

L'IMPATTO DELLA GESTIONE DEI SEDIMENTI SUL TURISMO COSTIERO

Palazzo del Turismo, Comune di Riccione – 28 settembre 2019

Impianto per il rimodellamento dei fondali e sua applicazione nel Porto Canale di Cattolica: risultati di un anno di monitoraggio

Prof. Ing. Cesare Saccani (UNIBO)
Ing. Marco Pellegrini, PhD (UNIBO)

Agenda

Impianto per il rimodellamento dei fondali (in breve)

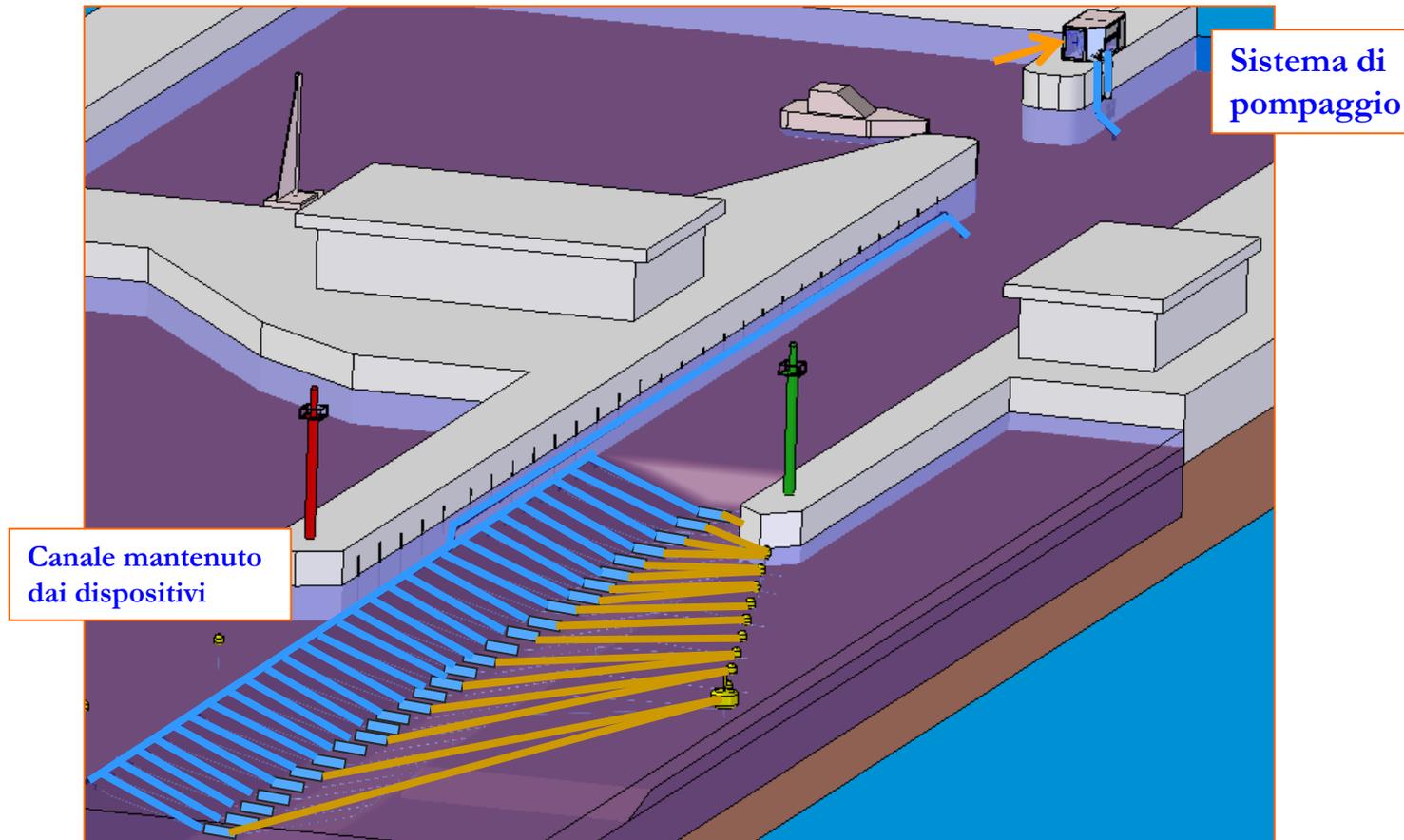
Il progetto CO-EVOLVE: descrizione impianto

