EMERGENCIA AGUA POTABLE.
ACTUACIONES PAISAJÍSTICAS PARA LA SUSTENTABILIDAD DEL RECURSO AGUA POTABLE DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DEL SAUCE

DANIELA VAZQUEZ MORA[1]
GIMENA RODRIGUEZ MALÁN[2]

RESUMEN

«Emergencia Agua Potable, actuaciones paisajísticas para la sustentabilidad del recurso agua potable de la cuenca de la Laguna del Sauce» propone analizar el paisaje de la cuenca de la Laguna del Sauce, **Maldonado, Uruguay**, con el fin de redactar propuestas de actuación y uso de este territorio.

En un primer momento se analiza el paisaje a escala territorial, por medio de la disgregación en unidades. La disgregación en Unidades de Paisaje y el análisis de las mismas permite focalizar los usos productivos, que mayormente afectan la sustentabilidad del manejo del espejo de agua en la cuenca. A través de este análisis se logra hacer la caracterización para cada Unidad de Paisaje (fichas U.P.), con recomendaciones genéricas.

En una segunda instancia, se selecciona un foco específico, dentro del área de estudio, donde se realiza el análisis a escala perceptiva, *in situ.* Con el fin de aplicar las propuestas de uso generadas en la investigación, es que se crea un plan de gestión y diseño, que manifiesta tipos de materialidades, usos y recomendaciones genéricas para una zona puntual dentro del área de estudio, esperando estimular la conciencia social de la población local respecto al valor del recurso a salvaguardar.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación centra su estudio en la sustentabilidad del recurso «agua potable» considerando que éste es una prioridad a nivel mundial. En Uruguay las principales fuentes de agua potable son la cuenca hidrográfica del Río Santa Lucia y la cuenca hidrográfica de la Laguna del Sauce (Fig. 1). Ambas cuencas presentan un grave proceso de deterioro de la calidad de su agua, llevando a que actualmente se estén tomando

[1] Lic. en Diseño de Paisaje, CURE, Udelar.
[2] Estudiante en Diseño de Paisaje, CURE, Udelar.
Este estudio se enmarca en el desarrollo de la Licenciatura de Diseño del Paisaje, carrera de reciente creación en el Centro Universitario de la Región Este (CURE) en el Departamento de Maldonado. En ese contexto surge como proyecto final de paisaje de la primera generación de estudiantes, esta investigación aplicada y la visión del Paisajista, recién estrenado profesional de la Licenciatura.

medidas de control de la degradación ambiental para detener y revertir este proceso. Esta realidad produce una situación de vulnerabilidad ambiental del recurso agua potable en Uruguay. De aquí la importancia de un trabajo que contribuya a la mantención de la calidad de este recurso.

Figura 1 Principales cuencas hídricas de agua potable en Uruguay. Se indican los índices de abastecimiento. Fuente:Vazquez, D., Rodriguez, G. 2014.

La visión que orientó el desarrollo de la presente investigación toma como concepto fundante al desarrollo sostenible pero a su vez integra los aportes teóricos desde la ecología del paisaje, los servicios ecosistémicos, la visión integrada de cuencas hidrográficas a la planificación adaptativa. Con el aporte de los avances tecnológicos de los Sistemas de Información Geográficos.

En el presente trabajo nos centraremos en La Cuenca de la Laguna del Sauce. En la actualidad este territorio se encuentra sometido a diversas presiones: por un lado, la aplicación parcial de las normas jurídicas disponibles y por otro, el inadecuado manejo del uso del suelo y la ausencia de lineamientos específicos que se ajusten a la realidad (Manfred, 2012). La zona es mayormente rural agrícola-ganadera, tiene cuatro centros urbanos: Pan de Azúcar, Gerona, Nueva Carrara y La Capuera y sobre el Este chacras y barrios privados en expansión. En el km 6 de la ruta 12 se encuentra la Planta potabilizadora de OSE (Fig. 2).

