

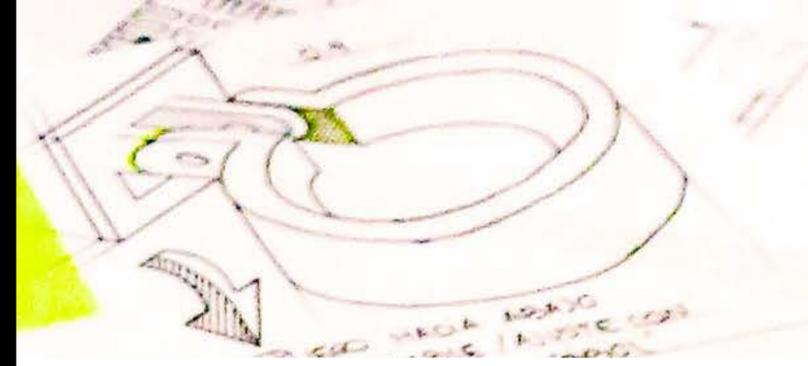
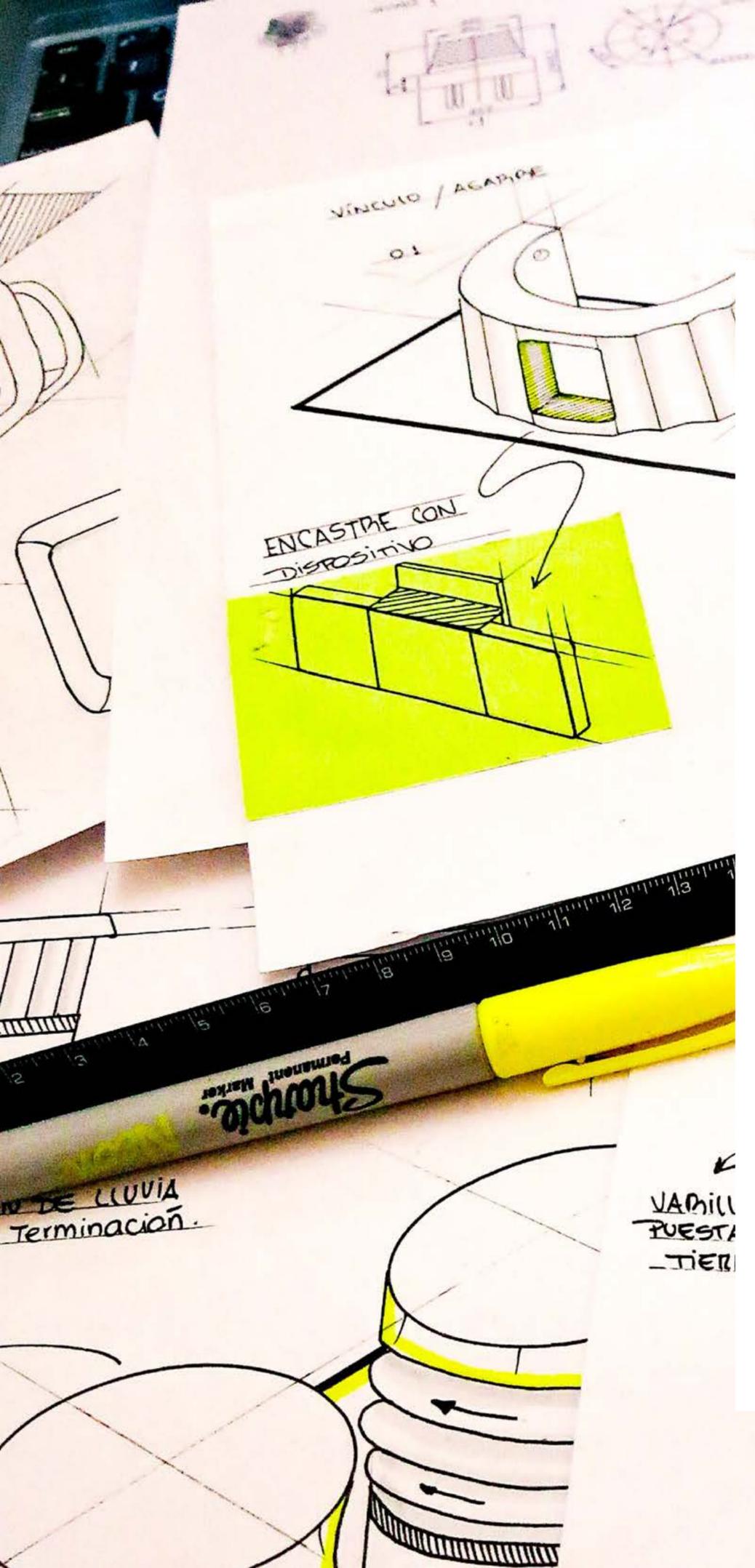
# Ecosistema del delta del Paraná

