

水資源、水利、防洪及防災等相關議題之環境教育教案

教案一：「生命之泉~水」課程設計

課程名稱	生命之泉~水	課程指導	汪靜明、徐榮崇
		課程設計	黃美月、周秀華、陳彥如
教學目標	☆認知： 1、能了解水在生活中的需求以及世界與臺灣目前面臨的水資源缺乏的問題。 2、能了解回收污水以節約水資源之概念。 3、能認識海綿城市及其特色。 ☆情意： 1、能感受到缺水會造成生活不便，同時是臺灣也是全球危機之一，並願意開始珍惜水資源的行動。 ☆技能： 1、能夠在生活中落實省水的行為。		
課程大綱	1、了解水在生活中的重要性，以及可用的水資源之稀少性與重要性。 2、說明目前臺灣的水庫數量雖然很多，但臺灣仍是缺水的原因。 3、介紹臺灣的回收污水處理運作情形與效益。 4、介紹國外海綿城市案例，分析臺灣打造海綿城市的可能性。		
教學時數	2 小時	教學對象	成人
學員人數	20 人	授課講師	
師生比	1:20	教學地點	
引導活動	【活動一】你想住哪裡？ 10' - 任務活動一；發給學員一張空白學習單，請學員在紙張上標記自己想要居住的地方，並跟夥伴們分享原因。 你要住在哪裡？ - 結論：人類生活非常仰賴水，因為大家幾乎都選擇居住在取水方便的地方。		

發展活動	【活動二】生命之泉~水 ● 沒事多喝水，多喝水沒事，大家都應該聽過這個廣告，雖然只是個賣水的廣告，但確實也提醒我們水在我們身體的重要性。 ● 根據研究 飲水與人體健康和生命安全的關係——據科學測定，人可以 17 天不進食，但 7 天不喝水將導致死亡。可見水與人體是生死攸關的問題。 ● 任務活動二:地球上的可用之水到底有多少? 將學員分成數組，每一組有 2 個 1000CC 的水瓶，其中一瓶裝滿 1000CC 的水。若將地球上所有的水(海洋的水)比做 1000CC 的水，但我們人類可以正常使用的水有多少?請將水倒在空的水瓶中。 地球上水總儲量約為 1.36×10^{18} 次方 m^3，但除去海洋等鹹水資源外，只有 2.5% 為淡水。淡水又主要以冰川和深層地下水的形式存在，河流和湖泊中的淡水僅占世界總淡水的 0.3%。 所以答案只有 3CC。看看哪一組 最正確。 ● 結論：人們可以用的水真的很少，所以我們要珍視這生命之泉-水。 【活動三】雨水的秘密 10' ● 請學員發表目前的「可用水」的循環過程，教師用圖畫與文字簡單紀錄再黑板上，複習舊經驗。 ● 教師設計問題，學員利用 yahoo 測驗關於水的小知識。 是非題 1.臺灣的降雨量多，約為世界平均值的 2.6 倍。 2.臺灣的降雨量多，所以臺灣每人平均分配雨量也高於世界每人平均分配雨量。 3.在全球氣候變遷影響下，臺灣年降雨量呈豐愈豐、枯愈枯之趨勢。 【活動四】google earth 看水庫 30' ● 以 google earth 尋找「石門水庫」，了解石門水庫的地理位置與整體環境，並知道其有效容量 2 億零 9 百 86 萬 5 千立方公尺。集水面積為 763.4 平方公里，水庫蓄水範圍面積為 10.63 平方公里。 ● 說明「根據自來水事業處統計，106 年底，每人每日生活用水量為 327 公升」，臺北市約有 268 萬人。 ● 以 google earth 尋找「翡翠水庫」，了解水庫的地理位置與整體環境，並知道其有效容量 3 億 4 千萬立方公尺。集水面積 303 平方公里；水庫蓄水範圍面積為 14.52 平方公里。 ● 以 google earth 尋找「屏東大潮州人工湖」，並觀賞「【水耗竭】枯水期缺水有妙招 大潮州人工湖藏水於土 / 蘋果日報」影片 (https://www.youtube.com/watch?v=a1m2A2XbLAY) ● 結論：水庫能提供蓄水，讓人們擁有潔淨的水使用。地下水庫的核心關鍵是讓土地去水泥化、涵養水資源，保留地下水後，等到大乾旱就能夠抽取地下水來當救命水。
------	---

	【活動五】水都去哪了 10’ - 分組討論，為什麼臺灣降雨量豐沛也有許多水庫，但是仍常在缺水呢？ 答：雨季不均、地勢陡峭留不住水、耗水產業、水庫淤積嚴重 - 觀看影片：全台水庫"沙"很大! 霧社最嚴重 1’48 https://www.youtube.com/watch?v=PYPYQHjQ1Y - 台灣水庫淤積嚴重 學者籲跨部會整合解決 3’50 https://www.youtube.com/watch?v=lvawmHAaYsk - 結論：電、油、水，支撐國家工業轉型的力量，缺水會造成龐大經濟損失。 【活動六】水的資源回收 20’ - 觀賞「借鏡星國 汙水淨化再利用 再生水 為臺灣注入新活水」11’43 部份片段，了解污水處理帶來的商機。 https://www.youtube.com/watch?v=SBKqpNC5n18，國內首座萬噸級再生水廠-高雄鳳山廠宣傳片 https://www.youtube.com/watch?v=BCzLFFBIvWY； - 介紹臺灣目前的污水處理廠，以及鳳山再生水價格每度為 18.8 元和自來水價格每度約 4 元。 介紹「水質簡易測定器」。 - 結論：水庫與水資源的重要性 【活動七】海綿城市 20’ - 觀賞「廣設雨撲滿柯 P: 打造台北成「海綿城市」/民視新聞」2’03，了解污水處理帶來的商機。https://www.youtube.com/watch?v=YjcJmTeZ0gM - 觀賞「海綿城市萬靈丹？ 決戰 78 毫米防線《57 爆新聞》精選篇」（約 3’43-5’15 的片段） https://www.youtube.com/watch?v=tCwSoZ1-HfY - 介紹海綿城市：鹿特丹（投影片） 參考資料：https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5082863 - 結論：了解海綿城市的各種特色，並思考融入「海綿城市」特色於社區中的可能性。
綜合活動	【活動八】珍惜水資源 - 介紹非洲青年企業家發明的省水工具「乾洗澡」。 - 觀看全球水資源危機影片 http://waterday.e-info.org.tw/water-video.html?start=8 從影片中了解除了有形節水行為外，在生活當中也可以減少消費、減少碳足跡也是一種節水的行為。
學習成效評估方法	- 腦力大考驗、節水 36 計海報製作 - 如果我是企業家，我可以……