Figura 2 Contexto de la cuenca de la Laguna del Sauce. Al Noroeste de la laguna, la zona es mayormente rural agrícola, ganadera . Se indican los centros poblados de La Capuera, Pan de Azúcar, Gerona y Nueva Carrara. Sobre el Este entre la costa y la ruta 12 se encuentra, en el km 6, la Planta Potabilizadora de OSE. Se destacan la Sierra de la Ballena, Sierra de las Ánimas y el Cerro Pan de Azúcar. Por el Sur, en el nacimiento del Arroyo el Potrero, se encuentra la represa de la Laguna del Sauce. Fuente: Vazquez, D., Rodriguez, G.. Modificada RENARE, 2013.

La Laguna del Sauce (34°43´S, 55°13´W) es una laguna costera que vierte sus aguas en conexión indirecta con el océano Atlántico, a través del arroyo el Potrero y del Río de la Plata. Conforma un sistema de tres lagunas conectadas, la Laguna del Sauce (4045 ha), la Laguna de los Cisnes (205 ha) y la Laguna del Potrero (411 ha). Los dos principales tributarios de la cuenca son el arroyo Pan de Azúcar y el arroyo Del Sauce. La profundidad máxima de la laguna es de 5 metros. Posee una cuenca de drenaje de aproximadamente 538 km2 (Manfred, 2012).

La cuenca de la Laguna del Sauce abastece de agua potable a una población fija de más de 140.000 personas y una población flotante que puede superar las 400.000 personas. El volumen medio anual de producción ronda entorno a 52.000 m3 por día (Mazzeo et al., 2010).

Con el objetivo de aplicar lineamientos paisajísticos en la cuenca de la Laguna del Sauce que contribuyan a la planificación del ordenamiento territorial, se elaboró una herramienta de análisis basada en la realización de un inventario de fichas de Unidades de Paisaje (U.P.).

INVENTARIO DE FICHAS UNIDADES DE PAISAJE

En este contexto llamamos Unidad de Paisaje a la modelización del paisaje que resulta de la interacción entre el territorio y las acciones antrópicas, sea esta interacción planificada o no. La modelización implica también un recorte del paisaje en función del uso del suelo, que define una matriz con cierta homogeneidad emergente, visto desde la ecología del paisaje.

A través de este inventario de fichas U.P. se logra hacer la caracterización para cada Unidad de Paisaje con recomendaciones genéricas. Se definieron así los usos antrópicos especialmente críticos por su aporte de nutrientes al sistema. Estos son: agricultura, ganadería, centro poblado y poblado de baja densidad (Fig. 3).

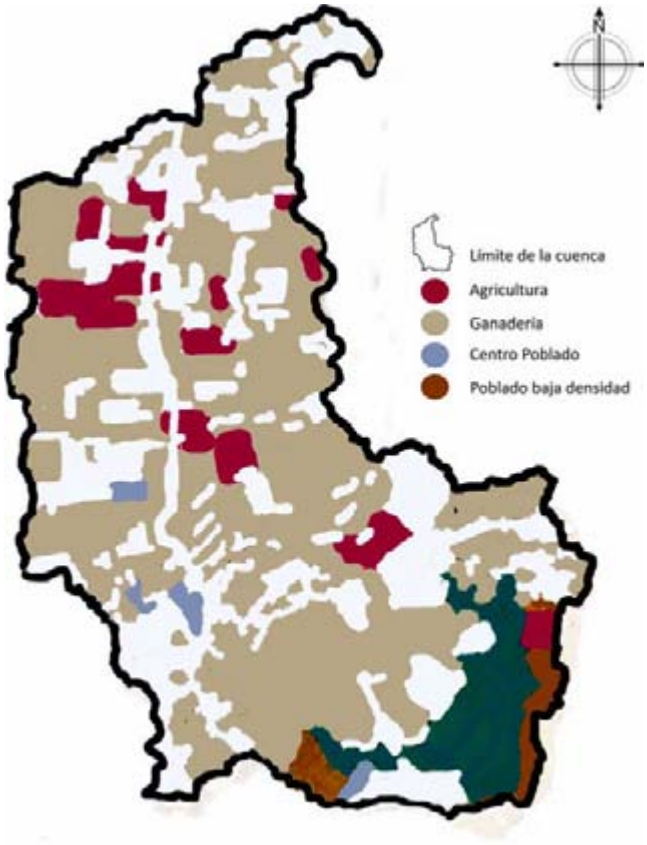

Figura 3 Distribución de cada U.P. en la cuenca de la Laguna del Sauce. Se indican las Unidades de Paisaje definidas por los usos del suelo. Fuente: Vazquez, D., Modificada de Mazzeo et al., 2012.