Detección temprana  
para la prevención  
de la expansión de  
incendios

Pilar Josefina Avetta







En el siguiente proyecto de tesina de grado se propuso facilitar la detección y alerta temprana para la prevención de posibles focos de incendios en el ecosistema del delta del Paraná, a partir de la utilización de datos ambientales tales como la temperatura, la humedad y la presencia de humo. El proyecto tiene un enfoque sustentable mediante el mejoramiento en las prácticas planificadas en los sectores productivos de la zona, para evitar la expansión de incendios no deseados. Mediante el desarrollo de la disciplina del diseño industrial y la participación multidisciplinaria, se podrá abordar soluciones a las necesidades de protección de la fauna y flora de la región.

### IMPORTANCIA DEL DELTA DEL PARANÁ

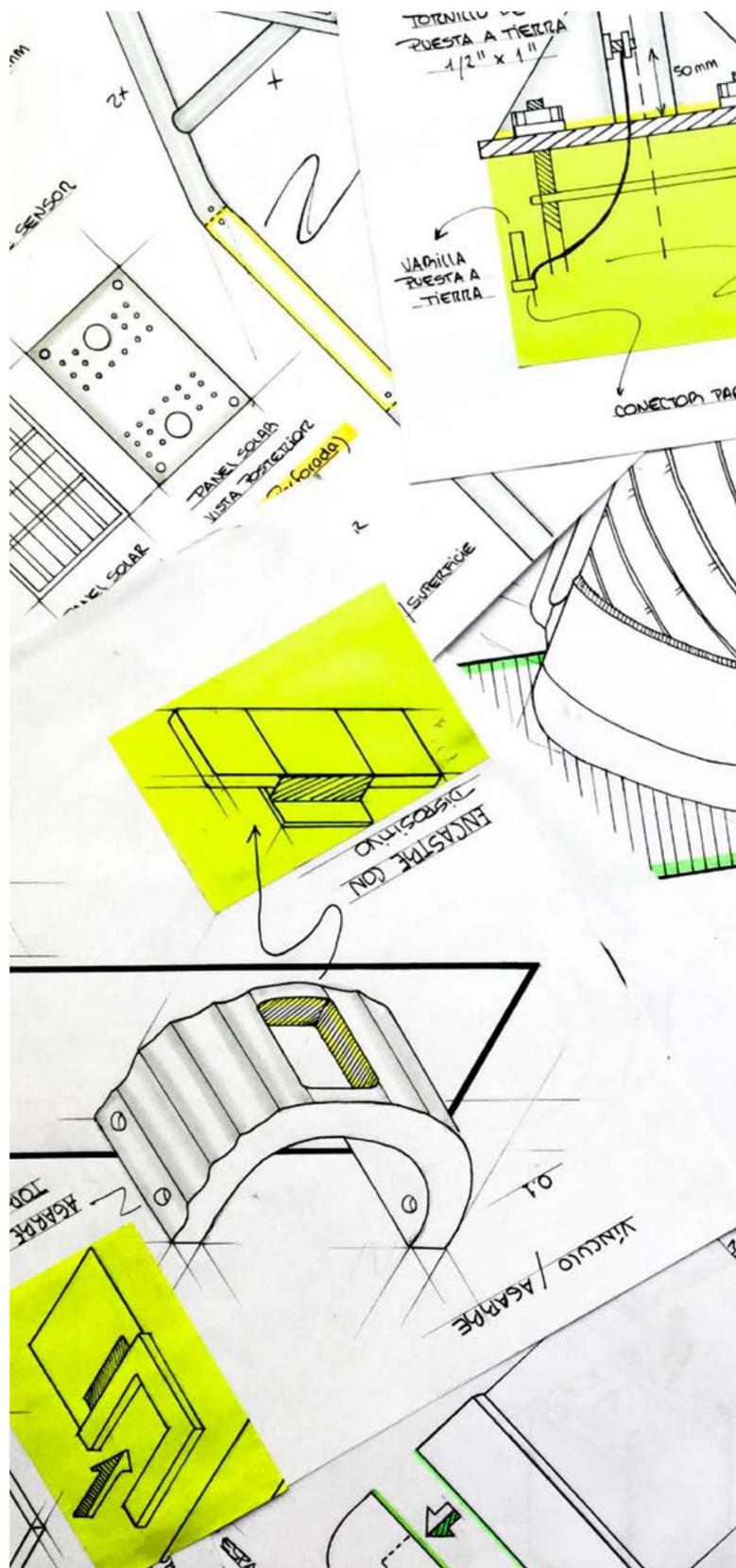
El delta del Paraná es un macrosistema ecológico formado por un mosaico de humedales fluvio-costeros. Su diversidad biológica y ambiental depende del mantenimiento de los ciclos de inundación-sequía. Estos humedales representan uno de los principales pulmones verdes del centro del país, no solo son vitales para la prevención de inundaciones y la conservación del flujo del agua para los tiempos de sequía, sino que también son sustanciales para la vida biológica.

