

An aerial photograph of a lake with a stone bank barrier. The barrier consists of large, rectangular stone blocks arranged in a line. The water is a deep blue-green color, and the surrounding land is a lighter green. The image is overlaid with large, semi-transparent geometric shapes in shades of green and blue, creating a modern, abstract design.

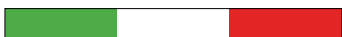
SIRIVE[®]

bank barrier

Allarghiamo le sponde dei laghi
Widening the lakes banks

Brevetto Italia N. 102018000002935 del 22/02/2018
Italian Patent Nr. 102018000002935 of 22/02/2018

Made in Italy



La tecnica della Barriera Spondale Sirive®

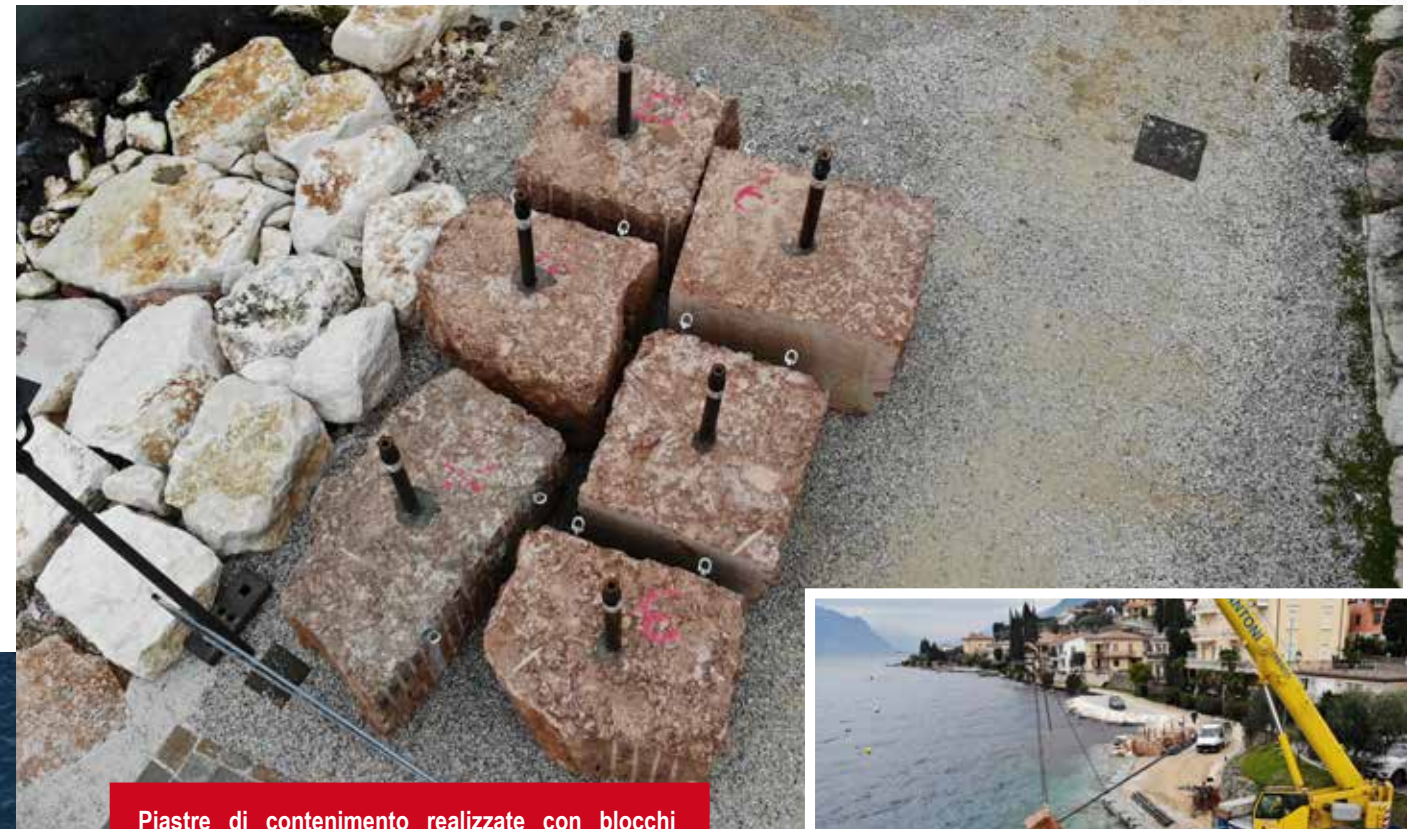
L'area dei laghi prealpini, tra le più note a livello turistico in Italia e nel mondo, evidenzia da sempre la necessità di maggiori superfici di suolo utilizzabili lungo le coste per attività di vario genere, dalle spiaggette turistiche alle piste ciclopedonali ai plateatici per ristoranti e alberghi.