教案二：「綠能水與電~潔淨能源的流轉」課程設計

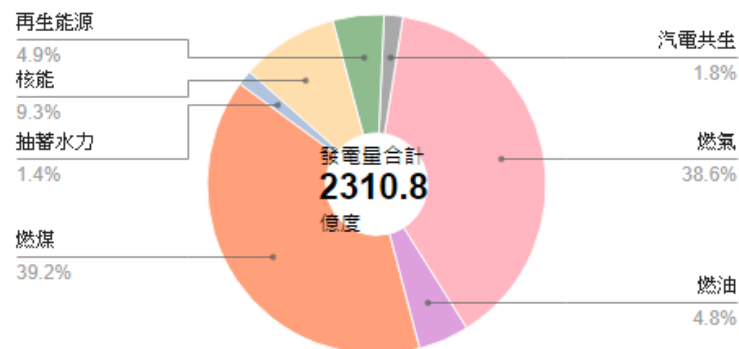
課程名稱	綠能水與電~潔淨能源的流轉		課程指導	汪靜明、徐榮崇
			課程設計	游鴻池、蔡馨霈
教學目標	認知： 1.能說出人們對不同型態水的利用情形。 2.能認識水力發電的意義與主要過程。 3.能認識調整池式水力電廠的主要建築結構、設施與功能。 情意： 1.能感受到水被利用為能源進行發電的情形，進而說出保護水資源的重要。 2.能理解水力電廠設施與環境之間的兩難問題，並發表個人的看法。 技能： 1.能辨正確指出調整池式水力電廠主要建築結構、設施的名稱。			
課程大綱	1.複習水循環過程，人類在哪些階段取水使用。 2.認識水力發電的過程。 3.以桂山電廠機桂山機組為例，認識調整池式水力電廠的建築結構、設施與功能。 4.討論水力發電廠與環境之間的兩難問題，發表個人看法。 5.對於既存的水力電廠發電，說出如何保護水資源的重要。			
教學時數	2 小時(120mins)	教學對象	成人	
學員人數	20 人	授課講師		
師生比	1:20	教學地點		
引導活動	(一) 重要綠能——水 - 20mins 1. 影片觀賞——The Water Cycle 水循環 (4mins) https://www.youtube.com/watch?v=nFxf2GkPqAA 2. 認識水循環 (1) 觀賞完影片後，教師提問地球上的水大部分儲存在哪裡？ (2) 教師揭示水循環海報  https://vovo2000.com/f/viewtopic-366584.html (3) 隨機發下「降水」、「地面逕流」、「地下逕流」、「蒸發」四張藍色字片，請學員依據影片內容，將字卡擺放至海報上的正確位置。 (4) 請學員判斷生活用水、水力發電所使用的水，是取自於水循的哪個歷程？（將「水利運用」紅色字卡放置海報上）			

3. 台灣的水力發電

(1) 講師請學員觀察「臺灣 106 發電結構圖」，並找出臺灣目前的發電量以哪兩項為最大宗？第三名、第四名分別為何者？

A：第一名：燃煤發電
第二名：燃氣發電
第三名：核能發電
第四名：再生能源發電

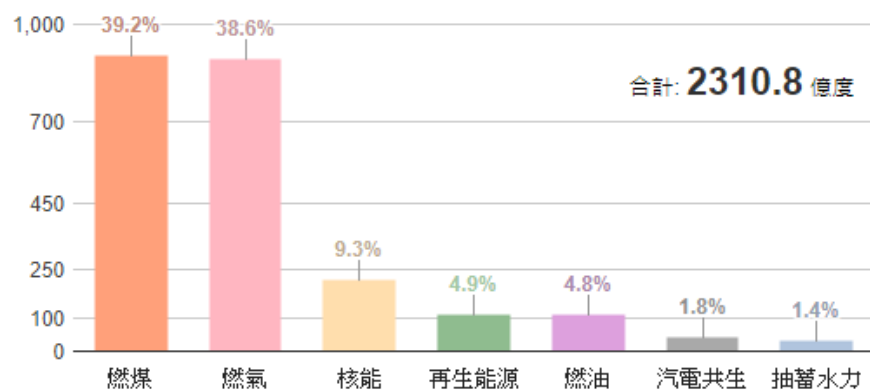
106年發電量結構



▲ 臺灣 106 發電量結構(取自於台灣電力公司官網)

(2) 「水」這項能源，發電佔比是所有發電中最低的，年發電量約 32.35 億度，僅只有總發電量的 1.4%。

106年各能源別發電量



▲ 臺灣 106 各能源發電量(取自於台灣電力公司官網)

發展活動

一、水力發電的原理與種類- 20mins

1. 影片欣賞 - 台灣最主要自產能源：水力發電知多少
<https://www.youtube.com/watch?v=aObBU2pXlg4>

2. 水力發電的原理

- (1) 利用水位的落差，配合水輪發電機產生電力，也就是利用水的位能轉為水輪的機械能，再以機械能推動發電機，而得到電力。
- (2) 水力開發的必要條件是「落差」與「流量」。在河流上游適當的地方建築一座水壩，攔阻河水，抬高水位或使水流順著輸水管路送到下游的水力發電廠取得落差，以推動廠內的水輪發電機，使天然的水力轉變成電力。
- (3) 以水位落差的天然條件，有效的利用流體工程及機械物理，精密搭配以達到最高的發電量，提供廉價又無污染的電力。

