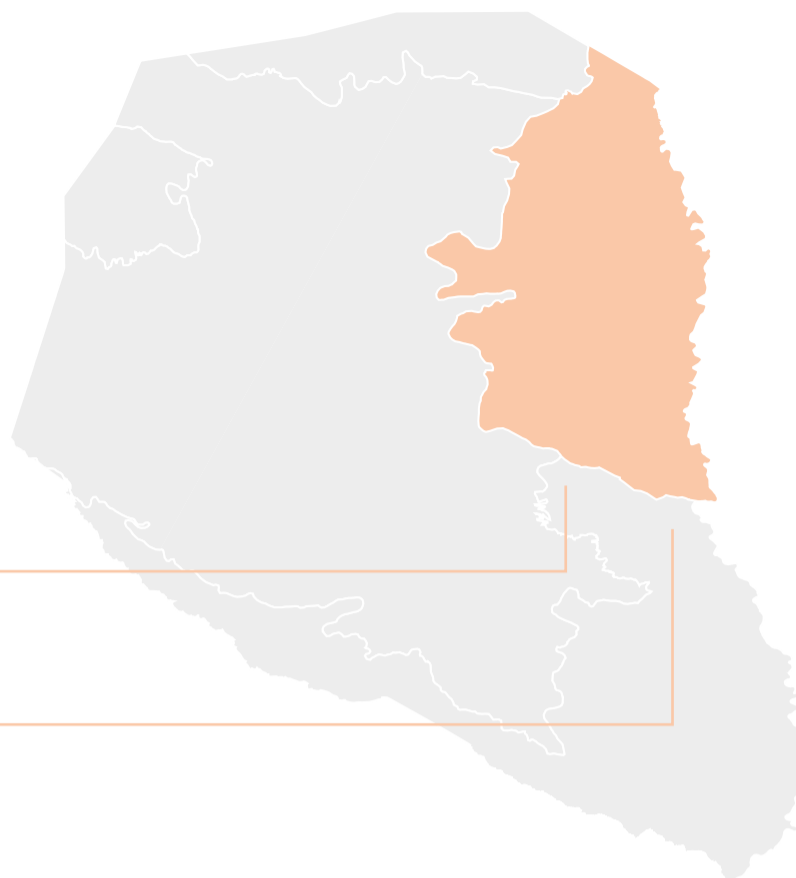
Precipitación anual /Annual precipitation: 800-600 mm

Temperatura /Temperature: 25°C

<p>Características físicas principales / Principal physical characteristics</p>	<p>Dominancia de suelos arenosos</p>	<p>Dominance of sandy soils</p>
<p>Vegetación / Vegetation</p> 	<p>Fisonomía de vegetación de sabana arbolada, con árboles aislados o isletas de bosques.</p> <p><i>Formaciones vegetales:</i> Campos cerrados, con espacios abiertos sobre isletas de bosques o leñosas aisladas; especies: Sterculia striata, Annona nutans, Pseudobombax tomentosum, Tabebuia aurea Magonia pubescens, entre otras.</p> <p>Cerradones, formación bastante densa, con especies como: Commiphora leptophloeos, Zeyheria tuberculosa, Simira sampaioana, Anadenanthera peregrina, Luehea divaricata y otras.</p> <p>Sabanas palmares de Copernicia alba.</p> <p>Humedales.</p> 	<p><i>Physiognomy of savannah, with isolated trees or islets of forests.</i></p> <p><i>Vegetation types:</i> Cerradones (closed fields), with open spaces with forest islands or isolated woodland; species: Commiphora leptophloeos, Zeyheria tuberculosa, Simira sampaioana, Anadenanthera peregrina, Luehea divaricata and others.</p> <p>Copernicia alba palm savannahs.</p> <p>Wetlands.</p> 
<p>Fauna</p> 	<p>Características de más al norte, como la Precordillera Andina, especies Amazónicas y especies de Cerrado propiamente dichas, como la presencia de dos especies de ardillas (Sciurus urucumus y S. ignitus) y una de murciélago (Mimon crenulatum).</p> <p>Aves como el Jaku petî (Pipile cumanensis), el Guaguingue guasu (Nyctibius grandis), el Guyra karaguataty o Pijuí canela (Synallaxis scutata).</p> <p>Es común la presencia de especies típicas de los bosques húmedos de la región Oriental, como: águila crestada real (Spizaetus ornatus), o el Gua'a pytá (Ara chloropterus).</p> <p>Comprende también zonas de reproducción de tortugas terrestres, como la Tortuga de patas rojas (Chelonoidis carbonaria), asociada a la cultura Ayoreo.</p> 	<p><i>Characteristics from further north, such as the Andean Foothills, Amazonian species and Cerrado species themselves, such as the presence of two species of squirrels (Sciurus urucumus and S. ignitus) and a bat species (Mimon crenulatum).</i></p> <p><i>Birds such as Blue-throated Piping-Guan (Pipile cumanensis), Great Potoo (Nyctibius grandis), Ochre-cheeked Spinetail (Poecilurus scutatus).</i></p> <p><i>The presence of typical species from the humid forests of the Eastern region is common, such as: Ornate Hawk-Eagle (Spizaetus ornatus), or the Red-and-green Macaw (Ara chloropterus). It also includes breeding areas for land turtles, such as the Red-footed Tortoise (Chelonoidis carbonaria), associated with the Ayoreo culture.</i></p> 

PANTANAL

PANTANAL



Área / Area

42.023,1 km²

Clima / Weather

Precipitación anual /Annual precipitation: 1300-800 mm

Temperatura /Temperature: 26°C

Características físicas principales / Principal physical characteristics

- a) Zona del Pantanal (intersección entre el río Negro y su desembocadura en el río Paraguay).
- b) Zona lagunar (lagunas saladas, 150 km desde la costa del río Paraguay).
- c) Zona de bosques y sabanas hidromórficas (a lo largo del río Paraguay).

- a) Pantanal zone (intersection between Negro River and its flow into the Paraguay River).
- b) Lagoonal zone (salty lagoons, 150 km from Paraguay River).
- c) Zone of hydromorphic forest and savannahs (along the Paraguay River).

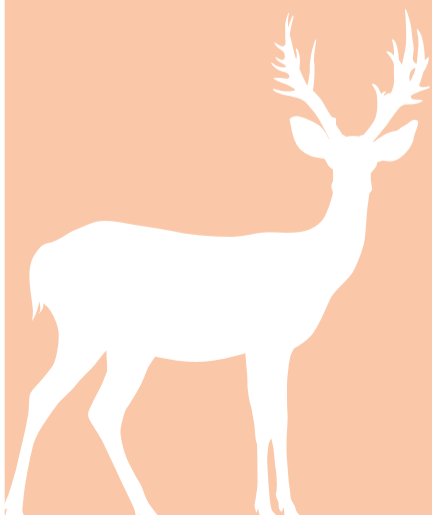
Vegetación / Vegetation



- a) Vegetación acuática de ambientes mixtos: presencia de palmares de Copernicia alba (Karanda'y), permanecen inundados durante la mayor parte del año. Cerrados, embalsados, bosques de ribera.
- b) Vegetación típica de áreas saladas y salobres, tales como: Cyclolepis genistoides, Heterostachys ritteriana, Sarcocornia perennis, Portulaca cryptopetala, Trihtrinax schyzophylla, entre otras.
- c) La especie dominante es el Karanda'y. Bosques transicionales del litoral del Chaco, vegetación de las depresiones (esteros), vegetación de los cerros (elevaciones en la zona de Fuerte Olimpo)

- a) - Aquatic vegetation of mixed environments: presence of Copernicia alba savannahs, flooded for most of the year. Cerrados, floating islands, riverside forests.
- b) Typical vegetation of salty and brackish areas, like: Cyclolepis genistoides, Heterostachys ritteriana, Sarcocornia perennis, Portulaca cryptopetala, Trihtrinax schyzophylla, and others.
- |c) The dominant species is Copernicia alba. Transitional forests of the Chaco coastal region, vegetation of the topographical depressions (estuaries), hill vegetation (elevations in Fuerte Olimpo area).

Fauna

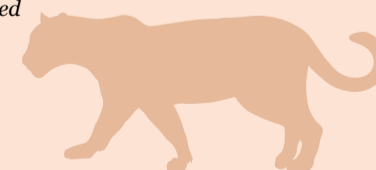


Al igual que el cerrado, también presenta especies características de más al norte. Alberga al Ciervo de los pantanos (Blastocerus dichotomus) y la Nutria gigante o Arira'i (Pteronura brasiliensis), la Iguana (Iguana iguana) y el Viborón o Teju jakare (Dracaena paraguayensis). Aves restringidas a esta ecorregión: Añapero faja blanca (Nyctiprogne leucopyga), Albañil (Furnarius leucopus), Pijú grillo (Synallaxis hypospodia), Curutié de río (Cranioleuca vulpina) y Sangre de toro (Ramphocelus carbo).

Individuos de Jaguaré (Panthera onca) del Pantanal suelen tener el mayor tamaño (superando los 120 kg) en toda su distribución. Es sitio de paso de especies migratorias neárticas. Grandes concentraciones de aves acuáticas, en especial Mbigua, cigüeñas y garzas. Alberga poblaciones de Jakare hû (Caiman yacare) y una importante diversidad de peces, debido a la riqueza de sus ambientes acuáticos.



Like the cerrado, it also has characteristic species from further north. It is home to the marsh deer (Blastocerus dichotomus), the giant otter (Pteronura brasiliensis), green iguana (Iguana iguana) and the caiman lizard (Dracaena paraguayensis). Birds restricted to this ecoregion: Band-tailed Nighthawk (Nyctiprogne leucopyga), Pale-legged Hornero (Furnarius leucopus), Cinereous-breasted Spinetail (Synallaxis hypospodia), Rusty-backed Spinetail (Cranioleuca vulpina) and Silver-beaked Tanager (Ramphocelus carbo).



Jaguar (Panthera onca) individuals in the Pantanal tend to be the largest (exceeding 120 kg) in their entire distribution. It is a stopover site for Nearctic migratory species. Large concentrations of water birds, especially the Neotropical cormorant (Phalacrocorax brasilianus), storks and herons. It is home to populations of Jakare caiman (Caiman yacare) and an important diversity of fish, due to the richness of its aquatic environments.

CHACO HÚMEDO HUMID CHACO



Área / Area

51.927,6 km²

Clima / Weather

Precipitación anual / Annual precipitation: 1200-1000 mm

Temperatura / Temperature: 25-24°C

<p>Características físicas principales / Principal physical characteristics</p>	<p>Destacada por sus inundaciones y condición anegada, temporaria o permanente.</p> <p>Suelos arcillosos</p>	<p><i>Renowned for its flooding and flooded condition, temporary or permanent .</i></p> <p><i>Clay soils.</i></p>
<p>Vegetación / Vegetation</p> 	<p>Se desarrolla plenamente el denominado "mosaico bosque-sabana palmar-vegetación acuática".</p> <p><i>Formaciones vegetales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques subhúmedos y semi deciduos o "quebrachales de quebracho colorado" (<i>Schinopsis balansae</i>) (formaciones boscosas transicionales y anegables por tiempo corto) - Sabanas palmares (formaciones monotípicas anegables e inundables por más tiempo que la anterior con <i>Karanda'y</i>) - Vegetación acuática 	<p><i>The denominated "forest-savannah-palm-water vegetation mosaic" is well-established.</i></p> <p><i>Vegetation formations:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sub-humid and semi-deciduous forests or "quebrachales de quebracho colorado" (<i>Schinopsis balansae</i>) (transitional and short-term flooded forest formations). - Palm tree savannahs (monotypic formations that can be flooded for longer than the previous with <i>Copernicia alba</i>). - Aquatic vegetation 
<p>Fauna</p> 	<p>Por lo general no es muy distinguible de la fauna de otras ecorregiones asociadas a humedales. Gran abundancia de especies acuáticas como el Carpincho o Kapi'i yva (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>), Loboipe (<i>Lontra longicaudis</i>), y de sabanas como el Aguará guasú (<i>Chrysocyon brachyurus</i>).</p> <p>Algunas de las aves más emblemáticas son: en el pirizal, el Guyraú pytá o Federal (<i>Amblyramphus holosericeus</i>); en pastizal o sabanas, el Guyra añumby o Leñatero (<i>Anumbius annumbi</i>), y en el bosque el Tukâ guasu o Tucán grande (<i>Ramphastos toco</i>).</p> 	<p><i>Generally, it is not very distinguishable from the fauna of other wetland-associated ecoregions. Great abundance of aquatic species such as Capybara (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>), River otter (<i>Lontra longicaudis</i>) and savannah species, such as the Maned wolf (<i>Chrysocyon brachyurus</i>).</i></p> <p><i>Some of the most emblematic birds are the Scarlet-headed Blackbird (<i>Amblyramphus holosericeus</i>); in grasslands or savannahs, the Firewood-gatherer (<i>Anumbius annumbi</i>), and in the forest the Toco Toucan (<i>Ramphastos toco</i>).</i></p> 

CHACO SECO DRY CHACO



Área / Area

127.211,6 km²

Clima / Weather

Precipitación anual / *Annual precipitation*: 800-600 mm

Temperatura / *Temperature*: Extremas / *Extremes*: 48°C verano / *summer*
5°C invierno / *winter*

Características físicas principales / *Principal physical characteristics*

Planicie con suave inclinación
Serranías, 700 msnm en Cerro Cabrera y más de 600 msnm en Cerro León, con afloramientos rocosos con incrustaciones calcáreas
Suelos muy variables

Flat with slight gradient incline.

700 masl in Cerro Cabrera and more than 600 masl in Cerro León, with rocky outcrops with calcareous incrustations

Very variable soils

Vegetación / *Vegetation*

Bosque semi caducifolio xerofítico.
Paleocauces antiguos con sabanas con espartillo o “espartillares”, el “matorral de saladar” o “saladares” y paleocauces más recientes o “peladares”, cada uno de ellos con paisajes característicos.
Cerros como León y Cabrera, los cerros tabulares, con una vegetación rupestre sobre las laderas y de Cerrado sobre la cima de sus mesetas.

Semi deciduous xerophytic forest

Old paleochannels with savannahs with esparto grass, the "salt scrub" or "saladares" and more recent paleochannels or "peladares", each of them with characteristic landscapes.

Hills with rocky vegetation on the slopes and Cerrado vegetation on the top.

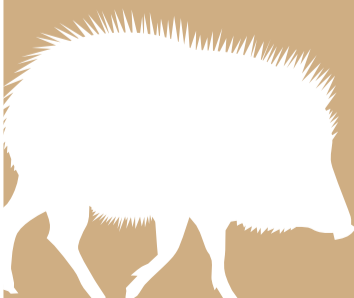
Fauna

Alta abundancia de mamíferos grandes, casi todos compartidos con otras ecorregiones. Las dos especies más representativas son el Tagua (*Catagonus wagneri*) y el tatú bolita (*Tolypeutes matacus*).

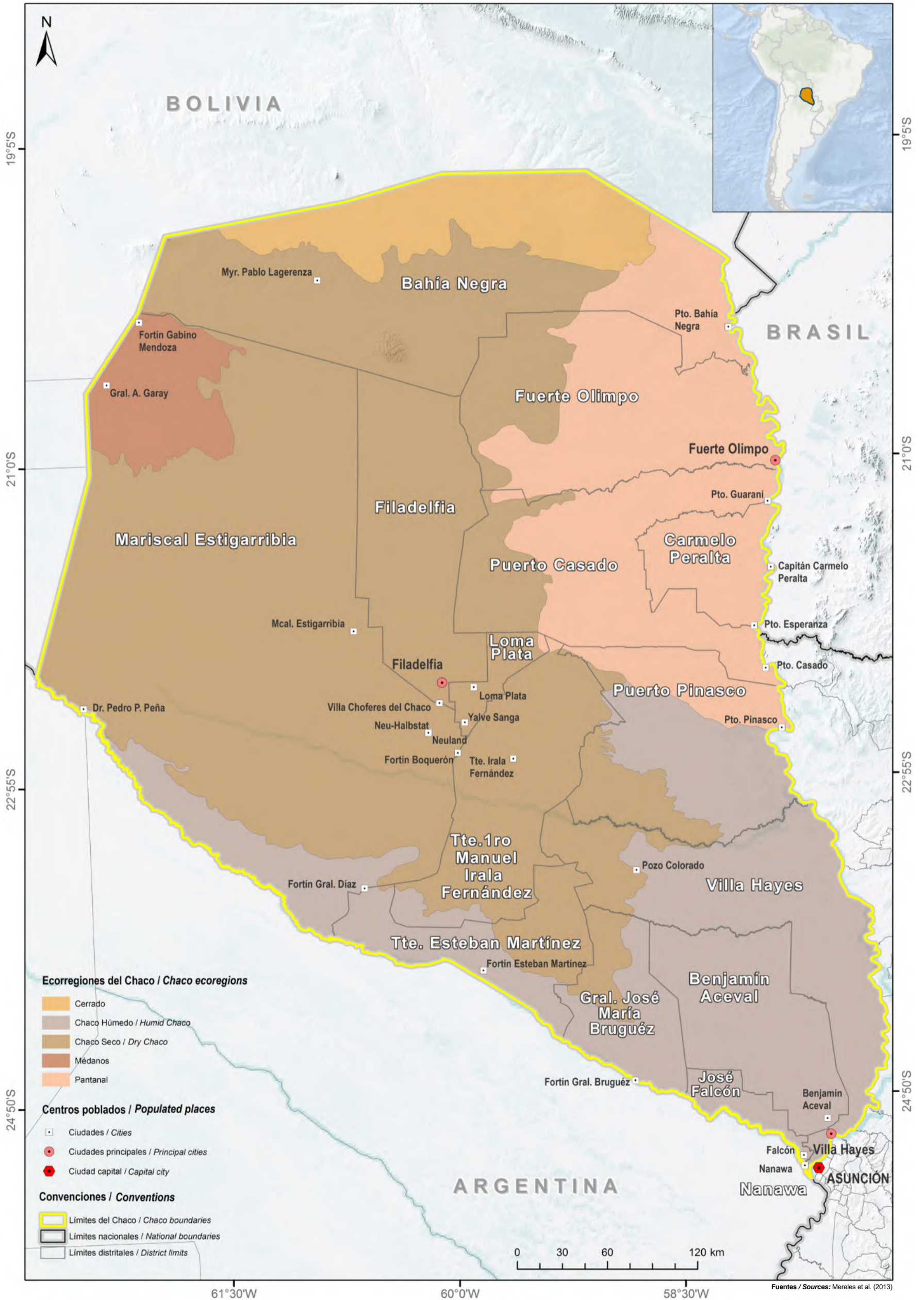
*High abundance of large mammals mostly shared with other ecoregions. The two most representative species are the Chacoan peccary (*Catagonus wagneri*) and the Southern three-banded armadillo (*Tolypeutes matacus*).*

La diversidad de los armadillos es la más alta de todas las bioregiones de América (8 de 12 especies presentes). Esta ecorregión se caracteriza por la presencia de al menos 16 especies endémicas del Chaco y han sido registradas casi todas las aves playeras de Paraguay. También contiene algunos elementos endémicos de herpetofauna.