La presente investigación se focalizará únicamente en la Unidad de Paisaje Centro Poblado. Para la elaboración de esta ficha se procede en un primer momento a realizar un análisis desde el *fenosistema,* la estructura, entendiéndolo como la expresión integrada de indicadores físicos, biológicos y antrópicos. Luego se sintetizan los elementos del paisaje en Matriz, Corredores y Parches (indicadores). Se estudia su relación con el criptosistema, la funcionalidad, refiriéndonos a los procesos socio-ecológicos a tener en cuenta en la configuración del paisaje. A través de este análisis se logra hacer para cada Unidad de Paisaje recomendaciones genéricas o pautas de uso (Fig. 4).

Figura 4 Ficha U.P. Centro Poblado La ficha U.P. sintetiza el análisis desde el Fenosistema en relación con el Criptosistema a través de Indicadores, ofrece también pautas de uso proponiendo directrices para escenarios futuros. Fuente: Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013).

Las fichas U.P. podrán ser usadas como insumo para simplificar el análisis perceptivo *in situ,* y facilitar el monitoreo de indicadores claves para la planificación. Los indicadores de contaminación y la revisión de los lineamientos generales se adaptarán a los escenarios futuros. Este listado cambia de acuerdo a la modalidad de uso de los recursos.

Este inventario representa una evaluación que equivaldrá a una fotografía instantánea, que podrá ser comparada con una fotografía homóloga del futuro. Esta comparación entre fichas U.P. permitirá sintetizar y mantener actualizada la información en cuestión, evidenciando, además, los cambios en el paisaje.

FOCO ESPECÍFICO DE APLICACIÓN

Dentro de las urbanizaciones que conforman la Unidad de Paisaje C*entro Poblado*, la de mayor alerta es la Urbanización **La Capuera**, debido a su ubicación sobre la orilla de la

Laguna del Potrero y Laguna de los Cisnes (Fig. 2) y debida a un crecimiento poblacional del 568% en los últimos 7 años (Instituto Nacional de Estadísticas, 2011).

Este análisis pretende ser un complemento a los planes de actuación que propone el gobierno departamental para el área, los cuales plantean respuestas a mediano y largo plazo, como ser la regularización de padrones, la conexión al saneamiento, entre otros (Ordenamiento Territorial de la Aglomeración Central San Carlos- Maldonado- Punta del Este, 2011).

En el centro poblado La Capuera se reconocieron Indicadores de Contaminación. Se identificó el estado del sistema hídrico, detectando las zonas de interfase: buen estado, invadida por viviendas, quemada, con vegetación exótica, ausente de vegetación, con focos de basura, con rellenos de escombros, etc. Se observaron también tramos de cañadas entubadas, en algunos casos con viviendas, con desagües de efluentes domiciliarios no tratados.

Desde la visión integrada de cuencas hidrográficas la rehabilitación de las cañadas debe hacerse en la totalidad de su curso de agua; la canalización o el entubamiento de un tramo afectaría a la totalidad del ecosistema (Achkar et al., 2004). Debido a la amplitud del tema abordado se analiza como ejemplo de estudio exclusivamente un sector de una de las cañadas que atraviesan la Urbanización (Fig. 5).