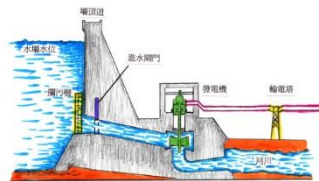


3. 臺灣的水力發電條件

- (1) 將水位提高來沖水輪機，或者是提高流量，則水輪機轉速增加。水位差愈大、流量越多則水輪機所得動能愈大，可轉換之電能愈高。
- (2) 臺灣降雨豐沛，地勢高聳，河床坡陡，河川高度落差大，相當有利於水力發電。早年發電以水力為主，民國四十年以前水力發電，占總發電量 90% 以上。
- (3) 台灣河川的流量深受降雨量的影響，而臺灣降雨量季節性變化大，因此河川流量在不同季節的變化非常明顯，因此台灣必須建築水庫以調節洪、枯水量。

4. 水力發電的種類：

- (1) 水力發電主要組成：主要由擋水建築物（壩）、洩洪建築物（溢洪道或閘）、引水建築物（引水渠或隧道，包括調壓井）及電站廠房（包括尾水渠、升壓站）四大部分組成。

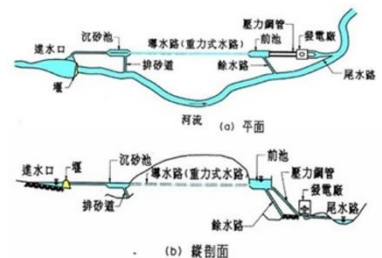


(2) 慣常式水力發電

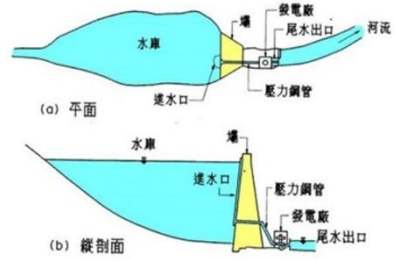
A. 川流式：僅需要少量的

水或不需儲存大量的水來進行發電，幾乎完全不需要水的儲存，或僅需要興建極小的儲水設施，稱為調整池或是前池。由於沒有大型儲水設施，川流式發電對於

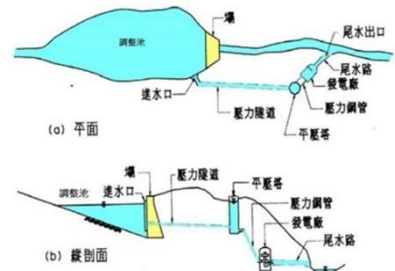
引用水源的季節性水量變化十分敏感，因此川流式發電廠通常被定義為間歇性的電力來源。



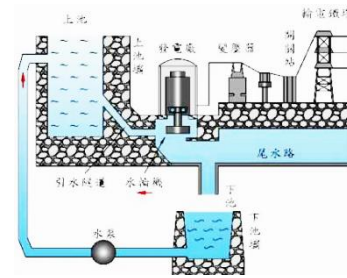
B. 水庫式：以堤壩儲水形成水庫，其最大輸出功率由水庫容積及出水位置與水面高度差距決定。此高度差稱為揚程又叫落差或水頭，而水的勢能與揚程成正比。(例如：翡翠發電廠、石門發電廠、德基發電廠)



C. 調整池式：在河川上游興建一座閘門控制式水壩，水流遭到攔截後形成湖泊，這座湖泊便被稱為調整池，再透過水壩旁的取水口，將水流導入水力發電廠中進行發電。同時擁有川流式水力發電不須興建大型水壩的特點，以及水庫式水力發電擁有蓄水功能的特點，是兩種水力發電形式的結合類型。



(3) 抽蓄式水力發電：是一種儲能方式，但並不是能量來源。當電力需求低時，多出的電力產能繼續發電，推動電泵將水泵至高位儲存，到電力需求高時，便以高位的水作發電之用。此法可以改善發電機組的使用率，在商業上非常重要。



二、認識調整池式水力發電「桂山水力發電廠」- 30 mins

1. 桂山水力發電廠小檔案

- 1975 年成力。
- 位於臺灣新北市新店區，鄰近臺北翡翠水庫管理局。
- 管轄新北市新店溪水系流域境內及新竹縣竹東鎮共 5 處發電廠。
- 機組：烏來、桂山、粗坑、翡翠、軟橋。
- 屬於調整池式水力發電廠。

2. 活動——認識發電廠結構

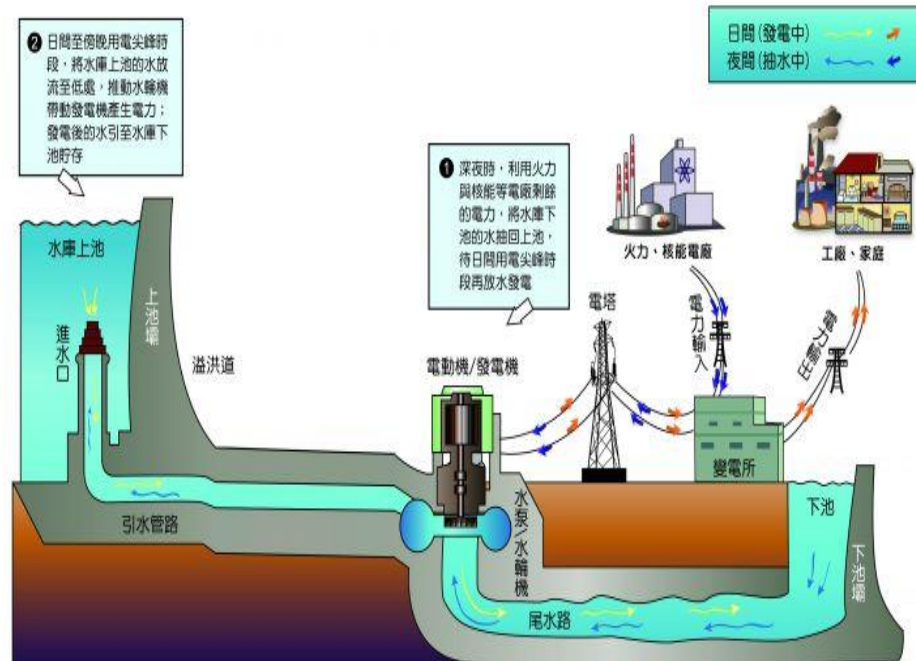
- (1) 將學員分為 4 組，各組發下發電廠各結構設施之圖卡。
- (2) 請學員先「盲排」判斷發電廠結構的順序。
- (3) 教師巡視各組答案，將各組答案投影至布幕，觀摩他組