La **Barriera Spondale Sirive®** è la **soluzione tecnologica brevettata Sirive®** per la **protezione e l'estensione delle coste dei laghi**, che permette di realizzare rilevati e scogliere su fondali con pendenze anche elevate e **lavorando completamente da terraferma**, superando così i problemi tecnici, ambientali e di sicurezza dei sistemi tradizionali quali rilevati in terra, scogliere, pali e palancole, difficilmente impiegabili in contesti con fondali rocciosi e con pendenze elevate.

La tecnica consiste nel realizzare una barriera di contenimento costituita da **massi ciclopici** posizionati all'interno del lago a formare una sorta di "catino", collegati tramite degli ancoraggi di prolunga a un cordolo ancorato in terraferma con micropali e ancoraggi. Gli ancoraggi e i massi ciclopici vengono posizionati nel lago e collegati al cordolo sollevando le strutture con un'**autogru da terra, evitando di lavorare da lago con pontone**, perforatrici e sub. La barriera così realizzata viene riempita con una scogliera di massi, ghiaia e sabbia, **recuperando superficie al lago**.



Barriera spondale Sirive® in costruzione in località Assenza a Brenzone sul Garda (VR)
Sirive® Bank Barrier under construction in Assenza, Brenzone sul Garda (Verona, Italy)



Piastre di contenimento realizzate con blocchi ciclopici in marmo rosso di Asiago
Basin plates made with massive stones in red Asiago marble



The Sirive® Bank Barrier technique

The pre-alpine lakes area, one of the best known for tourism in Italy and in the world, has always highlighted the need for larger land surfaces along the coasts, from tourist beaches to cycle and pedestrian paths to stalls for restaurants and hotels.

The **Sirive® Bank Barrier** is our **patented technological solution for the protection and extension of the lake banks**, which allows the creation of embankments and cliffs on lakebeds with even high slopes and **working completely from the bank**, thus overcoming technical, environmental and safety problems of traditional systems such as earth embankments, cliffs, piles and sheet piles, which are difficult to install in contexts with rocky lakebeds and with high slopes.

The technique consists in creating a bank barrier of **massive stone boulders** positioned within the lake to form a sort of 'basin', connected by extension anchors to a concrete beam anchored to the bank with micropiles and anchors. The anchors and massive stone boulders are positioned in the lake and connected to the beam by **lifting the structures with a mobile crane from the lake bank, avoiding working from the lake with pontoon, drill rigs and divers**. The barrier thus created is filled with a cliff of boulders, gravel and sand, **gaining surface to the lake**.



Barriera Spondale Sirive® in località Magugnano a Brenzone sul Garda (VR) per la realizzazione di un tratto della Ciclopista del Lago di Garda (foto durante i lavori e a opera completata)

Sirive® Bank Barrier in Magugnano, Brenzone sul Garda (Verona, Italy) for the construction of a part of the Lake Garda cycle path (photo during and after works)



Una sicurezza per i progettisti con la certezza del risultato

Tutte le tecniche comunemente impiegate risultano di complessa esecuzione quando si deve operare su fondali con pendenze elevate. I rilevati e le scogliere presentano infatti dei limiti intrinseci legati alla pendenza del fondale e all'erosione generata dal moto ondoso:

- Oltre una certa pendenza risulta necessario realizzare un piano di posa per il primo masso della scogliera, o in ogni caso una serie di opere di ritegno al piede quali pali trivellati o infissi, palancole o altre opere particolari in calcestruzzo armato con l'obiettivo di **stabilizzare il piede dell'opera e contrastare la spinta della scogliera**.
- L'operatore e il sommozzatore devono operare alla cieca per realizzare il piano di posa, in quanto le lavorazioni intorbidiscono l'acqua del lago.
- Nella realizzazione dei pali infissi, oltre alle difficoltà operative, **la reale eseguibilità dell'infissione (specie in roccia) è sempre incerta**, così come la resistenza finale del palo posto in opera, data la variabilità della geologia del fondale.

