

Sistema Integral de captación pluvial CICESE-Agua



Figura 1: Diagrama Básico de Captación Pluvial

Resumen

Con el fin de mitigar diferentes problemas asociados a la presencia, operación y mantenimiento de las instalaciones del campus CICESE se propone la implementación de un proyecto para aprovechar al máximo el agua de lluvia que precipita en toda el área del campus. En una primera etapa o sistema prototipo, se propone la implementación de una estructura de captación, canalización, filtración, almacenamiento y distribución del agua de lluvia en distintos puntos críticos del campus. La ejecución de dicho sistema resultará en la implementación de mecanismos activos y pasivos de protección contra incendios y en el mejoramiento estético del campus. Además **de que se mejoraría la imagen pública de CICESE al integrar en sus instalaciones diversos mecanismos ecológicos de operación y mantenimiento, también se aprovecharán más eficientemente los recursos energéticos requeridos en el campus.**

Introducción

Históricamente la recolección de agua de lluvia fue un sistema de aprovechamiento de agua muy empleado por las sociedades antiguas en todo el mundo y en muchas ocasiones supuso el único procedimiento para el abastecimiento hídrico de algunas regiones. Muchos edificios antiguos se diseñaban y ubicaban de tal forma que el agua que caía en los tejados se canalizaba a un gran depósito subterráneo o semisubterráneo.

¹ Caballero T., 2006, captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento, 1ra edición, Pág. 30.

1. Captación Pluvial

Reaprovechar el agua de lluvia significa utilizar el espacio de los tejados y cubiertas de un edificio, casa, o cualquier superficie impermeable, para captar el agua que precipita desde el cielo. Esta agua se canaliza, filtra y se almacena en un gran depósito o aljibe para su uso posterior.

Los sistemas de aprovechamiento pluvial constituyen un aporte independiente de agua durante épocas de escasez e inclusive, en algunos países constituyen un suplemento importante para el abastecimiento de la red de distribución principal ². También conforman una valiosa fuente de agua durante épocas de escasez; pueden prevenir la inundación de terrenos bajos ³ y propiciar la recuperación de mantos acuíferos. Indirectamente también ayudan a la explotación sostenible de pozos y pueden incrementar la disponibilidad de agua dulce ya que, al agregar agua de lluvia a depósitos subterráneos naturales, se puede reducir la concentración de sales minerales. ⁴

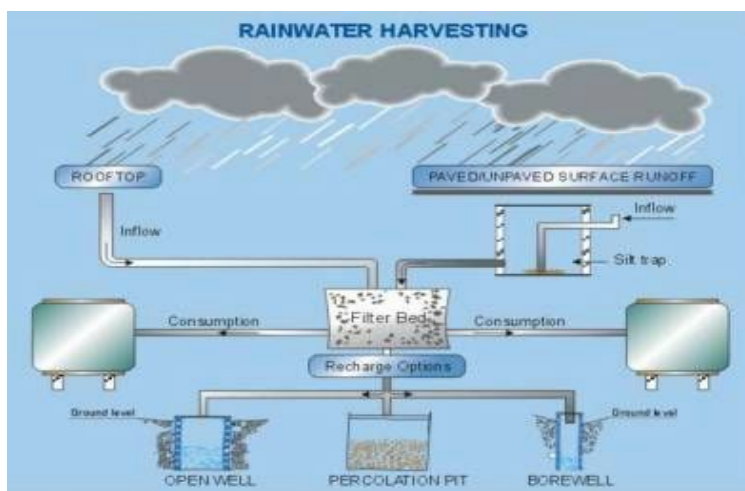


Figura 2: Diagrama de Captación Pluvial

² Aquascape, 2009, Rain Xchange System-Kuve Village Ghana, Africa.

³ Meza R., 2008, propuesta para la captacion de agua de lluvia en la barranca de barrilaco en la delegacion miguel hidalgo para reducir inundaciones.

⁴ – Pacheco M., 2008, Avances en la gestión integral de agua de lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de “Lluviatl” en Mexico.

El reaprovechamiento pluvial es un excelente recurso para la irrigación del paisaje, puesto que

no contiene químicos tales como flúor o cloro ni sales o minerales disueltos, ya que nunca tiene contacto con el suelo y no requiere de sistemas de filtrado. Con este tipo de ecotecias se promueve el uso de un recurso natural y se reducen los impactos de fenómenos como las inundaciones, la contaminación pluvial por escurrimiento, la erosión de suelo y la contaminación del agua de mar superficial con pesticidas, sedimentos, metales pesados y fertilizantes.

