

Ciudad Circular

El metabolismo de San Pedro de Macorís como catalizador para el desarrollo urbano sostenible en República Dominicana, una perspectiva desde Colombia

Ciudad Circular

El metabolismo de San Pedro de Macorís como catalizador para el desarrollo urbano sostenible en República Dominicana, una perspectiva desde Colombia

Caterina. Vetrugno¹ y Diomar Elena. Calderón Riaño²

¹Universidad Central del Este; San Pedro de Macorís, República Dominicana. cvetrugno@uce.edu.do

²Universidad de San Buenaventura; Medellín, Colombia. diomar.calderon@usbmed.edu.co



Publicado el 15 de octubre de 2015 por la revista UCE Ciencia, Número especial
ISBN 978-9945-9253-1-9

Contenido

Prólogo 11

Introducción..... 13

1. Ciudad y Metabolismo 15

Escenarios actuales..... 15

 Límites planetarios

 Acuerdos climáticos mundiales

 Aumento de la población urbana

Modos de ver la ciudad..... 16

 Enfoque sistémico

 Ecosistema urbano

 Metabolismo urbano

 Sistemas locales, abiertos y resilientes

Diseño y Sostenibilidad 17

 Economía circular

 Economía distribuida

 Gestión de flujos entrantes y salientes

 El Nexo Agua-Energía-Alimentos

 Impactos espaciales sostenibles

2. Visión Macro y Micro 19

Urbanización en América Latina..... 19

 Nuevas conexiones

 Desarrollo urbano y sistemas totalitarios

Contexto espacial, económico y social de San Pedro de Macorís 20

 Geografía

 Población

 Vivienda y pobreza

 Auge del azúcar

 Renacimiento industrial

 Industrias urbanas

 División social

 Economía

 Industria

 Actividad portuaria

 Sistema de transporte

 Daño ambiental

 Del pensamiento lineal al circular

3. Investigación y Diseño 27

Lectura sistémica del territorio..... 27

Datos y anécdotas	
Enfoques ascendentes y descendentes	
De grande a pequeña escala	
Proceso y herramientas	29
Investigación a través del diseño	
Fuentes	
Colaboración académica	
Recursos visuales	
Enfoque comunitario	
4. Agua	31
<i>Agua en República Dominicana</i>	31
Consumo de los recursos hídricos	
Resumen hidrogeológico	
De un extremo a otro	
Gestión nacional y local del agua	
Purificación de agua pública	
Agua y equidad	
<i>Usos del agua</i>	34
Agua potable	
Agua y actividades económicas	
Aguas residuales	
<i>Impactos derivados de los usos del agua</i>	36
Contaminación del agua subterránea	
Contaminación de aguas superficiales	
Drenaje de aguas pluviales	
Contaminación del mar Caribe	
Intrusión salina y erosión costera	
<i>Miradas en Colombia: Agua</i>	42
Panorama general	
Iniciativas relacionadas con el flujo del agua en Colombia	
Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular del agua en Colombia	
5. Energía	45
<i>Energía en República Dominicana</i>	45
Dependencia económica	
Emisiones de CO2	
<i>Origen y destino de la energía</i>	48
Demanda de energía	
Producción de energía	
Consumo de energía	
División energética y social	
<i>Impactos generados por el desaprovechamiento de energías renovables</i>	50
Centrales eléctricas	
Biocombustibles	

Fuentes de energía alternativas	
<i>Miradas en Colombia: Energía</i>	54
Panorama general	
Iniciativas relacionadas con el flujo de la energía en Colombia	
Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular de la energía en Colombia	
6. Alimentos	57
<i>Alimentos en República Dominicana</i>	60
Importación de alimentos	
Exportación de alimentos	
Uso del suelo	
<i>Producción local de alimentos</i>	60
Productos agrícolas	
Caña de azúcar	
Granjas de pollos	
Producción de carne	
Pesca	
Agricultura urbana	
Industria de alimentos	
<i>Distribución y consumo local de alimentos</i>	66
Abarrotes y división social	
Comedores económicos	
<i>Impactos derivados de la producción y consumo de alimentos</i>	66
Contaminación de suelo	
Deforestación	
Residuos orgánicos	
Residuos animales y exportaciones	
Desechos domésticos	
Recolección de residuos	
<i>Miradas en Colombia: Alimentos</i>	72
Panorama general	
Iniciativas relacionadas con el flujo de alimentos en Colombia	
Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular de alimentos en Colombia	
7. Oportunidades	75
<i>Situación actual</i>	75
Retos en la ciudad	
Intenciones a largo plazo	
<i>Biocentro</i>	80
Panorama Actual	
Propuesta	
Una mirada desde Colombia: Museo del agua	
Una mirada desde Colombia: Huerteras de La Gabriela	
<i>Cemex 2.0</i>	90

Panorama actual	
Propuesta	
Una mirada desde Colombia: Modelo de gestión en manejo de residuos sólidos de Cajicá	
Una mirada desde Colombia: Red de reciclaje PET, reutilización PET	
Bulevar Productivo.....	98
Panorama actual	
Propuesta	
Una mirada desde Colombia: Proyecto Parques del Río Medellín	
Una mirada desde Colombia: Jardines comunitarios de Moravia	
Glosario.....	109
Referencias	111

Lista de figuras

Figura 1. Centro histórico, San Pedro de Macorís.....	12
Figura 2. Asentamientos informales en las orillas del río Ozama, Santo Domingo	15
Figura 3. Universidad Central del Este, San Pedro de Macorís	19
Figura 4. Patrimonio industrial abandonado, San Pedro de Macorís	21
Figura 5. Comunidades residenciales cerradas, San Pedro de Macorís	22
Figura 6. Barreras arquitectónicas entre la urbanización Hazim y la Laguna de Mallén	23
Figura 7. Descripción: Zona Franca, San Pedro de Macorís	24
Figura 8. Descripción: Taller de Chiripas, San Pedro de Macorís	25
Figura 9. Calle Duarte, San Pedro de Macorís	27
Figura 10. Enfoque a escala múltiple	28
Figura 11. Orillas del río Higuamo, San Pedro de Macorís	31
Figura 12. Diagrama de flujo a escala provincial: agua	32
Figura 13. Planta de tratamiento de agua potable, San Pedro de Macorís	35
Figura 14. Planta de tratamiento de aguas residuales, San Pedro de Macorís.....	35
Figura 15. Contaminación del río Higuamo	37
Figura 16. Playa de Juan Dolio, Guayacanes	38
Figura 17. Playa del muerto, San Pedro de Macorís	39
Figura 18. Mapa de flujo a escala provincial: agua	40
Figura 19. Planta EGE Haina (Sultana del Este), San Pedro de Macorís	45
Figura 20. Diagrama de flujo a escala nacional: energía	46
Figura 21. Demanda de energía del sector residencial en el municipio de San Pedro de Macorís	48
Figura 22. Conexiones eléctricas informales, San Pedro de Macorís.....	49
Figura 23. Desechos domésticos acumulados en la calle, San Pedro de Macorís.....	51
Figura 24. Desechos verdes del jardín de la UCE antes de ser llevados al vertedero municipal	51
Figura 25. Mapa de flujo a escala provincial: energía	52
Figura 26. Campos de cultivo de caña de azúcar en el batey Monte Cristi, Ramón Santana	57
Figura 27. Diagrama de flujo a escala provincial: alimentos	58
Figura 28. Envejecimiento de Ron Barceló en la Zona Franca, San Pedro de Macorís	61
Figura 29. Matadero municipal de Punta Garza, San Pedro de Macorís	62
Figura 30. Cultivo de plátano ubicado entre viviendas de asentamiento informal, San Pedro de Macorís.....	63
Figura 31. Pequeño colmado con productos locales en asentamiento informal, San Pedro de Macorís... ..	64
Figura 32. Agricultura urbana en asentamiento informal, San Pedro de Macorís.....	65
Figura 33. Camiones de distribución de alimentos parqueados en las calles.....	67
Figura 34. Vertedero improvisado en Barrio Blanco, San Pedro de Macorís.....	69
Figura 35. Mapa de flujo a escala provincial: alimentos	70
Figura 36. Lugar de acción: San Pedro de Macorís.....	75
Figura 37. Mapa de retos a escala municipal: San Pedro de Macorís.....	76
Figura 38. Líneas estratégicas para el desarrollo de la provincia de San Pedro de Macorís a largo plazo .	78
Figura 39. Diagrama del sistema lineal actual: electricidad	80
Figura 40. Diagrama del sistema circular: energía en Biocentro.....	81
Figura 41. Mapa de actores a escala municipal: Biocentro.....	82
Figura 42. Bosque de la Mujer en la planta de tratamiento de aguas residuales de Salcedo	85
Figura 43. Diagrama de impactos: Biocentro	86
Figura 44. Diagrama del sistema lineal actual: materiales de construcción	90
Figura 45. Diagrama del sistema circular: materiales en Cemex 2.0	91

Figura 46. Mapa de actores a escala municipal: Cemex 2.0	92
Figura 47. Diagrama de impactos: Cemex 2.0.....	94
Figura 48. Diagrama del sistema lineal actual: agua lluvia.....	98
Figura 49. Diagrama del sistema circular: agua en Bulevar Productivo	99
Figura 50. Mapa de actores a escala municipal: Bulevar Productivo.....	100
Figura 51. Diagrama de impactos: Bulevar Productivo	104
Figura 52. Mapa estratégico a escala municipal: Biocentro, Cemex 2.0 y Bulevar Productivo	106

PRÓLOGO: LAS OTRAS CARAS DE ESTOS TIEMPOS

Tiempos en pausa, tiempos con otra medida, tiempos no esperados, tiempos alejados, tiempos expandidos, tiempos domésticos; nosotros domesticados, obligados a permanencias infinitas en casa. La casa, nuestro segundo espacio habitado después del cuerpo, no necesariamente representa un lugar seguro, cómodo, tranquilo para todos; mientras sí ha resultado ser un mercado potencial para promover el consumo en estos tiempos. Ahora los medios, las marcas, las empresas, los gobiernos nos están vendiendo el mensaje reiterado de la casa como “lugar de felicidad” “lugar seguro” dejando en el olvido las realidades frágiles de América Latina; el desempleo, la violencia, la inseguridad, la informalidad y la desigualdad, que para estos tiempos no son más sino grietas que refuerzan las marcas de la inevitable ruptura.

Entonces ¿quién puede realmente quedarse en casa? El tiempo no pasa de igual manera para todos. Las familias que viven de su ganancia diaria solo han aplazado el inevitable pago de su renta, sus facturas, sus alimentos e incluso han dejado en pausa pagos por educación, salud y bienestar. Una sumatoria de pendientes, que además de la preocupación por mantenerse sanos en circunstancias inesperadas, indudablemente agregan tensiones a la convivencia, la interacción y los modos de establecer relaciones con los otros y con los lugares.

La ciudad entrelaza sistemas construidos, naturales y socioculturales de alta complejidad incluso con temas que en América Latina aún no se han resuelto y que para estos tiempos que estamos viviendo; enfatizan el llamado a una Ciudad con mayor accesibilidad, inclusión, seguridad, al final, un lugar con mejores condiciones para el desarrollo de la Vida. Este acceso a la Ciudad tendría que ser democrático, para no ocupar solamente un espacio en el tejido urbano sino ser parte de él, trabajar y participar en la ciudad contribuyendo con las capacidades propias.

Estas ciudades, las nuevas y las que ya existen, tienen que ser proyectadas de manera resiliente y sostenible, reconectando naturaleza y tejido urbano. La naturaleza es entonces nuestro primer antiviral y debemos reducir nuestro impacto directo sobre la naturaleza: la pérdida de los ecosistemas, la contaminación del suelo, agua y aire, el comercio ilegal de las especies animales no solamente está incrementando el riesgo de difusión de las pandemias sino también su intensidad y frecuencia. Por el otro lado, la difusión del virus a nivel mundial, la consecuente suspensión de las actividades económicas e industriales, las disminuciones de la circulación de vehículos han demostrado una caída en los niveles de contaminación del aire y agua; esto parece ser un mero efecto pasajero porque al menos en Colombia, esta escena pareció ser una escena temporal donde la mayoría de los personajes seguimos siendo los mismos haciendo lo mismo, superviviendo.

El metabolismo urbano en sintonía con la naturaleza hoy es más actual e indispensable, Bill Mollison conocido como padre de la permacultura, había destacado ya la necesidad de desarrollar principios de diseño urbano con una gestión integrada de los recursos y de revertir las políticas urbanas cuanto antes para evitar la desaparición de nuestra civilización a causa de la contaminación ocasionada por el hombre y los cambios climáticos (Mollison, 1979). Más de 40 años después, sus palabras suenan extremadamente pertinentes mientras que la nueva generación de arquitectos, diseñadores y creadores de ciudades sigue explorando maneras (aunque todavía tímidas) de trabajar con la naturaleza (no en contra) para entender su funcionamiento y generar ciudades más sanas.



Figura 1. Centro histórico, San Pedro de Macorís

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación plantea un diagnóstico de la provincia de San Pedro de Macorís sobre el potencial de la economía circular, para identificar oportunidades de desarrollo urbano sostenible.

Como parte de una economía insular y un territorio sensible a los efectos del cambio climático, San Pedro de Macorís necesita producción energética sostenible, agricultura fértil, gestión eficiente del agua y actividad industrial que garantice una economía ferviente. Actualmente, la contaminación de suelos y aguas, la falta de una adecuada recolección y diferenciación de residuos y la presencia de industrias contaminantes representan una amenaza pendiente para el equilibrio vulnerable de este territorio. La sostenibilidad considera la relación entre pasado, presente, futuro con relación a los sistemas naturales, artificiales, sociales y culturales; surge cuando hay colaboración entre diferentes disciplinas y cohesión hacia un objetivo común, lo que se considera un producto de desecho para una puede ser un recurso para otra. Por esta razón, se definen relaciones con el contexto colombiano, que se enfrenta a retos similares como condiciones de pobreza, desigualdades y déficit habitacional a través de estrategias que en la actualidad se encuentran en fase de formulación o ejecución.

La propuesta de un modelo de economía circular para San Pedro de Macorís implica maximizar la ganancia económica minimizando el impacto ambiental al generar vínculos rentables entre ofertas y demandas para recuperar recursos infravalorados pero preciosos. Este libro presenta el diagnóstico potencial de la economía circular en el territorio dominicano para identificar oportunidades de desarrollo urbano sostenible fortalecido a través de las *Miradas en y desde Colombia*. Los resultados de esta investigación son una herramienta útil para los procesos de toma de decisiones de las estrategias de planificación urbana y orientan el desarrollo de políticas sensibles al nexo que involucran los ciclos del agua, la energía y la alimentación en el área de estudio y que pueden ser replicadas en similares áreas sociales, geográficas y circunstancias económicas.

El capítulo 1 contiene el enfoque teórico donde se fundamenta la mirada de la ciudad como un sistema complejo que interrelaciona los diferentes aspectos ambientales, económicos, sociales y culturales. En este capítulo se describen los aspectos teórico-conceptuales que aportan posteriormente el análisis contextual.

El capítulo 2 presenta el enfoque contextual, se abordan algunas particularidades del contexto como características de la población, su evolución económica y las actividades relevantes y la informalidad de San Pedro de Macorís en República Dominicana.

El capítulo 3 expone apuntes metodológicos para la investigación a través del procesamiento de datos y la recolección de anécdotas. En esta sección se explican las diferentes herramientas visuales que se han desarrollado en el proceso de investigación a través del Diseño.

El capítulo 4 presenta los recursos hídricos del país representados por el agua en las diferentes fases y manifestaciones en que se encuentra en el ciclo hidrológico (precipitaciones, aguas residuales, agua potable, entre otros). Luego se analiza el contexto colombiano a través de la utilización de los recursos hídricos nacionales y se comentan las iniciativas tomadas hacia una economía circular de este recurso.

El capítulo 5 describe la vulnerabilidad económica de República Dominicana debido a las importaciones de materias primas para la producción de energía mientras que se desaprovechan los recursos sostenibles locales (biocombustibles y energía solar). Mientras tanto en Colombia se está ampliando la accesibilidad energética y aumentando su inversión para liderar las exportaciones de energía renovable en América Latina y Caribe.

El capítulo 6 presenta el análisis del flujo de alimentos en la provincia de San Pedro, sus retos sociales, económicos y ambientales. El largo predominio de la industria azucarera ha reducido el poder de la producción local de alimentos a diferentes niveles, limitando al abastecimiento a productos importados, sean de otras provincias o del extranjero. En Colombia se están direccionando los esfuerzos al mejoramiento de los procesos de producción de alimentos por medio de la tecnología; así como el apoyo a los productores y prácticas locales.

El capítulo 7 presenta la identificación de los ejes para el desarrollo sostenible de la municipalidad de San Pedro de Macorís a través de la economía circular y de una gestión sostenible de los recursos y desechos urbanos. Las estrategias propuestas se complementan y generan un plan guía para una transformación resiliente e inclusiva de la ciudad, apoyada con experiencias implementadas actualmente en Colombia. Este capítulo concluye con la medición de los impactos de las propuestas en términos sociales, económicos y ambientales a diferentes escalas.

1. CIUDAD Y METABOLISMO: EL ECOSISTEMA URBANO

Palabras clave: Cambio climático; Huella ecológica; Economía circular; Metabolismo urbano; Nexo; Población urbana



Figura 2. Asentamientos informales en las orillas del río Ozama, Santo Domingo

Escenarios actuales

Límites planetarios

Las ciudades juegan un papel fundamental en el cambio climático: consumen aproximadamente dos tercios de la demanda total de energía y son responsables de más del 70% de las emisiones globales de efecto invernadero (International Energy Agency, 2016). Hemos entrado en una nueva época geológica, en el Antropoceno la actividad humana ha sido la influencia predominante sobre el clima y el medio ambiente (Crutzen, 2006). El equilibrio entre la tierra, el océano, la atmósfera y la vida, que crea las condiciones de las que dependen nuestras sociedades, se ha modificado debido a los cambios inducidos por el hombre (Rockström, et al., 2009). Una gran parte de la población urbana vive en zonas vulnerables, las ciudades en crecimiento requieren infraestructura flexible para reducir el impacto de las amenazas ambientales.

Acuerdos climáticos mundiales

Desde la primera conferencia de la ONU sobre el clima en 1972 que condujo a la Declaración de Estocolmo, destacados líderes mundiales se han dedicado a abordar los problemas ambientales. En 2015, el acuerdo de París estableció 9 prioridades globales para regular la estabilidad y la resistencia del sistema Tierra. En el mismo año, se definieron 17 pautas universales (los Objetivos de Desarrollo Sostenible) para controlar el desarrollo ambiental, social y económico durante los próximos 30 años. El encuentro más cercano entre el diseño urbano y el cambio climático tuvo lugar en Quito en 2018, donde se creó un nuevo modelo para el desarrollo urbano (la Nueva Agenda Urbana), que integra la equidad compartida, la prosperidad y el bienestar dentro del proceso de creación de la ciudad.

Aumento de la población urbana

A medida que la población urbana crece exponencialmente en todo el mundo (4 mil millones de personas viven actualmente en ciudades (World Bank, 2020), se espera que continúe aumentando (para 2050, 7 mil millones de

personas), recomendamos planificar el crecimiento urbano para garantizar servicios básicos, viviendas asequibles e infraestructura adecuada. Las ciudades, que generan más del 80% del PIB mundial (World Bank, 2020), son al mismo tiempo la mayor oportunidad y amenaza para la humanidad; constituyen verdaderos centros de conocimiento e innovación, así como centros productivos para un crecimiento continuo. Sin embargo, esta velocidad de urbanización enfrenta enormes brechas sociales, contaminación ambiental y desafíos económicos, que deben tenerse en cuenta dentro de este proceso creciente (si no de antemano).

Modos de ver la ciudad

Enfoque sistémico

El enfoque sistémico se basa en las relaciones entre sociedad y producción, entre sistema económico, medio ambiente y contexto territorial; abarcando la calidad del contexto de la vida. La producción vista desde un enfoque sistémico prefiere los recursos cercanos, activa a través de las salidas de un sistema que se convierten en entradas de otro, la colaboración entre los procesos de producción (agrícolas e industriales), el sistema natural, el contexto territorial y la comunidad; donde se crea una red relacional abierta que vitaliza al territorio y lo caracteriza con sus principales cualidades.

El enfoque sistémico parte de un sistema relacional que puede activar una nueva economía basada en el diseño de ciclos industriales abiertos donde cualquier punto está conectado, tanto entrante como saliente, a todos los demás de manera colaborativa y, al mismo tiempo, está fuertemente vinculado al territorio, entendido como el lugar donde se llevan a cabo las acciones. Esta característica permite a los distintos actores tener una percepción clara de lo que están haciendo y los resultados inmediatos creados en el territorio a medida que se experimentan las diversas actividades (Bistagnino, 2011, p. 20-21).

Ecosistema urbano

Las ciudades son una red conectada de espacios verdes, biodiversidad, estructura no biológica, infraestructura de energía, etc. En este sentido, podemos describirlos como ecosistemas en los que todos los componentes vivos y no vivos interactúan dentro del mismo entorno (Tansley, 1935). Dentro de este contexto, su enfoque tiene como objetivo integrar el estudio de los procesos naturales humanos y sociales de los ecosistemas y sus interrelaciones (Bonnes, Carrus, Bonaiuto, Fornara, & Passafaro, 2004). Como parte de este sistema, los humanos modifican el medio ambiente para mejorar su hábitat y facilitar su supervivencia. El sistema que los humanos han creado es un mosaico complejo de parches biológicos y físicos, en una matriz de infraestructura, organizaciones humanas e instituciones sociales (Pickett, Cadenasso, Childers, McDonnell, & Zhou, 2016).

Metabolismo urbano

El concepto de metabolismo urbano se basa en una analogía con el metabolismo de los organismos. Las ciudades, como el cuerpo humano, son organismos vivos con flujos entrantes (tales como recursos, bienes, materias primas), que se procesan y “digieren” a través del tejido urbano, estructuras e infraestructuras, antes de ser expulsados como desechos. Cada organismo tiene capas o redes superpuestas las cuales, facilitan los flujos que contribuyen al funcionamiento y el bienestar de la ciudad, lo que afecta a la vida de las personas y sus necesidades básicas (Decker, Elliott, Smith, Blake, & Rowland, 2000). A medida que aumenta la demanda de mayores insumos de energía y materiales para mantener el crecimiento urbano continuo, es esencial comprender el metabolismo de las ciudades.

Sistemas locales, abiertos y resilientes

Las actividades de pequeña escala e interconectadas quedan abiertas a flujos globales de ideas, información, personas y recursos que desarrollan arraigo a un lugar de manera más profunda. Los actores que participan tienden a buscar el equilibrio entre lo local y lo abierto, que conduce a una suerte de localismo cosmopolita, capaz de provocar sentido en el lugar. Como tal, los lugares dejan de ser entidades aisladas para convertirse en nodos que forman parte de estructuras en red, las cuales, a pequeña escala, generan y regeneran el tejido socio-económico local, mientras que vistas a otras escalas más amplias conectan a la comunidad con el resto del mundo a través de una estrategia que favorece la resiliencia de las comunidades; capaces de recuperarse de los imprevistos que puedan ocurrir y aprender de ellos (Manzini, 2015, pág. 34).

Diseño y Sostenibilidad

Economía circular

La sostenibilidad considera aspectos ambientales, económicos, sociales y culturales, convoca a la colaboración y la cohesión entre diferentes disciplinas, actores y actividades hacia un objetivo común; algo que se considera un producto de desecho para uno, puede ser un recurso para otro. La concepción circular en los sistemas de la ciudad (construcción, movilidad, sistemas de productos y servicios, sistemas de alimentos, etc.) desempeña un papel importante en la vida, genera retos y cambios en la estructura de las actividades económicas urbanas; entendiendo que la ciudad representa una gran concentración de recursos, información, talentos y actividades que la convierten en un lugar clave para realizar la transformación de lo lineal a lo circular (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

En la gestión de los recursos disponibles de manera sostenible, es esencial comprender que flujos urbanos como energía, agua y alimentos están inextricablemente vinculados y que la acción en uno de ellos tiene un impacto directo sobre todos los demás. La sociedad contemporánea está basada en un sistema lineal de extracción de recursos desde la naturaleza, consumo y generación de desechos a una velocidad mayor que la biocapacidad del planeta de regenerarlos o asimilarlos. Mas específicamente, el sector de la construcción ha ignorado el concepto de ecología, siendo responsable del 50% de la extracción de recursos naturales y del 50% de los residuos generados en el planeta (Arenas Cabello, 2008). La economía circular ofrece una alternativa más sostenible al sistema vigente reduciendo el impacto de los seres humanos sobre el planeta, cuestionando la manera actual de producir bienes de consumo cotidianos.

Economía distribuida

Los sistemas distribuidos se relacionan con los conceptos de resiliencia y sostenibilidad, donde las economías locales se caracterizan por ser adaptables y participan de redes de intercambio que se expanden a escala local, regional y global (Ryan, 2012). Las iniciativas a pequeña escala se conectan a otras similares y complementarias, de esta manera, se teje un sistema distribuido donde cada proceso de producción, distribución, consumo, la toma de decisiones, el conocimiento técnico y del valor económico se localizan en la comunidad local (Manzini, 2015, págs. 28-32).

Según Murray, el cambio hacia un paradigma en red tiene la capacidad de transformar la relación entre el centro de una organización y la periferia. Sus sistemas distribuidos no responden a la complejidad ni con la estandarización ni con la simplificación impuestas desde el centro, sino llevando la complejidad a la periferia, a los hogares, a los usuarios de los servicios, a los administradores locales y a los trabajadores a donde desarrollan su actividad (2010).

Gestión de flujos entrantes y salientes

A medida que los flujos cambian a lo largo de las décadas, afectan la economía local, las cadenas de producción y consumo, la calidad de la vida urbana, así como el contexto social y político. El estudio de estos mecanismos urbanos nos permite descubrir disfunciones (o enlaces faltantes) en los procesos existentes y revelar oportunidades para conexiones fructíferas entre recursos, usuarios y desechos (Gemeente Rotterdam, IABR, FABRIC, JCFO, TNO, 2012). Al diseñar ciudades que dependen menos de los recursos ubicados fuera de sus límites y están más orientadas hacia la producción local, los actores gubernamentales tendrían menos problemas para gestionar los flujos de energía y materiales salientes. Cerrar este ciclo tiene un efecto directo en los comportamientos y procesos dentro del sistema urbano.

El Nexo Agua-Energía-Alimentos

A medida que las ciudades crecen se debe asegurar un enfoque integrado y sostenible para garantizar un acceso universal a los servicios básicos como el suministro de agua, la distribución de energía, la producción de alimentos. La mayoría de los recursos de agua dulce se utilizan actualmente en el sector agrícola, mientras que más de una cuarta parte de la demanda mundial de energía, se gasta en producción y distribución de alimentos (United Nations Food and Agriculture Organization FAO, 2011). En este sentido, el agua, la energía y los alimentos constituyen un Nexo, un equilibrio ahora precario; y su estudio tiene como objetivo informar los procesos de toma de decisiones tanto para guiar el desarrollo de políticas sensibles como para implementar el sistema urbano existente. Dentro de este contexto, las estrategias de planificación urbana resilientes tienen como objetivo integrar los procesos naturales, humanos y sociales de los ecosistemas, con infraestructuras sostenibles que proporcionen aire, agua y suelo limpios y seguros.

Impactos espaciales sostenibles

Los cambios en la cultura y las nuevas formas de proceder convierten al diseño en una amplia actividad que impregna los múltiples nodos de las redes socio técnicas donde vivimos (Manzini, 2015, pág. 37). El impacto espacial sostenible debe ser tomado en cuenta en el diseño urbano y arquitectónico para generar espacios de calidad, y no, simplemente pensar en su implementación en espacios residuales (paneles solares, sistemas recolectores de agua, etc.), la sostenibilidad debe ser una consideración integral en el diseño y no un simple adicional, debe aportar nuevas calidades espaciales a de los hogares, las infraestructuras, el espacio público y la ciudad.