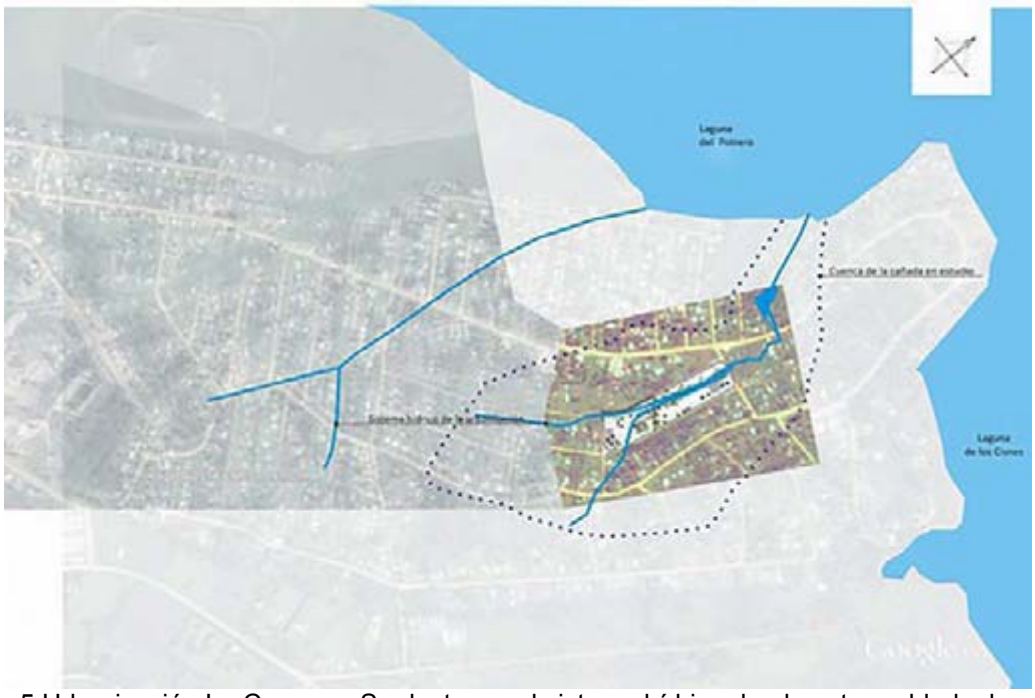

Figura 5 Urbanización La Capuera. Se destacan el sistema hídrico de el centro poblado, la cuenca hidrográfica de la cañada de estudio y el foco de actuación. Fuente: Silvera, E., Vazquez, D.. Modificada RENARE, 2013.

Siendo la Cañada un sistema abierto de aguas corrientes, a través de la rehabilitación de la planicie de inundación, el diseño de las estructuras viales y el control de la contaminación de los vertidos domésticos y la articulación de actores en su gestión, se pretende un aumento de producción de bienes o servicios (algunos valorados en el mercado como el caso del agua potable y otros con escaso valor de mercado como la calidad del paisaje) y su persistencia en el tiempo.

Como proyectar con la naturaleza es un proceso flexible y dinámico, la planificación es adaptativa, aseguramos así, desde este cambio permanente un continuo aprendizaje, con controles periódicos, evaluación de resultados y cuando sea necesario según la necesidad, un reajuste de los planes (Fig.6).

Figura 6 En esta figura se esquematiza la planificación adaptativa como un proceso continuo en donde luego del diagnóstico inicial, se elaboran medidas, estas medidas se ponen en práctica (con una metodología que comprende selección, limpieza, observación, incorporación de elementos y el monitoreo) se hace la evaluación y en función de los resultados obtenidos, volvemos a definir o ajustar los objetivos. Fuente: Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013).

Proyecto rehabilitación cañada en La Capuera

Se elaboraron una serie de lineamientos paisajísticos-urbanísticos consistentes en:

1. Rehabilitación/restauración de la totalidad del sistema de cañadas: la Urbanización cuenta con un sistema de cañadas. Se propone la rehabilitación de la totalidad del sistema hídrico y la restauración, donde sea necesario, de sus zonas buffer.

2. Infraestructuras urbanas: evitar la construcción dentro del sistema hídrico. A las

viviendas existentes se plantea desalojarlas y darle soluciones habitacionales dentro de la Urbanización. Adaptación de las infraestructuras urbanas existentes y futuras en zonas de inundación temporánea para permitir la conservación del funcionamiento y estructura del sistema. Calles y veredas elevadas en construcción en palafito, cuando éstas pasen por un curso de agua y/o zonas de inundación. Entrada de viviendas a través de pasarelas elevadas en zonas temporalmente inundables. Se aumentan los contenedores de residuos. Recolectores diferenciados.