The diversity of armadillos is the highest of all the bioregions in the Americas (8 of the 12 species present). This ecoregion is characterized by the presence of at least 16 endemic species of the Chaco and almost all of Paraguay's shorebirds have been recorded. It also contains some endemic elements of herpetofauna.



Mapa / Map 16. Ecorregiones del Chaco paraguayo. / Paraguayan Chaco ecoregions.



Fuentes / Sources: Mereles et al. (2013)

COBERTURA Y USO DE LA TIERRA / LAND COVER AND LAND USE

Según un análisis llevado a cabo por la Agencia Aeroespacial Alemana (DLR) y WWF-Paraguay en 2019, las coberturas y usos de la tierra en el Chaco paraguayo corresponden a bosques hidrófilos, bosques secos, sabanas inundadas, sabanas y arbustos, zonas o campos agrícolas (agricultura y ganadería), cuerpos de agua, humedales, pantanal y áreas urbanas¹⁸. Las coberturas de la tierra con mayor distribución en la región son los bosques secos, campos agrícolas y sabanas inundadas. Gran porcentaje de los bosques se distribuye entre los distritos de Mariscal Estigarribia, Bahía Negra y Fuerte Olimpo, mayormente en el norte del Chaco paraguayo. La actividad agrícola - por otro lado - se concentra en el Chaco Central, extendiéndose en gran parte entre los distritos de Mariscal Estigarribia, Teniente Manuel Irala Fernández y Filadelfia, en la zona de las Colonias Menonitas, donde los principales cultivos corresponden a maní, sésamo, tártago, sorgo, chíca, cártamo, trigo y avena (FECOPROD 2017).

El principal rubro agropecuario del Chaco paraguayo corresponde a la producción ganadera, de la cual se obtienen dos productos principales: carne y, en menor medida, lácteos. El 45% del hato ganadero del país se encuentra en esta región, alrededor de 6,1 millones de cabezas de ganado (SENACSA 2018). Las sabanas inundadas se presentan con mayor frecuencia al este del Chaco a lo largo del río Paraguay, comprendiendo gran parte los distritos de Villa Hayes y Benjamín Aceval. Las coberturas naturales de menor distribución en el Chaco son las sabanas (no inundables) y arbustos, cuerpos de agua, pantanales y humedales constituyen en conjunto menos del 5% del total.

According to an analysis carried out by the German Aerospace Agency (DLR) and WWF-Paraguay in 2019, the land cover and land uses in the Paraguayan Chaco consists of hydrophilic forests, dry forests, flooded savannahs, savannahs and shrublands, agricultural fields, water bodies, wetlands, marshlands and urban areas¹⁸. The most widely distributed land covers in the region are dry forests, agricultural fields and flooded savannahs. A large percentage of the forests are distributed among the districts of Mariscal Estigarribia, Bahía Negra and Fuerte Olimpo, mainly in the north of the Paraguayan Chaco. Agricultural activity is concentrated in the Central Chaco, extending largely through the districts of Mariscal Estigarribia, Teniente Manuel Irala Fernández and Filadelfia, in Mennonite Colonies, where the main crops are peanuts, sesame, castor, sorghum, chia, safflower, wheat and oats (FECOPROD 2017).

Cattle ranching is the primary agricultural activity in the Paraguayan Chaco, producing mainly meat and, to a lesser extent, dairy products. The number of cattle in this region represents 45% of the country's cattle population, approximately 6.1 million heads (SENACSA 2018). Flooded savannahs occur most frequently in the east part of the Chaco along the Paraguay River. More specifically, in Villa Hayes and Benjamin Aceval. The lowest distribution of land cover in the Chaco region correspond to savannahs (not flood prone) and shrublands, water bodies, marshland and wetlands. These land cover types account for less than 5% of the region.

¹⁸ Análisis llevado a cabo por la Agencia Aeroespacial Alemana (DLR) y WWF-Paraguay, mediante imágenes satelitales Landsat (30 m de resolución) obtenidas para el año 2016 y 2018. / Analysis carried out by the German Aerospace Agency (DLR) and WWF-Paraguay using Landsat satellite images (30 m resolution) obtained for 2016 and 2018.



© Parallax / WWF-Paraguay

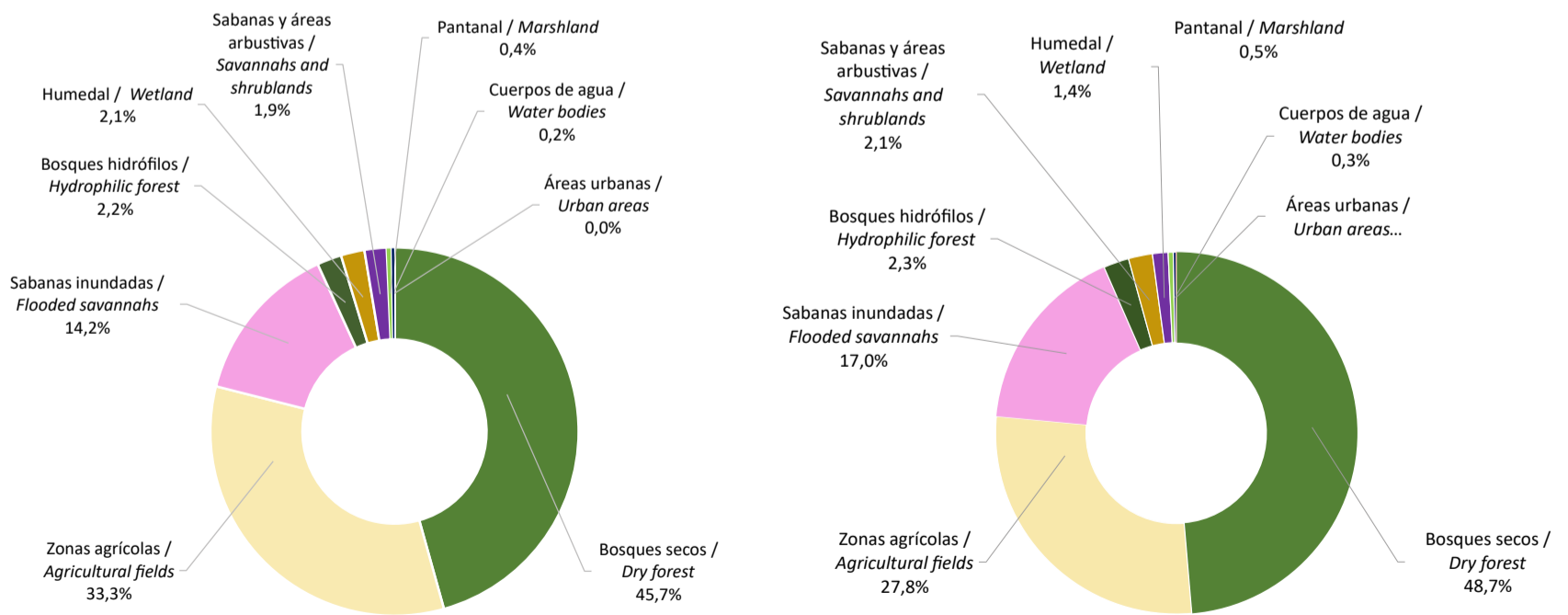


Figura / Figure 18. Distribución relativa de los tipos de cobertura del suelo en el Chaco paraguayo de los años 2016 (izq.) y 2018 (der.). / Relative distribution of land cover types in the Paraguayan Chaco in the years 2016 (left) and 2018 (right).



Tabla / Table 6. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 y 2018 en el Chaco paraguayo. / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2016 and 2018 in the Paraguayan Chaco.

Tipo de cobertura y uso de la tierra / <i>Land cover and land use type</i>	Superficie coberturas y uso de la tierra (km ²) / <i>Land cover and land use surface (km²)</i>	
	2016	2018
Bosques hidrófilos / <i>Hydrophilic forest</i>	5.495,8	5.179,3
Bosques secos / <i>Dry forest</i>	117.237,1	109.995,1
Cuerpos de agua / <i>Water bodies</i>	544,6	500,8
Zonas agrícolas / <i>Agricultural fields</i>	67.081,2	80.172,6
Sabanas y áreas arbustivas / <i>Savannahs and shrublands</i>	5.153,8	4.681,3
Sabanas inundadas / <i>Flooded savannahs</i>	40.867,1	34.209
Pantanal / <i>Marshland</i>	1.066,1	1.055,1
Humedal / <i>Wetland</i>	3.341,5	4.988,4
Áreas urbanas / <i>Urban areas</i>	64,4	64,4

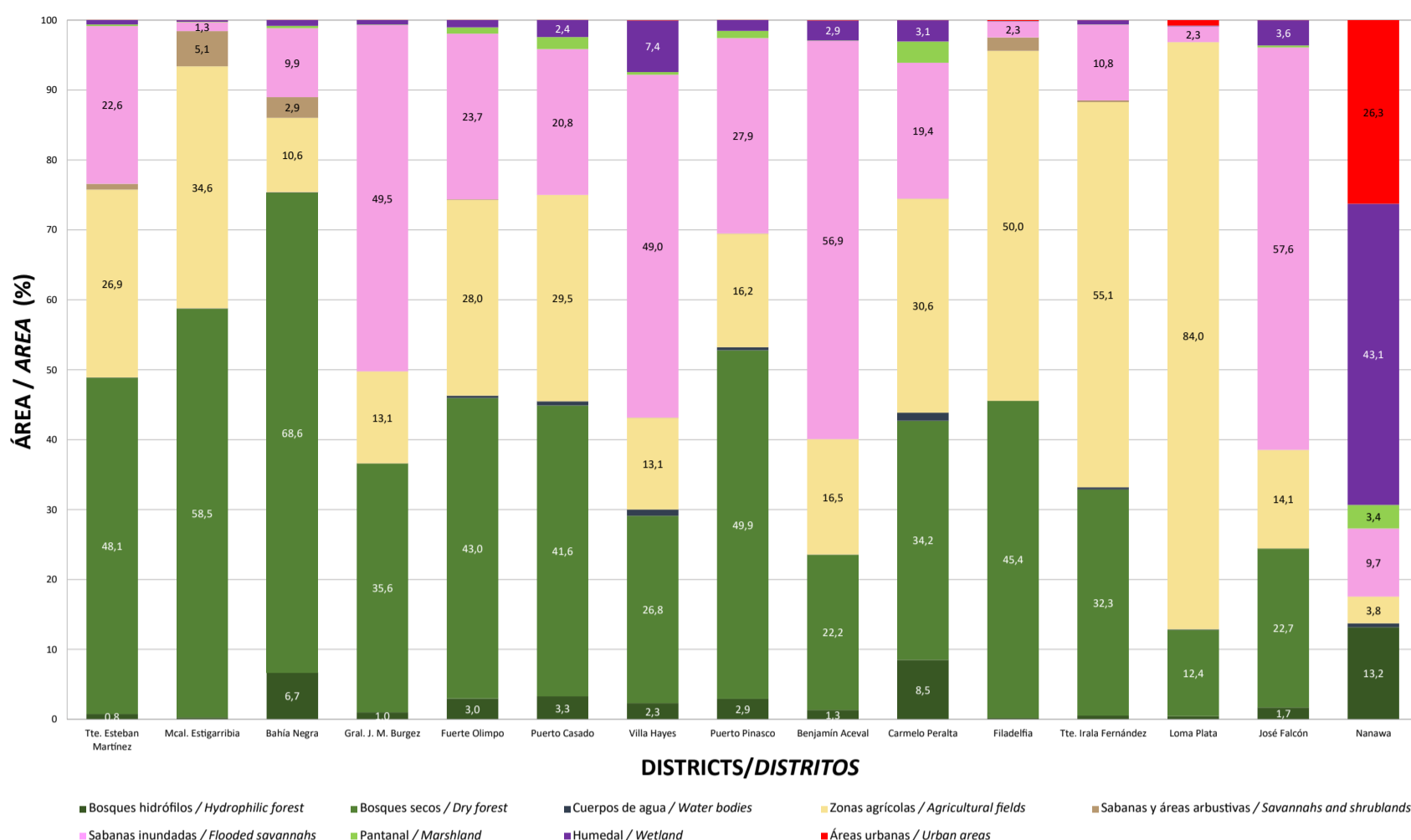


Figura / Figure 19. Distribución relativa de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 por distrito. / Relative distribution of land cover and land use in 2016 by district.

Tabla / Table 7. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2016 por distrito. / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2016 by district.

Districts / Distritos	Bosques hidrófilos / Hydrophilic forest	Bosques secos / Dry forest	Cuerpos de agua / Water bodies	Zonas agrícolas / Agricultural fields	Sabanas y áreas arbustivas / Savannahs and shrubland	Sabanas inundadas / Flooded savannahs	Pantanal / Marshland	Humedal / Wetland	Áreas urbanas / Urban areas
Tte. Esteban Martínez	60,4	3.860,5	2,3	2.155,6	66,7	1.809,8	18,1	50,1	0,2
Mcal. Estigarribia	189,7	42.404,7	16,3	25.093,3	3.665,1	920,5	43,4	161,7	8,7
Bahía Negra	2.450,8	25.074,1	24,6	3.890,5	1.076,5	3.608,2	124,5	296,9	0,3
Gral. José María Bruguez	65,1	2.329,9	0,6	859,5	2,7	3.240,2	4,1	41,4	0,1
Fuerte Olimpo	583,2	8.393,7	65,5	5.469,1	15,4	4.627,1	177,7	201,1	1,2
Puerto Casado	566,1	7.173,0	102,2	5.087,5	3,5	3.594,6	296,3	417,8	1,0
Villa Hayes	409,9	4.741,7	158,5	2.319,9	7,9	8.678,4	66,3	1.306,1	10,6
Puerto Pinasco	442,4	7.546,8	67,8	2.456,6	7,2	4.228,2	156,7	231,9	0,8
Benjamín Aceval	147,0	2.439,9	2,3	1.814,2	1,6	6.258,9	5,6	315,9	5,3
Carmelo Peralta	446,9	1.798,5	59,9	1.608,3	1,6	1.021,8	159,8	160,5	0,6
Filadelfia	25,1	6.492,3	0,5	7.159,1	274,7	327,4	2,9	7,4	17,1
Tte. Irala Fernández	69,5	4.341,6	42,8	7.395,5	30,7	1.453,4	5,1	80,9	2,5
Loma Plata	8,0	222,7	1,3	1.512,9	0,0	40,5	0,1	1,7	14,3
José Falcón	31,1	417,7	0,0	259,0	0,2	1.057,6	5,3	66,1	0,5
Nanawa	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,5	0,2	2,0	1,2