Il progetto CO-EVOLVE: il software di gestione

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

La tecnologia: l'eiettore

Esempio di installazione (Riccione 2005)



La tecnologia: l'eiettore

L'eiettore



Il principio di funzionamento dell'eiettore si basa sull'azione combinata di due diverse tipologie di ugelli:

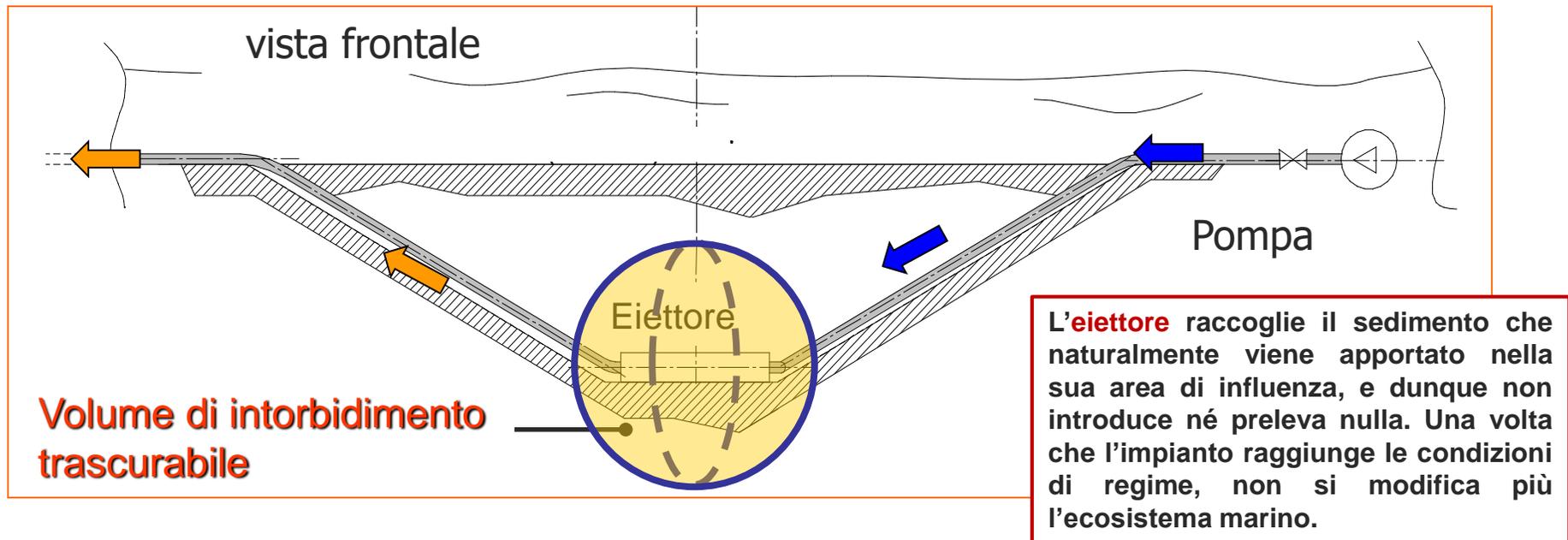
- Ugelli radiali: creano la miscela in sospensione di acqua e sedimento;
- Ugello centrale: sfruttando l'**effetto Venturi**, la miscela acqua-sedimento viene aspirata dall'eiettore e convogliata in una tubazione di scarico.

