

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible como herramienta para resolver problemas de inundaciones urbanas. Experiencias en Costa Esmeralda

Best Management Practices as a tool to solve urban flood problems. Experiences in Costa Esmeralda

Gustavo Ariel Villalba^{1*}, Fernando Aldo Curto², Nicolás José Malegni²
Aquiéles Fabián Linfante²

Recibido: 04/07/2019

Aceptado: 21/07/2019

*Autor de correspondencia

Resumen

Los Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles también conocidos como BMP's (*Best Management Practices*) reproducen, en la medida de lo posible, el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas. Su objetivo es minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación. Por otro lado, los SUDS permiten resolver problemas de inundación urbana con bajo costo de intervención, los resultados obtenidos en trabajos realizados en ambientes costeros son favorables y alientan la utilización de este tipo de prácticas. El Master Plan de Costa Esmeralda difiere de los esquemas tradicionales de urbanizaciones en cuadrícula, el particular diseño orgánico une mediante amplios bulevares, 14 barrios de baja densidad, un barrio de media densidad, un campo de golf, un centro hípico con dos campos de polo, un centro deportivo, accesos a playa y a otros puntos de servicio, este trazado difuso genera espacios comunes que resultan de gran potencial para desarrollar puntos de infiltración. La red de agua para consumo se alimenta de acuíferos definidos como lentejas de agua, que se recargan con el ciclo natural de lluvias. El manejo de pluviales urbanos en localidades costeras se ha supeditado, en general, a la implantación de desagües perpendiculares a la línea litoral, estas prácticas limitan la recarga del acuífero. En localidades cercanas como Santa Teresita y Las Toninas donde los sistemas urbanos de control de aguas de lluvia responden a prácticas convencionales, el agua dulce se ha reducido en un 30% siendo reemplazada por intrusiones marinas. Se recomienda un plan de gestión sustentable que posibilite conservar y recuperar el agua subterránea dulce. Debido al particular trazado urbano, al suelo de implantación y la necesidad de preservación de la fuente de agua para consumo, Costa Esmeralda presenta oportunidades inmejorables para la utilización de herramientas SUDS.

Palabras clave: Drenaje Sostenible, Inundación, Trama Urbana, Ciclo Hidrológico.

Abstract

Urban Sustainable Drainage Systems reproduce, as far as possible, the natural hydrological cycle prior to anthropic actions. Its objective is to minimize the impacts of urban development in terms of the quantity and quality of runoff (at source, during transport and at destination), as well as to maximize landscape integration and the social and environmental value of the action. On the other hand, the SUDS allow solving urban flood problems with low intervention cost; the results obtained in works carried out in coastal environments are favorable and encourage the use of this type of practices. The Master Plan of Costa Esmeralda differs from the traditional schemes of grid developments, the particular organic design unites through wide boulevards, 14 low-density neighborhoods, one medium-density neighborhood, one golf course, an equestrian center with two polo fields, a sports center, access to the beach and other service points, this diffuse layout generates common spaces that are of great potential to develop infiltration points. The water network for consumption feeds on aquifers defined as water lentils, which are recharged with the natural rain cycle. The management of urban rainwater in coastal locations has been subject, in general, to the implementation of drains perpendicular to the coastline, these practices limit the recharge of the aquifer. In nearby towns such as Santa Teresita and Las Toninas where urban rainwater control systems respond to conventional practices, fresh water has been reduced by 30% being replaced by marine intrusions. It is recommended a sustainable management plan that makes it possible to conserve and recover fresh groundwater. Due to the particular urban layout, the ground of implementation and the need to preserve the source of water for consumption, Costa Esmeralda presents excellent opportunities for the use of BMP's tools.

Keywords: BMPs, Urban Flood, Hydrological Cycle.