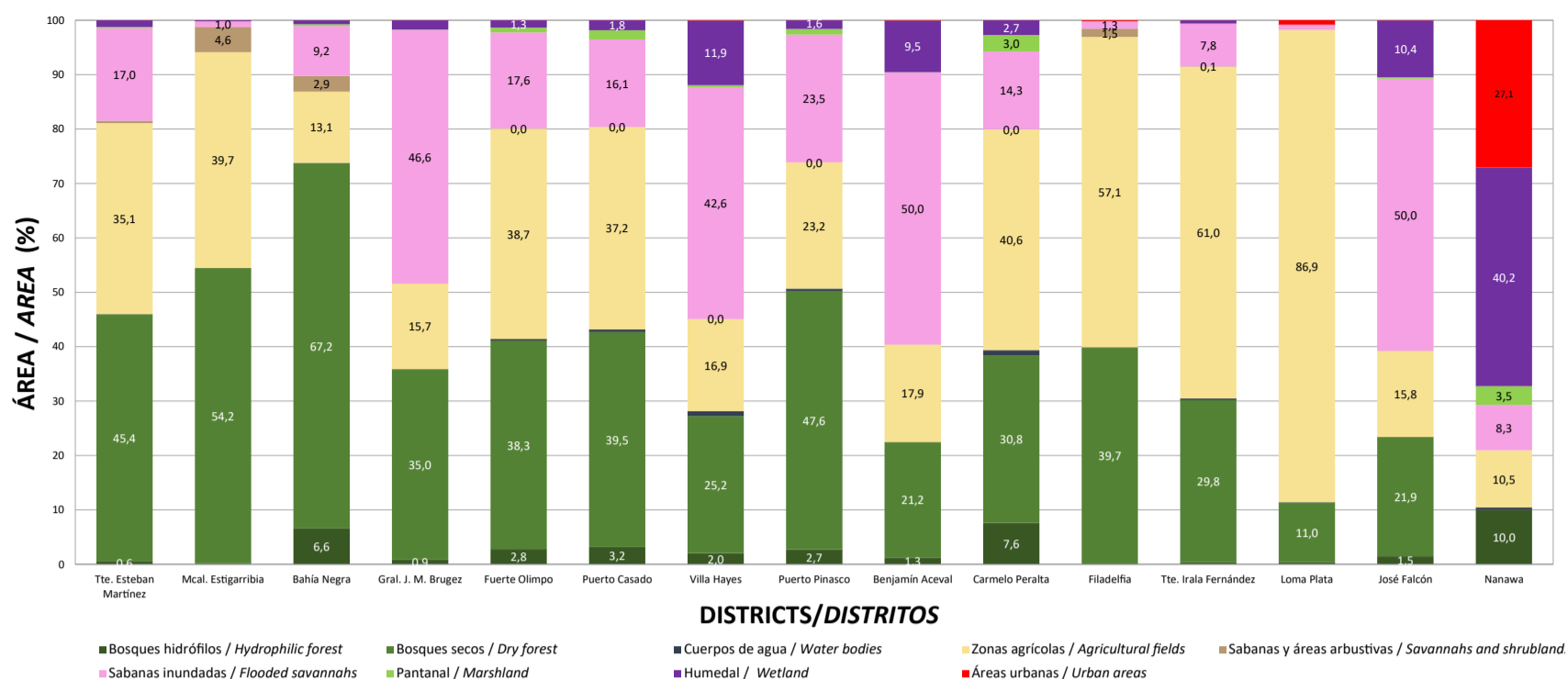
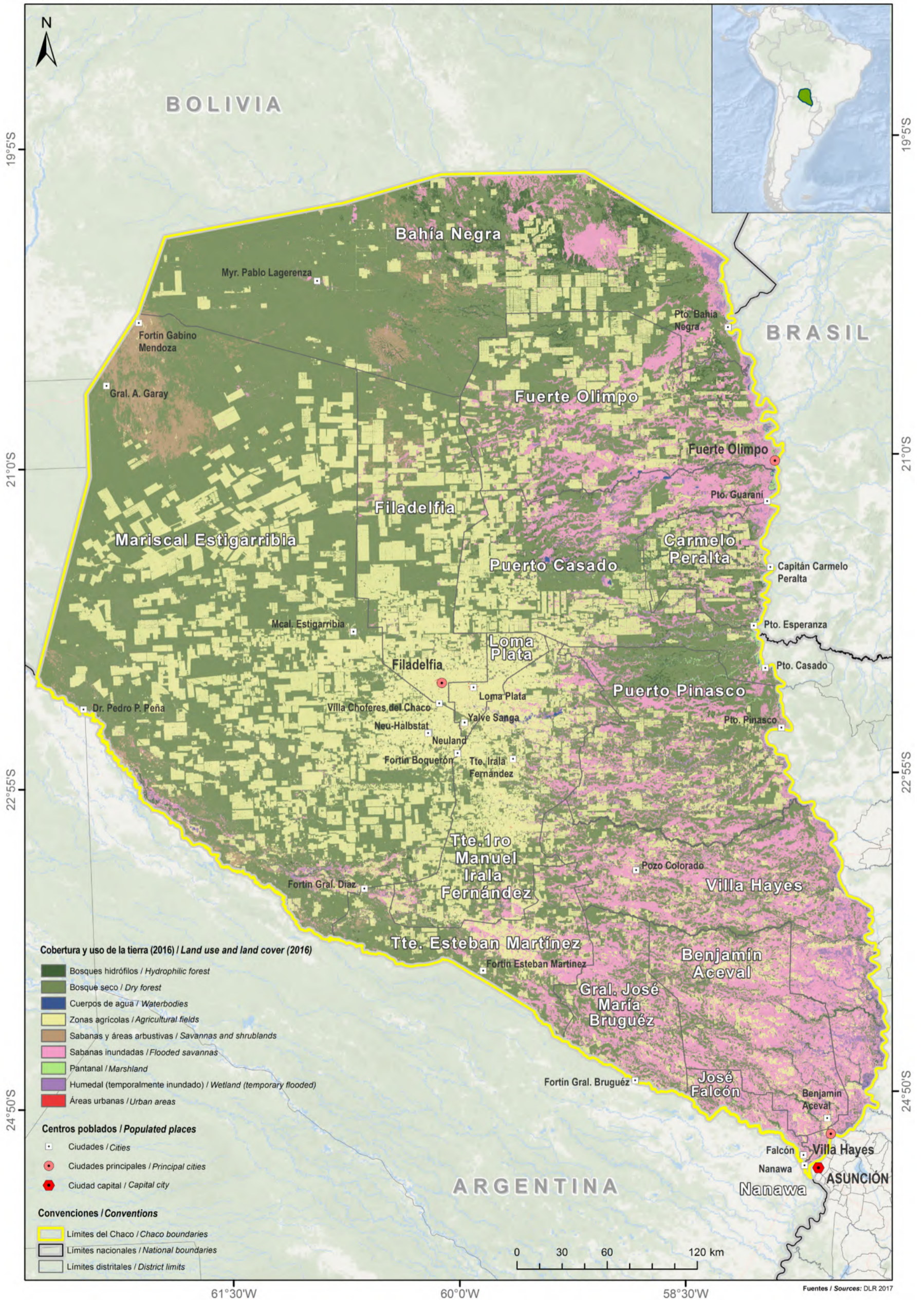


Figura / Figure 20. Distribución relativa de las coberturas y uso de suelo en el año 2018 por distrito. / Relative distribution of land cover and land use in 2018 by district.

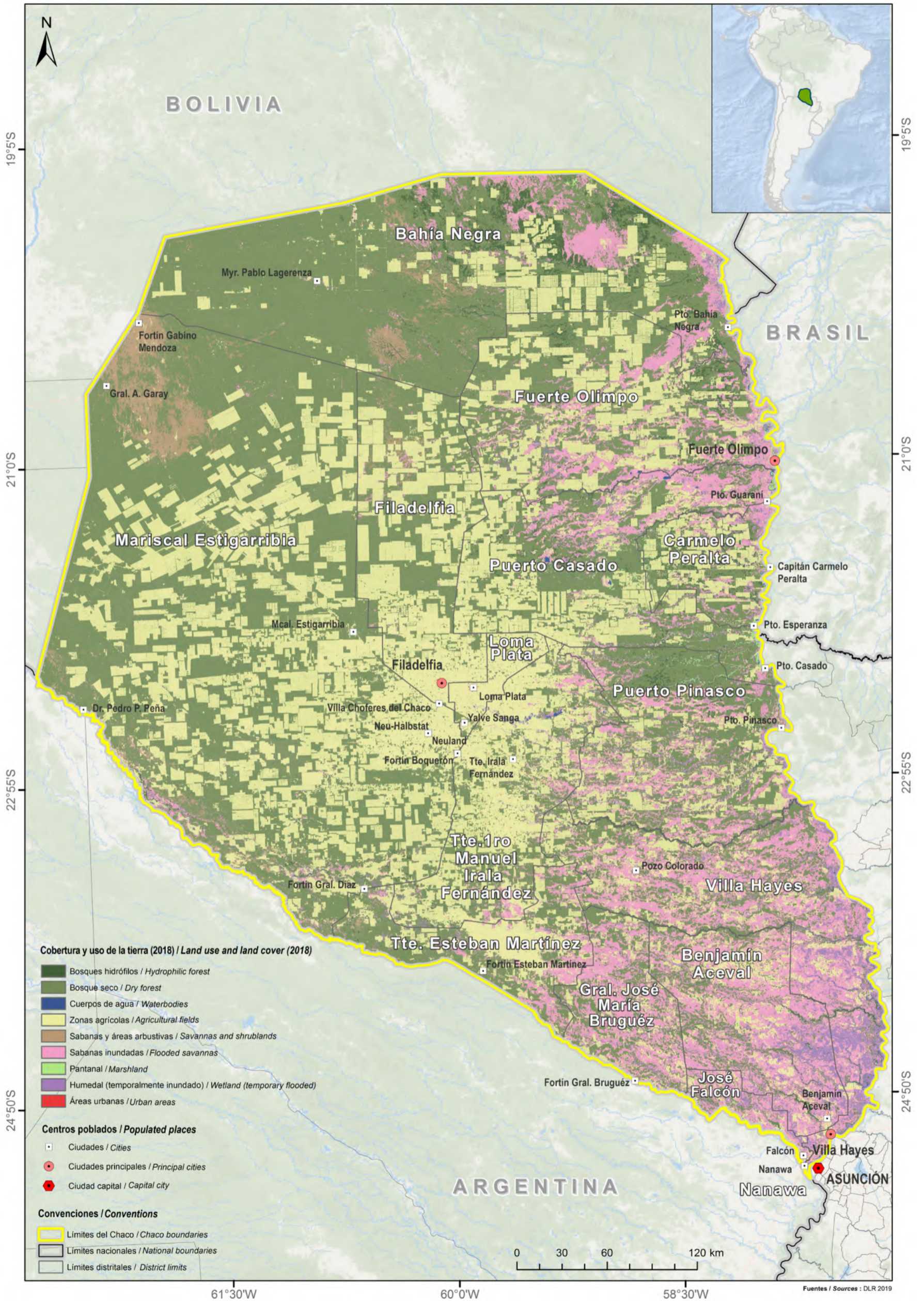
Tabla / Table 8. Distribución absoluta en km² de las coberturas y uso de suelo en el año 2018 por distrito. / Absolute distribution in km² of land cover and land use in 2018 by district.

Districts / Distritos	Bosques hidrófilos / Hydrophilic forest	Bosques secos / Dry forest	Cueros de agua / Water bodies	Zonas agrícolas / Agricultural fields	Sabanas y áreas Arbustivas / Savannahs and Shrublands	Sabanas inundadas / Flooded Savannahs	Pantanal / Marshland	Humedal / Wetland	Áreas urbanas / Urban areas
Tte. Esteban Martínez	47,5	3.641,7	0,7	2.817,4	35,3	1.364,8	17,2	98,7	0,2
Mcal. Estigarribia	165,6	39.316,3	14,7	28.762,5	3.357,9	699,9	42,8	133,5	8,7
Bahía Negra	2.395,7	24.555,1	22,5	4.783,5	1.049,3	3.352,6	123,9	262,9	0,3
Gral. José María Bruguez	59,2	2.287,6	0,5	1.028,8	0,2	3.050,2	4,1	112,33	0,2
Fuerte Olimpo	547,6	7.484,2	60,1	7.550,5	9,8	3.446,7	175,6	258,32	1,2
Puerto Casado	546,8	6.811,4	90,9	6.411,9	1,2	2.769,8	293,9	314,9	0,9
Villa Hayes	361,9	4.462,2	155,3	2.999,3	2,2	7.543,2	65,7	2.098,4	10,6
Puerto Pinasco	409,2	7.199,1	64,2	3.510,3	2,4	3.555,9	155,8	240,5	0,8
Benjamín Aceval	137,6	2.333,9	0,3	1.967,9	0,4	5.495,3	5,5	1.044,4	5,3
Carmelo Peralta	400,3	1.619,5	50,1	2.134,2	0,2	753,3	157,9	141,8	0,6
Filadelfia	21,2	5.686,2	0,2	8.162,4	215,7	190,8	2,7	10,1	17,1
Tte. Irala Fernández	52,4	3.997,8	40,1	8.188,2	6,7	1.052,2	4,4	77,8	2,5
Loma Plata	7,1	197,4	1,1	1.564,8	0,0	15,5	0,1	1,3	14,3
José Falcón	26,7	402,7	0,1	290,5	0,0	918,2	5,3	191,6	0,5
Nanawa	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,2	1,8	1,2

Mapa / Map 17. Coberturas y usos de la tierra predominantes en el Chaco paraguayo del año 2016. /
Predominant land cover and land use in the Paraguayan Chaco in 2016.



Mapa / Map 18. Cobertura y uso de la tierra predominantes en el Chaco paraguayo del año 2018. /
Predominant land cover and land use in the Paraguayan Chaco in 2018.







CAMBIOS EN COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA / LAND COVER AND LAND USE CHANGES

Al realizar una comparación multi-temporal¹⁹ (2016-2018) de la extensión de las coberturas y uso de la tierra del Chaco paraguayo, se encuentra un aumento del 19,5% de los campos agrícolas (13.091,4 km²) y 49,3% de humedales (1.646,9 km²), así como una disminución de 6,2% de bosques secos (7.242 km²) y 16,3% de las sabanas inundadas (6.658,3 km²). La extensión de los bosques (secos e hidrófilos) en el 2018 corresponde al 47,8% de la región (115.174,4 km²) y representa la principal cobertura del Chaco.

A multi-temporal comparison¹⁹ (2016-2018) of the extent of land cover and land use in the Paraguayan Chaco shows an increase of 19.5% in agricultural fields (13,091.4 km²) and 49.3% in wetlands (1,646.9 km²), as well as a decrease of 6.2% in dry forests (7,242 km²) and 16.3% in flooded savannahs (6,658.3 km²). The extension of forest area (dry and hydrophilic) in 2018 corresponds to 47.8% of the region (115,174.4 km²) and represents the main land cover in the Chaco.

¹⁹ Análisis llevado a cabo por la Agencia Aeroespacial Alemana (DLR) mediante imágenes satelitales Landsat (30 m de resolución) obtenidas para el año 2016 y 2018. Estas variaciones pueden explicarse tanto por cambios de uso de suelo así como también por posibles recategorizaciones de las coberturas debido a la presencia de mayor precipitación en los años analizados, especialmente en sabanas y humedales. / Analysis carried out by the German Aerospace Agency (DLR) using Landsat satellite images (30 m resolution) from 2016 and 2018. These variations can be explained by changes in land use as well as by possible recategorizations of the land covers. Due to the presence of increased precipitation in the years analyzed, especially in savannahs and wetlands.

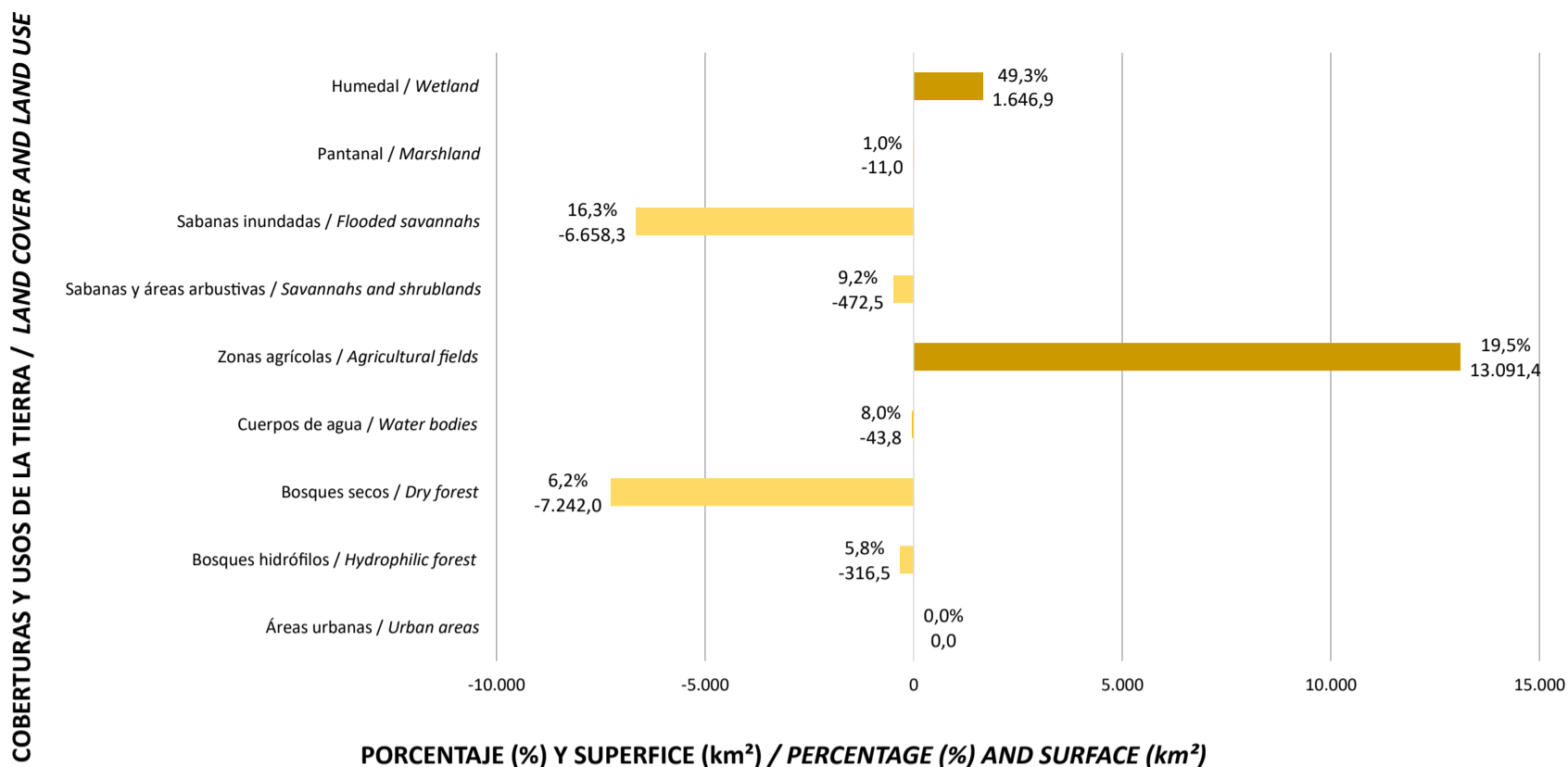


Figura / Figure 21. Porcentajes y superficie de cambios en las coberturas y uso de la tierra en el Chaco paraguayo entre 2016-2018. / Percentages and surface area of every land cover and land use change in the Paraguayan Chaco between 2016-2018.

No obstante, con relación al 2016, el 10,8% de pérdida de bosques secos e hidrófilos correspondió a áreas convertidas a campos agrícolas (7.049,9 km²). El aumento de los campos agrícolas no solo ocurrió sobre la extensión de los bosques, sino también por cambios en coberturas de la tierra como sabanas inundadas (12,9%); sabanas y arbustos (9,1%); humedales (13,8%); cuerpos de agua (3,5%) y pantanal (0,9%).

In 2016, however, the 10.8% of dry and hygrophilous forest loss was found in areas converted to agricultural fields (7,049.9 km²). The increase of agricultural fields occurred not only in forest areas, but also in flooded savannahs (12.9%); savannahs and shrublands (9.1%); wetlands (13.8%); water bodies (3.5%); and marshland (0.9%).

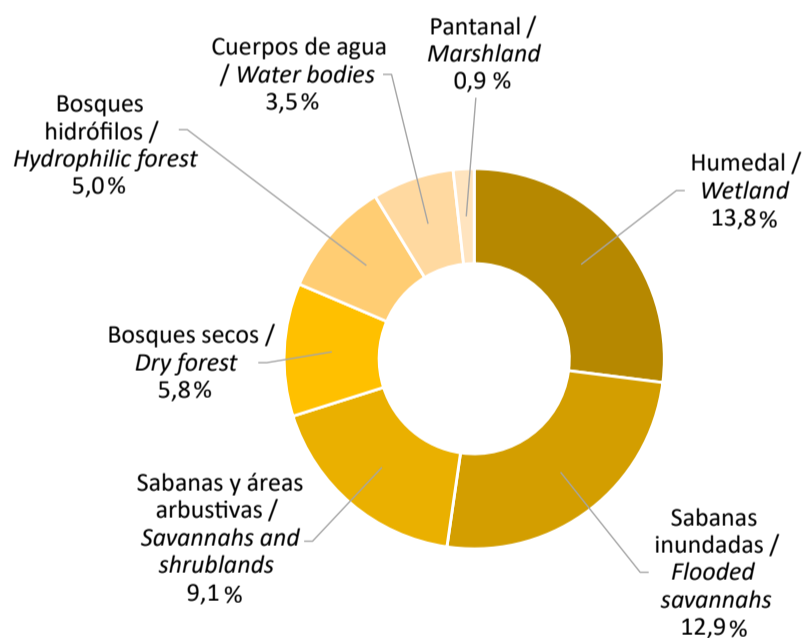


Figura / Figure 22. Reducción relativa de coberturas de la tierra por cambio a campos agrícolas respecto a su extensión en 2016. / Relative reduction of land cover due to conversion to agricultural fields with respect to its extension in 2016.