3. Saneamiento y drenaje pluvial: obligatoriedad a todas las viviendas de conexión al sistema de saneamiento por medio de instrumentos institucionales/legislativos. Inclusive las que se encuentran por debajo del nivel de calle se conectarán por sistema de bombeo propuesto. Construcción del caño colector alejado un mínimo de 3 metros del curso de agua. Para el sistema del drenaje pluvial se proponen cunetas verdes.

4. Gestión del proyecto paisajístico: con incorporación de la articulación de actores en las distintas fases de la implementación de la propuesta, a través de encuentros, talleres, visitas e intercambios entre población local, academia y gestores. Se tomarán como centros de difusión la escuela, el centro comunal y la policlínica.

1 Rehabilitación

Para lograr la rehabilitación se hace una zonificación y se delimitan 2 zonas: planicie de inundación y zona de recreación (Fig. 7).

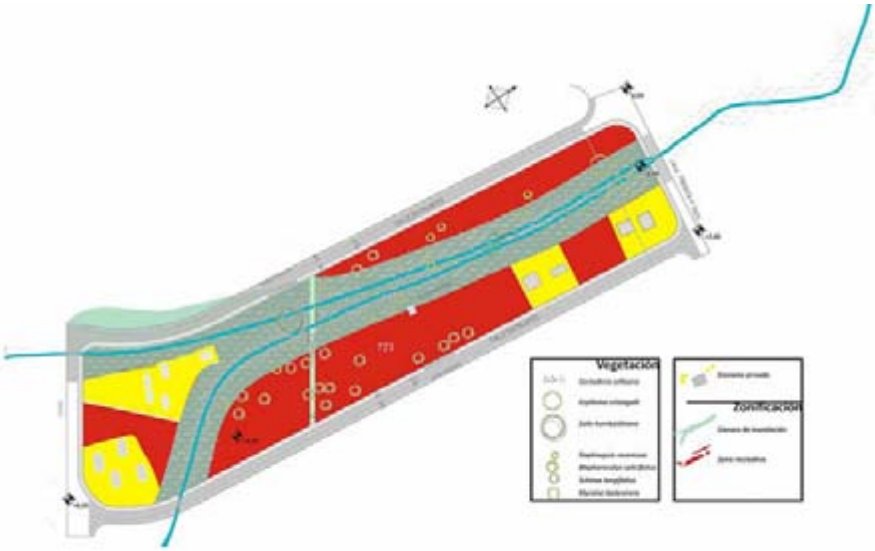

Figura 7 Manejo de la vegetación: para lograr la rehabilitación se hace una zonificación, se delimitan dos zonas, la zona de la planicie de inundación y la zona de recreación.
Fuente:Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013).

Zona planicie de inundación: zona de vegetación espontánea de ribera de la cañada. Para su preservación se limita su ingreso solo para mantenimiento. El acceso para el público en general será únicamente a través de la pasarela en palafito (Fig. 8).

Figura 8 Imagen de la Zona planicie de inundación desde la pasarela en palafito. Fuente: Silvera, E.(2013).

Se pretende a corto/ mediano/ largo plazo optimizar su funcionamiento a través del autodiseño. Con este objetivo se toma como paisaje de referencia la conformación vegetal de orillas de arroyos y cañadas. En base al relevamiento *in situ* se decide la eliminación de los ejemplares de vegetación exótica invasora que dificulta el desarrollo de la vegetación autóctona característica del ecosistema a rehabilitar.

Zona de Recreación: se genera un área de libre acceso a través de un espacio despejado, en los predios de dominio público (Fig. 9). A mediano y largo plazo la apropiación del espacio por parte de la población local a través de las distintas instancias de talleres guiados definirá el diseño de la zona.

La calidad escénica de todos estos elementos vegetales contribuye a mejorar la calidad físico- química del agua, proporciona también, una gran cantidad de ambientes que son refugio para la fauna y al mismo tiempo desde el punto de vista cultural, ofrecer un espacio público de calidad por su belleza paisajísticas.

Figura 9 Imagen de la zona de recreación. Fuente: Silvera, E. (2013).