1 Espacios Verdes, Argentina. gusvillalba@uade.edu.ar

2 Costa Esmeralda, Argentina. fcurto@costa-esmeralda.com.ar; nmalegni@costa-esmeralda.com.ar; aquiéles@telpin.com.ar

1. INTRODUCCIÓN

Costa Esmeralda es una urbanización costera joven ubicada en el municipio de La Costa, provincia de Buenos Aires, Argentina. Con una superficie de 1,000 ha y un frente marítimo de tres kilómetros (figura 1). La parcela urbana está implantada sobre el ecosistema de Médanos

Costero, sus características geomorfológicas de Duna Costera, Crestas transversales, Barjan, Crestas barjanoides reversibles y Dunas en voladuras lo encuadran en una unidad de Campo de Dunas Activo (Villalba *et al.*, 2018; Villalba *et al.*, 2019), ver figura 2.



Figura 1. Ubicación de Costa esmeralda

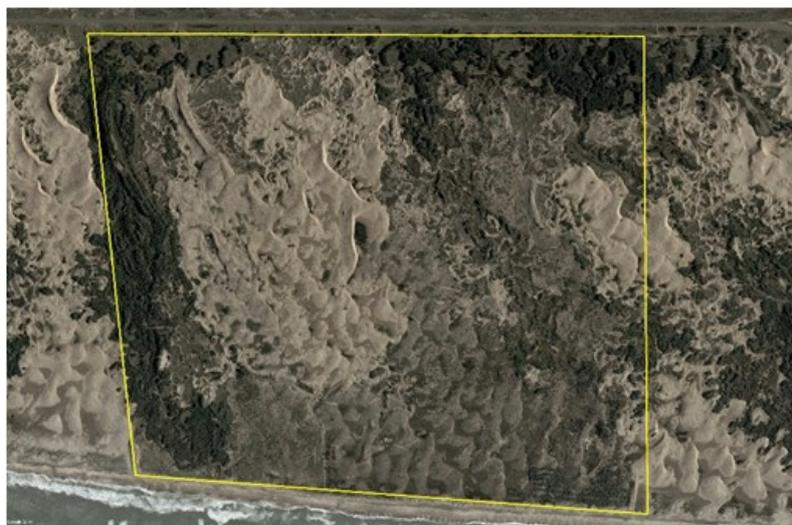


Figura 2. Imagen histórica de Google Earth año 2003. Parcela de la urbanización Costa Esmeralda en línea amarilla

El Plan Maestro aplicado en Costa Esmeralda se define por un trazado orgánico que ordena el territorio en dos zonas. Una zona de baja densidad para vivienda unifamiliar que se está desarrollando desde 2008 que comprende 3,900 parcelas organizadas en 14 barrios, un centro hípico con dos campos de polo, un campo de

golf de 27 hoyos, un centro deportivo y tres paradores de playa, las distintas áreas se conectan por bulevares que funcionan como arterias principales de comunicación. Una segunda zona de media y alta densidad que se desarrolla sobre el margen sur y comprende el 30% de superficie de la urbanización (figura 3).



Figura 3. Diseño orgánico del Master Plan de Costa Esmeralda

- Zona 1 Zona 1, baja densidad
- Zona 2 Zona 2, media y alta densidad

La urbanización se encuentra en una avanzada etapa de desarrollo, más del 40% de las parcelas

de uso unifamiliar se encuentran ocupadas (figura 4).