2. VISIÓN MACRO Y MICRO: ENFOQUE CONTEXTUAL

Palabras clave: Desarrollo urbano latinoamericano; Asentamientos informales; Industrias urbanas; Contaminación ambiental; Contexto de República Dominicana



Figura 3. Universidad Central del Este, San Pedro de Macorís

Urbanización en América Latina**Nuevas conexiones**

En América Latina las ciudades han crecido en los últimos 30 años con una población urbana creciente del 40% en 1950, hasta el 80% en la actualidad, lo que la convierte en la región más urbanizada del mundo (Arshat, 2014). Según lo declarado por el Instituto McKinsey Global, algunos centros urbanos de América Latina funcionan como laboratorios de innovación tecnológica. En Brasil, por ejemplo, donde más un quinto de la población de Río de Janeiro vive en favelas, se está experimentando un mapeo en tiempo real con datos GPS de las comunidades más vulnerables para implementar su acceso a los servicios de salud, transporte e Internet. En este sentido, América Latina está haciendo un buen progreso en infraestructura de comunicaciones y conectividad de los ciudadanos.

Desarrollo urbano y sistemas totalitarios

La República Dominicana tiene una larga tradición infame de desarrollo urbano sometido a intereses personales, que condujeron a nuevos tejidos urbanos desconectados con frecuencia de su entorno. En el caso específico de la capital, Santo Domingo, no es inusual descubrir interrupciones repentinas en el tejido urbano, debido al surgimiento de una propiedad privada o un asentamiento informal. La ciudad colonial permaneció casi intacta dentro de sus muros durante 4 siglos, hasta que la dictadura de Trujillo la llevó a triplicar su tamaño en la década de 1950. Muchas personas fueron llevadas a la ciudad desde el campo para trabajar y se establecieron a lo largo del río Ozama y a las afueras de la ciudad, que constituyen lo que ahora se consideran los barrios vulnerables más grandes del país.

Contexto espacial, económico y social de San Pedro de Macorís

Geografía

La provincia de San Pedro de Macorís está ubicada en la subregión del Yuma, al sureste de la República Dominicana, con un área territorial de 1,255.56 km². Su ubicación central, en el centro de la Región Oriental, establece una conexión estratégica entre todas las provincias que pertenecen a esta parte del país. Por esta razón, fue reconocida como La Sultana del Este, la Soberana del Este. Limita al norte por la provincia de Hato Mayor, al este por La Romana, al sur por el Mar Caribe y al oeste por Santo Domingo. La provincia tiene menos de 400,000 habitantes, la mitad de los cuales viven en la llamada ciudad principal. La ciudad de San Pedro se encuentra a 70 km de la capital y a 40 km de La Romana.

Población

Según el censo de 2010 el 66% de la población tienen menos de 34 años (Oficina Nacional de Estadística, 2010) y el índice de envejecimiento es del 18.2 (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2017). Si la tasa de fecundidad del 2.5% (Centro de Estudios Sociales y Demográficos, 2013) se muestra en línea con las estadísticas nacionales, la tasa de mortalidad es claramente más alta que en el resto del país (en San Pedro la mortalidad infantil se estima en 41% mientras en el resto del país es del 32%). En el periodo intercensal 2002-2010 se ha registrado una disminución general de la población en toda la región (-1.5%) y al mismo tiempo un movimiento poblacional hacia las zonas urbanas (del 81% en 2002, la población urbana ha aumentado al 84%). Aunque el 66% de las viviendas de la provincia son construidas con materiales estables como el bloque y el cemento, hay un estado de hacinamiento extremo que afecta el 9.7% de los hogares (Sistema Único de Beneficiarios SIUBEN, 2018).¹

Vivienda y pobreza

En San Pedro, el 47.5% de los hogares de la provincia se consideran pobres (Morillo Perez, El mapa de la pobreza en la República Dominicana 2014. Informe general, 2014). Cabe destacar que a nivel nacional el 28,9% de la población vive en condiciones de vulnerabilidad a la pobreza moderada, alrededor de 3 millones de personas (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad de Análisis Económico y Social, 2017), y más de 700.000 personas en condiciones de pobreza extrema. Según la encuesta (Oficina Nacional de Estadística, 2010) existe en toda la provincia un déficit cualitativo del 35.5% debido al acceso a los servicios básicos, a la tipología de vivienda y a los materiales de construcción². El déficit cuantitativo es del 21.1%, por un total de 56.6% que pone San Pedro al número 20 a nivel nacional (Morillo Perez, El déficit habitacional en la República Dominicana. Niveles, tendencias y componentes, 2002-2017, 2019).

Auge del azúcar

El área se desarrolló repentinamente gracias al auge de la industria azucarera en las décadas de 1850 y 1870, convirtiéndose en pionero nacional en diferentes campos como el alumbrado público, el puerto industrial y el ferrocarril, el cual fue utilizado para el transporte de la caña de azúcar. Los trabajadores de la industria azucarera se establecieron cerca de los ingenios, creando pequeños y esporádicos centros residenciales llamados Bateyes, que se han transformado a través del tiempo en barrios, pueblos y municipios. Después de la revolución industrial y la disminución de las exportaciones de azúcar en toda el área del Caribe, San Pedro se vio obligado a un cambio económico y se especializó en la industria del cemento, la producción de ron, la industria química y la generación de electricidad.

Renacimiento industrial

En la década de 1970, la provincia se abrió a nuevas oportunidades de crecimiento con la creación de la Zona Franca (basada principalmente en la industria textil: montaje y aserrado), el sector turístico en la costa del Caribe (Juan Dolio y Guayacanes) y la fundación de la Universidad Central del Este. La ciudad de San Pedro enfrentó una expansión urbana rápida, discontinua e incontrolada, que se reflejó en desigualdades sociales consistentes. Este crecimiento

¹ Se considera en estado de hacinamiento extremo un hogar con más de 4 personas en el mismo dormitorio.

² En los municipios de Los Llanos y Quisqueya el 70% de los hogares no tienen ningún acceso a servicios básicos. En San Pedro, el 30% de la población de los bateyes vive en barrancones (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019) y el 1.6% de los hogares tienen un piso de tierra (censo 2010).

urbano centrífugo ha afectado las áreas agrícolas y ecológicas (como la laguna de Mallén y las orillas del río Higuamo), dejando una distinción poco clara entre las áreas urbanas y las rurales.

Industrias urbanas

Con los años, la ciudad cabecera incorpora la mayor parte de las actividades industriales dentro de su tejido residencial, provocando una distribución desigual de los recursos e infraestructuras en todo el espacio urbano. Esto también creó las circunstancias ideales para la proliferación de asentamientos informales en las zonas más vulnerables. Durante la dictadura de Trujillo, el país privatizó todas las industrias y lentamente dio la espalda a toda el área, enfocándose en nuevos centros económicos urbanos como la ciudad de Santiago de los Caballeros ubicada en el interior. Como consecuencia, el centro histórico de San Pedro perdió su esplendor original y en la ciudad crecieron nuevas centralidades dispersas alrededor de las áreas comerciales y de servicios. Aunque todavía muestra algunos edificios históricos de notable calidad arquitectónica, la mayoría de las construcciones originales están en un estado abandonado de degradación.



Figura 4. Descripción: Patrimonio industrial abandonado, San Pedro de Macorís

División social

Después del régimen dictatorial, la ciudad continuó desarrollándose por iniciativa de propietarios privados con una falta de planificación territorial general. El crecimiento desigual engendró un tejido urbano fragmentado, compuesto de diferentes tipologías de manzanas separadas con muros de propiedad, creando secuencias de barreras urbanas a lo largo de las calles. Estos enfrentamientos morfológicos también representan el choque entre diferentes clases sociales, culturas y formas de vida. El deporte nacional, el béisbol, es la conexión transversal más relevante en toda la sociedad, que reúne a personas de diferentes clases económicas que apoyan al equipo local, Las Estrellas. La mayoría de los jugadores de la Liga Nacional en realidad provienen de los barrios más pobres y las familias a menudo apoyan una carrera deportiva, en lugar de la educación superior, para tratar de dar el salto social.

Economía

Las principales actividades económicas de la provincia son agrícola, pecuaria, agroindustrial e industrial. La pesca se desarrolla de manera artesanal en los municipios de San Pedro y Guayacanes. La actividad turística playera se fomenta en el municipio de Guayacanes mientras la provincia de Hato Mayor está desarrollando un potencial para el ecoturismo en los últimos años. Según los Indicadores del Índice de Desarrollo Humano 2014 (PNUD), el ingreso per



Figura 5. Comunidades residenciales cerradas, San Pedro de Macorís



Figura 6. Barreras arquitectónicas entre la urbanización Hazim y la Laguna de Mallén



Figura 7. Descripción: Zona Franca, San Pedro de Macorís



Figura 8. Descripción: Taller de Chiripas, San Pedro de Macorís

cápita en la provincia fue de RD \$ 35,154.80 (ocupa el quinto lugar a nivel nacional), con una tasa de desempleo del 15.4% entre la población activa.

Industria

El sector de la industria y minería emplea el 19% de las personas ocupadas y cesantes y las dos Zonas Francas presentes en el tejido urbano del municipio de cabecera (Chem Tec de propiedad privada y la Zona Franca Industrial estatal) son la principal fuente de empleo, activando más de 12.000 empleados. Una tercera Zona Franca, Melysol, se encuentra en las afueras del área urbana del municipio de San Pedro y se dedica a la producción y exportación de melones. Las principales industrias activas en el territorio son CEMEX Dominicana, Cementos Panamericanos, Alcoholes Finos, Cesar Iglesias C.xA., Destilería Brugal, Laboratorio Farmacéutico Chevalier, Barceló Export & Import, Fertilizantes Químicos Dominicanos (Ferquido), Mercasid, Consorcio Citrícola del Este, Industrias Patrón de Oro (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019).

Actividad portuaria

El puerto de San Pedro de Macorís está ubicado en la desembocadura del río Higuamo y es el puerto comercial más antiguo del país, considerado uno de los mejores puertos naturales del Caribe. Actualmente es utilizado principalmente por el sector privado para las operaciones de Ferquido, CEMEX y Cementos Panamericanos. Sin embargo, el abandono al que ha sido sometido, la construcción del nuevo puerto multimodal de Caucedo y las concesiones al puerto de Sans Souci, no permiten en este momento un uso adecuado de esta infraestructura. Su sedimentación se ha acentuado tanto, que su calado actual oscila entre 7 y 12,5 metros. El puerto turístico de cruceros más cercano se encuentra a 30 minutos de San Pedro, en La Romana.

Sistema de transporte

La movilidad urbana está orientada principalmente a vehículos pequeños como los automóviles privados o los *motoconchos* (mototaxi muy popular y barato), la seguridad vial es un problema real. A excepción del Malecón, no hay áreas peatonales o caminos en toda la ciudad, lo que ha aumentado la congestión del tráfico y la cantidad de accidentes en las calles. Esto también ha afectado el uso de los espacios públicos, que se han vuelto más desiertos y, por lo tanto, se han transformado en lugares ideales para la consolidación de la micro delincuencia. La red urbana de transporte público, llamado las *guaguas* es bastante eficiente, aunque solo cubre una pequeña parte del territorio, los vehículos no siguen ninguna norma de seguridad y el servicio es reducido o inactivo en horarios nocturnos.

Daño ambiental

A pesar de su amplia costa en el Mar Caribe, la ciudad no presenta ninguna actividad turística: muchos hoteles han sido abandonados a través del tiempo, debido a los altos niveles de contaminación del agua. A escala provincial, las playas de Juan Dolio, Guayacanes y la zona de playa Nueva Romana, aún atraen visitantes locales e internacionales. A pesar de la falta general de áreas verdes dentro del tejido urbano, la ciudad de San Pedro tiene algunas superficies verdes protegidas que rodean las áreas residenciales. Estas superficies, llamadas corredores ecológicos (los más relevantes son las riberas del río Higüamo y la laguna de Mallén), albergan muy poca fauna debido a la intensa contaminación del suelo por parte de los sectores residenciales e industriales y están totalmente desconectados del tejido urbano, debido a su alto riesgo de inundación.

Del pensamiento lineal a circular

Como San Pedro es parte de un territorio isleño, sus recursos naturales se confinan entre límites geográficos y políticos restringidos, particularmente expuestos a desafíos ambientales. Por esta razón, es imprescindible encontrar nuevas formas de trabajar para administrar, preservar y reutilizar los recursos existentes; pasando de una economía lineal, donde los recursos se extraen para generar productos que serán utilizados y eliminados como residuos; a un enfoque más circular, basado en los principios de reducir, reutilizar y reciclar, lo cual aliviará la presión sobre la demanda de energía, agua y comida (Rapoport, 2011). La combinación de una planificación resiliente con el diseño urbano y la arquitectura también resulta en la reducción del impacto de las amenazas ambientales.

3. INVESTIGACIÓN Y DISEÑO: ENFOQUE METODOLÓGICO

Palabras clave: Enfoque ascendente y descendente; Contraste de escalas; Herramientas mixtas; Investigación a través del diseño; Estudio multidisciplinario; Comunidades vulnerables activas



Figura 9. Calle Duarte, San Pedro de Macorís

Lectura sistémica del territorio

Datos y anécdotas

El estudio metabólico para el desarrollo urbano significa pasar de un enfoque basado en áreas a uno más complejo, que abarca todo el sistema urbano y su funcionamiento. Esta forma de trabajo permite un diálogo continuo entre la investigación cuantitativa, los datos por el conocimiento explícito del procesamiento de la información (datos), y el cualitativo, producto de un conocimiento más implícito o más bien intrínseco de los usuarios y expertos (anécdotas). Al evaluar los flujos y procesos de un ecosistema urbano, el componente analítico requiere aún una resolución espacial y temporal, así como capacidades de modelado y una mayor consideración de la dimensión socioeconómica (de Heas, Heijungs, Suh, & Huppel, 2004).

Enfoques ascendentes y descendentes

En este sentido, una gestión urbana sostenible debe orientar las políticas nacionales y los procesos de toma de decisiones, hacia un funcionamiento integral de la ciudad (García Cruz & Coral Cardenas, 2004). La evolución de las estrategias de planificación urbana para el equilibrio entre mejores condiciones de habitabilidad y funcionalidad implica, entre otros aspectos, la descentralización de los recursos políticos y fiscales del gobierno nacional a las autoridades locales; proporcionándoles también los conocimientos técnicos. Por lo tanto, el diseño es una herramienta esencial en este proceso, encargado de dar forma a niveles de vida más altos e infraestructuras más fluidas.

De grande a pequeña escala

El estudio de los ecosistemas urbanos explora un enfoque de escala múltiple. Si bien las fronteras geográficas y políticas están claramente establecidas, los límites de flujo son mucho más flexibles y su estudio tiene que adaptarse a ellos. Como el foco de la investigación es la ciudad de San Pedro de Macorís, específicamente la cabecera de la provincia que lleva el mismo nombre, se analizó un área más amplia, como las áreas de captación de agua de sus dos

ríos (el Higuamo y el Soco, que casi coinciden con las fronteras provinciales), para capturar su funcionamiento. Para el cambio de escalas en el análisis es fundamental comprender las interconexiones e interrelaciones entre escalas (Bunnell & Coe, 2001), y observar cómo los flujos metabólicos a escala provincial pueden proporcionar información a escala local.

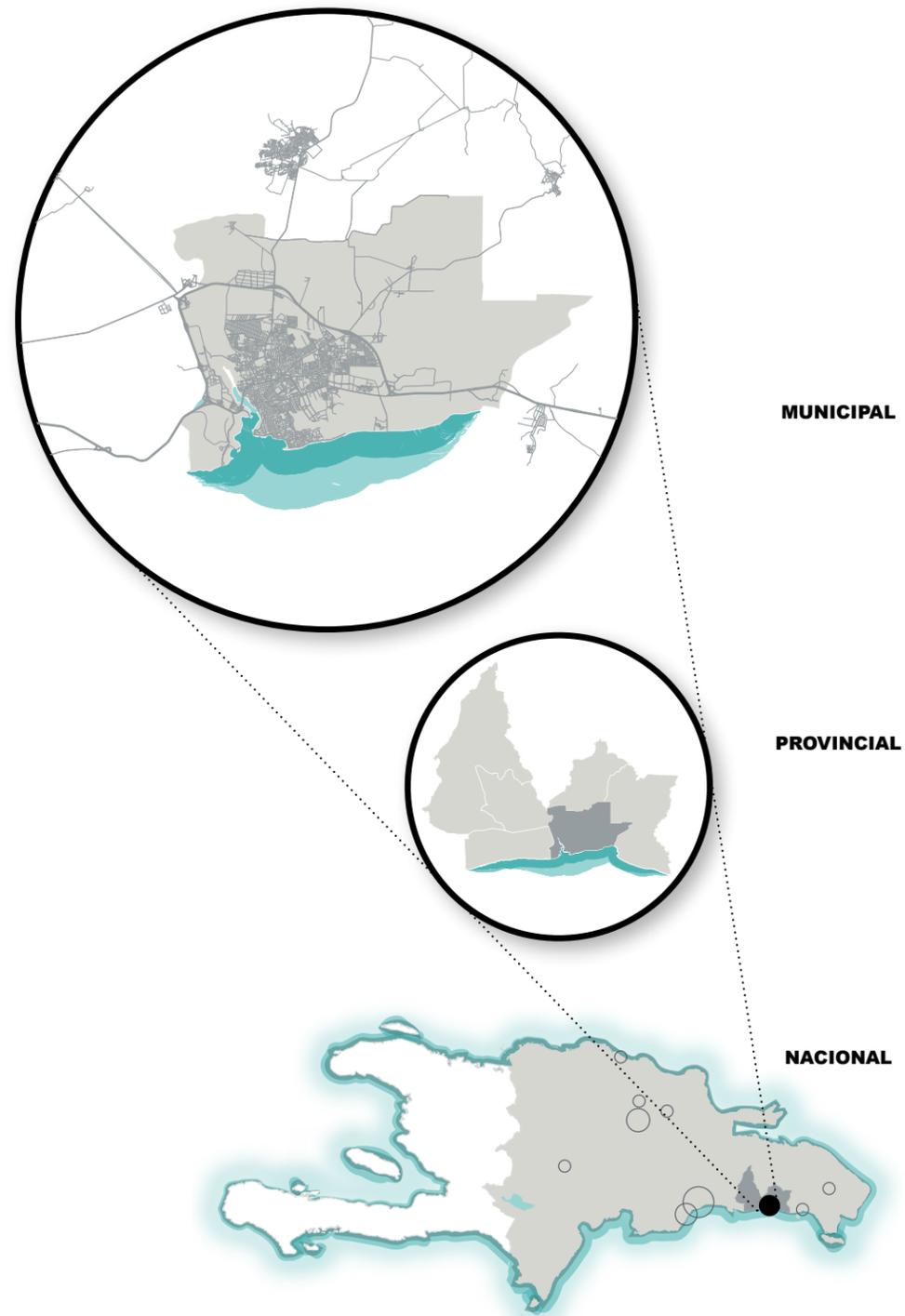


Figura 10. Enfoque a escala múltiple

Proceso y herramientas

Investigación a través del diseño

En el proceso de diseño urbano y arquitectónico tradicional, la investigación se realiza previamente al diseño y se utiliza como herramienta de análisis del sitio de proyecto para desarrollar, justificar y contextualizar la propuesta de intervención (Investigación para el Diseño). De otro lado, existe la Investigación sobre el Diseño, desarrollada por expertos ajenos al sector creativo (habitualmente por una comunidad científica) que indaga sobre el objeto de diseño, su proceso creativo, y su relevancia social o cultural sin realmente aportar alguna innovación en la disciplina del diseño mismo (Findeli, Brouillet, Martin, Moineau, & Tarrago, 2008).

Este estudio se considera un proyecto de Investigación a través del Diseño, un enfoque que integra los dos anteriores en el que la investigación y el diseño están estrictamente vinculados y se nutren mutuamente durante todo el proceso. A medida que la planificación urbana enfrenta condiciones continuamente cambiantes, debido a los complejos retos ambientales, sociales y económicos, el diseño debe reflejar sus propias condiciones y los efectos de las intervenciones propuestas. En este sentido, el proceso de diseño debe ser reflexivo y es el resultado de la realimentación continua entre la investigación y el pensamiento creativo. La investigación científica es analítica, acumulativa y puede validarse (Rosemann, 2001), por otro lado, el componente de diseño es investigativo e innovador: investiga varias realidades y propone múltiples futuros (Frieling, 2001).

Fuentes

El análisis de flujos se realizó durante un año a través de la recopilación de datos y anécdotas; informes gubernamentales (nacionales e internacionales), estadísticas, artículos científicos y de periódicos locales han sido utilizados como fuentes secundarias para el estudio del territorio, de su evolución en el tiempo y para una comparación con el resto del territorio nacional. Por otro lado, las experiencias extrapoladas de una serie de entrevistas con actores locales y visitas de campo a sitios estratégicos de toda la provincia de San Pedro de Macorís seleccionados de acuerdo a su relevancia y conexión con los temas analizados. La disponibilidad y precisión de los datos ha sido el mayor reto para la realización de este trabajo reflejando la falta de una fuerte planificación urbana. No obstante, varias ONG en República Dominicana están actualmente desarrollando plataformas virtuales para la recolección y difusión de datos sobre comunidades vulnerables en tiempo real, el territorio analizado no se beneficia de esta tecnología. La falta de datos actualizados y las desconexiones territoriales a menudo resultan en un proceso de información cruzada y la traducción o comparación de datos a diferentes escalas.

Colaboración académica

Este estudio es el resultado de una colaboración académica internacional entre República Dominicana y Colombia, vinculado a procesos formativos de estudiantes universitarios de pregrado en el marco de varios talleres de diseño urbano sostenible. De la misma manera el enfoque sistémico de este estudio interrelaciona el Urbanismo, la Arquitectura y el Diseño Industrial a través del entendimiento de la complejidad del territorio a diferentes escalas. El contexto de estudio en República Dominicana se fortalece con las *Miradas en Colombia* cuando se trata del análisis de los flujos agua, energía, alimentos y con las *Miradas desde Colombia* al momento del planteamiento de las propuestas que vienen soportadas por proyectos en ejecución y que dan respuestas a los retos económicos, ambientales, sociales y culturales del contexto colombiano. *Las Miradas en y desde Colombia* facilitan el reconocimiento de los retos y oportunidades identificados en la provincia de San Pedro de Macorís, constituyen una *voz en off* que permite una contextualización de la realidad dominicana en América Latina complementada por ejemplos y buenas prácticas colombianas actualmente en uso que han sido analizadas y seleccionadas en apoyo a los ejes estratégicos propuestos.

Recursos visuales

Como los temas de agua, energía y alimentos tienen un componente tanto cuantitativo como espacial, se ha elegido representarlos a través de *diagramas de flujo*, indicando su impacto cuantitativo, así como *mapas de flujo* que son la proyección física de datos y anécdotas en la infraestructura espacial existente. Estas herramientas gráficas se consideran complementarias en el enfoque sistémico y sirven para un entendimiento del territorio a una macro escala según el alcance de los flujos. Para desarrollar las propuestas de prácticas circulares se ha creado un *mapa de retos* a escala municipal que ubica las zonas más afectadas en el territorio de intervención (ciudad de San Pedro de Macorís). Cada una de las estrategias circulares identificadas impacta diferentes áreas del territorio y propone involucrar varios actores locales para su realización y mantenimiento (*mapas de actores*). Aunque cada propuesta trabaja de

manera transversal con los flujos del nexo, se ha identificado un flujo predominante en cada una de ellas (electricidad, materiales de construcción y agua lluvia) directamente derivado del nexo que se describe en su situación actual (*diagrama del sistema lineal actual*) y en la visión estratégica propuesta (*diagrama del sistema circular*). Después de medir cada estrategia a través de *diagramas de impactos*, se propone un *mapa estratégico* que representa las oportunidades espaciales que resultan de la combinación de las tres propuestas a escala urbana.

Enfoque comunitario

La Economía Circular permite generar nuevos recursos a partir de productos considerados como residuales e introduce prácticas sostenibles capaces de conectar los diferentes actores involucrados. Por esta razón, se ha decidido implicar en este proceso de cohesión los barrios más vulnerables del área de estudio, los asentamientos informales. A través de los casos propuestos tanto como los ejemplos colombianos examinados se implica un empoderamiento comunitario, la generación de nuevos saberes, técnicas locales y la educación ambiental que permiten una cohesión social adentro de las comunidades impactadas además de una conexión entre estas y el resto del territorio urbano. Los barrios San Antón, Villa Faro y Barrio Blanco, ubicados en el tejido urbano de San Pedro (pero social y económicamente aislados, o mejor dicho invisibles) se pueden transformar en actores clave para el desarrollo de la ciudad de San Pedro, garantizándoles unas mejores condiciones de vida y acceso al trabajo. El batey El Higuamo, ubicado en la zona periurbana de San Pedro que pertenece a la municipalidad de Quisqueya ha sido seleccionado por sus condiciones de pobreza extrema, la falta de servicios básicos y la proximidad a la industria de cemento CEMEX que constituye al mismo tiempo su mayor reto y oportunidad. Cabe destacar que el equipo de TECHO RD ha estado activamente trabajando en esta comunidad desde el año 2016 construyendo viviendas de emergencia y fortaleciendo la cohesión social.

4. AGUA: RECURSO PRIMORDIAL

Palabras clave: Usos del agua; Agua lluvia; Agua potable; Cuidado del agua; Recursos hídricos; Contaminación hídrica



Figura 11. Orillas del río Higuamo, San Pedro de Macorís

El agua representa un recurso fundamental en las funciones de sistemas naturales como el cuerpo humano y ecosistemas, así como funciones de sistemas construidos como actividades cotidianas, económicas, procesos de producción; su alto nivel de participación en las actividades que conforman la vida implica alta responsabilidad y compromiso de parte de todos en su cuidado y buen uso.

Los usos del agua están sujetos a las dinámicas sociales y sectoriales del lugar, las cuales, con el tiempo han derivado en alteraciones a entornos naturales, consecuencias en la calidad y acceso del recurso, así como en afectaciones irreparables en ecosistemas, como riesgos directamente relacionados con la vida. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados para el 2030 involucran directamente el agua en las metas fin de la pobreza (1), hambre cero (2), salud y bienestar (3), agua limpia y saneamiento (6), producción y consumo responsables (12) y vida submarina (14), solicitando mayor importancia de su gestión en contextos de pobreza y pobreza extrema donde el agua manifiesta evidentemente los niveles de desigualdad y se requieren garantías tanto en el acceso como en la disponibilidad del recurso primordial para la vida.

Agua en República Dominicana

Consumo de los recursos hídricos

En 2014, los recursos hídricos (aguas subterráneas y superficiales) en la República Dominicana se estimaron en 20 mil millones de m³ por año (World Bank, 2004, p. 13-16), una cantidad que se considera más que suficiente para su población. El agua está allí, pero su disponibilidad depende de las condiciones territoriales, así como de las políticas de gestión. En la Constitución de la República dominicana en el Artículo 15 se establece clara e indiscutiblemente:

El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. El consumo humano del agua tiene prioridad sobre cualquier otro uso. El Estado promoverá la elaboración e implementación de políticas efectivas para la protección de los recursos hídricos de la Nación (Constitución de la República Dominicana [Const], 2015).