2 Infraestructuras Urbanas

En cuanto a las viviendas, la situación ideal sería no ocupar la llanura de inundación ni las zonas temporalmente inundables, pero, tomando en cuenta la realidad del carácter de asentamiento irregular que tiene parte de la urbanización, proponemos que en las zonas temporalmente inundables las viviendas, los senderos de entrada y otras partes exteriores de la casa sean elevadas, en palafito. Evitando así rellenos del terreno, que son impacto para el sistema hídrico.

Para el diseño de la estructura vial se tuvieron en cuenta criterios funcionales que permiten la rehabilitación del sistema hídrico y vegetación amortiguadora. Se propone minimizar los impactos sobre el curso de agua y su vegetación asociada, evitando el entubamiento total o parcial de la cañada y respetar el trazado vial proyectado para la Urbanización. En el tramo elegido, se diseña elevado en palafito el sistema de calzadas y aceras que corre (según planos de catastro Departamental) sobre la planicie de inundación y/o la cañada (Fig.10).

En las dos calles transversales que actualmente cruzan la cañada entubándola, se propone transformar lo existente mediante un puente sobre el curso de agua y llanuras de inundación. Se proyecta una pasarela elevada, con las mismas características materiales de

la acera en palafito, comunicando así, las dos largas calles y permitiendo atravesar y observar desde arriba la zona a preservar.

Figura 10 Planta técnica del sistema de calzadas-aceras y pasarela. Fuente:Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013).

3 Saneamiento y drenaje pluvial

Para la propuesta de tratamiento de aguas grises/negras y drenaje pluvial se tienen en cuenta diversos factores: el plan a largo plazo (año 2023) de la Intendencia Departamental de Maldonado en conjunto con OSE UGD, que propone conectar al barrio La Capuera al sistema de saneamiento de la ciudad de Maldonado; la topografía general de la zona; el tipo de construcciones actuales con carácter precario sobre zonas inundables; y los tipos de mantenimiento del servicio en función de los hogares conectados y no conectados al saneamiento.

Las viviendas de la zona de estudio están situadas por debajo del nivel de calle, se propone un sistema de saneamiento con cámaras de bombeo (Alianza por el agua, 2013) (Fig. 11). Este sistema arrastra por gravedad a un pozo de bombeo situado en la calle baja de la manzana, de aquí las aguas grises y negras son empujadas 1,3 km hasta la laguna facultativa existente. La manzana de estudio funcionará en conjunto con el saneamiento futuro y temporalmente con la laguna facultativa, conectando las viviendas por cañerías a un conector central casi en paralelo con la cañada y zona de inundación. Este sistema de bombeo es una posible solución al grave problema que presenta el barrio, donde los habitantes conviven con los efluentes de los vecinos «aguas arriba», ya sea porque se le

desborda el pozo o porque directamente la llamada solución es liberar con un caño fuera de la casa los desechos del baño.

