



ESTRATEGIAS AL 2030

Plan Local de Acción Climática

Municipio de Ciudad del Este

Estrategias de **mitigación** y **adaptación** al
Cambio Climático.



RED ARGENTINA DE
MUNICIPIOS FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO



CEAMSO

**FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG**



Ficha técnica

El siguiente trabajo fue realizado por:

Proyecto YVYJARÝI – Ciudadanía frente al Cambio Climático.

Implementado por la Fundación Friedrich Ebert (FES) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales - CEAMSO, y cofinanciados con fondos de la Unión Europea.

Municipalidad de Ciudad del Este – Alto Paraná

Intendente: Miguel Prieto

Equipo de trabajo:

Proyecto Yvyjaryi

Coordinador: Lic. Isaac Buergo

Asesoría técnica: Especialista en mitigación - Ing. Natalia Guerrero

Colaborador:

Lic. David Cordone

Con el apoyo de:

Red Argentina de Municipios Frente al Cambio Climático (RAMCC)

Equipo de trabajo:

Coordinadora de Proyectos Climáticos: Especialista en adaptación - Ing. Jorgelina Gossio

Contenido

1.	Resumen ejecutivo	7
2.	Introducción	8
2.1.	El Efecto Invernadero y el Cambio Climático	8
2.2.	El Acuerdo de París	11
2.3.	Contribución Nacional Determinada (NDC) del Paraguay y Compromiso Nacional	12
2.4.	El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM)	13
2.4.1.	El Plan Local de Acción Climática	14
2.4.2.	El Marco Común de Reporte	15
3.	El distrito de Ciudad del Este	16
3.1.	Perfil y descripción socio ambiental	17
3.1.1.	Clima	17
3.1.2.	Relieve	17
3.1.3.	Geología	18
3.1.4.	Suelos	20
3.1.5.	Ecosistemas, flora y fauna	20
3.2.	Caracterización socio-económica	24
3.2.1.	Población	25
3.2.2.	Servicios	25
	<i>i. Red de Alcantarillado Sanitario Condominial y agua</i>	26
	<i>ii. Combustible - Gas</i>	26
	<i>iii. Equipamiento y red vial</i>	27
	<i>iv. Equipamiento urbano</i>	28
4.	Capítulo 3: Plan Local de Acción Climática – PLAC: Ciudad del Este	28
4.1.	Ciudad del Este y su visión	30
4.2.	Estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero	30
4.2.1.	Inventario de GEI	30
4.2.2.	Objetivo de reducción de emisiones de GEI	40
4.2.3.	Acciones de mitigación al 2030	43
4.3.	Estrategia de adaptación al año 2030	48
4.3.1.	Evaluación de las amenazas	49
4.3.2.	Evaluación de la vulnerabilidad, exposición e impactos	62
4.1.1.	Evaluación de la capacidad de respuesta	69
4.3.3.	Evaluación del riesgo	73
4.3.4.	Objetivo de adaptación	77
4.3.5.	Acciones de adaptación 2030	77
4.4.	Estrategia de Comunicación, Formación y Sensibilización 2030	79
4.5.	Monitoreo, seguimiento y reporte del Plan de Acción Climática	79
4.5.1.	Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de Mitigación	81
5.	Referencias bibliográficas	82
6.	Anexos	86
6.1.	Anexo I	87

Índice de tablas

Tabla 1. Principales fuentes de emisión de GEI y su respectivo Potencial de calentamiento global.	9
Tabla 2. Emisiones totales por sector, alcance y marco de reporte – tCO ₂ e.....	34
Tabla 3. Emisiones totales por sector– tCO ₂ e	37
Tabla 4. Emisiones proyectadas al 2030 a nivel nacional, sectores Energía, Residuos y Agricultura	41
Tabla 5. Escenario de emisiones al 2030 para Ciudad del Este	42
Tabla 6. Acciones propuestas para el sector de energía, en Ciudad del Este.....	45
Tabla 7. Acciones propuestas para el sector de transporte, en Ciudad del Este.....	45
Tabla 8. Acciones propuestas para el sector de residuos, en Ciudad del Este	46
Tabla 9. Acciones propuestas para el sector de agricultura/ganadería, en Ciudad del Este.....	47
Tabla 10. Número anual de eventos de precipitación extrema.	51
Tabla 11. Olas de calor en Ciudad del Este para el período 1966-2006.	52
Tabla 12. Olas de frío en Ciudad del Este para el período 1966-2006.	53
Tabla 13. Proyecciones climáticas para escenarios 4.5 y 8.5 para Ciudad del Este.....	55
Tabla 14. Escala índice de precipitación estandarizada (SPI)	58
Tabla 15. Barrios afectados por cursos de agua en CDE. Fuente: EVEART (2017).....	63
Tabla 16. Localidades de Ciudad del Este, con su respectivo índice de pobreza (%).	66
Tabla 17. Indicadores Económicos de CDE.	68
Tabla 18. Indicadores de capacidad de respuesta.....	69
Tabla 19. Superficie por cada clase de cobertura de uso de la tierra identificada para Ciudad del Este...	71
Tabla 20. Priorización de los riesgos climáticos identificados	73
Tabla 21. Valores asignados para ponderación de puntos determinados como potenciales de riesgo	75
Tabla 22. Medidas de adaptación de Ciudad del Este	78
Tabla 23. Medidas a adoptar para reducir la vulnerabilidad social y la territorial/urbana	79

Índice de figuras

Figura 1. Representación gráfica del efecto invernadero. Fuente: IPCC	10
Figura 2. Ejes de mitigación y adaptación, con sus respectivos pasos o procesos	14
Figura 3. Ubicación geográfica del distrito en el departamento de Alto Paraná (Paraguay).	16
Figura 4. Formaciones geológicas identificadas en el departamento de Alto Paraná (Paraguay).	18
Figura 5. Cobertura original del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA).....	20
Figura 6. Ubicación de Ciudad del Este sur en relación a los tipos del bosque del Paraguay.	21
Figura 7. Ubicación del Bosque Yrendy, en relación a Ciudad del Este	22
Figura 8. Ubicación del Acuífero Guaraní en América del sur y en la región Oriental del país.	23
Figura 9. Necesidades básicas insatisfechas (NBI) a nivel país	25
Figura 10. Distribuidoras de combustibles en el área de Ciudad del Este.....	27
Figura 11. Porcentaje de viviendas con acceso a servicios básicos, en Alto Paraná	28
Figura 12. Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad	33
Figura 13. Distribución de las emisiones de CO ₂ equivalente (tn) por sector, en Ciudad del Este.....	39
Figura 14. Escenario de emisiones BAU al 2030 para Ciudad del Este	43
Figura 15. Precipitación anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.....	49
Figura 16. Dato anual de precipitación máxima diaria. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.....	50
Figura 17. Número anual de eventos de precipitación extrema.	51
Figura 18. Temperaturas máximas anuales. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.	52
Figura 19. Temperaturas mínimas anuales. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.	53
Figura 20. Proyección de precipitación anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5.	54
Figura 21. Proyección de temperatura media anual según el modelo ETA.....	54
Figura 22. Mapas de calor histórico periodo 1961 – 2020 estación meteorológica de Iguazú Aero.	59
Figura 23. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria. Escenario A2.	60
Figura 24. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria. Escenario B2.	60
Figura 23. Proyecciones en número de casos. Dengue. Escenario A2 y B2.....	61
Figura 26. Aguas superficiales y barrios de CDE.	63
Figura 27. Localidades de Ciudad del Este, con su respectivo índice de pobreza (%).	67
Figura 28. Mapa de cobertura forestal y cambios en la cobertura (2015 – 2019), de Ciudad del Este.	72
Figura 29. Curvas de nivel en el área de Ciudad del Este	74
Figura 30. Mapa de riesgo por exposición a inundaciones, para Ciudad del Este.....	76
Figura 31. Lista de principales variables y eventos según amenazas identificadas en Ciudad del este	87
Figura 32. Detalle del impacto de cada sector a partir de los eventos climáticos extremos listados para Ciudad del este	88



Acerca del Proyecto Yvyjaryi

El proyecto YVYJARYI – Ciudadanía frente al Cambio Climático – es implementado por la Fundación Friedrich Ebert (FES) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales - CEAMSO, y cofinanciados con fondos de la Unión Europea.

Surge de la necesidad de generar capacidades institucionales en los municipios y en las organizaciones de la sociedad civil, para lograr un sistema capaz de gestionar medidas que permitan mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Uno de los objetivos del proyecto es el fortalecimiento institucional; para el logro del mismo, se enfoca en apoyar a las áreas de gestión ambiental de los municipios en colocar como eje transversal el tema de cambio climático. Por consiguiente, los esfuerzos están destinados a vincular los planes o proyectos ambientales del municipio a estrategias de adaptación o mitigación al cambio climático.

1. Resumen ejecutivo

El Plan Local de Acción Climática (PLAC) de una ciudad/municipio constituye una herramienta fundamental de análisis y planificación de políticas y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Las estrategias de adaptación al cambio climático parten de un análisis de los riesgos de la comunidad a los cambios en las variables climáticas y las proyecciones a largo plazo para la región. En base al análisis de los posibles impactos y teniendo en cuenta las características de la ciudad y/o región, se definen las medidas que permitan atenuar los daños o incluso beneficiarse de las oportunidades asociadas al cambio climático. Por su parte, la definición de una meta de mitigación es un pilar fundamental de los PLAC. Esta es generalmente expresada como un porcentaje de reducción respecto a las emisiones reales o proyectadas bajo un escenario tendencial en ausencia de implementación de acciones o BAU (*'business as usual'*) en un año específico. Para alcanzar esta meta, se definen diversas medidas de mitigación, acompañadas de los recursos necesarios para implementarlas y sus respectivos cronogramas. Ambas estrategias, mitigación y adaptación, integran el Plan de Acción frente al Cambio Climático hacia un mejoramiento ambiental, pero por sobre todo hacia una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

El distrito de Ciudad del Este, consciente de la problemática actual que los efectos negativos del cambio climático inciden en la calidad de vida de los ciudadanos, elaboró este primer PLAC con apoyo del Proyecto Yvyjaryi y de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). El Inventario de gases de efecto invernadero (IGEI) brinda los resultados por fuentes de emisiones (actividades que se realizan dentro de los límites del Municipio), demostrando que el principal sector emisor de GEI en Ciudad del Este es el de "transporte", con 401.824,38 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), que representa el 63% del total de emisiones de GEI en el Municipio; seguido del sector de: "residuos" con 209.245,69 tCO₂e (33%), de "energía" con 27.514,62 tCO₂e (4 %) y en mucho menor medida las emisiones procedentes del sector de "agricultura/ganadería" con 1.654,88 tCO₂e (0,3% del total de emisiones de GEI).

En relación a la meta de reducción de emisiones de GEI, se define en al menos un 20% respecto al escenario BAU al 2030 (en línea con lo establecido en la Contribución Nacionalmente Determinada del Paraguay – NDC, por sus siglas en inglés). De esta forma, en el año 2030, Ciudad del Este tiene el compromiso de no emitir más de 574.813,06 tCO₂e.

Para el logro de este propósito, este PLAC identifica acciones concretas de mitigación de emisiones para Ciudad del Este; asimismo, establece medidas y/o acciones específicas para reducir la vulnerabilidad y las amenazas identificadas; y, de esta forma incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático. El análisis de las amenazas consideró principalmente a las tendencias climáticas históricas de precipitaciones y temperaturas, así como su proyección futura. Igualmente, se ejecutó evaluaciones de vulnerabilidad, exposición e impactos ante olas de calor, sequías, inundaciones, granizos. Por su parte, para caracterizar el riesgo de exposición ante inundaciones en Ciudad del Este, se consideraron los indicadores de: vulnerabilidad social en el Municipio, áreas de mayor afectación relacionada al nivel de pobreza por localidades/barrios, así como el nivel de elevación del terreno y su proximidad a los principales cursos de agua de la zona.

2. Introducción

El Cambio Climático constituye uno de los principales desafíos globales que enfrenta la humanidad, afectando a la disponibilidad de los recursos naturales e incrementando la intensidad y frecuencia de fenómenos climáticos extremos, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria y la provisión de servicios básicos.

Las ciudades son un sector altamente afectado por el Cambio Climático, sufriendo directamente las consecuencias de inundaciones, olas de calor, fuertes tormentas y otros desastres, y son, a la misma vez, uno de sus principales causantes. Las áreas urbanas generan la mayor proporción de emisiones de GEI a nivel mundial, dado el intenso uso de la energía, las necesidades de transporte y los altos niveles de consumo (World Resources Institute/C40 Cities/ICLEI, 2016).

Estos hechos propician que las ciudades sean hoy una parte esencial en la discusión global sobre el cambio climático, siendo necesario un sólido compromiso por parte de los gobiernos locales para mitigar las emisiones que lo causan y para generar resiliencia ante sus efectos.

El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM, por sus siglas en inglés) representa la mayor alianza de gobiernos locales del mundo, promoviendo una visión compartida y comprometida con la implementación de acciones frente al Cambio Climático, que permitan avanzar hacia un futuro con bajas emisiones y alta resiliencia, y que garanticen el cumplimiento de los compromisos mediante difusión de información clara y transparente.

Los Planes Locales de Acción Climática (PLACs) constituyen una herramienta fundamental de análisis y planificación de políticas y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

2.1. El Efecto Invernadero y el Cambio Climático

El sistema y los procesos que ocurren en la tierra no presentan un estado de equilibrio absoluto, y la historia del último milenio se ha analizado en función de los sucesivos cambios climáticos. Al respecto, “en el actual periodo interglaciar la temperatura de la superficie terrestre ha variado a corto plazo (1-100 años) y a largo plazo (100-1000 años) en respuesta a los factores externos, o a través de oscilaciones internas del sistema atmósfera-océano” (Fagan, 2008, citado por Pardos, 2010).

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta en equilibrio en niveles óptimos para el desarrollo de la vida. Se produce debido a la acción de determinados gases de la atmósfera terrestre (gases de efecto invernadero – GEI) que tienen la capacidad de absorber la energía proveniente del sol y devolverla en forma de calor. Al respecto, la FAO (2003), manifiesta que los GEI primarios de la atmósfera terrestre constituyen: el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el Ozono (O₃).

En la tabla siguiente, se presentan las principales fuentes de dichos gases y sus potenciales de calentamiento global.

Gas de Efecto Invernadero	Fuentes de Emisión	Potenciales de Calentamiento Global (GWP) ¹
Dióxido de Carbono (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - Quema de combustibles fósiles y de biomasa. - Deforestación. - Reacciones químicas en procesos de manufactura. 	1
Metano (CH ₄)	<ul style="list-style-type: none"> - Descomposición anaeróbica (fermentación entérica del ganado, estiércol, rellenos sanitarios, cultivos de arroz). - Escapes de gas en minas y pozos petroleros. 	21*, **
Óxido Nitroso (N ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> - Producción y uso de fertilizantes nitrogenados. - Quema de combustibles fósiles. 	310*, **
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de manufactura. - Uso como refrigerantes. 	140 -11.700**
Perfluorocarbonos (PFCs)	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de aluminio. - Fabricación de semiconductores. - Sustitutos de sustancias destructoras del ozono. 	6.500 -9.200**
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	<ul style="list-style-type: none"> - Producción y uso de equipos eléctricos. - Fabricación de semiconductores. - Producción de magnesio y aluminio. 	23.900**

Tabla 1. Principales fuentes de emisión de GEI y su respectivo Potencial de calentamiento global.

Fuente: Segundo Informe de Evaluación (SAR o AR2, por sus siglas en inglés) – (IPCC, 1996)

***observación:** estos valores fueron empleados en el INGEI del IBA 3 del Paraguay (MADES, 2021).

** estos valores varían y fueron actualizados posteriormente en el Quinto Informe de Evaluación (AR5).

Estos gases tienen la particularidad de absorber calor que emite la Tierra, por lo cual ésta evita perder gran parte de dichas radiaciones hacia el espacio. Este fenómeno recibe el nombre de “efecto invernadero” y los gases con dicha propiedad se denominan gases efecto invernadero (GEIs). Se estima que un tercio de dicha energía regresa al espacio y el resto sirve para calentar la Tierra y como combustible del sistema climático. La presencia de los GEIs es indispensable para que existan las condiciones de vida actuales, por ejemplo, en ausencia de ellos, la temperatura media global de la atmósfera en la superficie terrestre descendería de 15°C a -18°C, siendo imposible la vida.

¹ GWP: Global Warming Potential. Potenciales de calentamiento global a 100 años de vida media, según el 5to Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático (AR5, IPCC).



contribuyen, de acuerdo a categorías determinadas y sectores establecidos. El objetivo es dirigir las acciones tendientes a la reducción de estas emisiones; y, por ende, contribuir a la mitigación de los efectos adversos del cambio climático.

2.2. El Acuerdo de París

La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)**, entrada en vigor en 1994, surgió con el objetivo aunar voluntades internacionales para lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias peligrosas del ser humano en el sistema climático.

El órgano supremo de toma de decisiones de la CMNUCC es la Conferencia de las Partes (COP), que tiene representación de todos los Estados miembro, y se reúne todos los años desde 1995. A través de la COP se examina la aplicación de la Convención y de cualquier otro instrumento jurídico adoptado.

El 12 diciembre de 2015, en la COP21² de París, las Partes (195 países) alcanzaron un acuerdo histórico para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El Acuerdo de París estableció una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, contemplando un mayor apoyo a los países en desarrollo para lograr ese objetivo, trazando un nuevo rumbo en el esfuerzo climático mundial.

El Acuerdo de París, que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, en su artículo n° 2 hace un llamado a *“mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático”*.

Adicionalmente, en su artículo N° 4, el Acuerdo plantea la necesidad de que las Partes comuniquen sus estrategias a largo plazo e informen periódicamente sobre sus emisiones. En este sentido, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), constituyen un compromiso asumido por cada país para reducir sus emisiones y adaptarse a los efectos del cambio climático.

² XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático o 21° Conferencia de las Partes y la 11° Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto (COP21/CMP11). Se celebró en París (Francia), desde el 30 de noviembre hasta el 11 de diciembre de 2015.

2.3. Contribución Nacional Determinada (NDC) del Paraguay y Compromiso Nacional

El denominado “Acuerdo de París” reunió por primera vez en diciembre de 2015, a 195 naciones que alcanzaron un acuerdo histórico en la Conferencia de las Partes Nº 21 en París, Francia (COP 21), de combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible; en una causa común en base a sus responsabilidades históricas, presentes y futuras. El objetivo principal del Acuerdo es mantener el aumento de la temperatura en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados, e impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura incluso más, por debajo de 1,5 grados centígrados sobre los niveles preindustriales. El límite de los 1,5 grados centígrados es significativamente una línea de defensa más segura frente a los peores impactos del cambio climático. Además, se acordó que las emisiones globales deben alcanzar su nivel máximo cuanto antes, si bien reconocen que en los países en desarrollo el proceso será más largo, para luego aplicar rápidas reducciones basadas en los mejores criterios científicos disponibles. De esta forma, contribuirá a reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, así como en el reconocimiento de la importancia de los recursos financieros adecuados y previsibles como los pagos basados en resultados para la aplicación de políticas e incentivos destinados a reducir las emisiones y a incrementar las absorciones forestales (PNC ONU REDD+, 2016; MADES, PNUD y FMAM, 2018).

En línea con los objetivos de desarrollo sostenible y en el marco de los esfuerzos del Paraguay contra el cambio climático, el país ratificó el “Acuerdo de París” a finales del 2015 (Ley Nº 5681/2016)³; y, para cumplir con los compromisos asumidos, presenta regularmente sus inventarios y sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés).

La Contribución Determinada a Nivel Nacional, presentada a la CMNUCC en 2015, y su correspondiente Actualización que fue publicada en el año 2021; establece que, para el año 2030, el país se propone reducir sus emisiones en un 20% con respecto al año 2000 (correspondiendo el 10% a una fracción condicionada a la provisión internacional de los medios de implementación; y el otro 10% a una fracción incondicionada, a partir del uso de sus propios recursos).

Anteriormente, el país había ya planteado objetivos vinculados al cambio climático, reflejados en distintos compromisos nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2030) que menciona el cambio climático en su eje estratégico: “la inserción de Paraguay en el mundo”. Concretamente indica que, es preciso asegurar la estrategia nacional de cambio climático, con programas de adaptación incorporados a los programas de mitigación dentro del proceso de desarrollo, que posibilite mantener o reducir las emisiones de GEI (República del Paraguay; Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social/STP, 2014).

Por otra parte, el PND 2030, en su eje de Crecimiento económico inclusivo: Estrategia de Competitividad e innovación, para el ítem 2.2.6 Política agropecuaria, contempla la gestión de

³ Disponible en: <https://www.bacn.gov.py/archivos/5243/20170215090536.pdf>

los riesgos asociados a la variabilidad y al cambio climático, y el desarrollo de mecanismos de previsión y de mitigación de los mismos, en un nuevo enfoque de gestión productiva imprescindible para una agricultura renovada, protegida, sostenible y competitiva. Para su eje Inserción de Paraguay en el mundo, específicamente en la Estrategia 3.4. Sostenibilidad del hábitat global: Gestión de riesgos para la adaptación a efectos y mitigación de causas del cambio climático, manejo de ecosistemas transfronterizos y respuesta a emergencias, señala varios objetivos relacionados a ello y propone métodos para lograrlos.

De esta forma, como parte de los compromisos ambientales asumidos, el país elaboró su Plan Nacional de Mitigación ante el Cambio Climático (MADES, 2017). En materia de adaptación al cambio climático, se dispone de la Estrategia Nacional de Adaptación en su Etapa II: Plan Nacional de Cambio Climático (MADES, 2015), y un Plan Nacional de Adaptación (MADES, 2017), que a su vez se encuentra alineado con el PND 2030 y con la Política Nacional de Cambio Climático (MADES, 2012).

Adicionalmente, Paraguay tiene elaborado cinco Inventarios Nacionales de Gases de efecto Invernadero (INGEI) con años base 1990, 1994, 2000, 2011, y de la serie temporal 1990 – 2012; los cuales fueron presentados con la Primera, Segunda y Tercera Comunicación Nacional, así como en el Primer y Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay. Estos IGEE permiten identificar las emisiones históricas del país desde el año 1990 y así cuantificar los sectores que presentan mayores emisiones y medir la variación de las mismas a través del tiempo.

2.4. El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM)

El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía es la mayor alianza de ciudades y gobiernos locales del mundo. Adopta una visión común a largo plazo de promover y apoyar la acción voluntaria para combatir el cambio climático y avanzar hacia un futuro resistente al clima y de bajas emisiones.

Fue creado en 2017 a partir de la unión del antiguo Pacto de Alcaldes y el Covenant of Mayors europeo, el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (Global Covenant of Mayors for Climate & Energy – GCoM, en inglés) y actualmente reúne a más de 9,000 ciudades de más de 120 países, que representan casi el 10% de la población mundial (Global Covenant of Mayors for climate and energy, 2018)⁴.

Las ciudades del GCoM se conectan e intercambian conocimientos e ideas, con el apoyo de los grupos de interés regionales pertinentes. Se establece una plataforma común para captar el impacto de las acciones colectivas de las ciudades a través de la medición estandarizada de las emisiones y el riesgo climático, así como a la presentación de informes públicos consistentes sobre sus esfuerzos.

Los gobiernos locales que forman parte del GCoM se comprometen a poner en marcha políticas y tomar medidas para:

⁴ Disponible en: <http://pactodealcaldes-la.eu/recursos/faqs/>

- (i) reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero;
- (ii) prepararse para los efectos del cambio climático;
- (iii) aumentar el acceso a la energía sostenible; y
- (iv) realizar un seguimiento del progreso hacia estos objetivos (GCoM, 2018).

Asimismo, el GCoM exige a sus miembros la elaboración de un Plan Local de Acción Climática (PLAC) como herramienta fundamental de análisis y planificación de políticas y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

2.4.1. El Plan Local de Acción Climática

El Plan de Acción Climática es el documento clave que muestra cómo el firmante del Pacto logrará su visión y objetivo. Aborda dos ejes de acción estratégicos para hacer frente a los desafíos del cambio climático, la mitigación y la adaptación, y, para cada uno de ellos, contempla el desarrollo de los siguientes temas:

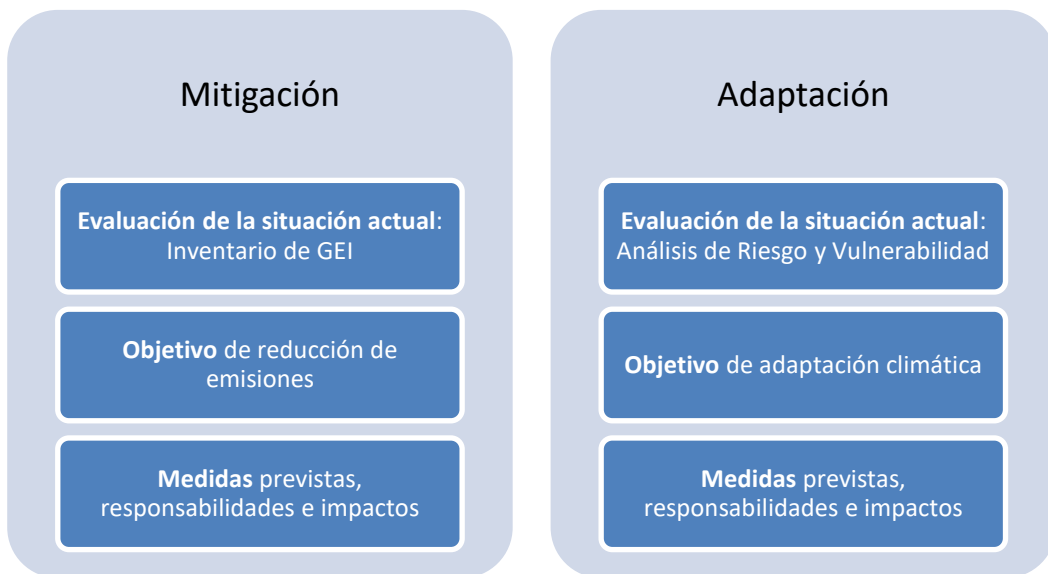


Figura 2. Ejes de mitigación y adaptación, con sus respectivos pasos o procesos.

Fuente: elaboración propia

Los gobiernos nacionales y subnacionales que desarrollen programas sobre cambio climático deberán emprender estrategias en ambos ejes. En el presente documento, se desarrollará la estrategia de mitigación y la de adaptación al cambio climático al año 2030 del distrito de Ciudad del Este.

La capacidad de una ciudad para adoptar medidas eficaces para mitigar el cambio climático y monitorear el progreso depende del acceso que se tenga a datos de buena calidad sobre las emisiones de GEI. La planificación de la acción climática comienza con la elaboración de un inventario de GEI. Un inventario permite a las ciudades comprender la contribución de emisiones de las diferentes actividades en la comunidad. Por su parte, para proponer las medidas de adaptación al cambio climático, se requiere una evaluación de la situación actual:



de las vulnerabilidades, amenazas y riesgos, para luego determinar un objetivo de adaptación climática que esté vinculado a las medidas a ser contempladas (World Resources Institute/C40 Cities/ICLEI, 2016).

2.4.2. El Marco Común de Reporte

El Marco Común de Reporte (CRF, por sus siglas en inglés) es un conjunto de recomendaciones generales dirigidas a los gobiernos locales para orientarlos en el proceso de presentación de informes GCoM. Ayuda a garantizar solidez en las de planificación, implementación y monitoreo de acciones climáticas, agilizando los procedimientos de medición y reporte, y permite la agregación y comparación de información de los datos a nivel global.