La superficie de las zonas agrícolas se incrementó en todos los distritos del Chaco paraguayo. Los distritos con mayor aumento fueron: fueron Mariscal Estigarribia (3.669,2 km²), Fuerte Olimpo (2.081,4 km²) y Puerto Casado (1.324,4 km²). Mientras que la extensión de los bosques y sabanas se redujo. La reducción más significativa de bosques se observa en Mariscal Estigarribia (3.112,5 km²), Fuerte Olimpo (945,1 km²) y Filadelfia (810,0 km²). En tanto que, las sabanas disminuyeron principalmente en Fuerte Olimpo (1.186,0 km²), Villa Hayes (1.140,9 km²) y Puerto Casado (827,1 km²).

Agricultural surface area has increased in all the districts of the Paraguayan Chaco. The districts with the greatest increase were Mariscal Estigarribia (3,669.2 km²), Fuerte Olimpo (2,081.9 km²) and Puerto Casado (1,324.4 km²). Meanwhile, the forest and savannah areas have been reduced. The most significant reduction of forest area is registered in Mariscal Estigarribia (3,112.5 km²), Fuerte Olimpo (945.1 km²) and Filadelfia (810.0 km²). Savannahs decreased mainly in Fuerte Olimpo (1,186.0 km²), Villa Hayes (1,140.9 km²) and Puerto Casado (827.1 km²).

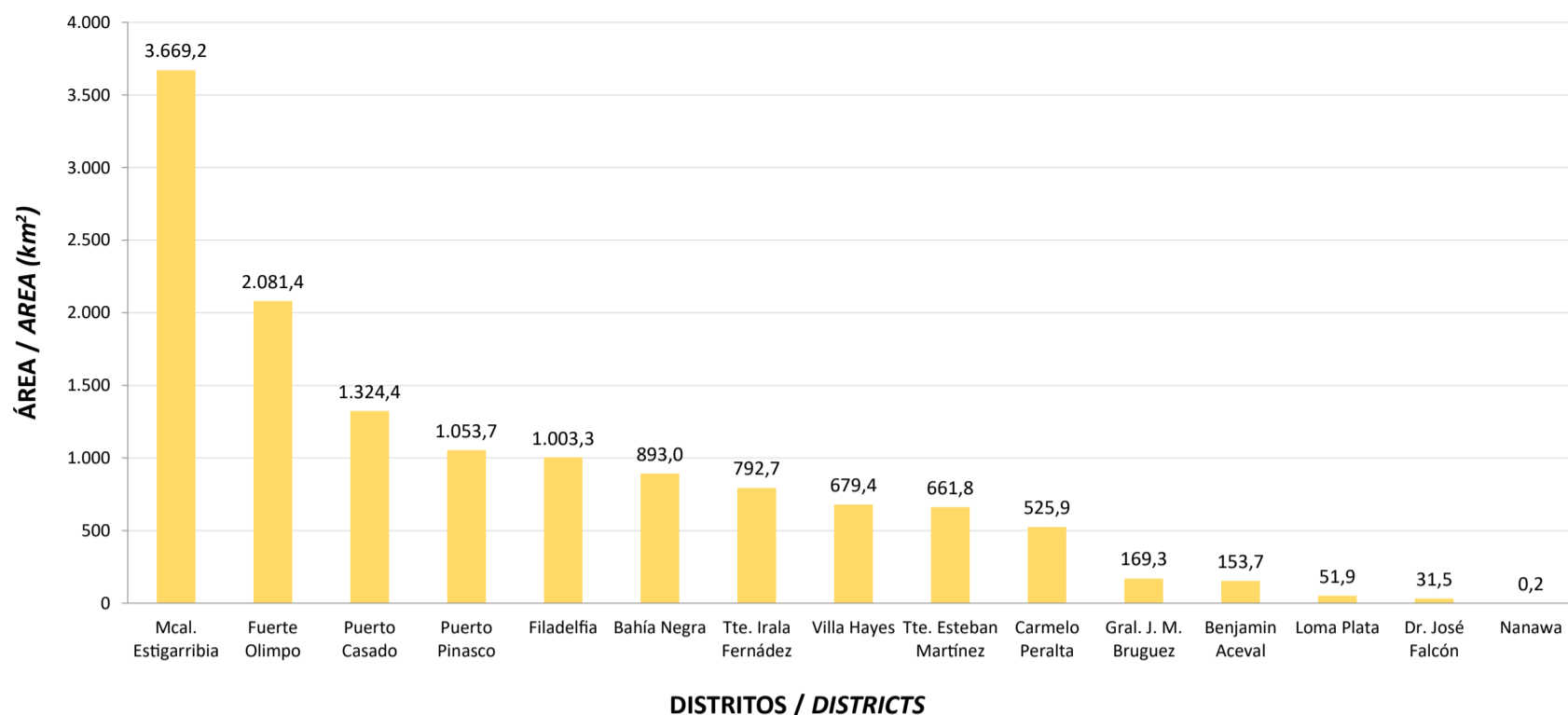


Figura / Figure 23. Incremento de la extensión de las zonas agrícolas por distrito entre 2016 y 2018. / Increase of agricultural fields surface area per district between 2016 and 2018.

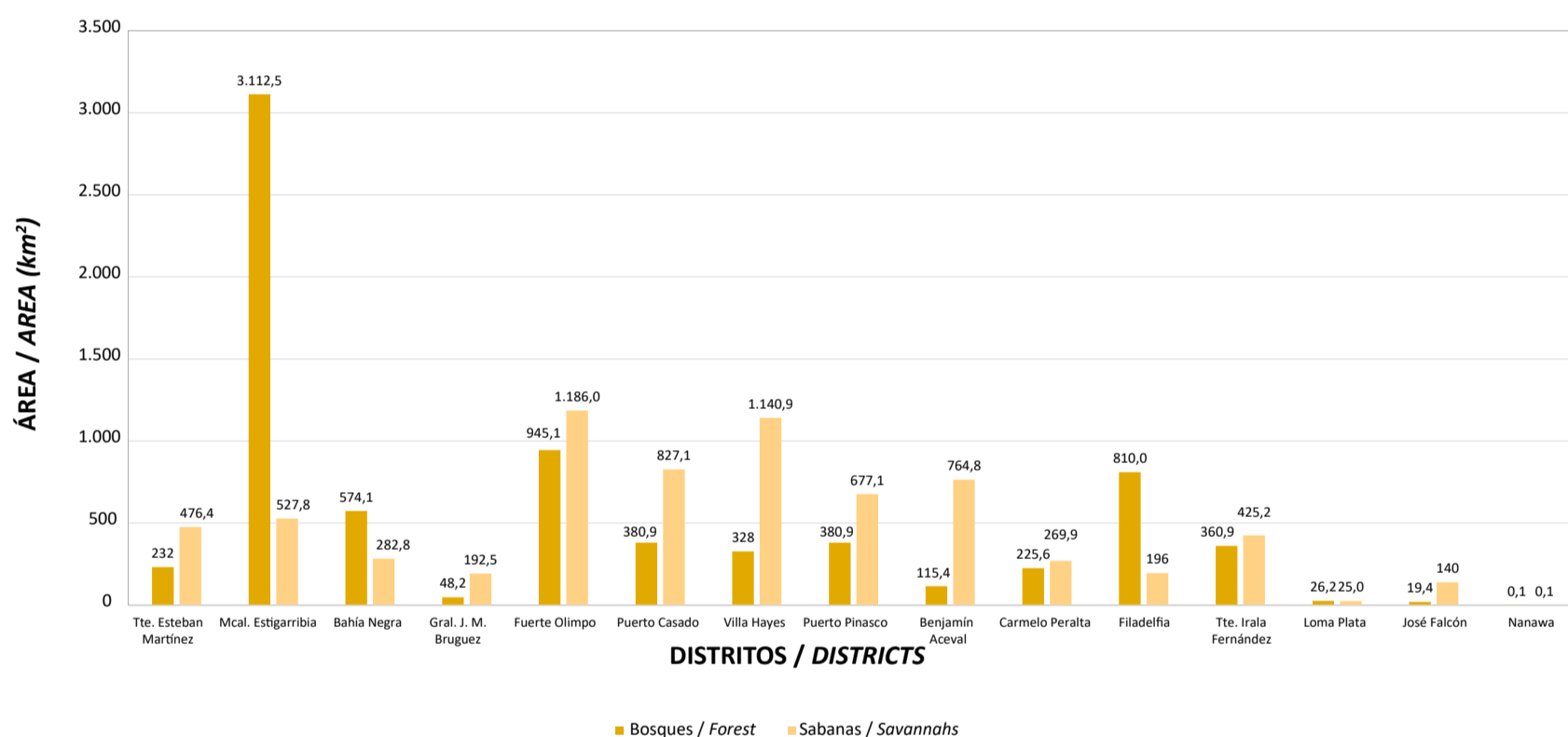


Figura / Figure 24. Reducción de la extensión de bosques (secos e hidrófilos) y sabanas por distrito entre 2016 y 2018. / Decrease of forest (dry and hydrophilic) and savannahs surface per district between 2016 and 2018.

Tabla / Table 9. Coberturas de la tierra convertidas a campos agrícolas entre 2016-2018. / Land cover type converted to agricultural fields between 2016-2018.

Tipo de cobertura de la tierra / Land cover type	Superficie de coberturas de la tierra convertidas a campos agrícolas / Surface of land cover type converted to agricultural fields	
	km²	%
Bosques hidrófilos / Hydrophilic forest	277,7	5,0
Bosques secos / Dry forest	6.772,2	5,8
Sabanas inundadas / Flooded savannahs	5.286,9	12,9
Sabanas y áreas arbustivas / Savannahs and shrublands	470,8	9,1
Humedal / Wetland	463,2	13,8
Cuerpos de agua / Water bodies	22,1	3,5
Pantanal / Marshland	9,9	0,9
Total	13.302,8	100,0



Los cambios de uso de la tierra son permitidos en el Chaco paraguayo en un marco de desarrollo sostenible reglamentado por instituciones como el Instituto Forestal Nacional y el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Las actividades que requieren reemplazo del bosque para desarrollo de otros usos son reguladas por el Decreto N° 175/18 que reglamenta el Art. 42 de la Ley Forestal, el cual establece que en propiedades de más de 20 hectáreas se debe mantener el 25% de la superficie de bosques, correspondiente a la reserva legal y alrededor de 15% para franjas de separación entre parcelas.

Si existen cauces hídricos en la propiedad, se debe adicionar 5% de bosques para protección de estos cauces (Ley N° 4241/10 de "Restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional"). Además, las propiedades que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera del Chaco deben mantener el 50% en condiciones naturales (Resolución N° 200/01). Conjuntamente al cumplimiento de las leyes forestales, las actividades de cambio de uso de suelo deberán contar con Estudios de Impacto Ambiental, conforme a la Ley N° 294/93 "De Evaluación de Impacto Ambiental" y sus Decretos reglamentarios N° 453/13 y N° 954/13.

Land use changes are permitted in the Paraguayan Chaco under a sustainable development framework regulated by institutions such as the National Forest Institute and the Ministry of Environment and Sustainable Development. Activities that involve replacement of forest for other uses are regulated by Decree N° 175/18, which regulates Art. 42 of the Forest Law and establishes that properties of more than 20 hectares must maintain 25% of forest area, equivalent to the legal reserve and around 15% for buffer strips between fields.

If there are watercourses on the property, 5% of forests must be added to protect these watercourses (Law N° 4241/10 "Restoration of protective forests of watercourses within the national territory"). In addition, properties within the Chaco Biosphere Reserve must maintain 50% of the property surface area under natural conditions (Resolution N° 200/01). In addition to the fulfillment of forest laws, land use change activities must have Environmental Impact Studies, according to Law N° 294/93 of "Environmental Impact Assessment" and its regulatory Decrees N° 453/13 and N° 954/13.

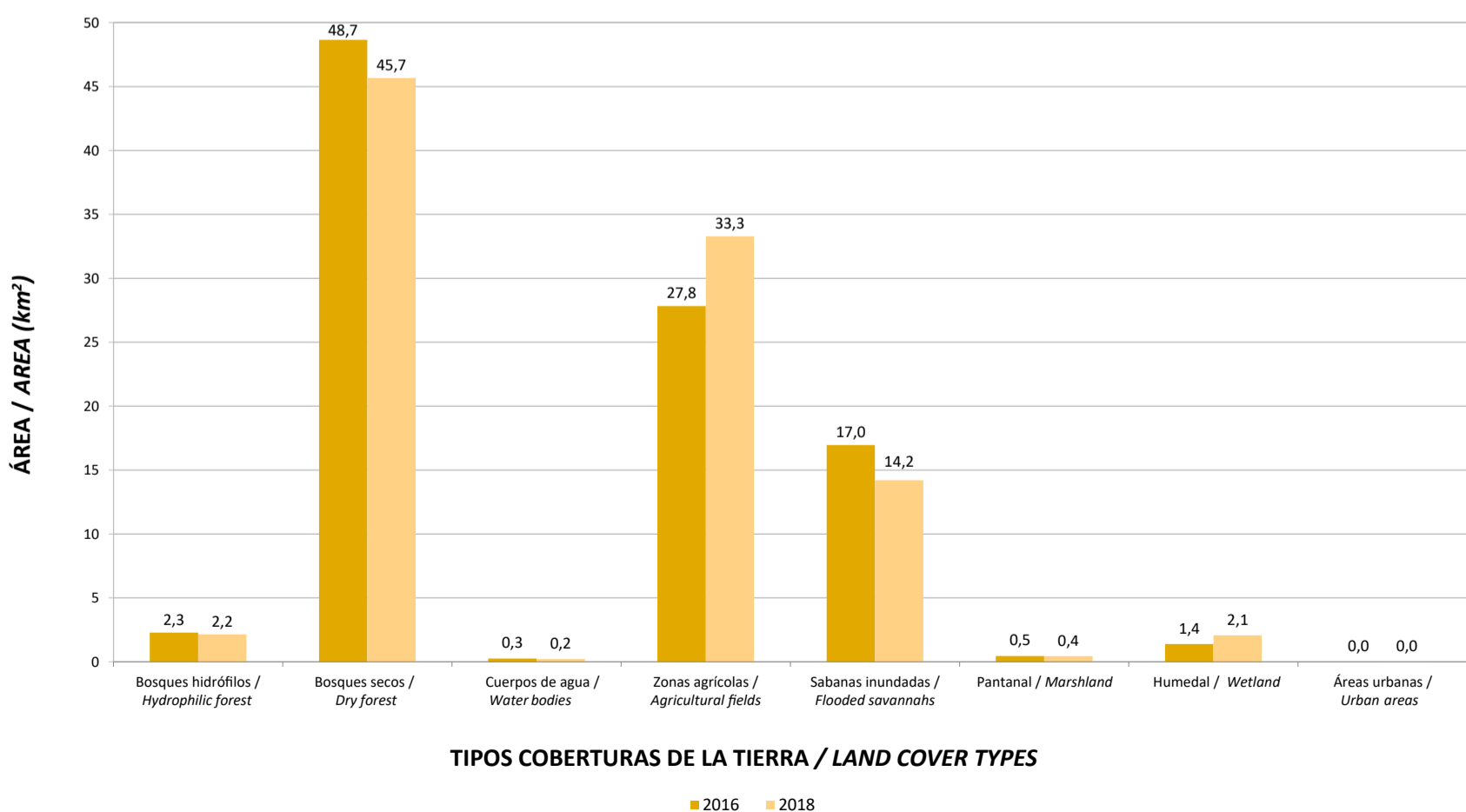
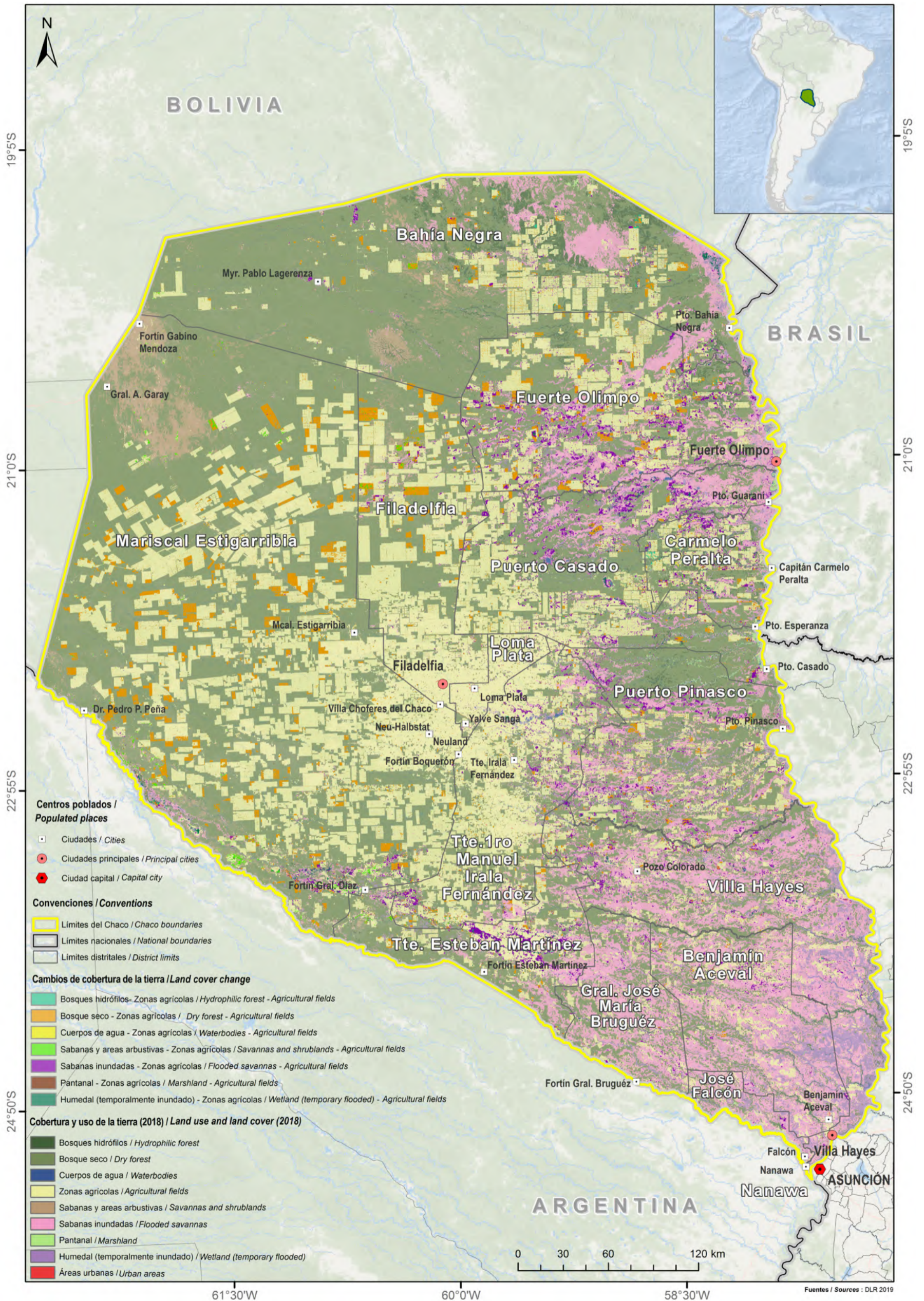


Figura / Figure 25. Coberturas de suelo en el Chaco paraguayo entre 2016-2018. / Land cover types of the Paraguayan Chaco between 2016-2018.