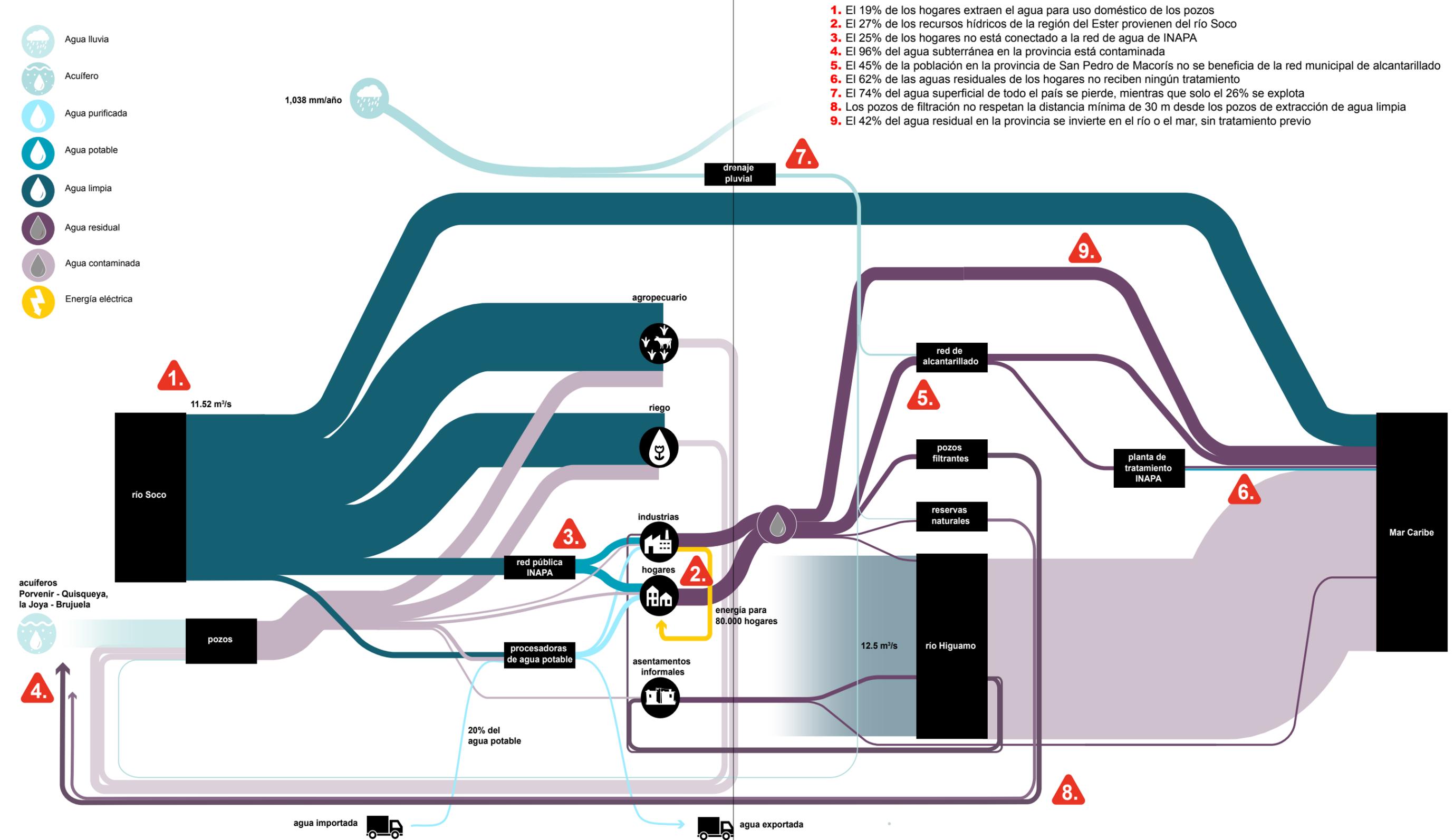


Figura 12. Diagrama de flujo a escala provincial: agua

Resumen hidrogeológico

La provincia es parte de dos áreas de captación de ríos: el Higuamo y el Soco, que casi coinciden con las fronteras gubernamentales. Gran parte de la costa, con excepción de los deltas de los ríos, pertenece al Mar Caribe. El área es principalmente plana con una suave pendiente que desciende desde las montañas de Hato Mayor hacia el mar. Las formaciones geológicas más porosas se encuentran aguas arriba, en la parte norte de la provincia, mientras que la roca fracturada aguas abajo, probablemente justifica los numerosos manantiales naturales en el área sur. Algunas áreas del municipio de San Pedro, ubicadas al pie de esta topografía y construidas alrededor del delta del Higuamo, están en realidad por debajo del nivel del mar, lo que hace que el territorio sea muy vulnerable a las inundaciones y a la intrusión de sal.

De un extremo a otro

La hidrosfera y la atmósfera interactúan y establecen un equilibrio entre el agua y la tierra. Tanto América del Sur y Central como el sudeste de Asia, sufren los daños catastróficos de la alteración de este equilibrio precario, que el cambio climático está intensificando. Cuando los vientos alisios traen temperaturas cálidas al mundo occidental, generan lluvias torrenciales e inundaciones que afectan el funcionamiento de la infraestructura del agua y pueden provocar inseguridad alimentaria o crisis epidémicas. Este fenómeno, conocido como La Niña, ocurre cada 3 a 7 años y dura aproximadamente 6 meses (con una tendencia a aumentar su frecuencia) y tiene su reverso, llamado El Niño, que engendra una sequía extrema junto con la escasez de agua y daños severos al sector agrícola.

Gestión nacional y local del agua

El gobierno nacional participa en el sistema de gestión del agua a través de dos instituciones diferentes: INDHRI e INAPA. El primero es una agencia pública encargada de garantizar la protección y el uso racional de los recursos hídricos. Parte de sus funciones es estudiar, proyectar y programar obras hidráulicas y energéticas para el desarrollo integral de las cuencas hidrográficas nacionales. INAPA es una institución gubernamental creada con el fin de satisfacer la necesidad y demanda de agua de la población urbana, suburbana y rural, con agua limpia a un coste razonable. También está a cargo de la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Purificación de agua pública

El agua municipal es suministrada por INAPA, que la extrae principalmente de los pozos designados, ubicados en las zonas rurales de la provincia (en el caso del municipio de SPM, el batey Monte Cristi, Kalil Haché y Don Juan proporcionan el 70% del agua (Luna, 2015)). Una parte más pequeña se toma del río Soco (en el municipio de Ramón Santana). Antes de que fluya a través de una red pública de 70 kilómetros de largo, es tratada en estaciones designadas con los productos químicos que se importan principalmente desde el extranjero: cloro de China, sulfato de aluminio de Ecuador y óxido de calcio producidos en la provincia de San Cristóbal (RD), situado a 100 km al oeste. Después de este proceso, el agua se considera potable y es almacenada en varios tanques de hormigón armado de aproximadamente 6,000 m³ cada uno (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2017, p. 120).

Agua y equidad

La infraestructura proporcionada por INAPA solo cubre el 65 % de los hogares dentro de la provincia (solo el 50% en el municipio de SPM), lo que ha llevado a habitantes en zonas recientemente urbanizadas, periféricas, rurales o informales, a extraer agua de forma independiente del acuífero, a través de pozos ilegales y no regulados (donde se pueden abastecer de agua a varias casas). El agua extraída del suelo está altamente contaminada y no es examinada ni purificada, a menudo se trata en casa con una tableta de cloro. Además, una vez que el agua procesada ingresa a la red municipal, se contamina debido a la infraestructura desactualizada e inadecuada y a las conexiones ilegales.

Usos del agua

Agua potable

Como el agua municipal no cumple con los estándares mínimos para el consumo humano, varias compañías han proliferado en toda la provincia utilizando un sistema de purificación llamado ósmosis inversa; instalando puntos de distribución y venta, a menudo sin regulación. Entre 2015 y 2016 el gobierno nacional ha cerrado 23 de ellos, por no



Figura 13. Planta de tratamiento de agua potable, San Pedro de Macorís

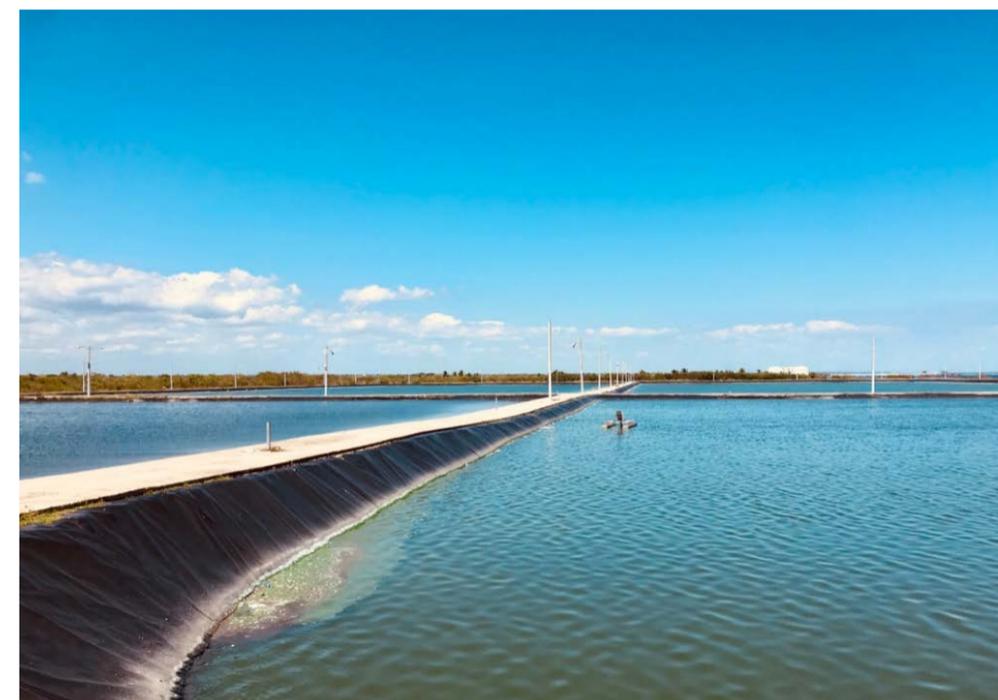


Figura 14. Planta de tratamiento de aguas residuales, San Pedro de Macorís

respetar los procedimientos sanitarios y vender agua potable de muy mala calidad. El proceso consiste en el paso de un líquido de mayor densidad a través de una membrana, para obtener un fluido de menor densidad que no contiene agentes contaminantes. Con este proceso se eliminan todas las bacterias y toxinas peligrosas, así como minerales; la ausencia de estos últimos priva al cuerpo de nutrientes muy esenciales.

Agua y actividades económicas

Considerando que el 96.7% de la superficie de la provincia es verde (de los cuales el 78.9% se destina a la agricultura y la ganadería (Oficina Nacional de Estadística, 2008), no es una sorpresa que casi el 90% del agua de la demanda se utiliza para el riego; mientras que el sector residencial e industrial consumen 6.6% y 5.2% respectivamente (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2018, p. 132). La mayoría de los recursos utilizados para el riego se toman de cuerpos de agua superficiales, como ríos y manantiales naturales, cuya disponibilidad depende estrictamente de las condiciones climáticas. El sector agrícola también contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, debido al alto nivel de pesticidas y fertilizantes químicos contenidos en el agua que son absorbidos directamente en el suelo.

Aguas residuales

La planta de tratamiento de agua de la provincia se ubica en el este del municipio de San Pedro, en la costa. Esta planta, compuesta por 4 grandes piscinas, opera con un sistema de laguna. Las aguas residuales de los hogares (solo 45% de las residencias están conectados a la red) (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2017, p. 122), se bombea a través de las aguas residuales a una estación de pretratamiento ubicada en el centro de la ciudad, donde se extrae la mayoría de los desechos sólidos. Luego las aguas negras llegan a la planta de tratamiento, donde solo una parte recibe tratamiento, mientras que el resto se descarga directamente en el mar¹. Después del tratamiento, el agua (limpia) se libera de la planta al Mar Caribe y todos los residuos sólidos (como el lodo contaminado), se descargan libremente en la zona costera sin tratamiento previo.

Impactos derivados de los usos del agua

Contaminación del agua subterránea

Los vecindarios que no se benefician del sistema de alcantarillado de INAPA, han desarrollado un sistema independiente de pozos ilegales (generalmente uno por casa), para filtrar y redirigir sus aguas negras hacia las aguas subterráneas. Estas instalaciones no están reguladas y, a menudo, no respetan la distancia de 30 metros de los pozos de extracción de agua, lo cual contamina altamente el agua corriente de sus vecinos. La presencia de vertederos informales a lo largo de las zonas rurales y suburbanas también contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas cuando el agua de lluvia se infiltra. Como el 96% del agua subterránea está contaminada (Luna, 2015); cuando la contaminación del acuífero alcanza los pozos de extracción de agua municipales, estos simplemente son reubicados en zonas “seguras”, sin atender a las iniciativas de descontaminación.

Contaminación de aguas superficiales

La intensa actividad industrial durante varios años sin la regulación de aguas residuales, han provocado una presencia crónica de productos químicos y temperaturas más altas en las aguas del río Higuamo y el mar Caribe, donde la pesca se ha prohibido en algunas áreas. Aunque se han aplicado estrictas regulaciones y sanciones en los últimos años, muchas áreas aún sufren contaminación pasada, como es el caso de la Laguna de Mallén. Debido a su proximidad a la Zona Franca, el agua residual de los procesos de coloración de tejidos se ha liberado en esta reserva natural, causando daños irreversibles a su flora y fauna. Los barrios informales que se asentaron en la orilla del río Higuamo y el Malecón, no presentan ninguna infraestructura de alcantarillado y vierten sus aguas residuales directamente en las aguas superficiales.

Drenaje de aguas pluviales

La falta de superficies permeables, espacios públicos verdes, drenaje adecuado² y la obstrucción de este último por

¹ Como promedio nacional, en República Dominicana solo el 38% del agua recolectada en el sistema de alcantarillado recibe tratamiento (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2018, p. 132).

² Solo el 42% del territorio beneficia del drenaje de aguas pluviales (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2013).

desechos sólidos, hace que el agua de lluvia se estanque y durante las temporadas de lluvias fuertes, las calles se inundan hasta el primer piso; mientras que el agua de lluvia se mezcla diariamente con las fugas de un sistema de alcantarillado sin mantenimiento. El alto nivel del acuífero debajo de la ciudad de San Pedro no permite la infiltración en varias áreas localizadas en el centro histórico de la ciudad, como el muy céntrico Parque Duarte; y el municipio ahora está instalando bombas de agua subterráneas en las áreas más vulnerables, para redirigir el agua de lluvia. A pesar de su alta exposición a las sequías estacionales, en la provincia no hay ningún intento de recolección y reutilización del agua de lluvia.



Figura 15. Contaminación del río Higuamo

Contaminación del mar Caribe

A pesar de su ubicación estratégica en una de las costas turísticas más deseadas, el mar Caribe, San Pedro no presenta ninguna actividad turística debido a sus altos niveles de contaminación del agua y su falta de infraestructura recreativa. Los muchos años de producción industrial intensiva que descargan aguas residuales y desechos industriales directamente en los cuerpos de agua (principalmente el río Higuamo, la Laguna de Mallén y el mar), han causado una grave contaminación. A pesar de esto, el municipio de Guayacanes sigue siendo uno de los destinos favoritos de vacaciones junto al mar, para el turismo local e internacional. Un estudio de investigación publicado en 2018 por la Universidad Tecnológica de Santiago ha registrado la presencia de bacterias fecales en el agua de mar.

Intrusión salina y erosión costera

El uso intensivo de las aguas subterráneas ha generado una disminución del flujo de agua dulce del río Higuamo hacia el mar, que provoca la intrusión salina a más de 20 kilómetros de la costa y se corre el riesgo de aumentar hasta 30 kilómetros. La erosión costera es otra realidad que afecta el área. A medida que las estructuras de vacaciones siguen apareciendo a lo largo de las costas del municipio de Guayacanes con fines turísticos, no respetan el medio ambiente local y, junto con los efectos del cambio climático, las playas blancas del Caribe se están reduciendo visiblemente. La desaparición de los manglares, que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y a la estabilidad de los bordes del agua, expone a la provincia a mayores efectos de fuertes vientos y olas.



Figura 16. Playa de Juan Dolio, Guayacanes



Figura 17. Playa del muerto, San Pedro de Macorís

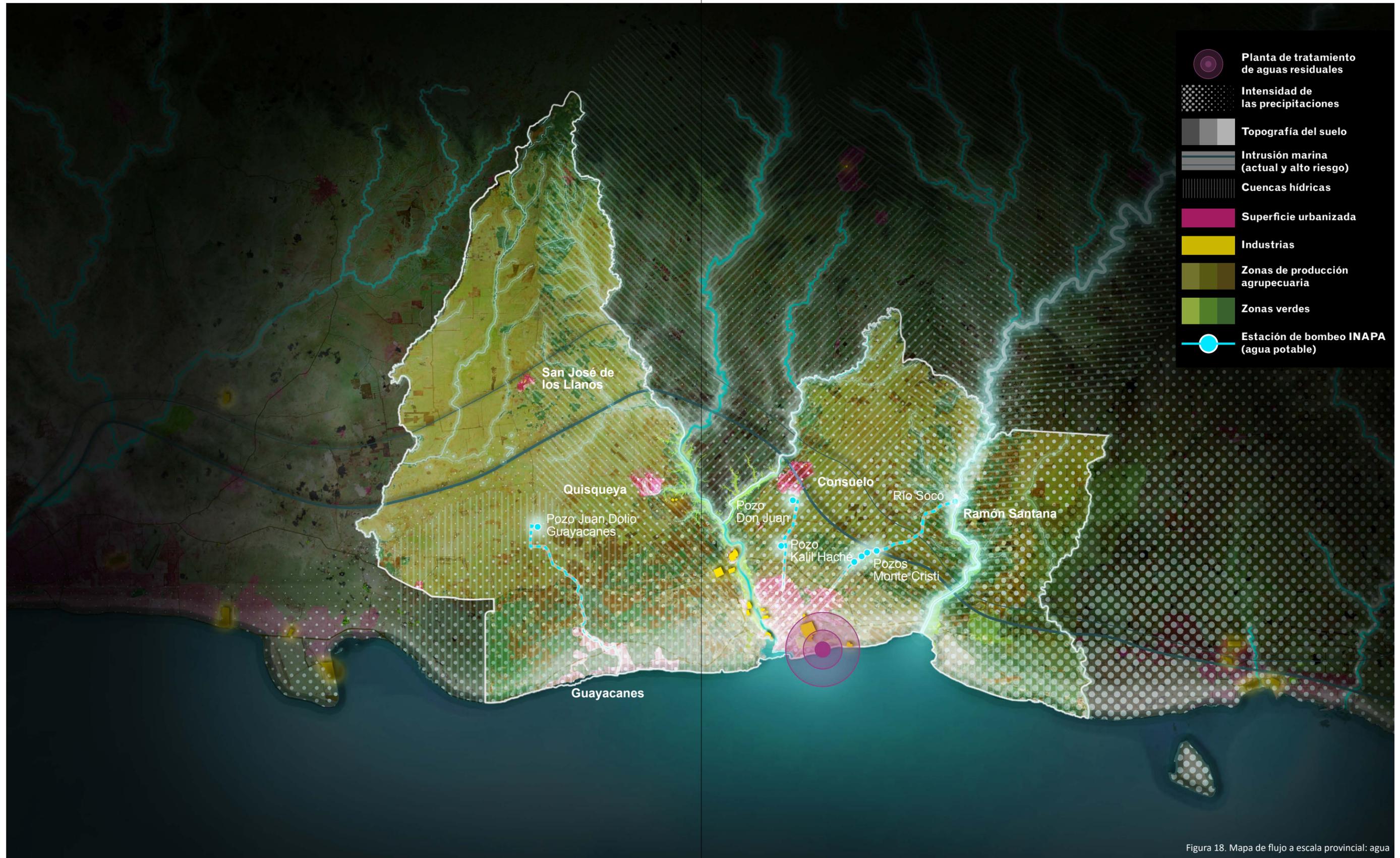


Figura 18. Mapa de flujo a escala provincial: agua

Miradas en Colombia: Agua**Panorama general**

Colombia es uno de los países con una gran riqueza hídrica natural en el mundo, cuenta con dos mares, grandes cuerpos de agua dulce, ciénagas y humedales, así como tres espacios pesqueros: el océano Pacífico, el mar Caribe y las áreas continentales. Para estudios del estado, la dinámica y las interacciones del agua con el medio natural y con la sociedad en Colombia se definen cinco áreas hidrográficas principales: Magdalena-Cauca, Caribe, Pacífico, Orinoco y Amazonas, así como 5 áreas hidrográficas, 41 zonas y 316 subzonas hidrográficas (IDEAM, 2019, pág. 37). La principal fuente de captación es el agua superficial, seguida del agua suministrada por las empresas de acueducto y el uso de agua subterránea; “Se estima que el 36% del territorio nacional tiene buena aptitud para la explotación de sus recursos hídricos subterráneos renovables” (FAO.AQUASTAT, 2015, pág. 6).

“La demanda hídrica sectorial se distribuye en los sectores con mayor participación; agrícola con el 43,1 %, energía con el 24,3 % y pecuario con el 8,2 %, concentrando el 76 % de la demanda hídrica nacional” (IDEAM, 2019, pág. 170). El uso del agua para generar energía se concentra principalmente en las áreas de Caribe, Magdalena-Cauca y Orinoco; el uso del agua en la agricultura representa el mayor porcentaje en todas las áreas hidrográficas, con excepción del Amazonas; esta área es la única que no usa el agua para hidroenergía y presenta un mayor porcentaje de uso en el sector pecuario, doméstico y piscícola. Los hidrocarburos concentran su demanda hídrica en las áreas del Orinoco y Amazonas (IDEAM, 2019, págs. 173-174).

De manera complementaria a la demanda, la huella hídrica azul permite identificar a grandes usuarios del agua en Colombia donde el sector agrícola, pecuario, energético, doméstico, minero e industrial representan los impactos a en su orden más representativos a nivel nacional., “La huella hídrica azul presenta un incremento del 11 % respecto al valor estimado del ENA 2014” (IDEAM, 2019, pág. 168).

El agua también se usa como entrada en los procesos de producción, donde ya sea toda o una parte de ésta puede retornar al sistema, este principio de funcionamiento podría permitir la promoción de acuerdos sectoriales para un uso eficiente del agua que disminuyan la huella hídrica; La demanda hídrica y huella hídrica azul para el sector industrial se concentra en las principales ciudades, donde el sector industrial manufacturero es un actor relevante en la economía, en la generación de empleo y en su relación con el recurso hídrico (IDEAM, 2019, pág. 167).

Con relación a las dimensiones sociales en Colombia, el acceso al agua potable está desigualmente distribuido, esto reproduce desigualdades en la salud de los ciudadanos colombianos, “existe claramente una mayor carga de mortalidad materna y mortalidad por enfermedad diarreica aguda en la niñez en los municipios con condiciones sociales y ambientales más precarias”; es decir, donde no hay cobertura del acueducto, y, siendo estas desigualdades injustas y evitables, es una prioridad nacional subsanarlas (IDEAM, 2019, págs. 286-287).

Iniciativas relacionadas con el flujo del agua en Colombia

El Gobierno de Colombia en su agenda 2030 plantea propuestas para dar lugar a cambios que permitan mejores niveles de vida en el país de manera más equitativa y justa. El actual Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022) involucra 3 aspectos donde ha localizado sus acciones: soluciones de agua potable que se va ampliando progresivamente hasta el 2030, infraestructura de alcantarillado, infraestructura y acueducto en las zonas rurales (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

El gobierno también se apoya en el análisis de ciencia, tecnología e innovación realizado por expertos temáticos llamado Misión Internacional de Sabios (2019) quienes han estudiado las condiciones del territorio y proponen al país asumir tres grandes retos a través de misiones (acciones) asociadas a cada uno de ellos. La temática del agua está vinculada a los 3 retos desde enfoques complementarios, ya que el agua es un aspecto transversal a la vida y, por lo tanto, a las actividades que componen a la misma.

En el primer reto *Colombia biodiversa* se propone un modelo de economía sostenible basada en la diversidad natural y cultural; incluye la Misión de agua y cambio climático para garantizar el acceso al agua potable, la calidad de sus cuerpos de agua, la gestión óptima del recurso y la protección de la sociedad ante eventos extremos. En el período 2030-2050 Colombia debe reducir los riesgos sociales y ambientales del cambio climático a la mitad con respecto al

valor actual, garantizando el desarrollo sostenible y la resiliencia social y ambiental del país (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 319).

El segundo reto *Colombia productiva y sostenible*, parte del entendimiento que la estructura actual de producción tiene escasa diversificación, tecnificación y muy sensible de frente a los movimientos externos, esto también involucra el uso ineficiente del agua en la lógica de los procesos productivos. En este reto se pretende la modificación de estructuras productivas que den paso no solo industrias sino a servicios que tengan alto componente de tecnología, también se busca la creación de empresas de economía circular con máximo aprovechamiento de residuos y con sostenibilidad ambiental.

La adición de valor dentro de la cadena productiva permite desarrollos locales y proporciona mayor bienestar económico y social, el cual potenciará el desarrollo de nuevos materiales, procesos, servicios, productos conocimientos en el contexto de una industria con un nuevo modelo productivo, el desarrollo de nuevas empresas y el reforzamiento de procesos de apropiación social en actividades económicas representativas del país como agricultura, industria manufacturera, etc. (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 367).

El tercer reto *Colombia equitativa* pretende la búsqueda de soluciones, basadas en conocimiento y garantizar el acceso a salud, educación, justicia, agua y alimentos, infraestructura y tecnología, cultura, procesos productivos y un medio ambiente sano (p.387). Los temas de agua y producción de alimentos son considerados en otras misiones, es necesario reiterar la importancia para que en 2030 existan soluciones a las barreras de acceso al agua potable y a una dieta balanceada en las poblaciones más vulnerables del país. Asimismo, garantizar un ambiente sano a través de la identificación de fuentes contaminantes y cantidades de vertimientos para eliminación, tratamiento y disposición final adecuada de residuos líquidos y sólidos a los ecosistemas de agua dulce y marino-costeros, que puedan afectar la calidad del agua e incidir en la existencia de especies acuáticas (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 394).

Con respecto a la vida marina, para el 2030 en Colombia se aumentará en 5,6 millones las hectáreas marinas protegidas, así como la reglamentación de la explotación pesquera para poner fin a prácticas de riesgo como la pesca excesiva, ilegal, no declarada, no reglamentada y destructiva (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular del agua en Colombia

Las prácticas actuales en el contexto colombiano con relación al uso del agua desde el enfoque circular se pueden considerar en su etapa inicial con acciones separadas; ya que aún es pendiente y urgente de garantizar 100% en el acceso de agua potable en áreas rurales y urbanas que aún hoy sufren las consecuencias del desabastecimiento como Chocó, Guajira y los Llanos; regiones que de manera no gratuita están localizadas en el borde geográfico y sufren el olvido de la gestión de un gobierno centralizado.

Si bien en el país la cobertura de acueducto y alcantarillado ha aumentado, aún las áreas rurales del Caribe y el Pacífico presentan carencias, principalmente para el servicio de alcantarillado, más allá de las inversiones actuales se hacen necesarios mayores esfuerzos entre los sectores para lograr cumplir con las metas propuestas por el país. Un mayor impulso a inversiones en el área rural en los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y articulación con las diferentes fuentes de financiación (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

El acceso al agua potable, tratamiento y la calidad de estos servicios han aumentado en Colombia. Si bien las cuatro ciudades más grandes el servicio es continuo (Medellín, Cali, Bogotá, Barranquilla), en las áreas urbanas se requiere que las políticas se concentren en una mayor planeación y articulación entre lo ambiental y el ordenamiento territorial, para que estas zonas puedan suplir la demanda que tendrán en las próximas décadas y al mismo tiempo asumir los retos de tratamiento de aguas residuales y drenajes en las ciudades (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Así ciudades de gran tamaño han desarrollado plantas de tratamiento de aguas residuales, por ejemplo; la planta Aguas Claras EPM es una de las plantas de tratamiento más modernas de América Latina, es una infraestructura que ha considerado aspectos de sostenibilidad, enfocada tanto en el saneamiento del río Aburrá-Medellín como en la integración de lo urbano y el paisaje para beneficio de la comunidad (EPM, 2020).

La planta con su tecnología avanzada garantiza una alta eficiencia en su disposición final, Aguas Claras EPM ha representado beneficios tanto ambientales como sociales: su sistema de secado térmico optimiza la disposición final de biosólidos, se dan altos niveles de descontaminación, se remueven diariamente un promedio de 140 toneladas de materia orgánica contaminante, se favorece la recuperación del río permite que los bordes se puedan activar para desarrollos de la ciudad que involucran espacios para la recreación y el disfrute de la misma. La planta también ha generado empleo para aproximadamente 10.593 personas, actualmente, cuenta con cerca de 200 empleos directos (EPM, 2020).

La UVA Aguas Claras, es una de las 14 Unidades de Vida Articuladas (UVA) de EPM, es un lugar para la interacción de los ciudadanos alrededor del aprendizaje y el juego; las familias del sector tienen la oportunidad de un punto de encuentro, realización y disfrute de eventos culturales. La UVA ha permitido cambiar algunos paradigmas que existen alrededor de una planta de aguas residuales.

Para el caso del uso del agua en actividades productivas, la agricultura en Colombia, por ejemplo, ha sufrido la ausencia de la tecnología y la baja infraestructura para el mejoramiento de sus procesos y técnicas, lo cual dificulta la transformación en sus prácticas de producción especialmente la infraestructura para riego y para el uso eficiente del agua.

Actualmente en el país se está promoviendo la implementación de la Estrategia Nacional de Economía Circular, la cual significa para el sector agropecuario generar iniciativas relacionadas con la reutilización de agua, la eficiencia energética y el aprovechamiento de residuos apoyados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019).

La concepción circular del flujo de agua en Colombia debe considerar una participación de diferentes actores tanto públicos como privados, tanto económicos como sociales, que convoquen al cuidado del recurso hídrico y se garantice en el tiempo, no solo el acceso equitativo sino la calidad y la continuidad, sino la reflexión-acción en el uso adecuado del agua; ya que es un recurso vital que tiene que ver con gran parte de las actividades que componen la vida.