Cada vez es más frecuente y exitoso el uso de sistemas de biorremediación para un aprovechamiento todavía más eficiente del agua. Los sistemas más utilizados actualmente son las combinaciones de humedales y estanques artificiales, cuya definición se presenta a continuación.

1. Humedales

De forma general, un humedal es una cuenca correctamente diseñada que se encuentra inmersa en aguas superficiales o subterráneas con tal frecuencia y duración que sea suficiente para que se presenten condiciones saturadas.

En estos sistemas, se establecen plantas vasculares que proporcionan superficies adecuadas para la formación de películas bacterianas, esto último facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de la luz solar.

Algunas ventajas de los humedales artificiales:

- Son una herramienta de bajo costo y técnicamente fácil de construir para el tratamiento de agua residual y para combatir la erosión del suelo.
- Su costo es mucho menor que el de cualquier otro sistema de tratamiento.
- Los gastos de operación y mantenimiento también son mucho menores.
- Su operación y mantenimiento requiere de supervisión periódica y no continua.
- Son capaces de operar bajo diferentes condiciones de flujo.
- Facilitan el tratamiento y reuso del agua
- Proporcionan zonas de anidación y/o resguardo para diferentes organismos
- Incrementan significativamente el valor del terreno al agregar un mejoramiento integral del paisaje, ya que mejoran la calidad del agua, proporcionan hábitat para la vida salvaje y promueven el reaprovechamiento y mejoramiento estético de espacios abiertos.

Existe una clasificación general para los humedales de acuerdo a su configuración, la cual se describe a continuación:

1. Los humedales de flujo subsuperficial (SSF) consisten básicamente en una cuenca impermeable que contiene un sustrato poroso de roca y/o grava. El nivel máximo del agua en esta configuración debe mantenerse ligeramente por debajo del nivel máximo del sustrato. Dadas las características hidráulicas de este sistema, este tipo de humedales son más efectivos para aguas residuales con baja concentración de sólidos y flujos relativamente uniformes. Los humedales tipo SSF son capaces de operar en condiciones de baja temperatura, presentan mínimos problemas de olor o de infestación de organismos parásitos (mosquitos) y relativamente mayor potencial de biorremediación en comparación con los sistemas de flujo Superficial.

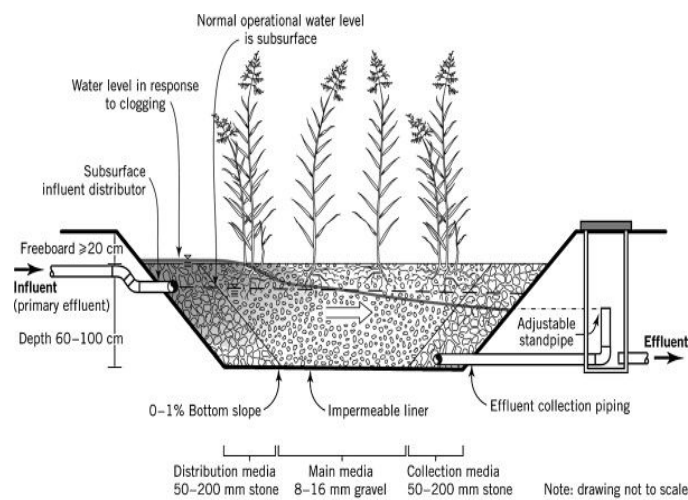


Figura 3: Esquema para un humedal de tipo flujo subsuperficial (SSF).

2. Los humedales de Flujo Superficial (SF) por lo general consisten en una cuenca somera capaz de soportar el crecimiento de raíces de plantas y un mecanismo o dispositivo de control para mantener el nivel del agua, de tal forma que el agua siempre esta por encima del sustrato. Estos sistemas pueden llegar a tener una apariencia bastante similar al de un pantano o estero e igualmente proveen de hábitat para diversos organismos y diversos beneficios estéticos y biológicos al paisaje. Los humedales SF son muy utilizados en instalaciones mineras o agrícolas. Las principales ventajas de estos sistemas es que son relativamente baratos, fáciles de construir y requieren poco mantenimiento. La desventaja que presentan es que requieren de un área de construcción mayor en comparación con otros sistemas de tratamiento.