Ma in situazioni di fondale con pendenze elevate, **il primo ad essere in difficoltà è il progettista**, che deve trovare una soluzione compatibile con le norme tecniche e che sia concretamente realizzabile.

La **Barriera Spondale Sirive®** supera queste problematiche, consentendo al progettista di progettare l'opera in modo sicuro e in accordo con le norme tecniche, semplificando il lavoro all'impresa di costruzioni, mantenendo elevati gli standard di **qualità** dell'opera realizzata e di **sicurezza** per tutte le maestranze, che possono operare **in velocità direttamente dalla terraferma**.

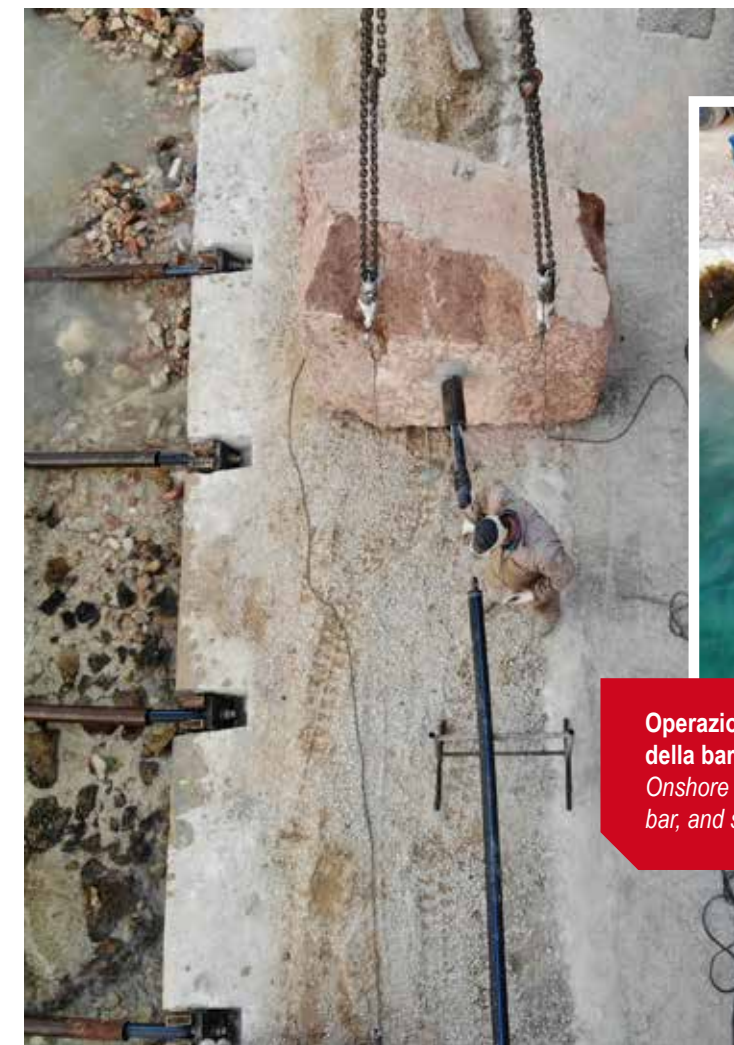
A security for designers with the certainty of result

All the commonly used techniques are complex to perform on lakebeds with high slopes. Embankments and cliffs in fact have intrinsic limits based on the slope inclination and the erosion generated by the waves:

- Beyond a certain slope a laying surface for the first boulder of the cliff must be created, or in any case a series of retaining works at the foot such as bored or driven piles, sheet piles or other specific works in reinforced concrete to **stabilize the foot and resist the thrust of the cliff**.
- The operator and the diver must work blindly to create the laying surface, as the processes cloud the lake water.
- In the execution of the driven piles, in addition to the operational complications, the **real feasibility of the driving (especially in rock) is always uncertain**, as well as the final strength of cast-in-situ pile, given the variability of the geology of the lakebed.