La tecnologia: l'eiettore

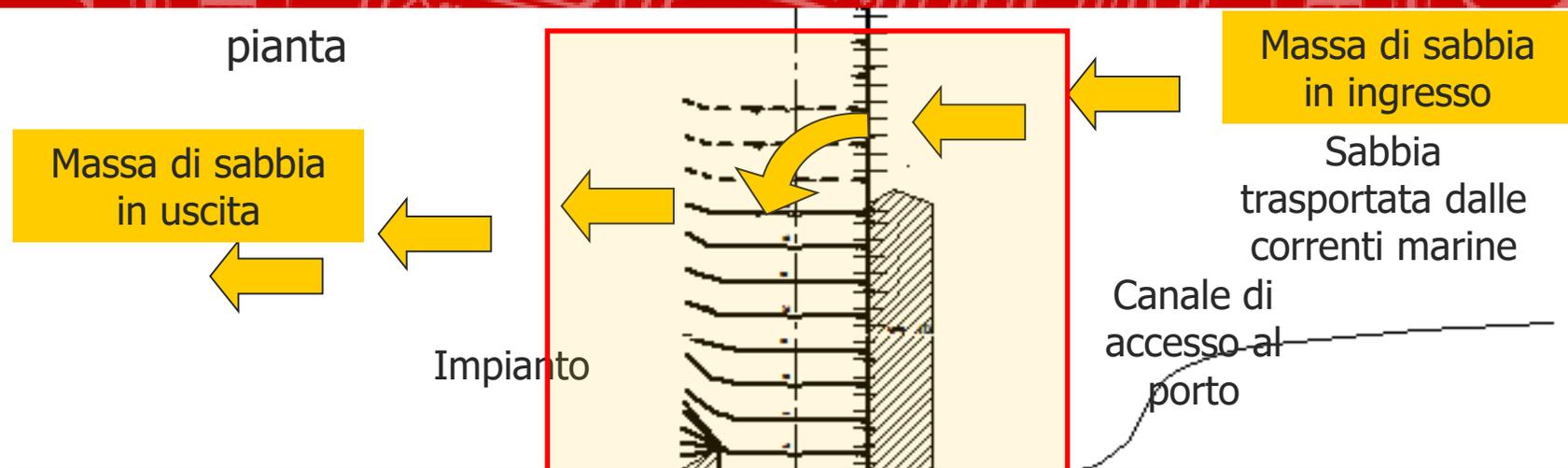
Vincoli di progetto

Progettare un tecnologia in grado di rimodellare e/o mantenere il fondale all'ingresso dei porti ed in grado di:

- ridurre a zero l'impatto ambientale,
- evitare la presenza di organi sottomarini in movimento o alimentati elettricamente;
- evitare l'intorbidimento dell'acqua (diffusione del sedimento in ambiente marino),
- evitare l'intralcio alla navigazione durante il funzionamento,
- integrarsi perfettamente con le attrezzature e la morfologia del porto (boe, moli).



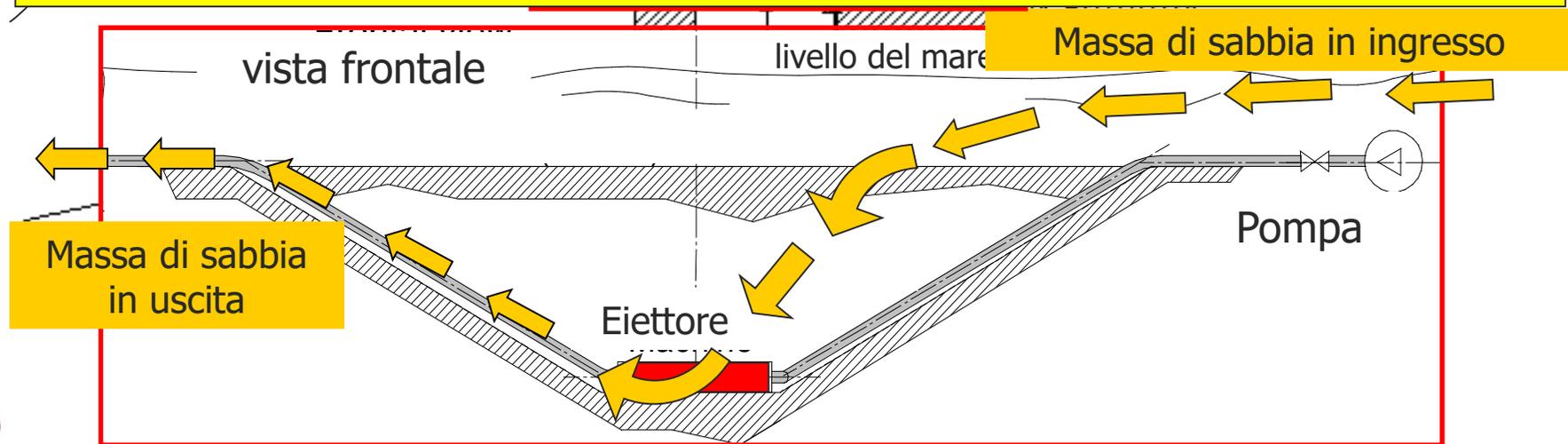
La tecnologia: l'eiettore



Bilancio di massa a regime

Massa di sabbia in ingresso = Massa di sabbia in uscita

NON E' UN DRAGAGGIO, NON E' UN RIPASCIMENTO



Agenda

Impianto per il rimodellamento dei fondali (in breve)

Il progetto CO-EVOLVE: descrizione impianto

Il progetto CO-EVOLVE: il software di gestione

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Il progetto CO-EVOLVE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Il DIN-UNIBO e Trevi partecipano come sub-contractor della Regione Emilia-Romagna al progetto **CO-EVOLVE** «*Promoting the co-evolution of human activities and natural system for the development of sustainable coastal and maritime tourism*», di cui la Regione è partner.