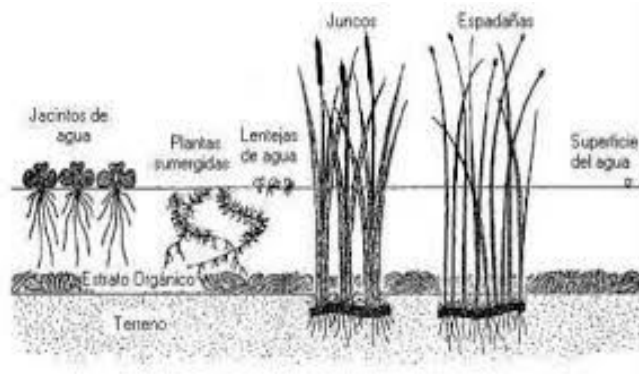


Figura 4: Esquema para un humedal tipo flujo superficial (SF)

2 Estanques

Los estanques artificiales básicamente son construidos con tres fines principales: el mejoramiento estético del paisaje, el tratamiento de aguas grises para su reaprovechamiento y para establecer Hábitats y criaderos para la flora y fauna circundante. Adicionalmente, los estanques pueden funcionar como reservorios de agua para las épocas de sequía e inclusive como sistemas para mitigar incendios.



Figura 5: Estanque

Componentes:

La mayoría de los sistemas de Reaprovechamiento de agua constan de los siguientes elementos:

- Áreas de captación: este concepto se refiere principalmente a cualquier estructura impermeable capaz de capturar o recibir agua de lluvia, siendo los techos o cubiertas de edificios y casas las estructuras más comunes. Tales cubiertas o al menos la superficie de dichas cubiertas debe ser inocua al agua y no contener en ninguna medida sustancias tóxicas que alteren la composición del agua. El terreno por sí mismo es una área de captación natural, solo que es menos eficiente dada la absorción natural de la tierra. En casos donde el campo es inclinado y rocoso el escurrimiento de agua es común y se conduce agua abajo su pendiente.
- Canalización / Catchment: en general, se refiere a los sistemas con los que se conduce el agua de lluvia desde la superficie de captación hasta los sistemas de almacenamiento. Dichos sistemas pueden dividirse en dos componentes principales:
 1. Canaletas: generalmente son estructuras impermeabilizadas que cortan la pendiente. Su función principal es la de conducir el agua una vez que ha sido captada en diferentes superficies hacia un depósito de almacenamiento.
 2. Bajantes: elementos que conducen verticalmente el agua captada y que se encuentra contenida en las cubiertas y en las canaletas.
 3. Llaves de paso (Diverters): válvulas que se utilizan para controlar el flujo de agua hacia diferentes puntos de interés dentro del sistema, son importantes si el agua está contaminada con aceite o polen.

Tanto las canaletas como los bajantes deben ser correctamente diseñados y dimensionados para evitar su oclusión y/o desbordamiento en función del aporte pluvial y el área efectiva de captación del sistema. Generalmente son elementos de material sintético (Plástico, PVC) que pueden ser adquiridos fácilmente en diversas medidas. Para canaletas en la campo materiales de construcción pueden ser concreto para alta flujo de agua, o de membranas de EPDM que se permite una vista más natural especialmente cuando combinado con piedra y plantas.

- Filtración: su objetivo es el de eliminar el polvo, partículas, tierra, impurezas y elementos que se encuentren en suspensión en el agua. Existen múltiples sistemas de filtrado que van desde la simple eliminación de las impurezas más gruesas hasta los sistemas de biorremediación que permiten la potabilización y el pleno uso del agua (humedales). También existen aditamentos para filtros que permiten desechar automáticamente los primeros litros de agua recolectados después de cada lluvia para lavar la superficie

colectora y eliminar las impurezas presentes en el sistema.

- Almacenamiento de Agua (Water storage): Se refiere a los espacios en los que se almacena el agua recolectada. Se usan diferentes tamaños en función del volumen de agua que se pueda y quiera almacenar. Las paredes del depósito deben de ser de materiales que permitan la correcta conservación del agua. Tradicionalmente los aljibes se construían como un espacio enterrado delimitado por muros. En la actualidad se esta retomando la idea de construir depósitos acondicionados para contener el agua y para mejorar la apariencia visual de los edificios, tal es el caso de los estanques artificiales que pueden construirse con materiales plásticos o de ferrocemento, con el fin de
- Distribución de Agua (Water distribution): Son sistemas encargados del aprovechamiento del agua de lluvia una vez que ha pasado por el proceso de captación, canalización, filtrado y almacenamiento. Ejemplos de estos sistemas son los implementos para riego y algunos dispositivos que permiten reusar el agua de lluvia en sanitarios y mingitorios.