Como hábitat de numerosas especies de fauna y flora, los humedales son reservorios de importantes recursos naturales, de los que dependen las vidas de muchas personas que habitan la región. En el humedal del delta del Paraná se desarrollan múltiples actividades productivas, entre las cuales la forestación y la ganadería son las más importantes. Estas actividades se distribuyen en distintas zonas, de acuerdo con las aptitudes del suelo y la disponibilidad de infraestructura para su desarrollo.

### LOS INCENDIOS EN EL DELTA DEL PARANÁ

La ganadería es la actividad que más se realiza en la zona del delta medio y superior. Como herramienta de manejo de esta práctica productiva, cuando los pastos están secos, se los quema con el fin de favorecer su renovación y que haya brotes para el ganado. Generalmente, esta práctica es realizada todos los años a la salida del invierno y en épocas otoñales. Estas quemas deben ser controladas y restringidas en relación con el tipo de técnicas empleadas, por ejemplo, tener en consideración las condiciones climáticas, como los vientos o la temperatura, y la superficie a afectar; también se requiere tomar los recaudos necesarios y contar con la tecnología adecuada para poder controlar los focos.

CONECTOR PARA VARIILLA



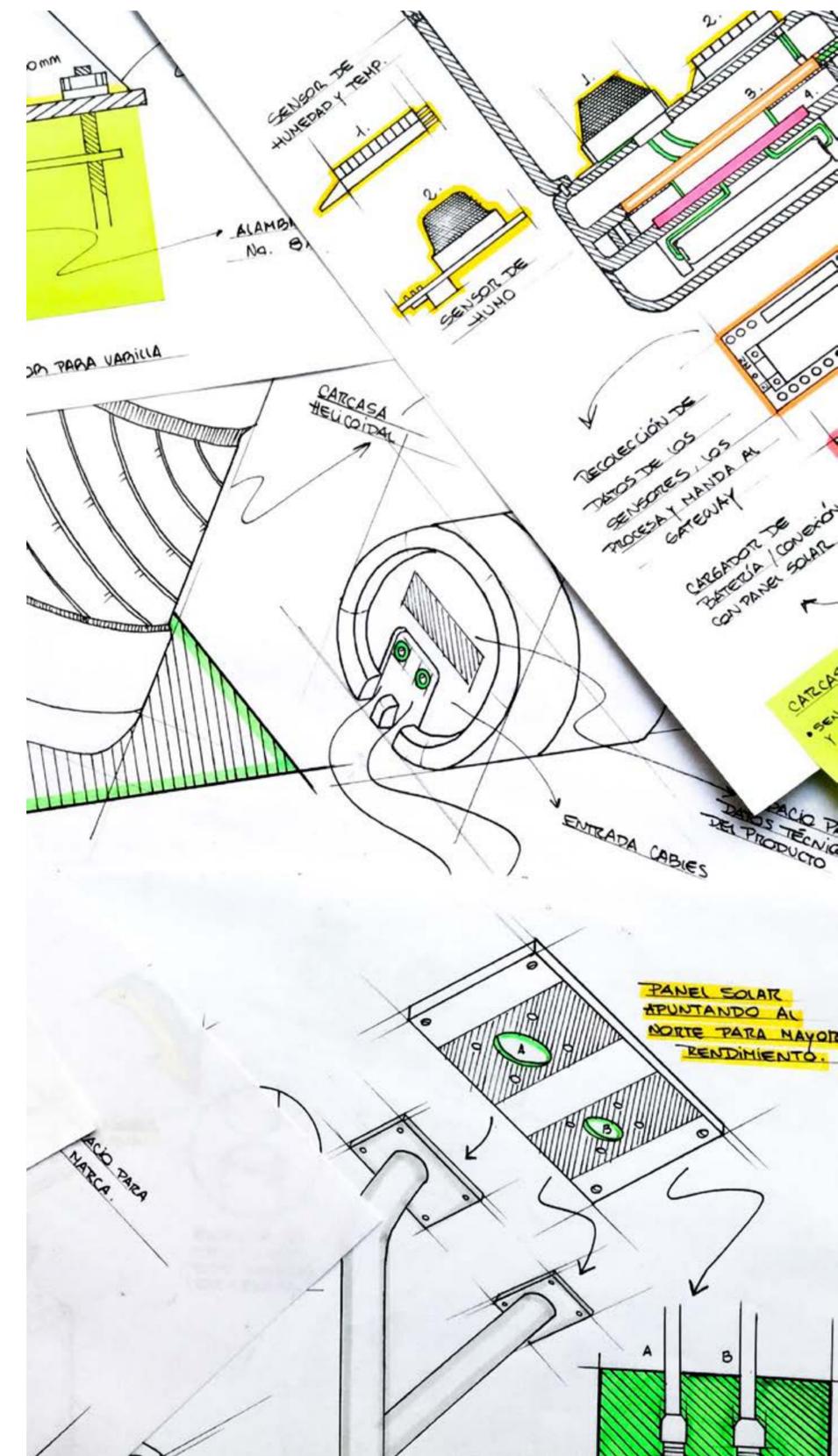
Sin embargo, desde hace más de una década, todos los años las quemas se transforman en incendios no controlados. En el transcurso del 2020 y 2021, en un contexto de una bajante histórica del río Paraná y una extrema sequía, se registraron más de 10 000 focos de incendios, la mayor cantidad en los últimos nueve años, lo que pone en evidencia la persistencia de un grave problema socioambiental.

Los humedales del delta son ecosistemas que poseen un alto grado de vulnerabilidad frente a la actividad humana. En las últimas décadas han ocurrido diferentes procesos tanto en la región como en su área circundante que han hecho que el delta del Paraná, que estaba aislado de la influencia antrópica, haya comenzado a sentir el impacto de las actividades humanas (Machain et al., 2013).