El Marco Común de Reporte explica cómo las ciudades deben reportar su progreso ante el Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, independientemente de la metodología utilizada para preparar el Plan Local de Acción Climática.

Los municipios que se adhieran al Pacto deben reportar sus planes de acción climática en la plataforma internacional CDP⁵. El cumplimiento de todos los requisitos del CRF se formaliza a través de medallas otorgadas por el GCoM.

⁵ Carbon Disclosure Project: <https://la-es.cdp.net/>.

3. El distrito de Ciudad del Este

El distrito de Ciudad del Este sur se encuentra en el departamento de Alto Paraná, limitando al sur con el distrito de Presidente Franco y una pequeña parte con el Distrito de Los Cedrales, al Este con el Río Paraná, que lo separa de la República Federativa de Brasil, al norte con el distrito de Hernandarias y al oeste con Minga Guazú. De acuerdo con las Proyecciones de Población de la Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC, 2015), se estima una población de 301.815 habitantes para el año 2019 (año base de este Inventario de GEI).

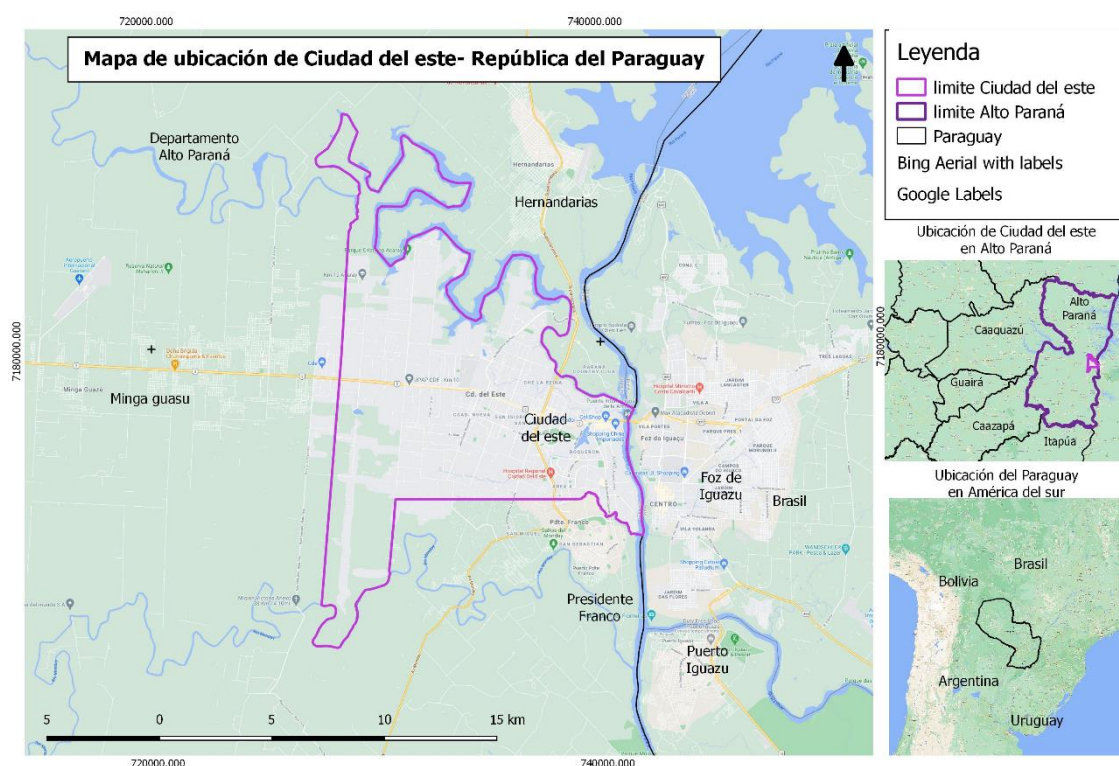


Figura 3. Ubicación geográfica del distrito en el departamento de Alto Paraná (Paraguay).

Fuente: elaboración propia de acuerdo a archivos vectoriales de DGEEC e imágenes de Google y Bing Aerials with labels de QGIS

Fue fundada por decreto el 3 de febrero de 1957, con el nombre de «Puerto Flor de Lis». Después fue denominado como «Puerto Presidente Stroessner», en honor al dictador de entonces: Alfredo Stroessner, hasta la finalización de este régimen en fecha 3 de febrero de 1989.

En esta fecha, el comando revolucionario utilizó el nombre de «Ciudad del Este»; en días posteriores, fue plebiscitado el nuevo nombre y los ciudadanos eligieron el de «Ciudad del Este». Los primeros habitantes que pisaron la tierra roja de Ciudad del Este, están disfrutando de su conquista porque jamás se imaginaron que tan pujante y floreciente sería en tan poco tiempo. Los privilegios que la naturaleza le doto a esta ciudad ayudaron en gran medida para su progreso, por la proximidad que tiene con la ciudad de Foz do Iguazú. La urbanización en la región fue difícil, debido a las inhóspitas selvas que la cubrían, pero la ciudad tuvo un gran despegue económico con la construcción del puente en los años 60, se consolidó la economía

local y a partir de allí la urbanización fue incrementándose. Es una de las ciudades más cosmopolitas y diversas de la región; en la zona viven muchos inmigrantes de diversas nacionalidades como chinos, árabes, hindúes, coreanos, entre otros.

3.1. Perfil y descripción socio ambiental

3.1.1. Clima

El clima de Ciudad del Este es subtropical húmedo, la temperatura media anual es de 22 °C., mientras que el promedio anual de precipitaciones es abundante, con 1850 mm aproximadamente.

El verano se caracteriza por ser caluroso, con un promedio de enero de 27 °C. La elevada humedad suele volver sofocante al calor. El invierno es fresco, con una temperatura promedio de julio de 17 °C. Raramente se dan temperaturas inferiores a 1 °C o superiores a 38 °C.

Los días cubiertos son más frecuentes en invierno, pero cuando más llueve es en verano, época en que se desarrollan tormentas a veces muy intensas, por lo que grandes cantidades de agua caen en poco tiempo. En invierno son más comunes lloviznas débiles pero continuas. De todos modos, no puede decirse que haya estacionalidad de lluvias en esta ciudad.

3.1.2. Relieve

El relieve de Ciudad del Este es accidentado, algo muy atípico y muy contrario a las ciudades que se fundaron sobre una superficie terrenal relativamente plana y de llanura como Asunción y otras ciudades del país.

La zona céntrica de la ciudad tiene una pendiente que va hacia abajo, desde la zona de la Avenida Bernardino Caballero hasta la zona portuaria del Río Paraná. Esa es la razón de por qué resulta incómodo transitar a pie por el microcentro debido a que no hubo una planificación previa para achatar toda la zona primaria del puente, para de este modo, proyectar la construcción de edificios y el trazado cuadrangular de las calles.

Desde la Rotonda Oasis del microcentro hasta el kilómetro 4 existe una pendiente que va hacia arriba. El trayecto continúa con una pendiente cuesta abajo hasta el kilómetro 5 ½, donde se encuentra el primer puente con paso a desnivel y el arroyo Acaraymí. Luego de un breve trayecto cuesta arriba el relieve se torna normal hasta el kilómetro 7, donde se encuentra el mayor paso a desnivel del país (todavía en construcción). No existe una determinación fija del relieve puesto que la mitad norte (Acaray) y la mitad sur (Monday) de la ciudad presentan símiles problemas topográficos y de infraestructura básica como carencia de alcantarillado sanitario, falta de asfaltos en algunos accesos, malezas que sobrepoblan las veredas y cordones, entre otros.

3.1.3. Geología

El Departamento de Alto Paraná está conformado básicamente por unidades estratigráficas de las formaciones Misiones y Alto Paraná, conformadas por rocas de origen sedimentarias y magmáticas, respectivamente.

Las mineralizaciones existentes están de acuerdo a la composición y al origen de las rocas existentes, con importantes concentraciones de metales y elementos que hacen al área potable en exploración mineral y algunas rocas son explotables como aplicación para obras.

El comportamiento tectónico está fuertemente influenciado en la geología del área, los depósitos sedimentarios y magmáticos siguen el comportamiento tectónico en los diferentes períodos de deposición, inclusive en la conformación del drenaje actual, siguiendo siempre padrones estructurales (Castillo y Pistilo, 2005).

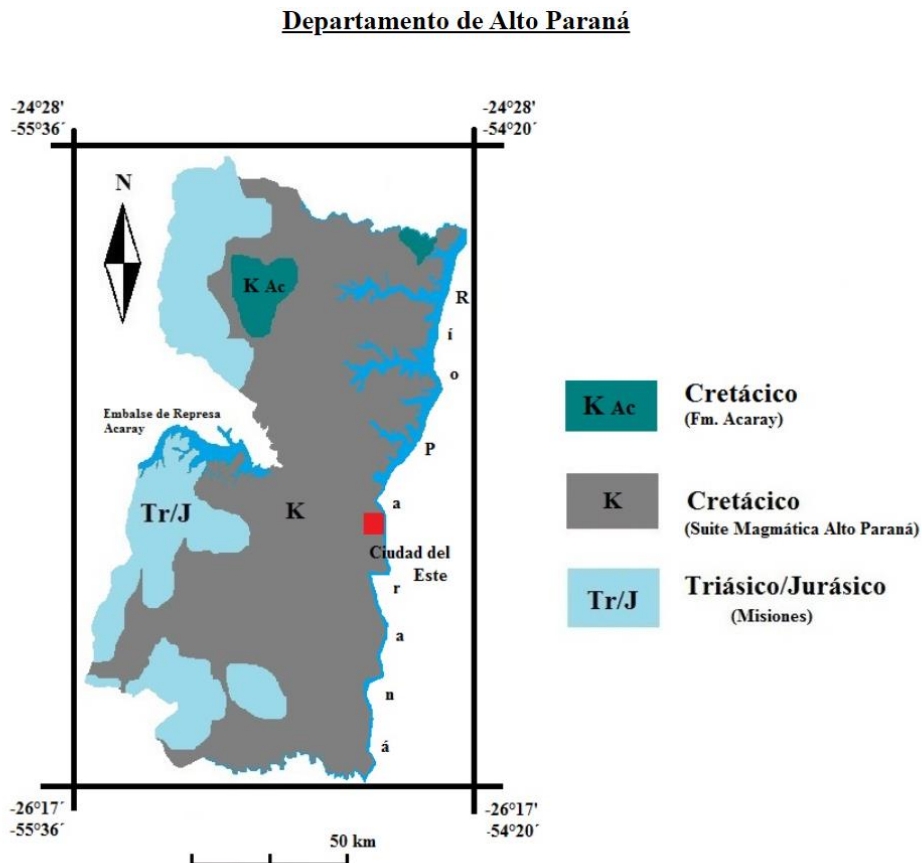


Figura 4. Formaciones geológicas identificadas en el departamento de Alto Paraná (Paraguay).
Fuente: <https://www.geologiadelparaguay.com/daltoparana.htm>

Triásico - Jurásico

- **Formación Misiones**

Los sedimentos de la formación de Misiones afloran en el Paraguay Oriental según la misma dirección estructural de las unidades gondwánicas anteriores. Abarca un área aproximada de 35.000 Km². El contacto basal es por discordancia erosiva con las unidades Carboníferas y del Pérmico.

Cretácico

- **Formación Alto Paraná**

Está constituida por una extensa área de derrame de basaltos, predominantemente toleíticos, que cubren en la cuenca un área de 800.000 Km², con 24.867 Km² en el Paraguay Oriental. La edad del magmatismo está entre 127 y 108 m.a., según Comte y Hasui (1971). La manifestación volcánica está relacionada con la aproximación de un "hot spot" o domo térmico del manto, asociado a la fragmentación de la Pangea, en el proceso de separación de las placas Sudamericana y Africana.

Así, puede observarse el control del cuadro estructural del Paraguay (Figura 4) sobre la situación y cuadro actual de la geomorfología del país.

Su máximo espesor, en el Paraguay Oriental no es conocido, aunque está estimado en más de 700-800 metros en Itaipú, cerca del río Paraná. En la cuenca, el máximo espesor conocido es de 1.980 metros verificado en el pozo I-CB-I-SO en el Estado Sao Paulo, Brasil, próximo al valle del río Paraná. En la Cuenca del Paraná, la Fm. Alto Paraná está correlacionada con la formación Serra Geral.

- **Formación Acaray**

Está constituida por sedimentos en posición estratigráfica supra- basáltica, de edad Cretácica superior presumida. Los sedimentos de esta formación están mal definidos y su inclusión en el mapa Geológico y en la columna estratigráfica del Paraguay, está basada en la insistencia en identificarla, por casi todos los autores que trabajaron en Paraguay y en algunos pocos afloramientos de una arenisca de color rosa, de grano fino (62 a 88 μ y 88 a 125 μ) y micáceas encima de los basaltos de la Formación Alto Paraná, entre Curuguaty y Salto del Guaira. El área de afloramiento de esta formación es de 997 km².

Gran parte de la cubierta arenosa superficial, de edad Terciaria/Cuaternaria, producto de la evolución del relieve es frecuentemente confundida con esta formación, cuando se encuentra encima de los basaltos (Geología del Paraguay, Asociación de Geólogos del Paraguay).

3.1.4. Suelos

Los suelos de Alto Paraná, considerados como los suelos agrícolas más productivos del país, en su gran mayoría fueron originados a partir del basalto, de textura arcillosa fina, consistencia plástica y pegajosa, con buena fertilidad, alta capacidad de retención de humedad, buen drenaje, también de areniscas, de textura gruesa, consistencia friable y áspera, baja fertilidad, retención de agua y nutrientes, relacionadas directamente a condiciones climáticas y material de origen (Gardi et al., 2014). En su clasificación taxonómica predominan suelos de ordenes Oxisol y Ultisol, ambos con baja capacidad de intercambio catiónico y pobre retención de nutrientes de algunos macro y micronutrientes y suelos preferentemente de clase I, II y III, con altas aptitudes para la explotación agrícola (López et al., 1995)

3.1.5. Ecosistemas, flora y fauna

Ciudad del Este, y todo el territorio de departamento de Alto Paraná, se encuentran bajo la región de Bosque Atlántico del Alto Paraná.

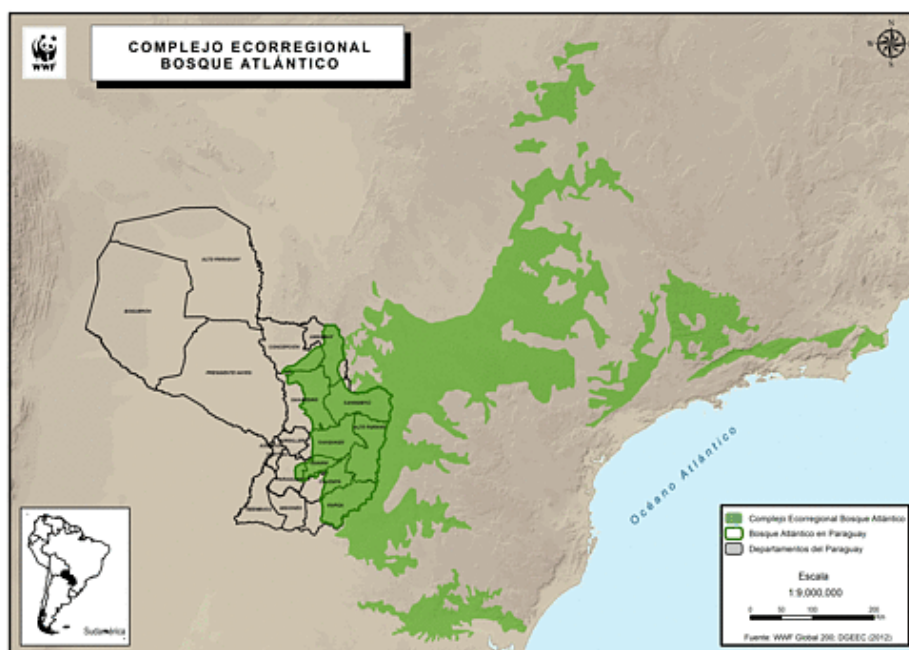


Figura 5. Cobertura original del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA)

Fuente: WWF Paraguay

La ecorregión del bosque Atlántico del Alto Paraná es la más húmeda del Paraguay, se caracteriza por el bosque alto y húmedo que forma parte del Complejo Ecorregional del Bosque Atlántico. Es la ecorregión más deteriorada y más amenazada del Paraguay.

Entre las especies botánicas se encuentran: el helecho arborescente o chachi (*Alsophylla atrovirens*), la yerba mate (*Ilex paraguariensis*), el lapacho rosado (*Tabebuia heptaphylla*), el yvyra pytä (*Peltophorum dubium*), entre otros.

A los efectos de la clasificación de tipos de bosques del país, que emplea el Inventario Forestal Nacional (INFONA)⁶ y los Inventarios Nacionales de GEI (MADES), el Municipio de Ciudad del Este se encuentra localizado en el estrato denominado: “bosque húmedo de la Región Oriental (BHRO)” (MADES/INFONA, 2016)⁷. Este estrato comprende a los bosques altos nativos de la Región Oriental del Paraguay clasificado como bosque higrofitico subtropical (Hueck, 1978), como bosque húmedo templado cálido por Holdridge (1969) y Selva del Alto Paraná por Tortorelli (1966), con alturas que pueden llegar hasta 30 – 40 metros y cuya estructura tiene tres estratos verticales y un sotobosque, considerado como el de mayor biodiversidad del país.

La siguiente figura presenta la localización geográfica de Ciudad del Este sur en relación a los tipos de bosques identificados en el país:



Figura 6. Ubicación de Ciudad del Este sur en relación a los tipos del bosque del Paraguay.

Fuente: Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales por Deforestación en la República del Paraguay para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC (MADES, 2015)

⁶ Instituto Forestal Nacional del Paraguay

⁷ Disponible en: https://redd.unfccc.int/files/paraguay_2016_frel_submission_modified.pdf

El lago Yrendy, ubicado a la altura del kilómetro 12, a unos 800 metros de la ruta PY02, guarda un hermoso legado de la antigua vegetación que alguna vez cubrió toda la región de Alto Paraná. El Lago Yrendy está instalado en el centro de una reserva de bosque de 160 hectáreas a cargo del Instituto Forestal Nacional (INFONA), y pertenece al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El lugar sigue siendo uno de los sitios naturales más hermosos del departamento, conjuntamente con el Parque Lineal del Área 1. Juntos albergan al último remanente del Bosque Atlántico del Alto Paraná y cuenta con una gran extensión de bosques nativos y gran biodiversidad de plantas frutales, medicinales y de otras especies.

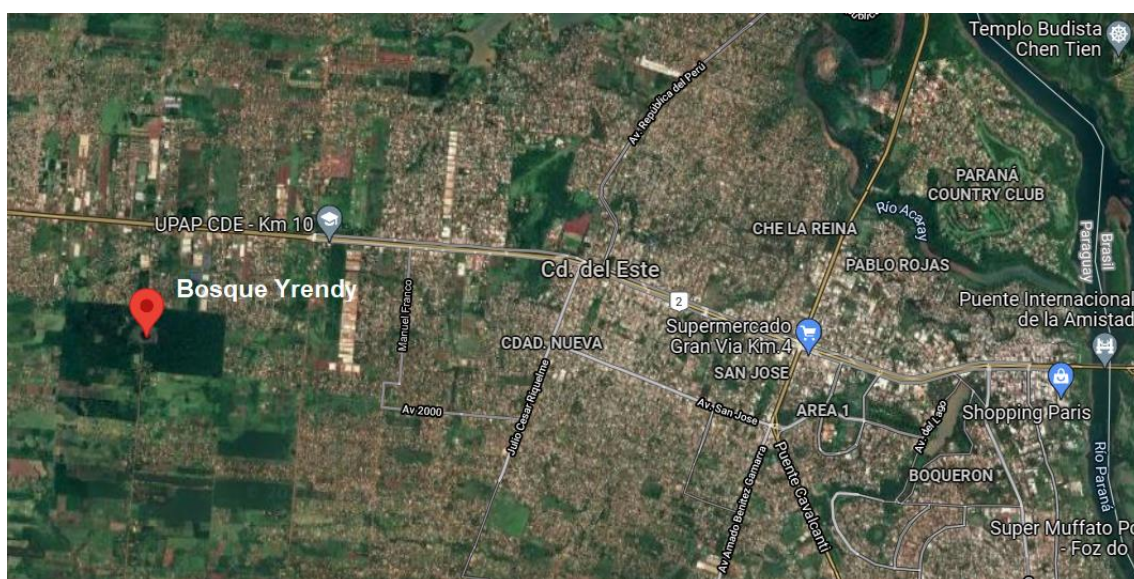


Figura 7. Ubicación del Bosque Yrendy, en relación a Ciudad del Este
Fuente: Imagen de Google Maps

En cuanto a la fauna característica determinada para esta ecoregión del país, se destacan el águila harpía (*Harpia harpyja*), la pava de monte (*Pipile jacutinga*), el mono capuchino (*Cebus apella*), el tapir (*Tapirus terrestris*), el jaguar (*Panthera onca*), la pájaro campana (*Procnias nudicollis*), etc.

3.1.6. Agua superficial y subterránea

El principal curso de agua, y principal carácter fisiográfico de la zona el río Paraná, al este del distrito. A nivel general, el área se encuentra dentro de la Cuenca Superior del Paraná (Cuenca del Plata – río superior del Paraná).

Además, Ciudad del Este cuenta con importantes cursos de agua en su territorio que generan un potencial recurso natural para la vida. En el centro de la ciudad está el Lago de la República, un lago artificial alimentado por el arroyo Amambay, ubicado en el barrio Boquerón de Ciudad del Este, Alto Paraná, Paraguay. Está rodeado de un parque urbano en donde se puede realizar actividades deportivas y recreativas.

El arroyo Amambay, que sigue un curso irregular entre elevaciones a lo largo de 2,6 kilómetros, es la fuente que permitió la formación del lago, con el que en la década de 1960 se esperaba dotar de agua potable a la nueva ciudad, y de un lugar de recreo y esparcimiento para la comunidad fundada en 1957.

Por otra parte, dentro del distrito de Ciudad del Este se dispone en su subsuelo una de las mayores reservas de agua dulce del planeta: el acuífero guaraní.

En línea con lo mencionado, el Municipio se encuentra localizado dentro de los límites definidos por el denominado: “Sistema del Acuífero Guaraní/SAG”, es imprescindible tener en cuenta puntos específicos que requieren una comprensión adicional para asegurar que el agua subterránea del acuífero se pueda manejarse efectivamente en el futuro, incluyendo el manejo y la protección de los recursos ya que el área está ubicada en un lugar de recarga donde hay mucha actividad agrícola. Para ello, se debe evaluar las áreas de riesgo, fuentes y trayectorias de contaminación de los cursos hídricos y determinar la vulnerabilidad del acuífero (Proyecto para la protección ambiental y desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní/SAG, 2008).

En la figura siguiente, se visualiza la localización del departamento de Itapúa en el área comprendida del Sistema del Acuífero Guaraní (SAG).

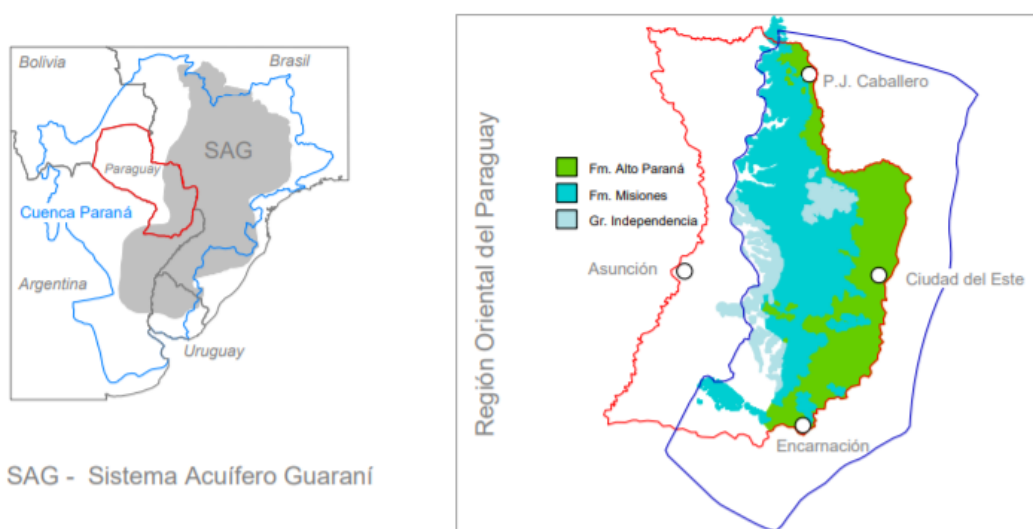


Figura 8. Ubicación del Acuífero Guaraní en América del sur y en la región Oriental del país.

Fuente: SAP-PY, Uso sostenible del Sistema Acuífero Guaraní en la Región Oriental del Paraguay. Volumen 2, Geología e Hidrogeología.

El Acuífero Guaraní es una acumulación de agua dulce mayoritariamente subterránea bajo la superficie de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay que está situada bajo las cuencas de los ríos Paraná, Uruguay, Paraguay, Pilcomayo, Bermejo, Salado.

El Acuífero Guaraní se considera la tercera reserva más grande de agua dulce del mundo, con una superficie aproximada de 1.194.000 km² y su ubicación se encuentra bajo parte de los territorios de Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay. En total, alrededor de 24 millones de personas son las que viven sobre el territorio del Sistema Acuífero Guaraní.

El terreno está formado por un conjunto de areniscas por debajo del nivel del terreno de entre 50 y 1.500 metros de espesor. Las rocas más permeables comenzaron a llenarse de agua filtrada, desde la superficie. A pesar de que este proceso comenzó hace 20.000 años, aún continúa.

Se calcula que el Acuífero Guaraní alberga aproximadamente 30.000 kilómetros cúbicos de agua dulce.⁸ En la parte sur, el techo del acuífero coincide con la superficie del terreno. En la parte norte, el techo del acuífero está cubierto por capas basálticas y el techo de la superficie del SAG desciende hacia el norte hasta una altura de -140 msnm.

3.2. Caracterización socio-económica

Por su población y por su desarrollo económico, es la segunda ciudad más importante del Paraguay después de la capital: Asunción, contando con 312.652 habitantes, y su gran área metropolitana superior a 500.000 habitantes. Anteriormente era llamada «**la Ciudad Jardín**» por la vegetación del área urbana. De los 312.652 habitantes de Ciudad del Este, un poco más del 50% corresponden a hombres, y el 43% tiene entre 15 y 35 años, denotándose una gran cantidad de población joven en el mercado laboral. Según el último censo de la DGEEC en el año 2011 había 73.889 personas ocupadas en Ciudad del Este; lo que, comparado con la cifra total de habitantes mencionada, sobre todo el porcentaje de jóvenes en el mercado laboral, se podría estimar en una informalidad laboral muy alta.

Forma parte de la zona conocida como la “Triple Frontera”, en donde limita la soberanía paraguaya con la del Brasil en Foz do Iguazú, y con la soberanía de la Argentina en Puerto Yguazú. Se considera además como área metropolitana adicional a la población de Foz do Iguazú, debido al constante intercambio diario de personas entre esa ciudad y Ciudad del Este, por motivos comerciales.

La economía de la ciudad se ha diversificado, especialmente en agronegocios, pues en Ciudad del Este se encuentran establecidas las mayores empresas agrícolas del país. Igualmente, a semejanza de lo que ocurre con todo el Paraguay, depende en gran medida del comercio con el Brasil.