Il progetto ha finanziato la realizzazione di un impianto dimostrativo installato presso il bacino di alaggio del cantiere GAM a Cattolica (Rimini). A differenza delle installazioni realizzate in passato, l'impianto non si trova ad operare in prossimità della bocca di Porto, ma all'interno del Porto Canale (i.e. torrente Tavollo). Il sedimento che l'impianto movimentata è principalmente composto da **limo e argilla**.

Il progetto CO-EVOLVE

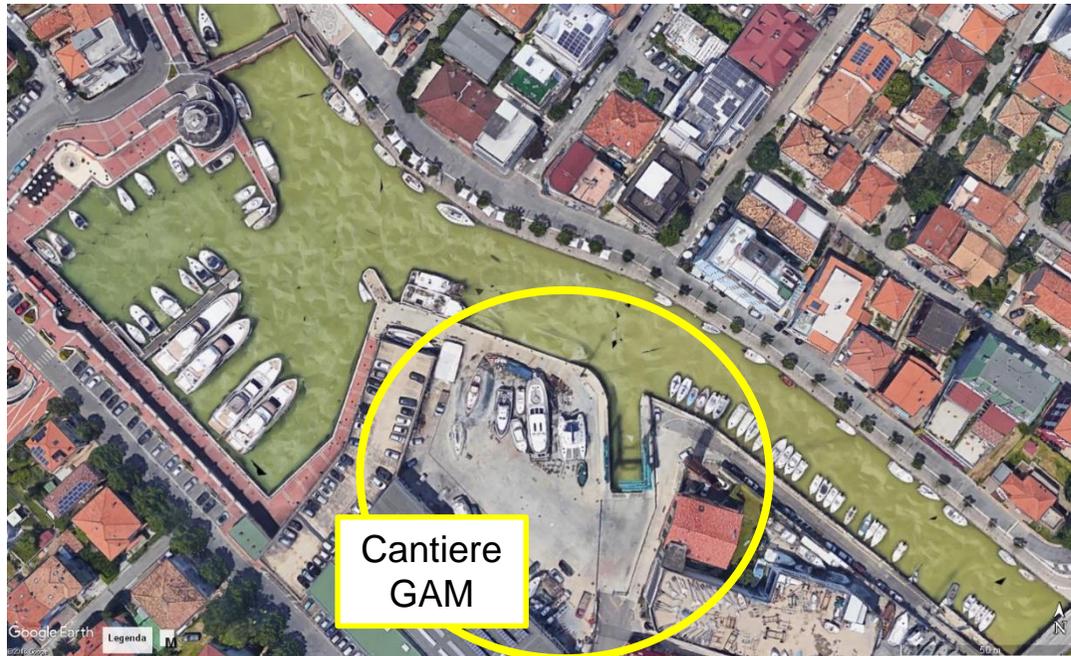


 Area soggetta a insabbiamento/interramento

 Area con variazione di direzione del Tavollo

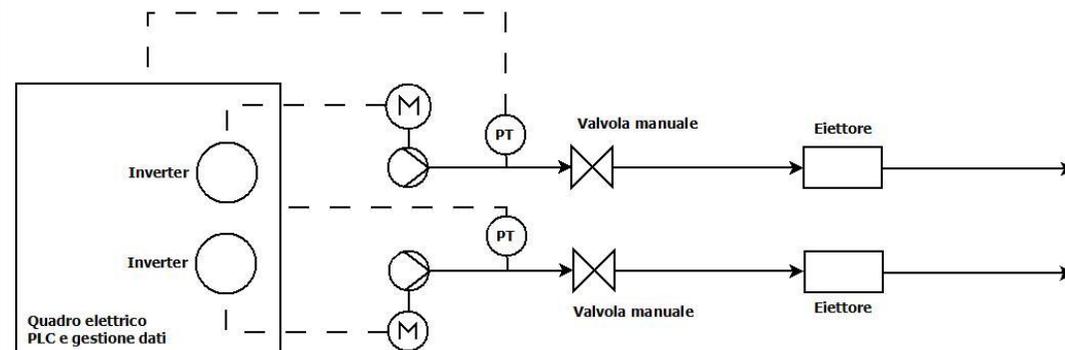
Il progetto CO-EVOLVE

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



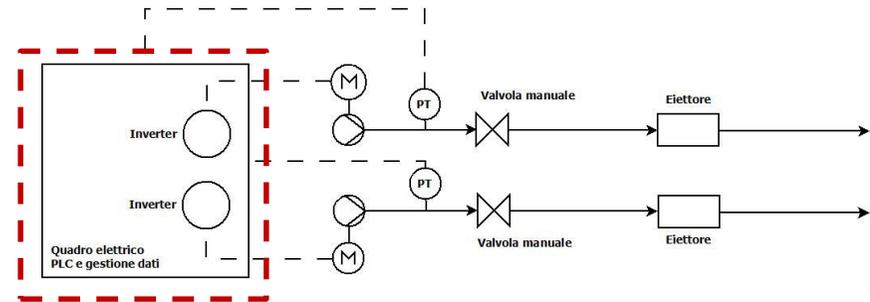
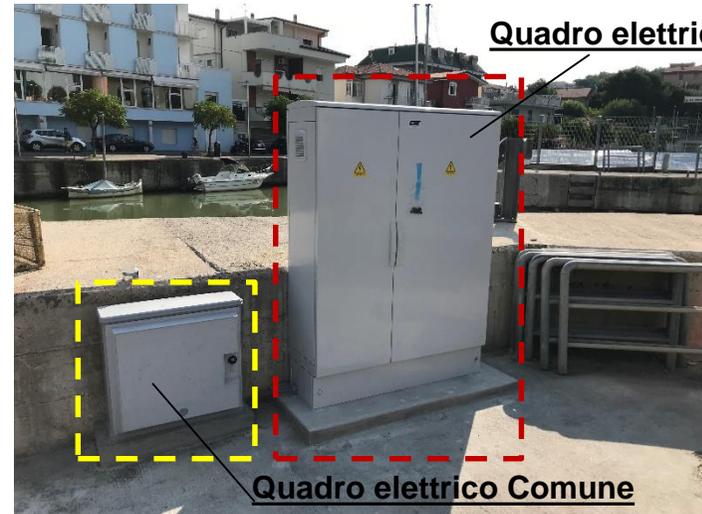
○ Posizione eiettore
(indicativa)

L'impianto è composto da **due eiettori**, ognuno alimentato con acqua in pressione da una pompa sommersa dedicata. La portata erogata è regolabile, anche da **remoto**, tramite **inverter**. E' altresì presente una **misura di pressione** alla mandata delle pompe. Il regime di funzionamento delle pompe è **programmabile per fascia oraria**.



Descrizione impianto

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



Una copia delle chiavi sia del quadro elettrico impianto che del quadro elettrico del Comune sono custoditi presso il cantiere GAM.

Ogni qualvolta si intervenga sui dispositivi alimentati elettricamente dal quadro di impianto, è obbligatorio mettere in posizione OFF l'interruttore generale.

E' consentito operare con quadro aperto e interruttore generale ON solo a personale specializzato.