But in situations of lakebed with high slopes, **the first in trouble is the designer**, who must find a solution compatible with the technical standards and actually achievable.

The **Sirive® Bank Barrier** overcomes these problems, allowing the designer to verify the work in accordance with the technical standards, simplifying the job of construction companies, maintaining **high standards of quality and safety** for all workers, who can operate **rapidly and directly from the bank**.



Operazioni di preparazione in terraferma della piastra di contenimento e della barra di prolunga, e successiva posa per sollevamento
Onshore preparation operations of the containment plate and the extension bar, and subsequent installation by lifting

Vantaggi

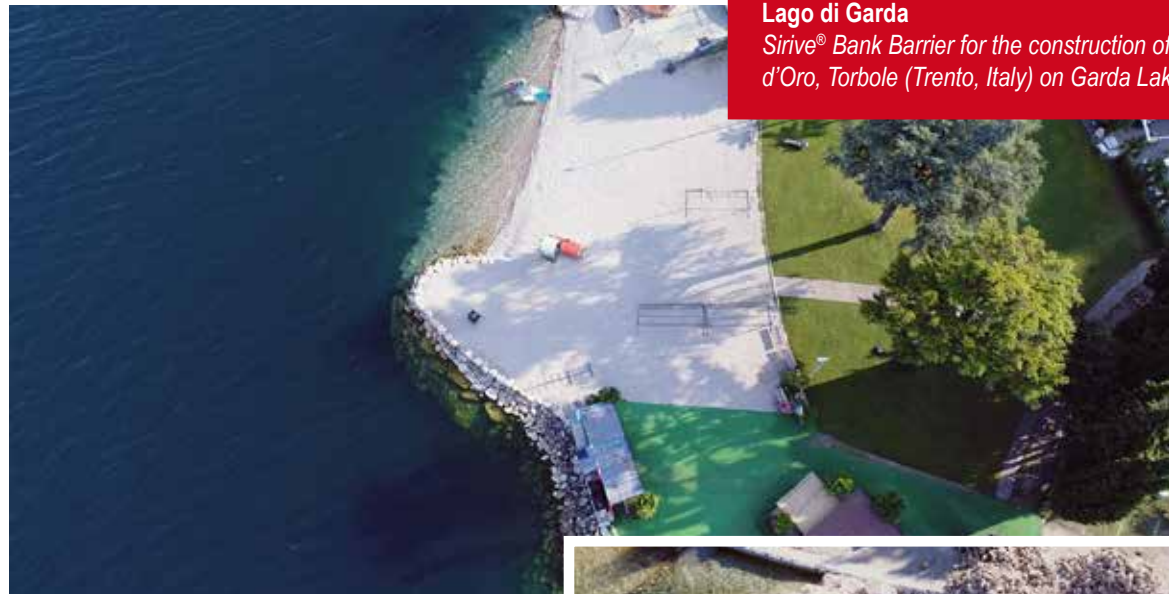
Le tecniche attualmente impiegabili, quali rilevati di terreno, scogliere, pali infissi o trivellati, palancole, presentano numerose difficoltà operative, ambientali e di sicurezza. Ad esempio, se si lavora con scavatori per realizzare un piano di posa, si deve procedere senza visibilità subacquea; con pali infissi, si ha l'incertezza della resistenza all'infissione del fondale; con pali trivellati, c'è la possibilità di inquinare il lago con il getto di calcestruzzo.

La **Barriera Spondale Sirive®** permette invece di realizzare rilevati e scogliere su fondali, operando da terraferma in semplicità e in totale sicurezza, **senza modificare l'assetto ambientale e paesaggistico** della costa: la barriera viene realizzata da terra sotto il minimo livello del lago, evitando inquinamento e impiegando materiali naturali quale pietra e marmo.