Si bien Ciudad del Este no cuenta con áreas rurales, emerge como núcleo regional de otros centros urbanos adyacentes que sí lo tienen, como Hernandarias, (Presidente Franco) y Minga Guazú.

Periódicamente se realizan grandes ferias con ofertas en variados productos, obteniendo millonarias ganancias. En la ciudad existe un gran Mercado de Abasto para comercialización de frutas, verduras, y prendas de vestir, el mismo posee 800 locales comerciales aproximadamente.

El turismo de compras es una de las principales actividades económicas de Ciudad del Este. Esta característica de ciudad eminentemente comercial, dependiendo en gran parte del comercio fronterizo, generó con la pandemia del COVID-19 en el año 2020 una alta tasa de desocupación con las fronteras cerradas, el 50% según un estudio de la Municipalidad de Ciudad del Este⁹.

⁸ Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/acuifero-guarani/>

⁹ Disponible en: <https://www.laclave.com.py/2020/08/25/casi-50-de-la-poblacion-economicamente-activa-de-cde-esta-ociosa-indica-estudio/>.

Esta actividad turística está reforzada por la cercanía de importantes atractivos turísticos, como los Saltos del Monday en el municipio vecino de Presidente Franco; los Saltos del Ñacunday en el municipio vecino de los Cedrales, así como la Represa Hidroeléctrica Binacional de Itaipú, en el municipio de Hernandarias. Además, la Binacional de Itaipú cuenta en Hernandarias con varios sitios turísticos de interés como el Museo de la Tierra Guaraní, el Modelo Reducido de la represa, la Reserva Tati Yupi, y en la misma Ciudad del Este acaban de inaugurar el Parque Lineal, espacio de naturaleza para actividades recreativas.

3.2.1. Población

El censo 2012 (DGEEC) arrojó una población de 281.422 habitantes para el distrito, y para el año 2021 unos 312.652 informados por la Gobernación de Alto Paraná. Según el compendio estadístico de la DGEEC del 2018, había en Alto Paraná 808.172 habitantes, de los cuales 409.994 hombres y 398.178 mujeres, con una densidad de 54,3 habitantes por km², para un territorio de 14.895 km², sea el 3,66% del territorio de Paraguay (DGEEC, 2018).

Según la misma fuente, en el “Censo Nacional de Población y Viviendas del 2012”, consideraremos las *cifras globales de Paraguay en ausencia de cifras específicas de Ciudad del Este*:

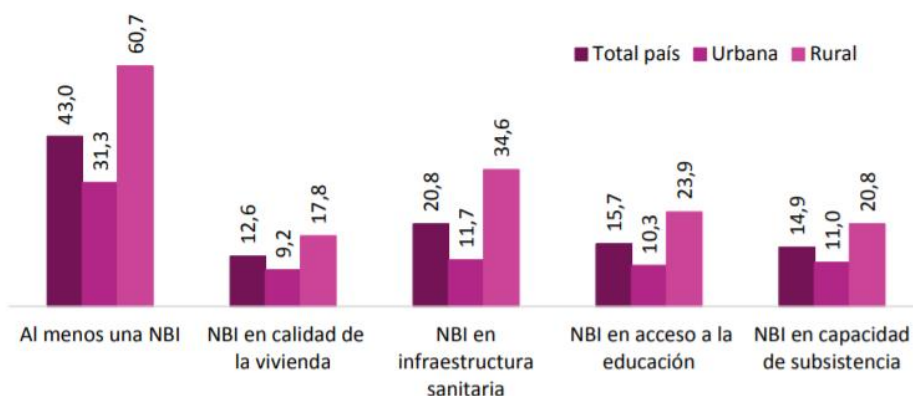


Figura 9. Necesidades básicas insatisfechas (NBI) a nivel país
Fuente: STP/DGEEC, Censo Nacional de población y vivienda (2012)

El 31% de los hogares urbanos, como es el caso de Ciudad del Este, presentan necesidades básicas insatisfechas, el 11.7% de los hogares urbanos presenta deficiencias en cuanto al acceso a agua potable, el 10.3% en acceso a la educación, y el 11% en capacidad de subsistencia (STP, 2012).

3.2.2. Servicios

Situación Actual

Actualmente en Ciudad del Este, existen un total de 150 proveedoras de agua de baja calidad. La cobertura actual de agua potable en el gran Ciudad del Este es de 28%, lo que significa que el resto de la población debe obtener agua de otras fuentes que no son seguras. Respecto al alcantarillado sanitario, la situación es más crítica, puesto que la cobertura es baja,

por lo que la gran Ciudad del Este no posee alcantarillado sanitario, derivando a un problema ambiental muy fuerte, ya que implica que los efluentes van directamente a la calle, a los pozos ciegos y a la contaminación de la propia fuente de agua para consumo de la población (Represa Hidroeléctrica Itaipú Binacional, 2010).

Sin embargo, el Reporte de JICA (2004), afirma que en Ciudad del Este existen 2.132 familias con servicios de agua potable, y 1.024 familias con servicios de alcantarillado, lo que representa una ínfima cobertura.

i. Red de Alcantarillado Sanitario Condominial y agua

Existen varios proyectos en la última década para solucionar el problema de la distribución de agua potable y de ejecución del sistema de alcantarillado en Ciudad del Este, así como en Hernandarias, Minga Guazu y Presidente Franco.

Uno de ellos es el proyecto del Sistema de Alcantarillado Sanitario, el cual se encuentra ubicado dentro del área de prestación de la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP) en Ciudad del Este, que abarca aproximadamente un 53,78% del área total considerada como urbana por la DGEEC (2002)¹⁰

Por su parte, la Itaipú Binacional, ha contratado los servicios de consultoría de la ESSAP, para la elaboración de un anteproyecto para proveer agua potable y alcantarillado sanitario a cuatro municipios de Alto Paraná: Presidente Franco, Minga Guazú, Hernandarias y Ciudad del Este.

El proyecto consiste en brindar una cobertura del 100% de agua potable en las ciudades de mencionadas, utilizando como fuente las aguas del embalse de Itaipú, conforme informaciones de la Unidad de Saneamiento de Agua del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). Además de la proyección de agua potable en las áreas de Alto Paraná, se prevé realizar el sistema de alcantarillado en dichas zonas, para lo cual se analizará los sitios propicios para la futura planta de tratamiento.

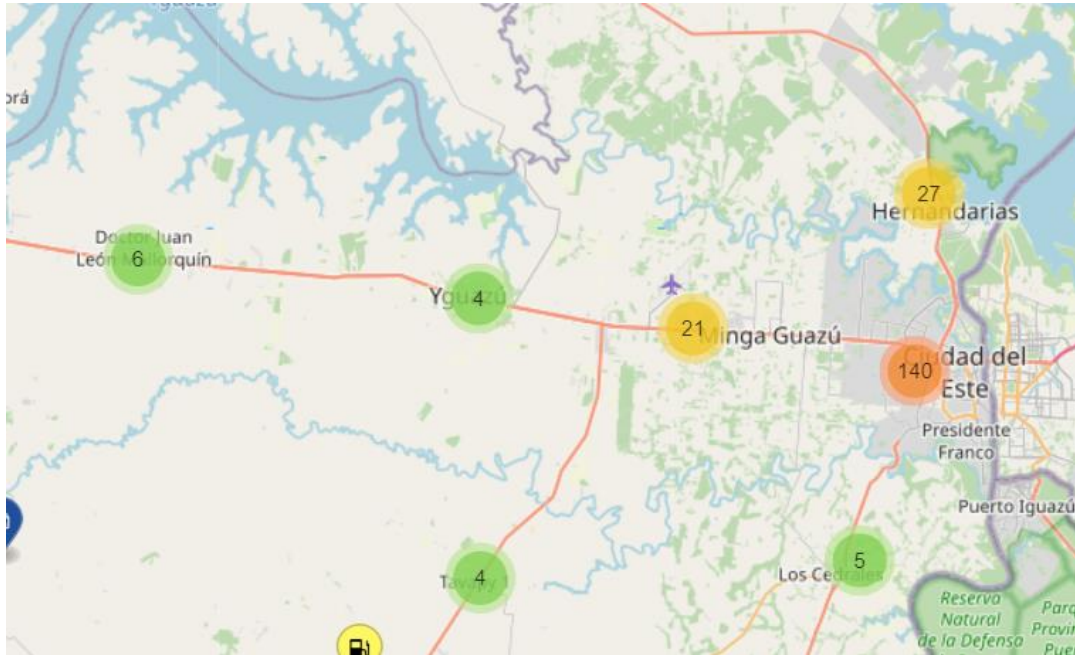
De acuerdo a información de la Represa Hidroeléctrica Itaipú Binacional (2010), la implementación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, que costará en su primera etapa un monto estimado de USD 200 millones. La obra será financiada por la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

ii. Combustible - Gas

Según mapa del MIC¹¹, existen en Ciudad del Este 140 gasolineras distribuidoras de gasolina; además, con una gran parte de ellas distribuyendo gas.

¹⁰ Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA): Empeñamiento "Sistema de Alcantarillado Sanitario de Ciudad del Este - ESSAP S.A.", 2018

¹¹ Disponible en: <http://gis.mic.gov.py/>



Empleando una menor escala, en el mapa se puede ver con más detalle las distribuidoras, con sus emblemas respectivos.

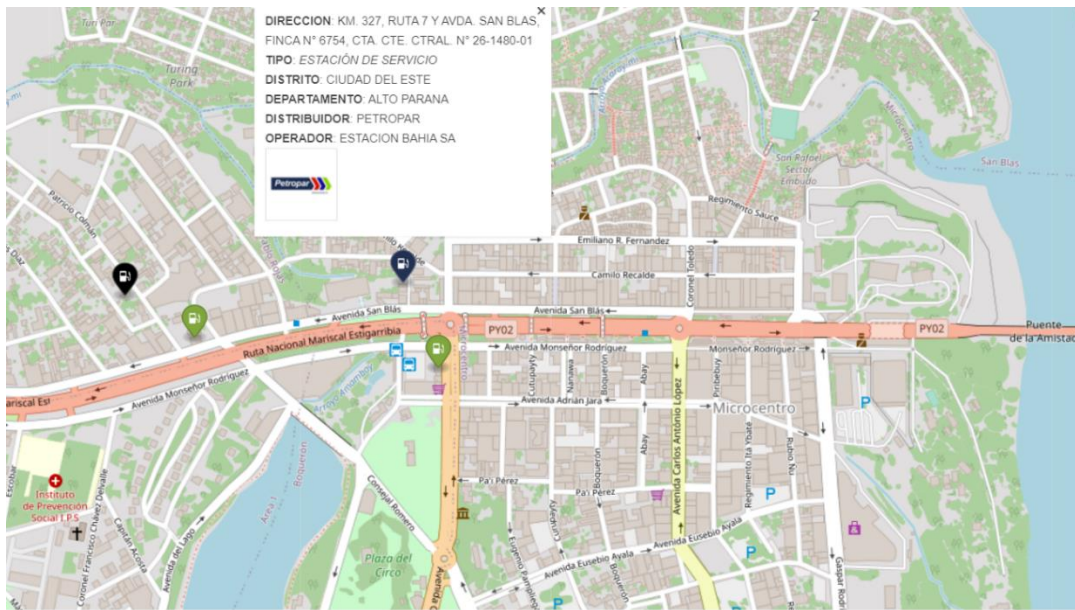


Figura 10. Distribuidoras de combustibles en el área de Ciudad del Este
Fuente: Ministerio de Industria y Comercio (MIC), 2021.

iii. Equipamiento y red vial

Distrito principalmente urbano, la red vial de Ciudad del Este está en su gran mayoría pavimentada, sea asfaltada o empedrada.

iv. *Equipamiento urbano*

Según el INE, Instituto Nacional de Estadística, la cobertura de la energía eléctrica del Alto Paraná es del 98% en el Alto Paraná.

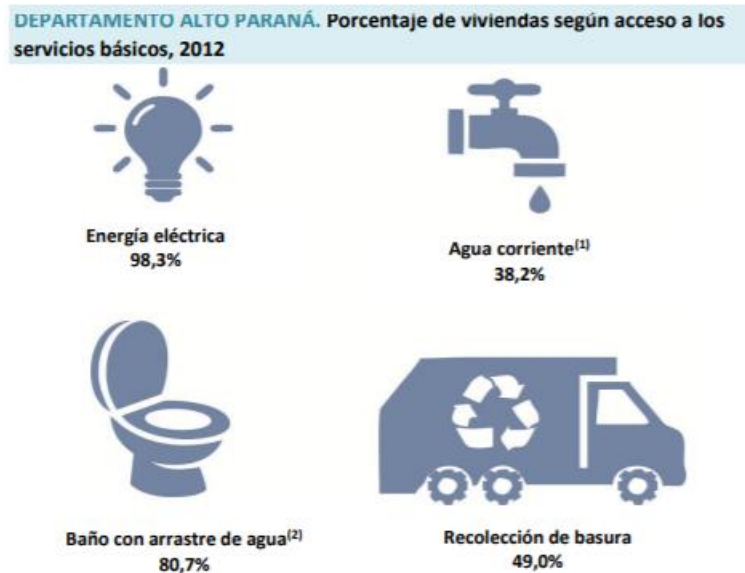


Figura 11. Porcentaje de viviendas con acceso a servicios básicos, en Alto Paraná
Fuente: DGEEC, 2012

4. Capítulo 3: Plan Local de Acción Climática – PLAC: Ciudad del Este

El denominado plan de acción es un documento que está constituido de dos componentes, por un lado, un “Plan de Mitigación”: en el cual se determinan las acciones en ejecución o a ser implementadas, tomando como línea base el año del inventario y proyectadas al año objetivo, para alcanzar la meta de reducción de emisiones de GEI. Y por otro, un “Plan de Adaptación”: que contiene las estrategias orientadas a mejorar la resiliencia de una localidad, es decir, que logre responder de forma rápida y eficaz ante episodios de crisis climática. Es conveniente verificar si una medida de mitigación responde a las necesidades de adaptación y viceversa.

Los Planes de Acción Climática se conciben como herramientas de gestión que deben ser monitoreadas y verificadas periódicamente de forma tal de conocer claramente el grado de avance en las acciones propuestas y las brechas que restan por saldar. Además, pueden y deben ser reformulados a medida que se avanza en el proceso de implementación para ir incorporando modificaciones que reflejen la dinámica municipal sin perder de vista los objetivos planteados y en todo caso, hacerlos más ambiciosos. Se espera entonces, que se piense a los Planes de Acción Climática como un hito en el proceso de mejora continua.

Algunos principios que deben ser considerados a la hora de llevar adelante un proceso de planificación climática:

- Transversal. Debe incluir a aquellos sectores de gobiernos que puedan tener intervención en el área de medioambiente para tener en cuenta a las distintas perspectivas que se tienen de una localidad.
- Integración. Con la agenda general del municipio, y el resto de los planes que se hayan elaborado.
- Multilateralidad. Incorporar a los distintos niveles del estado, en el caso de Argentina, provincial y nacional, y a los actores de la comunidad que puedan acompañar al plan.
- Transparencia. Documentar los procesos de manera tal que puedan ser compartidos y comprendidos por los actores involucrados y permitan hacer un seguimiento de las acciones emprendidas por el gobierno local.

Con la firma del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, el municipio se compromete a presentar, en un plazo no mayor a tres años después de la firma, un Plan Local de Acción por Climática (PLAC). El PLAC toma como línea base los resultados obtenidos, tanto por el Inventario de Emisiones de GEI como por la Evaluación de riesgos y vulnerabilidades climáticas elaborados previamente por el equipo municipal. Ambos componen la etapa de diagnóstico de la situación actual del municipio. El diagnóstico sirve para definir el conjunto de acciones que las autoridades locales llevarán a cabo para alcanzar sus objetivos.

Es importante resaltar que, el Pacto Global de los alcaldes propone una visión integral de la acción climática que debe ser reflejada en los PLAC; de esta forma se debe contemplar objetivos, estrategias y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Un PLAC constituye una herramienta de gestión con el propósito de determinar el grado de avance de las acciones propuestas, lo cual implica un monitoreo periódico. Dichas acciones pueden ser reformuladas a medida que avanza el proceso de implementación y de esta forma puedan reflejar realmente las dinámicas municipales sin perder de vista los objetivos planteados. Para llevar adelante el proceso de definición de acciones se organizan diferentes talleres y encuentros con carácter de capacitaciones y desayunos de trabajo. La logística depende de la distancia entre la oficina de la secretaría ejecutiva del proyecto y el municipio, la disponibilidad horaria o intereses. Las reuniones de trabajo se llevan a cabo en conjunto con los sectores que deben estar involucrados en el proceso. Esto permite generar el compromiso de diferentes actores municipales, estableciendo puntos focales de contacto dentro de cada una de las áreas. Dependiendo de la situación sanitaria a raíz de la pandemia del Covid-19, se considerarán reuniones híbridas o virtuales.

El proceso de definición de acciones inicia con la identificación de las que están en curso y planificadas, estableciendo un contacto con las diferentes áreas del municipio. Se deben considerar, asimismo, acciones que son parte de otros planes y programas a cargo de la municipalidad. También se toman en cuenta, las estrategias planificadas para la localidad y ejecutadas por otros organismos del estado, donde el gobierno municipal participa o tiene injerencia. En el marco del proceso de planificación, es importante el proceso de definición de posibles acciones a llevar a cabo, las estrategias a implementar a futuro, que aún no tienen una planificación detallada, y la incorporación no vinculante de acciones que pueden ser llevadas a cabo por otros actores de la localidad. Sin duda uno de los mayores desafíos para la acción

climática en los gobiernos locales de Paraguay es el acceso a financiamiento para concretar las propuestas de mayor impacto. Si bien, los Municipios destinan parte de su presupuesto a desarrollar acciones de mitigación y de adaptación, las más relevantes en cuanto a la reducción de emisiones de GEI o la de riesgos son aquellas cuyo financiamiento proviene, en parte o totalmente, de otros niveles de gobierno o del sector privado. Aunque el compromiso de los funcionarios y las autoridades municipales es palpable, resulta fundamental promover mecanismos de financiación directa a municipios que permitan ejecutar las obras planificadas.

4.1. Ciudad del Este y su visión

El Plan de desarrollo Sustentable Municipal de Ciudad del Este (2016) menciona que, la visión del Municipio consiste en: “ser una institución moderna, sustentable, líder del desarrollo nacional y modelo regional que brinda servicios de calidad con eficiencia y eficacia, priorizando la participación ciudadana y la actuación honesta, eficiente y transparente del servidor municipal, preservando su identidad y patrimonio cultural”.

Por su parte, la Misión consiste en: “lograr el equilibrio entre el desarrollo humano, económico y social en una ciudad moderna, ordenada, segura, altamente competitiva con servicios públicos de calidad, a través de la participación y concertación con la Sociedad Civil, el Sector Privado (Empresariado), y la cooperación técnica-financiera nacional e internacional, para planes y proyectos enfocados en las necesidades de la comunidad, comprometidos con la calidad de vida de cada ciudadano en un enfoque de valores y principios”.

4.2. Estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero

La estrategia de mitigación comprende uno de los componentes del Plan Local de Acción Climática (PLAC). En el plan, el municipio presenta las principales líneas de acción para reducir las emisiones de GEI al año 2030. Seguidamente, se presenta el Inventario de gases de efecto invernadero (IGEI) del distrito de Ciudad del Este del departamento de Alto Paraná. El objetivo de reducción de emisiones al 2030 y las acciones propuestas para alcanzarlo.

4.2.1. Inventario de GEI

El inventario de gases de efecto invernadero es una herramienta de gestión que tiene por objetivo estimar la magnitud de las emisiones por fuente de GEI, que son atribuidas directamente a la actividad humana en un territorio específico y definido. La estimación de las emisiones se realiza de forma indirecta, esto quiere decir que se realiza en base a información estadística y no con mediciones físicas.



4.2.1.1. Año base del IGEEI y estimación de emisiones - Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC).

El protocolo GPC está diseñado para contabilizar las emisiones de GEI de la ciudad dentro de un año de reporte. El inventario abarca un período continuo de 12 meses, ya sea un año calendario o un año fiscal, de acuerdo con los períodos de tiempo más usados por la ciudad. Las metodologías de cálculo en la GPC cuantifican en general emisiones liberadas durante el año de referencia. En el caso del presente inventario, el año base es el 2019 (año calendario).

Las bases de cálculo utilizadas en el presente inventario de gases de efecto invernadero son las propuestas por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) de la Organización de Naciones Unidas y sigue los estándares definidos por el Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC)¹²

El GPC es el resultado de la cooperación entre el World Resources Institute, C40 Cities e ICLEI y ofrece a las ciudades y gobiernos locales un marco robusto, transparente y aceptado a nivel mundial para identificar, calcular y reportar constantemente los gases de efecto invernadero emitidos a causa de la actividad humana de la localidad. Esto incluye las emisiones liberadas dentro de los límites de las ciudades, así como también aquellas que se producen fuera de la ciudad como resultado de las actividades que ocurren en ella. El GPC establece prácticas creíbles de contabilidad y reportes de emisiones que ayudan a las ciudades a desarrollar una línea de base de emisiones, establecer metas de mitigación, crear planes de acción climática más específicos y seguir el progreso a lo largo del tiempo, además de fortalecer las oportunidades para las ciudades a asociarse con otros niveles gubernamentales y aumentar el acceso al financiamiento climático local e internacional. La fórmula de cálculo general está compuesta por dos factores:

Datos de Actividad (DA): Datos sobre la magnitud de la actividad humana que produce emisiones o remociones durante un período determinado de tiempo. Por ejemplo, en el sector de energía, el nivel de actividad para transporte es la cantidad de combustible que se consume, mientras que en el sector desechos, el nivel de actividad es la cantidad de basura que se genera.

Factor de Emisión (FE): Coeficiente de relación entre el nivel de actividad y la cantidad de compuesto químico que es la fuente de las emisiones. A menudo, los factores de emisión se basan en un muestreo de mediciones promediado con el objetivo de desarrollar un rango representativo de emisión para el nivel de actividad que se presenta en un determinado conjunto de condiciones de operación.

A través de la multiplicación de estos dos factores podemos obtener las emisiones de un determinado gas asociadas a una actividad. Para calcular las emisiones de GEI totales asociadas a la actividad se sumarán los aportes de cada uno de los gases, transformándolos en CO₂e a través de sus GWP¹³.

¹² Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC). World Resources Institute, C40 Cities e ICLEI. Estados Unidos, 2014.

¹³ GWP, por sus siglas en inglés de Potencial de calentamiento global. Ver tabla 1

4.2.1.2. Gases de efecto invernadero (GEI) estimados, sectores y sub sectores

Las ciudades deberán contabilizar las emisiones de los principales GEI definidos en el Protocolo de Kioto (ver Tabla 1). De acuerdo al Tercer Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay (MADES, 2021)¹⁴, el 98,97% de las emisiones que ocurren en el país es cubierto por 3 gases: dióxido de carbono (CO₂) con 45,2%, metano (CH₄) con 35,27% y 18,5% para el óxido nitroso (N₂O). Considerando este contexto, y con el propósito de simplificar las tareas de recopilación de información, únicamente se considerarán las emisiones de estos 3 gases mayoritarios.

Las emisiones de GEI se clasifican, de acuerdo a la estructura del GPC, en cinco sectores principales:

1. Energía estacionaria
2. Transporte
3. Residuos
4. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)
5. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Además, estos sectores están divididos en subsectores, los cuales pueden ser consultados en el GPC.

4.2.1.3. Categorización de las emisiones por alcance

Las actividades que se desarrollan en una ciudad pueden generar emisiones de GEI dentro o fuera de los límites de la misma. Para distinguir entre estas, la metodología GPC agrupa las emisiones en tres alcances según dónde ocurren las emisiones:

- Alcance 1: Emisiones de GEI cuyas fuentes se localizan dentro del límite de la ciudad.
- Alcance 2: Emisiones de GEI ocurren como consecuencia del uso de energía eléctrica proveniente de la red dentro de los límites de la ciudad.
- Alcance 3: Otras emisiones de GEI cuyas fuentes se localizan fuera de la ciudad, que se generan como resultado de actividades que tienen lugar en la ciudad.

¹⁴ Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/IBA3_MADES_pliegos.pdf

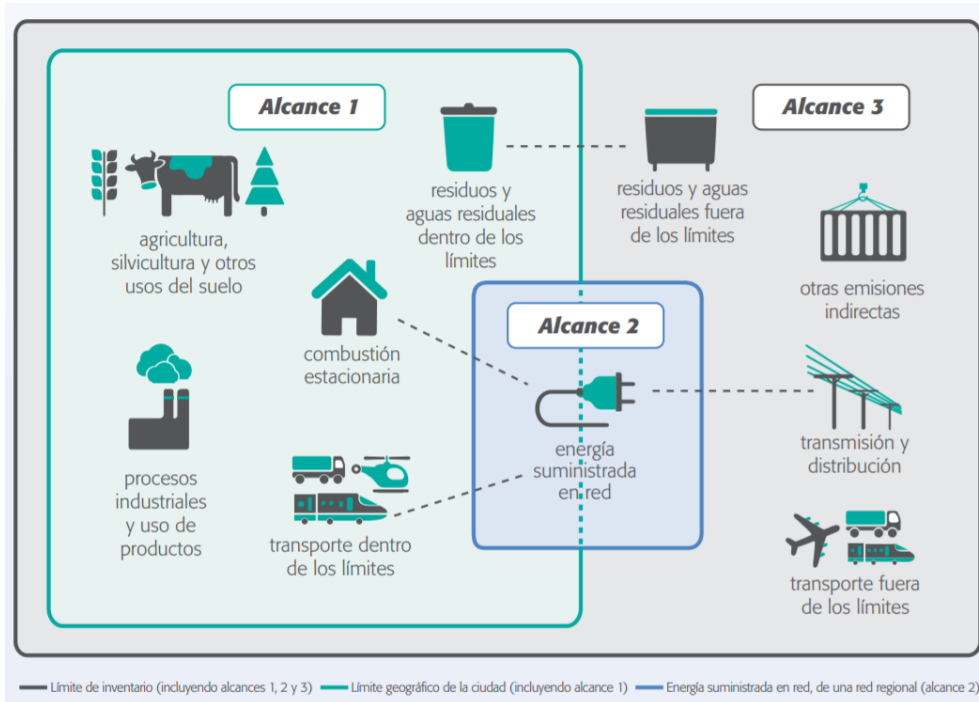


Figura 12. Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad
Fuente: WRI/C40 Cities/ICLEI (2014)

El estándar GPC proporciona dos niveles de presentación de informes que demuestran diferentes niveles de exhaustividad. Primeramente, el nivel BASIC (básico) cubre las fuentes de emisión que se producen en casi todas las ciudades (“Energía estacionaria”, “Transporte” dentro de los límites y “Residuos” generados en la ciudad), donde las metodologías y datos de cálculo están fácilmente disponibles. El nivel BASIC+ (Básico+) tiene una cobertura más amplia: a las fuentes de emisiones consideradas en el nivel BASIC se suman emisiones procedentes de “Procesos industriales y usos de productos”, “Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo”, “Transporte” transfronterizo y “Pérdidas de transmisión y distribución de energía”. El nivel BASIC+ refleja procedimientos de recolección y cálculo de datos más desafiantes. El presente inventario cubre el nivel de reporte Basic completo, agregando algunos de los subsectores correspondientes al nivel Basic+ por la relevancia que revisten en el municipio: “Agricultura y ganadería”. No obstante, por la dificultad de acceso y disponibilidad de la información, así como del conocimiento de la poca significancia en la contribución de las emisiones a nivel local, no se pueden estimar las emisiones/absorciones del subsector “Uso de suelo”, perteneciente al sector “Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo”, como tampoco se estiman las emisiones del sector “Procesos industriales y uso de productos” ni las relacionadas a los viajes transfronterizos en el sector “Transporte”. Por este motivo, no es factible completar un inventario del nivel Basic+.