Mapa / Map 19. Cambios de la cobertura de la tierra del Chaco paraguayo durante 2016-2018. /
Land cover changes in the paraguayan Chaco between 2016-2018.





PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS IMPLANTADAS Y PASTIZALES NATURALES / PRODUCTIVITY OF IMPROVED PASTURES AND NATURAL GRASSLANDS

La conversión de las coberturas de la tierra - especialmente de los bosques secos - a campos agrícolas en el Chaco paraguayo se da principalmente para la implantación de pasturas con fines de producción ganadera. La actividad ganadera en esta región se sustenta en la productividad de las pasturas implantadas y en menor medida, en la de pastizales naturales. La productividad depende de factores como sequías, precipitaciones, intensidad de pastoreo, entre otros. Esta productividad puede relacionarse con el comportamiento de la vegetación, el tipo de suelo, precipitación, entre otros, la cual puede ser analizada mediante el empleo de índices espectrales²⁰.

El Índice de Vegetación Mejorado²¹ (EVI por sus siglas en inglés) estima la cantidad de biomasa o productividad primaria en la vegetación herbácea, y ha sido calculado para el Chaco paraguayo en el 2016 y 2018. Los valores altos indican mayor actividad fotosintética y esto puede relacionarse con el vigor de la vegetación, que van de 0 a 1. En el año 2018, los valores más altos de EVI en pasturas implantadas ocurrieron en Nanawa (0,48), Carmelo Peralta (0,46) y Puerto Pinasco (0,44); mientras que para pastizales naturales éstos se dieron en Nanawa (0,50), Bahía Negra (0,48) y Carmelo Peralta (0,47). Tanto para el año 2016 como el 2018, el 85% de los distritos presentaba una mayor actividad fotosintética en los pastizales naturales.

The conversion of land cover - especially from dry forests - into grazing fields in the Paraguayan Chaco, occurs mainly to establish improved pastures for livestock production. Cattle ranching in this region is based on the productivity of improved pastures and, to a lesser extent, natural grasslands. Productivity depends on factors such as droughts, rainfall and grazing intensity, among others. This productivity can be related to the behavior of the vegetation, soil type, and precipitation, among others, which can be analyzed using spectral indices²⁰.

The Enhanced Vegetation Index (EVI)²¹ estimates the biomass amount or primary productivity in herbaceous vegetation and has been calculated for the Paraguayan Chaco in 2016 and 2018. High values indicate greater photosynthetic activity, and this can be related to the vigor of the vegetation, which ranges from 0 to 1. In 2018, the highest EVI values for improved pastures occur in Nanawa (0.48), Carmelo Peralta (0.46) and Puerto Pinasco (0.44); while for natural grasslands the highest values are found in the districts Nanawa (0.50), Bahía Negra (0.48) and Carmelo Peralta (0.47). For both 2016 and 2018, 85% of the districts show increased photosynthetic activity on natural grasslands.

²⁰ Parámetros calculados a partir de los valores de la reflectancia de distintas longitudes de onda, que permiten extraer información relacionada a la vegetación (Gilbert et al. 1997). / Parameters calculated based on reflectance values of different wavelengths, allowing extraction of information related to vegetation (Gilbert et al. 1997).

²¹ Calculado por medio de la relación entre la banda del rojo e infrarrojo cercano y factores de corrección. / Calculated by the relationship between Red and Near Infrared bands and correction factors.

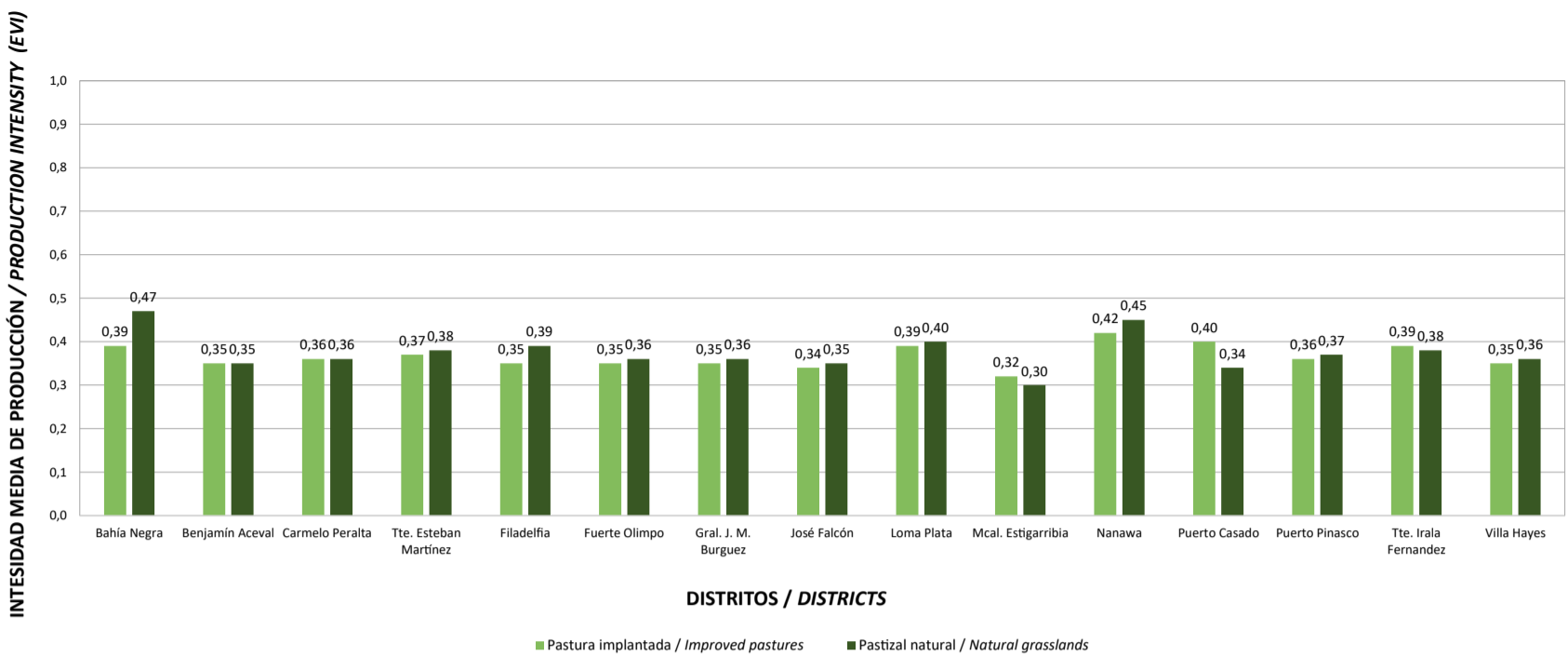


Figura / Figure 26. Productividad media de pasturas implantadas y pastizales naturales en el año 2016. / Annual productivity of improved pastures and natural grasslands in 2016.

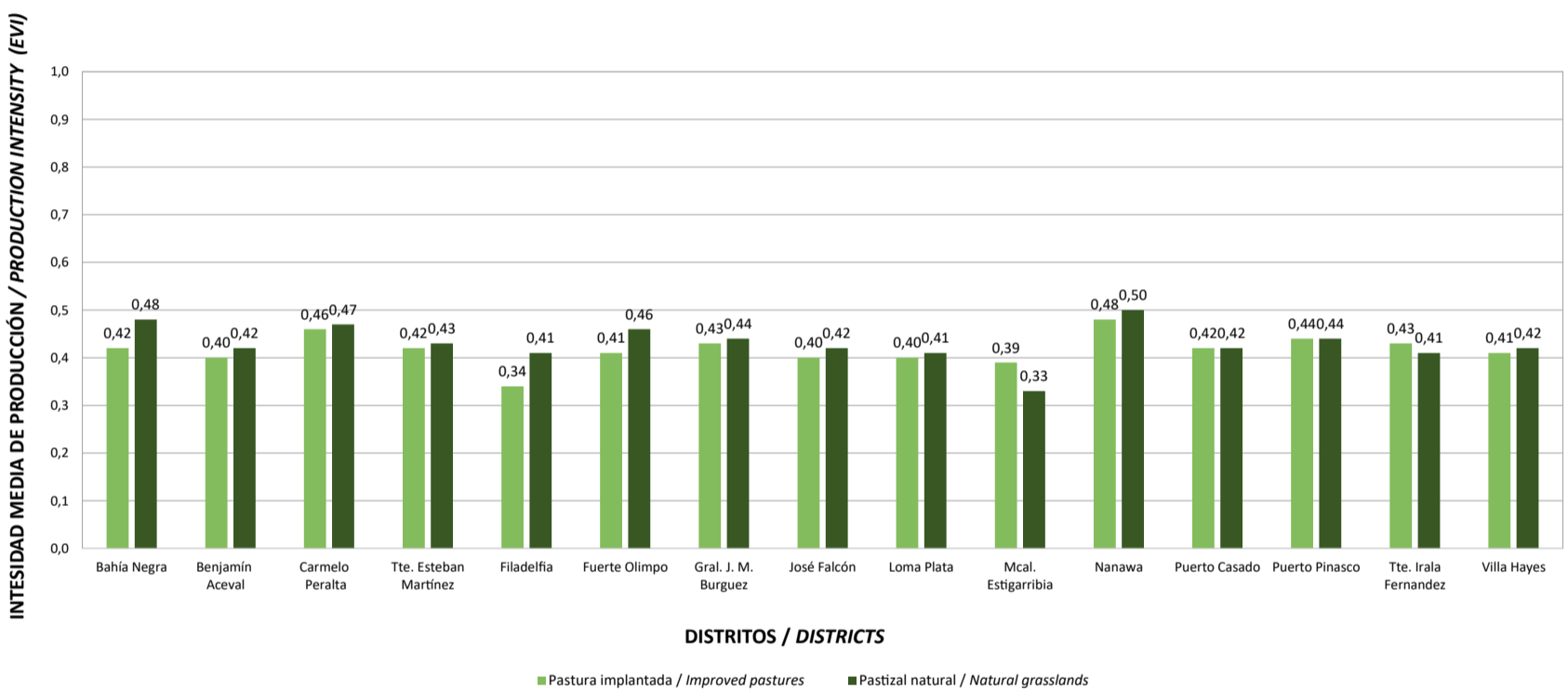


Figura / Figure 27. Productividad media de pasturas implantadas y pastizales naturales en el año 2018. / Annual productivity of improved pastures and natural grasslands in 2018.

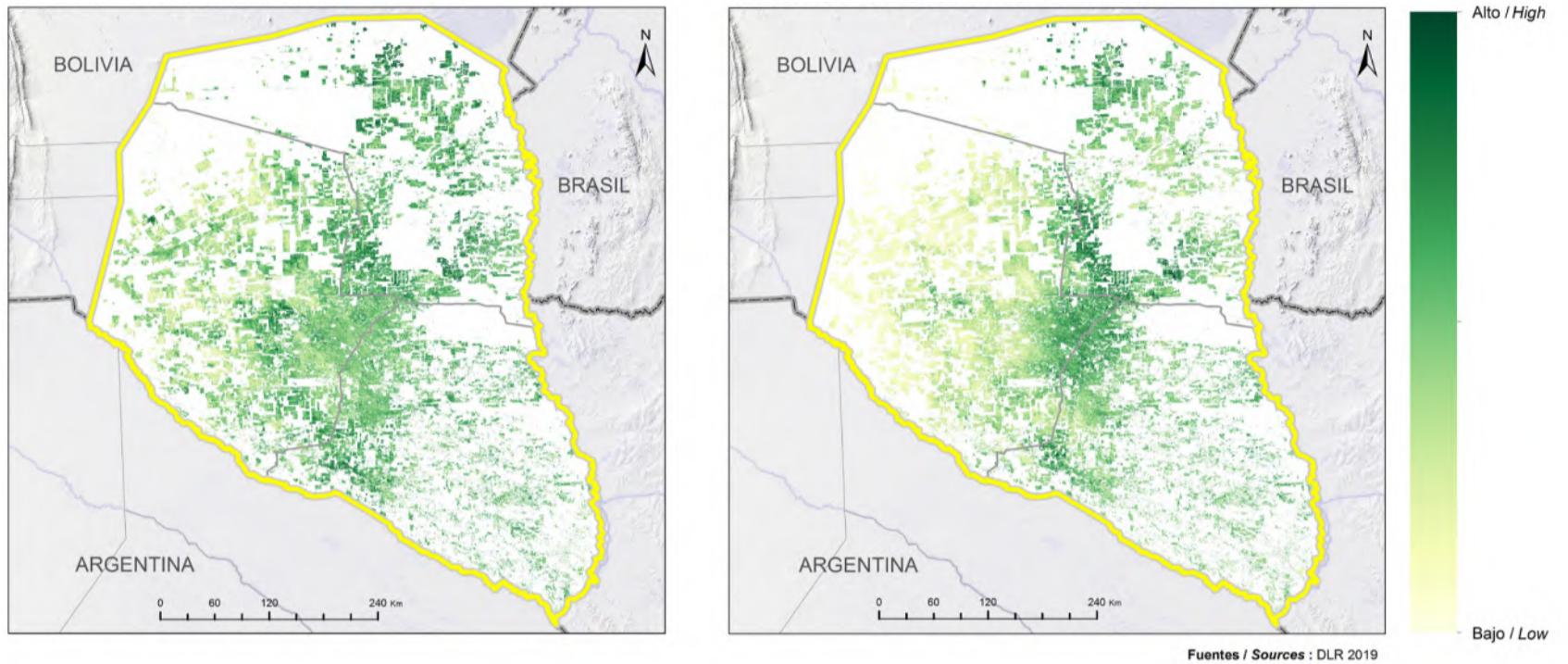
Con referencia al año 2016, se observó un incremento en la extensión de pasturas implantadas en el año 2018, principalmente en la zona oeste de la región en el distrito de Mariscal Estigarribia. El mayor valor de EVI registrado en estas pasturas ocurre desde el inicio de las precipitaciones (noviembre-diciembre) hasta que finalizan (abril-mayo), lo que puede asociarse a una mayor productividad en estos meses.

With reference to 2016, an increase is observed in the extension of improved pastures in the year 2018, mainly in the western zone of the region, in the district of Mariscal Estigarribia. The highest value of EVI recorded in these pastures occurs from the beginning of the rainy season (November-December) until its end (April-May), which can be associated with higher productivity in these months.

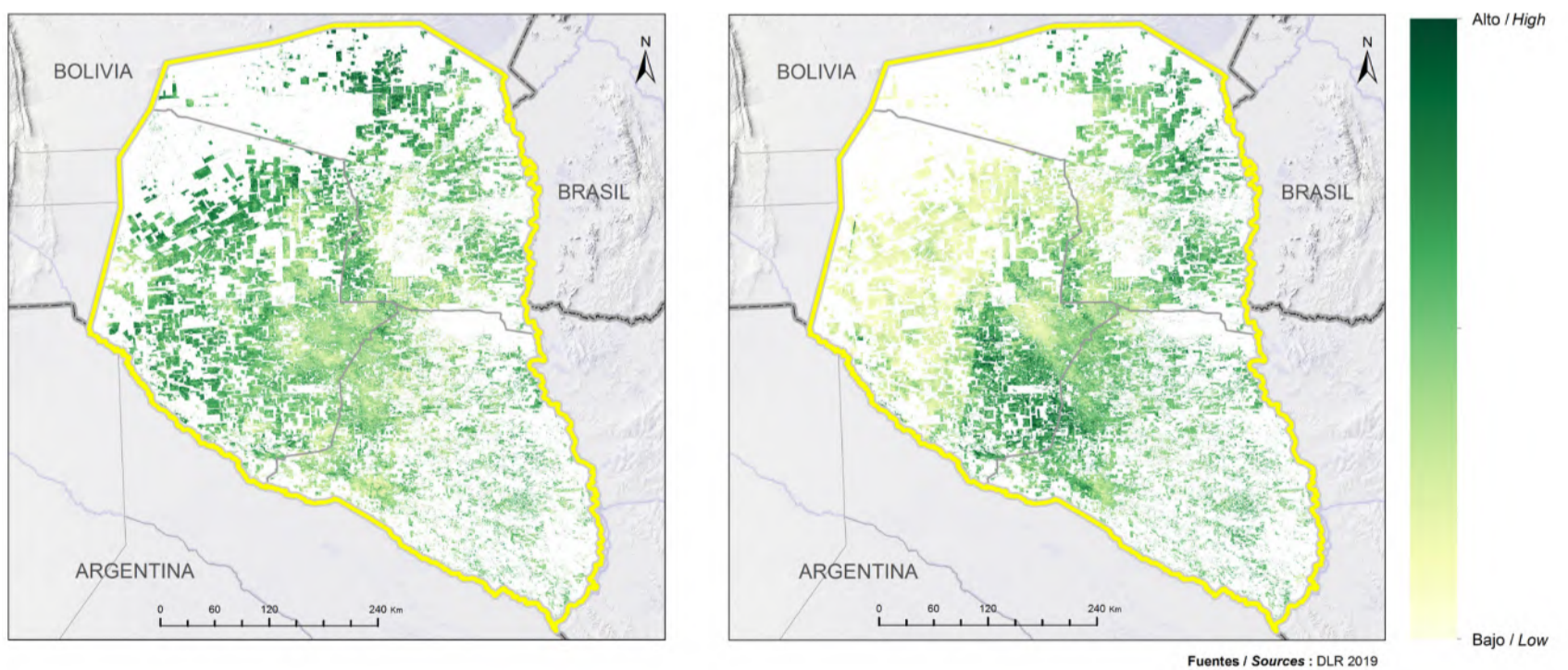
Los pastos con alto potencial por sus características de adaptación a las condiciones ambientales del Chaco son: Urochloa (*Urochloa mosambicensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Gatton panic (*Panicum maximum*), Pasto búfalo (*Cenchrus ciliaris*), Callide (*Chloris gayana*), Dicantio (*Dichanthium caricosum* y *D. aristatum*), Bambatsi (*Panicum coloratum*), Pasto clavel nativo o introducido (*Hemarthria altissima*) y otros pastos nativos con alto valor como *Paspalum alcalinum* (Glatzle s.f).