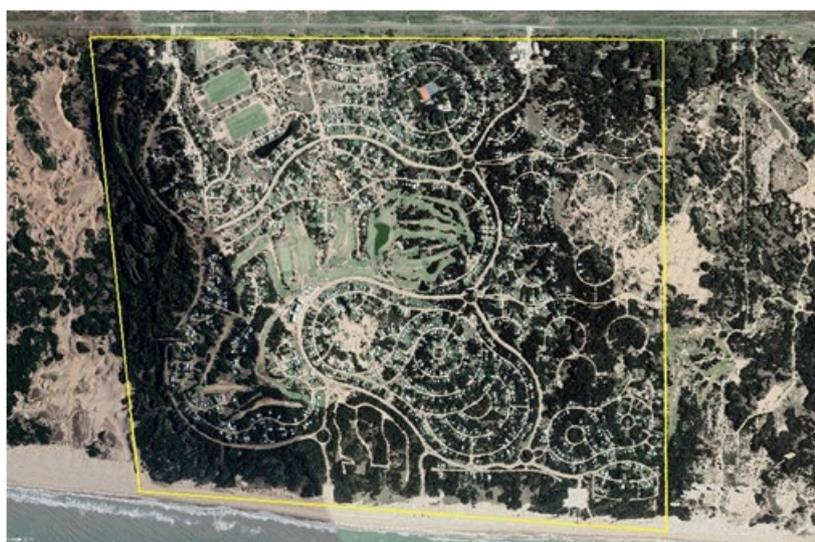


Figura 4. Imagen de Google Earth del 30-06-2019. Estado actual de Costa esmeralda

En los últimos años se han registrado con mayor frecuencia precipitaciones más intensas y de menor duración, el 1 de marzo de 2019 se registró una precipitación de 48.8 mm en 110 minutos con una intensidad de 49.8 mm durante

15 minutos estos tipos de precipitaciones provocan inundación de calzadas y parcelas privadas, causando problemas y conflictos sociales (figura 5).



Figuras 5. Zona inundada en una zona de acceso

Como se ha mencionado anteriormente las acciones llevadas a cabo para el control de la de la esorrentía superficial de agua de lluvia y la mitigación de áreas inundables en localidades costeras, ha sido, en general, la implantación de

desagües perpendiculares a la línea litoral, la descarga de agua dulce directamente al frente costero altera el sistema de dunas y limita la recarga del acuífero (Bensey, 2017) (figuras 6 y 7).



Figura 6. Ingresiones de agua dulce de la red de desagüe pluvial tradicional. Erosión costera y pérdida de recarga del acuífero

Con el objetivo de preservar el ciclo hidrológico y de resolver problemas de inundaciones urbanas sobre calzadas y parcelas privadas en 2017 se pone en práctica un plan hidráulico basado en

estrategias SUDS, acopiando o retardando en origen, utilizando zanjas o badenes permeables durante el transporte y realizando drenes de infiltración en destino.



Figura 7. Erosión por descarga directa desde calzada con pendiente hacia el litoral. Pérdida de recarga del acuífero

2. METODOLOGÍA

2.1 Determinar mancha y punto de inundación

Se realizó un mapeo sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) operado por QGIS. La planimetría de la mancha de inundación se obtuvo con estación total y se vinculó geográficamente con puntos de control. Los puntos de inundación se identificaron de

forma visual y se ajustaron según relevamiento plani-altimétrico de centro de calzada. La figura 8 muestra una mancha de inundación tomada el día 21 de diciembre de 2018 luego de una precipitación diaria de 161 mm con una tasa máxima de 42.5 mm presenta una superficie de 852 m², una profundidad máxima de 0.35 m dentro de una parcela privada y su tiempo de infiltración total fue de 36 horas.

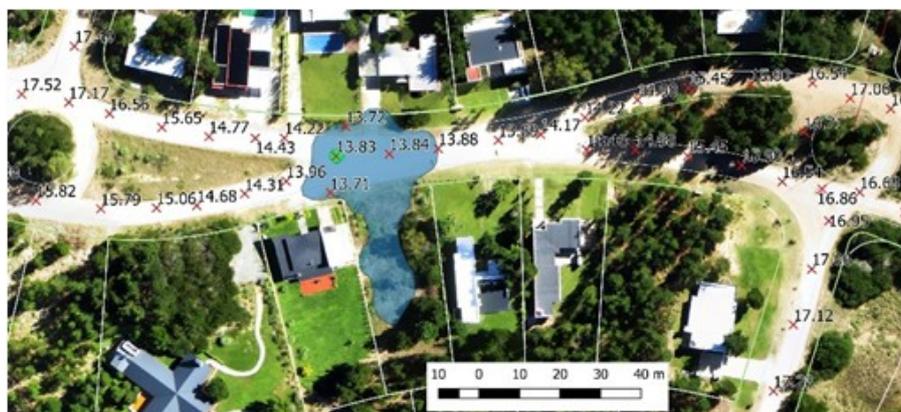


Figura 8. Mancha y punto de inundación

Sobre un Modelo Digital de Terreno (MDE) existente se aplicó la herramienta “extracción de curvas de nivel” para obtener una capa con curvas de nivel con equidistancia 1m, estas

curvas fueron validadas por un relevamiento plani-altimétrico de perfiles longitudinales sobre centro de calzada realizado con equipo GPS geodésico (figura 9).