4.2.1.4. Requisitos para el reporte de las emisiones

El GPC establece que las ciudades deben reportar sus emisiones empleando dos enfoques complementarios, a saber:

- ✓ Enfoque por alcances: esta estructura de reporte permite a las ciudades reportar de manera exhaustiva todas las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que tienen lugar dentro del límite geográfico de la ciudad, categorizando las fuentes de emisión por alcances (Figura 6). El alcance 1 acompañado por el cálculo de algunos subsectores específicos (los residuos tanto sólidos como líquidos generados en otras ciudades, pero tratados dentro de los límites del inventario y la generación de energía para la red eléctrica nacional a través de centrales termoeléctricas) permite calcular las emisiones desde un enfoque territorial que facilita agregar los inventarios de varias ciudades, en consonancia con los informes de GEI a nivel nacional.
- ✓ Marco inducido por la ciudad: el marco inducido por la ciudad mide las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que tienen lugar dentro de los límites geográficos de la ciudad. Esto cubre fuentes de emisiones de alcance 1, 2 y 3 seleccionadas. El estándar GPC proporciona dos niveles de presentación de informes que demuestran diferentes niveles de exhaustividad. El nivel BASIC (básico) cubre las fuentes de emisión que se producen en casi todas las ciudades (energía estacionaria, transporte dentro de los límites y desechos generados en la ciudad), donde las metodologías y datos de cálculo están fácilmente disponibles. El nivel BASIC+ (Básico +) tiene una cobertura más completa de las fuentes de emisiones: a las fuentes consideradas en el nivel BASIC se suman emisiones procedentes de Procesos industriales y usos de productos, Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo, transporte transfronterizo y pérdidas de transmisión y distribución de energía. BASIC+ refleja procedimientos de recolección y cálculo de datos más desafiantes.

4.2.1.4. Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero (IGEI)

Seguidamente, se observa los resultados de las emisiones en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) del Municipio de Ciudad del Este para el año 2019, distribuidas por sector y tipo de alcance, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el GPC.

Tabla 2. Emisiones totales por sector, alcance y marco de reporte – tCO₂e

Nro. Ref GPC	Fuentes de gases de efecto invernadero	Total GEIs (toneladas CO ₂ e)					Territorial
		Inducido por la ciudad					
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Básico	Básico+	
I	Energía	27.514,62	43,71	11,23	27.558,33	27.569,56	27.514,62
II	Transporte	401.824,38	-	-	401.824,38	401.824,38	401.824,38
III	Residuos	209.245,69					209.245,69

IV	Procesos Industriales Y Uso De Productos (IPPU)					-	-
V	Agricultura, Silvicultura y Cambio en el Uso del Suelo (AFOLU)	1.654,88				1.654,88	1.654,88
TOTAL		640.239,57	43,71	11,23	429.382,71	431.048,82	640.239,57
I	ENERGÍA						
I.1	Edificios residenciales	15.089,37	20,84	5,36	15.110,21	15.115,57	15.089,37
I.2	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	9.621,26	0,74	0,19	9.622,01	9.622,20	9.621,26
I.3	Industrias de fabricación y construcción	2.759,72	0,83	0,21	2.760,55	2.760,76	2.759,72
I.4	Industrias de energía	NO	NO	NO	NO	NO	NO
I.5	Actividades de agricultura, silvicultura y pesca	IE	IE	IE	IE	IE	IE
I.6	Fuentes no especificadas	44,27	21,29	5,47	65,56	71,03	44,27
I.7	Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	NO			NO	NO	NO
I.8	Las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural	NO			NO	NO	NO
SUBTOTAL		27.514,62	43,71	11,23	27.558,33	27.569,56	27.514,62
II	TRANSPORTE						
Enfoque utilizado para el cálculo:		Venta de Combustible					
II.1	Terrestre en carretera/ rodoviario	401.824,38	NO	NO	401.824,38	401.824,38	401.824,38
II.2	Transporte ferroviario	NO	NO	NO	NO	NO	NO
II.3	Navegación	IE	IE	IE	IE	IE	IE
II.4	Aviación	NE	NE	NE	NE	NE	NE
II.5	Off-road	IE	IE	IE	IE	IE	IE
SUBTOTAL		401.824,38	-	-	401.824,38	401.824,38	401.824,38

III RESIDUOS							
III.1	Enfoque utilizado para el cálculo:	Compromiso de Metano					
	Residuos Sólidos	178.178,99		-	178.178,99	178.178,99	178.178,99
III.2	Tratamiento Biológico	-			-	-	
III.3	Incineración	-			-	-	
III.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	31.066,70			31.066,70	31.066,70	31.066,70
SUBTOTAL		209.245,69		-	209.245,69	209.245,69	209.245,69
IV PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)							
IV.1	Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales.	NO				NO	NO
IV.2	Emisiones dentro de los límites del municipio de lo uso de productos.	NO				NO	NO
SUBTOTAL		NO				-	NO
V AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)							
V.1	Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio	949,57				949,57	949,57
V.2	Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio					-	-
V.3	Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO2 en la tierra dentro de los límites del municipio	705,30				705,30	705,30
SUBTOTAL		1.654,88				1.654,88	1.654,88
VI OTRAS EMISIONES INDIRECTAS							

NE: No Estimado
NO: No Ocurre.

Considerando los resultados de la tabla 2, en la siguiente se resumen los resultados de las emisiones totales por sector con su respectivo porcentaje de contribución, considerando el total emitido en el año 2019 en Ciudad del Este:

Tabla 3. Emisiones totales por sector– tCO₂e

Sector	t CO ₂ e	Contribución (%)
Energía estacionaria	27.514,62	4,3%
Transporte	401.824,38	62,8%
Residuos	209.245,69	32,7%
Procesos industriales y uso de productos (IPPU)*	NE	NE
Agricultura/ganadería	1.654,88	0,3%
Total	640.239,57	100,0%

Atendiendo a las cifras contenidas en las tablas 2 y 3, resalta el principal aporte del sector **“Transporte”** con **401.824,38 tCO₂e**, representando el **62,8% del total de las emisiones de GEI para el año base de 2019 en Ciudad del Este**. Seguidamente, en orden de magnitud, las emisiones por **“Residuos”** con el **32,7% totalizando: 209.245,69 tCO₂e**. En tercer lugar, las emisiones procedentes del sector **“Energía estacionaria”** con el 4,3% del total del Distrito. En menor medida se generan las emisiones del sector de **“Agricultura/Ganadería”** con el 0,3% de aporte en el total considerado.

Como se mencionó en la caracterización socio-económica (sección 3.2.), el distrito de CDE es eminentemente urbano, y su red vial se encuentra mayormente pavimentada, lo cual explica el alto nivel de emisiones del sector transporte. Esto también puede verse asociado con el significativo número de distribuidoras de combustible y gas presentes en la ciudad.

En relación a las emisiones por **“transporte”**, los datos proceden de la venta de combustibles (tipo diesel, nafta) en el departamento de Alto Paraná, para el transporte por carretera. Esta información fue proveída por la Dirección General de Combustibles del Ministerio de Industria y Comercio (MIC), para el año base 2019. Se descartan las emisiones de GEI por transporte ferroviario y por aviación, debido a que el municipio no cuenta con aeropuerto tampoco con un sistema de transporte ferroviario. En cuanto al transporte de navegación, la información disponible corresponde a la venta total en el departamento de Alto Paraná, por lo que es imposible discriminar la proporción que afectaría exclusivamente a Ciudad del Este.

Por su parte, las emisiones de GEI en el sector de **“Residuos y tratamiento de efluentes”**, los resultados indican un total de 209.245,69 tCO₂e. El insumo para la estimación de estas emisiones procede de la tasa promedio de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) de alrededor de 1,2 kg/habitante/día promedio para localidades con población de más de 100.000 habitantes en el país (Plan Maestro de la gestión de residuos comunales en la región Oriental del Paraguay, STP/KfW, 2003)¹⁵. Para escalarla al distrito de Ciudad del este se empleó el dato de población

¹⁵ Disponible en:

https://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&alias=26-evaluacion-

(con una proyección de resultados al año 2019). Para las estimaciones de las emisiones por tratamiento de efluentes, se asumió que se emplea sistema séptico en su totalidad (100% de la población del distrito), considerando que la DGEEC no reporta oficialmente la existencia de un sistema de alcantarillado pese a que existen informaciones que poco más de 1000 familias cuentan con alcantarilla (igualmente representa un número ínfimo en relación a la población total del distrito, menor al 1%).

En relación a las emisiones del sector: “Energía estacionaria”, las mismas se generaron principalmente por la combustión de biomasa (empleo de leña, carbón y desechos de madera, información contenida en el Balance Energético Nacional del Vice Ministerio de Minas y Energía/VMME del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones/MOPC); las cuales se incluyen como emisiones bio-génicas y no forman parte de esta contabilización de contribuciones de GEI con efectos negativos en el cambio climático. Las emisiones contabilizadas corresponden a la fracción de CH₄ y N₂O (considerando su equivalencia de acuerdo a los valores del potencial de calentamiento global empleados en el inventario de GEI, incluido en el Tercer IBA del Paraguay), generadas por la combustión de biomasa, y otra parte al CO₂ generado por la combustión de gas envasado o *fuel oil* para la generación de energía eléctrica o calor en el subsector comercial.

Finalmente, la información para las estimaciones de las emisiones por “Agricultura/Ganadería”, atendiendo a “datos de actividad”: número de cabezas de ganado (bovino, porcino, equino, caprino y ovino) y aves de corral procede de fuente por distrito, proveído por el Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA) y la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias (DCEA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), correspondiente al año 2019. Mientras que la cantidad de nitrógeno en fertilizantes, en estiércol animal para compost, en orina y estiércol depositado en pastura, así como el contenido en residuos de cosecha proceden de prorrateo (escala a nivel de municipio) de información departamental (Alto Paraná). La información de superficies de cultivos agrícolas fue extraída del mapa de cobertura forestal y cambios en la cobertura del año 2019, elaborado por el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF del INFONA/MADES) y de las cifras que publica la Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC) en relación a superficies de cultivos temporales por departamento (rubros agrícolas principales).

Este resultado de emisiones por actividades de agricultura/ganadería corresponden al básico+, constituyéndose el sector con menor contribución en Ciudad del Este.

En la figura de abajo, se visualiza la distribución en términos porcentuales de la contribución de cada uno de los sectores identificados como fuentes de emisión de GEI para Ciudad del Este:

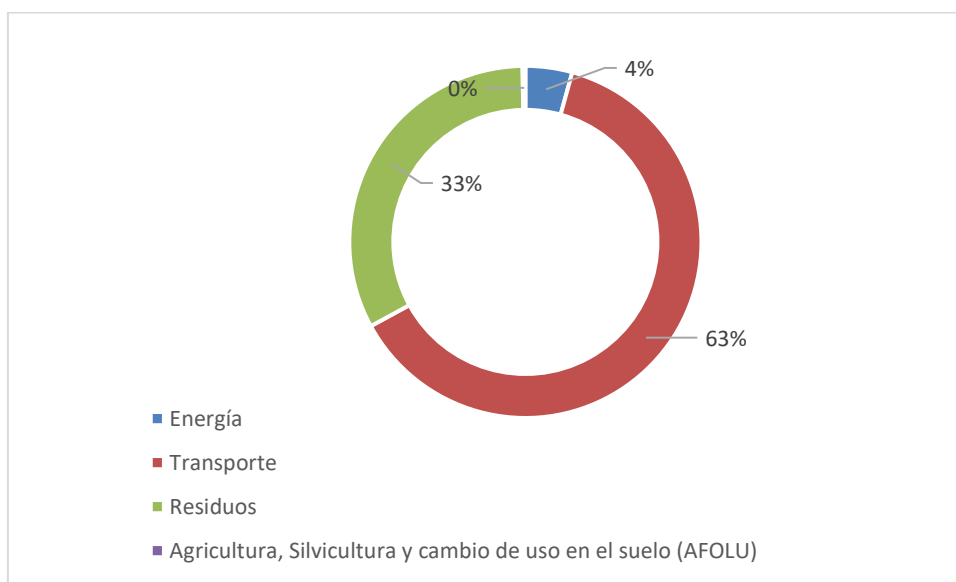


Figura 13. Distribución de las emisiones de CO₂ equivalente (tn) por sector, en Ciudad del Este.
Fuente: elaboración con base en resultados del IGEI

4.2.2. Objetivo de reducción de emisiones de GEI

Los objetivos de mitigación son compromisos para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel específico para una cierta fecha. El establecimiento de objetivos de reducción de GEI es un proceso técnico y político; y la manera en que se definen dependerá de las circunstancias, las capacidades y posibilidades, así como el apoyo disponible y otras consideraciones de factibilidad a nivel nacional o regional. De acuerdo a lo establecido en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en 2015 Paraguay presentó su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). En ella el país propone alcanzar un 20% de reducciones en base al comportamiento de las emisiones proyectadas al 2030. Un escenario de referencia es una estimación que representa condiciones hipotéticas en el caso de no desarrollar acciones de mitigación. Estos objetivos suelen mencionarse como objetivos de las operaciones regulares o en ausencia de acciones BAU (*Business-as-usual*).

Por su parte, el documento de la actualización de la NDC de la República del Paraguay, presentado en el año 2021, menciona que: “atendiendo del componente de Mitigación, si bien no se plantea explícitamente un incremento de la meta en relación al 20% comprometido en el 2015, el ajuste de la línea de base implica una menor proyección de emisiones de los GEI al 2030, tomando en consideración la menor expansión económica proyectada (crecimiento esperado, conforme al promedio de crecimiento histórico del PIB $\leq 3,17\%$ durante la última década, en lugar del 6,60% considerado en el 2015 conforme al PND Paraguay 2030).

Este hecho implica que, si bien no se plantea “*per se*” una meta de mitigación más ambiciosa que la del año 2015, la proporción incondicionada del 10%, contempla un mayor desafío coyuntural para el país en términos de: - Utilización del presupuesto público y gestión de los recursos internacionales para la acción climática. - Necesidad de reactivación económica y promoción de opciones de recuperación verde ante los impactos de la pandemia por el SARS-COVID19, en el contexto del desarrollo sostenible (MADES, 2021)¹⁶.

4.2.2.1. Escenario de emisiones de GEI en Ciudad del Este

El Tercer Informe Bienal de Actualización del Paraguay – IBA 3 (DNCC/MADES, 2021) presentado en el mes de agosto del año 2021, reporta el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) en el período: 1990 - 2017 por sector de actividades (el sector de “energía”, también incorpora las emisiones por “transporte” y las emisiones del sector “agricultura” incluye las de las actividades ganaderas).

A través de ecuaciones de tendencia, las mismas se proyectaron al año 2030, según indica la siguiente tabla con los valores a partir del año 2018 (resaltados en verde).

¹⁶ Disponible en:

https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/ACTUALIZACION%2093N%20DE%20LA%20NDC%20DEL%20PARAGUAY_Versi%C3%B3n%20Final.pdf

Tabla 4. Emisiones proyectadas al 2030 a nivel nacional, sectores Energía, Residuos y Agricultura

Año	Energía	Residuos	Agricultura
1990	2.491,0	554,0	14.957,0
1991	2.464,0	564,7	13.690,8
1992	2.792,3	582,9	15.616,5
1993	3.147,0	603,1	17.197,7
1994	3.617,1	620,5	17.443,5
1995	4.051,9	641,2	17.533,5
1996	4.018,5	661,0	17.663,1
1997	4.415,3	693,8	17.752,5
1998	4.564,3	718,4	17.645,6
1999	4.547,2	745,7	17.482,6
2000	3.785,0	721,9	17.785,7
2001	3.938,1	751,8	17.766,7
2002	4.090,1	821,0	16.992,0
2003	4.234,7	839,6	17.300,0
2004	4.256,3	871,4	17.399,8
2005	3.950,4	904,6	17.663,3
2006	4.036,6	925,7	18.385,7
2007	3.834,7	928,0	18.832,8
2008	4.415,9	952,3	19.451,0
2009	4.643,7	996,1	20.854,7
2010	5.151,0	1.033,5	21.873,3
2011	5.355,5	1.078,0	21.809,3
2012	5.235,4	1.108,8	23.918,6
2013	5.384,2	1.126,6	24.641,8
2014	5.656,0	1.151,6	25.590,2
2015	6.169,6	1.167,0	25.459,1
2016	7.272,0	1.250,4	25.023,2
2017	8.116,7	1.293,4	25.027,2
2018	5.307,0	1.428,0	30.040,1
2019	5.351,9	1.476,2	31.163,9
2020	5.395,7	1.525,7	32.333,9
2021	5.438,4	1.576,4	33.550,2

2022	5.480,2	1.628,4	34.812,7
2023	5.521,0	1.681,6	36.121,4
2024	5.560,9	1.736,1	37.476,4
2025	5.600,0	1.791,9	38.877,5
2026	5.638,3	1.848,9	40.325,0
2027	5.675,8	1.907,2	41.818,6
2028	5.712,6	1.966,7	43.358,5
2029	5.748,6	2.027,5	44.944,6
2030	5.784,0	2.089,6	46.576,9
Ecuación de proyección al 2030	y = 132,98x - 261940	y = 26,766x - 52759	y = 378,89x - 739717

Fuente: IBA 3 (2021).

Con estas proyecciones se obtuvieron las variaciones relativas entre 2019 (año base del inventario distrital) y el 2030 (año objetivo) las cuales se tuvieron en cuenta para la preparación del escenario tendencial en Ciudad del Este. Según estas estimaciones, el sector de Residuos un aumentaría en un 23%, el de Energía (que incluye transporte) un 22%, y el sector “agricultura/ganadería” aumentaría un 16% en este período, a nivel nacional.

Además, se contempló un ajuste de acuerdo al aumento poblacional esperado de acuerdo a datos de la DGEEC. Este factor contempla el crecimiento distrital en relación al nacional. Para Ciudad del Este se proyecta para el 2030 una población 8,2% mayor que en el 2019, mientras que en todo el territorio paraguayo este valor sería de 15,2%. De esta forma el factor de ajuste es de 0,54.

Así, considerando las emisiones por sector para el distrito y el factor previamente mencionado se obtuvo el siguiente escenario al 2030.

Variación emisiones distrital 2019-2030 Agricultura/ganadería (%) = $16,5\% * 0,54 = 9\%$

Variación emisiones distrital 2019-2030 Energía (%) = $22,34\% * 0,54 = 12\%$

Variación emisiones distrital 2019-2030 Residuos (%) = $22,97\% * 0,54 = 12,5\%$

Tabla 5. Escenario de emisiones al 2030 para Ciudad del Este

Sector	Emisiones (tCO _{2e})		Variación 2019-2030
	2019	2030	
Agricultura	1.654,88	1.803,01	9%
Energía + Transporte	429.339,00	481.386,22	12%
Residuos	209.245,69	235.327,10	12,5%
Total	640.239,57	718.516,33	

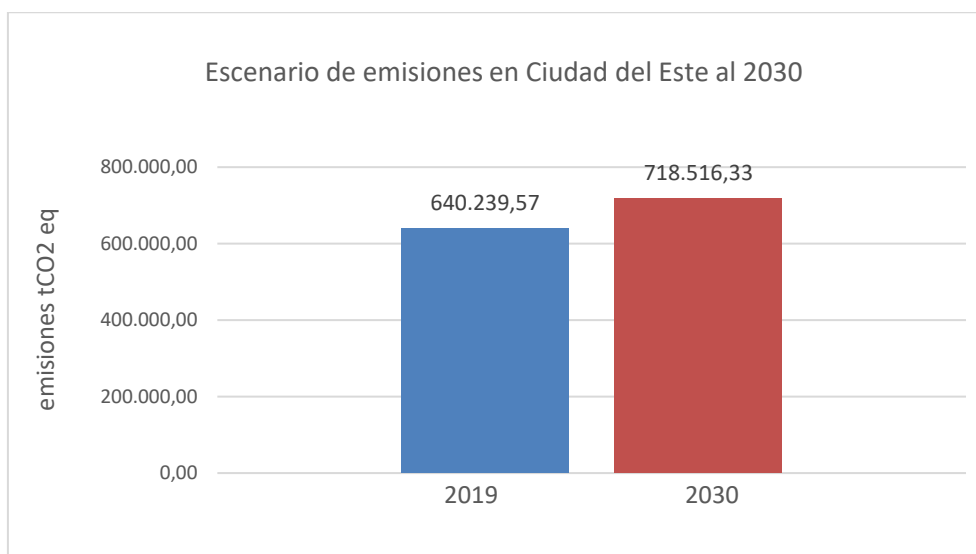


Figura 14. Escenario de emisiones BAU al 2030 para Ciudad del Este

En un escenario tendencial, sin la implementación de acciones de mitigación, las emisiones podrían ascender a 718.516,33 tCO₂e. Este valor se tomará como base para la definición de la meta de mitigación al 2030.

4.2.2.2. Meta de reducción de emisiones en Ciudad del Este

Tomando como referencia la meta de reducción de emisiones presentada por el país y acorde a lo establecido en el Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, Ciudad del Este se compromete a reducir sus emisiones de gases de efecto en al menos un 20% respecto al escenario BAU al 2030. De esta forma, en 2030, Ciudad del Este no debe emitir más de 574.813,06 tCO₂e.

4.2.3. Acciones de mitigación al 2030

Ciudad del Este, en el marco de los compromisos asumidos a través de su Plan de desarrollo Municipal¹⁷, que a su vez fue concebido conforme lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo del Paraguay (PND 2030) ha definido un conjunto de acciones a fin de lograr los objetivos propuestos. Algunas de ellas se encuentran en estado de ejecución y otras se han proyectado para implementarse en un futuro cercano. Todas estas acciones o propuestas están relacionadas a los Planes Sectoriales Nacionales de Cambio Climático, los cuales plantean las estrategias de los entes competentes para ejecutar las medidas de mitigación y adaptación conforme a la Contribución Nacional Determinada presentada por el país ante la CMNUCC.

En línea con lo mencionado, en el año 2015, los líderes mundiales adoptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), un conjunto de 17 objetivos para erradicar la pobreza, proteger el

¹⁷ Disponible en: http://geo.stp.gov.py/user/stp/viz/d4b6fdc2-4e0a-11e6-967e-b6fa9714a3b6/public_map



planeta y asegurar la prosperidad para todos. Dada la relevancia de estos, fueron considerados en el análisis de la planificación de las acciones.

Estas acciones previstas en el Municipio, están vinculadas estrechamente al Plan nacional de mitigación del cambio climático y sus programas de acción, los cuales apuntan a ser la sección operativa del plan a través de iniciativas consideradas “piloto”. Al respecto, se pretende poner en marcha acciones tendientes a reducir las emisiones y aumentar los sumideros. Estos “programas de acción” pueden ser replicados en algunos casos a escalas mayores en caso de verificarse éxito en la ejecución o en el caso de contar con fuentes de financiamientos más ambiciosos¹⁸.

El Plan Nacional presenta 6 programas de acción; 4 programas referentes al sector energético, 1 programa correspondiente al sector uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura y 1 programa concerniente al sector residuos, a saber:

Programa 1: Gestión Integral del Sector Transporte

Programa 2: Cocina Limpia. Construcción de Fogones de uso eficiente de biomasa condicionada a reforestación

Programa 3: Sustitución de cocinas con Gas Licuado de Petróleo (GLP) por cocinas a inducción en área urbana

Programa 4: Chaco-Bosque: Uso sustentable de los bosques chaqueños

Programa 5: Restauración Funcional de Paisajes Forestales (RFPF)

Programa 6: Gestión de Residuos

Programa 7: Arquitectura sustentable

Seguidamente, se presenta un resumen de las acciones incluidas en la estrategia de mitigación de Ciudad del Este, desglosadas para los sectores de: Energía, Transporte, Residuos y Agricultura/Ganadería.

4.2.3.1. Acciones del sector Energía

La Estrategia Nacional de mitigación (MADES, 2014) menciona como principales líneas de acción y en consecuencia son aplicables a Ciudad del Este: el reemplazo en la utilización del gas licuado de petróleo (GLP) por energías consideradas como renovables, así como la adopción de medidas de eficiencia energética para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y en la calefacción. Asimismo, el Plan de desarrollo Municipal (Municipalidad de Ciudad del Este, 2016), prevé las siguientes acciones en cuanto a la instalación de agro industrias, considerando que constituye la principal actividad económica actual: Gestionar alianzas con la ANDE para el mejoramiento del servicio en la comunidad, concretamente estableciendo un convenio de cooperación con la entidad para una más eficiente distribución de la energía eléctrica.

¹⁸ Disponible en: <http://dncc.mades.gov.py/mitigacion/plan-nacional-de-mitigacion>

Tabla 6. Acciones propuestas para el sector de energía, en Ciudad del Este

Objetivo estratégico:	Acción prevista:
Aprovechar la energía limpia y renovable	Plan de Energía eléctrica diferenciada para el área industrial.

4.2.3.2. Acciones del sector Transporte

Las medidas de mitigación propuestas para reducir las emisiones atribuidas al sector “transporte” (en línea con lo dispuesto en mencionado Plan de mitigación nacional) son: el cumplimiento efectivo de la Ley N° 2748/05 de “fomento de los biocombustibles” y respectivos sus decretos reglamentarios.

Para el adecuado cumplimiento de esta normativa, es preciso realizar el fomento o promoción en la utilización de vehículos más eficientes, la transición a modos alternativos de transporte y utilización de transportes colectivos (ómnibus) más eficientes en cuanto a tipo de combustible empleado.

El Plan de Desarrollo Municipal contempla las siguientes medidas, para algunas de ellas, se necesita trazar la estrategia territorial y definir un tiempo de aplicación/ejecución.