答案。

- (4) 請學員將圖卡翻至背面，閱讀結構說明。
- (5) 各組閱讀並討論，調整圖卡排序。
- (6) 教師再次巡視各組答案，並將調整後答案投影至布幕。
- (7) 教師公布答案，並給予全對小組獎勵紀念品。

3. 解說調整池式水力發電廠之結構。



三、水力發電的特質及重要性 – 20mins

1. 水力發電的特質：不斷循環、不枯竭、低汙染、可蓄電的特性，是極重要的綠色再生能源。
2. 影片欣賞
明潭抽蓄式水力發電
https://www.youtube.com/watch?v=mx5O45IYV_g
水力抽蓄發電非綠能 重點在「儲能」！
<https://www.youtube.com/watch?v=yro0dxbBbRY>
水力發電真環保！多餘電力不浪費
<https://www.facebook.com/Newsbreath/videos/752463168297907/>
3. 水資源的重要
獨立特派員 408 集 (再見青山)
<https://www.youtube.com/watch?v=aObBU2pXlg4>



一、

二、水力發電的發展性 – 20 mins

1. 水力發電的優點

- (1) 可以重複使用且取之不盡。
- (2) 單位成本低。
- (3) 水能轉換成電能的效率高(90%)。
- (4) 不會造成空氣污染。
- (5) 修建水庫可防洪、發電，改善水的供應與管理。

2. 水力發電的缺點

- (1) 建築費用相當高。
- (2) 淹沒或破壞自然景觀、文化古蹟。
- (3) 在河川土築水壩，會破壞河川的生態、改變生物棲息地，也可能使下游水位降低、來自上游的泥沙減少等。
- (4) 不易找到適合築水壩的地點。
- (5) 巨大的水庫可能引起地表的活動，甚至有可能誘發地震。
- (6) 水庫建成後，因蒸發量大，氣候涼爽穩定，降雨量減少。

3. 影片欣賞 – 建造大壩、炸時開渠！湄公河生態拉警報

<https://news.tvbs.com.tw/fun/781308>

4. 臺灣目前的水力發電設施規劃：

- (1) 慣常新興水力計畫：「先東後西」原則 - 萬里水力
- (2) 小型/微型水力機組：鯉魚潭小水力、湖山水庫小水力、集集攔河堰小水力。

5. 小水力影片欣賞

被浪費的能源 日研發「小水力發電」

<https://news.tvbs.com.tw/world/218701>

小水力發電可期 水利署年底初步盤點

<https://news.tvbs.com.tw/world/954881>

公共電視 我們的島 – 看看台灣小水力發電發展

https://www.youtube.com/watch?v=CGf8NNIXX_0

三、綜合統整 - 10mins

	1. 教師調查學員是否同意發展水力發電。 2. 分別請正反兩方表達同意/不同意的原因與看法。 3. 教師結語： (1) 早期水力發電曾是臺灣發電主力，幾座發電廠年歲超過七十年，仍然穩定運轉，目前台灣水力發電占總發電量的 2.5%，跟其他發電方式相比，成本低廉。 (2) 水力是完全自產能源，也是再生能源發展的一環，台灣有完整綿密的水圳，根據能源局估計，小水力發電的裝置容量，可達 500MW 以上，豐沛水力是隨手可得的資源，卻沒有被妥善運用。 (3) 近年來，各地小水力有復興趨勢，除了台電規劃，民間對小水力電廠也躍躍欲試，自發自用的微型水力，可能是更貼近農民的運用方式。 (4) 再生能源的發展，逐步走向分散而多元的發電方式，每個地方由社區開始，尋找適合發展的能源。
學習成效 評估方法	能展現認真欣賞影片的態度。 能正確回答教師的問題。 能仔細聆聽教師的說明。 能專注觀察周邊景物。
其他	參考資源： 水循環圖 https://vovo2000.com/f/viewtopic-366584.html 臺灣電力股份有限公司 https://www.taipower.com.tw/tc/index.aspx 零污染的能源——台灣河川蘊藏的水力 http://163.23.111.222/yes/ecoedu/energyedu/waterknowledge/low1.htm 水力發電 http://www.vr.ncue.edu.tw/esa/b1013/ch04.pdf 川流式發電 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%9D%E6%B5%81%E5%BC%8F%E7%99%BC%E9%9B%BB TVBS 建造大壩、炸時開渠！ 湄公河生態拉警報 https://news.tvbs.com.tw/fun/781308 公視「我們的島 小水力大創意」 http://ourisland.pts.org.tw/content/%E5%B0%8F%E6%B0%B4%E5%8A%9B-%E5%A4%A7%E5%89%B5%E6%84%8F 公視「獨立特派員 408 集 (再見青山)」 https://www.youtube.com/watch?v=omQKFqtvq4U

教案三：「安全基隆河」課程設計

課程名稱	安全基隆河	課程指導	汪靜明、徐榮崇
		課程設計	徐榮崇
教學目標	認知：1. 洪能了解災形成的原因 2. 能舉出洪災對於基隆河周遭生活環境所造成的影響。 3. 能了解員山子分洪道防洪設施。 情意：能主動關懷所處生活環境有無防洪設施。 技能：能正確下載及安裝「臺北行動防災 APP」。		
課程大綱	1. 洪水造成會對生活會造成哪些影響？ 2. 基隆河員山子防災工程有哪些分洪設施。 3. 能使用「臺北行動防災 APP」觀察周遭天氣變化。		
教學時數	4 小時	教學對象	6-9 年級、成人
學員人數	20 人	授課講師	林映杜、張世遠
師生比	1:20	教學地點	員山子分洪管理中心
引導活動	1. 影片欣賞 (1) 提醒欣賞影片之重點(民國 89 年象神颱風基隆河水患)。 基隆淹死三十五人 安養院佛堂傳意外 http://news.cts.com.tw/cts/society/200011/200011010050647.html#.W6sSPmgzZPY 我們的島第 83 集基隆河救命) https://www.youtube.com/watch?v=JiIfqv76jY (2) 教師藉由基隆河水患的影片觀賞，提問以下問題： 什麼是洪災？洪災是如何形成的？ 在你的印象中，哪些洪災最讓你印象深刻？當時你有什麼感覺？它對你的生活造成了哪些不方便或災害？		
發展活動	1. 洪災是如何形成的(洪災形成教學簡報) 2. 員山子分洪道主要防洪設施說明與討論 (1) 利用員山子分洪道之模型，說明員山子分洪道主要防洪設施_梳子壩、攔河堰及分洪堰。 (2) 討論員山子分洪道對於基隆河防洪所扮演的角色。 3. 如何利用行動載具安裝「經濟部水利署行動水情 APP」、「臺北行動防災 APP」 (1) APP 下載與安裝：安卓系統與蘋果系統的安裝方式。 (2) 說明「經濟部水利署行動水情 APP」、「臺北行動防災 APP」各項功		