Cada vez es más importante el tema del reaprovechamiento pluvial debido al agotamiento creciente de las fuentes naturales de agua dulce. Tanto de forma artesanal como entre los profesionales dedicados al diseño y la elaboración de casas y edificios, los sistemas de reaprovechamiento pluvial son ya un aspecto de la construcción que no puede dejar de considerarse. Cualquier sistema de reaprovechamiento pluvial promueve directamente la conservación de agua y de energía, frena la sobreexplotación de los mantos acuíferos actuales. Adicionalmente, los sistemas pequeños pueden ser relativamente simples de instalar, mantener y operar. Simultáneamente, su utilización resulta en un menor gasto de agua de la red pública y un menor gasto de recursos economicos.

===== Parrafo de Objetivos/Justificacion=====

La implementación de un sistema de reaprovechamiento pluvial en CICESE provocará el mejoramiento hidráulico, estético y ecológico de las instalaciones. El terreno sobre el cual se asienta el campus es seco durante la mayor parte del año, excepto en la época de lluvias (Octubre a Marzo), donde se suelen presentar graves problemas de escurrimiento e inundación en distintos puntos críticos. Estos problemas ocurren debido a la ausencia de un sistema adecuado de contención y canalización del agua. Adicionalmente, durante el verano no se cuenta con un suministro confiable de agua disponible para una eventual emergencia de incendio..

Por otro lado, con este proyecto se está proponiendo una aproximación ecológica a la resolución de problemas habitacionales que simultáneamente propicia la formación de hábitats y microclimas para la flora y fauna presente en la region, reduciendo el impacto antropológico asociado a la construcción y funcionamiento del campus.

=====

Area de Estudio

El campus CICESE se localiza al norte de la ciudad de Ensenada B.C. Las instalaciones del campus se ubican en la falda del cerro que rodea la bahía de Todos Santos en su parte Norte. La bahía se caracteriza por tener un clima de tipo mediterráneo seco con precipitaciones escasas concentradas en los meses fríos (Noviembre a Febrero), donde la temperatura promedio es aproximadamente 13° C. Los meses más cálidos (Junio a Septiembre) son también los más secos, donde la temperatura promedio es de aproximadamente 22° C.

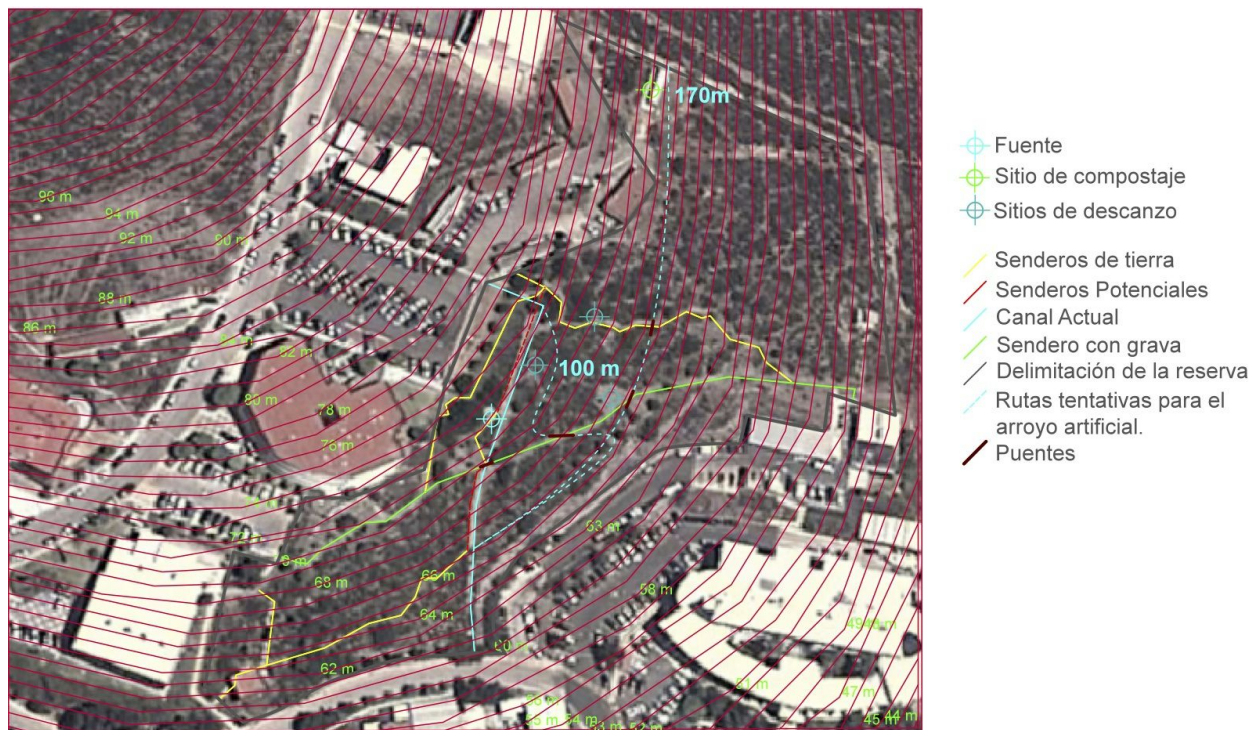


Fig 6 : mapa de zona, con rutas propuestas de arroyos de 100 y 170m

El regimen pluvial en la region donde se ubica el campus se caracteriza por *****datos de lluvia en general, y CICESE en particular.*****