Esta práctica debe ser controlada; por lo tanto, se necesita un enfoque basado en profesionales relacionados con la biología, la tecnología y el diseño para pronosticar el riesgo y priorizar intervenciones y elementos críticos a fin de evitar que las quemas se transformen en incendios. Para evitar este tipo de crisis resulta necesaria la recuperación de estos ecosistemas afectados, con una mirada integral que aborde el cambio climático y las consecuencias sociales, ambientales y económicas.

### LA NATURALEZA Y EL DISEÑO

Para llevar a cabo el proyecto, se llevaron a cabo entrevistas a profesionales del área de las ciencias biológicas, a guardaparques e ingenieros con el objeto de obtener una mirada amplia y crítica acerca de la naturaleza del ecosistema





y las tecnologías necesarias para un fin común: detectar y prevenir posibles focos de incendios.

Mediante este proyecto se buscó la vinculación de la disciplina del diseño industrial con el entorno, es decir, diseñar con la naturaleza. En este sentido, se tuvieron en cuenta las características específicas propias del ecosistema del delta del Paraná, tales como el clima, la erosión, el viento y la humedad, para lograr que el diseño pueda convivir con el ambiente y no perjudique ni sea perjudicado por él. A partir de las entrevistas a profesionales se determinaron con exactitud las características del entorno y los factores externos que puede presentar este tipo de ecosistema.

El dispositivo no es algo que va a distorsionar el ecosistema, pero sí desde el diseño se debería contemplar el clima, la erosión del viento y humedad para definir materiales. Además, se debe tener en cuenta la fauna para que no dañen el dispositivo con nidos. Ser estratégico para evitar que materiales externos propios de la naturaleza no dañen su funcionamiento (Fabricante, 2021).

A través del desarrollo de tecnologías apropiadas en el marco de la producción ganadera y la provocación de incendios, se podrán reorientar las prácticas que se utilizan para la limpieza de los suelos. Además, se espera reducir el dióxido de carbono en la región, el deterioro de los suelos como consecuencia de las quemas, la reducción de la mortandad de la fauna y la preservación de especies forestales que forman parte de los bosques fluviales del delta del Paraná medio.

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

A partir de la disciplina del diseño industrial, se desarrolló un dispositivo con sensores inalámbricos receptores de información ambiental, como temperatura, humedad y presencia de humo; y una base central (Gateway) encargada de recolectar la información de forma inalámbrica, enviada por los dispositivos sensoriales. Esta información es visualizada en una aplicación de telefonía celular y computadora, en donde se podrán detectar las posibles alertas de incendio.

Como principio, se consideró la aplicación de los dispositivos en la infraestructura natural, es decir, en los árboles nativos característicos de la región. Sin embargo, el ecosistema del delta del Paraná medio es



un ambiente heterogéneo con vegetación variada. Presenta zonas de bosques fluviales y zonas como las islas, que están compuestas de albardones y pastizales. Por esta razón, se tuvo en cuenta el diseño de una estructura como soporte para que el dispositivo se instalara en aquellas zonas donde no se puede aprovechar la infraestructura natural. Para ello, se desarrolló un agarre flexible que se adaptara a los distintos diámetros de los soportes (de los árboles y postes).

El diseño de las carcasas del sensor se pensó en función de las características del ecosistema y las propiedades del sistema electrónico a partir de la morfología y las materialidades. El desarrollo del producto se divide en tres partes: el dispositivo que contiene los sensores que recolectan la información ambiental de la zona, los procesa y los dirige a la base de datos; el soporte, que consiste en un poste con un panel fotovoltaico, encargado de la autosustentación de la batería de los sensores; y el agarre, que funciona como vínculo entre el soporte y el dispositivo.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO Y DISEÑO DE LAS PIEZAS**

El sensor inalámbrico fue desarrollado a partir de la impresión 3D por estereolitografía (SLA) y FDM. Para la realización del dispositivo se necesitó de un material como la resina que soportara las condiciones ambientales de la zona y la protección hermética del sistema eléctrico. Al ser un producto de baja escala, con esta tecnología se pueden reducir los costos de matricería. Además, la resina es un material que no hace interferencia con el sistema electrónico y permite obtener detalles precisos con un acabado superficial liso al igual que la inyección de plástico.