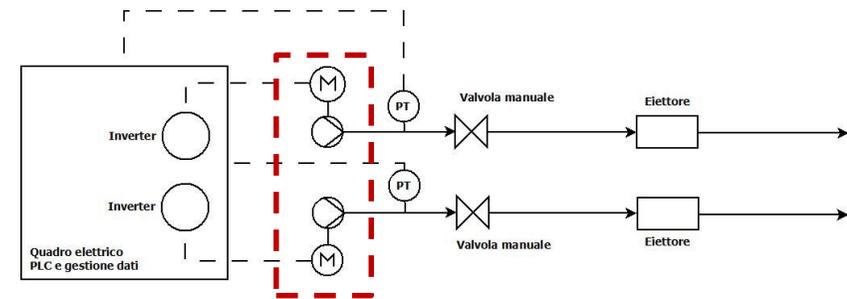
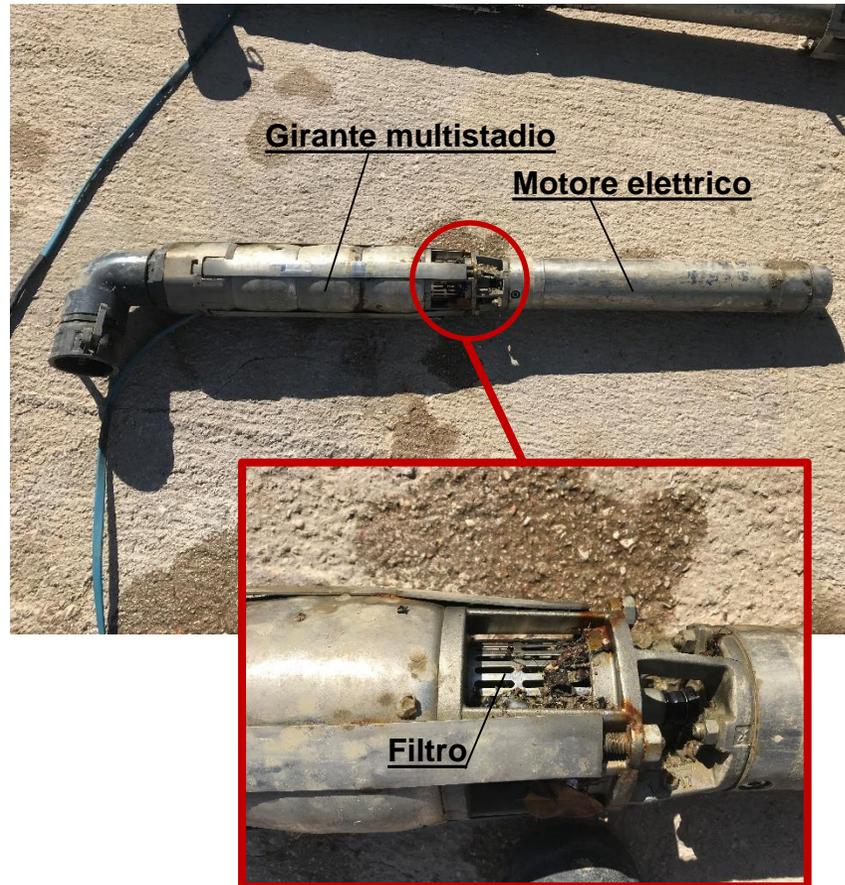


Inverter

Schermo PLC

Descrizione impianto

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



L'impianto è dotato di due pompe sommerse da pozzo: la prima pompa ha motore da **4 kW** ed alimenta l'eiettore installato esternamente al bacino di alaggio, la seconda pompa ha motore da **5.5 kW** ed alimenta l'eiettore installato internamente al bacino di alaggio.

Entrambe le pompe pesano indicativamente **30-40 kg**.

Le pompe sono in acciaio INOX AISI 316.

Le pompe possono essere installate sia in verticale che in orizzontale: in quest'ultimo caso, occorre avere cura di installare il motore in posizione leggermente inferiore rispetto alla girante (quindi mai in posizione perfettamente orizzontale).

Entrambe le pompe sono dotate di una camicia di raffreddamento: la camicia simula la presenza del pozzo e garantisce il corretto raffreddamento del motore elettrico.

Operare sulle pompe solo con quadro elettrico spento.