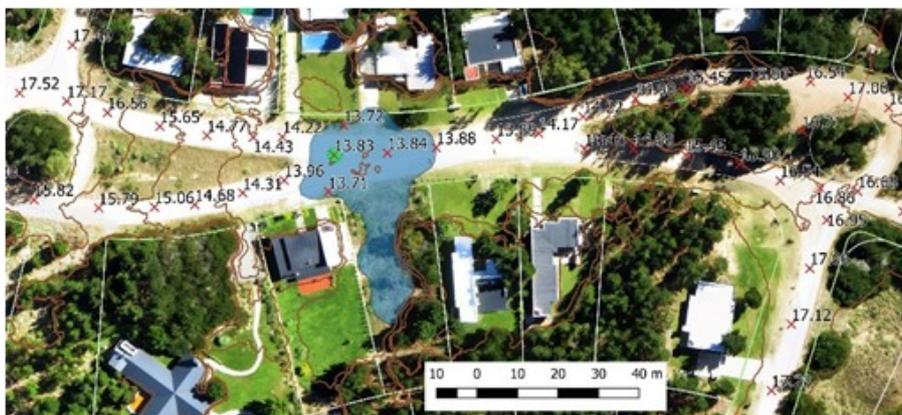


Figura 9. Curvas de nivel obtenidas del MED y puntos de control en centro de calzada

2.2 Determinación de la cuenca urbana

Existe una reglamentación interna dónde prohíbe a las parcelas privadas arrojar agua de lluvia a la calle para precipitaciones menores a 50 mm/h.

Debido a esta reglamentación la cuenca urbana se ve definida por las líneas divisorias y por la línea municipal (límite de frente de la parcela) de cada parcela frentista (figura 10).



Figura 10. Cuenca urbana en amarillo traslúcido



Figura 11. Superficie de calzada en amarillo traslúcido, superficie de vereda en verde

Posteriormente, debido a la composición del suelo y su diferencia en la tasa de infiltración, se determinaron las superficies de calzada, compuesta por tosca y arena en partes iguales y de vereda formada por suelo natural pudiendo tener o no cobertura cespitosa (figura 11).

2.3 Determinación del volumen de aporte

El volumen de aporte se determinó utilizando una lluvia de diseño de 30 mm que cubre más del 80% de las tasas de precipitación ocurridas

en los últimos 24 meses (Gráfico 1). Las superficies de aporte presentan pendientes muy variadas y abarcan dos tipos de suelos con coeficientes de escorrentías muy distintos, la superficie de calzada y la superficie de vereda (Perales, 2008). Debido a la ausencia de datos locales se utilizó una tabla de coeficientes de escorrentía (Martínez de Azagra, 2007). La cual proporciona coeficientes de escorrentía según cobertura y tipo en relación al porcentaje de pendiente (tabla 1).

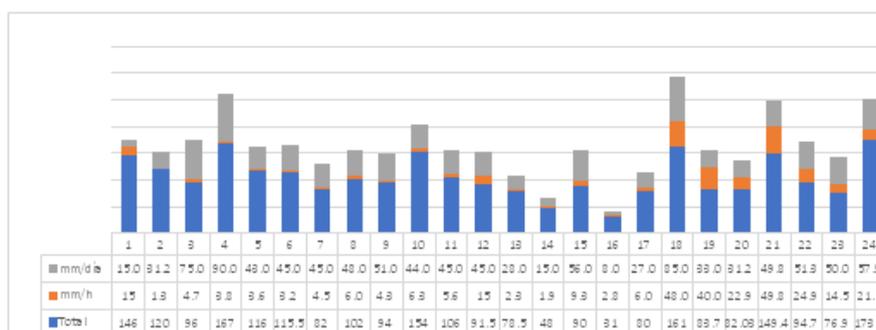


Gráfico 1. Lluvia máxima diaria, tasa de precipitación y lluvia total mensual para el período entre julio de 2017 y junio de 2019. Obtenido de estación meteorológica propia. Daza DZ-WT1081