The pastures with high potential due to their characteristics of adaptation to the environmental conditions of the Chaco are: Urochloa (*Urochloa mosambicensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Gatton Panic (*Panicum maximum*), Buffalo Grass (*Cenchrus ciliaris*), Rhodes (*Chloris gayana*), Bluestem (*Dichanthium caricosum* and *D. aristatum*), Bambatsi (*Panicum coloratum*), native or introduced carnation grass (*Hemarthria altissima*) and other native grasses such as *Paspalum alkalinum* (Glatzle s.f).

Mapa / Map 20. Intensidad estacional de la productividad de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2016 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.). / Seasonal production intensity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2016 during the rainy period (left) and dry period (right).



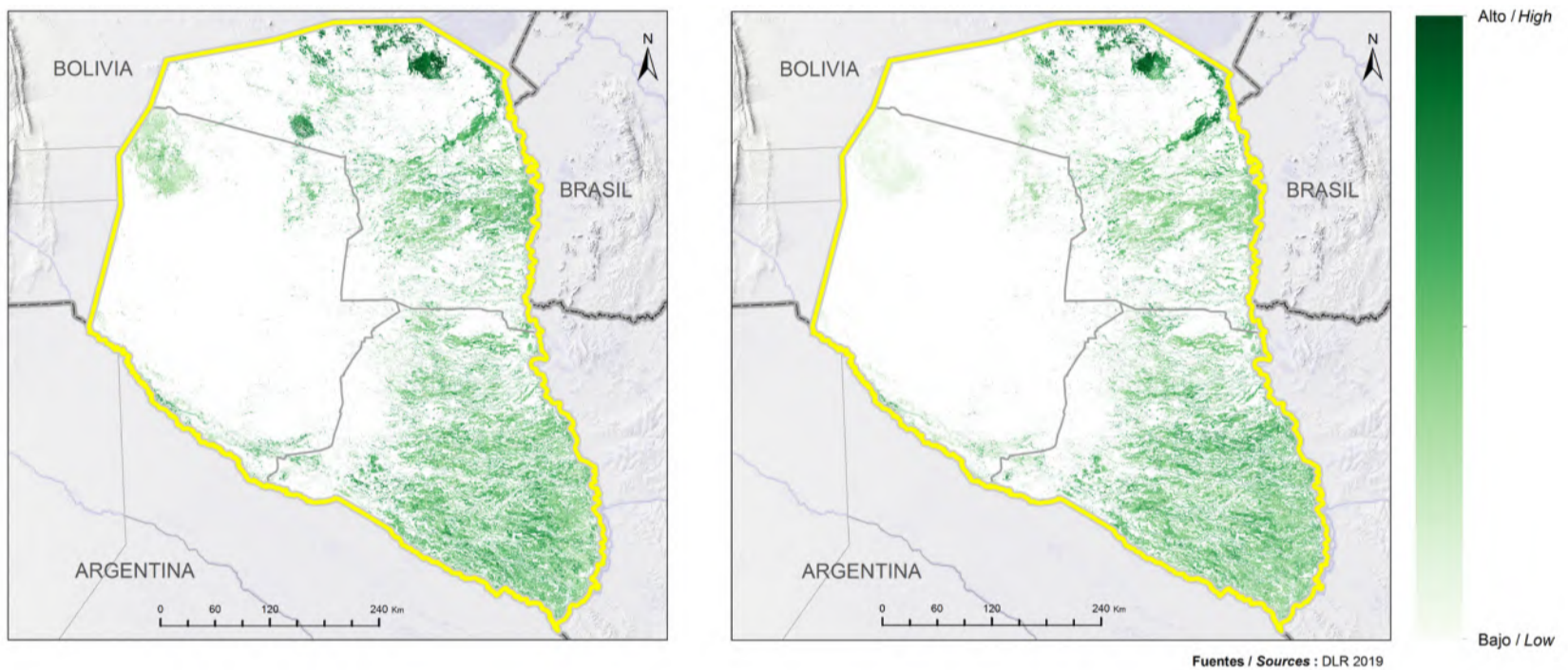
Mapa / Map 21. Intensidad estacional de la productividad de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2018 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.). / Seasonal production intensity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2018 during the rainy period (left) and dry period (right).



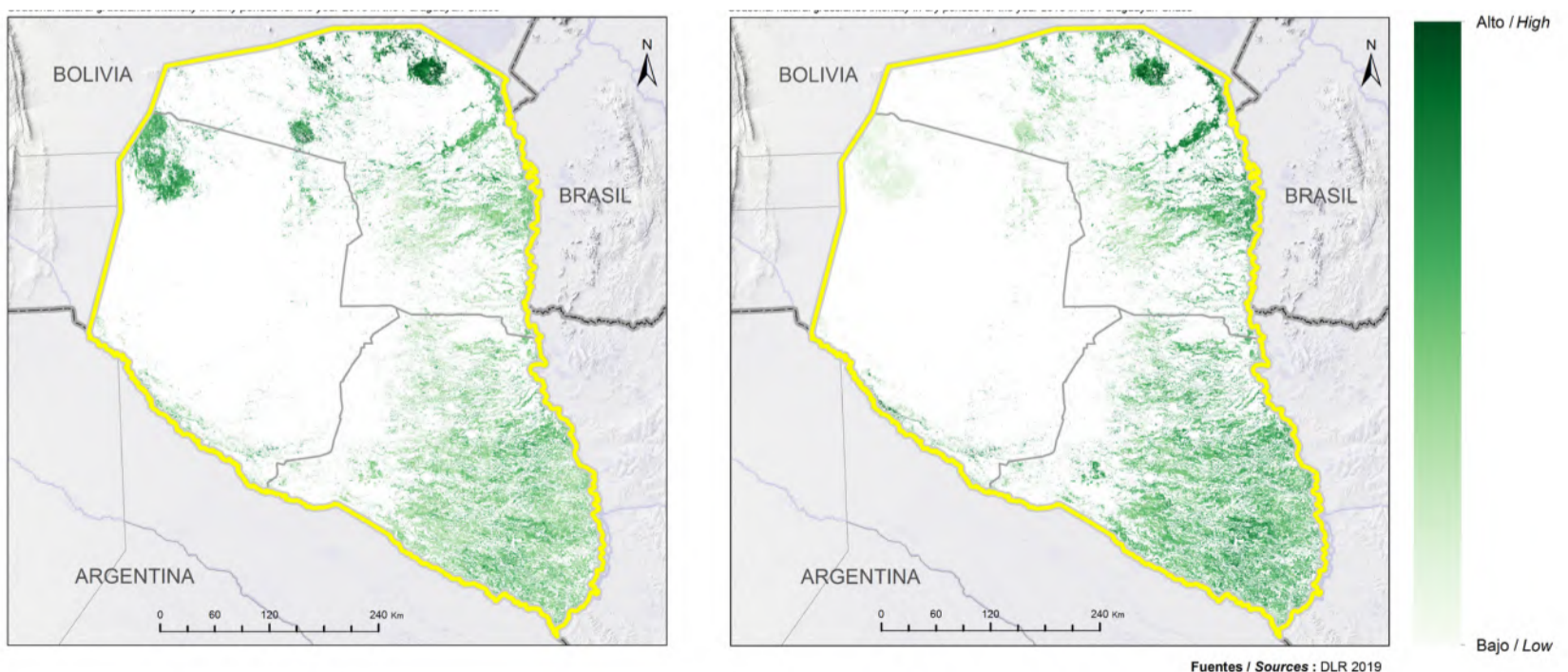
En el Bajo Chaco y en la zona ribereña del río Paraguay, se observa una menor producción de pasturas implantadas y una mayor distribución de pastizales naturales. Según los valores de EVI, el distrito de Bahía Negra registra la mayor producción de pastizales naturales (77%) y Mariscal Estigarribia la menor (67%). La producción en los pastizales naturales, se asocia a la ganadería desarrollada en zonas de humedales y sabanas inundadas, como los palmares de Karanda'y (*Copernicia alba*) que contienen pastos de valor nutritivo y palatabilidad de media a alta (WWF 2018). Estos sistemas de producción son extensivos o semi-extensivos y favorecen el mantenimiento de las condiciones naturales de la tierra frente a la producción de pasturas implantadas (Laino et al. 2017).

*In the Lower Chaco and in the riparian zone of the Paraguay River, there is less production of improved pastures and a greater distribution of natural grasses. According to EVI values, Bahía Negra has the highest production of natural grasslands (77%) and Mariscal Estigarribia the lowest (67%). Production in natural grasslands is associated with cattle production activities developed in wetlands and flooded savannahs, such as Karanda'y palm groves (*Copernicia alba*) which contain grasses of medium to high nutritional value and palatability (WWF 2018). These production systems are extensive or semi-extensive and encourage maintenance of natural land conditions compared to the production of improved pastures (Laino et al. 2017).*

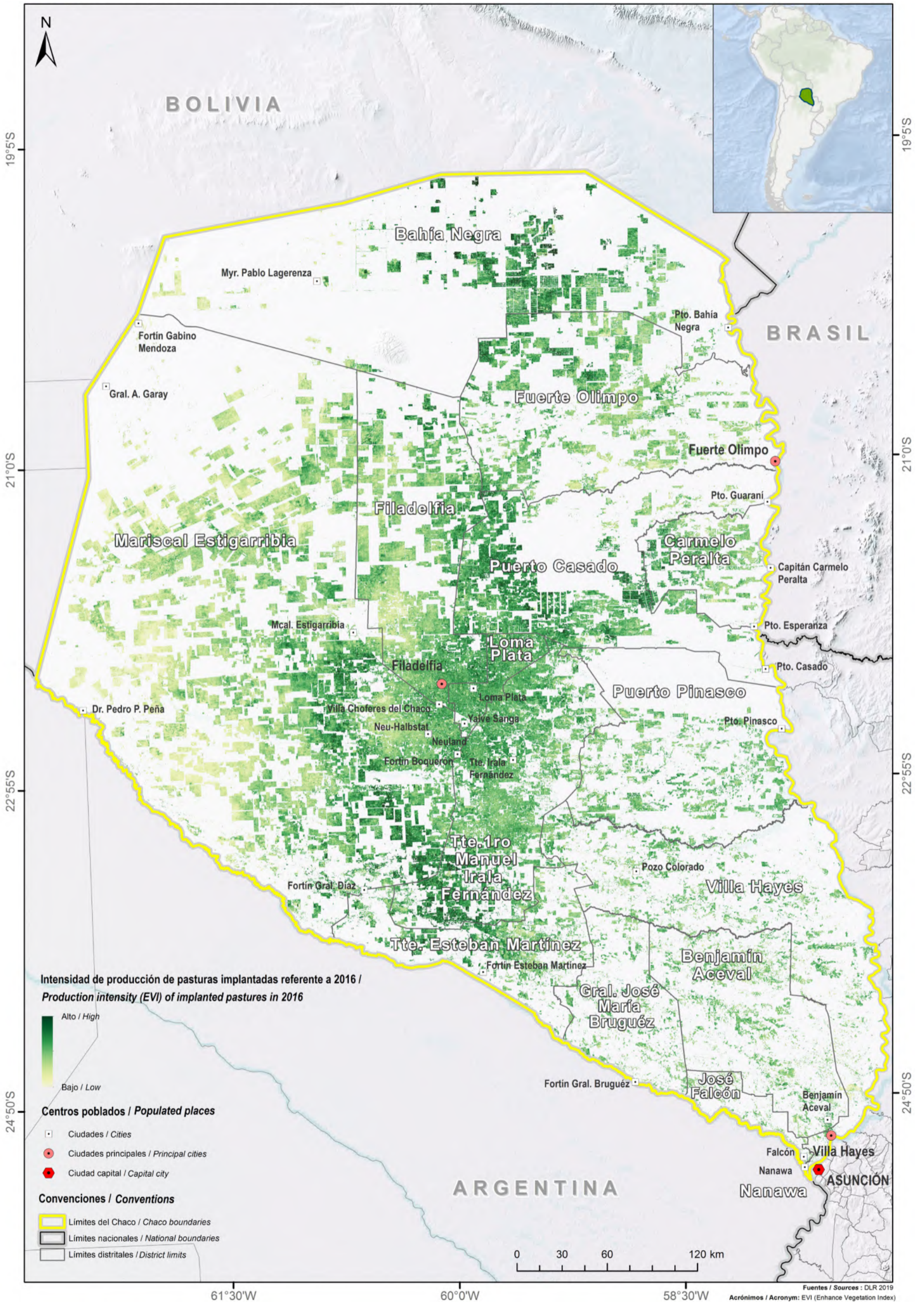
Mapa / Map 22. Intensidad estacional de la productividad de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2016 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.). / Seasonal production intensity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2016 the rainy period (left) and dry period (right).



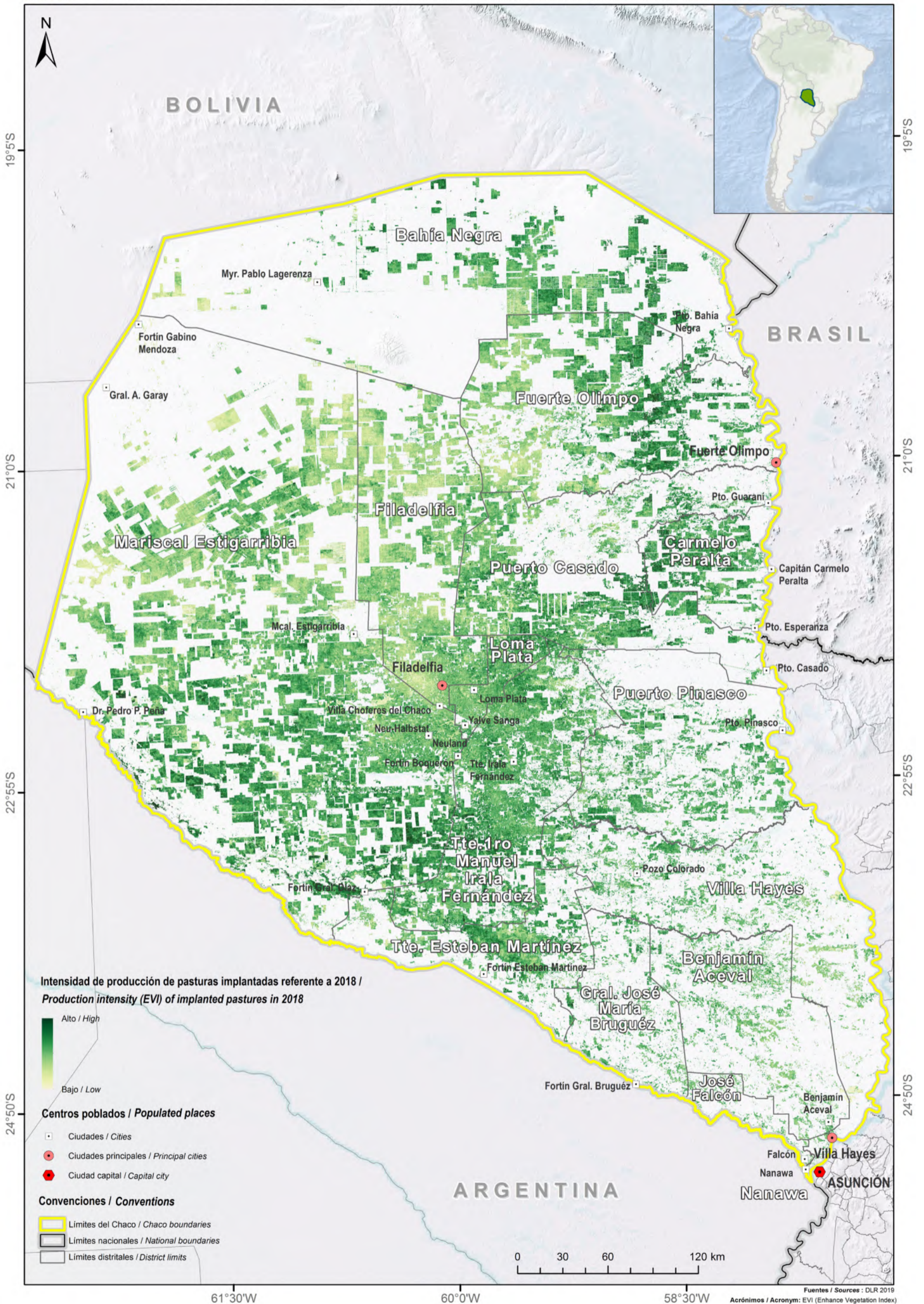
Mapa / Map 23. Intensidad estacional de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2018 en el periodo lluvioso (izq.) y periodo seco (der.). / Seasonal production intensity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2018 during the rainy period (left) and dry period (right).