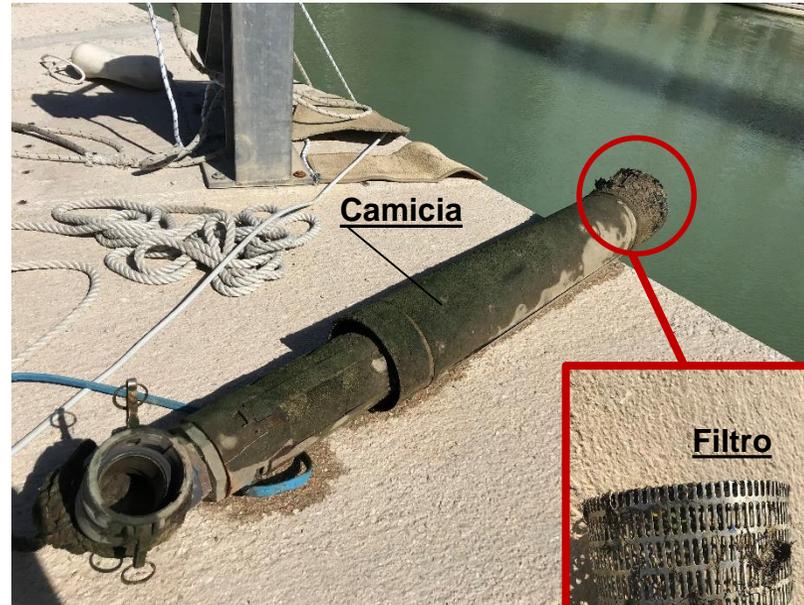
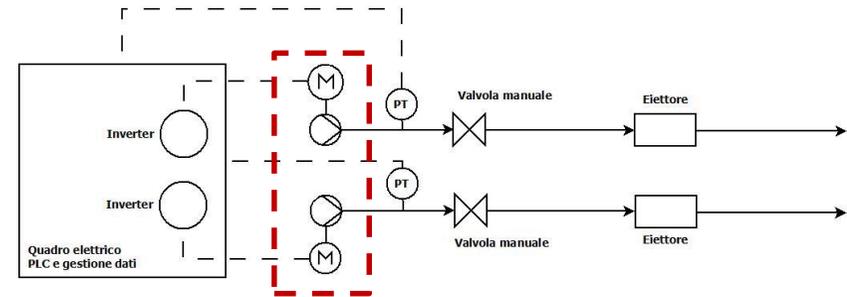
Descrizione impianto

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



Guarnizione sagomata
(non presente nella foto)

Supporto metallico



Camicia

Filtro

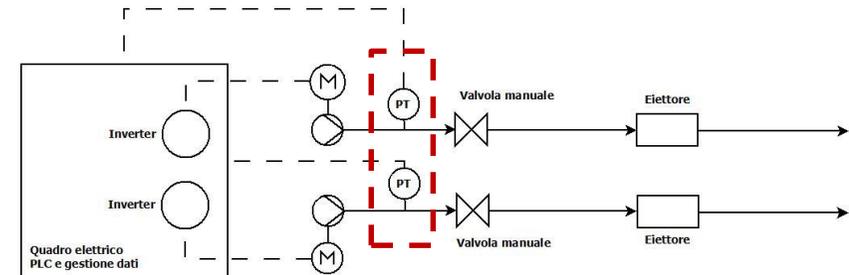
La camicia viene montata su due supporti mobili: il primo è un supporto metallico da installarsi sul motore elettrico, il secondo una guarnizione sagomata da installarsi circa a metà della girante multistadio.

La camicia viene quindi fissata con due fascette metalliche.

Un filtro viene fissato all'estremità della camicia, sempre per tramite di una fascetta metallica.

Descrizione impianto

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



L'impianto è dotato di due misuratori di pressione, installati alla mandata di entrambe le pompe.

I due misuratori sono due Cerabar Endress-Hauser, range di misura 0-10 bar, progettati per funzionare con acqua di mare.