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía

Cobertura de Suelo	Tipo de Suelo	Pendiente (%)				
		0-1	1-5	5-20	20-50	>50
Sin vegetación	Impermeable	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
	Semipermeable	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	Permeable	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
Cultivos	Impermeable	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
	Semipermeable	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
	Permeable	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65
	Semipermeable	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
	Permeable	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Hierba	Impermeable	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
	Semipermeable	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
	Permeable	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
	Semipermeable	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
	Permeable	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25

Para documentar el proyecto se realizaron perfiles altimétricos con nivel óptico de tercer orden (figura 12). Paralelamente se clasificaron las tipologías SUDS más conveniente para cada

situación surgiendo las siguientes posibilidades de intervención:

- Baden abierto a dren natural,

- Boca de tormenta, pozo de decantación y entubado a dren natural
- Dren construido in situ
- Baden abierto a dren construido,
- Boca de tormenta, pozo de decantación y entubado a dren construido
- Volumen subterráneo de infiltración

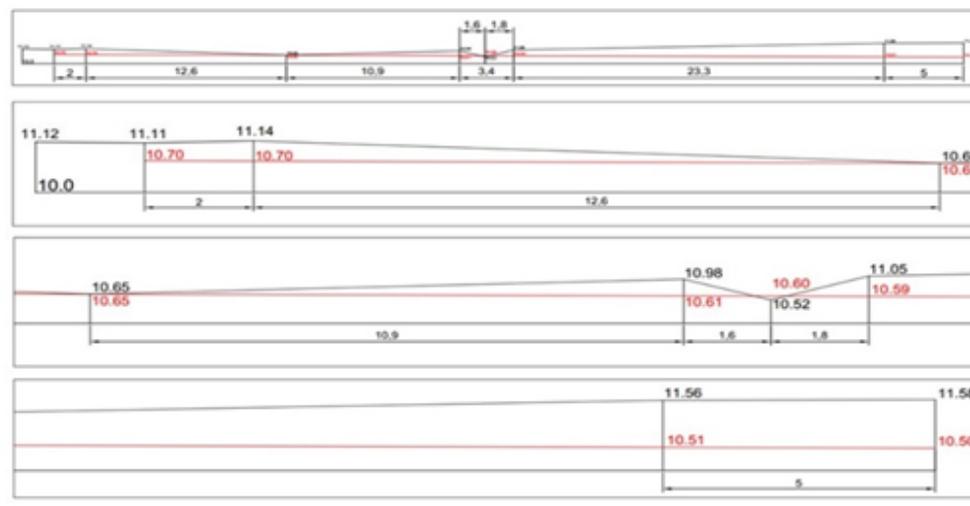


Figura 12. Perfiles longitudinales y transversales con nivel óptico de tercer orden