A lo largo del año, los valores más altos de precipitación se presentan de Octubre a Marzo, siendo el mes de Febrero el más lluvioso.

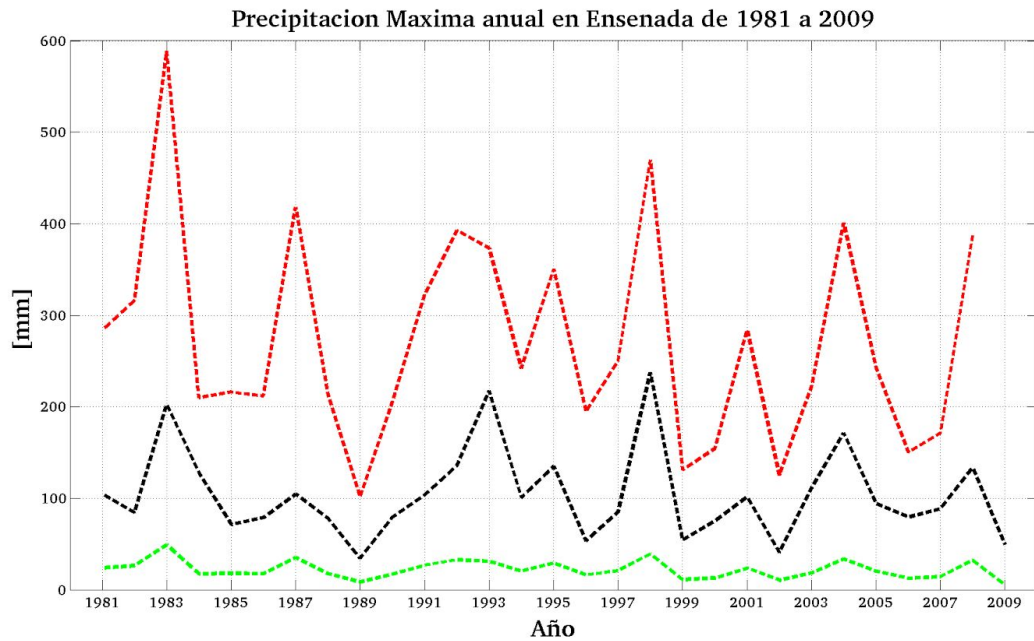


Figura 7: Precipitación promedio y total en Ensenada de 1981 a 2008.