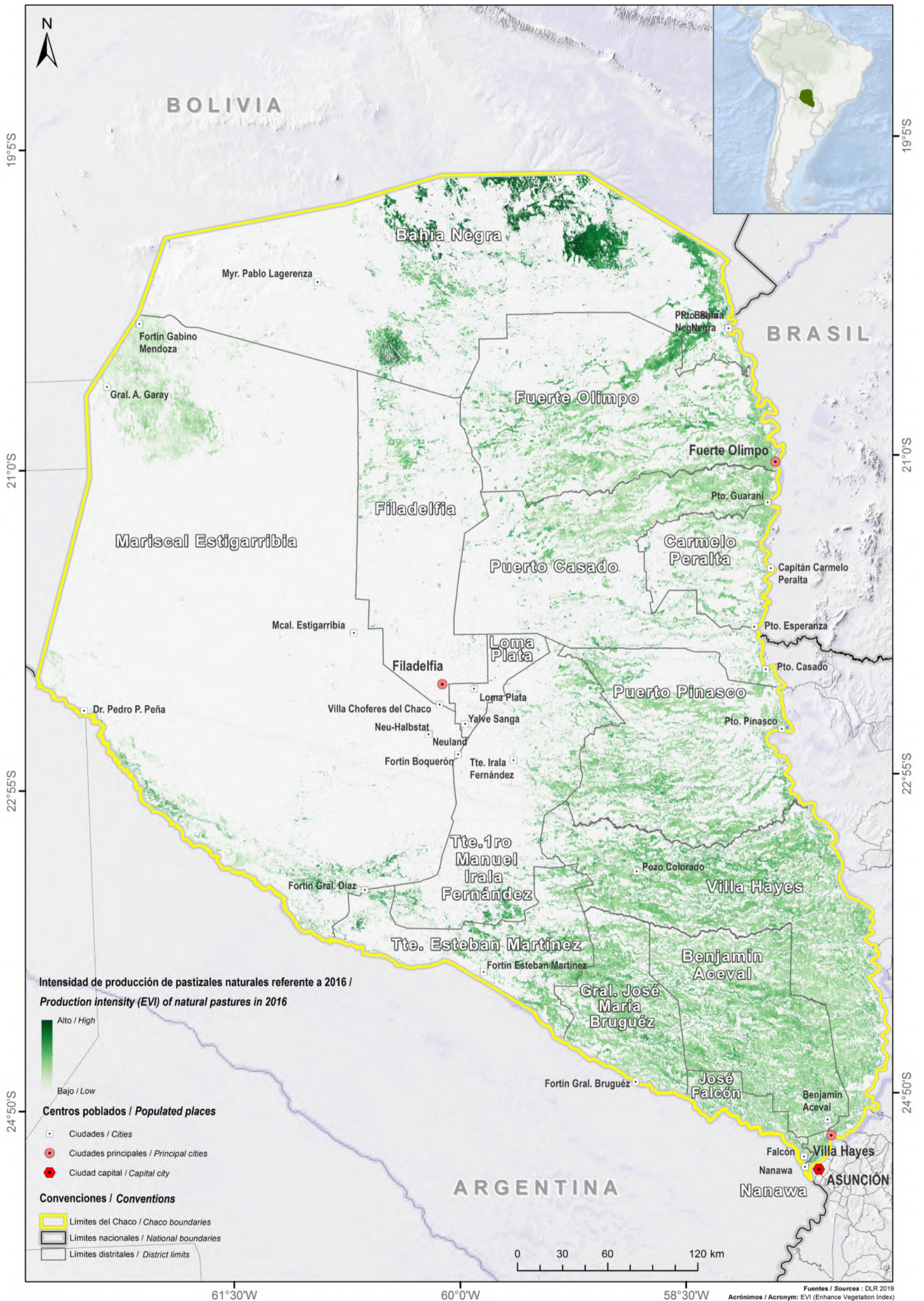
Mapa / Map 24. Productividad anual de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo año 2016. /
Annual productivity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2016.



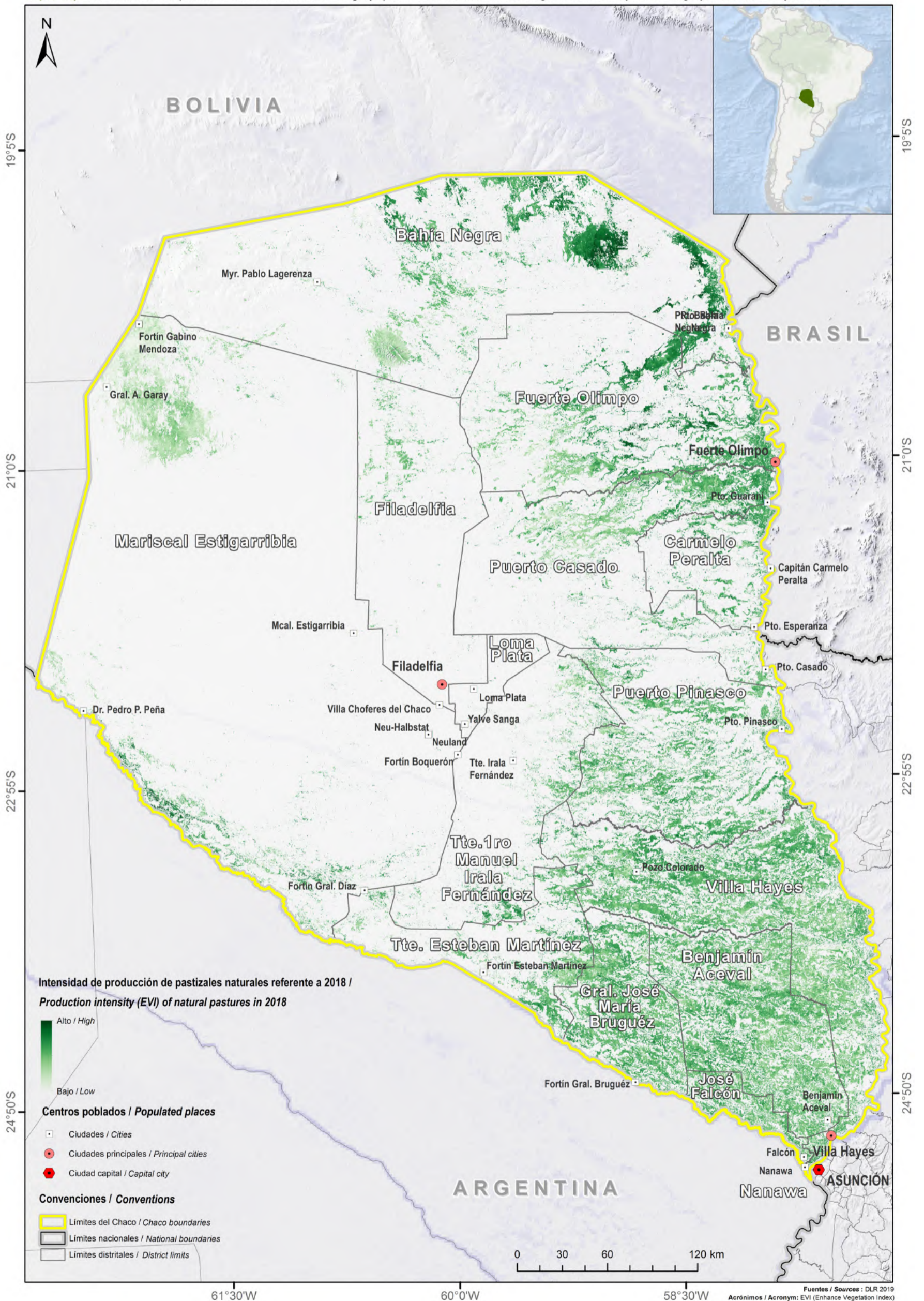
Mapa / Map 25. Productividad anual de pasturas implantadas en el Chaco paraguayo en el año 2018. /
Annual productivity of improved pastures in the Paraguayan Chaco in 2018.



Mapa / Map 26. Productividad anual de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2016. / Annual productivity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2016.



Mapa / Map 27. Productividad anual de pastizales naturales en el Chaco paraguayo en el año 2018.
/ Annual productivity of natural grasslands in the Paraguayan Chaco in 2018.



RESERVAS DE CARBONO / CARBON STOCK

El carbono se encuentra almacenado en la biomasa, la cual corresponde a la materia orgánica que se encuentra por encima y debajo del suelo, viva o muerta, y que se distribuye en depósitos como árboles, cultivos, hierbas, hojarasca y raíces (FAO 2010). Los bosques funcionan como fuentes y reservorios de carbono (FAO 2016), puesto que absorben dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y lo almacenan como carbono, o bien éste es liberado por los cambios en las coberturas de la tierra. Un análisis realizado por WWF-Paraguay en 2019, combinó datos de campo del Inventario Forestal Nacional (IFN) realizado por el INFONA (2015) y los mapas de coberturas y uso de la tierra (DLR et al. 2019), para calcular los valores promedios de carbono en la biomasa de cada una de las coberturas²² (Soeder 2020).

El valor promedio máximo de reservas de carbono corresponde a 55,1 tC/ha almacenado en los bosques hidrófilos presentes en el noreste de la región. El bosque seco – con mayor distribución en el territorio – posee un valor promedio estimado de 45,7 tC/ha, representando el principal reservorio de carbono en la región. Las sabanas inundadas distribuidas en todo el este de la región, las sabanas y áreas arbustivas al oeste y los humedales, poseen un valor promedio de contenido de carbono entre 20,5 y 13,5 tC/ha. Según este análisis, el Pantanal, Chaco Húmedo y parte del Cerrado corresponden a áreas de importancia para el mantenimiento de la cobertura de la tierra por el contenido de carbono almacenado en estas ecorregiones.

Carbon is stored in biomass, which corresponds to organic matter above and belowground, living or dead, and is distributed in reservoirs such as trees, crops, herbs, leaves and roots (FAO 2010). Forests function as carbon sources and reservoirs (FAO 2016), by absorbing carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere and storing it as carbon or it is released through changes in land cover. A recent analysis conducted by WWF-Paraguay in 2019, combined field data from the National Forest Inventory (NFI) carried out by INFONA (2015) and land cover and land use maps (DLR et al. 2019) to estimate average carbon values in the biomass of each land cover²² (Soeder 2020).

The maximum carbon stocks average value corresponds to 55.1 tC/ha stored in the hydrophilic forests present in the northeast of the region. The dry forest - with the largest distribution in the territory - has an estimated average value of 45.7 tC/ha, representing the main carbon reservoir in the region. The flooded savannahs distributed throughout the east of the region, the savannahs and shrublands to the west and the wetlands, have an average value of carbon stock between 20.5 and 13.5 tC/ha. According to this analysis, the Pantanal, Humid Chaco and part of the Cerrado correspond to areas of importance for the maintenance of land cover due to the carbon content stored in these ecoregions.

²² El método utilizado por Soeder (2020) para calcular los mapas de carbono se basa en el marco de la EU-RED para calcular las emisiones de carbono derivadas del cambio directo del uso de la tierra, presentado en Carré et al. (2010), en base a las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC 2006). Para el cálculo de las reservas de carbono almacenadas en la biomasa se supone que pueden subdividirse en reservas de carbono almacenadas en la biomasa sobre el suelo, bajo el suelo y en materia orgánica muerta. / The method used by Soeder (2020) for calculating carbon maps is based on the EU-RED framework for calculating carbon emissions from direct land use change as presented in Carré et al. (2010), which builds upon IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2006). For the calculation of carbon stock stored in biomass it is assumed that it can be subdivided into a carbon stock stored in biomass aboveground, belowground and dead organic matter.

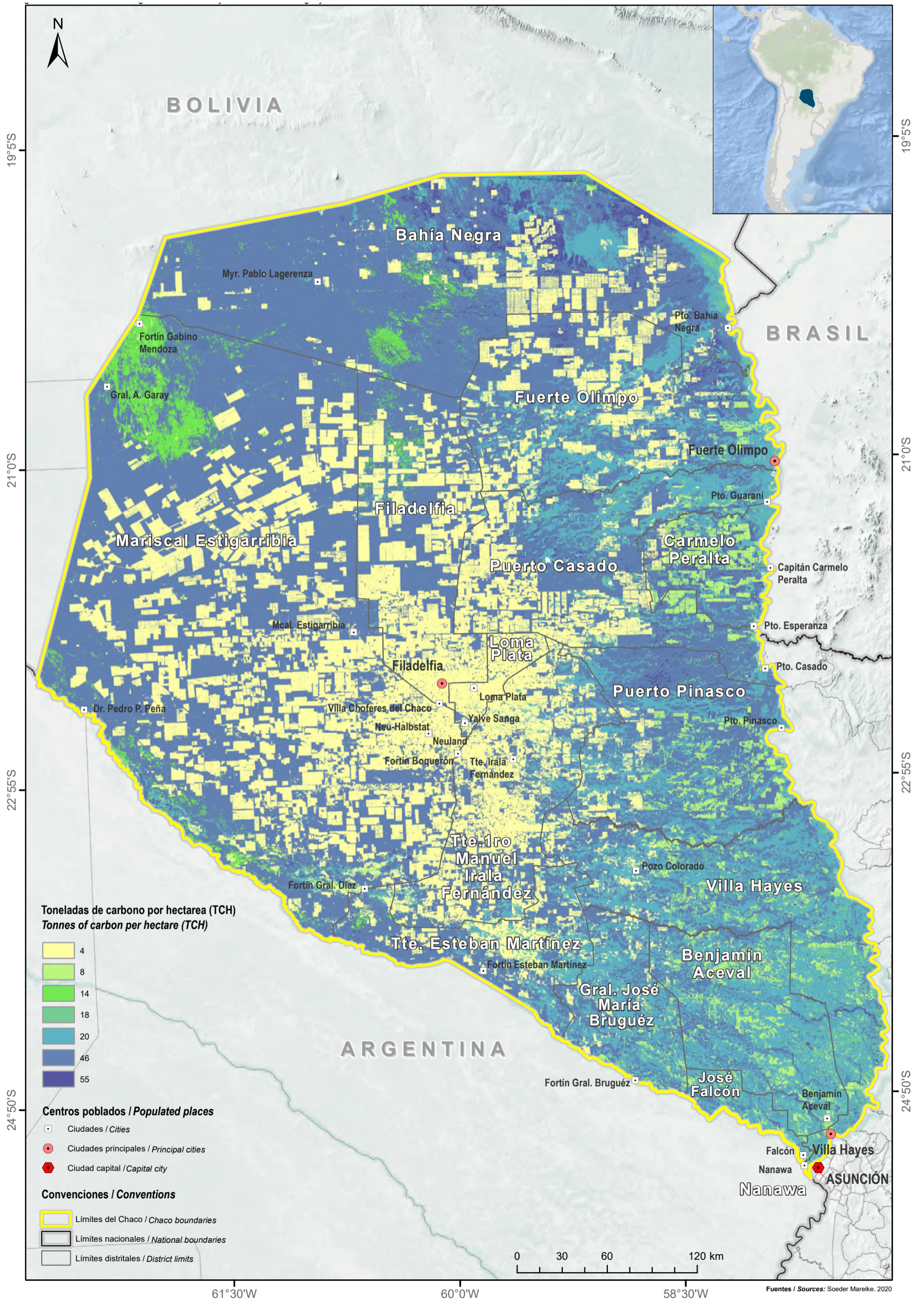
Tabla / Table 10. Valores promedio de reservas de carbono (tC/ha) en los diferentes tipos de biomasa por cada cobertura de la tierra en el Chaco paraguayo. / Carbon stock average (tC/ha) in different biomass types for every land cover type in the Paraguayan Chaco.

Coberturas de la tierra / <i>Land cover</i>	Biomasa / <i>Biomass</i>			Total
	Viva / <i>Living</i>		Muerta / <i>Dead</i>	
	Sobre el suelo / <i>Aboveground</i>	Bajo el suelo / <i>Belowground</i>	Materia orgánica / <i>Organic matter</i>	
Bosque hidrofílico / <i>Hydrophilic forest</i>	33,6	14,3	7,2	55,1
Bosque seco / <i>Dry forest</i>	27,7	11,6	6,4	45,7
Sabanas y áreas arbustivas / <i>Savannahs and shrublands</i>	17,2	1,4	1,9	20,5
Sabanas inundables / <i>Flooded savannahs</i>	14,8	0,0	3,0	17,9
Humedal y Pantanal / <i>Wetlands and Pantanal</i>	8,7	2,7	2,2	13,5
Zonas agrícolas / <i>Agricultural fields</i>	Carbono total (IPCC 2006): 4 (tropical seco) y 8 tropical húmedo) / <i>Total Carbon (IPCC 2006): 4 (tropical dry) and 8 (tropical wet)</i>			

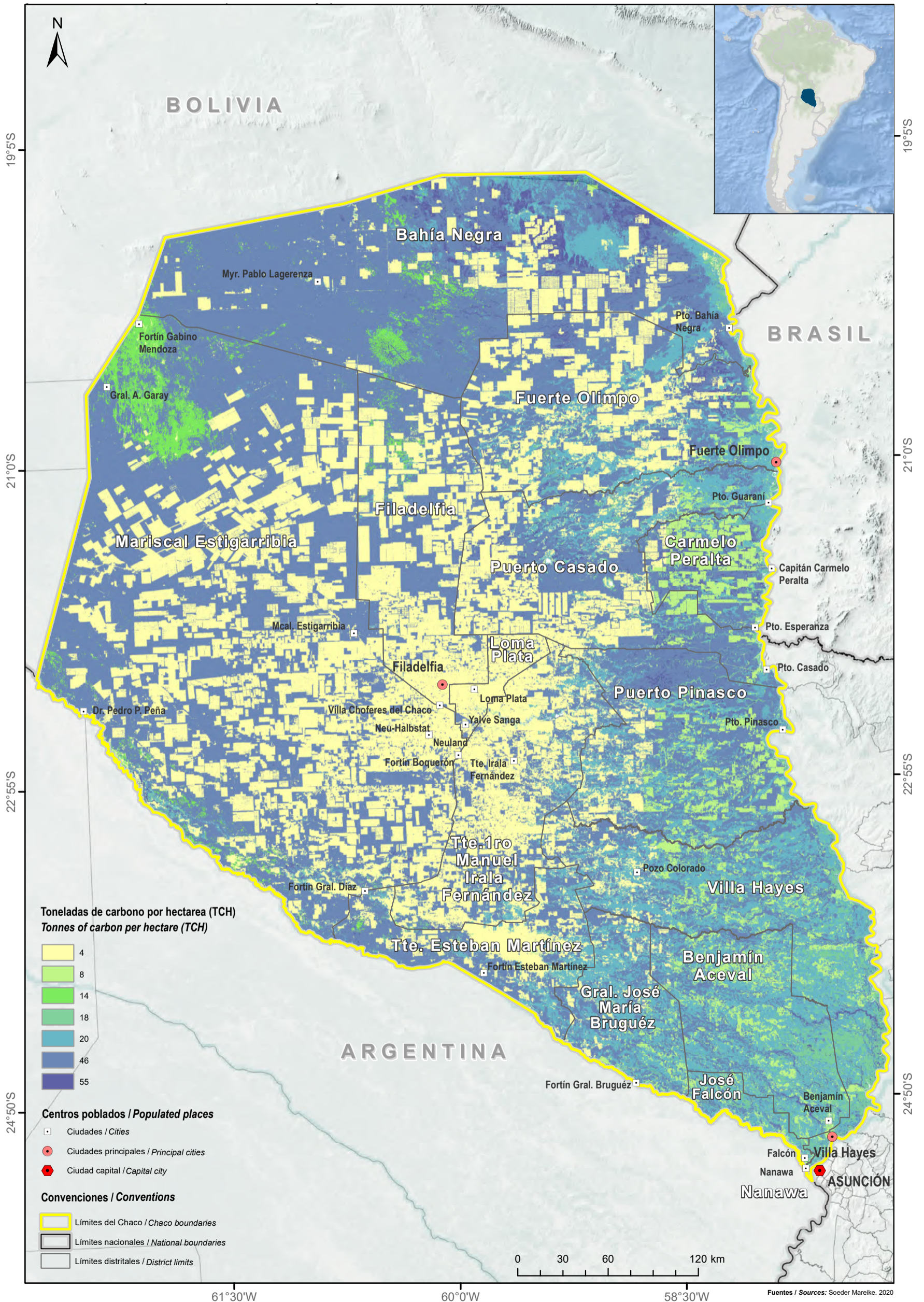
Fuente / *Source*: Soeder (2020).