	能。 (3) 請學員依序查出雨量資訊及水位資訊等相關天氣變化。 4. 員山子分洪隧道體驗 (1) 說明體驗時的安全注意事項。 (2) 體驗隧道口的偉大工程（走讀員山子分洪隧道）。 (3) 發表體驗心得。
綜合活動	5. 教師統整 教師針對洪災的行程、員山子分洪道主要防洪設施、「經濟部水利署行動水情 APP」、「臺北行動防災 APP」各項功能，進行有獎徵答。
學習成效評估方法	能展現認真欣賞影片的態度。 能正確回答教師的問題。 能仔細聆聽教師的說明。 能專注觀察周邊景物。
其他	

教案四：「超級颱風守衛兵」課程設計

課程名稱	超級颱風守衛兵	課程指導	汪靜明、徐榮崇
		課程設計	陳雅芳、葉慈方
教學目標	認知： 1. 能說出形容『水』的語詞。 2. 能認識台灣過去的重要水患。 3. 能了解目前台灣實施的防洪設施類型。 4. 能了解土石流的成因及預防措施。 情意： 1. 能感受『水能載舟亦能覆舟』的兩面情境。 2. 能體認與水共存才是真正的防洪之道。 技能： 1. 能做出正確的堆沙包方式。 2. 能透過寶特瓶完成簡易雨量計製作。		
課程大綱	1. 以繪本電子書引導，體認與水共存的方式。 2. 民眾居家面臨水患時最基本的防洪措施即為堆沙包，認識堆沙包的正確方式。 3. 土石流是隨著降雨而發生的嚴重災害，面對土石流的威脅，透過簡易雨量計來監控雨量，以做好應變。		
教學時數	2 小時	教學對象	成人
學員人數	20 人	授課講師	
師生比	1:20	教學地點	
引導活動 (10 分)	1. 猜謎遊戲，猜出以下字句描寫的物品。 (1) 用手拿不起，用刀劈不開，煮飯和洗衣，都得請我來。(猜一自然物) (2) 風吹皺面皮，火燒就生氣，利刀切不斷，斧砍無痕跡。(猜一自然物) (3) 一物生得奇，髒了不能洗，越洗越有泥。(猜一自然物) (4) 什麼東西載的動千斤木材卻載不動一粒砂子。(猜一自然物) (5) 小溪裡散步，池塘裡睡覺，江河裡奔跑，海洋裡舞蹈。(猜一自然物) - 以上謎題答案皆是『水』，從謎題可見水的多樣貌。 2. 水的聯想，請寫出和『水』有關的詞句(形容水或水的功用皆可)。 (1) 小組合作寫出詞語並發表。 (2) 可統計各組寫出的數量並給予獎勵。 3. 小結：水很重要，但『水能載舟、亦能覆舟』。水是人類生活的必需，人類生存離不開水，但水也是人類的頭號敵人，太多的水所造成水患對於人類生命財產是一大威脅，到底該如何與水共存呢？		
發展活動	1. 影片欣賞《豆豆族與水妖精(上)(下)》 影片網址： https://www.youtube.com/watch?time_continue=756&v=9UsuYDAMO-Y https://www.youtube.com/watch?time_continue=537&v=N3aa-LsIAKQ 2. 介紹台灣過去曾遭遇的重大洪水災害，感受水患的嚴重性。(呼應影片中所提到的人類與水妖精的三場戰役) (1) 1958年的八七水災，由於中部台中、彰化等地區連續下雨數日，總雨		

量達歷年平均年雨量之半，災害損失影響當時台灣的經濟發展至深。

- (2) 1997年溫妮颱風，造成的洪患雖然不是特別嚴重，但卻造成慘絕人寰的「林肯大郡」災害，奪走28條人命，造成台北市大湖山莊水患，至今大家仍記憶猶新。

- (3) 2009年八八風災，颱風莫拉克侵襲台灣所挾帶破紀錄的降雨量（許多地方2日的降雨量，相當於1整年份的量）。是台灣自1959年八七水災以來最嚴重的水患，期間台灣多處淹水、山崩與土石流。其中以位於高雄縣甲仙鄉小林村小林部落滅村事件最為嚴重，造成474人活埋。

(4) 2015年的蘇迪勒颱風和2016年7月的尼伯特則屬「攔腰颱」

<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160926/956262/>

- 3.以台灣的氣候條件，每到雨季時便有洪水成災的危險，因此各地政府單位無不致力於水患整治，以下介紹目前常見的防洪設施類型。

- (1) 抽水機(站)—能夠吸收區域中過多的內水排放到河道中，減輕區域中淹水的情況。抽水站有較大量的抽水能力，而抽水機有良好的機動性，能隨時改變設置地點。適合建造的流域：上、中、下游。

- (2) 堤防—一般順著河流的方向構築，高於區域地面高度，在暴雨河水量暴增時，能夠抵禦外水的入侵，不適合建造在河流沖刷嚴重、河水不易累積的上游。適合建造的流域：中、下游。

在郊區，堤防大都為土堤，因為土堤需較多的地來興建，而郊區地價較低，而且土堤容易綠化、較美觀。而在市區，由於土地昂貴，且混凝土設施較堅固，所以以防洪牆為主。

風險：興建堤防並不是一勞永逸的方法，原因是堤防把水流聚集在縮小的河道內，會抬高洪水位，讓淹水的風險重新分配至河道上下游其他地方。另一方面水流被約束在兩岸的堤防中間，使水流速度加大，沖刷力增加，尤其在彎道的河岸更顯著，增加了堤防被沖壞的機會。