5. ENERGÍA: RECURSO TRANSFORMADOR

Palabras clave: Producción de energía, Consumo energético, Fuentes alternativas; Demanda energética;



Figura 19. Planta EGE Haina (Sultana del Este), San Pedro de Macorís

La energía entendida como la capacidad que tiene la materia de producir formas de movimiento, luz, calor; donde su consumo ha ido creciendo a medida que se han dado cambios en las maneras de vivir y las formas de organización de las sociedades modernas, las cuales utilizan la energía para hacer funcionar máquinas, transportar mercancías y personas, activar procesos industriales, producir luz, calor y refrigeración.

La energía representa un recurso participante en la ejecución de ideas de progreso de las sociedades, por lo tanto, su carencia se manifiesta en forma de conflictos, así como en desequilibrio entre países pobres y ricos, entre productores y consumidores debido a la desigualdad entre la producción y consumo de recursos energéticos.

Los países a través de los objetivos de desarrollo sostenible para el 2030 se han organizado para atender la temática de la energía particularmente desde los objetivos energía asequible y no contaminante (7), industria, innovación e infraestructura (9), reducción de desigualdades (10), ciudades y comunidades sostenibles (11) y producción y consumo responsables (12). Es evidente que para alcanzar el ODS es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética (Programa de las Naciones Unidas Colombia, 2020).

Energía en República Dominicana

Dependencia económica

El sector energético en la República Dominicana está dominado por el uso de combustibles fósiles que, además de ser un recurso finito, no renovable y, por lo tanto, no sostenible, se importan por completo de otros países. Este hecho pone a la economía nacional en la mano del mercado petrolero, que actúa de acuerdo con otros actores tecnológicos y financieros externos. Con el aumento del precio del petróleo en 2004, este equilibrio vulnerable se vio muy afectado en muchos sectores. Teniendo en cuenta el rápido crecimiento económico y demográfico a escala nacional, esta dependencia insta a nuevos medios diversificados y sostenibles de producción de electricidad, también a la vista de una implementación adecuada en el sector turístico.

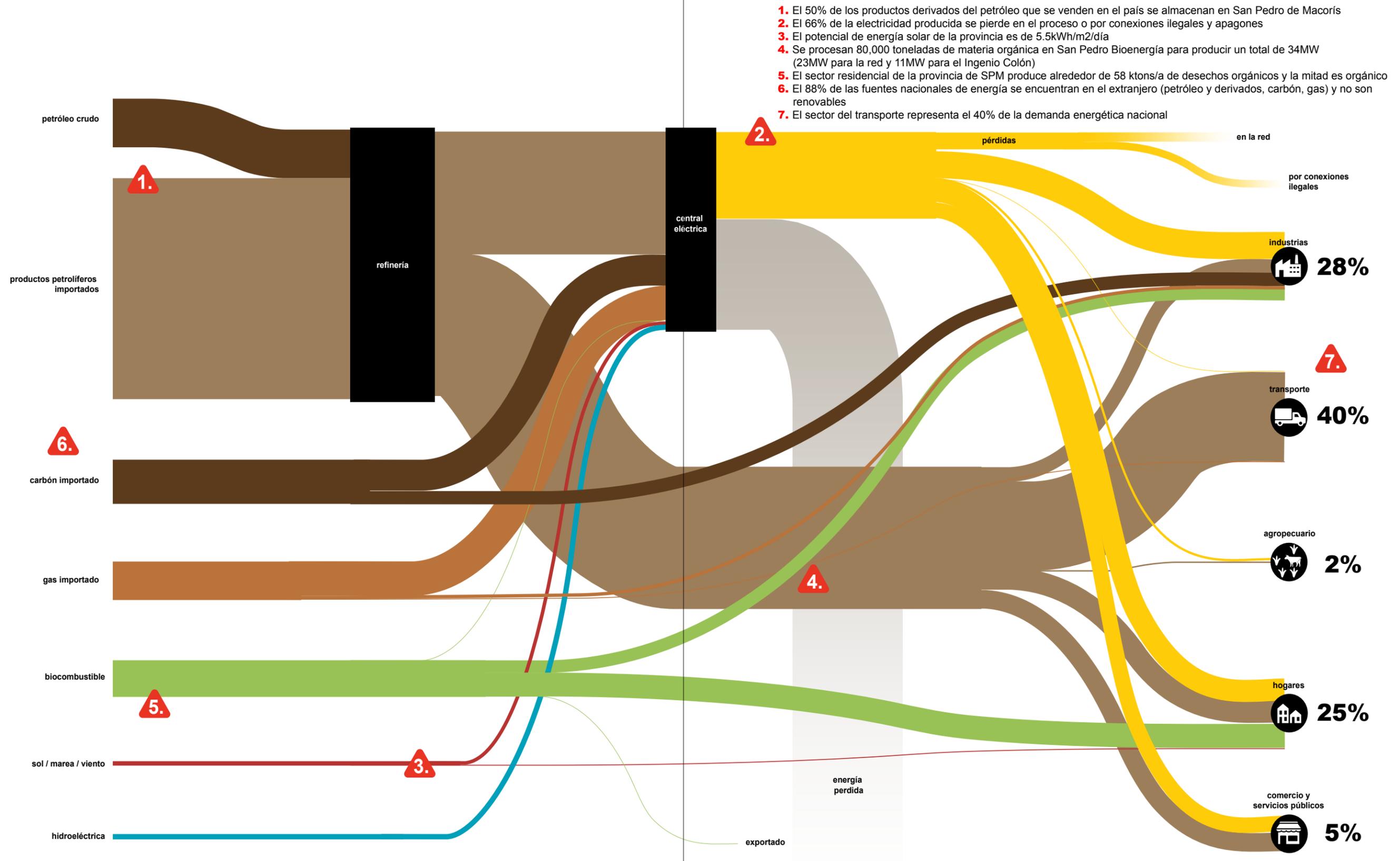


Figura 20. Diagrama de flujo a escala nacional: energía

Emisiones de CO2

El sector energético en RD ha representado el 68 % de las emisiones nacionales durante los últimos 10 años (Comisión ODS República Dominicana, 2018, p. 118), debido al aumento de la producción de electricidad para la climatización y el transporte. Este porcentaje elevado, más alto que otros países de la región, también se debe a la producción de energía térmica. En particular, la provincia de San Pedro, con su ferviente actividad industrial y dos fábricas de cemento en su territorio (Comisión ODS República Dominicana, 2018, p. 118), tiene un alto impacto en las emisiones de dióxido de carbono. Desde 2015, la República Dominicana está decidida a reducir en un 25% las emisiones de GHG a nivel nacional (Comisión ODS República Dominicana, 2018, p. 118) en 2030, mediante la sustitución de leña con GPL, aire acondicionado con enfriamiento natural, la introducción de los vehículos híbridos en el mercado, etc. (Betancourt Aduen, 2010, p. 66); y San Pedro puede ser un actor clave en este proceso.

Origen y destino de la energía

Demanda de energía

A escala nacional, el petróleo crudo y otros combustibles fósiles son la mayor fuente de energía con un 10% de las importaciones nacionales, representadas por petróleo refinado y un 4,7% por GPL, principalmente procedentes de los Estados Unidos (69%) y Trinidad y Tobago (9,8%). En Coastal Petroleum, ubicado en San Pedro de Macorís, se almacena más de la mitad de los combustibles fósiles comercializados en el país, con una capacidad de más de 41.5 millones de galones. La producción de electricidad es el principal destino de los combustibles fósiles y constituye el 23% de la demanda final; y se distribuye a todos los sectores, excepto la movilidad, donde los vehículos electrónicos son casi inexistentes. Las centrales eléctricas son máquinas que exigen en extremo energía, con más de la mitad de la potencia utilizada para el proceso en sí.

Producción de energía

La provincia de San Pedro alcanza una producción instalada del 30% de la capacidad nacional. Las centrales eléctricas provinciales son: *EGE Haina* (33 MW), *Sultana del Este* (153 MW), *CESPM* (Compañía de Electricidad de San Pedro de Macorís, una de las centrales eléctricas más grandes del país con 3 unidades de 100MW de capacidad cada una, para un total de 300 MW), Central eléctrica de *Los Orígenes* (propiedad del Grupo Cesar Iglesias, con 3 unidades de 25 MW de capacidad cada una, para un total de 75 MW), *San Pedro Bio Energy* (con 30 MW) y el *Parque Energético Quisqueya* (el único ubicado fuera del municipio de San Pedro de Macorís, en Guayacanes, con 2 plantas de 215 MW cada una, 2 turbinas de vapor de 15 MW cada una, para un total de 460 MW) (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019, p. 76-78).

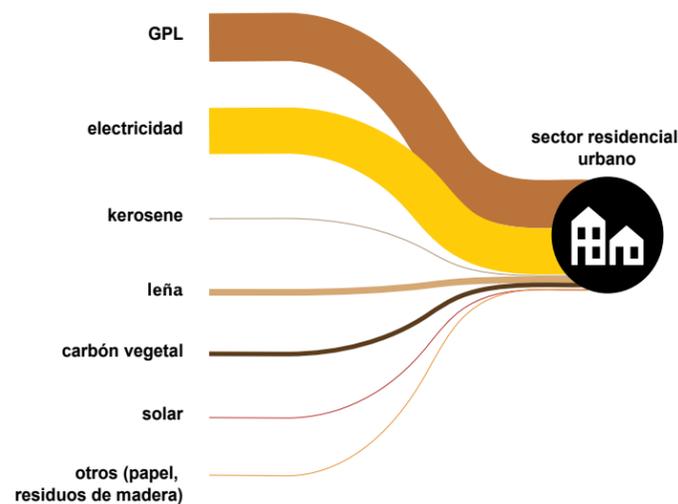


Figura 21. Demanda de energía del sector residencial en el municipio de San Pedro de Macorís

Consumo de energía

La energía en la provincia se destina principalmente al sector del transporte (más del 40%), que consume gasolina, diésel y GPL. El sector industrial representa el 26% del consumo de energía, mientras que el sector residencial el 23.5% (Comisión Nacional de Energía, 2018, p. 29). Con respecto a este último, que consume casi la mitad de la electricidad total, la población rural (menos del 20% en la provincia) consume el 35% de la demanda de energía en los hogares (Comisión Nacional de Energía, 2018, p. 27), debido a las menores densidades de vida y al bajo rendimiento de los materiales de construcción utilizados para las tipologías de viviendas rurales. EDE Este es la empresa (privada y pública) a cargo de la distribución de electricidad y mantenimiento de la red en el este de la región, mientras que la CNE (Comisión Nacional de Energía), gestiona todas las políticas energéticas a nivel nacional.



Figura 22. Conexiones eléctricas informales, San Pedro de Macorís

División energética y social

Aunque la red cubre casi la totalidad de la provincia, que en general está sobrecargada, sufre enormes pérdidas en 2005 hasta el 42,5% (Oficina Nacional de Estadística, 2010), apagones frecuentes e implica altos costos para los clientes; lo que ha llevado a los residentes de bajos ingresos a establecer conexiones ilegales y tener pagos atrasados o perdidos. Con el fin de ampliar la accesibilidad al servicio de electricidad para el sector residencial, el gobierno nacional ha aumentado desproporcionadamente las tarifas para el sector comercial e industrial. A partir de esto, en los últimos años el sector industrial se ha volcado cada vez más hacia la autogeneración de energía, comprando sus propias plantas alimentadas con diésel y queroseno, lo que garantiza una distribución continua e independiente, pero implica un consumo de energía mucho mayor.

Impactos generados por el desaprovechamiento de energías renovables

Centrales eléctricas

Las centrales eléctricas operan principalmente con combustibles o gas importados, a pesar de que el potencial de la energía solar en la provincia es relativamente alto¹. La generación de energía a partir de fuentes renovables sigue siendo insignificante, pero desde 2012, el sector industrial está promoviendo una modernización de sus electrodomésticos y la adopción de tecnologías limpias, como la instalación de paneles solares para su propio consumo y la reutilización de los desechos orgánicos de las sobras del procesamiento de la caña de azúcar. Varias opciones sostenibles se descuidan debido a los altos costos de mantenimiento y la falta de profesionales formados en este campo. La mayoría de las centrales eléctricas provinciales se encuentran en los bordes del río Higuamo y también contribuyen a la contaminación del agua (elevando la temperatura del río), la contaminación del aire y las emisiones de CO₂.

Biocombustibles

La planta de biogás, financiada por un consorcio de bancos locales en 2016, tiene una instalación eléctrica de 30MW y produce 130 MWh por año. Se quema el bagazo procesado por el Ingenio Cristóbal Colón, para producir electricidad para la propia planta de azúcar durante la temporada productiva (alrededor de 12MW) y vende el resto a la red nacional (SENI). Con el fin de aumentar la producción de biomasa para alimentar la planta, grandes campos en los alrededores de esta están siendo dedicados a la cultura del lino criollo para la producción de energía, disminuyendo la tierra agrícola; mientras que los desechos verdes y orgánicos de toda la provincia todavía se arrojan al vertedero municipal. La planta, en caso de falta de biomasa, también está diseñada para ser alimentada con gas y carbono, ambos importados del extranjero.

Fuentes de energía alternativas

En el área no hay potencial para la energía hidroeléctrica debido a la topografía plana y el potencial de energía eólica es relativamente bajo. La mayoría de los proyectos nacionales orientados a la recolección de energía renovable son financiados, construidos y mantenidos, por empresas extranjeras como Cobra, la empresa de ingeniería española a cargo de los parques eólicos de Los Cocos en el sur y San Pedro Bio Energy. Algunas industrias locales como CEMEX están experimentando fuentes alternativas de energía como la quema de neumáticos, que pueden ayudar en el manejo de los desechos urbanos, pero que aún tienen un impacto ambiental negativo. La CNE ha anunciado dos iniciativas en la provincia: la Planta Basura SPM (para procesar desechos humanos sólidos) y el parque solar El Soco, ambos con una capacidad de 50 MW cada uno.

¹ En la provincia de San Pedro de Macorís el potencial de energía solar oscila entre 5.25-5.5 kWh/m²/día. El área con mayor potencial se encuentra en toda la frontera con Haití, 5.75-6 kWh/m²/día y decrece hacia el este (Comisión Nacional de Energía, 2011).



Figura 23. Desechos domésticos acumulados en la calle, San Pedro de Macorís



Figura 24. Desechos verdes del jardín de la UCE antes de ser llevados al vertedero municipal

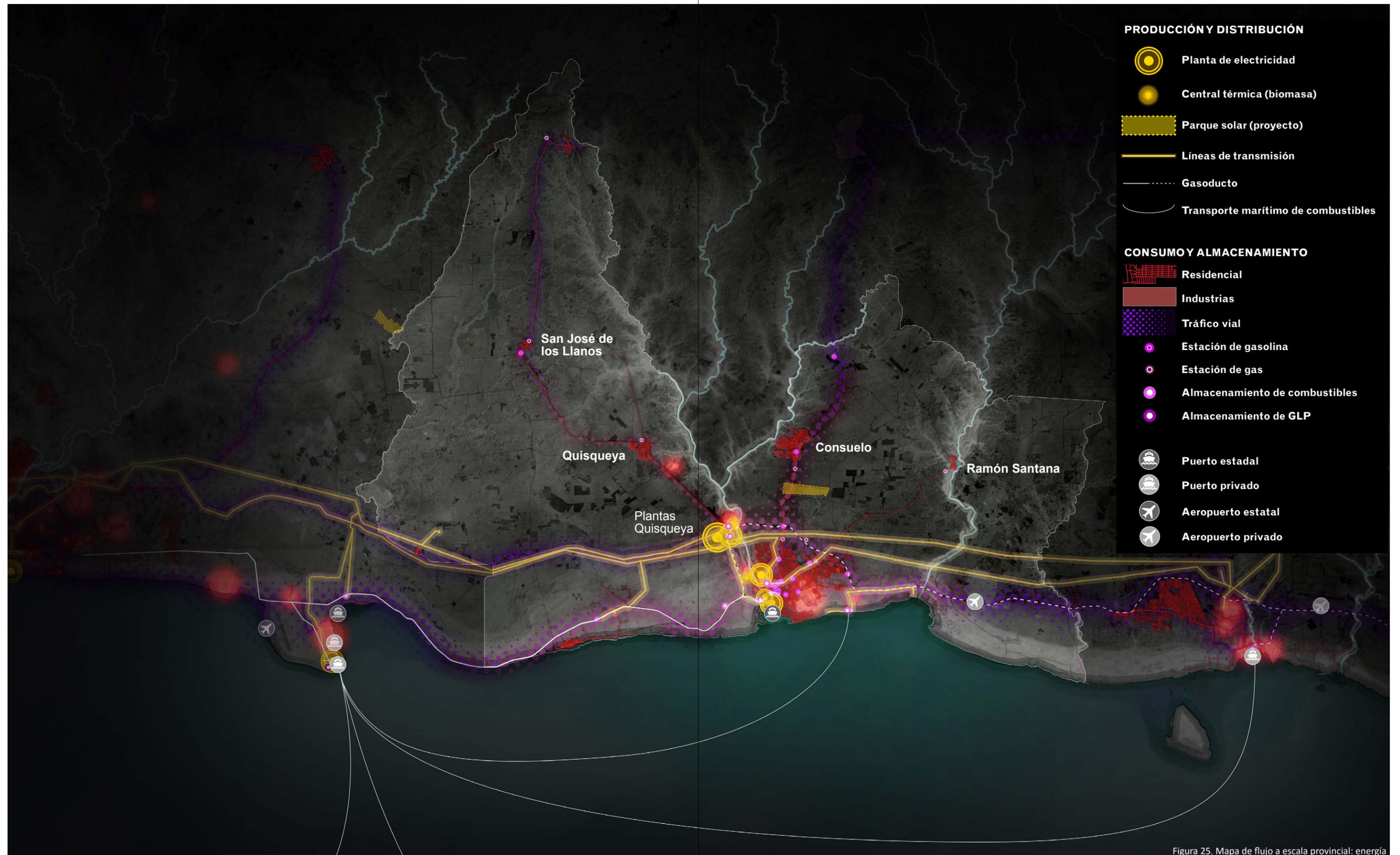


Figura 25. Mapa de flujo a escala provincial: energía

Miradas en Colombia: Energía**Panorama general**

El balance energético es un concepto que relaciona la producción, importación, transformación y utilización de la energía de un país en el transcurso de un período. En Colombia se evidencia que hay una producción diversificada en fuentes de energía como carbón, petróleo crudo, gas natural, hidroenergía, biocombustibles y desechos, solar, eólica en menor proporción. En el contexto colombiano se presentan excedentes importantes para la exportación, especialmente petróleo y carbón, la producción de energía primaria en el 2015 se exportó el 65% de la producción y el 35% de la producción se utilizó en el suministro interno. La energía primaria interna se transforma en su mayor parte en derivados del petróleo y electricidad, además de otras entradas y salidas de importaciones, exportaciones y almacenamiento (Departamento Nacional de Planeación, Banco Mundial y Fondo de Crecimiento de Verde de Corea, 2017, págs. 11-12). El sector de mayor consumo energético es el transporte, seguido del sector industrial y el sector residencial. El sector transporte representa el 39% del consumo total, se compone de los subsectores de uso final (carretero, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo); este sector consume principalmente combustibles fósiles, con una participación importante de los combustibles derivados del petróleo (93.6%) y una baja participación (0.06%) de consumo eléctrico (Departamento Nacional de Planeación, Banco Mundial y Fondo de Crecimiento de Verde de Corea, 2017, pág. 13).

En Colombia, los grupos industriales más representativos de acuerdo a sus niveles de producción bruta son: fabricación de productos de la refinación del petróleo 20,7%; fabricación de otros productos químicos 6,9%, elaboración de bebidas 5,6%, elaboración de otros alimentos 5,5%, procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos 4.5 % y productos de plástico 4.1% (DANE, 2018, pág. 8). El sector industrial consume cerca del 25% de la energía total del país con una mayor diversidad en las fuentes de energía principalmente el carbón (29.09%), gas natural (25.05%), bagazo (17.09%) y electricidad (13.40%) según Encuesta Anual Manufacturera.

En este sector se resalta el uso térmico relacionado con el consumo de fuentes de energía primaria como carbón mineral, derivados de petróleo, gas natural y biomasa; que representan cerca de 78% del consumo de este sector, así mismo el consumo de energía eléctrica tomada de la red o bajo sistemas de autogeneración y cogeneración que representan el 22% restante. El uso de energía para calor directo se destaca en el consumo del sector industrial para la transformación de metales básicos, plásticos y químicos, así como el uso de energía en motorización directa e indirecta que incluye procesos de bombeo, compresión y otras aplicaciones de uso de motores eléctricos (Departamento Nacional de Planeación, Banco Mundial y Fondo de Crecimiento de Verde de Corea, 2017, pág. 15).

En el sector residencial el consumo de energía está asociado principalmente a refrigeración (24%), iluminación (11%), cocción (46%) y otros factores de menor participación como climatización, calentamiento de agua. La meta de mejorar el uso de la energía y lograr la meta de ahorro; ha llevado a diferentes entidades a desarrollar estrategias de uso eficiente de la energía en las zonas colombianas, a través de la implementación de nuevos equipos de uso doméstico. Sin embargo, el rastreo de la disposición final de los electrodomésticos sustituidos y el seguimiento de cifras consolidadas de chatarrización en zonas urbanas y rurales han presentado dificultades (Departamento Nacional de Planeación, Banco Mundial y Fondo de Crecimiento de Verde de Corea, 2017, pág. 16).

Las características privilegiadas del territorio colombiano proveen promedios de radiación solar y vientos que perfilan de manera estratégica a ciertas regiones para el desarrollo de fuentes energéticas alternativas. De esta manera se han dirigido esfuerzos e interés al rastreo de información del comportamiento del viento, especialmente a aquellos lugares donde la distribución actual de la energía no llega; los Atlas de Viento de Colombia son una fuente relevante de consulta para identificar lugares potenciales para energía eólica; aspecto que para el país puede llegar a representar una manera de reducir efectos del cambio climático y al mismo tiempo aportar al desarrollo tecnológico y económico.

La energía eólica puede integrarse a sistemas complementarios, en donde se incluyen diferentes recursos naturales. Las zonas con mayor potencial son el Mar Caribe; especialmente en los departamentos de Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira; las máximas elevaciones de la Cordillera de los Andes, especialmente en el Macizo colombiano; la cordillera central entre los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca y Tolima; en la cordillera occidental, en los departamentos de Huila, Cundinamarca, Boyacá y Santanderes; y el Piedemonte en el departamento de Casanare (IDEAM, INVEMAR, IIAP e IAvH, 2017, pág. 57).

De la misma manera, el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, permite registro en las diferentes regiones del país, se distinguen promedios más altos en sectores de la región Caribe, la Orinoquía y los valles interandinos, mientras que los menores promedios se presentan en la región Pacífica, el occidente de la Amazonía y en algunos sectores aislados de las tres cordilleras (IDEAM, INVEMAR, IIAP e IAvH, 2017, pág. 59).

Iniciativas relacionadas con el flujo de la energía en Colombia

La propuesta de la Misión Internacional de Sabios se enfoca en el territorio, los mares, la diversidad biológica y plantea transformaciones hacia una estructura de producción más moderna que integre energías alternativas y tecnologías biológicas, que lleven a nuevas concepciones de bioeconomía a partir de los privilegios del territorio colombiano. Se plantean tres retos principales que se accionan a través de programas que pueden iniciar en 2020 y se obtendrán los resultados gradualmente hasta el 2030. Específicamente el segundo reto definido *Colombia productiva y sostenible* propone cambios en el sector productivo del país, “industrias y servicios con contenido tecnológico alto, aprovechando las tecnologías convergentes y la visión de la industria 4.0 y desarrollar las tecnologías de uso de las fuentes no convencionales de energía” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 431).

La Misión plantea el Centro de Investigación en Energía para la conformación de biorrefinerías e industrias de instrumentación, control y paneles solares orgánicos; que aporten la configuración de ciudades inteligentes en temáticas de eficiencia energética, edificios sostenibles, transporte eléctrico, etc. A continuación, se presentan tres programas relacionados con el tema de energía:

El primer programa para crear una industria de instrumentación, control y equipos para la transición energética con proyección exportadora: Se pretende el fortalecer el vínculo de la investigación (en instrumentación, control, diseño de dispositivos digitales y paneles solares orgánicos) relacionadas con el tema de energía acorde a las necesidades y disponibilidades del contexto, entendiendo que Colombia puede tener capacidades para proveer soluciones energéticas también en América Latina. Actualmente, existen varios desarrollos tecnológicos de fuentes de energía basadas en recursos naturales como sol, viento, biomasa, pero no están adaptados o concebidos para las condiciones de humedad, temperatura, altura del contexto tropical, esto implica el ejercicio de una investigación contextual (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 370).

El segundo programa para apoyar la creación de una industria de biorrefinerías con proyección exportadora: La generación abundante de los residuos de biomasa tanto en Colombia como Guatemala y Perú que actualmente son desaprovechados, pueden ser flujos potenciales para la activación de biorrefinerías. Además, estos flujos de insumos orgánicos en el contexto colombiano son disponibles debido a las actividades agrícolas, forestales, pecuarias, los cuales podrían ser utilizados en tecnologías asociadas a la producción de energía. Colombia cuenta entonces con la disponibilidad, capacidad y ubicación estratégicas para ser líder en el desarrollo de biorrefinerías a nivel regional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, págs. 370-371).

El tercer programa para apoyar la transferencia y adopción de tecnologías para ciudades inteligentes y sostenibles: A través de la figura de laboratorios se establecen desafíos para las ciudades en el desarrollo de nuevos sistemas de energía, arquitecturas transaccionales y modelos de regulación. Al mismo tiempo, el término de ciudades inteligentes y sostenibles exige la comprensión de grandes flujos de información, conectividad, eficiencia energética, movilidad híbrida, movilidad eléctrica, cuyo estudio puede aportar a las soluciones, sabiendo que los niveles de desarrollo y adopción de nuevas tecnologías para la producción de energía y la manera como se dan las actividades en las ciudades también depende de las capacidades de los actores y de la flexibilidad regulatoria (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 371).

Colombia hasta ahora ha enfatizado en la producción de energía eléctrica en su Plan Nacional de Desarrollo, para 2022 se espera aumentar la cobertura del servicio de energía eléctrica beneficiando a 100 mil nuevos usuarios, mientras que para el 2030 se espera que todos los colombianos tengan acceso a energía eléctrica (Departamento Nacional de Planeación, 2019). Sin embargo, la concentración de la responsabilidad en las hidroeléctricas indica que se hace necesaria la diversificación de fuentes de energía, el aumento de la inversión en energías limpias y renovables, además dar respuesta a la falta de acceso energético en comunidades vulnerables y marginadas, donde las dinámicas de pobreza se enfatizan debido a la carencia del servicio (Araújo, 2018).

Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular de la energía en Colombia

En Colombia se requiere fortalecer la apropiación de nuevas tecnologías para la producción de energía local, eficiente y continua, que permita igualar las regiones del país de una manera más equitativa, sin importar la geografía o la densidad poblacional (Araújo, 2018). De esta manera y con el ánimo de contribuir a necesidades con soluciones tecnológicas locales, la fundación Centro Experimental las Gaviotas ubicada en los llanos orientales en el departamento del Vichada, es un centro de investigación, fabricación, distribución y aplicación de tecnologías limpias para el trópico; aspecto que ha convertido sin pretenderlo, en un modelo tropical de desarrollo que usa las ventajas que provee el territorio, vincula la investigación aplicada e involucra a la comunidad en condiciones de habitabilidad de tipo circular con relaciones entre actividades, entradas y salidas de los diferentes sistemas: naturales, construidos y sociales.

En 1971 Paolo Lugari llevó a algunos científicos a la zona del Vichada, con el paso del tiempo el lugar se fue poblando, el proyecto Gaviotas actualmente se considera un entorno educativo alternativo, en donde las diferentes actividades se estudian y se perciben como integrantes de un sistema; sin fragmentar el conocimiento y sectorizar la creatividad de los habitantes del lugar. El Centro Experimental las Gaviotas es un caso colombiano muy significativo porque ha logrado integrar realizaciones en temas como bosques tropicales sustentables, educación, salud, ruralismo y energías renovables.