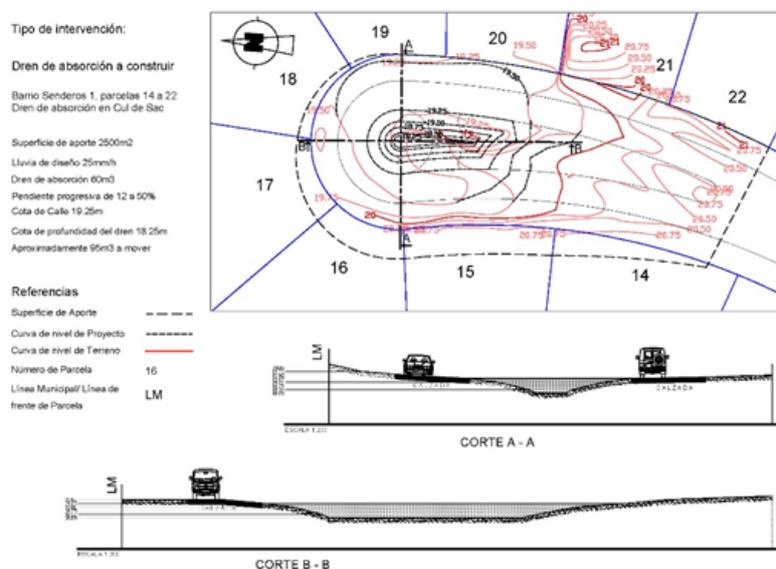


Figura 13. Ejemplo de documentación de proyecto para ejecución y control de obra, de un dren de absorción en un cul de sac

Con la tipología SUDS y los datos de campo se realizó un proyecto de intervención con los detalles constructivos para replanteo y control de obra (figura 13). El movimiento de suelo se realizó con pala mecánica y hoja de arrastre, durante la ejecución se realizaron controles

periódicos de niveles con nivel óptico de tercer orden (figuras 14 a 17). Para controlar el comportamiento y registrar el tiempo de infiltración total se realizan inspecciones de obra para tasas superiores a 10 mm/h (figuras 18 a 20).



Figura 14. Hoja de arrastre realizando badén central para transporte de agua



Figura 15. Dren de absorción realizado en espacio común dónde descarga el badén



Figura 16. Obra finalizada



Figura 17. Ortofoto de la obra terminada



Figura 18. Comportamiento del badén luego de una precipitación de 52 mm con una tasa máxima de 22 mm/h



Figura 19. Comportamiento del dren de absorción luego de una precipitación de 52 mm con una tasa máxima de 22 mm/h



Figura 20. Estado de la calzada y el badén al 8h de finalizada la precipitación

3. RESULTADOS

Los proyectos ejecutados han resuelto el problema de inundaciones en calzadas o parcelas privadas. La situación favorable del suelo arenoso en el que se desarrolla la urbanización

permitió resolver problemas de inundación con precipitaciones superiores a la lluvia de diseño utilizada. Se han encontrado algunos problemas menores de erosión por escorrentías debido al tipo de material que compone la calzada, eso

provoca la formación de sedimentos que disminuyen la tasa de infiltración del suelo natural.

reducidos costos de obra. Debido al sedimento se hace necesario establecer un plan de mantenimiento para recomponer los valores de infiltración del suelo natural.

4. CONCLUSIONES

Las acciones llevadas adelante en plan hidráulico han resuelto los problemas de inundaciones urbanas con bajo impacto de intervención y

Agradecimientos

Al personal de Costa Esmeralda y a EIDICO.

REFERENCIAS

- Bensey G, (2017). *La percepción ambiental del turista en destinos del litoral*. Estudio comparativo entre Villa Gesell y Pinamar (Argentina). IV Congreso Latinoamericano de Investigación Turística. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas. UNMDP.
- Martínez de Azagra Paredes A. (2007). *Método de los coeficientes de escorrentía*. Mauco Generalizado. Revista Medio Ambiente. Recursos Hídricos N° 65, ISSN 1900-6241. Polifonía Editores, Valladolid, España.
- Perales Momparler S. y Doménech I. (2008). *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia*. IX Simposio de Hidrología Elche, Alicante, España
- Villalba G., Malegni N., Linfante A., y Curto F. (2018). *Costa Esmeralda, experiencias en el manejo de pluviales aplicando Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. 4° Encuentro de Investigadores en Formación 2018, Instituto Nacional de Agua, Ezeiza, Buenos Aires, Argentina.
- Villalba G., Curto F., Linfante A. y Malegni N., (2019). *Costa Esmeralda, manejo de pluviales aplicando Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. Trabajo aceptado para su publicación en actas en el IX Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, Santander, España.

Como citar este artículo:

Villalba, G., Curto, F., Malegni, N., Linfante, A. (2019). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible como herramienta para resolver problemas de inundaciones urbanas. Experiencias en Costa Esmeralda. *Aqua-LAC* Volumen 11(2), 39-49. doi: 10.29104/phi-aqualac/2019-v11-2-04



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license