Tabla 7. Acciones propuestas para el sector de transporte, en Ciudad del Este

Objetivo de desarrollo municipal:	Acciones previstas:
Ampliar el sistema de red vial	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ampliación del sistema de red vial para el mercadeo de productos. 2) Proyección de sistema vial circunvalatorio – Costanera Pdte. Franco-CDE-Hernandarias 3) Conexiones intermunicipales
Objetivo de desarrollo municipal:	Acciones previstas:
Mejorar el servicio de Transporte	<ol style="list-style-type: none"> 1) Renovación de unidades 2) Modernización del sistema 3) Control del sistema de escape de gases en unidades vehiculares del servicio público por ordenanza
Estrategia:	Acciones previstas:
Regionalización y Diversificación Productiva	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ampliar el sistema de red vial 2) Promover el Ordenamiento territorial 3) Aprovechar la energía limpia y renovable 4) Mejorar el servicio de Transporte 5) Implementar el Plan Urbanístico

Promover el Ordenamiento territorial	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ejecutar el Plan Maestro de Desarrollo Urbano a corto, mediano y largo plazo (Organización del Sistema Vial, Transporte Público y Uso de Suelo). 2) Promover el Desarrollo armónico y sostenible. 3) Traslado de familias de zonas inundables. 4) Crear nueva estructura de ciudad policéntrica contemplando el desarrollo equitativo de otras áreas. 5) Racionalizar la estructura del sistema urbano – ocupación desordenada 6) Zonificación de la ciudad conforme a oportunidades ofrecidas – resguardo y desarrollo paisajístico
--------------------------------------	--

4.2.3.3. Acciones del sector Residuos

De acuerdo al Plan de desarrollo Municipal (Municipalidad de Ciudad del Este, 2016), el municipio tiene como propósito:

Tabla 8. Acciones propuestas para el sector de residuos, en Ciudad del Este

Objetivo de desarrollo municipal: Proteger y conservar el ambiente	Acción prevista: Programa comunitario de reciclado de residuos.
Estrategia: Sostenibilidad del Hábitat Global	Realizar obras de desagüe y alcantarillado Ampliación de redes de desagüe y alcantarillado. Canalización de cursos de agua en áreas habitadas- (Barrio Che La Reina).
Objetivo de desarrollo municipal: Creación de Políticas de preservación	Control de derrame de efluentes en cursos de agua
Objetivos de desarrollo municipal: Proteger y conservar el ambiente Proveer Servicios Básicos de calidad	Controlar los asentamientos en franjas de retiro sobre ríos, lagos y arroyos. Ampliar del servicio de provisión de agua potable con implementación de la LEY DE AGUA - planta de tratamiento Control y ampliación del sistema servicio de Recolección de Residuos. Modernizar el sistema de Disposición final de Residuos – mejorando el sistema de R.S.U. e Industrial. Control del uso adecuado del Vertedero

4.2.3.4. Acciones del sector Agricultura/Ganadería

Para las actividades relacionadas a la producción agrícola y ganadera, y que suponen una fuente importante de emisiones de GEI en Ciudad del Este y en todo el país, se propone en forma general: la utilización eficiente de los fertilizantes sintéticos, el manejo eficiente del estiércol en sistemas de pastizales y silvopastoriles. Además, el fomento de la inclusión de alimentos y suplementos que disminuyan el volumen de la fermentación entérica. Por otra parte, cabe destacar que, es fundamental el manejo adecuado de las pasturas, al contribuir en la mejora de la fertilidad del suelo incorporando hojarasca y nutrientes al suelo.

Por su parte, el Plan de desarrollo Municipal (Municipalidad de Ciudad del Este, 2016), menciona como objetivos de desarrollo:

Tabla 9. Acciones propuestas para el sector de agricultura/ganadería, en Ciudad del Este

<p>Objetivo de desarrollo municipal:</p> <p>Fomentar la reforestación</p>	<p><i>Acción prevista:</i></p> <p>Apoyar proyectos de reforestación con otras instituciones</p>
<p>Objetivos de desarrollo municipal:</p> <p>Promover el uso sostenible de recursos naturales</p> <p>Promover el cuidado de las Áreas Verdes</p>	<p><i>Acciones previstas:</i></p> <p>Crear Programa de conservación del medio ambiente.</p> <p>Mejorar del Lago Yrendy a través de un programa comunitario.</p>

4.3. Estrategia de adaptación al año 2030

Los cambios producidos en el ambiente por la actividad humana tienen consecuencias sobre las condiciones de vida de la población, afectando con mayor intensidad a los sectores de mayor vulnerabilidad. Por ello, las políticas gubernamentales deben estar orientadas a la amortiguación, planificación de respuestas y protección de los sectores más vulnerables.

La capacidad de una sociedad de adaptarse a los impactos del cambio climático depende de una multiplicidad de factores interrelacionados: su base productiva, las redes y prestaciones sociales, el capital humano, las instituciones y la capacidad de gestión, los ingresos nacionales, la salud y la tecnología disponible, la infraestructura existente, entre otros. Uno de los factores más influyentes es la existencia de políticas de desarrollo planificadas. El grado en que una sociedad puede responder exitosamente a los desafíos que plantea el cambio climático está íntimamente conectado con el desarrollo social y económico. Las comunidades con menos recursos económicos presentan un mayor riesgo de impactos negativos frente a eventos extremos como sequías, inundaciones y tormentas.

La Estrategia de Adaptación tiene como finalidad tomar conciencia de la relevancia de anticiparse a los hechos e identificar los riesgos existentes para Ciudad del Este y, de esta manera, pensar acciones para adaptar o detener algunos de los posibles impactos. Es importante destacar que, de esta manera, se logrará proteger y preparar a la población para afrontar las distintas adversidades a las que el cambio climático nos enfrenta.

De acuerdo con el IPCC, el riesgo de desastres es la posibilidad de que se produzcan impactos con efectos adversos en el futuro. Está en función de los peligros (amenazas), de los elementos expuestos y de su vulnerabilidad. El riesgo frente al cambio climático entonces deriva de la interacción de procesos sociales y climáticos.

El peligro (o amenaza) se refiere a los cambios en las variables climáticas (aumento/disminución de precipitación, temperatura, vientos, otros) y a la ocurrencia de eventos climáticos extremos (inundaciones, lluvias torrenciales, sequía, granizo, vientos fuertes, aludes, entre otros) que pueden tener efectos adversos sobre los elementos vulnerables expuestos (población, sistema productivo, red vial, servicios básicos, entre otros).

El término exposición se refiere a la existencia de personas, medios de vida, ecosistemas, recursos y servicios ambientales, infraestructuras y activos económicos (sociales o culturales) que pueden verse afectados de manera adversa por un evento o tendencia climática.

La vulnerabilidad hace referencia a la valoración del territorio, sus sistemas o sectores y elementos o especies, en función de su propensión o predisposición a verse afectado por una amenaza climática. Se explica a través de dos componentes: la sensibilidad, que representa el grado de afectación del sistema o de la población, y la capacidad adaptativa, que se define como la habilidad de los sistemas, instituciones, seres humanos u otros organismos para asumir los potenciales efectos del cambio climático. La caracterización de la vulnerabilidad es clave para saber cómo puede la población verse afectada por ciertos peligros y establecer mecanismos de adaptación y políticas efectivas, orientadas a la disminución de la exposición y de la sensibilidad o al fortalecimiento y mejora de la capacidad de respuesta.

4.3.1. Evaluación de las amenazas

Con el objetivo de evaluar qué cambios han tenido lugar y cuáles son los cambios esperados para las próximas décadas en las variables climáticas relevantes a nivel local se describen las tendencias climáticas históricas de temperatura y precipitación, así como también las proyecciones climáticas a futuro, bajo distintos escenarios.

Asimismo, se analiza información recopilada de distintas fuentes acerca de los fenómenos climáticos extremos que tienen lugar en Ciudad del Este, y que resultan amenazas significativas, al igual que la presencia de enfermedades en la región.

Cabe destacar que para el desarrollo de los puntos siguientes se consultó el registro de datos de la plataforma “Desinventar”, sitio web impulsado por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, por sus siglas en inglés), que contiene registros de desastres para numerosos países desde la década del 80.

a) *Tendencias climáticas históricas*

Precipitaciones

La Evaluación de la Vulnerabilidad y Estrategias de Adaptación de la Región Trinacional (EVEART) (University of Leeds), publicado en 2017, exhibe un análisis de los registros históricos de la precipitación diaria de esta estación meteorológica de Ciudad del Este.

El período estudiado abarcó 41 años de datos, entre 1966 y 2006. Se analizó la cantidad anual de precipitación a lo largo de los años y durante este período la precipitación anual media fue de 1.795 mm/año. Además, se estimó una tendencia positiva de la precipitación anual, lo que indica que la cantidad de precipitación está aumentando a lo largo de los años (Figura 15).

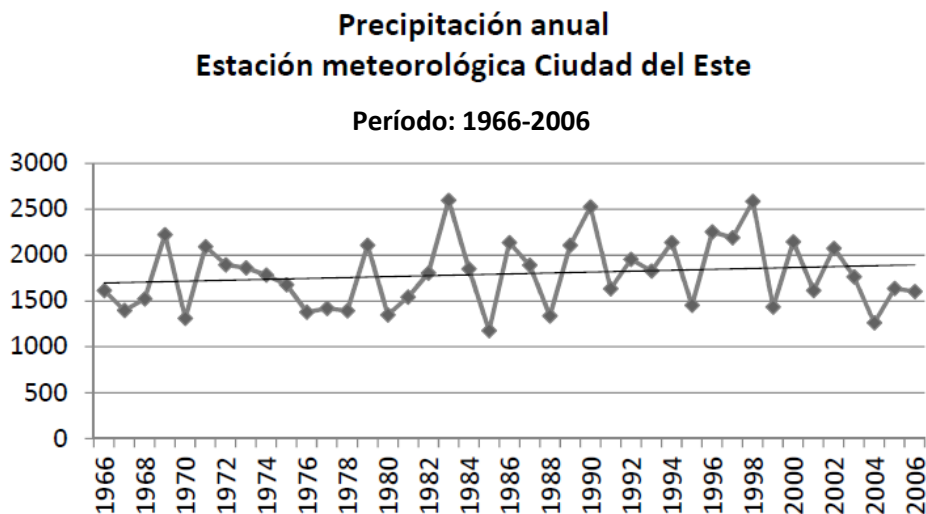


Figura 15. Precipitación anual. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.

Fuente: EVEART (2017).

El informe observa que los años con una baja cantidad de precipitación coinciden con eventos de sequía, es decir, 1967-1968, 1978-1979, 2000 y 2008. En contraste, los años con un aumento en la precipitación coinciden con los eventos de inundaciones, es decir, 1983, 1990, 1998 y 2014.

Se detectó una tendencia positiva en la intensidad de la precipitación diaria máxima anual (Figura 16). La mayor cantidad de precipitación registrada es de 213.80 mm el 20 de mayo de 1997. Históricamente, estos eventos se han producido principalmente en verano, seguido de otoño, primavera e invierno.

**Annual maximum precipitation
Ciudad del Este Weather Station
Period: 1966-2006**

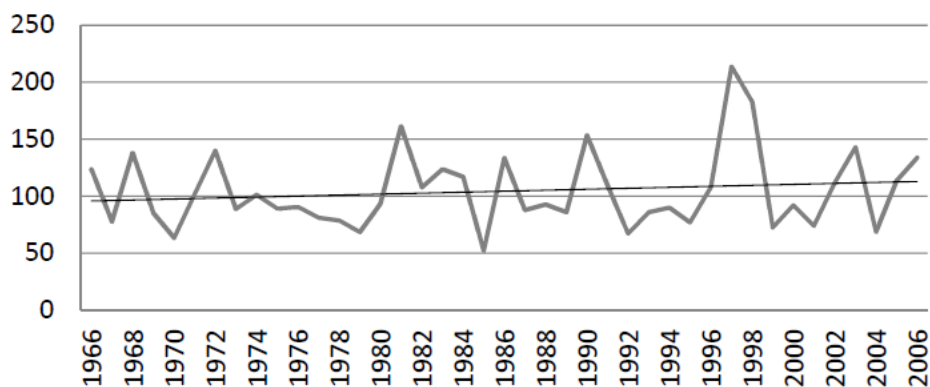


Figura 16. Dato anual de precipitación máxima diaria. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.
Fuente: EVEART (2017).

Para definir eventos extremos de precipitación, se determinó el percentil 90 del registro histórico. Este percentil es de 41,98 mm/d y, en este sentido, se detectaron 475 eventos extremos. Además, también se observó una tendencia positiva en el número de eventos extremos diarios a través de los años, lo que indica que estos eventos son cada vez más frecuentes. Históricamente, estos eventos se han producido principalmente en la primavera, seguido por el verano, el otoño y el invierno (Figura 17).

**Annual number of extreme precipitation events
Ciudad del Este Weather Station
Period: 1966-2006**

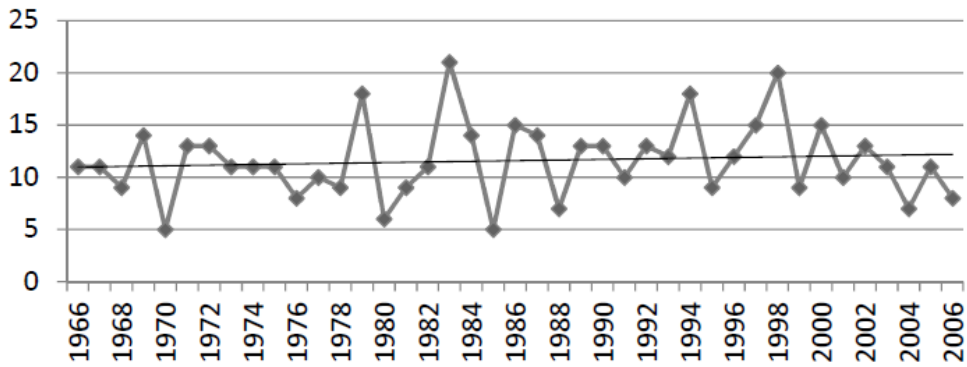


Figura 17. Número anual de eventos de precipitación extrema.
Estación Meteorológica de Ciudad del Este.
Fuente: EVEART (2017).

La EVEART concluyó que la cantidad anual de precipitación sobre la región de la triple frontera está aumentando a lo largo de los años, al igual que el número de episodios de precipitación intensos (considerado > 41,98 mm en 24 horas).

Cabe destacar que estas conclusiones fueron reforzadas por lo observado en las estaciones Iguazú Aero (Puerto Iguazú, Argentina) y Aeropuerto Guaraní.

Tabla 10. Número anual de eventos de precipitación extrema.
Estación Meteorológica de Ciudad del Este. Fuente: EVEART (2017).

Lluvias intensas				
Estación Meteorológica	90° Percentil (mm/día)	# de eventos extremos	Máximo Histórico (mm/día)	Precipitación media anual (mm/año)
Ciudad del Este (1966-2006)	41.98	476	213.80	1,795

Temperaturas máximas

La EVEART presenta un registro histórico de temperaturas máximas para Ciudad del Este, que va de 1966 a 2006. De acuerdo con el mismo, el mayor valor registrado en ese período fue de 40,2 °C, en el año 1985. Se observa, además, que esta variable muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo (Figura 18)

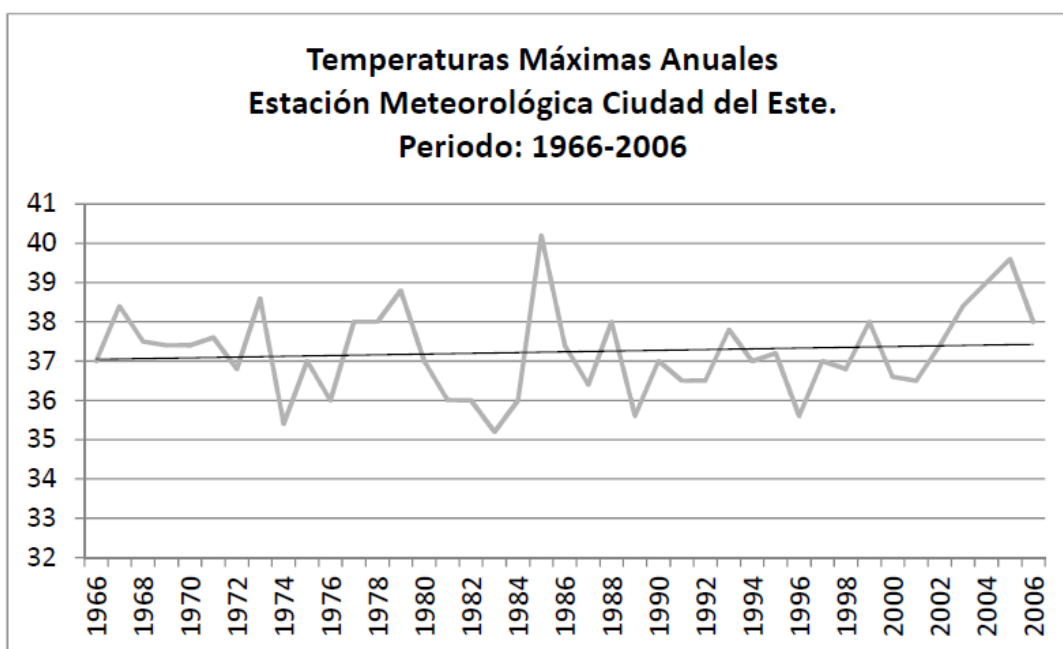


Figura 18. Temperaturas máximas anuales. Estación Meteorológica de Ciudad del Este. Fuente: EVEART (2017).

En ese informe también se realiza una estimación del número de olas de calor utilizando la definición por la DMH/DINAC que consiste en seleccionar los períodos de tiempo en los que se sobrepasó el percentil 95 (34,8 °C) durante al menos 3 días consecutivos, y que además no hubo precipitaciones. Los períodos de tiempo que cumplían con estas características fueron considerados como de ola de calor. Se estimó que hubo 60 eventos registrados entre 1966 y 2006, tal y como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 11. Olas de calor en Ciudad del Este para el período 1966-2006. Fuente: EVEART (2017).

Olas de calor						
Estación Meteorológica	Máximo Histórico	Max. Temp. 95 PCTL ¹	# eventos	Max. Temp. 90 PCTL ²	Min. Temp. 90 PCTL ²	# eventos
Ciudad del Este (1966-2006)	40.2°C	34.8°C	60	34.8°C	23.5°C	21

EVEART también presenta un registro histórico de temperaturas mínimas para Ciudad del Este, para el mismo período de tiempo mencionado anteriormente. El valor más bajo registrado fue de -3°C en 1975, y la tendencia observada, al igual que en el caso anterior, es creciente (Figura 19), reflejando una diferencia de 2°C desde 1966 a 2006.

Estas temperaturas mínimas anuales ocurrieron entre los meses de mayo y septiembre, cubriendo principalmente la temporada de invierno

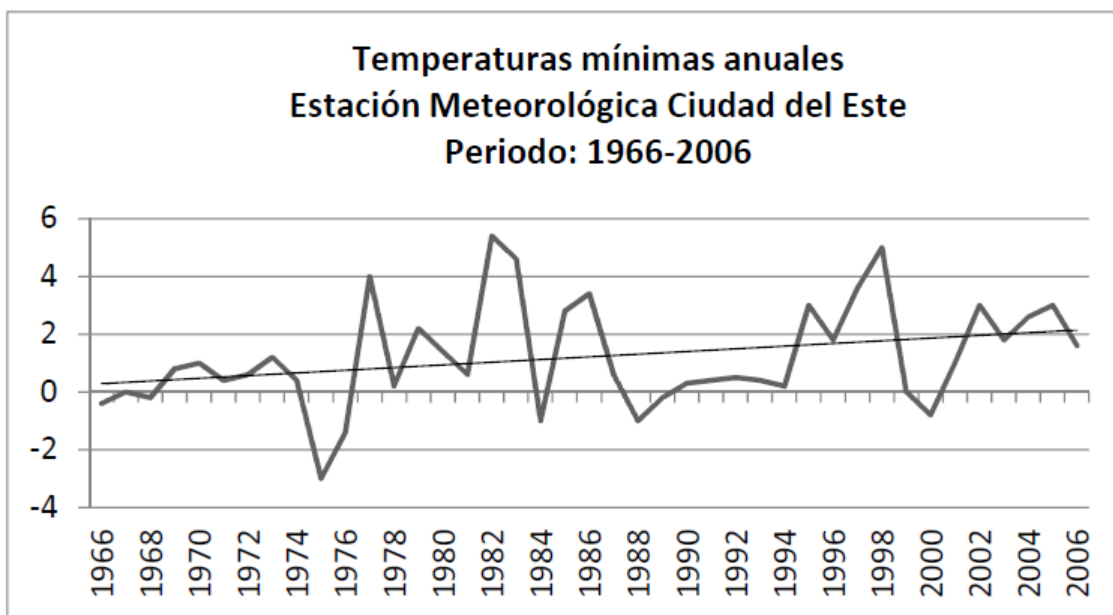


Figura 19. Temperaturas mínimas anuales. Estación Meteorológica de Ciudad del Este.
Fuente: EVEART (2017).

Las temperaturas mínimas se utilizaron para definir olas de frío, cuya definición es establecida por la DMH/DINAC, como períodos de al menos 5 días consecutivos con temperaturas por debajo del percentil 10. El percentil 10 de este conjunto de datos es de 9,2 °C, resultando en 79 eventos de ola de frío en el período analizado.

Tabla 12. Olas de frío en Ciudad del Este para el período 1966-2006.
Fuente: EVEART (2017).

Cold waves						
Estación Meteorológica	Mínimo Historial	Min. Temp. 10 PCTL ¹	# Eventos	Max. Temp. 10 PCTL ²	Min. Temp. 10 PCTL ²	# Eventos
Ciudad del Este (1966-2006)	-3°C	9.2°C	79	18°C	7°C	22

b) Proyecciones climáticas futuras

En el Quinto Informe de evaluación del IPCC (2014) se han definido 4 escenarios de emisión, denominados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), donde el comportamiento de la temperatura y la precipitación dependen del forzamiento radiativo impuesto por la concentración esperada de GEI en las diferentes épocas de evaluación. Los escenarios fueron denominados 2.6, 4.5, 6.0 u 8.5, cada uno de ellos considerando un contexto de emisiones más pesimista que el anterior.

El escenario RCP 8.5 proyecta en Ciudad del Este un desplazamiento de las isohietas de precipitación, resultando en un aumento de la misma en las próximas décadas, alcanzando en la década 2041-2050 la categoría de precipitación de entre 1400-2200 mm (ver figura 20). Por su parte, se proyecta también un desplazamiento de las isotermas de temperatura media anual, resultando en un aumento de esta (figura 21).

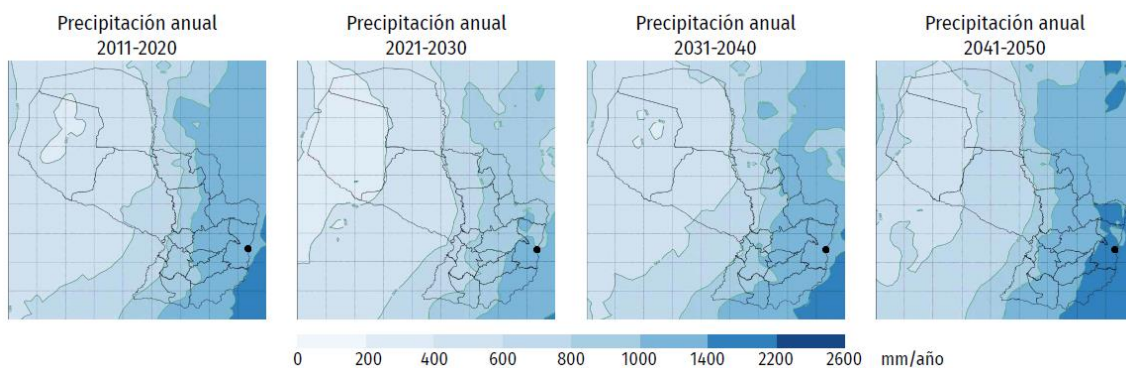


Figura 20. Proyección de precipitación anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5.
Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2017.

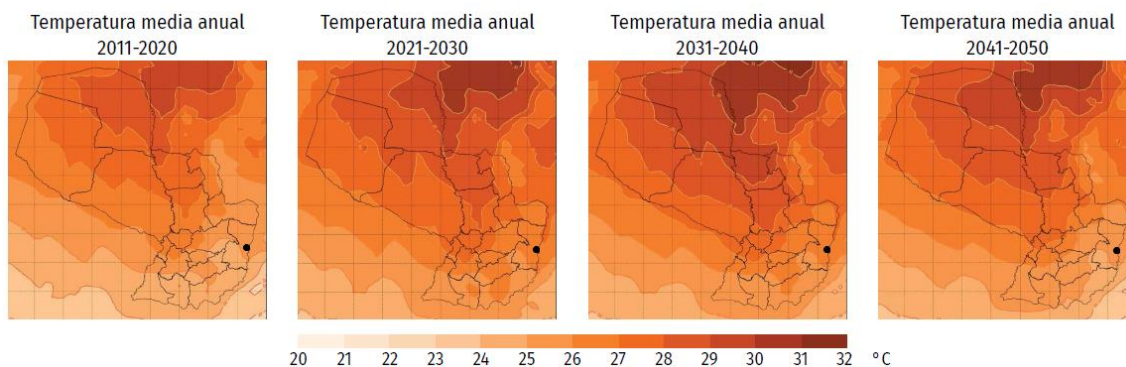


Figura 21. Proyección de temperatura media anual según el modelo ETA.
Escenario de emisiones RCP 8.5.
Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2017.
El punto negro indica la ubicación del municipio de **Ciudad del Este**.

Atendiendo a que Ciudad del Este se encuentra fronteriza con Argentina y Brasil, resulta válido investigar las fuentes de información de esos países para describir su climatología y posibles escenarios futuros.

En este sentido, se consultó el Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático (SIMARCC) de Argentina, que establece los cambios esperados para distintas variables climáticas a nivel departamental.

El SIMARCC cuenta con dos bases de información que corresponden a dos etapas de trabajo. En una primera etapa (año 2015), se volcaron las proyecciones de la Tercera Comunicación Nacional (solapa 3ª Com. Nac. 2015), realizada en base a tres modelos de cambio climático. En una segunda etapa (año 2020), se analizó un nuevo conjunto de modelos y se realizó un análisis de tendencias e incertidumbres de temperatura y de precipitación para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respecto al clima histórico (1961-1990) para distintos periodos futuros: 2030, 2050 y 2100.

Para esta Estrategia de Adaptación se consideraron los resultados de ambas etapas de trabajo y ambos escenarios de emisión (cuando los dos estuvieran disponibles para las variables analizadas). Las proyecciones observadas para el departamento de Iguazú (límitrofe con Ciudad del Este) se describen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Proyecciones climáticas para escenarios 4.5 y 8.5 para Ciudad del Este (tomado de Puerto Iguazú, Argentina).

Variable	Cambios
Temperatura media	Escenario de emisiones medias 4.5 A 2030: aumento de 1,13 °C A 2050: 1,69 °C A 2100: 2,55 °C
Temperatura máxima	Escenario de emisiones medias 4.5 A 2030: aumento de 1,2 °C A 2050: 1,72 °C A 2100: 2,6 °C
Temperatura mínima	Escenario de emisiones medias 4.5 A 2030: aumento de 1,2 °C A 2050: 1,79 °C A 2100: 2,6 °C
Número de días de olas de calor	Escenario de emisiones medias 4.5 Futuro cercano (2015-2039): aumento de 24 días en las olas de calor. Futuro lejano (2050-2100): aumento de 60 días en las olas de calor. Escenario de emisiones altas 8.5 Futuro cercano (2015-2039): aumento de 30 días en las olas de calor. Futuro lejano (2050-2100): aumento de 150 días en las olas de calor.
Número de días con heladas	Escenario de emisiones medias 4.5 Futuro cercano (2015-2039): 0 días menos con heladas por año. Futuro lejano (2050-2100): 1 día menos con heladas por año. Escenario de emisiones altas 8.5 Futuro cercano (2015-2039): 1 día menos con heladas por año. Futuro lejano (2050-2100): 1 día menos con heladas por año.
Precipitación media anual	Escenario de emisiones medias 4.5 A 2030: aumento de 61,14 mm anuales A 2050: 93,81 mm anuales A 2100: 81,73 mm anuales

Como puede observarse, los cambios esperados para Puerto Iguazú coinciden con lo esperado para Ciudad del Este (ver figuras anteriores): un aumento importante de precipitaciones y temperaturas. Se proyectan olas de calor significativamente más prolongadas para los dos escenarios considerados, mientras que el número de días con heladas podría reducirse o mantenerse

c) Eventos climáticos extremos

A continuación, se describen los eventos climáticos extremos más problemáticos para el municipio.

Vientos fuertes

La EVEART señala que los fuertes vientos han afectado la región de la triple frontera a lo largo de los años, causando principalmente daños a la frágil infraestructura y, consecuentemente, pérdidas de vidas humanas e impactos económicos. Por otra parte, por lo general estos fuertes vientos hacen que los árboles caigan afectando los medios de subsistencia humanos y los sistemas de provisión de energía.