En cuanto a las energías renovables; los productos y procesos de elaboración consideran cero impactos ambientales, son innovaciones tecnológicas, dirigidas a facilitar la vida, usando las ventajas que ofrece el trópico en recursos naturales (Centro Las Gaviotas, s.f.). Algunos de los desarrollos tecnológicos representativos de energías renovables son: calentador solar de agua tropicalizado, (100% solar), hervidor solar compacto unifamiliar que permite suministrar agua potable con fuente 100% solar, diseño y fabricación de cocina solar de termoaceite utilizando como fluido aceite de semilla de algodón, molino de viento tropical para extracción de agua, central eléctrica de biomasa con una capacidad instalada de 150kw, que usa como combustible sólido para generación de vapor, la biomasa proveniente de la poda de la plantación tropical de Gaviotas.

Gaviotas es una comunidad sostenible en Los Llanos con niveles dignos de vida, se convirtió en un referente de energía alternativa en el mundo, dando respuestas inicialmente a nivel local, pero éstas se han expandido a escalas regionales y mundiales. Asimismo, su compromiso constante con la divulgación del conocimiento tropicalizado por medio de proyectos como el diseño y construcción de un módulo interactivo de energía solar para un museo de Bogotá, bajo cubierta. “Gaviotas es la búsqueda permanente de verdades temporales” (Lugari, 2011).

6. ALIMENTOS: RECURSO VITAL

Palabras clave: Acceso a alimentos; Producción de alimentos; Residuos orgánicos; Abastecimiento local; Consumo

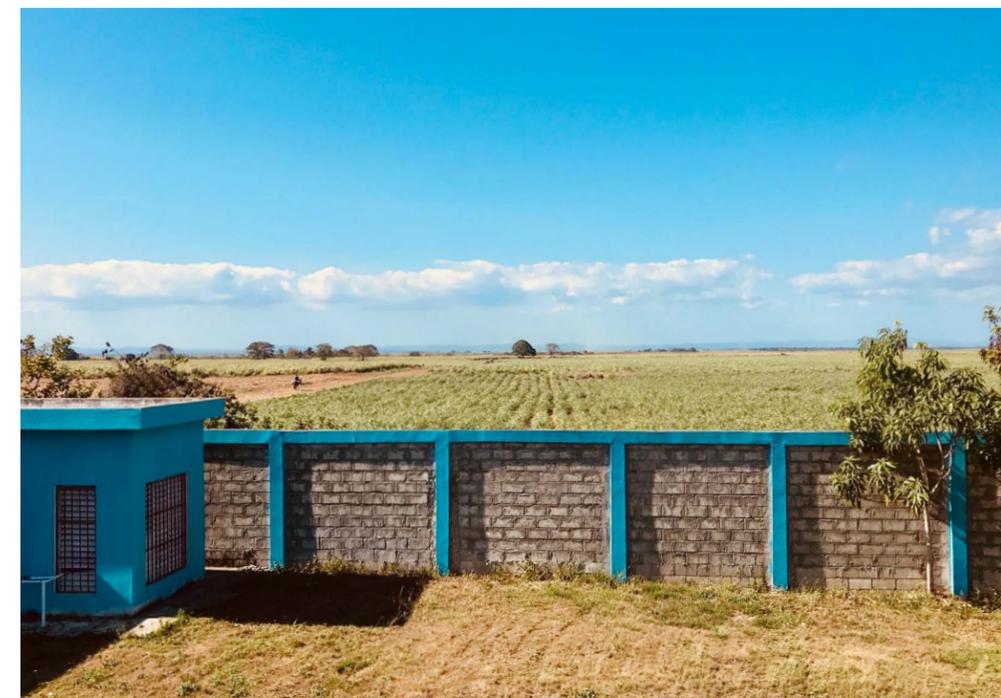


Figura 26. Campos de cultivo de caña de azúcar en el batey Monte Cristi, Ramón Santana

La Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible establece una oportunidad para países y sociedades como Colombia y República Dominicana de frente al mejoramiento de la vida de todos, específicamente con el tema de alimentos se relacionan de manera cercana tres objetivos de desarrollo sostenible; fin de la pobreza (1), Hambre y seguridad alimentaria (2) y Producción y consumo responsables (12).

Los alimentos se relacionan con sistemas vivos como suelo, especies, cuerpo, agua; si bien la producción de alimentos está relacionada con fuertes efectos ambientales así mismo, la explotación desmesurada provoca problemáticas vinculadas disminución de la fertilidad del suelo, uso insostenible del agua y degradación del medios marinos y terrestres que finalmente reducen la capacidad para proveer los alimentos. El consumo de los alimentos en su relación directa con el cuerpo incide en la salud de las personas, dando paso a enfermedades mundiales como malnutrición, desnutrición, sobrepeso, obesidad, etc.

Los alimentos se conectan con la energía, el agua, los residuos; el sector de la alimentación representa alrededor del 30% del consumo total de energía en el mundo y un 22% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero. Un tercio de los alimentos producidos no son consumidos, sea por deterioro natural o por maltrato al momento del transporte y distribución. Los hogares establecen hábitos y elecciones dietéticas de consumo que también influyen en estos impactos que, en consecuencia, afectan el medio ambiente a través del consumo de energía, agua y la generación de residuos (ONU, s.f.).

Los alimentos desdibujan los bordes de la pobreza, definida la pobreza como un problema de derechos humanos. El hambre, la malnutrición, la desnutrición; son distintas formas de la pobreza que se pueden tratar a través de una gestión justa y adecuada de la agricultura, la silvicultura y la acuicultura no solo para proveer alimentos de calidad a todos, sino para generar ingresos decentes, apoyar el desarrollo centrado en el campo y conservar los recursos naturales.

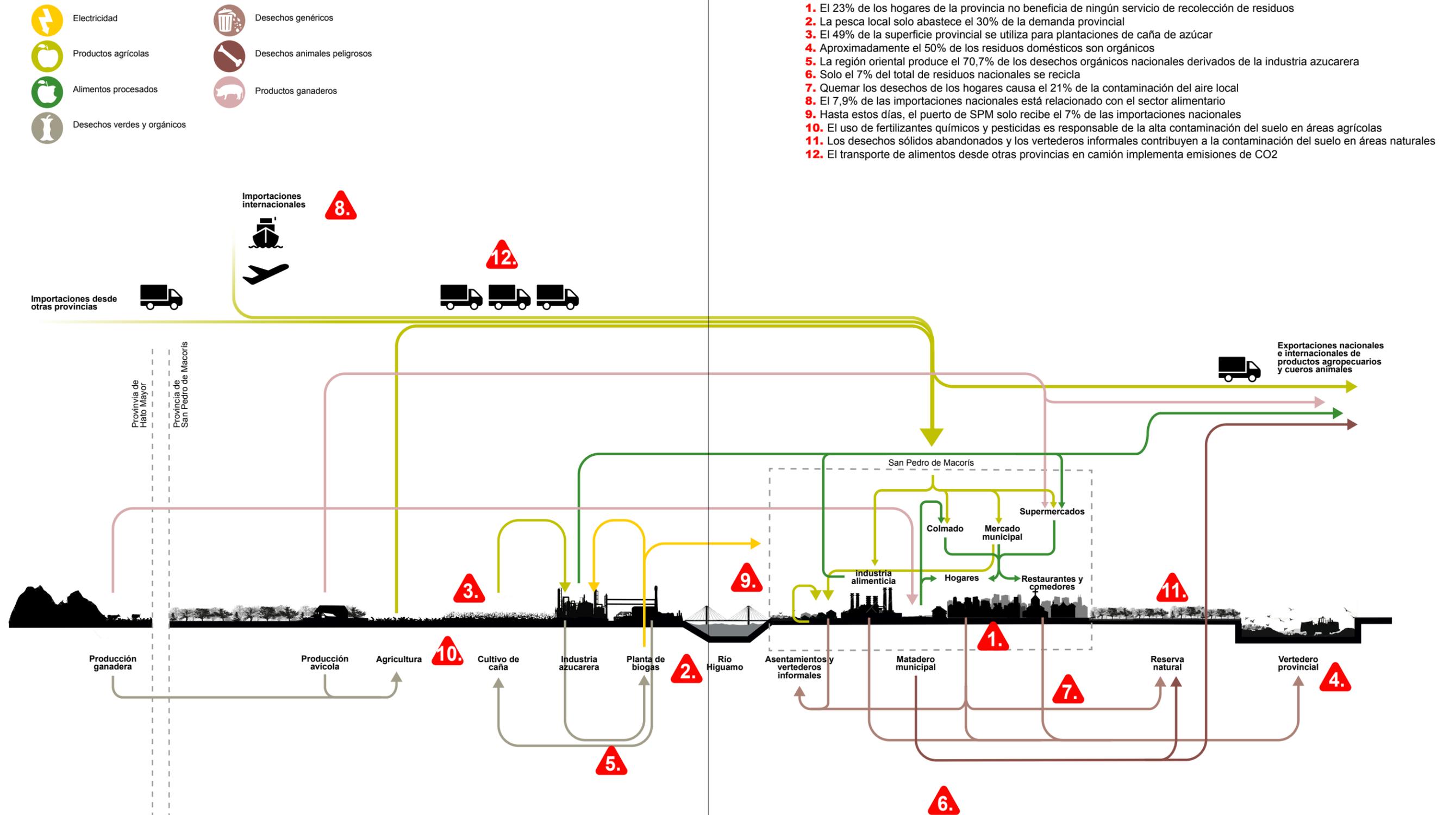


Figura 27. Diagrama de flujo a escala provincial: alimentos

Alimentos en República Dominicana

Importación de alimentos

La República Dominicana produce alrededor del 85% de los alimentos que consume, lo que le da al país un alto nivel de seguridad en este sector (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2016). El sector agrícola (cultivos y ganadería) representa el 8% del PIB nacional; lo mismo que el sector turístico. Para satisfacer la demanda restante, los principales productos importados son frijoles, ajo, cebolla, papas, leche en polvo y arroz, de los Estados Unidos y Europa (Government of Canada, 2014). El país ahora está cambiando a proveedores de bajo costo como América del Sur y Central, Asia y México para dar más accesibilidad a estos productos. Si bien la mayor parte de la dieta de la población incluye arroz, frijoles, plátanos, carnes y vegetales producidos localmente, los proveedores institucionales internacionales alimentan la industria del turismo todo incluido, con artículos más sofisticados.

Exportación de alimentos

Además de la producción para consumo local, el sector agrícola tiene una producción orientada a la exportación. El enfoque principal de este mercado son las producciones de invernadero y orgánicas. La República Dominicana es uno de los mayores productores de plátanos orgánicos, cacao, café y frutas tropicales; principalmente dirigido a los Estados Unidos, Inglaterra, Países Bajos, Bélgica y España. Este tipo de producción se organiza generalmente en grupos, tales como la Zona Franca Especial de Melysol, situada en la provincia de San Pedro, con más de 150 hectáreas dedicadas a la producción de 2.000 toneladas/año de melones exportados por avión a Europa, América del Norte y Japón (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019).

Uso del suelo

La provincia de San Pedro de Macorís está orientada principalmente a la agricultura, con el 71% del uso de la tierra (Oficina Nacional de Estadística, 2008), con 624 km² dedicados a cultivos de caña de azúcar (más del 49% de la superficie provincial total) (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012) y 292 km² a agricultura y ganadería. Como el municipio de San Pedro está mayormente urbanizado, muchos cultivos están ubicados cerca de San José de los Llanos y otras áreas rurales. La actividad agrícola se ha desarrollado alrededor de los antiguos *bateyes* (tipologías de urbanización histórica relacionadas con la industria azucarera) y realmente no se benefician de ninguna contribución técnica por parte de las autoridades del sector (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019, p. 87-90).

Producción local de alimentos

Productos agrícolas

Los principales productos cultivados en la provincia, además de los melones mencionados anteriormente, son la lima persa, la naranja dulce, la yuca, el plátano y la batata. También hay cerezas y guayabas, pero sus productos a menudo se pierden debido a la falta de acceso al mercado local. Desde 2012, se ha desarrollado una gran producción de invernaderos de alrededor de 14.000 hectáreas y 220 instalaciones en Batey Jagual, en el lado este de la provincia (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019, p. 87-90). La mayor producción sigue destinada a la industria de la caña de azúcar, con los dos únicos ingenios azucareros todavía activos hoy: Ingenio Porvenir (propiedad del Consejo Estatal del Azúcar, CEA) e Ingenio Cristóbal Colón (la segunda industria azucarera más grande del país, propiedad de CAEI y Grupo Vicini), que procesan 406.053 y 1.550.452 toneladas por temporada respectivamente (INAZUCAR, 2017-2018).

Caña de azúcar

En general, la temporada productiva del azúcar dura aproximadamente 180 días hábiles por año y depende fundamentalmente de los migrantes haitianos, que representan el 90% de la fuerza laboral en el corte de la caña de azúcar (Urena, 2007). Como parte del proceso de azúcar, estas industrias también producen la melaza, el jarabe residual obtenido por cristalización repetida durante la preparación de la azúcar, que se vende como producto final, utilizados para la alimentación animal o en la producción de ron¹. El residuo fibroso del tallo de la caña luego de la

¹ En 2018, se vendieron 9.169.457 galones de melaza al mercado local para producir ron y alimento para animales (INAZUCAR, 2018).

extracción del jugo se llama bagazo y la lata se vende como furfural para fabricar solventes, o se usa, como lo hace el Ingenio Cristóbal Colón, para producir electricidad (procesada en San Pedro Bio Energy).



Figura 28. Envejecimiento de Ron Barceló en la Zona Franca, San Pedro de Macorís

Granjas de pollos

Existen varias granjas de pollos en toda la provincia, principalmente propiedad de la empresa Pollo Cibao y ubicadas en el municipio de Guayacanes. En esta provincia se ubica la producción más grande y nueva del país, con 2,4 millones de pollos por año (Agencia EFE, 2015). En general, del 80 al 85% de los pollos se venden vivos a grandes empresas nacionales o mayoristas, mientras que el 15 al 20% restante se vende a mataderos industriales para producir carne congelada. El largo camino del productor al consumidor ha llevado a un aumento continuo en el precio de la carne de pollo y algunos productores nacionales están tratando de reducir los precios, vendiendo directamente a clientes privados.

Producción de carne

En San Pedro hay tres mataderos ubicados en el noroeste del llamado municipio, en Punta Garza, dos de ellos son privados y el otro es municipal, pero se alquila a una empresa privada. Los privados los procesan de 5 a 10 vacas en una base diaria, mientras que el tercero tiene una producción más amplia (30/50 y 10/20 vacas cerdos por día (Segura, 2019)). Los animales provienen principalmente de la provincia de Hato Mayor y recorren unos 50 km. La carne que producen se vende directamente a los clientes o al mercado municipal y a los pequeños vendedores. Las grandes cadenas de supermercados tienen su propio suministro de carne, localizado en el territorio nacional o en el extranjero y, a menudo, procesan y empaquetan los productos ellos mismos.

Pesca

A pesar de su amplia zona costera, la provincia de San Pedro no presenta una actividad pesquera impactante. En general, en esta área del Mar Caribe se ha registrado una baja presencia de nutrientes en el agua de mar que no permite la abundancia de peces. En particular, la Región Oriental se caracteriza por la gran profundidad del agua en la proximidad de la costa, debido al cercano Canal de la Mona, que puede alcanzar hasta 4.000 m, a 200 m de la costa. La contaminación del agua y la sobreexplotación también son factores impactantes. Dentro de la provincia se producen unos 240.000 kg de productos del mar, alrededor del 30% de la demanda general; y los hoteles y centros turísticos en el Este, que son los principales consumidores nacionales de pescado, importan la mayor parte del extranjero.



Figura 29. Matadero municipal de Punta Garza, San Pedro de Macorís



Figura 30. Cultivo de plátano ubicado entre viviendas de asentamiento informal, San Pedro de Macorís



Figura 31. Pequeño colmado con productos locales en asentamiento informal, San Pedro de Macorís



Figura 32. Agricultura urbana en asentamiento informal, San Pedro de Macorís

Agricultura urbana

Dentro del denso tejido urbano de la ciudad de San Pedro, no es raro encontrar a lo largo de la calle o en patios privados, pequeños espacios intermedios dedicados a la agricultura urbana. El mango, la fruta de la pasión, los plátanos y la yuca, son los más populares y también son fáciles de cultivar, requieren muy poco mantenimiento. En los *barrios* informales, esta práctica se manifiesta más ya que también se convierte en el medio de apoyo para muchas familias que no tienen acceso a mercados más grandes. Estas plantaciones se ven bastante afectadas por los altos niveles de contaminación del suelo, que comprometen la calidad de los productos, por lo tanto, no pueden ser vendidos oficialmente en el mercado y los deben vender en la calle.

Industria de alimentos

En el municipio de San Pedro hay varias industrias alimentarias y orgánicas tales como César Iglesias, que produce pasta y otros productos relacionados con la harina, así como la marca El Rey y Agroindustrial Los Ángeles, que producen queso, yogur y otros productos lácteos bajo las marcas Patrón de Oro y Elite. En la Zona Franca se encuentran Olexia (cocina industrial), Barceló y Yazoo-Ron del Caribe (ron envejecido), el Dr. Fruitlab (pulpa de fruta), Grupo Sindoni (dulces de chocolate), Coolbevco y Solococo (productos de coco y jugos), Agio Caribbean Tobacco (cigarros), Spicy Exports (cacao, miel, café comestible y productos de belleza). Es relevante especificar que los productos producidos por la Zona Franca están destinados a ser exportados al extranjero, mientras sus desechos permanecen en la isla.

Distribución y consumo local de alimentos

Abarrotes y división social

El sector minorista dominicano comprende cadenas de hipermercados y supermercados, supermercados independientes más pequeños y colmados (pequeñas tiendas de la esquina). Los supermercados e hipermercados se organizan en cadenas minoristas y tienen la mayor oferta de productos importados, razón por la cual atraen principalmente grupos de ingresos medios y altos. En la provincia hay cuatro supermercados nacionales, todos situados en el municipio de San Pedro: Iberia, Jumbo y (dos) Zaglul. Dos de ellos están ubicados en el tejido urbano muy central y denso y han privatizado algunos edificios históricos con fines de almacenamiento, que alteran sus fachadas e interiores. Los camiones entrantes y salientes también contribuyen a aumentar la congestión del tráfico, ya que no tienen un área de carga y descarga predestinada.

Comedores económicos

Durante la Segunda Guerra Mundial, cuando al país se le negó la importación de alimentos y se vio afectado por una severa sequía, Trujillo creó un nuevo organismo llamado Comedores Económicos, para garantizar a las personas el acceso a productos básicos como leche, pan y otras necesidades. Con el tiempo, esta organización gubernamental también prestó servicios durante situaciones de emergencia, en áreas particularmente vulnerables afectadas debido a la escasez de alimentos, los bajos recursos económicos y los desastres naturales. En la provincia hay tres puntos de distribución de alimentos ubicados en los municipios de San Pedro, Quisqueya y San José de los Llanos; donde miles de familias se benefician de los servicios de alimentos a precios bajos (o donados) y al mismo tiempo se crean nuevos empleos para las personas que habitan en la zona.

Impactos derivados de la producción y consumo de alimentos

Contaminación de suelo

Actualmente San Pedro es una de las ciudades más contaminadas del país. El principal contribuyente a la contaminación del suelo es el sector industrial, que durante muchos años ha liberado fluidos residuales en áreas naturales sin tratamiento previo. Aunque una reciente prohibición gubernamental ha comenzado a abordar este problema, todavía hay muchas actividades informales como lavados de autos y mecánicos que vierten sustancias tóxicas en la tierra. La contaminación del suelo también ha llegado a reservas naturales como la Laguna de Mallén y el bosque de manglares en las orillas del río. Dentro de los límites provinciales solo hay un vertedero formal para desechos genéricos (N/E de la ciudad de San Pedro), pero los desechos tóxicos, peligrosos y médicos tienen que viajar largas distancias para llegar a los centros designados, principalmente cerca de la capital.

Deforestación

El área también es vulnerable a los incendios forestales debido a su uso de la tierra y las condiciones climáticas; en abril de 2019, de hecho, la Laguna de Mallén sufrió graves daños a pesar de su estricto monitoreo. Otras causas de deforestación son la creación de nuevas áreas urbanizadas y el uso doméstico de la madera: aunque el GPL se usa comúnmente en las cocinas domésticas, el 11.4% de los residentes de la provincia todavía cocina con carbón y leña. Desde 1996, la organización *Macorís Verde* se ocupa de la protección y el desarrollo de los ecosistemas naturales de San Pedro de Macorís y el Gobierno Nacional está ofreciendo subsidios a las empresas que introducen iniciativas ecológicas en su práctica.



Figura 33. Camiones de distribución de alimentos parqueados en las calles

Residuos orgánicos

En las zonas urbanas, los residuos de jardinería se mezclan con otros residuos. Grandes áreas verdes como la Universidad Central del Este, recolectan hojas y otros residuos de jardines en pequeñas áreas de almacenamiento al aire libre, antes de llevarlos al vertedero municipal. En las zonas rurales, los fertilizantes naturales están hechos de desechos orgánicos como el estiércol, aunque el uso de productos químicos sigue siendo la opción más común. En el caso específico de Ingenio Cristóbal Colón, no solo se vuelve a utilizar el bagazo para producir energía, sino también las cenizas residuales del proceso de quemado, como fertilizante para sus campos de caña de azúcar. Sin embargo, la planta de biogás San Pedro Bio Energy está diseñada para procesar volúmenes mucho más grandes de biomasa, y la compañía está buscando gas o carbón importado fuera de los períodos de producción de azúcar.

Residuos animales y exportaciones

Casi cada pieza de los animales procesados en los mataderos se vende al mercado local, mientras que la sangre, mezclada con el agua utilizada para lavar la carne, se libera directamente en las laderas naturales circundantes, que contaminan la tierra hasta el río Higuamo. La piel de los animales es enviada o llevada a Italia, China y EE.UU., entre

otros; para ser procesada y posteriormente reimportada a la República Dominicana. Debido a la falta de industrias especializadas en el procesamiento de productos locales, muchas otras materias primas se exportan a otros países y se devuelven como productos finales (como cacao/chocolate, tabaco/cigarrillos, etc.), con precios inaccesibles para el mercado local y provocando enormes emisiones de CO₂.

Desechos domésticos

La provincia produce 184.325 toneladas/año de residuos genéricos (Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís, 2019), con una producción media de residuos domésticos de 1,5 kg/hab/día (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2018, p. 99), con una variación que depende del contexto rural o urbano. Hay muy poco conocimiento sobre el potencial de clasificación o reciclaje, por lo tanto, el 50% de los residuos domésticos que se estima como orgánico (Reyes Pérez, Carrasco Torres, Sención Jiménez, & del Carmen Bautista Perdomo, 2018), se mezcla con todo tipo de otros residuos. En 2018, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones instaló más de 200 “estaciones verdes” para clasificar los desechos orgánicos, de papel y plástico, en muchos municipios. Desafortunadamente, esta iniciativa no fue apoyada por ningún programa educativo y los tanques se usan como contenedores de basura regulares sin clasificar.

Recolección de residuos

Si bien las industrias y las empresas tienen su propio servicio de gestión de residuos que entrega residuos sólidos a diferentes vertederos provinciales y nacionales, la empresa privada *Aseos Municipales* recoge los residuos domésticos. En general, faltan políticas gubernamentales en materia de gestión de residuos y los residentes depositan sus residuos en las aceras fuera de las horas designadas; lo que atrae animales y olores desagradables. Sin embargo, solo el 77% de los hogares se benefician de este servicio (Oficina Nacional de Estadística, 2010), mientras que el resto lo abandona en áreas naturales, provocando la creación de vertederos informales. De esta forma, los productos químicos contenidos en los desechos penetran a través del suelo, causando la contaminación de la tierra y el agua en áreas protegidas o urbanizadas, lo que también propaga el riesgo de epidemias.



Figura 34. Vertedero improvisado en Barrio Blanco, San Pedro de Macorís



Figura 35. Mapa de flujo a escala provincial: alimentos

Miradas en Colombia: Alimentos**Panorama general**

Colombia cuenta con una posición geográfica que beneficia la diversidad natural y cultural, un territorio que también desde su gestión ha permitido en el tiempo los bordes marcados de la desigualdad y las pocas garantías para el acceso a servicios básicos así como las garantías para el acceso a los alimentos, aspecto que resulta contradictorio porque el territorio cuenta con características climáticas y biofísicas propicias para una producción diversificada y suficiente de productos agrícolas en las regiones colombianas.

Sin embargo, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2002) el sector agropecuario es uno de los renglones de la economía que ha recibido mayor incidencia de los conflictos sociales colombianos, tales como bajos niveles de servicios para la satisfacción de las necesidades básicas, las condiciones irregulares de la infraestructura vial, el limitado acceso a la tecnología agrícola y al crédito financiero, y la generalización de los conflictos de orden público que origina grandes desplazamientos (FAO.AQUASTAT, 2015, pág. 4).

En Colombia se ha concentrado la economía en actividades extractivas de recursos no renovables, si bien se han realizado inversiones de infraestructura, esto no ha significado progreso de las economías locales o apoyo a la resolución de necesidades cotidianas asociadas a las condiciones del territorio. En Colombia, el conocimiento tradicional que consolida fuerza del patrimonio y que está vivo en la diversidad y en las prácticas de agrobiodiversidad en las regiones requiere dialogar con el conocimiento técnico y tecnológico. “Se requiere conocimiento para el desarrollo de procesos productivos sostenibles que permitan a las comunidades construir capacidades económicas que no dependan de la abundancia coyuntural de un determinado recurso” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 398).

En Colombia el hambre ha disminuido en los últimos diez años, pasó a ser padecida por 2,4 millones de personas (4,8%) en el periodo 2016 - 2018. Si bien Colombia ha dado pasos en la reducción del hambre, aún asume grandes retos respecto al estado nutricional de su población, tales como la baja talla con relación a la edad, que afecta a medio millón de niños y niñas menores de 5 años y, el aumento progresivo del número de adultos mayores de 18 años que sufren de obesidad (FAO, 2019).

Iniciativas relacionadas con el flujo de alimentos en Colombia

Los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) definen pautas mundiales hasta el 2030 para la transformación y mejoramiento de entornos económicos, ambientales y sociales complejos. A nivel nacional, además del plan nacional de desarrollo del gobierno colombiano actual; se establece la conformación de la Misión Internacional de Sabios que constituye la hoja de ruta del país para integrar ciencia, tecnología e innovación.

El reto de *Colombia biodiversa* propone un modelo de economía sostenible que permita reconocer, valorar, proteger la mega diversidad natural y cultural a través de la reconfiguración de actividades económicas vinculadas a los sectores: agroalimentario, cosmético, químico, textil, farmacéutico, cultural, forestal, artístico, energético y de salud, entre otros. Este modelo apoyado en la riqueza natural y cultural proyecta para el 2030 que la bioeconomía represente el 10%, y la economía creativa el 8 % del PIB (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 319).

Desde el 2020 se establecen programas para implementar una agricultura sostenible y generadora de productos para la industria donde participen la tecnología para el agro y la innovación abierta con agricultores para la identificación de cultivos potenciales de acuerdo a las características propias del territorio, así como formación técnica agropecuaria en aspectos técnicos, emprendimiento, mercadeo u otras áreas de interés; proyectos de desarrollo participativo en donde las comunidades desde sus saberes ancestrales se unen a prácticas sostenibles (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, págs. 326-327).

El reto de *Colombia equitativa* propone la búsqueda de soluciones, basadas en conocimiento, para impulsar la construcción de capacidades y oportunidades en todo el territorio nacional y garantizar el acceso de todos los colombianos a servicios básicos. Se establecen programas para mejorar el acceso equitativo a alimentos saludables en poblaciones vulnerables tanto rurales como urbanas. Esto abarca programas integrales de alimentación que operan en entornos escolares; considerando no solo la producción de alimentos saludables a bajo costo, sino también su almacenamiento y distribución. También se definen incentivos para la práctica de la agricultura urbana y periurbana

y apoyo a mercados de cercanías (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 393).

De acuerdo al informe del estado de la seguridad alimentaria y nutrición en el mundo, Colombia atraviesa por una desaceleración del crecimiento económico, debido en gran parte a la caída de los precios internacionales del petróleo, lo cual ha reducido los ingresos por exportaciones, las reservas de dólares estadounidenses y, ha provocado la devaluación del peso colombiano (COP) y una caída en el PIB per cápita, lo cual está afectando el acceso a los alimentos de los colombianos (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2019).

En este contexto, resultan relevantes políticas y propuestas que convoquen a la participación de los pequeños productores, campesinos y grupos sociales vulnerables; incentivos para promover entornos de alimentación locales, saludables y autosostenibles en las comunidades, es decir, cambios que permitan reducir malnutrición, pobreza, desigualdad e incentiven la permanencia y vida digna el campo (FAO, 2019).