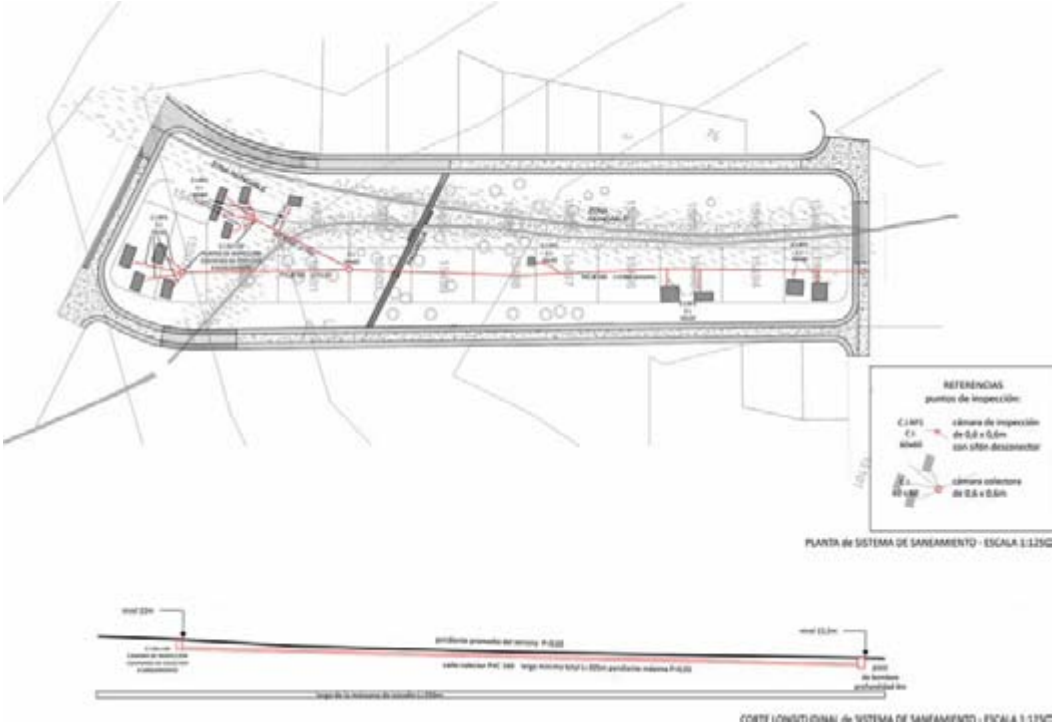

Figura 11 Planta del Sistema de Saneamiento. Se propone un sistema de saneamiento con cámaras de bombeo para las viviendas de la zona de estudio, estas se encuentran situadas por debajo del nivel de calle. Fuente:Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013).

Para el sistema del drenaje pluvial se proponen cunetas verdes, que disminuyen el flujo de escorrentías en los picos máximos de precipitación, minimizando los efectos del arrastre de desechos y la contaminación del sistema hídrico. De este modo, cumple con la función de controlar el aporte de agentes contaminantes provenientes del escurrimiento superficial, los cuales circulan por las cunetas de la urbanización, llegando luego al sistema de lagunas.

4 Gestión

Para la gestión del proyecto paisajístico se utiliza la herramienta SIG, distinguiendo y monitoreando los elementos estructurales tales como matriz, corredores y parches. Este sistema permite visualizar con detalle la vegetación riparia, en donde, a través del cálculo de superficies, se puede detectar el estado de conexión del sistema hídrico. También se generan diferentes inventarios de indicadores claves para su posterior monitoreo.

Inventario de saneamiento: inicialmente a cargo de la Intendencia, se hará un relevamiento de las viviendas de la zona mediante la forma de toma directa, el cual se complementará con los datos de censos a cargo de OSE-UGD (obligación de conexión).

Inventario calidad de agua: con los datos del programa de monitoreo periódico existente, a cargo de OSE-UGD y Udelar.

Inventario forestal: realizado por los niños de la escuela local, usando como herramienta la XO (con el programa educativo gvSIG Batoví) para iniciar el relevamiento georeferenciado de los árboles de las especies autóctonas. Este inventario consiste en emplazar dos transectas perpendiculares al cauce, se describen especie, altura y diámetro de tronco y se monitorean a través de registros fotográficos y de anotaciones en planillas. Se puede relacionar la composición y estructura del bosque de ribera con otros indicadores como por ejemplo las aves.

La participación de los habitantes de la zona se realizará mediante talleres en el Centro comunal, donde se encontrarán con la academia y con gestores en las diferentes etapas de implementación del proyecto. La difusión del conocimiento y avances se harán a través de cartelería informativa y de redes sociales.

En la siguiente figura se esquematiza un sistema de interacción entre actores y entre éstos con el Paisaje (Fig. 12). El Paisaje en su rol de proveedor de servicios ecosistémicos, es el soporte para que la sociedad desarrolle sus actividades. Los distintos actores y sus interacciones dan como resultado parcial el escenario actual. El análisis de flujos de actores es una síntesis que apunta a evidenciar cómo se dan estos flujos y que tan fuerte o débiles son. Esta lectura permite a lo largo del proyecto, considerar la intensidad de las relaciones y buscar fortalecer las intensidades más débiles, indispensable para el éxito de la puesta en práctica de cualquier tipo de planificación.