Con respecto al diseño del sensor, se realizó una carcasa con forma helicoidal para que la recolección de los datos atmosféricos fuera efectiva. Mediante esta morfología, se logra mejor la transición del aire, lo que hace que la filtración sea más precisa. Además, a partir de las astas superpuestas, se evita la penetración de la lluvia a 45° y las partículas de tierra quedan adheridas en ellas, por lo que se optimiza el tiempo de limpieza y mantenimiento. Por otro lado, la carcasa contiene los componentes electrónicos del sensor y la batería. Su diseño permite mantener la hermeticidad para evitar fallas en el sistema.

Otra pieza del producto es el agarre/vínculo, el cual debe adaptarse a los distintos diámetros del poste y al del árbol. Para ello, se optó por la utilización de un material con propiedades que lo hicieran flexible, como el filamento TPU para la impresión 3D. En el mismo deben colocarse precintos que se disponen sobre mecanismos de cierre para asegurar que estos no se abran y queden firmemente agarrados al soporte.

Los dispositivos que se ubicaron en los bosques fluviales, se instalaron en los árboles de sauce criollo, ya que son los ejemplares de mayor cantidad en las reservas, además de tener un tronco de diámetro medio a chico y ser una de las especies que superan los 5 metros de altura. En los postes, para conectar el sensor con el panel, debe realizarse la conexión de cables entre la entrada del poste y la entrada interna del sensor. En cambio, en los árboles no se utilizan paneles fotovoltaicos. Para ello, se determinaron las regiones



de árboles con una logística que permitiera la optimización del cambio de batería, ya que deben cambiarse con más regularidad que en los sensores que están colocados en los postes con paneles.

Para poder llevar a cabo la recolección de datos y que el dispositivo funcionara correctamente, se utilizó la tecnología LoRa, una tecnología inalámbrica para zonas donde la cobertura de las comunicaciones es escasa, o incluso inexistente, y donde no siempre hay acceso a la energía eléctrica. Esta tecnología soluciona tanto el alcance de la red como la falta de energía eléctrica. Además, recibe los datos transmitidos por los dispositivos y reenvía los paquetes de datos a un servidor de red centralizado para teléfonos celulares y computadoras.

Desde la aplicación para web y celulares, se pueden observar los datos estadísticos del ambiente de la zona donde se encuentra instalado el sensor con una capacidad máxima de 30 km de alcance, y los sensores mandan señales a la aplicación en un período de dos segundos. La aplicación tiene funcionalidades específicas, como registro del sensor, que permite tener un registro de todos los dispositivos que se instalen. Por otro lado, se encuentran la visualización de datos en vivo, donde se observan de los en vivo del sensor inalámbrico que se encuentre activo. Además, es posible analizar los datos históricos, un buscador con un calendario que permite marcar el día específico sobre el que se quiera averiguar y las alertas, y envía una notificación de alerta con el horario, fecha y localización donde fue transmitida.

Como propuesta, se realizó un prototipo en impresión 3D de escala real, en el que se colocó la tecnología y electrónica adecuadas para lograr su funcionamiento en tiempo real. A partir de este prototipo, se pudieron obtener datos actuales del ambiente, tales como la presencia de humo y gases inflamables, temperatura y humedad, los cuales se pudieron observar en la página web desarrollada.

En este proyecto, la naturaleza y la tecnología se unen para obtener un fin común: la conservación del ecosistema. Mediante su implementación, es posible reducir de manera notable la emisión de dióxido de carbono, lograr una disminución del deterioro de los suelos como consecuencia de las quemas y proteger la vegetación y la fauna que forman parte del ecosistema del delta del Paraná.