- (3) 水庫—水庫可預留某些空間儲存洪水，減少下游發生洪患的機會，以保護城鎮、都市的安全。

代價高昂：在台灣興建水庫的成本高昂，水庫容量一般不大，何況水庫給水的功能與防洪衝突。對給水功能而言，水庫平日需儘量蓄滿，以便旱季時放水供下游使用，所以沒有空間可以儲洪，因此水庫不易有太大的防洪功能。例如石門水庫在雨季時（每年5月至10月期間）就有部份防洪的功用，水庫最高蓄水位規定比其它時間還低，以備儲洪水之用。

- (4) 滯洪池—能夠暫時儲存過多的內水，排向河道或滲流變為地下水，降低暴雨對下游低勢地區所帶來的傷害。適合建造的流域：中、下游。

- (5) 攔沙壩—常建設於沖刷嚴重的上游，減少由於上游河水沖刷所夾帶的大量泥沙石礫，除了能減緩河水的流速以降低災害嚴重性，也能減緩河谷的侵蝕作用。適合建造的流域：上、中游。

- (6) 分洪道—在上游溪水暴漲時開啟，能直接在上中游將較大的河水量以自然溢流的方式分流，導引洪水至外海，降低中下游受到的損害。適合建造的流域：上、中游。

- (7) 擋水閘門—能阻止洪水浸入建築，適合安裝於：住家大門、住家後門、

地下室出入口、公司大門、工廠大門、地下室電梯口等位置。

4. 治水新觀念，從不能淹水到不怕淹水。

逕流分擔及出流管制宣導內容。(宣導資料:動畫

<https://www.youtube.com/watch?v=5ACSpueCL9M&feature=youtu.be>)

(1) 透水鋪面

現代的城鄉環境大部分由水泥、瀝青、地磚、金屬等不透水材料所組成，車道、步道、停車場、遊戲場以及廣場常變成不透水的硬質地面，阻絕了雨水滲透入土壤的機會。尤其，現代城鄉環境的公共雨水排水設施經常為密閉不透水的設計，使得雨水直衝河川，無法滲透回大地來滋潤土地，不但不生態，更導致表面逕流大量增加，使得排水管溝無法負荷，甚至造成都是洪水。有鑑於此，為了改善大地的滲透功能，必須進行人造環境的透水化設計，其最具體且簡易的方式即為採用「透水鋪面」的地表鋪設法。

透水性鋪面主要的功能是提高地表入滲率，讓降水滲入地下儲藏，晴天時儲藏的水產生蒸散作用，會帶走地表熱量使城市降溫，減緩都市熱島效應。雨水滲入地表也可減少地面積水，減少人車交通噪音並提升交通安全。此外，若是使用不透水鋪面，雨水雖能暫時將空氣中的塵埃帶到地表，但一旦雨水乾涸後，堆積在地表的灰塵又會再度揚起；若使用透水鋪面，地表上的塵埃會被雨水夾帶滲入鋪面的多孔隙構造中，藉存活在其中的微小生物分解，可以淨化城市。

(2) 綠建築綠屋頂

綠屋頂能減少降雨產生的地表逕流，可減緩都市排水道系統的負荷。國科會氣候變遷團隊的「臺灣氣候變遷科學報告(2011)」說明指出，臺灣夏季雨量將增加百分之 2 至 26%，降雨強度也會增加，故令人擔心未來的防洪管理。又根據成大林憲德教授之前的調查：臺北市已開發區的透水地表面積，只有 16%。而高水泥化而不透水的城市，雨水多無法被植物或是土壤所吸收或滯留，當然容易造成都市雨洪問題。綠屋頂的土壤介質、植物或其他設備，能控制降雨直接進入排水系統的速度，可減少暴雨造成的城市地表逕流量與尖峰流出率，故降低了城市雨排系統的壓力，避免都市雨洪發生機率與規模。

(3) 濕地、窪地的保留

濕地是水與土的緩衝帶，河流經過濕地貯留作為補注地下水，日後再慢慢釋出，就好比森林具有緩和洪水的功能，讓雨水涵養在地層中緩和水的流出。濕地尚可穩定泥沙，調節當地氣候。

5. 以一般民眾而言，當面臨淹水可能時，沙包成為最簡易的防洪措施，但堆沙包的正確技巧應該是如何呢？

(1) 請自願者上台示範堆沙包的方式。

(2) 檢核堆沙包結果。

(3) 介紹堆沙包的兩種建議方式—人字型及磚牆型。

<https://www.youtube.com/watch?v=SktieWj5418>

(4) 再請另一名自願者上台，修正成正確的堆沙包方式。

6. 近幾年來由於氣候變遷造成暴雨情形加劇，往往雨季一來便容易傳出

	土石流災情，到底為什麼會發生土石流呢？ (1) 觀賞土石流影片。 https://www.youtube.com/watch?v=V3CwDGiunDI https://www.youtube.com/watch?v=eVi_ILicGX4 (2) 自製雨量計，透過寶特瓶 15 公分的空間盛接雨水，並在此部份加上刻度，以方便觀測累積雨量，當 24 小時累積降雨量到達 150 公厘(15 公分)警戒值，或上升速率超過每小時 15 公厘時，則需通知附近居民提高警覺注意安全，並即刻疏散至安全避難處所。 自製簡易雨量計步驟—所需材料：寶特瓶(2 公升)、小石頭(數顆)、小刀(或剪刀)、直尺(15 公分)、膠帶 a. 將寶特瓶上部圓弧段切除，方法有二，一是將橡皮筋套在瓶上適當位置，接著拿美工刀或剪刀沿著橡皮筋的位置裁切；或者試試另一較簡單的方法，選擇上半部圓弧段有環狀紋路之寶特瓶，即可輕輕鬆鬆沿著紋路將上半部除去，剪出漂亮又平整的瓶口。 b. 於瓶身中間順直段貼上直尺或布尺，亦可直接量尺刻畫。 c. 底部填入小石頭並加少許水（以不超過刻度 0 為原則）。底部不規則的部份(約 6 公分以下處)的填充材料，以方便取得且能增加重量為原則，抵抗風力避免傾倒，如小石頭、彈珠、石膏、水泥、沙子及蠟等。 d. 完成簡易雨量筒，於下雨時觀測累積雨量
綜合活動	教師統整 (1) 台灣的降雨型態在雨季來臨時容易造成水患，因此如何治水防洪是重要課題，過去除了積極投入經費進行治水設施的建設與改善，試圖打造一座不淹水的城市，但面臨氣候變遷的嚴峻考驗，只能調整治水方式，從不能淹水到不怕淹水，找出與水共存的模式，才是真正的治水之道。 (2) 而對於一般民眾而言，如何做到居家生命財產的保護，透過學習正確堆沙包的方式及簡易雨量計的製作，以自身力量保護居家安危。
成效評估方法	能展現認真欣賞影片的態度。 能正確回答教師的問題。能仔細聆聽教師的說明。
參考	網站：水環境 O2O 教育 http://water.caece.net/ 泛科學 https://pansci.asia/ 期刊：台灣的洪水災害，地球科學園地・第 7 期・1998 年 7 月，郭振泰・台灣大學土木工程學系 http://web.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/esf/magazine/980902.htm 水利署網頁說明 https://www.wra.gov.tw/6950/7169/114910/114911/114917/