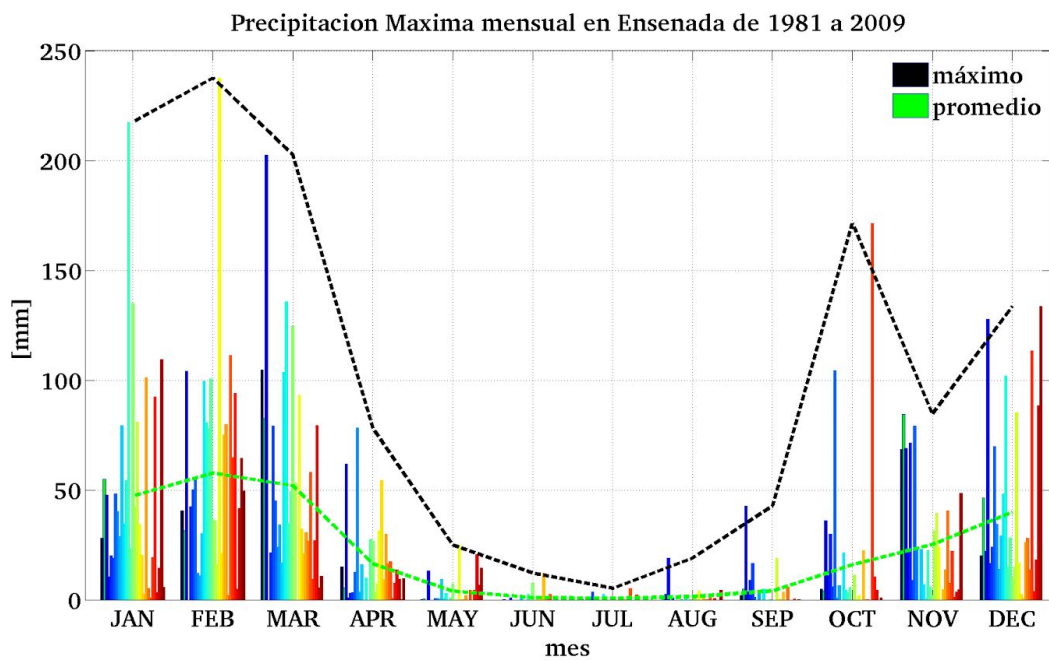


Figura 8: Precipitación máxima mensual para el periodo 1981 a 2009. Los valores corresponden al valor máximo registrado después de cada evento de lluvia para cada mes del año.

-Anadir MAPA de la zona (topo etc) con sistema propuesto instalado.

(Descripcion/ubicacion de cada componente del sistema)

Regimen Pluvial

Plan de acción

Con base en los problemas asociados a la época de lluvias que se presentan en el campus, se definieron cuatro etapas distintas para la ejecución del proyecto CICESE-Agua. Durante la etapa 1 se pretende implementar en su totalidad los sistemas propuestos para la zona 2 (ver Tabla 1). En el plan propuesto