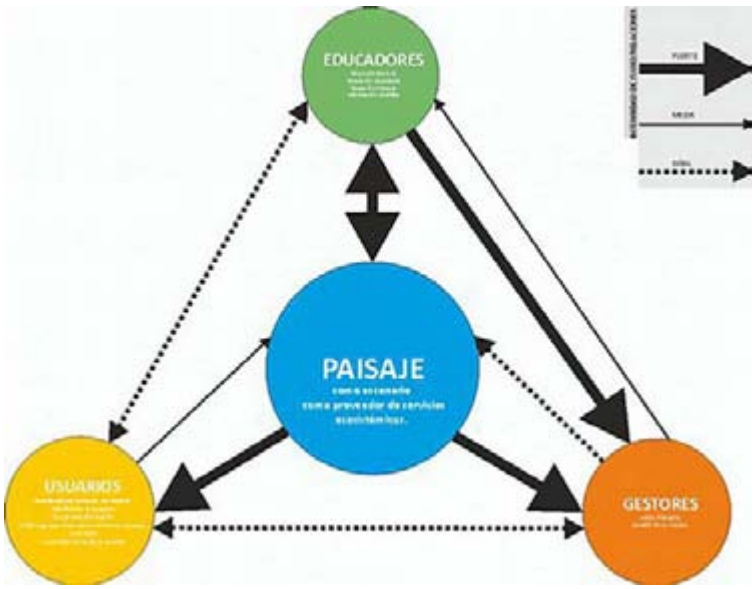

Figura 12 A través de este esquema se hace una síntesis de los diferentes actores que intervienen en la conformación del paisaje, se ponderan las intensidades de sus interacciones es simboliza a mayor intensidad mayor grosor de la flecha. Fuente: Vazquez, D., Rodriguez, G. (2013)

La dependencia de la sociedad humana de los servicios ecosistémicos confronta a la administración con desafíos que exigen de herramientas novedosas también en el ámbito del proceso de toma de decisión. La toma de conciencia respecto a la dependencia de los servicios ecosistémicos y el análisis de riesgo serían puntos de partida adecuados para integrar la información disponible en forma de visiones de cambio positivo de la sociedad (Manfred, 2012).

CONCLUSIONES

El paisaje nos brinda información. La foto-interpretación de imágenes y la herramienta SIG permiten observar y analizar los cambios del paisaje a varias escalas, temporales y territoriales. La dinámica de cambios de uso del suelo necesita un abordaje en su planificación, que incorpore los avances tecnológicos, los conocimientos científicos y los actores involucrados. El inventario de información que se va generando permite decodificar la estructura, los procesos y los cambios de las unidades de paisaje.

En el caso específico de La Capuera, la planificación urbana propuesta por los actuales planes no contempla la funcionalidad del ecosistema hídrico. El proyecto pone énfasis en el rol de la planificación de centros urbanos desde la ecología del paisaje, para evitar la situación que actualmente están llevando a cabo los países que han contaminado la mayor parte de sus recursos hídricos como consecuencia de usos de suelo y de obras ingenieriles, que desconocen el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M., Cayssials, R.,Domínguez, A., y Pesce, F., 2004. Hacia un Uruguay sustentable: gestión integrada de cuencas hidrográficas. Uruguay.

Alianza por el agua. [En línea] <http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/contenido.html> [Consulta 2013]

Intendencia de Maldonado. [En línea] <http://www.maldonado.uy/gestion> [Consulta: 2012]

Instituto Nacional de Estadísticas, 2011. [En línea] <http://www.ine.gub.uy/censos2011/index.html> [Consulta: 2013].

Manfred, S., 2012. Barreras que limitan la conservación de servicios ecosistémicos:análisis del caso de Laguna del Sauce. Tesis: Programa de Maestría de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.

Mazzeo, N., García- Rodríguez, F., Méndez, A., Iglesias, G., Inda, C., Goyenola, H. & Marroni, S., 2010. Estado trófico de Laguna del Sauce y respuestas asociadas. Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y su cuenca asociada. Steffen, M. & Inda H (ed.).

Ordenamiento Territorial de la aglomeración central San Carlos- Maldonado- Punta del Este. Plan Maestro de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Aglomeración Central Plan Local de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible del Sistema Urbano de la Aglomeración Central. Documento de avance, 2011.

RENARE. Mapas de suelos de uso e información de base. [En línea]. <http://www.renare.gub.uy/suelos/> [Consulta: 2013 y revisión 2014].