教案五：「棲地生態檢核與公民環境教育參與」課程設計

課程名稱	棲地生態檢核與公民環境教育參與		課程指導	汪靜明、徐榮崇
			課程設計	張璦文、陳季鈴
教學目標	認知：能知道快速棲地生態評估方法（RHEEP）。 情意：能體認棲地生態保育的重要性並採取公民行動。 技能：能操作快速棲地生態評估表			
課程大綱	活動一【認識快速棲地生態評估方法（RHEEP）】 活動二【操作快速棲地生態評估法】 活動三【棲地生態保育公民行動】			
教學時數	2 小時	教學對象	成人	
學員人數	20 人	授課講師		
師生比	1:20	教學地點		
引導活動	1.影片欣賞和討論 科學再發現 台灣水生昆蟲-民視新聞 https://www.youtube.com/watch?v=6loyN4bRDgI (1) 提醒欣賞影片之重點。 (2) 播放影片。 (3) 針對影片內容之重點向學生提問。 (4) 小結:利用昆蟲作為指標生物，調查這條流域是否受到汙染，牠們存在與否，種類多少及數量多寡，可作為溪流水質是否遭受汙染的指標。			
發展活動	活動一【認識快速棲地生態評估方法（RHEEP）】 1.介紹快速棲地生態評估方法（RHEEP）係以簡單操作快速完成為原則，實務運用上，主要反映出調查當時河川棲地生態系統狀況，藉以判斷整體河川棲地生態系統可能遭受的影響及其恢復情形。 RHEEP 快速棲地生態評估方法之因數關連概念如圖所示。			
	圖 2.1-1 快速棲地生態評估方法之評估架構圖(汪靜明，2006)			
	2.快速棲地生態評估法（RHEEP）涵括十項評估因子—水域型態多樣性、水流連續性、水質、河岸穩定度、土砂堆積程度、河床穩定度、溪濱護坡植被、溪濱廊道連續性、水生動物豐多度、人為影響程度，			

而其分數系統係參考美國環境保護署之快速生物評估方法 (RBP)，將各因子的狀況由好到差分為四個等級，且各等級皆有清楚量化的評分依據。

3. 「快速棲地生態評估方法」關聯概念對對碰

將「快速棲地生態評估方法」關聯概念字卡加以配對組合。

A.水、B.土、C.林、D.動、E.人

- 1.水域型態多樣性、2.水流連續性、3.水質、4.河岸穩定度、5.土砂堆積程度、
- 6.河床穩定度、7.溪濱護坡植被、8.溪濱廊道連續性、9.水生動物豐多度、10 人為影響程度

參考資料：棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核與河川棲地保育措施，經濟部水利署水利規劃試驗所，2012