Il metodo presenta pertanto le seguenti peculiarità e vantaggi tecnici:

- Offre una risposta completa ai progettisti in accordo con le **NTC 2018** e tutte le normative tecniche vigenti.
- Assicura l'**effettiva realizzabilità** dell'opera e l'efficacia del risultato, operando dalla **terraferma** e semplificando notevolmente tutte le lavorazioni.
- Garantisce una **durabilità** dell'opera **superiore ai 100 anni**.
- Tutela la **sicurezza degli operatori** nella fase di realizzazione dell'opera, senza l'impiego di pontoni e sommozzatori.
- Può essere eseguita anche su fondali con **pendenze molto elevate**.
- Può essere impiegato per costruire un allargamento **in avanzamento per concì**.
- **Limita al minimo la possibilità di inquinamento** del lago, in quanto tutte le principali operazioni vengono eseguite sulla terraferma.
- **Non modifica l'assetto ambientale e paesaggistico del lago**, con barriera realizzata sotto il minimo livello del lago.

Barriera Spondale Sirive® per la realizzazione di un nuovo scivolo di alaggio in località Conca d'Oro a Torbole (TN) sul Lago di Garda
Sirive® Bank Barrier for the construction of a new slipway in Conca d'Oro, Torbole (Trento, Italy) on Garda Lake



Advantages



Sollevamento della piastra e della barra di prolunga e alloggiamento nella cerniera di testata
Plate and extension bar lifting and housing in the head hinges

The techniques currently usable, such as soil embankments, cliffs, driven or drilled piles, sheet piles, present numerous operational, environmental and safety difficulties. For example, if you are working with excavators to create a laying surface, you must proceed without underwater visibility; with driven piles, the driving resistance of the lakebed is uncertain; with bored piles, the concrete casting may pollute the lake water.

On the other hand, the **Sirive® Bank Barrier** allows the creation of embankments and cliffs on lakebed, operating easily from the bank in total security, **avoiding environmental and landscape alteration of the coast**: the barrier is assembled from the bank below the minimum level of the lake, preventing pollution and using natural materials such as stone and marble.

Therefore, the method presents the following technical advantages and key-notes:

- Offers a complete answer to designers in accordance with the main current **international technical standards**.
- Ensures the **real feasibility** of the work and the effectiveness of the result, **operating from the bank** and simplifying the whole execution process.
- Guarantees a minimum **durability** of the work **>100 years**.
- **Protects the operator's security** in the construction phase, without the use of floating platforms and divers.
- Can be performed on **very steep slopes**.
- Can be used to build the advancing bank **step-by-step**.
- **Minimizes the possible lake pollution**, as all major operations are performed on the bank.
- **Does not alter the lake environment and landscape**, with a barrier built below the minimum level of the lake.

Elementi del sistema e principio di funzionamento

La Barriera Spondale Sirive® è costituita dai seguenti elementi:

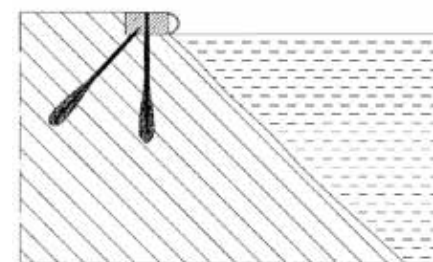
- **Fondazione con micropali e ancoraggi passivi:** rappresenta l'elemento di collegamento della struttura al terreno resistente profondo lato terraferma. È costituita da un cordolo in c.a. su micropali e ancoraggi autoperforanti Sirive® protetti contro la corrosione con durabilità standard >100 anni. La durabilità può essere ulteriormente maggiorata con l'impiego di autoperforanti in acciaio inossidabile o dielettrici.
- **Barre di prolunga:** rappresentano gli elementi di collegamento tra il cordolo ancorato in terraferma e le piastre di contenimento. Sono rappresentate da barre in acciaio passive protette contro la corrosione da un tubo in HDPE preiniettato in stabilimento con malta ad alta resistenza. All'esterno del tubo in HDPE è installato un tubo in acciaio con la funzione di protezione del tubo in HDPE durante la costruzione del rilevato e della scogliera.
- **Piastre di contenimento:** sono gli elementi posizionati sul fondale del lago che costituiscono il vero e proprio "catino" di contenimento del nuovo rilevato. Possono essere costituite da elementi in calcestruzzo o da massi ciclopici in marmo per la massima integrazione ambientale. Il collegamento tra piastra e barra di prolunga avviene tramite cementazione con malta tixotropica e uno speciale manicotto di giunzione. Su richiesta, tutto il sistema può essere dielettrico per la massima durabilità possibile.
- **Cerniera di ancoraggio:** il collegamento tra le barre di prolunga e il cordolo in calcestruzzo avviene tramite una testata speciale realizzata all'interno di una nicchia creata nel cordolo, da cementare a posa ultimata. La nicchia consente il passaggio della barra di ancoraggio tramite un'apposita feritoia; è chiusa da una piastra con sede convessa e un dado di bloccaggio sferico. Il sistema consente la rotazione a cerniera per la posa in opera della barriera lavorando da terraferma. A lavori ultimati si procede alla cementazione della testata.