En la misma mirada, el programa de economías locales y procesos productivos establece prioridad a los temas de identificación, adecuación y aprovechamiento de infraestructuras, recursos y capacidades locales para la creación de proyectos productivos, desarrollo de mercados locales, economías alternativas y sostenibles, así como apoyo a investigación y desarrollo tecnológico para el fortalecimiento y la competitividad de procesos productivos locales que también mejoren las condiciones de empleabilidad en los sectores rurales (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 398).

Prácticas actuales que contribuyen a un flujo circular de alimentos en Colombia

El acceso a los alimentos también ha sido un tema de interés en la ciudad; en Colombia desde la época de colonización se han venido ofreciendo productos de consumo el domingo en las plazas principales de cada lugar. Luego, como efecto del desarrollo se construyó infraestructura para facilitar el ejercicio de oferta y demanda de productos agrícolas en lugares llamados *Plazas de mercado*; se reconocen centros de abastecimiento que permiten la interacción tanto de vendedores como compradores de alimentos en un mismo sitio.

Una plaza de mercado por definición es un mercado mayorista definida como “aquella instalación o conjunto de instalaciones construidas y adecuadas para realizar actividades comerciales de compraventa al por mayor de productos de origen agropecuario y pesquero, con el objeto de abastecer suficientemente a la población y facilitar el proceso de modernización de la comercialización, mediante el mejoramiento de las técnicas de manejo de los productos y de las prácticas de mercadeo” (Departamento Administrativo de la Función Pública, 1995).

La plaza de mercado como iniciativa vincula etapas claves como la producción, transporte, venta, transformación, distribución y consumo con un enfoque circular del flujo de alimentos en la ciudad. Además, se identifican varios actores involucrados en el sistema; así como los actores activos en la misma plaza, los cuales generan relaciones a nivel interno para cumplir la función de abastecer de alimentos. La plaza de mercado como un lugar descentralizado, es un concepto que se va replicando y distribuyendo en diferentes sectores para garantizar el acceso a alimentos en la ciudad.

La ciudad de Medellín, por ejemplo, cuenta con la Placita de Flórez, La América, La Central Mayorista de Antioquia y Plaza Minorista José María Villa. El concepto de *Plaza de Mercado* en Colombia tiene un alto valor social y cultural porque representa un lugar de acceso para todos en la ciudad con relación a algo tan fundamental como los alimentos, los ciudadanos se pueden activar desde diferentes roles tanto de producción como de consumo. Además, la plaza de mercado es un concepto convoca a la participación permitiendo escenarios de apropiación e identidad con el paso del tiempo.

Relaciones entre la ciudad y el campo: El concepto de plaza de mercado es facilitador de relaciones entre diferentes actividades metabólicas como producción, ventas, distribución, transformación, consumo. Por ejemplo; debido a las garantías de precios los restaurantes adquieren sus productos para luego transformarlos en recetas locales, también otras actividades como el turismo han buscado establecer relaciones con las plazas de mercado; a través de recorridos guiados como en la *Plaza Minorista José María Villa* el “Tour de las Frutas” unos recorridos destinados para que los turistas puedan vivir la experiencia del gusto estimulado por las frutas reconocidas por los sabores, colores, olores y texturas propias del territorio.

Apoyo a la escala local: Se localizan a escala de barrios en lugares estratégicos de ciudad para garantizar el acceso de alimentos, productos complementarios y servicios. Se establecen como plazas para la promoción de alimentos producidos a escala local y regional favoreciendo las actividades de producción agrícola.

Identidad y valores en la ciudad: Las plazas de mercado son lugares que conectan con aspectos relevantes de la identidad colombiana a nivel local y regional, estimula los niveles de apropiación de vendedores y compradores aportando a la seguridad alimentaria con precios competitivos. Tanto las ciudades como los pueblos cuentan con plazas de mercado para el abastecimiento de alimentos en Colombia.

A la plaza de mercado se vinculan valores culturales asociados a los cultivos, los sabores, las recetas, las tradiciones alimentarias; así como actividades económicas propias como los tenderos que son pequeños distribuidores de alimentos en los barrios y los venteros ambulantes quienes se mueven día a día por la ciudad para llevar alimentos puerta a puerta; un impacto además visible en la reducción de desechos orgánicos en la ciudad.

7. OPORTUNIDADES: CERRANDO LAS BRECHAS

Palabras clave: Modelo económico circular; Enfoque sistémico; Actores catalizadores; Tejidos sociales y culturales



Figura 36. Lugar de acción: San Pedro de Macorís

El proceso de investigación desarrolla en su primera fase la identificación de la gestión actual de los flujos del agua, energía y alimentos en el contexto de San Pedro de República Dominicana, la detección de condiciones, críticas y problemáticas asociadas a ellos, asimismo, la definición de relaciones con un contexto externo como Colombia a través de una revisión de propuestas y prácticas actuales en cada flujo.

A partir de esta identificación, se establecen criterios que buscan fortalecer la reflexión y la acción en el contexto de estudio, por medio de tres propuestas enfocadas en San Pedro de Macorís. Las propuestas que se presentan en este capítulo constituyen conclusiones derivadas de la primera fase del proceso de investigación y presentan vínculos propios a través de lugares, sujetos y temas claves para la transformación del territorio hacia lo circular.

Situación actual

Retos en la ciudad

El municipio de San Pedro es uno de los territorios más vulnerables dentro de la provincia, donde la mayoría de las amenazas actuales se condensaron en áreas residenciales de alta densidad. La contaminación del suelo, el agua y el aire, es particularmente notable en las zonas marítimas y acuáticas debido a los asentamientos informales, la actividad industrial y los vertederos espontáneos. Grandes partes de la ciudad no reciben ningún servicio de INAPA (agua potable ni alcantarillado), lo que contribuye a la contaminación del agua subterránea, mientras que el riesgo de inundación es extremadamente alto en la mayoría de la ciudad.

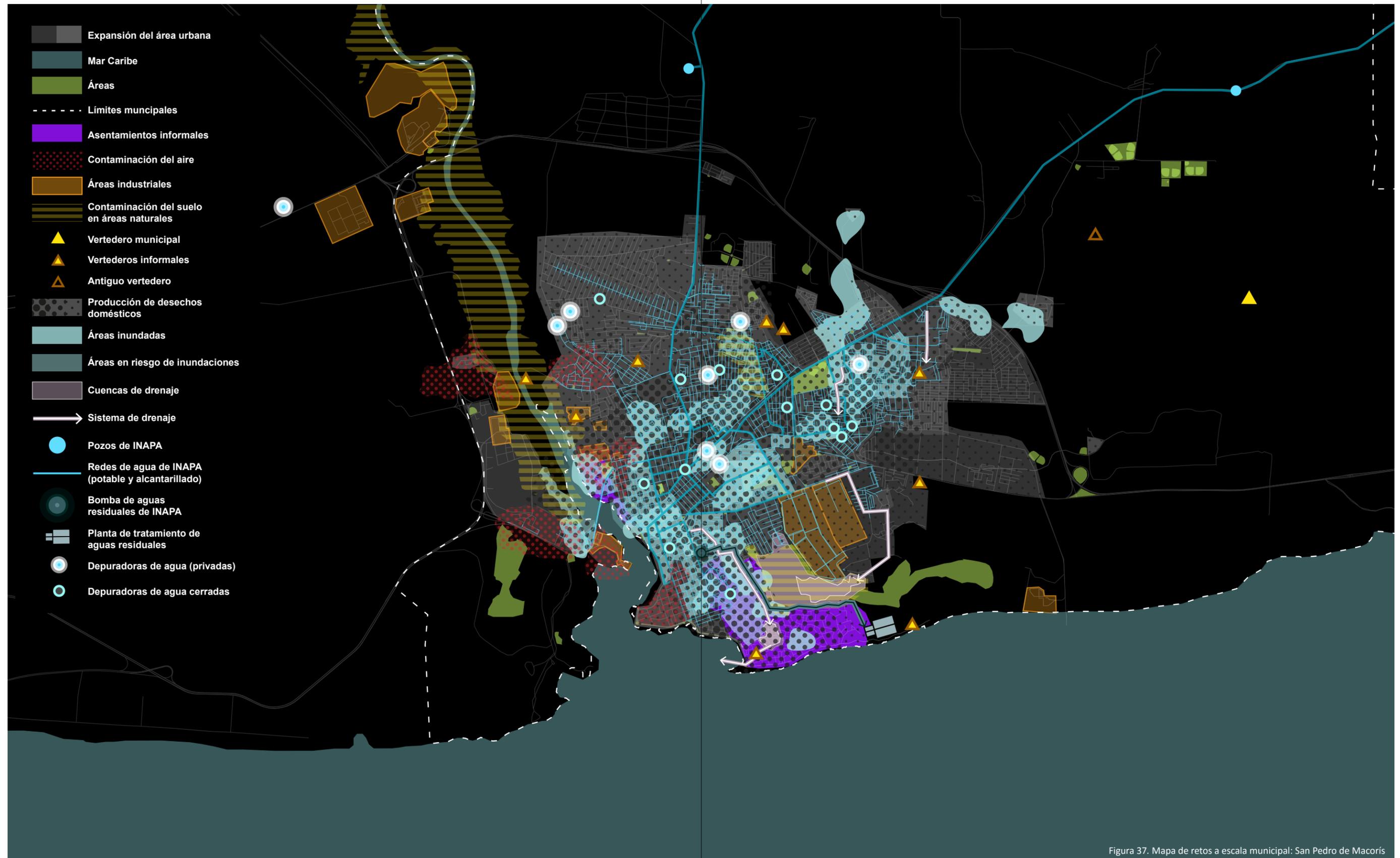


Figura 37. Mapa de retos a escala municipal: San Pedro de Macorís

Intenciones a largo plazo

La provincia de San Pedro de Macorís ha establecido cuatro líneas estratégicas para su desarrollo a largo plazo. Las estrategias propuestas en este capítulo han tomado estos objetivos como punto de partida para la implementación de enfoques circulares. Estas iniciativas se relacionan con ubicaciones específicas dentro del territorio de la provincia de San Pedro de Macorís, donde se pueden desarrollar proyectos piloto, antes de realizar réplicas en contextos con características y actores similares.



FORTALECIMIENTO DE LA GOBERNANZA LOCAL Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Mejorar los servicios básicos, generar conciencia sobre el consumo de recursos para alentar a los ciudadanos a pagar sus impuestos..

Flujos involucrados:



#vida saludable, #proyectos participativos, #enfoque de abajo hacia arriba, #gestión de recursos, #seguridad urbana, #instalaciones de cuidado, #salud, #infraestructuras ciclables y peatonales, #equilibrio de materiales



MEJORAR LA SEGURIDAD GLOBAL Y LA INCLUSIÓN SOCIAL

Generar cohesión social a través de la creación de programas educativos y motivadores, actividades deportivas, agendas culturales y de patrimonio.

Flujos involucrados:



#conexión sociocultural, #cohesión social, #identidad cultural, #comunidades solidarias, #participación, #patrimonio histórico



PROMOVIENDO UNA ECONOMÍA VITAL

Apoyar a las partes locales interesadas proporcionando habilidades técnicas y conocimientos adecuados para mejorar la producción e implementar la creación de empleo en los sectores turístico, industrial y agrícola.

Flujos involucrados:



#economía vital, # igualdad de acceso al empleo, #ecología industrial, #turismo sostenible, #movilidad fluida, #creación de valor, #economía de aprendizaje



DESARROLLANDO LA RESILIENCIA URBANA

Fortalecer los procesos de toma de decisiones provinciales en las políticas de gestión de riesgos y adaptación climática, a través de una planificación urbana eficiente y la protección del medio ambiente.

Flujos involucrados:



#infraestructura resiliente, #desarrollo sostenible, #reducción de riesgos, #adaptación climática, #prevención de desastres, #planificación del uso del suelo, #aire, agua y suelo limpios

Figura 38. Líneas estratégicas para el desarrollo de la provincia de San Pedro de Macorís a largo plazo

Biocentro

Panorama Actual

Contexto territorial: zona periurbana, reserva natural, asentamiento informal, área costera.

Temas: descontaminación de agua residual, producción de energía renovable, producción de alimentos, reutilización de agua de lluvia, parque urbano.

La planta de tratamiento, gestionada por INAPA, cuenta con una capacidad máxima de 550 l/s y las 4 piscinas alcanzan a procesar 62.300 m3 de agua diario. En general, el agua residual doméstica es biodegradable y compuesta aproximativamente por el 99% de agua y el 1% por residuos sólidos orgánicos. Sin embargo, a causa de la densidad de población y de la falta de alcantarillado, el aporte de aguas negras en el medio ambiente excede la capacidad de descomposición natural y de dispersión del flujo en otras aguas superficiales sin alterar de manera significativa su calidad. Cuando se vierten las aguas residuales, se gasta una gran cantidad de fósforo y otros nutrientes naturales que actualmente se están agotando a causa de su extracción y uso en la agricultura intensiva. Se estima que un correcto reciclaje de heces y orina a escala mundial podría abastecer el 22% de la demanda global de fósforo (Mihelcic, 2011).

La producción de electricidad se desarrolla a través de un proceso lineal de importación de recursos desde el extranjero (derivados del petróleo), procesamiento en las centrales eléctricas (y pérdida de la mitad de la materia prima en el proceso), distribución en el tendido eléctrico legal o improvisado, consumo por los diferentes sectores. Algunas industrias de la provincia se alimentan, en parte, con paneles solares, otras a través de la quema de neumáticos y existen propuestas concretas de instalar un incinerador de desechos urbanos para abastecer la demanda de electricidad de las viviendas. En general, la quema de desechos es un proceso que requiere mucha energía cuando estos no han sido previamente separados. La materia orgánica, para poder ser quemada y transformada en electricidad, tiene que ser secada con hornos a temperaturas elevadas provocando grandes gastos de energía en el proceso.

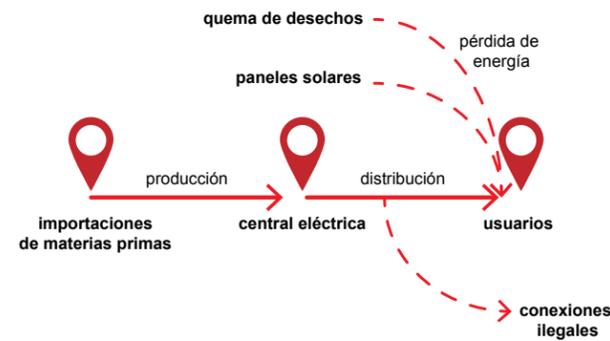


Figura 39. Diagrama del sistema lineal actual: electricidad

Propuesta

Esta estrategia que interrelaciona los flujos de aguas residuales, energía y desechos orgánicos se localiza en el Sur de la zona urbana de San Pedro de Macorís y propone una ampliación de la actividad de la planta de tratamiento de aguas residuales integrándola al contexto natural que la rodea. La laguna de Mallén luego de su descontaminación se reactivará y formalizará, convirtiéndose en un nuevo parque urbano recreativo-productivo además de hito urbano y laboratorio de tecnologías verdes de fama nacional. Este nuevo Biocentro, resultado de la unión entre la planta de tratamiento, la laguna de Mallén y los nuevos actores catalizadores, es parte de un nuevo paisaje energético para la producción de energía renovable a partir de materia orgánica que será utilizada en los barrios informales de San Antón, Villa Faro, para el alumbrado del espacio público y lo que sobra será vendido a la red para generar los recursos para la manutención del espacio.

A través de la implementación de un sistema de drenaje pluvial urbano, la planta de tratamiento se aliviará de la sobrecarga de agua a procesar. Considerando que el sistema de tratamiento de tipo laguna no comporta ningún olor, se propone de rediseñar las 4 piscinas de depuración integrándolas al paisaje natural de la Laguna de Mallén, ampliando sus superficies de agua y su atractivo turístico a través de un recorrido peatonal que se conecta a una

ciclovía urbana. Los desechos sólidos de las aguas negras recolectadas se utilizan como biomasa y alimentan un digestor de biogás, que produce electricidad para los asentamientos cercanos (que no se benefician actualmente del tendido municipal) e iluminar la reserva natural urbana que albergará diferentes actividades recreativas.

La arena extraída (lodo secado) de la planta actual durante el proceso de tratamiento del agua se descontaminará y venderá a CEMEX para utilizarla como material de construcción para producir ladrillos. El digestor de biogás es una infraestructura simple y fácil de usar, que funciona con un sistema de presión, muy diferente de la planta de biogás ubicada en el otro lado del río Higuamo. Los desechos que se generan en los espacios verdes urbanos como los jardines de la UCE contribuirán a la producción de biomasa, junto con los residuos orgánicos de los hogares. El líquido residual del biodigestor retornará al área verde de la laguna como fertilizante natural.

Con el fin de incentivar los esfuerzos de clasificación de desechos, los habitantes de San Pedro recibirán descuentos en el consumo de energía de la red, en función de su eficiencia para diferenciar los desechos orgánicos de los genéricos. Por otro lado, el municipio estará a cargo de talleres educativos sobre procesos de clasificación y proporcionará una red adecuada de puntos de recolección de residuos. Se propone un programa medioambiental en la UCE utilizando sus aulas para un programa educativo durante las horas nocturnas. La escuela primaria AL-UCE instalará un jardín de vegetales en su recinto para concientizar a las nuevas generaciones sobre la producción de alimentos y el compostaje a partir de los residuos orgánicos de la cafetería de la universidad.

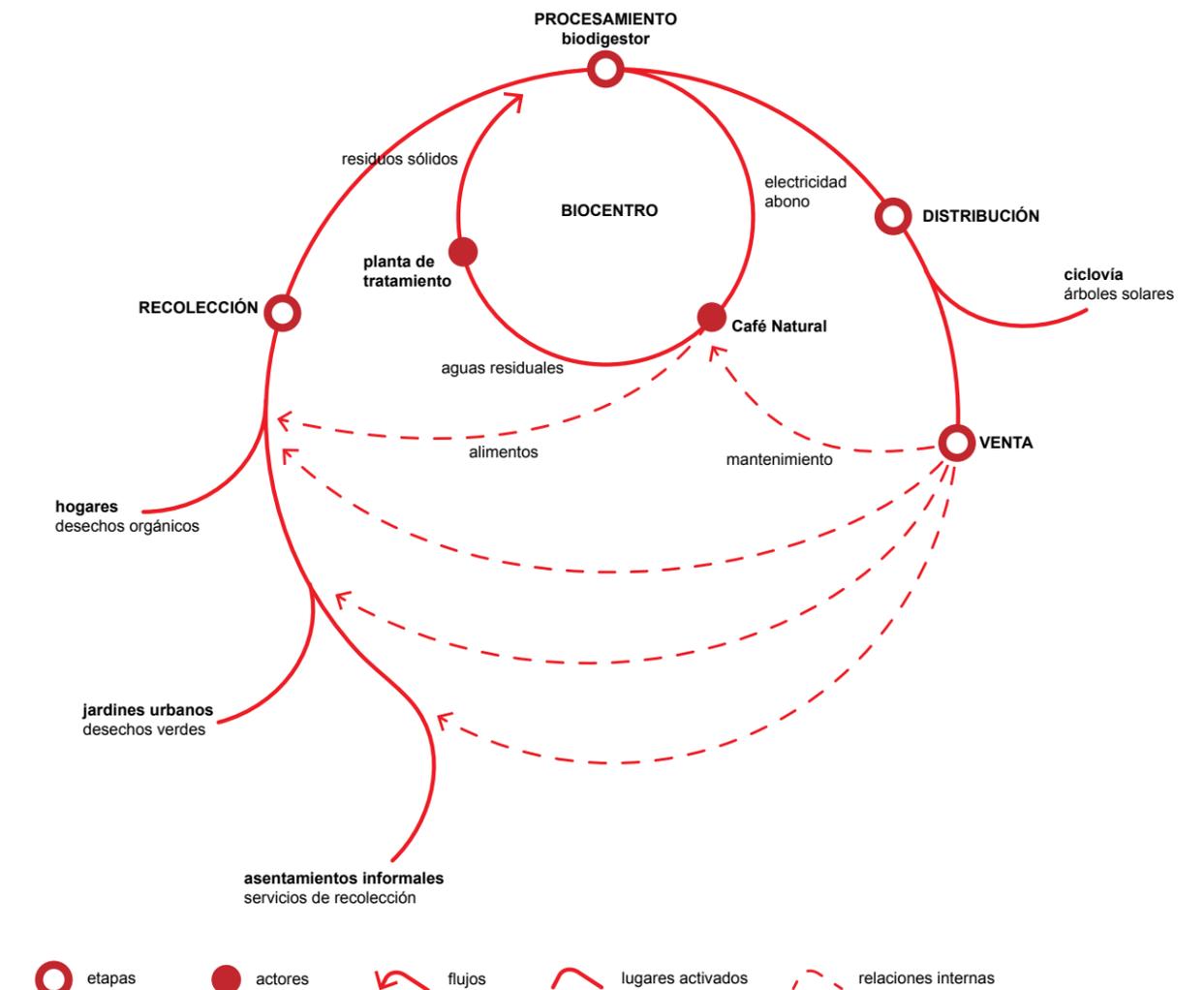


Figura 40. Diagrama del sistema circular: energía en Biocentro



Figura 41. Mapa de actores a escala municipal: Biocentro

El digestor de biogás está proyectado como un espacio recreativo gigante, una especie de paisaje montañoso generado por las membranas y será un bio-parque de aprendizaje, incluido en la Laguna. Cuando los depósitos de gas están llenos, se inflan produciendo cúpulas circulares visibles y generando conciencia entre los residentes, sobre la relación entre su propia producción de desechos orgánicos y la generación de energía. El agua purificada de la planta de tratamiento, en lugar de ser revertida en el mar, se almacenará en tanques de agua y luego se reutilizará para regar el parque o como reserva para el vecindario. Como el territorio de San Pedro es predominantemente plano, las torres de agua se podrían usar también como torres de observación u otras actividades recreativas como la observación de aves.

También se propone formalizar la transición entre la ciudad y la laguna a través de un nuevo hito, el Café Natural. Aquí se implementarán diferentes técnicas de agricultura urbana horizontal y vertical cultivando alimentos y hierbas medicinales. Este nuevo centro comunitario, gestionado por las comunidades de San Antón y Villa Faro, propone recetas económicas con alimentos rescatados de los mercados, supermercados locales y cosechas de sus huertos. La comida será proporcionada a los habitantes de los barrios cercanos, pero también distribuida en la cafetería de la UCE y a los empleados de la Zona Franca que podrán beneficiar de este espacio para descansar y socializar entre un turno de trabajo y el otro.

La cocina utilizará el agua de lluvia recolectada en el techo mientras que el agua residual de la cafetería se limpia a través de biofiltros, antes de ser reutilizada para el riego de los huertos o en los baños del café. Durante los fines de semana, un mercado de alimentos atraerá a la gente al área, vendiendo verduras y productos orgánicos producidos localmente. Café Natural es una forma de reintegrar este recurso natural dentro de la ciudad, activando un corredor ecológico y haciéndolo más seguro, accesible y productivo. Los conocimientos técnicos específicos para el uso y mantenimiento del biocentro, se impartirán a la comunidad local, especialmente dentro de los asentamientos informales, que también serán responsables de la recolección de desechos orgánicos.



Figura 42. Bosque de la Mujer en la planta de tratamiento de aguas residuales de Salcedo

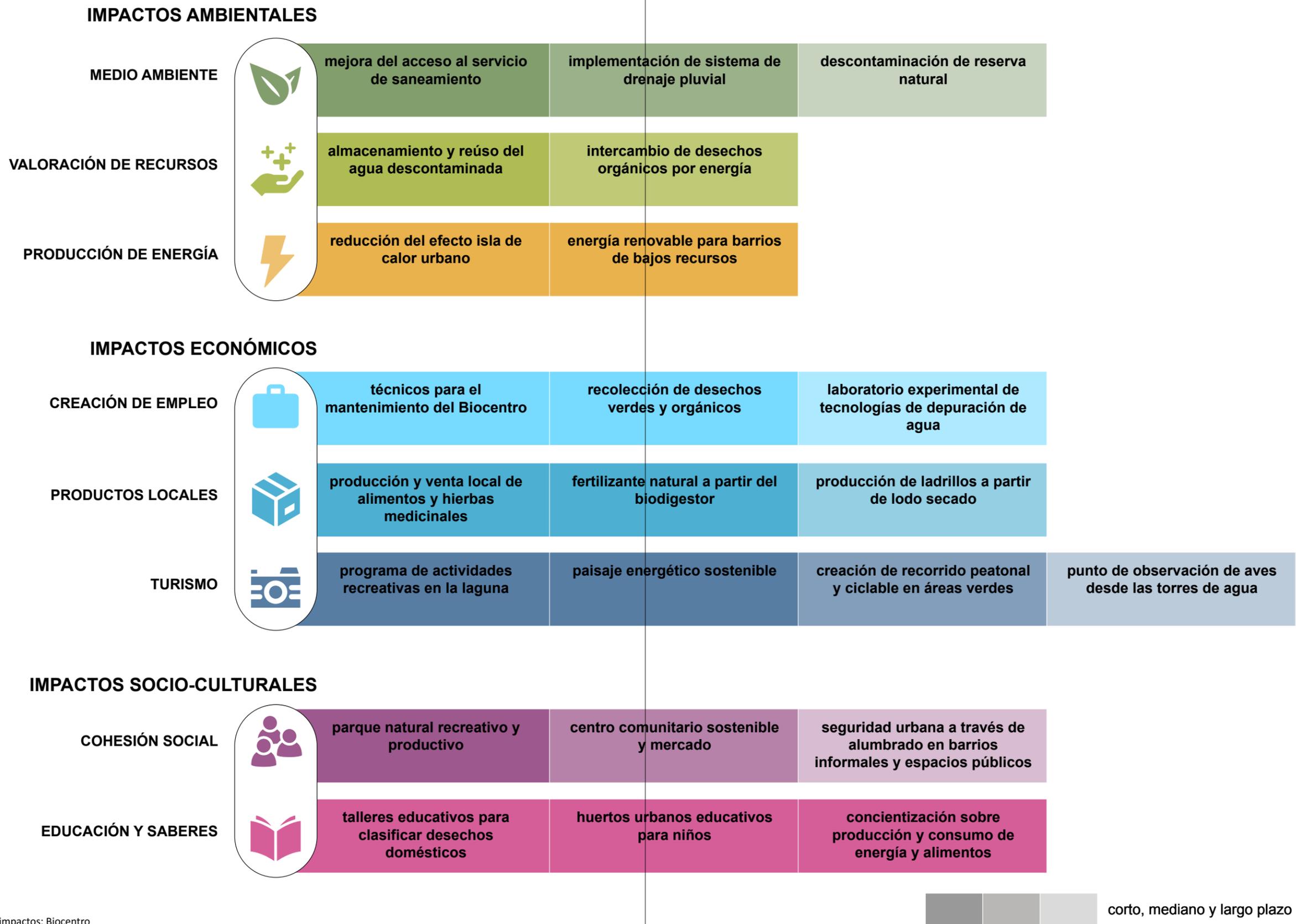


Figura 43. Diagrama de impactos: Biocentro

Una mirada desde Colombia: Museo del agua

Contexto territorial: museo localizado en el Parque de Los Pies Descalzos gestionado por el grupo EPM, Medellín, Colombia.

Temas: Agua, educación, conocimiento del recurso hídrico, experiencia ciudadana.

El Museo del Agua es un entorno para incentivar la cultura y el conocimiento del recurso a través de la configuración de salas interactivas que relacionan el arte, la ciencia y la tecnología para ofrecer una experiencia que estimula los sentidos y las emociones de las personas que lo visitan. Esta experiencia invita al conocimiento del agua en todas sus dimensiones organolépticas, físicas y químicas, también la riqueza que representa el agua en nuestro territorio, diversidad de climas, vegetación, ecosistemas y especies que están relacionadas y dependen del cuidado del agua. (Fundación epm, 2020).

En la economía circular es importante el flujo de los recursos que permiten el desarrollo de las actividades, en este caso, el Museo del agua integra a los ciudadanos de diferentes edades y con diferentes roles en la ciudad al reconocimiento del recurso, su relación con el territorio y el valor del agua para activar una reflexión-acción de frente buen uso de este recurso natural. La ciudad debe permitir estos escenarios de integración de la ciudadanía alrededor de un recurso fundamental como el agua.