Es importante resaltar que la región de la triple frontera se encuentra dentro de un área reconocida como propensa a tormentas eléctricas severas, incluyendo granizo, vientos dañinos y también la ocurrencia de tornados. Además, la cuenca del Plata, dentro de la cual se encuentra la región de triple frontera, se ubica en un pasillo de tornados que la hace susceptible a la formación de estos fenómenos.

Granizos

Los eventos de granizo no ocurren con alta frecuencia sobre la región de la triple frontera, pero cuando ocurren causan generalmente muchos daños, principalmente debido a la frágil infraestructura que caracteriza a algunos barrios de la región. Típicamente, estos eventos duran sólo unos pocos minutos (entre 5 y 15 minutos) y el diámetro de los granizos puede variar aproximadamente entre 1 y 5 cm.

En 2015 que sólo duró aproximadamente 15 minutos, pero fue suficiente para destruir autos y viviendas. San Rafael, Fátima, Obrero y los barrios de San Roque fueron los más dañados. Alrededor de 6.000 viviendas resultaron dañadas debido a la tormenta, principalmente por el granizo, a lo largo de Alto Paraná y del departamento de Canindeyú en Paraguay. Igualmente, este evento dejó numerosos daños en Foz de Iguazú y Puerto Iguazú.

Inundaciones

En Ciudad del Este, las inundaciones están causadas principalmente por crecientes en el río Paraná, y desbordes de otros cursos superficiales que atraviesan la ciudad, especialmente el

arroyo Acaraymí, que suben su nivel ante exceso de precipitaciones, o por apertura de las compuertas de la represa de Itaipú.

Las inundaciones también se originan por episodios de precipitación intensa sobre la zona urbana, cuyos sistemas de drenaje resultan insuficientes para evacuar el agua con la velocidad necesaria. Esto se ve agravado por acumulaciones de basura en distintas partes de la ciudad, que son arrastradas por las corrientes y obstruyen los canales de circulación.

El río Paraná bordea la ciudad hacia el este. El distrito también está rodeado por el río Acaray hacia el norte, que lo delimita con el distrito de Hernandarias, mientras que hacia el sudoeste está rodeado por el río Monday que lo separa del municipio de Los Cedrales.

Sequías

La sequía es un fenómeno perjudicial y discreto que se produce a raíz de niveles de precipitación inferiores a lo esperado o a lo normal y que, cuando se prolonga durante una estación o durante períodos más largos, hace que las precipitaciones sean insuficientes para responder a las demandas de la sociedad y del medio ambiente. Estas ocurren tanto en regiones muy lluviosas como poco lluviosas y prácticamente en todos los regímenes climáticos, y debe ser caracterizada de acuerdo con la región¹⁹.

La OMM (Organización Meteorológica Mundial), en su informe OMMN° 1006, establece cuatro categorías de sequía: meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica. La sequía meteorológica, se define a menudo exclusivamente en función del grado de sequedad y de la duración del período seco. Por lo tanto, se produce cuando hay ausencia o una reducción de la precipitación durante un período de tiempo en un área determinada. Este déficit hídrico puede producir impactos en la agricultura, resultando en sequía agrícola. La sequía hidrológica se produce cuando los caudales de agua superficial o subterránea son inadecuados para satisfacer demandas específicas establecidas. Por otra parte, la sequía socioeconómica es cuando la escasez de agua afecta negativamente la economía de una región.

Las sequías son críticas para Paraguay, Brasil y Argentina porque la mayor parte de su electricidad se deriva de la generación hidroeléctrica. En la región de triple frontera, las sequías son especialmente importantes en Ciudad del Este. El sistema de abastecimiento de agua potable de esta ciudad depende principalmente de un pequeño lago llamado República, que es sensible a una disminución de la precipitación.

Índice normalizado de precipitación (SPI)

Una forma de medir la sequía es mediante el índice normalizado de precipitación (SPI, por sus siglas en inglés), que resulta flexible y sencillo de calcular, y cuyo único parámetro de cálculo es la precipitación. Además, es efectivo tanto para analizar los períodos y ciclos secos como húmedos.

Técnicamente, el SPI representa el número de desviaciones estándar en que el valor observado se desviaría de la media a largo plazo para una variable aleatoria distribuida normalmente. Por

¹⁹ Vigilancia y alerta temprana de la sequía: conceptos, progresos y desafíos futuros OMM-N° 1006

este motivo, típicamente el SPI toma valores adimensionales entre -3 y +3, ya que ese rango de desviaciones estándar incluye aproximadamente el 99.7% de la densidad de una distribución normal con media 0 y desvío estándar igual a 1

Tabla 14. Escala índice de precipitación estandarizada (SPI)

SPI	Categoría
>1,5	Extremadamente húmedo
1 a 1,5	Severamente húmedo
0,5 a 1	Moderadamente húmedo
0,5 a -0,5	Normal
-0,5 a -1	Sequía moderada
-1 a -1,5	Sequía severa
< -1,5	Sequía extrema

Fuente: Escala de índices de sequía SISSA

El Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica (SISSA) provee herramientas e información sobre las sequías y sus impactos, procesando datos de numerosas estaciones meteorológicas.

En ese sistema, la estación más cercana a Ciudad del Este es la que se encuentra en el Aeropuerto “Guaraní”, en la ciudad de Minga Guazú. No obstante, la misma no contaba con datos para el cálculo del SPI, por lo cual se consideró la información de la estación Iguazú Aero, en Argentina (a menos de 30 km de CDE).

La Figura de abajo indica el registro histórico de SPI desde 1961 al año 2020 para la estación Iguazú Aero. Desde 1990 pueden observarse la preponderancia de períodos normales a húmedos, aunque el año 2020 se manifiesta como seco todos los meses.

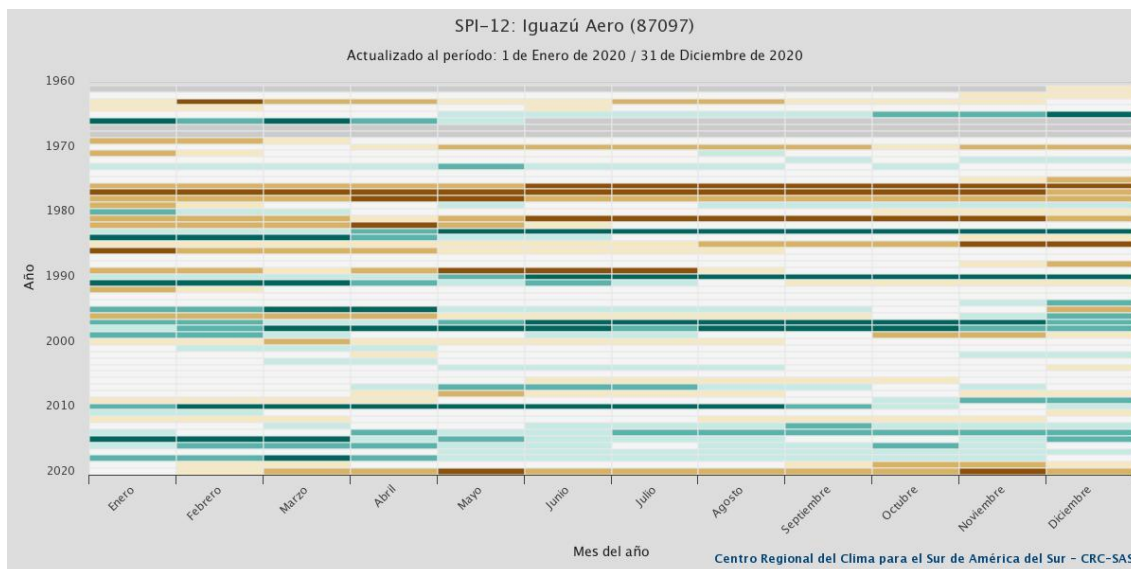


Figura 22. Mapas de calor histórico periodo 1961 – 2020 estación meteorológica de Iguazú Aero.
Fuente: (CRC-SAS).



Un mapa de calor es una representación en forma de matriz en la cual los valores se representan mediante colores.

Cada celda de la matriz corresponde a un año. Las filas del mapa de calor indican años; las columnas representan meses.

El SPI cuantifica específicamente la intensidad de la sequía meteorológica o el déficit de precipitación.

Esta sequía, de hecho, se manifestó en 2020 en toda la cuenca del Plata, y afectó los aportes hídricos a los cursos de agua superficiales, particularmente al río Paraná, que sufrió una bajante histórica. Diversos actores regionales indican que las principales causas de la bajante son los cambios en el uso del suelo, el cambio climático y el uso de las represas río arriba.

En el sector paraguayo, la bajante ocasionó la paralización de la navegación fluvial aguas arriba de la esclusa de navegación de la represa de Yacyretá, lo cual hizo necesario un acuerdo operativo con el Brasil para efectuar descargas operativas en el vertedero del embalse de Itaipú a fin de permitir la navegación fluvial en el tramo (Domecq, 2020).

Incidencia de enfermedades

Entre las principales enfermedades relacionadas al cambio climático se encuentran el dengue, malaria, enfermedades diarreicas agudas (EDA) y enfermedades respiratorias agudas (IRA).

La CEPAL (2014) realizó proyecciones para el comportamiento de estas enfermedades en Paraguay, las cuales se efectuaron para los escenarios climáticos A2 y B2: el primero, se refiere a una economía internacional dinámica con un uso intensivo de combustibles fósiles y un crecimiento demográfico alto y sostenido, que provoca un aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, con valores muy superiores a los actuales; el segundo, supone un uso más

eficiente de la energía, mejoras tecnológicas y un menor dinamismo económico y demográfico, por lo que habría una menor concentración de GEI y, por ende, un menor impacto asociado al calentamiento global.

Los resultados a nivel país se observan en los siguientes gráficos:

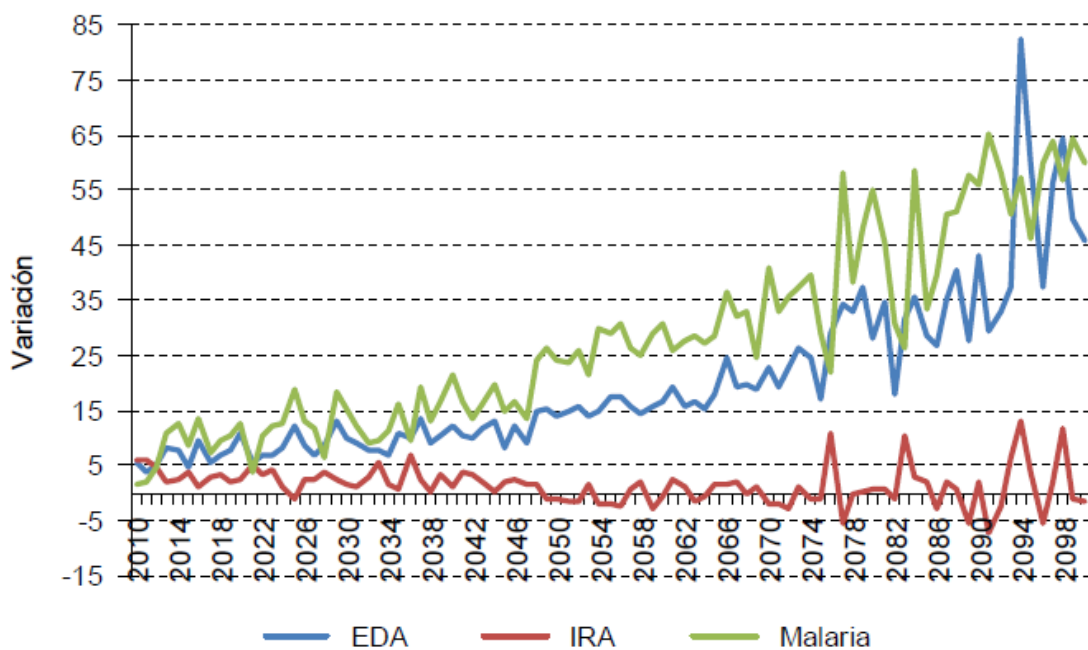


Figura 23. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria. Escenario A2.
Fuente: CEPAL, 2014.

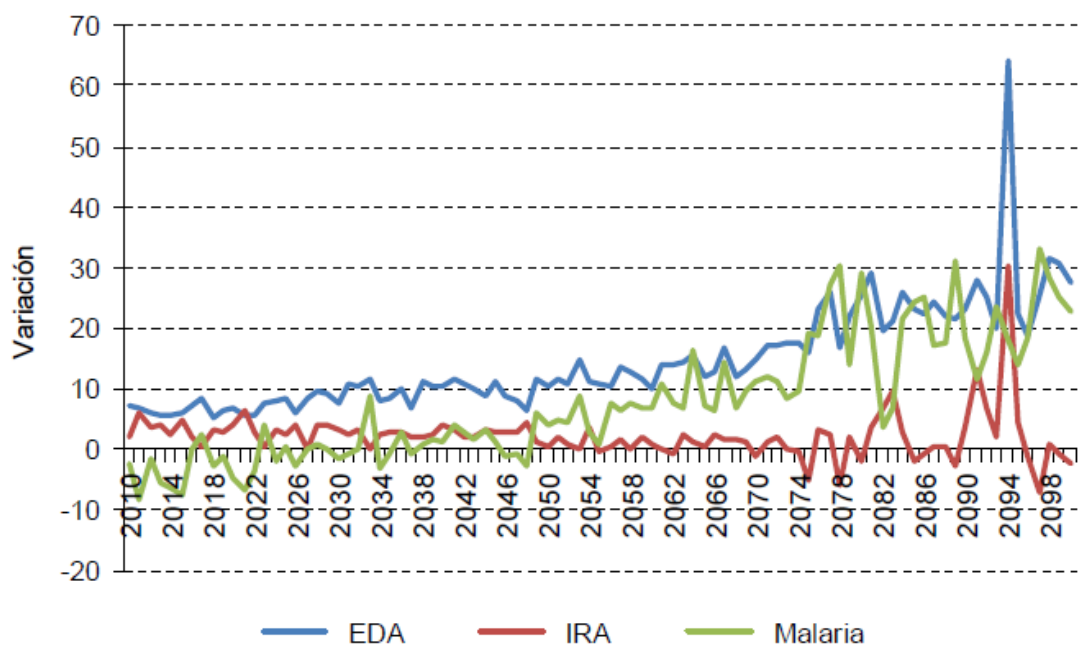


Figura 24. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria. Escenario B2.
Fuente: CEPAL, 2014.

En el escenario A2 se observaría un importante incremento del dengue, malaria y EDA, principalmente a partir de 2030. Con relación a las IRA, en ambos escenarios se observaría una disminución de casos desde el segundo período de corte.

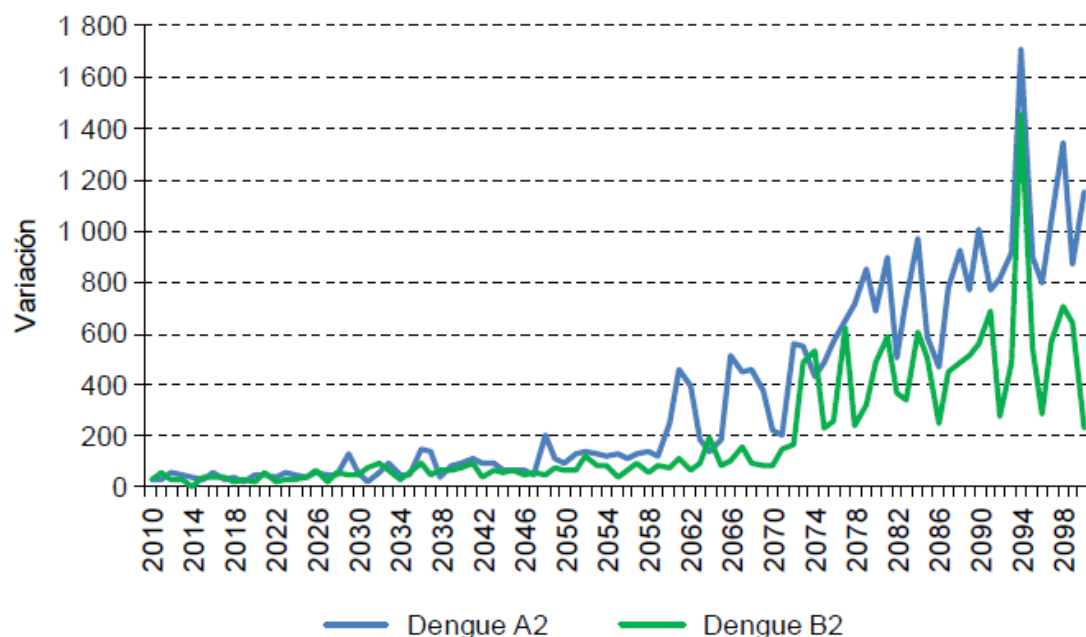


Figura 25. Proyecciones en número de casos. Dengue. Escenario A2 y B2.
Fuente: CEPAL, 2014

Por otro lado, en el escenario B2 el dengue mostraría un incremento importante, al igual que las EDA, aunque estas últimas en menor proporción. Esto se debe a que las condiciones de temperatura y precipitación contribuyen a la aparición de enfermedades transmitidas por vectores, cuya reproducción se ve favorecida por la situación climática imperante. Así, el número de casos de dengue y malaria presentarían aumentos con relación a la línea de base, ya que ambas enfermedades son producidas por vectores, aunque de distintas especies.

El departamento de Alto Paraná es uno de los más afectados por las EDAs y malaria. Para ambas enfermedades se ha proyectado un aumento de los casos de hasta un 20% y un 25% respectivamente hacia 2040-2069 (CEPAL, 2014).

Además, el registro de Desinventar señala que para Ciudad del Este el dengue también es una amenaza importante, incluso durante temperaturas bajas. En 2011 se registraron más de 8 mil casos.

4.3.2. Evaluación de la vulnerabilidad, exposición e impactos

Las áreas urbanas de Ciudad del Este han crecido de manera constante durante los últimos 30 años, alterando su entorno de manera no planificada, con carreteras, aceras, edificios y estructuras que hacen que el área sea más vulnerable a los impactos de eventos climáticos extremos. Los fenómenos meteorológicos extremos que más afectan a Ciudad del Este son: fuertes lluvias (causando inundaciones urbanas y de ríos) y vendavales, mientras que ocasionalmente sufren granizadas y olas de calor (EVEART, 2017).

a) Vulnerabilidad ante olas de calor

Las zonas altamente urbanizadas, sin suficientes espacios verdes, son factores importantes para el llamado efecto "Isla de Calor Urbano", ya que las superficies de concreto, asfalto, piedra, entre otros, actúan como almacenamiento de calor. Esto se agrava con la presencia de estructuras impermeables y que dificultan la ventilación.

Ciudad del Este cuenta con escasas áreas verdes (solo 1,2% del territorio municipal) (EVEART, 2017), lo cual la hace susceptible a los efectos de las olas de calor, especialmente teniendo en cuenta que las proyecciones climáticas prevén un incremento de las mismas para los próximos años.

Las superficies con vegetación absorben mucha menos radiación que los edificios construidos, y por lo tanto tienen un efecto de enfriamiento, por lo cual es importante considerar tanto su área total como su distribución en el entorno urbano.

b) Vulnerabilidad ante inundaciones

El río Paraná separa a Foz do Iguazú de Ciudad del Este y Puerto Iguazú; por el río Acaray (localizado en la zona norte) y por el río Monday (en el sureste) que delimita las ciudades vecinas: Presidente Franco y Minga Guazú, desembocando en el Río Paraná. Existen dos arroyos tributarios, el arroyo Acaray-mi (su cuenca cubre aproximadamente 4.000 hectáreas), cruzando una zona totalmente urbanizada en la zona norte de la ciudad, fluyendo hacia el río Paraná; y el arroyo Amambay, localizado cercanamente.

Cuando el nivel del Río Paraná sube, el agua fluye hacia el río Acaray, al arroyo Acaray-mi y también hacia el río Monday. De este modo, causa el desborde de los ríos, afectando a la población ubicada en las áreas cercanas a las fuentes de agua, superando la capacidad de infiltración del suelo para absorber los excesos hídricos.

Las crecientes del río Paraná afectan a personas ubicadas en zonas inundables de los barrios Remansito y San Miguel. El arroyo Acaraymi afecta a varios barrios, incluyendo San Rafael, San Antonio y San Agustín (Figura 26 y tabla 15). Cuando el arroyo Acaraymi aumenta sus niveles, el barrio de Che La Reina también se ve afectado.

Otros casos ocurren en la zona sur-urbana, a 1 o 2 kilómetros del centro de la ciudad, en el corredor sur; donde hay más de 76 familias, y el área kilómetro 12, siendo inundadas por el río Monday.

Es importante destacar que ha habido pérdidas humanas durante estas inundaciones urbanas.

Tabla 15. Barrios afectados por cursos de agua en Ciudad del Este. Fuente: EVEART (2017)

Ciudad	Recursos hídricos de superficie problemáticos	Barrios afectados
Ciudad del Este	Arroyo Acaraymí	San Rafael San Antonio San Agustín Che La Reina
Ciudad del Este	Río Paraná	Remansito. San Miguel.

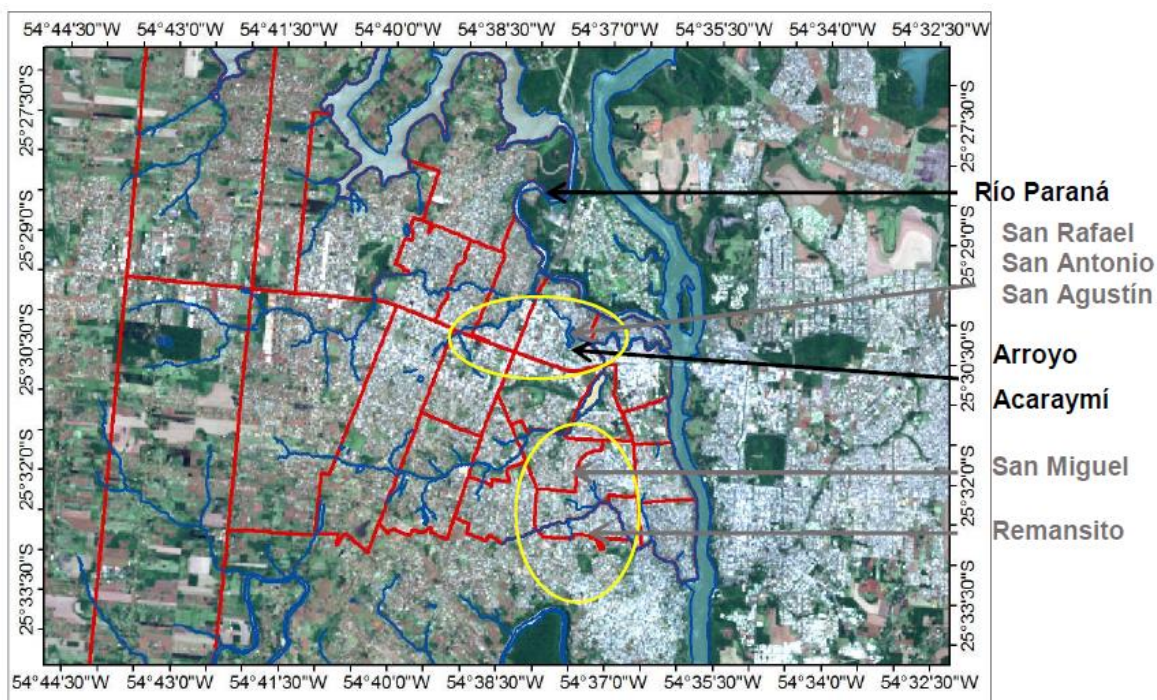


Figura 26. Aguas superficiales y barrios de Ciudad del Este.
Fuente: EVEART (2017)

La afectación de estos barrios también se encuentra mencionada en el registro del Desinventar, donde se listan numerosos eventos de inundaciones, algunos de ellos llegando a afectar a más de 1500 familias, y ocasionando problemas para el paso de vehículos y peatones.

Los desbordes del arroyo Acaraymí se presentan como causa frecuente de problemáticas en barrios bajos. Además de los mencionados en la EVEART, el Desinventar también registra daños en el barrio Pablo Rojas.

El desbordamiento del Lago de la República también se menciona como causa de inundaciones afectando a zonas bajas aledañas al mismo, al igual que las obstrucciones de los sistemas pluviales. En ocasiones, el dique de contención del lago se ve sobrepasado, lo que causa anegamiento de la avenida: concejal Romero y otras calles de la zona.

En resumen, se observan distintos factores que incrementan la vulnerabilidad de la ciudad ante las inundaciones:

- Los asentamientos humanos en zonas propensas a inundarse.
- La falta de espacios verdes, que podrían actuar como superficies permeables que permitan la infiltración de la escorrentía, o absorción de parte de ella.
- El sistema pluvial insuficiente para evacuar los volúmenes de precipitación extremos.
- La mala gestión de los residuos sólidos urbanos, que terminan obstruyendo los drenajes durante los eventos de precipitación.
- La falta de un sistema de alcantarillado como medida de saneamiento básico.

c) Vulnerabilidad de la infraestructura ante eventos climáticos extremos

La EVEART presenta un análisis de sensibilidad de la infraestructura estratégica a eventos climáticos extremos que considera factores determinantes como la composición de los materiales y el diseño de las estructuras. Se contemplaron indicadores cualitativos para el entorno construido (hogares) y opiniones del público en general sobre la condición y nivel de mantenimiento de las infraestructuras.

En el caso de Ciudad del Este, se observó que predominan las viviendas de mampostería con cimios superficiales, lo que confiere buena resistencia a los eventos climáticos. El tejado estructurado en madera es el tipo de techo más común, que es menos sensible a los vientos extremos. El tipo predominante de tejas sería de cerámica, que también ofrece protección adecuada a vientos y lluvias fuertes. Sin embargo, durante la tormenta de granizo de 2015 estas tejas mostraron baja resistencia.

La calidad de la infraestructura estratégica fue considerada como "mediana buena", al igual que el mantenimiento de la infraestructura vial (calles, avenidas y puentes). No obstante, esta calificación no es suficiente para indicar que no son sensibles a fenómenos climáticos extremos.

Por otra parte, la estructura de recolecta y eliminación de residuos, y el suministro de agua potable en CDE se señalaron como precarios, lo que indica que estos servicios pueden ser sensibles en situaciones de emergencia climática.

La base de datos de Desinventar registra algunos episodios de problemas estructurales entre 2010 y 2016 que, si bien no tienen relación directa con el cambio climático, podrían denotar cierta vulnerabilidad de las edificaciones ante eventos extremos. Se citan, por ejemplo, el derrumbe del techo del Salón Auditorio Sede Civil del Poder Judicial, el derrumbe del techo de un aula en la escuela San Francisco de Asís y en la escuela San Antonio de Padua, y el derrumbe de un pequeño puente de hormigón armado ubicado en un sector del caminero que rodea el Lago de la República.

La ocurrencia de vientos fuertes también es motivo de preocupación en el distrito. El sector comercial es uno de los más afectados, ya que los anuncios publicitarios pueden sufrir varios daños.

d) Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social se vincula a las condiciones de vida generales de una comunidad e incluye aspectos relacionados a los niveles de educación, acceso a salud, equidad social, seguridad, entre otros criterios relacionados. Al respecto, atendiendo a la población, Ciudad del Este presenta una alta densidad de población (2.852 personas/km²) y un gran grupo de personas mayores de 65 años y niños (de 0 a 14 años) (35,6% de la población), factores que incrementan su vulnerabilidad social.