Mapa / Map 28. Reservas de carbono en toneladas por hectárea en el Chaco paraguayo para el año 2016. / Carbon stock in tons per hectare in the Paraguayan Chaco for the year 2016.



Mapa / Map 29. Reservas de carbono en toneladas por hectárea en el Chaco paraguayo para el año 2018. / Carbon stock in tons per hectare in the Paraguayan Chaco for the year 2018.



A close-up, vertical photograph of a tiger's face, showing its distinctive orange and black stripes and whiskers. The tiger's eye is partially visible, looking towards the camera. The lighting is dramatic, highlighting the texture of the fur. Overlaid on the right side of the image is the text '3 CONCLUSIONES' in white, with 'CONCLUSIONS' in gold on a yellow rectangular background below it.

3 CONCLUSIONES

CONCLUSIONS

La dinámica de los cambios en las coberturas y uso de la tierra registrados en los últimos años en el Chaco paraguayo, además de las proyecciones de aumento en la temperatura y alteraciones en los valores mínimos y máximos de las precipitaciones, podrían afectar la provisión de los servicios ecosistémicos cruciales para la región. La variedad de ambientes; de hábitats de un gran número de especies (incluyendo fauna y flora endémica); la vulnerabilidad característica, la diversidad sociocultural y la intensidad de las presiones sobre el territorio, convierten al Chaco paraguayo en una región con gran potencial para un desarrollo sostenible conjugado con la conservación.

Si bien existe una amplia legislación ambiental (leyes, decretos y resoluciones) aplicadas en la región en busca de una producción y uso sostenible de sus recursos naturales (con especial atención sobre los bosques), se podrían fortalecer mediante estrategias e incentivos de conservación de los humedales, las sabanas y pastizales naturales. Estas áreas naturales son importantes en la regulación de las inundaciones, secuestro de carbono, mantenimiento de la calidad del agua y hábitat de la fauna y flora silvestres; también son compatibles con sistemas productivos de baja intensidad.

En el Chaco paraguayo es necesario que el desarrollo y la conservación sean compatibles para lograr una sostenibilidad económica, social y ambiental. Este desarrollo se encuentra ligado a las actividades productivas de la región que dependen directamente de la calidad de sus recursos naturales. Estrategias como la valorización de los servicios ambientales que provee esta región y la certificación ambiental de la producción, se impulsan como medidas innovadoras de gran impacto hacia un desarrollo sostenible. Por otro lado, la creación de nuevas áreas protegidas (principalmente bajo dominio privado como reservas naturales); el fortalecimiento institucional para el manejo de las existentes y la conectividad entre las mismas son puntos clave para impulsar la conservación de la biodiversidad del Chaco paraguayo.

Los esfuerzos a nivel distrital de elaborar Planes de Ordenamiento Urbano y Territorial (POUT) - en el marco del cumplimiento de la Ley N° 3966/2010 "Orgánica Municipal" - pueden considerarse también una herramienta efectiva hacia un desarrollo sostenible, mediante la planificación, organización y administración de los usos de la tierra, la ocupación y las actividades dentro del territorio. Este Atlas busca, proveer información que acompañe estos procesos de planificación en la región, promuevan un desarrollo desde los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental.

The land cover and land use dynamics occurred in recent years in the Paraguayan Chaco, in addition to projections of increases in temperature and alterations in the minimum and maximum values of precipitation, could affect the provision of ecosystem services in the region. The diversity of landscapes, habitats, fauna, flora, and socio-cultural, as well as the region's vulnerability and high pressures, requires the implementation of sustainable development actions to ensure long-term conservation and productivity.

While this region has extensive environmental legislation to promote the sustainable use of natural resources (with a primary focus on forests) and sustainable agricultural production; there is still much more to do. The strategies and incentives to conserve wetlands, savannahs and natural grasslands could be strengthened.

Development and conservation need to be compatible in the Chaco region to ensure balance between economic, social, and environmental goals. This development is linked to the region's productive activities that depend directly on the quality of its natural resources. Strategies such as the valuation of ecosystem services provided by this region and environmental certification of production are being promoted as an innovative approach to sustainable development. Additionally, the creation of new protected areas (especially under private domain as Natural Reserves), institutional strengthening for the management of the existing protected areas and connectivity between them are key points to promote the biodiversity conservation in the Paraguayan Chaco.

Other strategies include the development and implementation of urban and territorial Land Use Planning (LUP), within the framework of compliance with Law No. 3966/2010 "Organic Municipal", can also be considered an effective tool towards sustainable development, through planning, organization and administration of land use, the occupation of, and activities within the territory. This Atlas seeks to provide information that accompanies these planning processes in the region, promoting development from the three pillars of sustainability: economic, social, and environmental.





4

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS
REFERENCES**

- Alvarenga, D., Barboza, F., Bender, H., Carlini, A., Degen, R., Fracchia, F., Geyh, M., Hoffmann, R., Kruck, W., Medina Netto, A., Mereles, F., Mollat, H., Nitsch, M., de Pablos, Th., Portillo, L., Raidán, G., Rojas, C. & Wiens, F. (1998). Proyecto Sistema Ambiental Chaco: Inventario, Evaluación y Recomendaciones para la Protección de los Espacios Naturales en la Región Occidental del Paraguay. Tomo I: Informe final. Asunción, Paraguay: BGR/MAG. 142 p.
- ARP (Asociación Rural del Paraguay). (2017). Introducción a Paraguay y su sector cárnico. Recuperado de <https://www.arp.org.py/images/Paraguay-y-el-Sector-Carnico.pdf>
- Asociación Paraguaya de Mastozoología & Secretaría del Ambiente. (2017). Libro Rojo de los Mamíferos del Paraguay: especies amenazadas de extinción. Asunción, Paraguay: Editorial CREATIO. 137 p.
- Assine, M.L. & Silva, A. (2009). Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. *Geomorphology*, 113, pp 189-199. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.03.012>
- Assine, M.L., Merino, E.R., Pupim, F.N., Warren, L.V. (2016). Geology and geomorphology of the Pantanal basin. In *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*, I. Bergier and M.L. Assine (eds.). https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F698_2015_349
- Carré, F., Hiederer, R., Blujdea, V. and Koebler, R. (2010). Background Guide for the Calculation of Land Carbon Stocks in the Biofuels Sustainability Scheme Drawing on the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. EUR 24573 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 109pp. Recuperado de https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoils_docs/other/EUR24573.pdf
- Cartes, J.L. & Clay, R.P. (2009). Paraguay. En Devenish, C., Díaz Fernandez, D.F., Clay, R.P., Davidson, I. & Yépez Zavala, I. (Eds). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation* (pp 297-306). Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Recuperado de http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Paraguay_es.pdf
- Cartes, J., Thompson, J., & Yanosky, A. (2015). El Chaco paraguayo como uno de los últimos refugios para los mamíferos amenazados del Cono Sur. *Paraquaria Natural* 3, pp 37-47.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). (2014). *Pueblos indígenas en el Paraguay: resultados finales de población y viviendas 2012*. Fernando de La Mora, Paraguay. 718 p.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). (2016). *Atlas Demográfico del Paraguay 2012*. Asunción, Paraguay. 133 p.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). (2017). *Anuario Estadístico del Paraguay 2015*. 310 p.
- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., Primm, S., Bookbinder, M. Ledec, G. (1995). *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C., USA: The World Bank, WWF. 174 p.
- DLR (German Aerospace Center); INFONA (Instituto Forestal Nacional) & WWF (World Wildlife Fund). (2017). *Mapa de cobertura y uso de la tierra del Chaco paraguayo año 2016*.
- DLR (German Aerospace Center); INFONA (Instituto Forestal Nacional) & WWF (World Wildlife Fund). (2019). *Mapa de cobertura y uso de la tierra del Chaco paraguayo año 2018*.



- Domecq, R., Perito, A., Chamorro, L., Ávila, J. L. & Báez, J. (2003). Paraguay. En Tucci, C & Bertoni, J.C. Inundações urbanas na América do Sul (pp 325-378). Porto Alegre, Brasil: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Esch, T., Marconcini, M., Felbier, A., Roth, A., Heldens, W., Huber, M., Schwinger, M., Taubenböck, H., Müller, A. & Dech, S. (2013). Urban Footprint Processor – Fully Automated Processing Chain Generating Settlement Masks from Global Data of the TanDEM-X Mission. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 10 (6), pp. 1617-1621. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1109/LGRS.2013.2272953>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2008). Base referencial mundial del recurso suelo: Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. 128 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2010). La gestión de los bosques ante el cambio climático. 20 p. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/i1960s/i1960s00.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2016). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. 2da Ed. Roma, Italia. 54 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf>
- FAPI (Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas) y FPP (Forest People Programme). (2015). Situación territorial de los Pueblos Indígenas del Paraguay. 55 p.
- FECOPROD (Federación de Cooperativas de Producción). (2017). Desarrollo forestal: opción integrada a la producción agropecuaria. Experiencias exitosas en las cooperativas. Colonias Unidas, Friesland, Yguazu, Naranjito, Copronar, Neuland, Chortitzer. 57 p.
- Gilabert, M., González-Piqueras, J. & García-Haro, J. (1997). Acerca de los Índices de Vegetación. *Revista de Teledetección* 8, pp 1-10. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/39195330_Acerca_de_los_indices_de_vegetacion
- Glatzle, A. (s.f.). Guía de pastos para la ganadería chaqueña. Iniciativa para la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTTAS). Recuperado de http://www.chaconet.com.py/inttas/projects/pdf/a_glatzle_guia_pastos_chaco.pdf
- Gottgens, J. F., Perry, J. E., Fortney, R. H., Meyer, J. E., Benedict, M., & Rood, B. E. (2006). The Paraguay-Paraná Hidrovía: Protecting the Pantanal with Lessons from the Past. *BioScience*, 51 (4), 301.
- Grassi, B. (2005). Atlas climático del Chaco paraguayo. Loma Plata, Paraguay: Fundación DeSdelChaco (Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco), USAID (United States Agency, International Development). 92 p.
- Guyra Paraguay. (2019). Informe final: Elaboración de Mapas para la Zona del Pantanal y su Área de Influencia – Mapa SuLu. 47 p.
- Hijmans, R.J., Cameron, Susan, E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. (2005). Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965-1978.
- INFONA (Instituto Forestal Nacional). (2015). Resultados del Inventario Forestal Nacional. Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+. Asunción, Paraguay. Recuperado de <http://www.infona.gov.py/index.php?cID=296>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4. Egglestone, H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>



- Laino, L.D., Musálem, K. & Laino, R. (2017). Perspectivas para un Desarrollo Sustentable: Un Estudio de Caso de Producción Ganadera en la Región del Chaco Paraguayo. *Población y Desarrollo*, 23 (45), pp 95–106. Recuperado de <http://revistascientificas.una.py/index.php/RE/article/view/1284>
- Larroza, F. & Fariña, S. (2005). Caracterización Hidrogeológica del Sistema Acuífero Yrenda. IV Congreso Argentino de Hidrogeología, Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 25 al 28 de octubre de 2005, TOMO II: pp 125-134.
- Lehner, B. & Grill G. (2013). Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27(15), pp 2171–2186. Recuperado de www.hydrosheds.org
- MADES (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible). (2019). Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay - SINASIP (Mapa). Dirección de Geomática.
- Mereles, F. (2005). Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. *Rojasiana*, 6, 5-48.
- Mereles, F. (2013). Los corredores biológicos. En Arano, F. y De Egea, J. (Ed.). *Conjugando producción y conservación en el Chaco paraguayo* (pp 14-23). WCS -AVINA. Asunción, Paraguay.
- Mereles, F., Cartes, J.L., Clay, R. P., Cacciali, P., Paradedda, C., Rodas, O. & Yanosky, A. (2013). Análisis cualitativo para las definiciones de las ecorregiones de Paraguay Occidental. *Paraquaria Natural*, 6(2), pp 12–20.
- MOPC (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones). (2019). Región Occidental del Paraguay: Red Vial 2019. Recuperado de https://www.mopc.gov.py/mopcweb/application/files/8115/6683/0339/region-occidental_2019.jpg
- Morello, J.H. & Rodríguez, A.F. (Eds). (2009). *El Chaco sin bosques: la Pampa o el Desierto del futuro*. Buenos Aires, Argentina: GEPAMA/UBA. 432 p.
- Naumann, C.M., Maldonado P. & Höhne E. (2006). *Atlas del Gran Chaco Sudamericano*. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Buenos Aires, Argentina: ErreGé & Asoc. 92 p.
- Naumann, C.M. & Coronel, M.C. (2008). *Atlas Ambiental del Paraguay: con fines educativos*. GTZ/SEAM/MEC. Asunción, Paraguay. 88 p.
- Oak Ridge National Laboratory. (2014). *LandScan 2014™*. High Resolution global Population Data Set copyrighted by UT-Battelle, LLC, operator of Oak Ridge National Laboratory under Contract No. DE-AC05-00OR22725 with the United States Department of Energy. Data set. Recuperado de <http://web.ornl.gov/sci/landscan/>
- Olson, D. & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*.
- Pekel, J.F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, pp 418-422. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/nature20584>
- Pérez de Molas, L. (2003). *Formaciones vegetales de la Región Occidental del Paraguay*. Carrera de Ingeniería Forestal, FCA/UNA. 69 p.



- PTI-PY (Parque Tecnológico Itaipú-Paraguay), Itaipú Binacional. (2016). Atlas del potencial energético solar y eólico del Paraguay. 68 p.
- Rojas, V.; Cabral, H., Arévalos, F.; Ortiz, E. & Cartes J.L. (2018). IV Taller de Ecosistemas del Paraguay. Informe técnico presentado en el marco del proyecto SuLu. Asunción, Paraguay: Guyra Paraguay.
- SEAM (Secretaría del Ambiente), Wildlife Conservation Society Paraguay (WCS) & Itaipu Binacional. (2016). Plan de Manejo de la Panthera onca: Paraguay 2017-2026. Asunción, Paraguay. 90 p.
- SEAM (Secretaría del Ambiente). (2016). Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad del Paraguay 2015-2020. Asunción, Paraguay: PNUD/FMAM. 190 p.
- SENACSA (Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal). (2018). Estadística Pecuaria: Anuario 2018. Recuperado de <http://documentos.senacsa.gov.py/share/s/ptxdvLihRPWcwj1QggtKbw>
- Spichiger, R., Ramella, L. Palese, R. & Mereles, F. (1991). Proposición de leyenda para la cartografía de formaciones vegetales del Chaco paraguayo. Contribución al estudio de flora y la vegetación del Chaco. III. Candollea 46(2): 541-564.
- Spichiger, R., Stauffer, F., Mereles, F., Soloaga, M. & Loizeau, PA. (2011). Flora del Paraguay: Clave de identificación para las familias de angiospermas de Paraguay. Ginebra, Suiza: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. 255 p.
- Soeder, M. (2020). A Carbon Map for the project region in Paraguay. Project Report, IfW Workpackage 3, WWF Grassland IKI “Taking Land Use Change Out of Savannahs and Grasslands through Policy Engagement, Land Use Planning and Best Management Practices”.
- Tomas, W. M., de Oliveira Roque, F., Morato, R. G., Medici, P. E., Chiaravalloti, R. M., Tortato, F. R., ... Junk, W. J. (2019). Sustainability Agenda for the Pantanal Wetland: Perspectives on a Collaborative Interface for Science, Policy, and Decision-Making. Tropical Conservation Science. <https://doi.org/10.1177/1940082919872634>
- Vázquez, F. (2006). Territorio y Población: Nuevas dinámicas. Asunción, Paraguay: ADEPO.
- Villalba, L., Ortiz, B. & Gengler, N. (2018). Principales mamíferos del Chaco Central. WCS, WWF, USAID. 68 p.
- Wessel, B. (2016). TanDEM-X Ground Segment – DEM Products Specification Document. EOC, DLR, Oberpfaffenhofen, Germany, Public Document TD-GS-PS-0021, Issue 3.2, 2016. Recuperado de <https://tandemx-science.dlr.de/>
- WWF (World Wildlife Fund). (2018). Buenas prácticas ganaderas para el desarrollo sostenible del Alto Paraguay. Asunción, Paraguay. 1º Ed. 134 p. Recuperado de https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/manual_de_buenas_practicas___alto_paraguay.pdf
- Zanardini, J. & Biedermann, W. (2019). Los indígenas del Paraguay. Asunción, Paraguay: Editorial Servilibro.





¿Por qué estamos aquí?

Para detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza.

wwf.org.py

WWF - Organización Mundial de Conservación
Teléfono: (+595 21) 213 146/7 - info@wwf.org.py
Avda. Bernardino Caballero N° 191 esq. Jordania
Asunción - Paraguay