Una mirada desde Colombia: Huerteras de La Gabriela

Contexto territorial: zona periurbana de Medellín cerca de la comuna 13.

Temas: huertas comunitarias, aprendizaje colaborativo, empoderamiento de mujeres.

Las huertas localizadas en La Gabriela de manera individual y colectiva, con prácticas limpias de producción de alimentos para el cuidado del suelo. El proyecto principalmente involucra a las mujeres (algunas cabezas de familia), pero también convoca abiertamente a participantes de diferentes edades y géneros a actividades vinculadas al cultivo con experiencias educativas. El aprendizaje generado de las prácticas de cultivo permite divulgación de conocimiento intergeneracional, la recuperación y fortalecimiento del tejido social de una comunidad con una historia marcada por los efectos de la violencia. Este conocimiento ha iniciado a reactivar otros entornos de aprendizaje como en red de bibliotecas públicas de la ciudad y mercados campesinos contribuyendo a la transformación de buenas prácticas de la alimentación de ciudadanos de diferentes sectores de Medellín.

El proyecto de las huerteras de La Gabriela representa impactos económicos y sociales en cada una de las familias participantes. Así mismo es un proyecto que ha integrado diferentes entidades públicas (Alcaldía, Servicio Nacional de Aprendizaje, Universidades) y privadas en su desarrollo. Otro aspecto relevante es que la presencia de las huerteras de La Gabriela ha hecho difusos los límites entre lo rural y urbano (Calderón & Pérez, 2018).

Cemex 2.0

Panorama actual

Contexto territorial: batey rural al lado de planta de producción de cemento.

Temas: materiales de construcción sostenibles, manejo de desechos domésticos, fomentar la generación de productos locales, recolección de desechos en espacio público.

La industria de cemento CEMEX, ubicada en la zona rural al noroeste de la municipalidad de San Pedro de Macorís, es una empresa mexicana con diferentes sedes en América Latina y la Región Caribe que produce materiales de construcción, principalmente concreto y elementos prefabricados. El cemento, un polvo fino y gris, que mezclado con agua, arena y grava forma la masa llamada concreto, es responsable del 8% de las emisiones globales de CO2 (Andrew, 2018), debidas principalmente a las altas temperaturas necesarias para la transformación de las materias primas en clínker.

En República Dominicana, el flujo de los materiales de construcción se basa principalmente en un sistema lineal de extracción (o importación) de recursos crudos, procesamiento, construcción y demolición, con escasas estructuras involucradas en el reciclaje o reutilización de los desechos de construcción y demolición. Considerando que necesitamos aproximadamente 2 toneladas de materias primas por cada metro cuadrado de vivienda que se construye, el sector de la construcción insta de introducir nuevas prácticas de re-fabricación y reúso de los desechos de construcción y demolición, pero también de innovarse a través de nuevos materiales de origen local y con un bajo impacto energético y ambiental.



Figura 44 . Diagrama del sistema lineal actual: materiales de construcción

Propuesta

Esta estrategia, que involucra los flujos de materiales de construcción y desechos inorgánicos, propone una ampliación de la industria de concreto a través de proyectos piloto de reciclaje, reutilización y transformación de residuos sólidos inorgánicos recolectados en puntos de acopio ubicados en espacios públicos estratégicos de la ciudad. Este nuevo centro, abierto al público, funcionará como un hito educativo y contribuirá a la rehabilitación de la adyacente comunidad del Batey Higuamo. Los desechos se recolectarán y transportarán gracias a la implementación de una nueva ciclovía que conecta la Laguna de Mallén, el centro histórico y Cemex. El sistema de alquiler de bicicletas funcionará con una aplicación basada en puntos, que toma como base el peso de los desechos diferenciados depositados cada vez en contenedores especiales.

Los vidrios y plásticos desechados se transportarán hacia el nuevo centro de reciclaje, utilizando triciclos de carga. El vidrio se convierte en polvo para ser utilizado para la producción de clínker en la misma industria de CEMEX, reduciendo el impacto ambiental de la fabricación de concreto. Los plásticos genéricos se compactarán reutilizando el calor residual de los procesos de producción del cemento para transformarlos en mobiliario y regenerar los espacios públicos urbanos. Elementos flotantes hechos con las redes de los pescadores del Batey recogerán las botellas de plástico y reducen la contaminación del río Higuamo. Las botellas se utilizarán como material de construcción (rellenándolas con la arena que sobra de la producción de concreto) para consolidar y densificar las viviendas del batey.

Los neumáticos usados, que actualmente CEMEX quema para producir energía, se triturarán y reutilizarán para una producción de asfalto local que sirve para implementar, reparar y extender la ciclovía. El patio de la escuela de la comunidad funcionará como almacén dinámico para la arena y los neumáticos creando espacios recreativos flexibles como dunas y juegos que cada día varían según la cantidad de material disponible. Es esencial educar las nuevas

generaciones al reciclaje y reutilización de los materiales desechados, pero también implementar el espacio recreativo en una comunidad de bajos recursos. La actividad de recolección y reciclaje de basura generará nuevos empleos y conocimientos técnicos entre los habitantes del Batey y la ciclovía garantizará en el tiempo una mayor accesibilidad al trabajo en la ciudad.

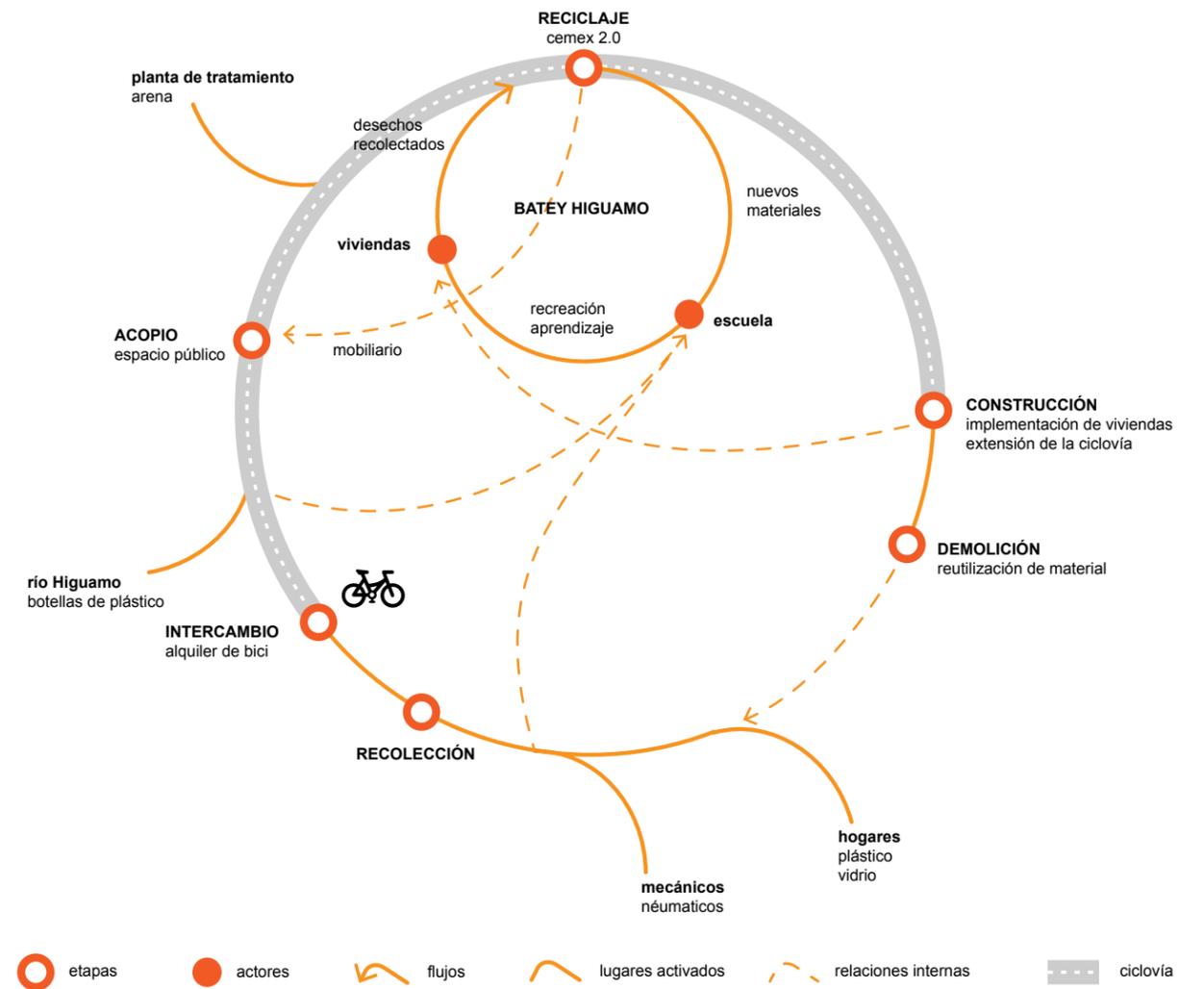


Figura 45. Diagrama del sistema circular: materiales en Cemex 2.0

En los puntos de acopio urbanos se instalarán talleres efímeros educativos para la reparación de electrodomésticos y bicicletas, reutilizando piezas metálicas desechadas. Estos Clubes de Reparadores sirven para la reactivación del espacio público como a la educación a la clasificación de residuos y recuperación de su valor económico. Los desechos de construcción y demolición que se generan en el área urbana, en particular modo en el casco histórico de San Pedro que presenta una gran cantidad de edificios abandonados y en mal estado, se podrían moler y reutilizar dentro de CEMEX como agregados en la producción de nuevo concreto, para disminuir las excavaciones.

En las orillas del río Higuamo, se instalarán plantas fitorremediadoras para descontaminar el agua, restaurar el ecosistema fluvial y fortalecer la actividad de la pesca local. Estas plantas se podrían utilizar como fuente de energía renovable para CEMEX, en conjunto con los paneles solares existentes, en sustitución de la quema de neumáticos. A lo largo del río, la ciclovía generará nuevos accesos y puntos de vistas hacia el paisaje rural, reconectando la ciudad a la naturaleza de sus alrededores. El antiguo puente de la carretera Mella, patrimonio industrial de la ciudad de San Pedro actualmente inutilizado, será rehabilitado para conectar la ciclovía con el nuevo centro educativo y de reciclaje.



Figura 46. Mapa de actores a escala municipal: Cemex 2.0

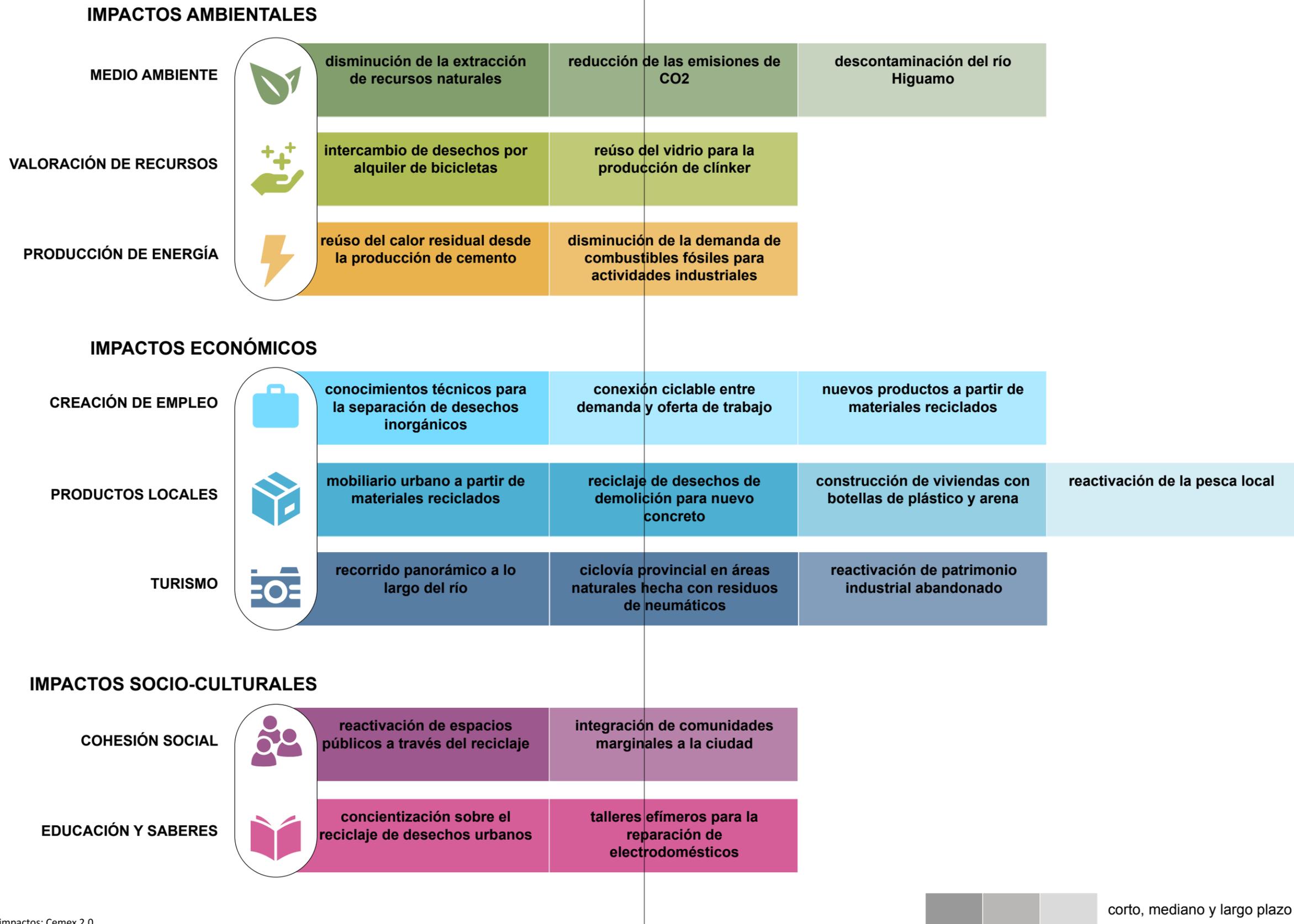


Figura 47. Diagrama de impactos: Cemex 2.0

Una mirada desde Colombia: Modelo de gestión en manejo de residuos sólidos de Cajicá

Contexto territorial: modelo aplicado a escala municipal Cajicá, ubicado en el departamento de Cundinamarca.

Temas: Gestión de residuos orgánicos, residuos reciclables, conexión intersectorial.

El municipio de Cajicá ha sido reconocido por la ONU Medio Ambiente por su modelo articulado de gestión de residuos que recoge, separa y transporta; se integra la actividad de aprovechamiento de residuos al servicio de aseo público. Los residuos orgánicos se recogen en 7 rutas de recolección selectiva, según el programa “Caneca Verde”. Los cuales, son dispuestos en IBICOL, una compostera ubicada en el Municipio de Tocancipá que se encarga de la producción de fertilizantes naturales (IBICOL, 2020). Mientras que la gestión de los residuos reciclables se apoya en las asociaciones de recicladores del municipio de Cajicá, “ARCA” y “AGENFO”, quienes recolectan y recuperan materiales de reciclaje provenientes de contextos domésticos, comerciales e industriales para luego ser comercializados para su propio sostenimiento (La Asociación de Recicladores de Cajicá, 2020).

El modelo propuesto busca el fortalecimiento de relaciones entre la comunidad, la articulación entre lo público y lo privado, activa la participación desde una visión individual y colectiva, crea otras fuentes de empleo para recicladores que participan en asociaciones que organizan las maneras de trabajar, así como se convierten en lugares para consolidar conocimiento en torno al tema de gestión de residuos, mejorando la calidad de vida de las personas y reducción de los residuos que terminan en los rellenos sanitarios.

El modelo también favorece la conexión entre diferentes actividades económicas (agricultura, producción de fertilizantes, reciclaje) que beneficia el cierre de ciclos, por ejemplo; el resultado de la lombricultura es un abono rico en nutrientes, con bajos niveles de contaminantes, que los agricultores locales utilizan como fertilizante orgánico. También se reintroducen materiales a procesos de la industria.

Una mirada desde Colombia: Red de reciclaje PET, reutilización PET

Contexto territorial: escala nacional, Colombia

Temas: separación en la fuente, reciclaje de material PET, cultura ciudadana

Las alianzas entre la empresa Eko Red que se encarga de la recolección de material PET (compra, separación y compactación) y ENKO industria transformadora que se encarga de integrar el material PET nuevamente a un ciclo de productividad como materia prima a través de alta tecnología en resinas, fibras y filamentos; esta alianza evita que esta materia aprovechable se vaya para los rellenos sanitarios en Colombia, se promueve la cultura ciudadana de separación en la fuente y se fortalecen a los recuperadores ambientales y sus asociaciones.

Eko Red gestiona el reciclaje de material PET, está presente en 27 de los 32 departamentos del país, realizando un cubrimiento del 84% de la escala nacional. Además apoya la función de los recicladores, incentiva la promoción de una cultura sostenible y activa economías locales pues provee empleos a más de 50.000 familias que viven del reciclaje en Colombia (Eko Red, 2020).

La escala nacional de la alianza identifica también otras organizaciones potenciales y tiene en cuenta las características de las localidades (cultura de consumo, relación con el territorio, entes del lugar) para las estrategias de comunicación y recolección del material PET. Se establece cierre de ciclos por medio de la recuperación de botellas PET, tapas y etiquetas. En el 2019 el 55% de los productos ENKO fueron elaborados a partir de materias primas reciclables, un porcentaje que ha venido en incremento en los últimos años.

Bulevar Productivo

Panorama actual

Contexto territorial: casco histórico, zona urbana, reserva natural.

Temas: manejo de desechos orgánicos, agricultura urbana, educación ambiental, descontaminación de suelo y agua, producción local sostenible.

No obstante, el origen tuvo lugar en las orillas del río, la ciudad de San Pedro continuó desarrollándose dando la espalda a este recurso natural a causa de su contaminación, dejando espacio residual donde se han instalado comunidades informales vulnerables al riesgo de inundación, vertederos informales y la micro-criminalidad. La llegada del hormigón armado en inicio de 1900 comenzó a afianzarse en la construcción de almacenes comerciales, edificios residenciales y de uso mixto desarrollando un estilo neoclásico y neogótico, con varios elementos ornamentales, y sucesivamente modernista (Hoepelman, 2019). El fin del apogeo de la gloriosa época azucarera de la región, ha marcado un creciente abandono de muchos edificios en esta área y su consiguiente degradación.

Debido a su ubicación geográfica y la topografía descendente de la provincia, el casco histórico es el área urbana más vulnerable a las inundaciones. El centro desvía parte de sus aguas pluviales hacia la Laguna de Mallén y el río gracias a un sistema de bombeo desde el drenaje pluvial municipal. Al momento no existe ninguna política de reúso o almacén de agua pluviales, al mismo tiempo, la falta de superficies permeables no permite infiltraciones ni retención. El agua de lluvia sufre diferentes etapas de contaminación: aérea, a través de los humos industriales y de los vehículos, y terrestre, con las partículas liberadas de los neumáticos de los automóviles y los desechos urbanos abandonados en las calles, antes de ser mezclada con las aguas negras, en un alcantarillado ya saturado y obsoleto.



Figura 48. Diagrama del sistema lineal actual: agua lluvia

Propuesta

Esta estrategia, que involucra los flujos de agua de lluvia y desechos verdes, se enfocará en la restauración de la reserva natural en las orillas del río Higuamo a través de un parque lineal que conecta la planta de cemento Cemex al norte con el centro histórico de la ciudad de San Pedro. La propuesta incluye la instalación de una esponja natural en el Malecón con plantas nativas fitorremediadoras y uva de playa (*Coccoloba uvifera*) para reducir el riesgo de inundaciones. La calle Sánchez, eje histórico del centro, se transformará en un bulvar peatonal activado gracias a la producción y venta de productos locales. Los edificios en actual estado de abandono se reutilizarán, según su estado de degrado, para acoger estas nuevas actividades.

En el tejido urbano, una red de zanjas de drenaje a lo largo de las carreteras acumulará y ralentizará los flujos de agua de lluvia, canalizándolos a las riberas del río, donde una franja verde llena de plantas fitorremediadoras, lo filtrarán antes de liberarlo lentamente. Las parcelas vacantes y terrenos baldíos en el tejido urbano son reutilizadas como áreas de retención de agua en temporada de lluvia. En la comunidad de Barrio Blanco, un sistema de biofiltros se conectará a cada hogar purificando las aguas residuales que se podrán reutilizar para lavar la ropa, regar el patio o descargar el inodoro. Gracias a la reducción de los agentes contaminantes, la ribera del río se reforestará, mientras que en el suelo una capa de plantas fitorremediadoras lo aliviará de la contaminación industrial histórica.

El parque lineal, atravesado de una ciclovía, se convertirá en corredor ecológico que conecta a San Pedro con los otros

municipios, facilitando los desplazamientos diarios y los paseos rurales. La ciclovía aumentará la accesibilidad al trabajo en la ciudad para los habitantes de comunidades rurales cercanas. La instalación de árboles solares donados por las industrias cercanas garantizará un uso seguro y agradable del espacio a todas horas permitiendo a los habitantes de reapropiarse de las orillas como nuevo espacio público. La energía excedente se podría vender a la red municipal y los recursos económicos derivados de ella, se utilizarían para el mantenimiento de las áreas verdes.

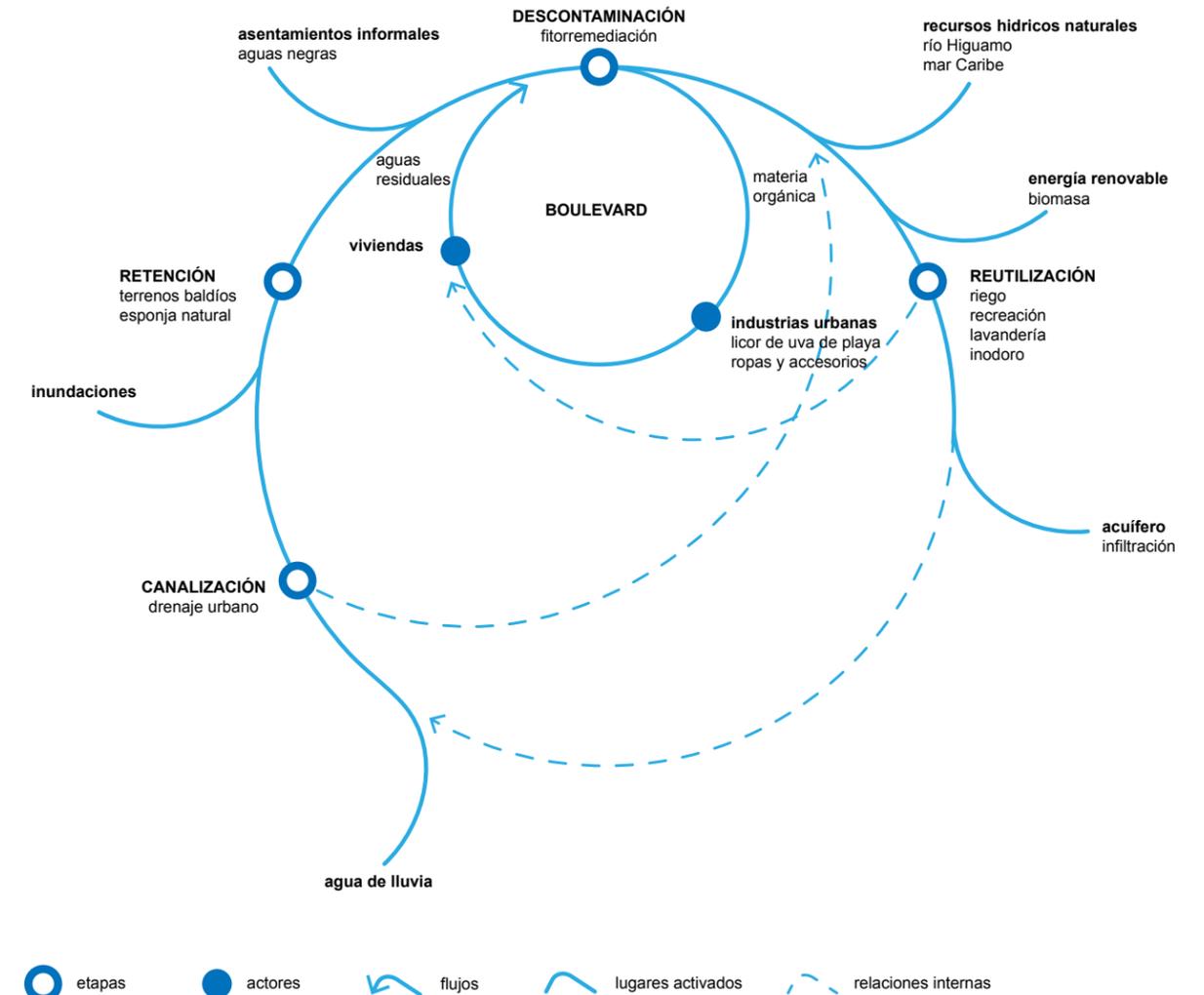


Figura 49. Diagrama del sistema circular: agua en Bulevar Productivo

A lo largo del río, proliferan lechos de jacintos de agua (*Eichornia Crassipes*), que restaurarán los biotipos acuáticos y descontaminarán el recurso natural. Estas plantas estarán contenidas en un camino flotante (hecho de madera reciclada de edificios desmantelados) debido a su característica de proliferar rápidamente, lo que obstruye el paso por el río. En toda la zona del Malecón, se propone una plantación densa de árboles de uva de playa, una especie autóctona que vive cerca de las costas y que sobreviven a altos niveles de salinización del suelo, para así crear un filtro verde inundable y proporcionando sombras a lo largo del paseo marítimo. De manera general, el fortalecimiento de las superficies verdes en proximidad de los recursos hídricos, disminuye la vulnerabilidad al riesgo de desastre.

Las áreas vacías cercanas al paseo marítimo, como el antiguo hotel Macorix, se utilizarán temporalmente como viveros para cultivar estas plantas, que luego se plantarán a lo largo de la costa. La fruta de uva de playa es utilizada para producir un licor dulce en algunos edificios históricos de la calle Sánchez donde se instalarán pequeñas industrias urbanas para la producción de bienes locales. De la misma manera, los jacintos de agua se recolectarían y utilizarían para producir ropa y accesorios. Estas actividades generarán nuevos empleos y la necesidad de formar nuevas figuras



Figura 50. Mapa de actores a escala municipal: Bulevar Productivo

profesionales; identificadas en los asentamientos informales a lo largo del río (Barrio Blanco, Punta Garza, Punta Pescadora).

Otros edificios serán restaurados como tiendas para vender estos productos a locales y turistas. La calle Sánchez se transformará en un bulevar de nuevas pequeñas industrias locales que conectan el hipermercado de Iberia con la nueva plaza creada alrededor de los tanques de molasa, el Centro Médico de la UCE y el edificio de la universidad pública de la UASD. La gran superficie de la azotea del Iberia se usará para cultivar verduras, mientras que los tanques de molasa abandonados, patrimonio del glorioso pasado industrial de San Pedro, se reactivarán para instalar jardines hidropónicos a lo largo del interior de las paredes circulares. A lo largo del bulevar, los peatones y las bicicletas tendrán prioridad, mientras que solo unos pocos automóviles circularán como "invitados". Con el tiempo, el bulevar atraerá a otros fabricantes locales del área y las áreas productivas ofrecerán nuevas oportunidades de trabajo para los residentes.

El enfoque sistémico del contexto de San Pedro de Macorís permite el reconocimiento de su potencial a nivel ambiental, económico y sociocultural para la formulación estratégica de intervenciones como Biocentro, Cemex 2.0 y Bulevar Productivo; que no solo conectan físicamente a los lugares sino activan a los diferentes actores catalizadores para la construcción del tejido urbano hacia transformaciones circulares. El fortalecimiento de las reservas naturales existentes permite insertar la ciudad de San Pedro al interior de un corredor ecológico provincial, reintroduciendo la naturaleza en el tejido urbano para mejorar la calidad de vida de sus habitantes tanto como la capacidad de adaptarse al cambio climático.