La población del Municipio tiene un bajo acceso a servicios esenciales, como el agua (solo el 30% de la población tiene acceso) Salud (11,87 tasa de mortalidad y 46,24 mortalidad infantil), sistema educativo (5,80% de las personas analfabetas), inseguridad y desigualdad de ingresos (Índice Gini de desigualdad de ingresos de 0,506).

El bajo desempeño de estos indicadores de bienestar, indica que el Municipio muestra una serie de sensibilidades a varias amenazas, no estando restringido a los peligros climáticos. Por lo tanto, cualquier nueva amenaza puede poner a su población en riesgo, haciéndola más sensibles a un cambio climático incierto.

Cuando la disponibilidad de agua está asociada con la asequibilidad, los hogares de bajos ingresos constituyen otro grupo sensible. Especialmente después de impactos extremos, los grupos de bajos ingresos gastan una cantidad considerable de sus ingresos en asegurar el agua y en recuperar sus hogares. El registro de Desinventar señala que, en la ciudad después de las inundaciones, se observa una gran cantidad de cuadros gastrointestinales e intoxicación. En este sentido, dispone de una proporción importante de su población viviendo en barrios marginales (25,7%) los cuales están generalmente expuestos a inundaciones y otros peligros.

En el caso de las olas de calor, las personas mayores (mayores de 65 años) pueden ser más sensibles debido a los cambios intrínsecos en su sistema termo-regulador, y debido al uso de fármacos que pueden interferir con la homeostasis normal. Los niños y los bebés también tienen en promedio una capacidad limitada de termorregulación y también están más en riesgo de deshidratación que los adultos.

En línea con lo mencionado, debido a que no se pudo acceder a un nivel más detallado de este tipo de información requerida para caracterizar y representar geo-espacialmente la vulnerabilidad social, se empleó la información disponible conforme al “grado de pobreza” determinado a través de un estudio realizado previamente (Secretaría Técnica de Planificación y Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos, 2018). El nivel o grado de pobreza está discriminado mediante un porcentaje promedio asignado por barrio/localidad del distrito (está disponible para todo el país).

En tal sentido, la figura 27 presenta el mapa resultante del nivel de pobreza identificado para Ciudad del Este, el cual hace parte y fue generado a través de los resultados del modelo del mapa de pobreza para el Paraguay. Para el efecto, primeramente, se estimó el ingreso familiar y el nivel de pobreza, así como la cantidad de hogares pobres a nivel de barrios o localidades. De acuerdo a la fuente consultada, estos resultados se obtuvieron, creando modelos de pobreza para cada departamento representativo del país, combinando los datos de la Encuesta Permanente de Hogares de los años 2011, 2012 y 2013, y posteriormente aplicados al Censo 2012 (DGEEC, 2012).

De acuerdo a la clasificación del mapa, se aprecia que, los distritos que poseen mayor porcentaje de hogares en pobreza son los de:

Tabla 16. Localidades de Ciudad del Este, con su respectivo índice de pobreza (%).

Localidad/Barrio	Índice de pobreza
9 a 11 Monday	19%
11 a 13 Acaray	16%
8 a 9 Monday, Che la Reina, San Juan - Jardín del este - 7 a 9 Acaray	15%
San Blas	13%
Don Bosco, Villa 23 de octubre	12%
Remansito, 11 a 13 Monday	11%
Pablo Rojas, Ciudad Nueva, La Blanca	9%
Juan E. O'Leary, San Miguel – Área 2, San Juan – 7 a 9 Acaray, San Lucas	8%
Villa Fanny, Microcentro, Santa Ana, Carolina – Las Mercedes - Mburukuja	6%
Boquerón, Gral. Bernardino Caballeo	5%
San José	4%
San Alfredo	3%
San Isidro, Área 4	2%
Área 8, Área 1, Área 3	1%

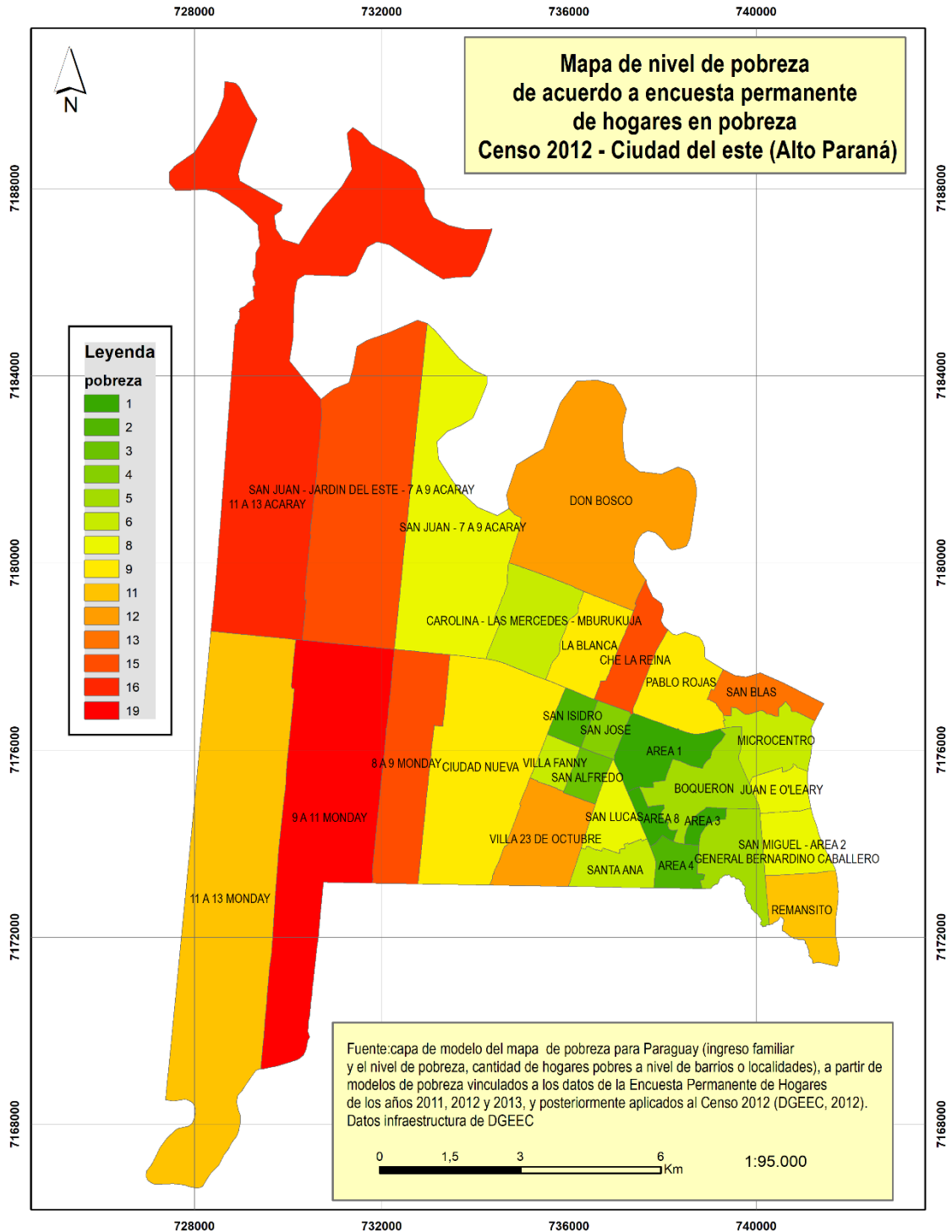


Figura 27. Localidades de Ciudad del Este, con su respectivo índice de pobreza (%).
Fuente: Secretaría Técnica de Planificación y Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC, 2012).

e) Vulnerabilidad económica y productiva

Los eventos climáticos pueden afectar a empresas e industrias completas. El impacto suele tener lugar en tres niveles diferentes. La primera se refiere al impacto físico inmediato en los locales comerciales (p. ej. fábrica, oficina, etc.), incluyendo estructuras de construcción, interiores y equipos. Por ejemplo, después de una tormenta, las empresas no pueden operar hasta que las aguas de las inundaciones hayan retrocedido y sus instalaciones sean restauradas a un nivel funcional. Esto da como resultado un segundo nivel de impactos, como pérdidas en la producción.

Esto podría conducir a un tercer nivel indirecto de impactos debido a una disminución de la productividad en toda la cadena de suministro, ya que los proveedores podrían no ser capaces de producir productos de los que dependan otras industrias. Las ciudades pequeñas con escasa diversificación económica, con presupuestos reducidos para una respuesta rápida y sin un sector empresarial fuerte, pueden ser más sensibles a las amenazas climáticas.

Por otra parte, Ciudad del Este se basa en gran medida en el comercio y es sensible a eventos extremos que afectan sus actividades comerciales o su acceso a otras regiones.

Tabla 17. Indicadores Económicos de CDE.
Fuente: EVEART (2017).

Sub-dimensión	Factor	Indicador	CDE
Tamaño y Diversificación	Tamaño Económico	Producto Interno Bruto (PBI 2014 – Tasa actual US\$* 1,000)	730,815
	Diversificación Económica	Agricultura	31.00%
		Industria	15.00%
		Servicios	49.00%
	Publico	6.00%	
Finanzas Públicas	Cuentas Públicas	Presupuesto Municipal (actual US\$ 1,000)	7,829
Sector Empresarial	Vitalidad Empresarial	Número de empresas	15,000
	Ambiente Empresarial	Simplicidad en la conducción de actividades empresariales	Medio

4.1.1. Evaluación de la capacidad de respuesta

De acuerdo con la EVEART, Ciudad del Este muestra bajos niveles de preparación, respuesta y recuperación, expresados en los indicadores generados durante ese estudio. En la tabla 16 se observa el detalle de los mismos.

Los servicios médicos y de emergencia también se consideraron inadecuados para el distrito. Los resultados sugieren que los sistemas de salud y de emergencia ya están enfrentando otras presiones externas y que los eventos extremos podrían añadir una carga adicional a un sistema ya vulnerable.

Por otro lado, el estudio señala que Ciudad del Este presenta bajos niveles de reputación institucional para la respuesta de emergencia, así como una mala gobernabilidad para la participación de la población en el gobierno local. Esto constituye una barrera para desarrollar estrategias de adaptación efectivas en la ciudad.

Tabla 18. Indicadores de capacidad de respuesta.
Fuente: EVEART (2017).

Sub-dimensión	Indicador	CDE
Preparación	Presupuesto del Gobierno orientado a la preparación	No
	Existencia de sistemas de alerta temprana	No
	Existencia de planes o estrategias de riesgo de desastres	No
Respuesta	Calidad de los servicios médicos	Mala
	Calidad de los servicios médicos formales y de emergencia,	Mala
	Calidad de los servicios informales de emergencia,	Mala
Recuperación	Existencia de fondos de recuperación	No
	Existencia de sistemas de aseguradoras	Si
	Diseminación de las aseguradoras	Baja
	Existencia de un plan de adaptación al cambio climático	No

Algunos de los factores que dificultan la recuperación de Ciudad del Este después de eventos extremos son la falta de planificación y una cultura de prevención más que de reacción. Los riesgos climáticos no se consideran un tema prioritario para la población.

Cuando la ciudad se ve afectada por un fenómeno meteorológico extremo, tanto el gobierno como los actores sociales son los que colaboran con la recuperación. Dentro de los actores gubernamentales, el Municipio se encarga de gestionar los recursos para atender el desastre. El Consejo Local para la Reducción del Riesgo y Respuesta, reubica a las personas vulnerables

afectadas por las inundaciones (por ejemplo, proporciona agua y transporte. Si la emergencia es mayor, el gobierno proporciona apoyo, en términos de infraestructura, asistencia social y servicios. A través de financiamientos para reparar las infraestructuras dañadas. Cuando esta supera su capacidad de respuesta, recurre a la Secretaría de Emergencia Nacional, quien organiza y entrega kits con alimentos, colchones, techos y fibrocemento, entre otros.

Itaipú juega un papel importante al proporcionar sistemas de alerta temprana y ofrecer información meteorológica a Ciudad del Este. En este sentido, el Consejo Local para la Reducción de Riesgos y Respuesta trabaja en estrecha colaboración con Itaipú, quien provee boletines diarios sobre el estado de los ríos Paraná e Iguazú.

Itaipú también otorga asistencia social a través del Cuerpo de Bomberos mediante la entrega de kits de emergencia, colchones, alimentos y agua, aunque no ofrece apoyo financiero.

Además, la Cruz Roja forma parte del equipo de prestación de asistencia, ofrece atención médica, evacua a las personas (dependiendo del evento climático extremo), organiza refugios, entre otras actividades de reacción. En materia de prevención, la Cruz Roja diseña planes de reducción de riesgos (como simulacros de evacuación) y trabaja directamente con las comunidades para aumentar la receptividad de la información que es proporcionada.

Los Bomberos Voluntarios (los bomberos de color amarillo) constituyen otra importante fuente de apoyo. Estas brigadas son independientes y apoyan a la comunidad a través de una línea telefónica de emergencia (911 y 312). Actualmente participan en programas iberoamericanos de capacitación y creación de redes, y reciben donaciones internacionales. Otros actores sociales que fueron identificados son la división de infantería, Rotaract, JCI (Cámara Júnior Internacional), TECHO (ONG dirigida por jóvenes), Club de Leones, CODELESTE (Consejo de Desarrollo Económico de Ciudad del Este), Cámara de Comercio, Cámara de Tecnología, y la Iglesia Católica. Durante los desastres, estas organizaciones tienden a reunirse y contribuir con ropa, colchones, alimentos y agua, pero no ofrecen apoyo financiero.

Por otra parte, el Manual para elaboración de mapas de riesgos climáticos de la República Argentina (2017), describe que el análisis de la vulnerabilidad abarca diferentes dimensiones que se vinculan a las características de una comunidad expuesta a determinada amenaza. Si bien existen múltiples dimensiones (social, física, económica, social, ambiental, institucional, cultural, política, entre otras) que se vinculan entre sí, el análisis puede centrarse en la dimensión física y social.

En tal sentido, se resalta a la **vulnerabilidad física**, referida a la localización de los asentamientos humanos en zonas de peligro y a las deficiencias de la estructura física (infraestructura crítica y viviendas) para "absorber" los efectos de las amenazas. La vulnerabilidad física se conoce también como exposición y puede estar determinada por aspectos como la densidad de población, la localización, el sitio, el diseño y los materiales usados en la construcción. Tanto la localización física como las deficiencias en la infraestructura (equivalente a la resistencia a los impactos negativos por el tipo de construcción) pueden provenir en parte de las condiciones de precariedad y la falta de opciones para una ubicación menos peligrosa, y por otra, debido a la gran extensión territorial que ocupan las múltiples amenazas en un territorio.

Otra información geoespacial de utilidad para visualizar la distribución de los usos de la tierra en Ciudad del Este, constituye el mapa de cobertura y cambio en la cobertura del uso de la tierra correspondiente al período 2015 – 2019, el mismo fue generado para todo el territorio nacional por el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF, 2020)²⁰ de acuerdo a la propuesta de clasificación de coberturas de uso de la tierra por el Panel Inter Gubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

El mapa es aún de carácter preliminar, debido a que las cifras son las procedentes de la tabla de atributos del mapa y no corresponden a los resultados de la evaluación de exactitud temática (EET) que determina los valores de cada categoría/clase sin sesgo. Estas cifras sin sesgo fueron las empleadas para la estimación de las emisiones del sector forestal (uso y cambio de uso de la tierra) del Inventario Nacional de GEI más reciente, incluido en el Tercer Informe Bial de Actualización (MADES, 2021).

Esta capa de cobertura de uso de la tierra delimitada para Ciudad del Este (conforme el límite determinado por la capa de la DGEEC, y que difiere levemente de la superficie oficial del distrito, por inconsistencias en el empleo de distintas herramientas de SIG), representa las superficies (en hectáreas) de las siguientes categorías del período de análisis de 2015 – 2019:

Tabla 19. Superficie por cada clase de cobertura de uso de la tierra identificada para Ciudad del Este

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
cobertura forestal al año 2019	1.251,3	8,6%
tierras de cultivo al año 2019	4.440,26	30,5%
campos naturales al año 2019	39,46	0,3%
Humedales al año 2019	787,3	5,4%
asentamientos humanos al año 2019	7.771,65	53,4%
plantaciones forestales al año 2019	216,91	1,5%
cambio de cobertura forestal a tierras de cultivo periodo 2017 - 2019	60,28	0,4%
Total	14.567,16	100%

Fuente: mapa de cobertura forestal y cambio en la cobertura forestal correspondiente al período 2015 – 2019 (SNMF/INFONA/MADES, 2020).

Se observa que ocurrieron cambios en el uso de la tierra (deforestación) dentro de los límites del Distrito; éstos son de poca significancia en términos de superficie y mayormente ocurrieron en zonas de cultivos agrícolas (sumado al hecho de que en la zona urbana no existe grandes superficies de bosques).

Seguidamente, se observa el mapa de cobertura forestal y cambio en la cobertura forestal correspondiente al período 2015 – 2019, para Ciudad del Este:

²⁰ SNMF: dependiente del del Instituto Forestal Nacional (INFONA) y el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

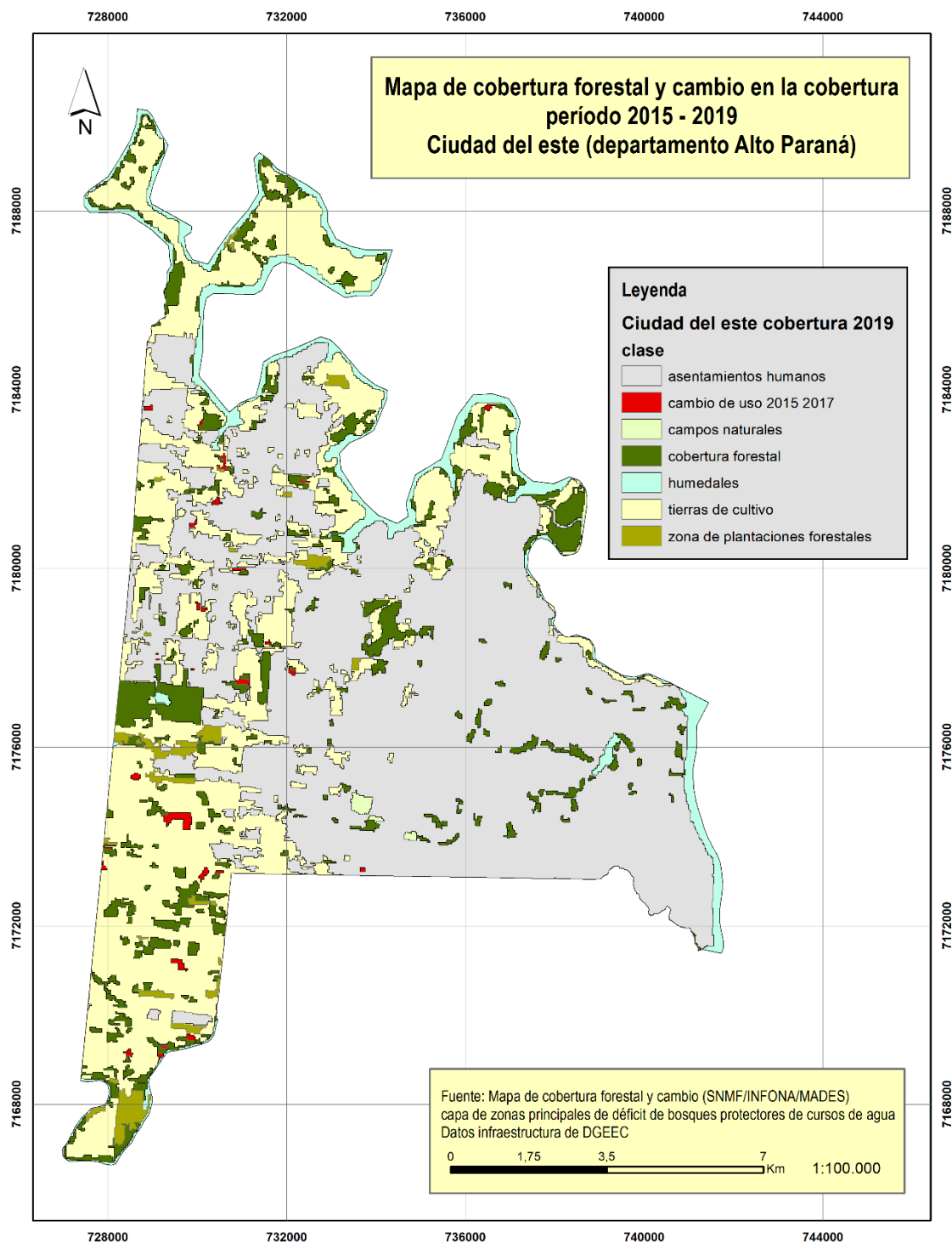


Figura 28. Mapa de cobertura forestal y cambios en la cobertura (2015 – 2019), de Ciudad del Este.
Fuente: SNMF (INFONA/MADES, 2020)

En el mapa se puede visualizar los cambios de uso (deforestación) en el período 2015 – 2019 en color rojo, también permite reconocer geo espacialmente los distintos tipos de cobertura y uso de la tierra, presentes dentro de los límites del distrito (ver leyenda en el mapa). De acuerdo a estos resultados, la principal cobertura de la tierra corresponde a “asentamientos humanos”, es

decir, destaca la gran concentración de población en la zona centro y este. Como se indicó en otro apartado, las principales actividades de la ciudad corresponden al sector comercial y de servicios, por lo que, en consecuencia, las emisiones de GEI más sustanciales son producto de los sectores de “transporte” y “residuos”.

4.3.3. Evaluación del riesgo

Debido a que la tendencia de precipitación histórica ha sido en aumento, y que los resultados de las simulaciones climáticas indican que a futuro seguirá aumentando la precipitación, a menos que no se tomen medidas de adaptación se espera que los riesgos de inundación por desborde del Río Paraná y otros arroyos, y por lluvias torrenciales, seguirán ocurriendo, con magnitudes y frecuencias iguales o mayores a las actuales.

A continuación, se ordenan los riesgos de acuerdo con el nivel de daño y frecuencia identificados para cada uno de ellos.

Tabla 20. Priorización de los riesgos climáticos identificados

Riesgos climáticos	Nivel
Riesgo de inundaciones (desborde ríos y arroyos, y precipitaciones extremas)	1
Vientos fuertes, granizo y tormentas en general	2
Enfermedades transmitidas por vectores (dengue), y enfermedades hídricas	3

Procedimiento general para generación del mapa de riesgo por exposición y afectación por inundaciones en Ciudad del Este

Teniendo en cuenta la información disponible de Ciudad del Este conforme a la elevación (msnm) del terreno y su proximidad a cursos de agua como los ríos Paraná, Monday y Acaray (dentro de los límites del distrito); se procedió a elaborar un mapa con énfasis en el riesgo por exposición a inundaciones. Este insumo corresponde a información de la Dirección del Servicio Geográfico Militar²¹ en relación a ortofotocartas y curvas de nivel de todo el país. Adicionalmente, como un indicador más, se consideró la información del nivel de pobreza por localidad de Ciudad del Este, a fin de representar con más precisión las consecuencias que conlleva un mayor nivel de vulnerabilidad social ante el riesgo por inundación que presenta una localidad (comparando con otra en función al grado de pobreza sumado al nivel de elevación del terreno).

Al respecto, en la figura de abajo se aprecian las curvas de nivel, destacándose las zonas con menor elevación (resaltadas en color celeste), considerando el límite de Ciudad del Este (línea negra).

²¹ Disponible en: <https://www.disergemil.mil.py/>

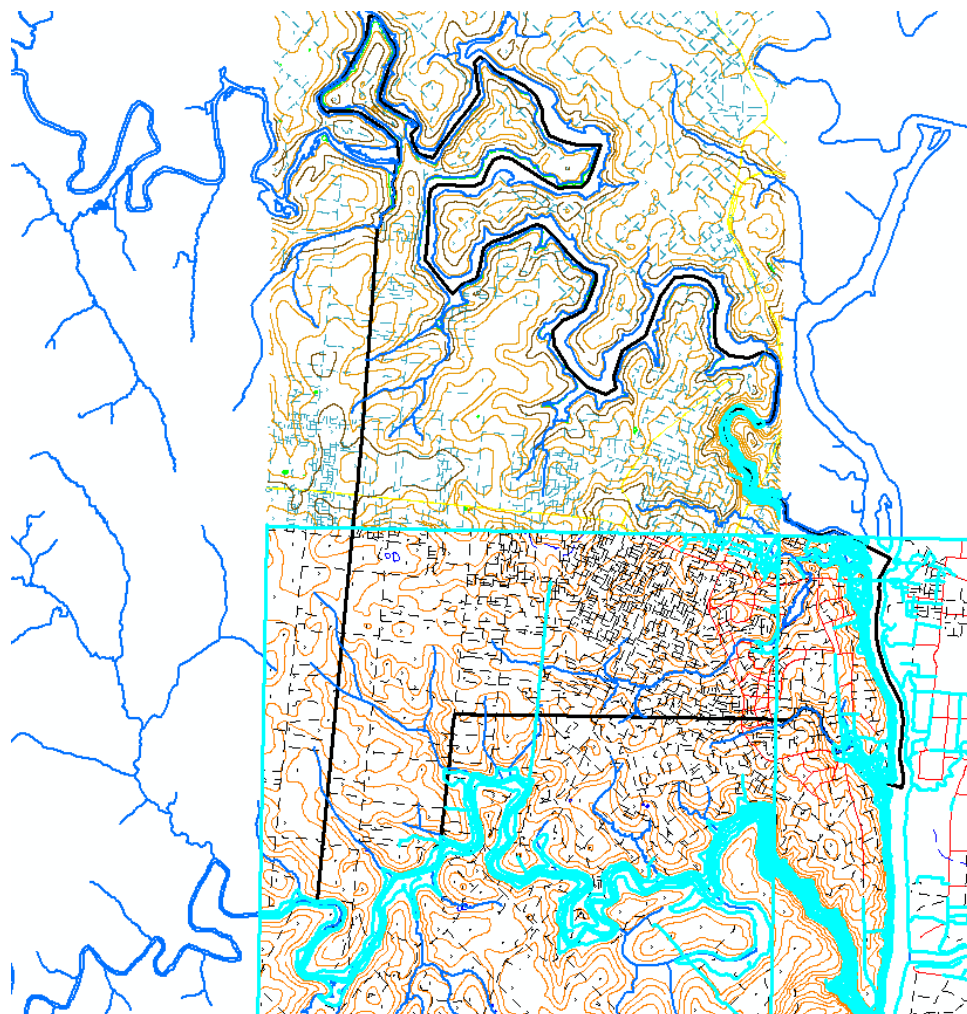


Figura 29. Curvas de nivel en el área de Ciudad del Este
Fuente: DISERGEMIL y DGEEC

De esta forma, se determinó el enfoque considerando la información recopilada que se encuentra disponible actualmente, detallándose seguidamente:

1. Archivos en formato vectorial (*shapefile*) de la Dirección General de Encuestas, Estadística y Censo (DGEEC) de: división política, vías de comunicación, cursos hídricos y barrios de Ciudad del Este.
2. Capa de curvas de nivel, con datos en la tabla de atributos de elevación (metros)

Para generar el mapa de riesgo, se superpusieron las siguientes capas citadas arriba (ítems: 1 y 2).

Finalmente, para generar la capa en formato *raster* que identifique los niveles de riesgo en Ciudad del Este, se empleó la herramienta “interpolación” con la técnica de la “distancia inversa

ponderada” del software de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Arc Gis. Para ello, se comienza con valores conocidos y se estiman los puntos desconocidos mediante interpolación.