http://trrn.wra.gov.tw/trrn_file/static/upload/download/148fd87efbb00000bd91.pdf

活動二【操作快速棲地生態評估表】

1.說明各評估因子依其具體量化的評估準則分為四個等級，各評估因子等級內涵說明如下：

優：大致維持自然狀態。

良：部分遭受干擾，但仍能維持其自然生態功能。

差：部分遭受干擾，且部分自然生態功能有所減損。

劣：遭受嚴重干擾，自然生態功能遭到破壞。

評估因子	棲地品質類別			
	優(10)	良(6)	差(3)	劣(1)
水域型態多樣性	溪流、澗流、深潭、岸邊緩流等5種型態中，出現超過半種以上的水域型態。	溪流、澗流、深潭、岸邊緩流等5種型態中，只出現3種不同的水域型態。	溪流、澗流、深潭、岸邊緩流等5種型態中，只出現2種不同的水域型態。	溪流、澗流、深潭、岸邊緩流等5種中，只出現1種水域型態。
水域廊道連續性	河道內之常流水區域仍維持自然狀態。	河道內之常流水區域部分受到工程影響，但上下游之連續性未遭受阻斷，且主流河道型態未穩定狀態。	河道內之常流水區域受到工程影響，其上下游之連續性未遭受阻斷，但主流河道型態未穩定狀態，或有落差超過2公尺以上之跌水。	河道內之常流水區域受工程影響，上下游之連續性遭阻斷，水流被導入涵洞管渠等人工構造物，或轉為地底溪流。
水質	水色、溫度、味道、水溫、優養情形等水質指標皆無異常，且河道內有多處具曝氣作用之跌水。	水色、溫度、味道、水溫、優養情形等水質指標皆無異常，但河道流速較慢且坡度較為平緩。	水色、溫度、味道、水溫、優養情形等水質指標有一項出現異常。	水色、溫度、味道、水溫、優養情形等水質指標有超過一項出現異常。
河床穩定度	超過75%的河床其型態已達穩定狀況，且底質組成多樣，有漂流水、卵石、沙洲植被等多種棲地可供水生生物利用。	有75%-50%的河床其型態已達穩定狀況，底質組成多樣，但部分底質，則未為棲地所生成，尚未能為水生生物利用。	僅50%-25%的河床其型態已達穩定狀況，部分河床底質組成於洪水事件中將明顯受到影響。	少於25%的河床其型態已達穩定狀況，大部分河床底質組成於洪水事件中將明顯受到影響。
底質多樣性	在目標河段內，河床底質（漂石、圓石、卵石、礫石等）被細沉積物土覆蓋之面積比例小於25%。	在目標河段內，河床底質（漂石、圓石、卵石、礫石等）被細沉積物土覆蓋之面積比例介於25%-50%。	在目標河段內，河床底質（漂石、圓石、卵石、礫石等）被細沉積物土覆蓋之面積比例介於50%-75%。	在目標河段內，河床底質（漂石、圓石、卵石、礫石等）被細沉積物土覆蓋之面積比例大於75%。
河岸穩定度	河岸穩定，由自然崩壁、穩定石塊或完整河岸林所組成，僅小於5%的河岸會受到冲刷干涸。	河岸中度穩定，多為礫石與土壤附結，僅5%-30%的河岸會受到冲刷干涸；或河岸雖穩定，但為人工構造物。	河岸中度不穩定，多為土壤，30%-60%的河岸會受到冲刷的影響。	河岸極不穩定，多為碎石，土壤鬆散的坡面所組成，超過60%的河岸會受到冲刷的影響，於洪水事件中，邊坡有崩落之可能。
溪濱廊道連續性	溪濱廊道仍維持自然狀態。	溪濱廊道內有人工構造物或其他護岸及植栽工程，但僅小於30%的廊道連續性遭阻斷。	溪濱廊道內有人工構造物或其他護岸及植栽工程，30%-60%的廊道連續性遭阻斷。	大於60%之溪濱廊道連續性遭人工構造物所阻斷。
溪濱護坡植被	超過80%的河岸及溪濱廊道區域為植物所覆蓋，植被以天然林為主，沒有明顯的人為干擾。	80%-50%的河岸及溪濱廊道區域為植物所覆蓋，但植被為工程規劃之人工造林，有些許的人為活動，但不影響植物的生長。	50%-30%的河岸及溪濱廊道區域為植物所覆蓋，有明顯的人為干擾活動；河岸植被以草本植物為主，偶有喬木或竹叢。	少於30%的河岸及溪濱廊道區域為植物所覆蓋；河岸植被以草本植物為主，有高度的人為開發活動。
水生動物豐多度	計畫區內，水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、魚類、兩棲類、爬蟲類等指標物種出現三類以上，且皆為原生種。	計畫區內，水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、魚類、兩棲類、爬蟲類等指標物種出現三類以上，但部分為外來種。	計畫區內，水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、魚類、兩棲類、爬蟲類等指標物種僅出現二至三類，部分為外來種。	計畫區內，水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、魚類、兩棲類、爬蟲類等指標物種僅出現一類或都沒有出現。
人為影響程度	計畫區內所有對河川生態系統有潛在影響之人為干擾因素，皆已納入工程內容考量，上游區域亦無任何潛在危險因子。	計畫區內所有對河川生態系統有潛在影響之人為干擾因素，皆已納入工程內容考量，但上游區域內仍有未來可能間接影響計畫區內棲地生態之潛在危險因子。	計畫區內所有對河川生態系統有潛在影響之人為干擾因素，皆已納入工程內容考量，未來可能直接影響計畫區內棲地生態。	計畫區內所有對河川生態系統有潛在影響之人為干擾因素，皆已納入工程內容考量，且於短期內有直接影響計畫區內棲地生態之可能。

資料來源：江靜明 2010：石門水庫上游集水區保育治理之生態品質評估，行政院農委會水保局。

江靜明 2011：七家潭溪一覽欄欄體及棲地改善工程計畫-生態檢核評估及保育措施計畫，臺灣客家國家公園管理處。

江靜明 2012：棲地生態資訊整合應用於水利工程生態檢核與河川棲地保育措施計畫，經濟部水利署水利規劃試驗所。

2.在二種模擬的情境布置中，分組加以觀察，填寫水棲地評估表。

(1)第一種情境「水質」：

- 1.水色——直接由肉眼觀察原水是否具有任何顏色。
- 2.濁度——直接由肉眼觀察原水的混濁程度，是否能透視至底床或下層水體。
- 3.味道——直接判斷原水是否有任何異味。
- 4.水溫——直接由皮膚感覺原水是否有比周界環境水溫偏高。
- 5.優養——直接由肉眼觀察水中是否有藻類大量繁殖且致使水色混濁或上下水層翻轉之現象。

6.溶氧—直接由肉眼觀察行水區內是否有連續跌水等大量曝氣。
 (2)第二種情境「水生動物豐多度」
 觀察魚類、水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、兩棲類及爬蟲類等
 指標生物出現的種類填寫水棲地評估表。

水棲地評估表

評估因子	棲地品質類別			
	優	良	差	劣
水質(水質、濁度、味道、水溫、優養)				
水生動物豐多度(魚類、水棲昆蟲、底棲大型無脊椎動物、兩棲類、爬蟲類)				

活動三、【棲地生態保育公民行動】

1.觀賞影片

環團抗議台中南勢溪工程危害溪蟹棲地
<https://news.pts.org.tw/article/391486>

2.根據活動二調查填寫結果，探討原因並提出可能的改善行動。

綜合活動

教師統整

水利署應用棲地生態檢測機制已有多年經驗和成效透過簡單明確的檢核方式，能快速評估棲地環境。將此檢核方式與公民參與相結合，透過環境教育內涵的推動發展，進一步整合政府與民間的互動。

學習成效
評估方法

能展現認真欣賞影片的態度。

能正確回答教師的問題。

能仔細聆聽教師的說明。

能專注觀察周邊景物。

其他

科學再發現 台灣水生昆蟲-民視新聞

<https://www.youtube.com/watch?v=6loyN4bRDgI>

臺灣河川復育網 <http://trrn.wra.gov.tw/web/intro.html>

臺灣區域重點河川示範水利工程之生態檢核網路版操作
http://trrn.wra.gov.tw/trrn_file/static/upload/download/149a756cbff00000b0f9.pdf

環團抗議台中南勢溪工程危害溪蟹棲地
<https://news.pts.org.tw/article/391486>