Elements of the system and operating principle

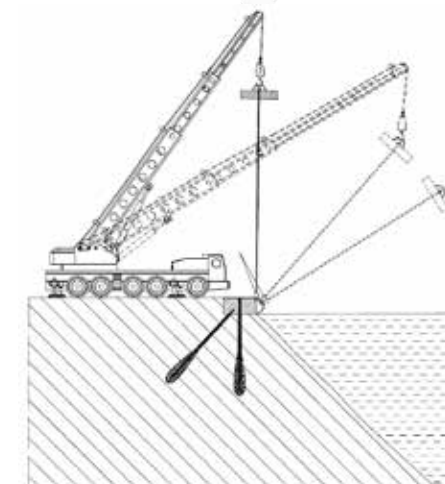
The Sirive® Bank Barrier consists of the following elements:

- **Micropiles and passive anchors foundation:** this guarantees the structure connection to the deep resistant soil on the bank side. It consists of a reinforced concrete beam based on Sirive® self-drilling micropiles and anchors protected against corrosion with standard durability >100 years. Durability can be further increased with the use of self-drilling stainless steel or dielectric anchors.
- **Extension bars:** they represent the connecting elements between the beam anchored to the bank and the basin plates. They are passive steel bars protected against corrosion by a HDPE tube pre-injected in factory with high-strength mortar. A steel pipe is installed outside the HDPE tube with the function of protecting the HDPE tube during the construction of the embankment and the cliff.
- **Basin plates:** they are positioned on the bottom of the lake and represent the real "basin" of the new embankment. They can be made up of concrete elements or massive marble boulders for the best environmental integration. A special joint sleeve cemented with thixotropic mortar represents the connection between the plate and the extension bar. Upon request, the whole system can be dielectric for the maximum durability.
- **Anchor hinge:** the extension bars connect to the concrete beam by a special head inside a niche in the beam, to be cemented after installation. The niche allows the passage of the anchor bar through a special slot; it is closed by a plate with a convex seat and a spherical locking nut. The system allows the hinged rotation of the anchor head and the installation of the barrier working directly from the bank by means of a crane. Once the work is completed, the anchor head is cemented.

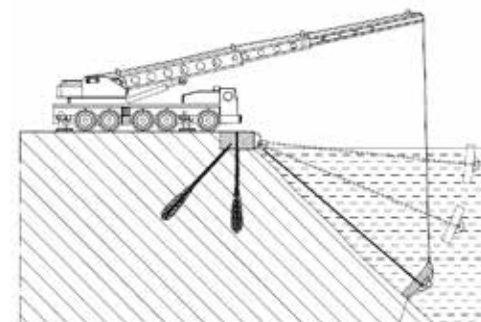
Principali fasi di posa in opera della Barriera Spondale Sirive® / Sirive® Bank Barrier main installation phases



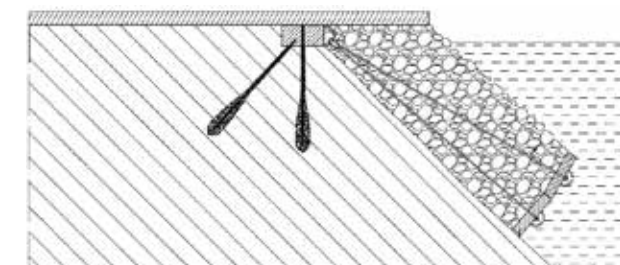
Esecuzione della fondazione con micropali e ancoraggi passivi sulla sponda esistente
Execution of micropile and passive anchor foundation on the existing bank