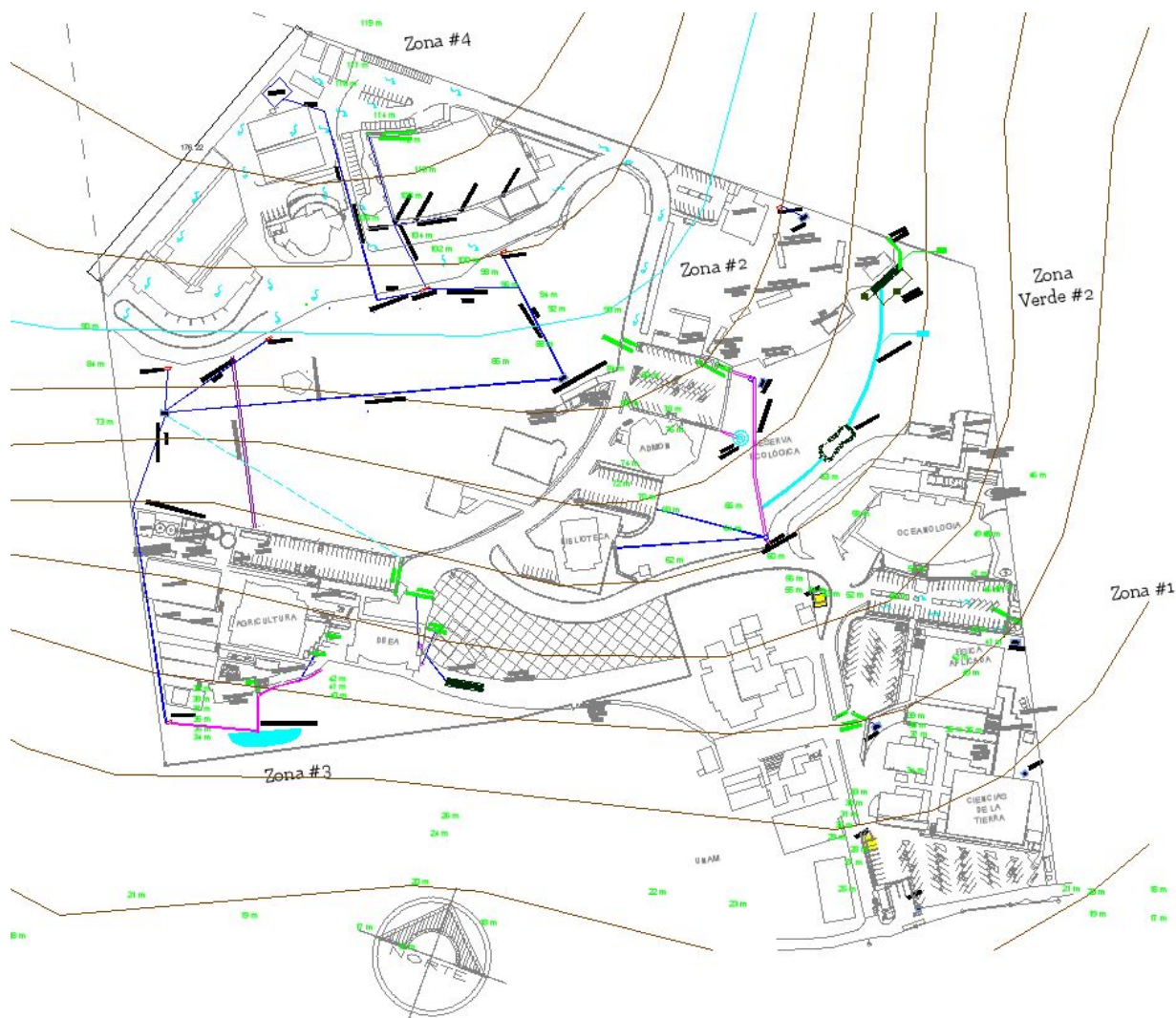


Figura 6: Implementación por etapas del proyecto CICESE-Agua. (Marcar zonas por etapas - Que partes de cada zona incluye cada etapa)

El campus fue dividido en cuatro zonas principales. Cada una de estas zonas consiste en una cuenca diferente determinada por la orografía del terreno y por la urgencia que se tiene de resolver los problemas asociados al escurrimiento del agua. Dicho orden de prioridad se muestra a continuación en la tabla XXXX, donde se describen los trabajos que se ejecutarán por etapas en cada zona del campus:

Tabla 1: Implementación de

Etapa	Zona	Descripción	Presupuesto
-------	------	-------------	-------------

1		1. Elaboración de laguna pluvial (Abajo de DBEA y Acuicultura (4 CISTERNAS ROTOPAS 10,000L EN 2 TANQUES Y 1 TANQUE DE FERRO-CEMENTO))..... 2. Instalación de dos tanques rotoplas en planta baja..... 3. Instalacion de tanque rotoplas en planta alta..... 4. Instalación de registro pluvial T1 (3 piezas, dos registros + 1 cárcamo)..... 5. Línea de impulsión (instalación de bombas solares).....	375,815.2 1 44,647.89 134,690.9 5
		Total	607,857.56
2	2	Ejecución total de proyecto en zona 2 (Descripción)	
3	4	1. Tanque grande (ferrocemento??). 2. Registro T2 3. Tanque rotoplas (mas arriba del campus) 4. Conexion con etapa 1	
4	1	1. Conexión de zona 1 (Planta de tratamiento y agua gris) a etapa 2	
5	4	Implementación de sistema pluvial para camino jardin de viento, arroyo artificial del camino jardin de viento, edificio biomédico, camino escultural y conexión de sistema de etapa 2 a tanque almacenamiento en zona 4.	
6		Conexión de planta de tratamiento y uso de agua gris del campus en totalidad del sistema de captación pluvial CICESE-Agua.	

-Componentes del sistema de captación pluvial

(Tabla con descripción de los componentes a instalar de cada etapa)

-Componentes del sistema de Humedal seleccionado para la zona de estudio

-Costes de Sistema

-Plan y duración de construction

-Recomendaciones : Próximos pasos (entre los grupos, firmar documentos, estudios, pagar, etc.)

A futuro, se propone el diseño, construcción y operación de un sistema integral de aprovechamiento pluvial operativo en todo el campus. Con este sistema se solucionarían de una manera ecológica algunos aspectos

===== Certificación =====

La implementación en conjunto de los sistemas de reaprovechamiento pluvial y biorremediación aquí propuestos confieren al campus la posibilidad de ser considerado como una construcción ecológica sostenible. Esta característica, como se menciona anteriormente, da la posibilidad de buscar para la institución

(LEEDS, from wikipedia) La certificación, de uso voluntario, tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción.

Anexo I: Plantas para canal pluvial



Papiro estrella



Pap. egipcio



Pap. enano



Junco espinoso



Junco común



Iris amarillo

Figura A1: Tipos de plantas

Referencias:

Lara-Borrero, J.A., 1999. "*Depuración de aguas residuales municipales con humedales Artificiales*", Universidad Politécnica de Catalunya.

U.S. Environmental Protection Agency. "*Handbook of Constructed Wetlands*", EPA.