La Distancia Inversa Ponderada (IDW) es matemática (determinista) asumiendo que los valores más cercanos están más relacionados que otros con su función. Cuando se le dan valores conocidos o se estiman valores de acuerdo a criterios pre establecidos, la interpolación estima valores desconocidos.

Esta herramienta de “interpolación” permite establecer un peso a cada punto determinado previamente de acuerdo a los criterios de proximidad geográfica a eventos específicos (en este caso a nivel de elevación del terreno y proximidad a cursos de agua importantes, así como grado de pobreza de cada localidad)

El principio de esta técnica se basa en un campo o atributo que contiene un valor de altura o magnitud para cada punto, controlando la importancia de los puntos circundantes en el valor interpolado. Una potencia más alta da como resultado una menor influencia desde puntos distantes.

Este método presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra. Por ejemplo, al interpolar una superficie de poder adquisitivo de los consumidores para analizar las ventas minoristas de un sitio, el poder adquisitivo de una ubicación más distante tendrá menos influencia porque es más probable que las personas compren cerca de sus casas ²².

Se empleó la siguiente calificación arbitraria a los puntos determinados como localidades más afectadas por inundaciones (ver figura 26 de este documento), menor elevación del terreno y nivel de pobreza (por barrio).

Tabla 21. Valores asignados para ponderación de puntos determinados como potenciales de riesgo

Criterio	Valor/peso
Barrios más afectados, elevación mayor o igual a 150 metros y nivel de pobreza mayor o igual a 13%	4
Elevación mayor a 150 m hasta 190 m, y nivel de pobreza entre 12 y 9%	3
Elevación mayor a 190 m hasta 210 m, y nivel de pobreza entre 9 y 5%	2
Elevación mayor a 210 m hasta aproximadamente 265 m, y nivel de pobreza entre 4 y 1%	1

El resultado es un mapa que presenta gradientes de color conforme el grado de riesgo (del rojo al verde), aplicando un intervalo igual al mismo valor/peso de la tabla de arriba, determinándose por tanto un nivel alto de riesgo: 4 (en color rojo); y un nivel bajo de riesgo: 1 (en color verde). El mapa de riesgo generado, se observa de esta forma:

²² Disponible en: link: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-idw-works.htm>

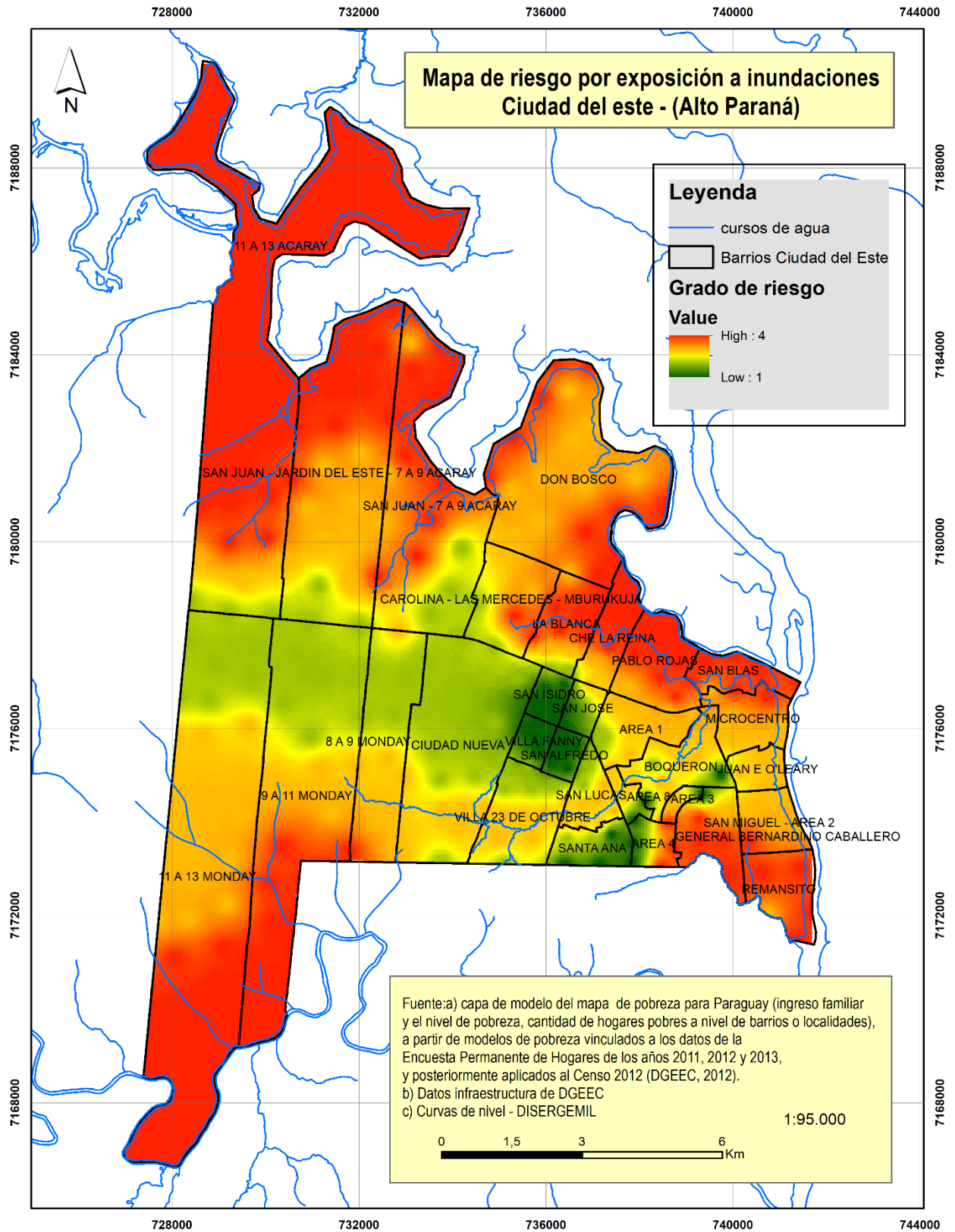


Figura 30. Mapa de riesgo por exposición a inundaciones, para Ciudad del Este.
Fuente: elaboración propia, de acuerdo a insumos citados

4.3.4. Objetivo de adaptación

De acuerdo con las amenazas, vulnerabilidades y riesgos y riesgos identificados, se definen las siguientes metas de adaptación a 2030:

- Mejorar la infraestructura clave de la ciudad para reducir su vulnerabilidad ante fenómenos climáticos extremos, lo que redundará en una mejor prestación de servicios para la población.
- Reducir la población expuesta a inundaciones, mejorando los sistemas pluviales para que logren evacuar los excesos hídricos, y relocalizando las familias vulnerables que se encuentran asentadas en zonas de alto riesgo.

4.3.5. Acciones de adaptación 2030

A fin de reducir la vulnerabilidad ante las amenazas y cumplir la meta de adaptación propuesta, Ciudad del Este se encuentra trabajando en distintos proyectos e ideas para mejorar su capacidad adaptativa frente al cambio climático.

Como parte de las acciones planificadas por la Municipalidad, se identificaron esfuerzos para construir un sistema eléctrico subterráneo (para reemplazar el aéreo) y construir corredores para conectar diferentes barrios desde el centro de la ciudad hasta el kilómetro 13 (EVEART, 2017).

La Escuela De Artes y Cultura está estudiando la construcción de una terminal de autobuses en el kilómetro 7. Asimismo, el Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad está trabajando en proyectos relacionados con residuos y campañas comunitarias, como el Proyecto de Limpieza de Aguas Amambay. Este proyecto busca fortalecer las acciones educativas para aumentar la conciencia sobre la gestión de residuos sólidos en la ciudad para prevenir las inundaciones urbanas.

Por otra parte, existen proyectos para ampliar y mejorar el sistema de agua potable de CDE, y construir la red de alcantarillado sanitario.

La EVEART también indica la necesidad de asegurar distancias mínimas entre los cursos de agua y las áreas urbanizadas, y reubicar a población vulnerable asentada en zonas inundables. Dichas áreas deberían destinarse a otros usos (por ejemplo, recreativo) para prevenir nuevos asentamientos humanos informales.

En las tablas siguientes se resumen y ordenan las medidas de adaptación en proyecto o en análisis:

Tabla 22. Medidas de adaptación de Ciudad del Este

Medida	Riesgo que reduce
Mejorar y ampliar los sistemas de drenaje pluvial.	Inundaciones
Separar el sistema pluvial del alcantarillado sanitario.	Enfermedades hídricas, inundaciones
Construir muros de contención en sitios estratégicos para reducir los daños de desbordes de ríos y arroyos.	Inundaciones
Mejorar la calidad estructural de las viviendas vulnerables. Posible sistema de créditos flexibles o subsidios para familias que necesiten refaccionar sus viviendas.	Daños a viviendas por vientos fuertes, granizos y tormentas.
Mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos: recolección, separación, reciclaje y correcta disposición final.	Inundaciones, enfermedades, proliferación de vectores, contaminación.
Impulsar la ejecución de techos y muros verdes, y espacios verdes en general para reducir efecto de isla de calor urbana.	Ola de calor
Elaborar un Plan de ordenamiento territorial actualizado, que considere la ubicación de sitios inundables o riesgosos.	Múltiples
Creación de un centro de operaciones de emergencia.	Múltiples
Formalizar las cooperaciones existentes con las ciudades limítrofes de Puerto Iguazú y Foz do Iguazú (posible creación de un comité, consejo, u otra institución que fortalezca el accionar intermunicipal).	Múltiples
Campaña de educación y concientización ambiental enfocada en mejorar la gestión de los residuos sólidos urbanos: separación, reciclaje, compostaje y disposición adecuada.	Inundaciones, enfermedades, proliferación de vectores, contaminación.
Programas de educación/extensión para la prevención del riesgo de desastres.	Múltiples

Se incluyen también una lista de acciones que buscan la reducción de la vulnerabilidad, son acciones que no reducen directamente un riesgo climático puntual, pero que mediante su implementación permiten la reducción de los riesgos en general.

Tabla 23. Medidas a adoptar para reducir la vulnerabilidad social y la territorial/urbana

Medidas para reducir la vulnerabilidad social	Objetivo
Promoción de educación formal y campañas de alfabetización. Programa de becas universitarias para jóvenes de escasos recursos.	Acceso a la educación
Programas educativos y de asistencia destinados a mujeres y grupos vulnerables.	Igualdad de oportunidades sin discriminación de género, sexo, etnia o cultura.
Cooperación interinstitucional con entidades públicas y privadas dedicadas a la formación de mandos medios y oficios.	Acceso a la educación Mejorar el ingreso económico familiar

4.4. Estrategia de Comunicación, Formación y Sensibilización 2030

Para la adecuada implementación de este plan de acción local, fundamentalmente se requiere la cooperación de todos los ciudadanos de Ciudad del Este. Para ello, será necesario comunicar, capacitar, sensibilizar, concientizar y comprometer a todos sus habitantes.

Al respecto, la comuna pretende difundir todas las acciones contempladas en este plan, acompañado de una capacitación en todos los sectores de la comunidad sobre el cambio climático, los efectos y consecuencias negativas, así como los tratados internacionales y las políticas/estrategias/planes nacionales de mitigación y adaptación. Más importante aún, es el rol que cada ciudadano desempeña y la responsabilidad en relación a garantizar a las futuras generaciones una adecuada calidad de vida y un lugar sustentable para habitar.

4.5. Monitoreo, seguimiento y reporte del Plan de Acción Climática

De acuerdo con el proceso propuesto por el Pacto Global de Alcaldes, el gobierno local deberá presentar informes de monitoreo cada dos años después de presentar el Plan de Acción. Los informes de monitoreo deben proporcionar información sobre el estado de implementación de cada acción/área de acción/sector contenido en el plan de acción, ayudando a monitorear el

progreso realizado. El gobierno local actualizará y volverá a enviar los planes de acción cuando haya cambios significativos en los planes existentes.

Durante la primera revisión se definirán las fuentes de información para cada acción a partir de las cuales se revisarán los indicadores. Éstas deberán mantenerse constantes para que los resultados obtenidos puedan ser comparables en cada revisión.

Características del sistema de revisión

Transparencia: Los reportes deben presentar la suficiente información que permita entender el alcance, la cobertura y las limitaciones de información para realizar el cálculo de las emisiones y reducciones. Se debe presentar con claridad las metodologías de contabilidad y cálculo, las fuentes de información y los supuestos usados.

Exactitud: El manejo preciso de la información permite reducir la incertidumbre y obtener la suficiente confianza y certeza sobre los resultados para la toma de decisiones.

Comparabilidad: en la medida de lo posible, las métricas usadas para el reporte de las emisiones deben ser las mismas, por ejemplo, los potenciales de calentamiento global seleccionados y los factores de emisión, a menos que se cuenten con factores de emisión específicos para la actividad. De igual manera, las metodologías seleccionadas deberán ser coherentes y homologables a escala nacional e internacional.

Consistencia: Se debe tener consistencia metodológica en el cálculo de las emisiones a través del tiempo.

Compromiso institucional: Se debe fomentar una participación activa, constante y comprometida por parte de todos los actores (públicos y privados) asegurando la interoperabilidad de los sistemas de información

Liderazgo y gobernabilidad: El Gobierno a través de sus instituciones, una vez estén plenamente definidos los acuerdos institucionales, los instrumentos legales o acuerdos de voluntades que sean requeridos, debe fomentar la construcción de capacidades al interior de cada responsable y de esta manera asegurar la sostenibilidad de los desarrollos. La experiencia debe ser nutrida, a través del intercambio de experiencias y la gestión conjunta de la información.

Estandarización y mejora continua: Se debe fomentar el uso de metodologías de cálculo estandarizadas, con amplia adopción a nivel internacional, permitiendo la comparabilidad de los resultados. Se debe igualmente incluir como parte del proceso de estandarización el concepto de mejora continua, asociado al aseguramiento y control de la calidad de la información.

Pertinencia: asegurar que la información identificada, compilada y publicada corresponda con las características y contexto de cada una de las iniciativas o nivel de emisiones, así como con las necesidades e intereses de los usuarios internos y externos de la misma.



4.5.1. Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de Mitigación

El Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, permite estandarizar y verificar procesos de medición, monitoreo, recolección, gestión de datos y reporte de información relacionada con el cambio climático. Corresponde a un grupo de actividades que se llevan con el fin de hacerle seguimiento a las emisiones de GEI, la implementación de políticas, programas y acciones de mitigación, y sus efectos. Esta información es necesaria para demostrar el cumplimiento de metas, así como asegurar la calidad y coherencia de los datos reportados.

El Sistema debe dar seguimiento a las emisiones de GEI, y la implementación de medidas de mitigación con su respectiva reducción.

Monitoreo: es el proceso de recolección y análisis de información para dar seguimiento a las emisiones, reducciones, financiamiento y co-beneficios de las medidas de mitigación. Dentro de este componente, es importante contar con metodologías o estándares para asegurar que la información alimentada al sistema cumpla con todos los principios establecidos. Este proceso es llevado a cabo por los responsables de cada acción dentro del municipio.

Reporte: es la presentación de los resultados de la información consolidada y analizada. Existen dos tipos de reporte: 1) El que realiza el municipio a una organización/entidad designada e involucrada en el proceso de MRV 2) El que realiza una organización/entidad designada e involucrada en el proceso de MRV al Pacto Global de Alcaldes.

Validación: es el proceso de aseguramiento y control de la calidad de la información. Es realizado por el responsable del Plan de Acción.

Verificación: es el proceso de revisión del cumplimiento de las metas y objetivos en materia de mitigación a diferentes escalas, este proceso es llevado a cabo por un responsable designado.

5. Referencias bibliográficas

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/Iniciativa Ciudades emergentes y sostenibles. 2014. Plan de acción para el área metropolitana de Asunción sostenible. Disponible en: <https://webimages.iadb.org/PDF/Plan+de+Acci%C3%B3n+ICES+Asunci%C3%B3n.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/GEF. 2008. Proyecto para la protección ambiental y desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní/SAG. Contrato No. LPI/03/05 Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní. Disponible en: <https://www.geologiadelparaguay.com.py/Hidrogeologia-de-Itapua.pdf>

CEPAL, La economía del cambio climático en el Paraguay (LC/W.617), Santiago de Chile, 2014. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37101-la-economia-cambio-climatico-paraguay>.

Domecq, Roger Monte. 2020. Bajante histórica del Río Paraná y la sequía extrema en la cuenca del Plata. Informe sobre Agronegocios en Paraguay. *Con la Soja al Cuello 2020*. Recuperado de: https://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2021/06/2020_Nov-Con-la-Soja-al-Cuello-3.pdf

DGEEC. 2002. Atlas Censal del Paraguay: Itapúa Disponible en: <https://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/10%20Atlas%20Itapua%20censo.pdf>

DGEEC. 2012. Indicadores distritales de servicios básicos: Itapúa y Central. Disponible en: <https://www.dgeec.gov.py/vt/Indicadores-distritales.php>

DNCC/MADES. 2021. Actualización de la Contribución Nacional Determinada (NDC) de la República del Paraguay al 2030. Asunción, Paraguay. 126 p. Disponible en: https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/ACTUALIZA%20CI%20C3%93N%20DE%20LA%20NDC%20DEL%20PARAGUAY_Versi%C3%B3n%20Final.pdf

ESSAP. 2012. Informe final del Plan Maestro actualizado de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de Asunción y área metropolitana. Consorcio NK – NKLAC. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Essap-Pmsas/actualizacion-plan-maestro-de-alcantarillado-sanitario>

Global Covenant of Mayors for climate and energy. 2018. Marco común de Reporte del Pacto de Alcaldes (GCoM). Disponible en: <https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/07/ES-Original-CRF-ES-vHD-rev-EAC.pdf>

Gobiernos Locales por la Sustentabilidad/ICLEI. 2016. Guía de Acción Local por el Clima. Disponible en: http://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2018/10/Guia_de_Accion_Local_por_el_Clima_issuu.pdf

Gobernación de Itapúa. 2016. Plan de desarrollo departamental: Itapúa, período 2016 – 2030. Disponible en:



https://www.itapua.gov.py/application/files/5615/0832/4223/PLAN_DE_DESARROLLO_DEPARTAMENTAL_DE_ITAPUA_-_2030.pdf

Investor. 2015. Agricultura y desarrollo en Paraguay en Ministerio de Relaciones Exteriores. Asunción, Disponible en: <http://www.mre.gov.py/v2/novenoconcurso/docs/materias/Agricultura%20y%20desarrollo.pdf>

IPCC. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4. Agriculture, forestry and other land use. Japan, IGES.

IPCC. 2007. Fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, Cambridge University Press.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2017. Plan Nacional de Mitigación al Cambio Climático y los Programas de Acción. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2012. Política Nacional de Cambio Climático. Asunción: PNUD/Gobierno de España. Disponible en: http://dncc.seam.gov.py/wp-content/uploads/2018/11/Politica-Nacional-CC_2016.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2014. Plan Nacional de Cambio Climático. Fase 1: Estrategia de Mitigación. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Contribuciones Nacionales de la República del Paraguay: Visión 2030, Plan Nacional de Desarrollo. Asunción: SEAM. Disponible en: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/Document%20INDC%20Paraguay%2001-10-15.pdf>

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Primer informe bienal de actualización de Paraguay a la CMNUCC. Asunción.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Asunción: PNUD/FMAM. Disponible en: <http://dncc.seam.gov.py/wp-content/uploads/2018/11/ENACC-2016.pdf>

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). (s.f.). Política Ambiental Nacional. (pp. 13 – 22). Disponible en: http://www.seam.gov.py/sites/default/files/politica_ambiental_Nacional.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2017. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los Programas de Acción. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay. MADES/PNUD/FMAM/FCPF. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Informe%20Bial%20de%20Actualizaci%C3%B3n_PY_Dic%202018_.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)-DNCC/PNUD-FMAM. 2021. Tercer Informe Bienal de Actualización sobre cambio climático del Paraguay. Proyecto IBA3. Asunción, Py. 452 p. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/IBA3_MADES_pliegos.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático (SIMARCC). Disponible en: <http://devministerio.ecoclimasol.com/mapa-riesgo>. Consultado el 21 de agosto de 2021.

Ministerio de Seguridad/Presidencia de la Nación Argentina. 2017. Manual para la elaboración de Mapas de riesgos. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>

Municipalidad de Ciudad del Este/Departamento de Alto Paraná. 2016. Plan Municipal de desarrollo sustentable, período de gestión: 2015 – 2020. Intendencia Municipal Disponible en: http://geo.stp.gov.py/user/stp/viz/d4b6fdc2-4e0a-11e6-967e-b6fa9714a3b6/public_map

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). DesInventar. <https://www.desinventar.net/DesInventar/generator.jsp>. Consultado el 10 de agosto de 2021.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/FAO. 2018. Soluciones ganaderas para el cambio climático. Serie I8098ES/1/02.18.

Pardos, J. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Madrid: INIA. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/605870T_LIBRO_WEB_1277882850828.pdf

Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). 2020. Manual para elaboración de la estrategia de adaptación en Planes Locales de Acción Climática. Sin publicar

Secretaría de Emergencia Nacional/SEN. 2018. Atlas de Riesgos de la República del Paraguay. Disponible en: https://www.sen.gov.py/application/files/9015/9862/5498/Atlas_de_Riesgos_de_Desastres_de_la_Republica_del_Paraguay_2018.pdf

Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP). 2014. Plan Nacional de Desarrollo. Paraguay 2030. Asunción: STP/Gobierno Nacional. Disponible en: <http://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>

Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP). 2018. Mapa de pobreza <https://www.stp.gov.py/v1/mapa-de-pobreza/>

Schimel D., Alves D., Enting I., Heimann M., Joos F., Raynaud D., Wigley T., 1996. Radiative forcing of climate change En: Climate change 1995. Contribution of the group I to the second assessment report of the IPCC. Edit: Houghton J.T. et al, Cambridge University Press, pp 65-131.



Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica (SISSA). Índices de sequía en estaciones meteorológicas. Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS). Disponible en: <https://sissa.crc-sas.org/monitoreo/indices-de-sequia/>. Consultado el 2 de septiembre de 2021.

University of Leeds. 2017. Evaluación de la Vulnerabilidad y Estrategias de Adaptación en la Región Trinacional. Triangle-city cooperation. Recuperado de: <https://triangle-city.leeds.ac.uk/publications/>

Van Wester, C. (s. f.). Introducción a los conceptos de vulnerabilidad, amenaza y riesgo Disponible en: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/unesco/Amenazas/Presentaciones%20Powerpoint/03%20Introduccion%20Amenaza%20Vulnerabilidad%20y%20Riesgo/Introduccion%20Amenaza%20Vulnerabilidad%20y%20Riesgo.PDF>

WBGU, 1998. The accounting of biological sinks and sources under the Kyoto protocol: A step forwards or backwards for global environmental protection? Special Report, German Advisory Council on Global Change (WBGU), pp 75

6. Anexos

6.1. Anexo I

Municipio: Ciudad del Este

Fecha de la reunión:

Participantes: ANIBAL MOLAS, EMA GODOY, CRISTHIAN NEGRETTE, NATALIA LOPEZ.

Puesto/función/cargo:



Preguntas	Espacio para las respuestas
¿Tienen registros históricos de variables climáticas?	<i>Ejemplo: Datos de estaciones meteorológicas cercanas, registros manuales, etc.</i>
Temperaturas diarias media, máxima y mínima.	a- Estación de Embalse de Itaipú (Datos de estación meteorológicas)
Precipitación diaria	
Vientos, intensidad y dirección	
Otras	
¿Hay ocurrencia de los siguientes eventos climáticos?	<i>Indicar abajo frecuencia e intensidad</i>
¿Tienen registros?	
<i>Ejemplo: Nevadas muy intensas</i>	<i>No ocurre</i>
<i>Ejemplo: Inundaciones</i>	<i>Hay un río cercano que desborda frecuentemente, sólo afecta campos aledaños</i>
Inundaciones	A- Arroyo Amambay b- Río Paraná, en conexión con arroyo acaray-mi
Olas de calor	a- estación metereologica itaipu
Heladas	<i>No ocurre</i>
Nevadas muy intensas	<i>No ocurre</i>
Incendio	<i>No ocurre</i>
Sequía	a- estación metereologica
Vientos muy intensos	a- estación metereologica
Granizo	<i>No ocurre</i>
Aumento del nivel del mar	<i>No ocurre</i>
Movimientos de masas (avalanchas, aludes, etc).	<i>No ocurre</i>
Tormentas eléctricas	a- estación metereologica
Otros	

Figura 31. Lista de principales variables y eventos según amenazas identificadas en Ciudad del este

Fuente: formato generado con el apoyo de la RAMCC para relevamiento de información para el análisis del riesgo climático en el Municipio de Ciudad del Este; datos aportados por representantes de la Municipalidad (2021).

Vulnerabilidad

Impacto

Detallar para cada uno de los sectores qué impacto sufrieron o podrían sufrir a partir de los eventos climáticos extremos listados.

Ocurrencia de impactos como consecuencia de eventos climáticos extremos	Energía (Producción, transporte, distribución)	Agua dulce Provisión y saneamiento	Transporte Automotor, de carga, ferrocarril	Agricultura y ganadería	Turismo, comercio, cultura, y otros sectores	Industria Producción y otros procesos	Residuos Gestión y disposición	Población Problemas de salud por vectores, personas heridas, etc.	Ecosistemas Áreas protegidas; humedales, bosques, hídricos, otros
<i>Ejemplo: incendio</i>	<i>Pueden cortarse las líneas de alta tensión</i>	<i>Interrupción de provisión por corte de luz</i>	<i>n/a</i>	<i>Quema de campos y pastizales</i>	<i>n/a</i>	<i>Ocurrieron incendios en plantas azucareras</i>	<i>n/a</i>	<i>En 2005 Tuvieron que evacuar 200 personas</i>	<i>En parque provincial hay incendios frecuentes</i>
Inundaciones	producción, corte de energía eléctrica – con qué frecuencia, a cuánta población afecta.	interrupción de provisión de agua dulce. con qué frecuencia, a cuánta población afecta.	bloqueo de la vía pública ubicar en un kmz zona afectada. Con qué frecuencia.	no ocurre	centro de la ciudad por falta de sistema de alcantarillado pluvial	no afecta	por falta de disposición final de residuos	proliferación de mosquitos y vectores.	en cambio de temporales intensas afecta al arroyo amambay provocando inundaciones
Olas de calor	corte de energía eléctrica con qué frecuencia, a cuánta población afecta.	n/a	n/a	Sequía	n/a	n/a	n/a	aumento de personas hipertensas, golpe de calor.	amenaza de biodiversidad y cuencas hídricas.
Heladas	n/a	n/a	n/a	afecta la producción a pequeños productores	n/a	n/a	n/a	Gripes y tos.	n/a
Nevadas muy intensas	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Incendio	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Sequía	n/a	falta de agua en los pozos comunes describir servicio de agua	n/a	afecta a la producción Existen estimaciones de pérdidas productivas?	n/a	n/a	n/a	n/a	afecta a los arroyos y lagos.
Vientos muy intensos	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Granizo	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Aumento del nivel del mar	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Movimientos de masas (avalanchas, aludes, etc).	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra	no se registra
Tormentas eléctricas	corte de energía	n/a	n/a	impacto directo de rayo, fallo de equipo de seguridad	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Figura 32. Detalle del impacto de cada sector a partir de los eventos climáticos extremos listados para Ciudad del este

Fuente: formato generado con el apoyo de la RAMCC para relevamiento de información para el análisis del riesgo climático en el Municipio de Ciudad del Este; datos aportados por representantes de la Municipalidad (2021).