Preparazione a terra e sollevamento piastre con gru
Preparation on the bank and plate lifting with a crane



Installazione delle piastre in acqua e alloggiamento degli ancoraggi di prolunga nelle cerniere di testa
Plates installation in water and housing of the extension anchors in the head hinges



Riempimento del rilevato con massi posti a scogliera a tergo della barriera
Filling of the embankment with rocks placed on the cliff behind the barrier



La **sequenza operativa** prevede dapprima l'esecuzione della fondazione, la preparazione e il trasporto a piè d'opera delle piastre di contenimento con le barre di prolunga tagliate a misura e collegate alle piastre, l'installazione in acqua di piastre e prolunghe mediante sollevamento con gru e l'alloggiamento delle prolunghe nelle cerniere di testata, e infine il riempimento del rilevato con massi posti a scogliera a tergo della barriera così creata. **Il tutto è eseguito da terraferma.**

Il sistema offre la possibilità di **proseguire per concii successivi** salendo con i macchinari sulla porzione di opera realizzata, per una ulteriore estensione della barriera sul lago.

The **operational sequence** first involves the execution of the foundation, the preparation and transport of the basin plates with the extension bars cut to size and connected to the plates, the plates and extensions installation in water by lifting with crane, the housing of the extensions in the head hinges, and finally the filling of the embankment with rocks placed on the cliff behind the barrier thus created. **Everything is carried out from the bank.**

The Sirive® Bank Barrier **can then extend on the lake** with successive segments leaning with the machinery on the cliff just made.

Collaudo e monitoraggio continuo

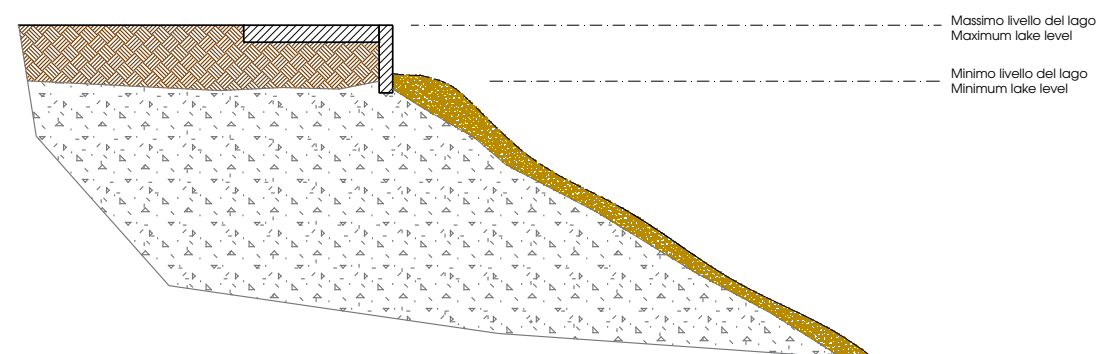
La Barriera Spondale Sirive® è completamente collaudabile in accordo con le NTC 2018, a differenza delle tradizionali scogliere realizzate a gravità:

- **Tirante:** collaudabile in accordo con il §6.6.4 delle NTC 2018 e le Raccomandazioni AGI-AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” del 2012.
- **Micropalo:** collaudabile in accordo con quanto riportato il §6.4.3.7 delle NTC 2018.
- **Connessione tra piastra e barra di prolunga:** la connessione tra la barra di prolunga collegata alla piastra di contenimento è collaudabile mediante prova di sfilamento e test di trazione sul sistema costituito da barra, manicotto e dado di serraggio.

Ad opera ultimata, la Barriera Spondale Sirive® può essere **monitorata e controllata in continuo e in remoto**, anche quando sollecitata dal moto ondoso, tramite celle di carico e il **sistema di fibre ottiche a lettura continua brevettato da Sirive® in collaborazione con il CNR e l'Università di Padova**.

La Barriera Spondale Sirive® è inoltre oggetto di un **progetto di ricerca cofinanziato dal Mise presso il Laboratorio di Ingegneria Idraulica e Marittima dell'Università di Padova** con la partecipazione dei professori Piero Ruol e Luca Martinelli, docenti di Costruzioni marittime e Protezione dei litorali. La Barriera Spondale Sirive® sarà riprodotta in scala per testare eventi di stress meteo-ambientale e i risultati di queste analisi serviranno a validare l'innovatività della tecnica.