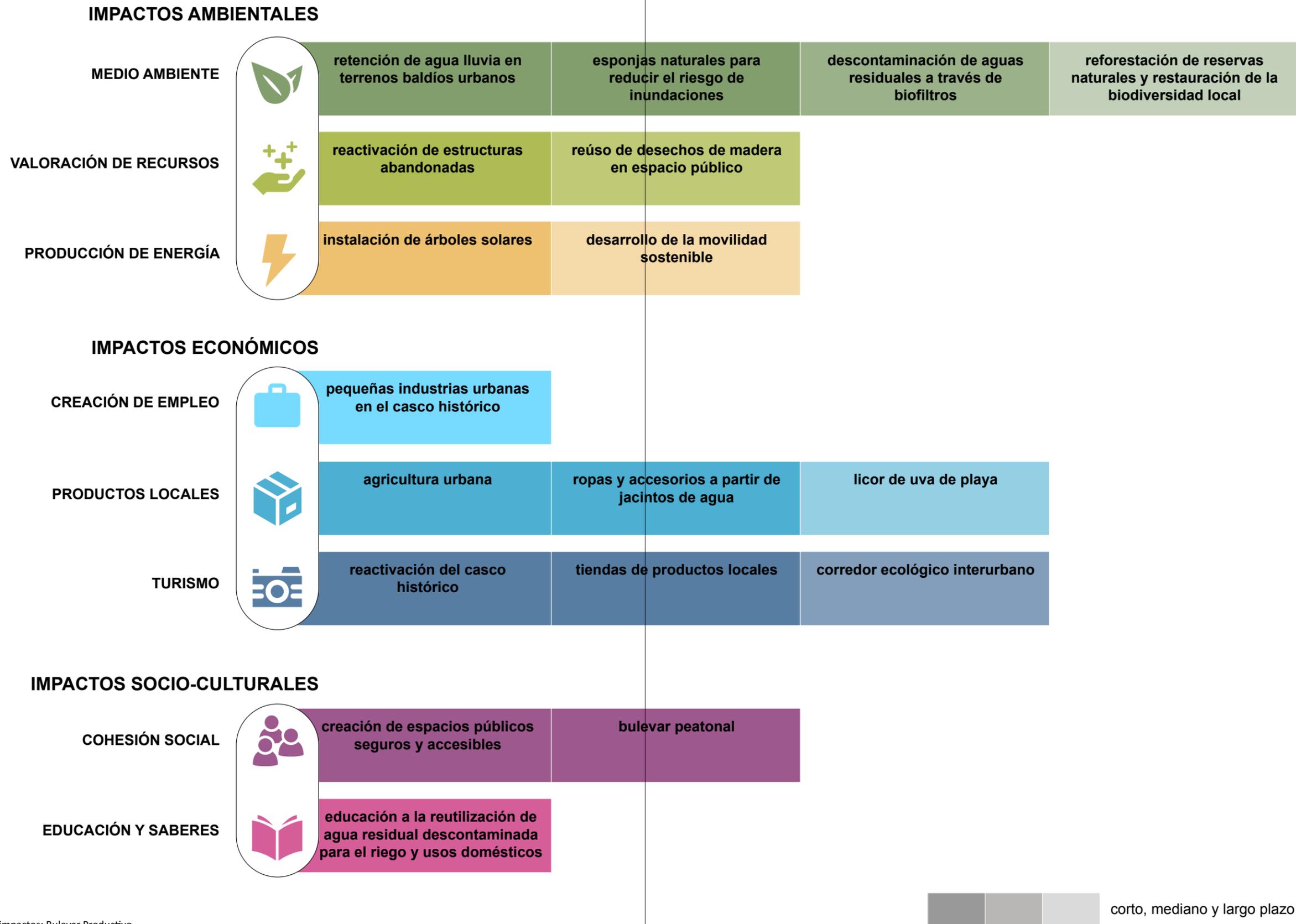


Figura 51. Diagrama de impactos: Bulevar Productivo



Figura 52. Mapa estratégico a escala municipal: Biocentro, Cemex 2.0 y Bulevar Productivo

Una mirada desde Colombia: Proyecto Parques del Río Medellín

Contexto territorial: proyecto urbano alrededor del río Medellín, espacio público.

Temas: Resignificación de espacios urbanos, paisaje natural y paisaje construido, agua, espacios de ciudad.

Es un proyecto que integra transformación urbana, espacio público y movilidad, enfatizando la función del río Medellín en la concepción de los espacios que provee la ciudad. El río Medellín en la ciudad actúa como un recurso clave en la estructura urbana porque además de ser eje ambiental, integra diferentes sistemas del territorio, convirtiéndose en un escenario activo la construcción y disfrute de ciudadanía. Actualmente, está en funcionamiento la Etapa 1A de Parques del Río (zonas de espacio público, zonas verdes, ciclovías, ciclo parqueaderos andenes peatonales y zonas de bancas asoleadoras, trabajos de paisajismo y silvicultura). Este proyecto urbanístico ha sido concebido para la potenciación del río como un corredor biótico, la implementación de asociaciones de especies, la conformación de especies, así como la introducción de diversidad de situaciones bióticas a lo largo del río para configurarlo como eje ambiental/ecológico de la ciudad.

El proyecto desde su planteamiento ha brindado espacios y estrategias para la participación y comunicación con las comunidades a partir de ejercicios de planeación y diseño que reivindiquen el derecho a la ciudad. La conexión entre ejes claves para la ciudad como la movilidad, la recuperación del espacio público y el fortalecimiento del sistema hídrico-ambiental. También integra diversos sectores, funciones metabólicas y actores de la ciudad (residentes, comerciantes, productores, entes públicos y privados, etc.) a la recuperación del espacio público; permitiendo la reivindicación del río que vinculado con otros sistemas bióticos genera un circuito natural que recupera la calidad del aire y del agua de la ciudad y que a lo largo de su recorrido educa a los ciudadanos sobre el valor de nuestra biodiversidad.

El proyecto articula el espacio público en una experiencia de ciudad que involucra al habitante cotidiano y su relación con elementos ambientales, sociales, culturales y económicos que definen el espacio que habita (paisajes, vegetación, animales, quebradas, río, vecinos, visitantes, productos, servicios, etc.) permitiendo el desarrollo de diferentes actividades (deportes, movilidad, aprendizaje, esparcimiento, cívicas) para fomentar el encuentro y permanencia. Si bien el proyecto no es perfecto, es interesante su concepción integral en la experiencia de ciudad (EDU, 2020).

Una mirada desde Colombia: Jardines comunitarios de Moravia

Contexto territorial: proyecto de escala barrial, Moravia en Medellín.

Temas: Desechos, transformación de zonas urbanas degradadas, liderazgo comunitario, espacio de ciudad.

El sector de Moravia era un lugar de la disposición y acumulación incontrolada de desechos sólidos que generó un impacto ambiental y paisajístico en la ciudad. Actualmente, en el marco del proyecto *Moravia florece para la vida* se establecen propósitos de recuperación ambiental del morro, generación del corredor del arte y la memoria (integra comunidad, artistas, universidades y gerencia) y el establecimiento de una unidad productiva de flores (Cojardicom). Se han realizado actividades de restauración con fitorremediación (abarcando 30.000 m² del área superficial del morro) a través de la siembra de vegetales (como Duranta, Barquito morado, Baticia) se bioacumulan metales pesados tóxicos para la salud de los habitantes y se contribuye al suelo que era antes una montaña de residuos.

El proyecto interconecta diferentes actividades de investigación, mantenimiento, producción, y cultura en el morro; a través de plantas para lixiviados, invernadero y actividades de la unidad productiva de Cojardicom; una asociación de madres cabeza de familia que se capacitan y se desempeñan como jardineras que han vivido la transformación del morro. La restauración ambiental en Moravia también establece relaciones entre diferentes actores por medio de recuperación del espacio a nivel ambiental y paisajístico para el disfrute de la ciudad (miradores, senderos, jardines, nodos culturales, etc.)

La concepción del sendero peatonal de 360 metros de longitud desde la estación Caribe del metro hasta los nodos culturales; es un espacio que hace parte del Centro cultural de Moravia abierto para acompañamiento paisajístico, jardineras, flores que también pretenden aportar al reconocimiento de la ciudad de las flores (CIDEU, 2020).

GLOSARIO

El enfoque sistémico de este libro requiere un estudio multidisciplinario que incluye algunos aspectos técnicos, sobre todo en el análisis de flujos y en las estrategias circulares. Para facilitar la lectura de este documento, en esta sección se encuentran algunas palabras clave y términos utilizados en los capítulos precedentes.

La demanda hídrica: es un concepto que se basa en la acción física asociada a la extracción de agua del sistema para satisfacer la necesidad de un conjunto de actividades antrópicas durante un periodo de tiempo (IDEAM, 2019, pág. 201).

La huella hídrica: es un concepto que permite determinar los impactos de un proceso antrópico sobre el agua, respecto a la cantidad o la calidad, para lo cual se definen tres componentes del concepto: las huellas hídricas verde, azul y gris. Los dos primeros se relacionan con el impacto en la cantidad de agua y la huella hídrica gris se relaciona con el impacto sobre la calidad del agua. La huella hídrica se basa en el desarrollo integrado de tres conceptos: agua verde (agua de la humedad del suelo o agua ecosistémica), agua azul (agua de ríos, lagos o acuíferos) y agua virtual (agua usada, directa o indirectamente, para la producción de un bien o servicio en su proceso productivo y cadena de suministro) (IDEAM, 2019, pág. 165).

El balance energético: es una representación física y económica del proceso de transformación de la energía primaria y secundaria en su uso final, así como las importaciones y exportaciones de cada uno. Los energéticos primarios son aquellos que no requieren de ninguna transformación química o mecánica para su aprovechamiento; en la matriz energética de Colombia se encuentran el carbón, petróleo, gas, agua, biocombustible y las FNCER. Los energéticos secundarios principales son los derivados del petróleo y la electricidad. (Energy Demand Situation in Colombia, pág. 11).

Industria manufacturera: se define como la transformación mecánica o química de sustancias orgánicas e inorgánicas en productos nuevos, ya sea que el trabajo se efectúe con máquinas o a mano, en fábrica o a domicilio, o que los productos se vendan al por mayor o al por menor. Incluye el montaje de las partes que componen los productos manufacturados, excepto en los casos en que tal actividad sea propia del sector de la construcción (DANE, 2018, pág. 8).

Producción bruta: el valor de la producción bruta es igual al "Valor de todos los productos del establecimiento" más, los "Ingresos por subcontratación industrial realizados para otros", más el "Valor de la energía eléctrica vendida", más el valor de los ingresos causados por CERT, más el "Valor de las existencias de los productos en proceso de fabricación al finalizar el año", menos el "Valor de los productos en proceso de fabricación al iniciar el año", más el valor de otros ingresos operacionales, tales como los generados por el alquiler de bienes producidos y la instalación, mantenimiento y reparación de productos fabricados por el establecimiento. (DANE, 2018, pág. 8)

Departamentos: La Constitución política de Colombia 1991 (vigente) plantea la organización política territorial, donde se convirtió a las intendencias y comisarías en departamentos; ascendiendo su número a 32 departamentos, divididos en 1.059 municipios y abrió la posibilidad para que los municipios se dividieran en comunas y corregimientos. Igualmente, se permitió que los departamentos tuvieran autonomía para la administración de sus políticas sociales, económicas, turísticas, de planeación, de medio ambiente, de transporte y vías de comunicación, de desarrollo de sus zonas de fronteras y la posibilidad de crear y suprimir municipios. (Banco de la República Colombia, 2017).

Comuna: es un término referido a la unidad administrativa en la cual se subdivide el área urbana, que agrupa barrios o sectores determinados en Colombia para la administración de los servicios que se brindan a una población urbana determinada. La mayoría de las ciudades capitales de departamentos están divididas en comunas. Las comunas son creadas por los concejos municipales de cada ciudad, por los concejos distritales o los concejos metropolitanos de acuerdo a las propias necesidades de la población y el territorio que habitan (Fajardo & Medellín, 2005).

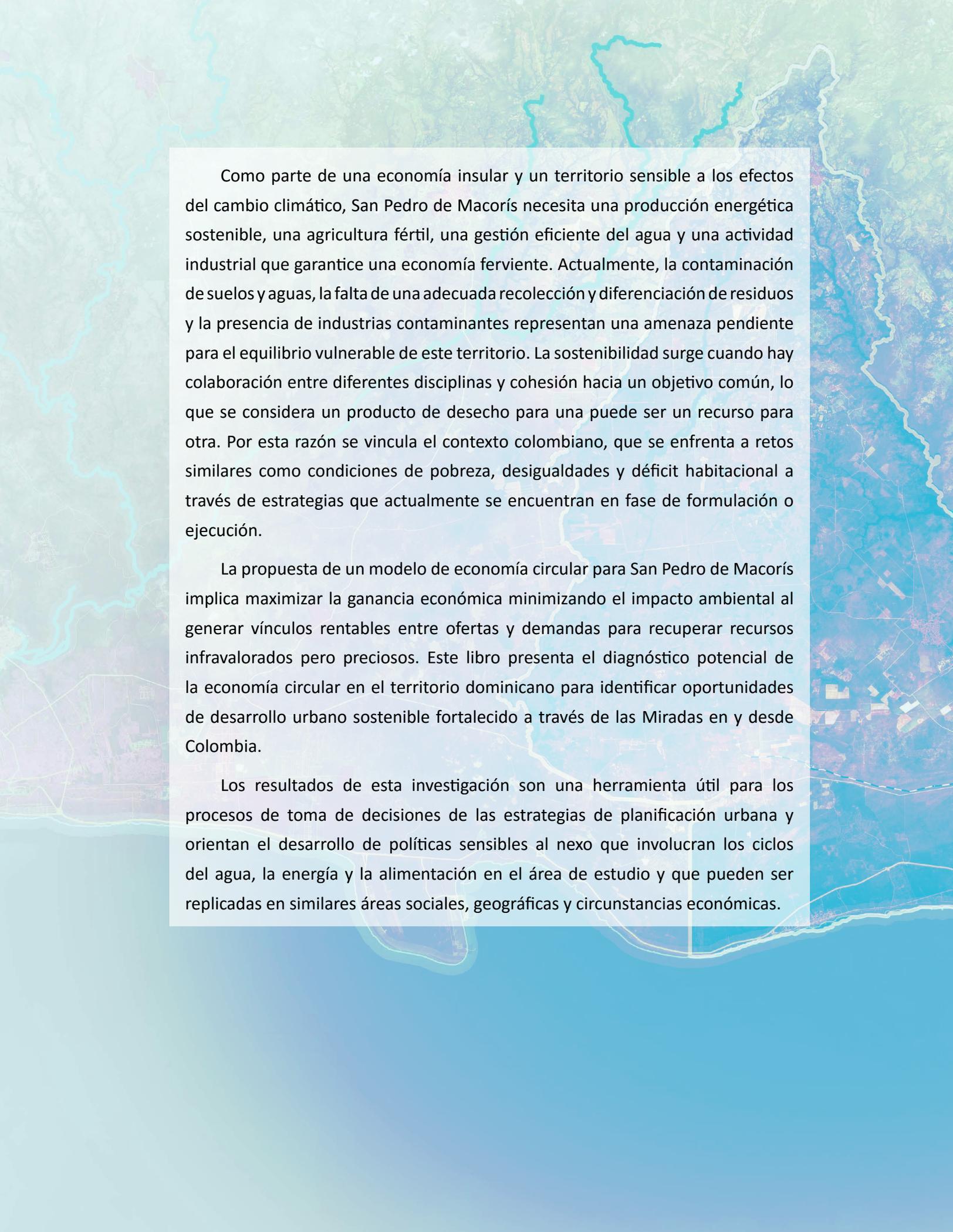
Referencias

- Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís. (2013). *Plan municipal de desarrollo de San Pedro de Macorís 2013-2016*. San Pedro de Macorís.
- Agencia EFE. (2015). Pollo Cibao inaugura planta que producirá 2.4 millones de pollos. *El Dinero*.
- Andrew, R. M. (2018). Global CO2 emissions from cement production. *Earth Syst. Sci. Data*, 10(1), 195-217.
- Araújo, F. H. (2018). *ODS en Colombia: Los retos para 2030*. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas.
- Arenas Cabello, F. J. (2008). Los materiales de construcción y el medio ambiente. *Medio Ambiente & Derecho*(17), 1-8.
- Arsht, A. (2014). *Urbanization in Latin America*. Obtenido de Atlantic Council: <https://www.atlanticcouncil.org/commentary/article/urbanization-in-latin-america/>
- Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís. (2017). *Plan municipal de desarrollo de San Pedro de Macorís 2017-2020*. San Pedro de Macorís: Gobierno Municipal.
- Ayuntamiento del Municipio de San Pedro de Macorís. (2019). *Reporte Oficial del Diagnóstico de la Provincia de San Pedro de Macorís*. San Pedro de Macorís: Gobierno Municipal.
- Banco de la República Colombia. (2017). *banrepcultural.org*. Obtenido de <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-145/division-politica-administrativa-de-colombia>
- Betancourt Aduen, F. (2010). *Plan Energético Nacional, versión final. Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Energía*. República Dominicana: Comisión Nacional de Energía.
- Bistagnino, L. (2011). *Systemic Design*. Slow Food.
- Bonnes, M., Carrus, G., Bonaiuto, M., Fornara, F., & Passafaro, P. (2004). Inhabitants' environmental perceptions in the city of Rome within the framework for urban biosphere reserves of the UNESCO programme on man and biosphere. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 175-186.
- Bunnell, T. G., & Coe, N. M. (2001). Spaces and Scales of Innovation. *Progress in Human Geography*, 25(4), 569-589.
- Calderón, D. E., & Pérez, C. N. (2018). Simulación e implementación de prácticas agrícola en la comunidad de La Gabriela de Medellín. *Producción + limpia*, 13(1), 7-18. doi:10.22507/pml.v13n1a1
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-agricola-y-agroindustrial/Noticias-2019/Economia-circular-un-reto-para-el-sector-agropecuario>
- Centro de Estudios Sociales y Demográficos. (2013). *Encuesta demográfica y de salud República Dominicana*. Santo Domingo: Ministerio de Salud Pública.
- Centro Las Gaviotas. (s.f.). *Centro Las Gaviotas*. Obtenido de Centro Las Gaviotas: <http://centrolasgaviotas.org/inicio.html/realizaciones-html/>
- CIDEU. (2020). *cideu.org*. Obtenido de <https://www.cideu.org/proyecto/moravia-florece-para-la-vida-medellin/>
- Comisión Nacional de Energía. (2011). *Gerencia de fuentes alternativas y uso racional de energía. Potencial de radiación solar*. República Dominicana: Comisión Nacional de Energía.
- Comisión Nacional de Energía. (2018). *Informe Anual de Actuaciones del Sector Energético*. República Dominicana: Comisión Nacional de Energía.
- Comisión ODS República Dominicana. (2018). *Informe Nacional Voluntario. Compromisos, avances y desafíos hacia el desarrollo sostenible*. República Dominicana: Presidencia de la República Dominicana.

- Constitución de la República Dominicana [Const]. (2015). *Artículo 15*.
- Crutzen, P. J. (2006). The "Anthropocene". En E. K. Ehlers, *Earth System Science in the Anthropocene* (págs. 13-18). Berlin, Heidelberg: Springer.
- DANE. (2018). *Encuesta Anual Manufacturera*. Bogotá. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam#:~:text=De%20acuerdo%20con%20los%20resultados,agregado%20de%20%2494%2C4%20billones>.
- de Heas, H. A., Heijungs, R., Suh, S., & Huppes, G. (2004). Three Strategies to Overcome the Limitations of Life-Cycle Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 8(3), 19-32.
- Decker, E., Elliott, S., Smith, F., Blake, D., & Rowland, S. (2000). Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment*, 685-740.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1995). Decreto 397 DE 1995. Bogotá, Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Evolución de las coberturas de los servicios de acueducto y alcantarillado (1985-2013)*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/vivienda-agua-y-desarrollo-urbano/Paginas/Agua-Documentos-Sectoriales.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.ods.gov.co/es/objetivos/agua-limpia-y-saneamiento>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.ods.gov.co/es/objetivos/energia-asequible-y-no-contaminante>
- Departamento Nacional de Planeación, Banco Mundial y Fondo de Crecimiento de Verde de Corea. (2017). *Energy Demand Situation in Colombia*. Bogotá.
- EDU. (2020). *edu.gov.co*. Obtenido de <http://www.edu.gov.co/site/actualidad/1117-asi-sera-parques-del-rio-medellin>
- Eko Red. (2020). *ekored.co*. Obtenido de <http://www.ekored.co/pet/>
- Ellen Macarthur Foundation. (2017). *Ellen Macarthur Foundation.org*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/cities-and-the-circular-economy>
- EPM. (2020). Obtenido de <https://www.epm.com.co/site/nuestros-proyectos/proyecto-aguas-claras-parque-planta-de-tratamiento-aguas-epm>
- Fajardo, D., & Medellín, J. A. (2005). *Diccionario de Colombia*. Norma.
- FAO. (2019). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/colombia>
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2019). *El estado de la seguridad alimentaria en el mundo. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía*. Roma: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/es/c/1202301/>
- FAO.AQUASTAT. (2015). Perfil de País - Colombia. Roma, Italia. Obtenido de <http://www.fao.org/aquastat/es/countries-and-basins/country-profiles/country/COL>
- Findeli, A., Brouillet, D., Martin, S., Moineau, C., & Tarrago, R. (2008). Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research. En M. Gurten, «*FOCUSED*» — *Current Design Research Projects and Methods Swiss Design Network Symposium* (págs. 67-91). Berna: Swiss Design Network.
- Frieling, D. (2001). The Architectural Intervention. En M. Van Ouwkerk, & J. Rosemann, *Research by Design: International Conference Faculty of Architecture Delft University of Technology in co-operation with the EAAE/AEEA November 1-3 2000: Proceedings A* (págs. 3-8). Delft: Delft University Press.
- Fundación epm. (2020). *Museo del agua*. Obtenido de <https://www.grupo epm.com/site/museodelagua/home/experiencias/salas>

- García Cruz, Ó. M., & Coral Cardenas, L. A. (2004). Espacio público: el reto de la gestión. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(8), 103-109.
- Gemeente Rotterdam, IABR, FABRIC, JCFO, TNO. (2012). *Urban Metabolism. Sustainable development of Rotterdam*. Rotterdam: The International Architecture Biennale Rotterdam (IABR).
- Government of Canada. (2014). *Agri-Food Sector Profile - Dominican Republic*. Canada: Canadian Trade Commissioner Service.
- Hoepelman, V. A. (2019). *Guía de Arquitectura San Pedro de Macorís, Serie 023*. Santo Domingo: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- IBICOL. (2020). *ibicol.com.co*. Obtenido de <https://www.ibicol.com.co/servicios>
- IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua. Bogotá.
- IDEAM, INVEMAR, IIAP e IAvH. (2017). *Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2016*. Bogotá, D.C.
- International Energy Agency. (2016). *Cities are in the frontline for cutting carbon emissions, new IEA report finds*. Obtenido de International Energy Agency: <https://www.iea.org/news/cities-are-in-the-frontline-for-cutting-carbon-emissions-new-iea-report-finds>
- La Asociación de Recicladores de Cajicá. (2020). *recicladoresarca.com.co*. Obtenido de <https://recicladoresarca.com.co/servicios/>
- Lugari, P. (2011). Una ciudad de dos pisos. (TEDxCeiba, Entrevistador)
- Luna, K. (2015). Población consume agua con bacterias. *Listin Diario*.
- Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan. Una introducción al diseño para la innovación social*. Massachusetts: Experimenta Theoria.
- Mihelcic, J. R. (2011). Global Potential of Phosphorus Recovery from Human Urine and Feces. *Chemosphere*, 84(6), 832-839.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Colombia hacia una sociedad de conocimiento* (Vol. 1). Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2016). Informe Nacional sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible. *Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible* (pág. 143). Santo Domingo: Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2018). *Contexto actual del agua en la República Dominicana. Octavo Foro Mundial del agua*. República Dominicana: Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad de Análisis Económico y Social. (2017). *Sistema de Indicadores Sociales de la República Dominicana. SISDOM 2016. Volumen II, Serie de Datos*. Santo Domingo: Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). *Uso y cobertura de la tierra 2012*. República Dominicana: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Mollison, B. (1979). *Permaculture: A Designers' Manual*. Sisters Creek: Tagari.
- Morillo Perez, A. (2014). *El mapa de la pobreza en la República Dominicana 2014. Informe general*. Santo Domingo: Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad Asesora de Análisis Económico y Social.
- Morillo Perez, A. (2019). *El déficit habitacional en la República Dominicana. Niveles, tendencias y componentes, 2002-2017*. Santo Domingo: Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo.
- Murray, R. (2010). Dangers and opportunity. Crisis and the new social economy.

- Oficina Nacional de Estadística. (2008). *San Pedro de Macorís en Cifras. Perfil Sociodemográfico Provincial*. República Dominicana: Oficina Nacional de Estadística.
- Oficina Nacional de Estadística. (2010). *IX Censo Nacional de Población y Vivienda*. República Dominicana: Oficina Nacional de Estadística.
- ONU. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 08 de 06 de 2020, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Pickett, S., Cadenasso, M., Childers, D., McDonnell, M., & Zhou, W. (2016). Evolution and future of urban ecological science: ecology in, of, and for the city. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(7), 16.
- Programa de las Naciones Unidas Colombia. (2020). Obtenido de <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/countryinfo/>
- Rapoport, E. (2011). *Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism. A review of the literature. A review of the literature UCL. Environmental Institute Working Paper*. Londres: Development Planning Unit, UCL.
- Reyes Pérez, G., Carrasco Torres, C., Sención Jiménez, S., & del Carmen Bautista Perdomo, J. (2018). *Valorización de los desechos orgánicos con tecnología apropiada para República Dominicana*. Santo Domingo: UNPHU.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, S. I., Lambin, E., . . . van der Leeuw, S. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 32. Obtenido de Sitio Web Stockholm Resilience Center: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>
- Rosemann, J. (2001). The Conditions of Research by Design In Practice. En M. Van Ouwerkerk, & J. Rosemann, *Research by Design: International Conference Faculty of Architecture Delft University of Technology in co-operation with the EAAE/AEEA November 1-3 2000: Proceedings A* (págs. 63-68). Delft: Delft University Press.
- Ryan, C. (2012). Climate Change and Ecodesign, Part II: exploring distributed systems. *Journal of Industrial Ecology*, 350-353.
- Segura, B. (2019). Encargada del matadero municipal de San Pedro de Macorís. (C. Vetrugno, Entrevistador)
- Sistema Único de Beneficiarios SIUBEN. (2018). *Tercer Estudio Socioeconómico de Hogares*. San Pedro de Macorís. Obtenido de <https://siuben.gob.do/wp-content/uploads/2020/06/prov-sanpedrode macoris-infografias-provinciales-esh2018-todas.pdf>
- Tansley, A. G. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*, 284-307.
- United Nations Food and Agriculture Organization FAO. (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Roma: The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Earthscan.
- Urena, P. (2007). *The sugarcane industry in the Dominican Republic*. Obtenido de DHP: <http://base.d-p-h.info/en/fiches/dph/fiche-dph-7796.html>
- World Bank. (2020). *Understanding poverty, Urban Development, Overview*. Obtenido de The World Bank: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- World Bank. (2004). *Dominican Republic. Environmental Priorities and Strategic Options: Country Environmental Analysis*. Washington, DC: World Bank.



Como parte de una economía insular y un territorio sensible a los efectos del cambio climático, San Pedro de Macorís necesita una producción energética sostenible, una agricultura fértil, una gestión eficiente del agua y una actividad industrial que garantice una economía ferviente. Actualmente, la contaminación de suelos y aguas, la falta de una adecuada recolección y diferenciación de residuos y la presencia de industrias contaminantes representan una amenaza pendiente para el equilibrio vulnerable de este territorio. La sostenibilidad surge cuando hay colaboración entre diferentes disciplinas y cohesión hacia un objetivo común, lo que se considera un producto de desecho para una puede ser un recurso para otra. Por esta razón se vincula el contexto colombiano, que se enfrenta a retos similares como condiciones de pobreza, desigualdades y déficit habitacional a través de estrategias que actualmente se encuentran en fase de formulación o ejecución.

La propuesta de un modelo de economía circular para San Pedro de Macorís implica maximizar la ganancia económica minimizando el impacto ambiental al generar vínculos rentables entre ofertas y demandas para recuperar recursos infravalorados pero preciosos. Este libro presenta el diagnóstico potencial de la economía circular en el territorio dominicano para identificar oportunidades de desarrollo urbano sostenible fortalecido a través de las Miradas en y desde Colombia.

Los resultados de esta investigación son una herramienta útil para los procesos de toma de decisiones de las estrategias de planificación urbana y orientan el desarrollo de políticas sensibles al nexo que involucran los ciclos del agua, la energía y la alimentación en el área de estudio y que pueden ser replicadas en similares áreas sociales, geográficas y circunstancias económicas.