Cascada de agua en festival de Laguna beach
<http://www.youtube.com/watch?v=ElzsmxtYUGg>

Sepp Holzer permaculture
<http://www.richsoil.com/sepp-holzer/sepp-holzer-permaculture.jsp>
<http://www.krameterhof.at/cms60/index.php?id=5>

Rain water harvesting
<http://rdn.bc.ca/events/attachments/evID6235evattID1344.pdf>

Geotextile
<http://en.wikipedia.org/wiki/Geotextile>

RainXchange
http://www.aquascapeinc.com/why_rainxchange

http://akvopedia.org/wiki/Natural_or_artificial_ground_catchment_and_Lined_sub-surface_tanks

Certificacion
http://en.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design
<http://www.usgbc.org/leed>

DIY
http://landscaping.about.com/od/sitegradingdrainage/ht/dry_creek_beds.htm
<http://www.instructables.com/id/Stream-or-creek-at-home-Build-a-stream-creek-f/>
<http://www.instructables.com/id/Bridge-pond-stream-creek-Arched-Guide-to-b/>
<http://www.instructables.com/id/How-to-build-a-Pondless-Waterfall/>

<http://www.sitiosolar.com/recoleccion%20de%20agua%20de%20lluvia.htm>
<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea59e/ch10.htm>

Bombas solares: va a mandar precio Raúl del Dorado.

<http://www.escomsolar.com>

Revistas científicos

Lina Abu Ghunmi , Grietje Zeeman , Manar Fayyad & Jules B. van Lier (2011) Grey Water Treatment Systems: A Review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 41:7, 657-698, DOI: 10.1080/10643380903048443

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10643380903048443>

Grey Water

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916410000664> cited by 107

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122399000839> cited by 112

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916407005334> cited by 31

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075801000644> cited by 327

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.5853/abstract> cited by 57

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709001594> cited by 81

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075800000303> cited by 126

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122399001018> cited by 170

<http://inderscience.metapress.com/content/j4upp15153mx2442/> cited by 10

ARTIFICIAL WETLANDS

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0043135486900850> Cited by 498 Dnload

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122397000474> cited by 749

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122397000498> cited by 438

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092585749290025W> citeed by 183

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122399004485> cited by 200

<http://epub.cnki.net/grid2008/RetError.aspx?PID=CJFQ1999&ErrorString=5035> Cited by 99

http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-HJKX199105002.htm cited by 12

RAIN WATER HARVESTING

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378377482900038> cited by 198

DNLOAD

<http://www.iwaponline.com/wst/06101/wst061010085.htm> Cited by 30

DNLOAD

http://www.currentscience.ac.in/Downloads/article_id_085_09_1259_1261_0.pdf Cited by 4

DNLOAD

<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/handle/10495/1325> Cited by DNLOAD

http://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=6A-GnFmY7TAC&oi=fnd&pg=PR5&dq=rain+water+harvesting+rEVIEW&ots=oB03I-E1fp&sig=N5_oN_N6pwQXgUdEmGJEd14hN90#v=onepage&q=rain%20water%20harvesting%20rEVIEW&f=false Cited by 209

FIRE PROTECTION

<http://www.cabdirect.org/abstracts/19830686042.html;jsessionid=3993F9E4B5A988FBDDD9834E87F74153> CITED BY 1188

<http://www.cabdirect.org/abstracts/19850699124.html> CITED BY 601

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2699.2000.00422.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false> CITED BY 187 DNLOAD

<http://jfe.sagepub.com/content/10/3/32.short> CITED BY 111

http://dephut.net/Halaman/Perlindungan%20Dan%20Konservasi/FFPCP/PDF/Firezone_and_the_threat_to_the_wetlands_of_Sumatra.PDF cited by 22 DNLOAD

<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x87-068?journalCode=cjfr> CITED BY 98

<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x87-068?journalCode=cjfr> CITED BY 229 DNLOAD

MONITORING and TELEMETRY

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969796053569> cited by 91

http://ac.els-cdn.com/S0022098104001066/1-s2.0-S0022098104001066-main.pdf?_tid=92e4c974-3044-11e3-af93-00000aabb0f27&acdnat=1381255863_135fa04c534fd7a5a9571c508bf53b6d
Cited by 146 Dnload

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135405001788> cited by 156

<http://www.pelagiaresearchlibrary.com/advances-in-applied-science/vol2-iss2/AdASR-2011-2-2-197-201.pdf> cited by 34 DNLOAD

MICROCLIMA

<ftp://frap.cdf.ca.gov/pub/incoming/TAC/TAC%20Riparian%20Function%20Papers%20for%20Review/Heat%20and%20Microclimate/Papers%20for%20Contractor%20to%20Review/Chen%20-%20Microclimate%20in%20forest%20ecosystem%20and%20landscape%20ecolog.pdf> cited by 382 DNLOAD

http://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=aPQ5WboKr1MC&oi=fnd&pg=PR11&dq=microclimate&ots=SyTSN6fkyR&sig=gJ0zQDWVCE_Z0ncFCPFox5LbtY8#v=onepage&q=microclimate&f=false Cited by 2631

<http://ajevonline.org/content/36/3/230.short> Cited by 286