Schema pre-intervento / Pre-intervention type section



Servizi

Sirive® supporta con il proprio ufficio tecnico Enti, imprese e progettisti a partire dalla fase di **ideazione del progetto** fino alla redazione della **relazione di calcolo**, fornendo inoltre dettagli esecutivi, voci di capitolato, analisi dei prezzi e la possibilità di un confronto tecnico e commerciale sia in fase **progettuale** sia **operativa di cantiere**.

Testing and continuous monitoring

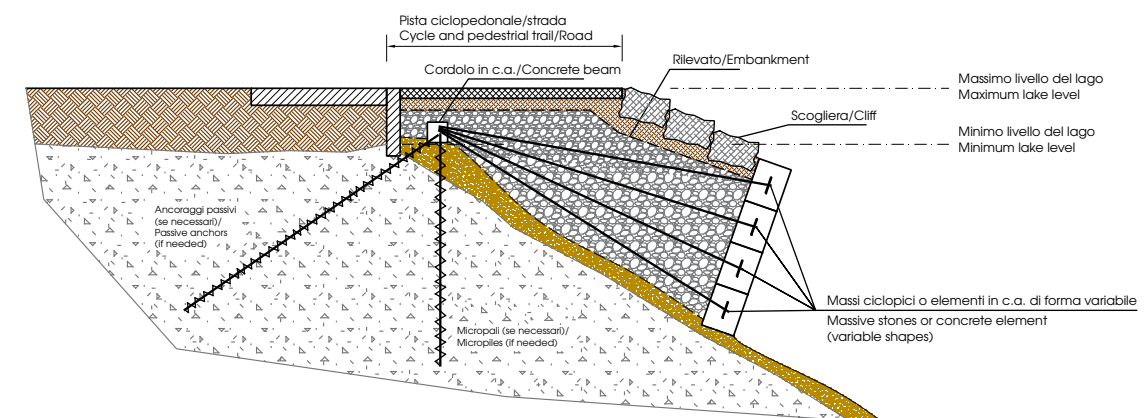
The Sirive® Bank Barrier is completely testable in accordance with the Italian NTC 2018, unlike traditional gravity cliffs:

- **Anchor:** can be tested in accordance with Italian NTC 2018 §6.6.4 and the AGI-AICAP Recommendations “Anchoring in soils and rocks” (2012).
- **Micropile:** can be tested in accordance with Italian NTC 2018 §6.4.3.7.
- **Plate-extension bar connection:** the connection between the extension bar and the basin plate can be verified by pull-out and tensile testing on the system consisting of bar, coupling sleeve and locking nut.

Once the work is completed, the Sirive® Bank Barrier can be **monitored and controlled continuously and remotely**, even when triggered by the wave motion, by means of load cells and the **continuous optical fiber system patented by Sirive® in collaboration with Italian National Research Council (CNR) and the University of Padua**.

The Sirive® Bank Barrier is also the subject of a **research project co-financed by the Italian Ministry of Economic Development at the Hydraulic and Maritime Engineering Laboratory of the University of Padua** with the participation of professors Piero Ruol and Luca Martinelli, lecturers of Maritime construction and Coastal protection. The Sirive® Bank Barrier will be reproduced in reduced scale to test weather-environmental stress events and the results of these analyses will be used to validate the innovativeness of the technique.

Schema post-intervento / Post-intervention type section



Services

Sirive® supports institutions, companies and designers with its technical office starting from the project **conception phase up to the drafting of the calculation report**, also providing executive details, specifications, price analysis and a technical and commercial evaluation both in **planning** and **operational phase at the construction site**.

SIRIVE[®]

bank barrier

Sirive Srl

Via A. Fogazzaro, 71
36073 Cornedo Vicentino (VI), Italy
Tel. +39 0445 459406
info@sirive.it
www.sirive.it

Sirive[®]:
innovazione, qualità
ed eccellenza,
tutte **Made in Italy**

Sirive[®]:
*innovation, quality
and excellence,
all **Made in Italy***