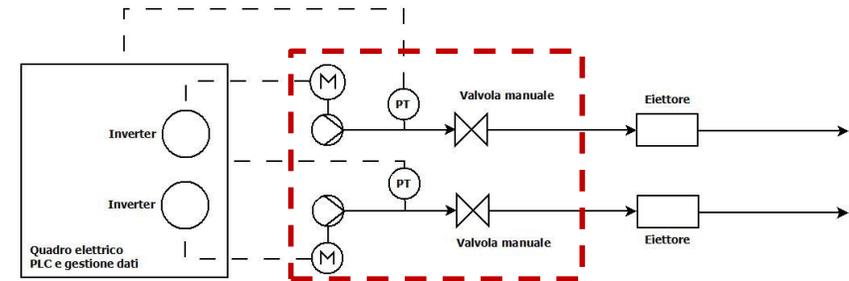
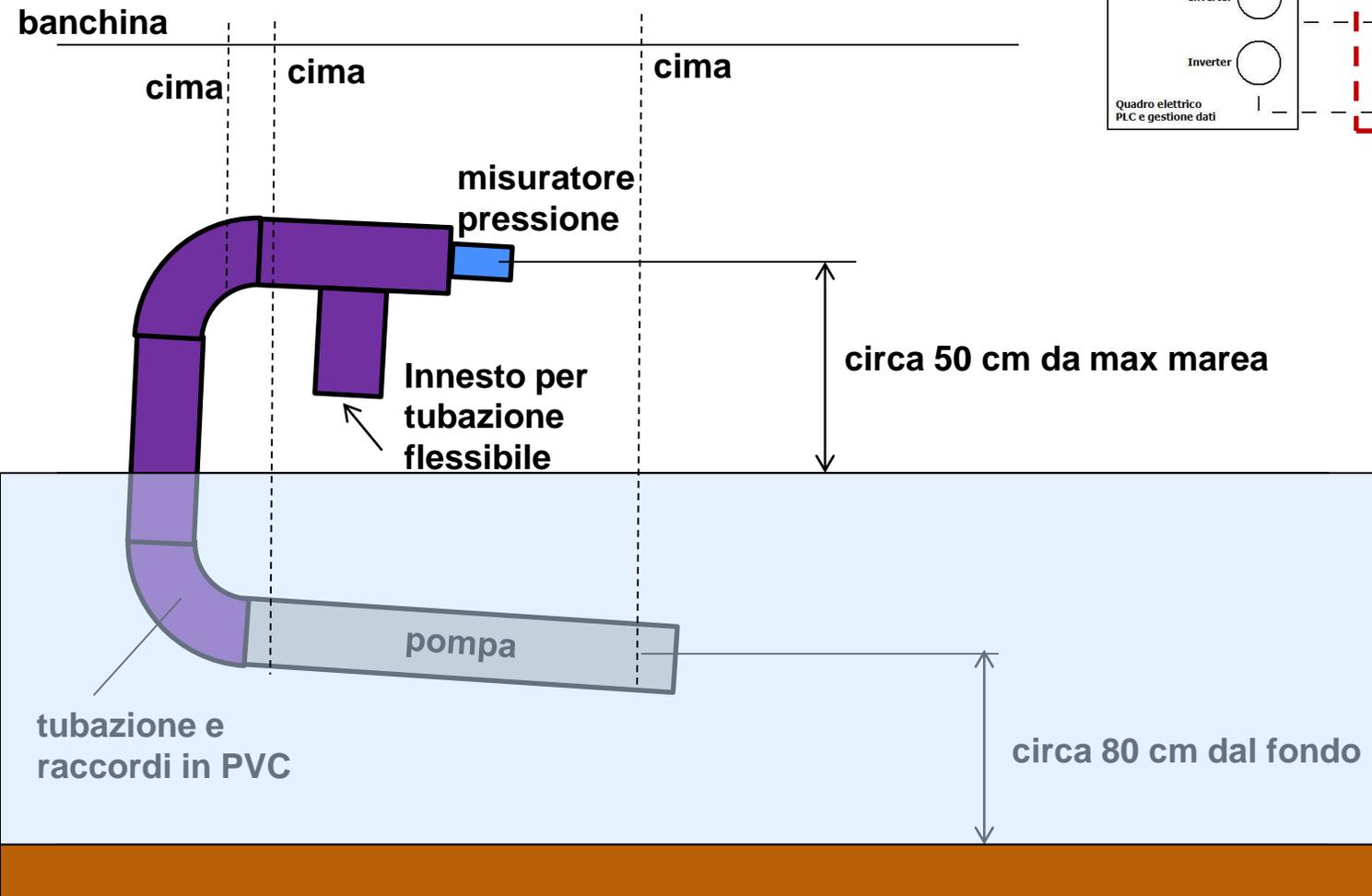
Lo strumento è **IP65**, quindi resiste a getti di acqua ma non alla immersione in acqua: pertanto, è fondamentale che nella installazione delle pompe e delle tubazioni si tenga conto della necessità di garantire la non immersione dei due strumenti (verifica condizione max marea).

La misura di pressione è fondamentale per monitorare il corretto funzionamento dell'impianto. Difatti:

- se la pressione è troppo bassa, può significare che c'è una perdita a valle dello strumento, o che i filtri della pompa sono intasati;
- se la pressione è troppo alta, può significare che c'è una ostruzione a valle dello strumento (ad esempio, tubazione schiacciata, oppure eiettore intasato).

Descrizione impianto

L'impianto dimostrativo – Porto di Cattolica



Alla tubazione rigida in PVC viene collegata per tramite di raccordi a innesto rapido la tubazione flessibile spiralata che porta l'acqua di alimentazione all'eiettore.

Agenda

Impianto per il rimodellamento dei fondali (in breve)

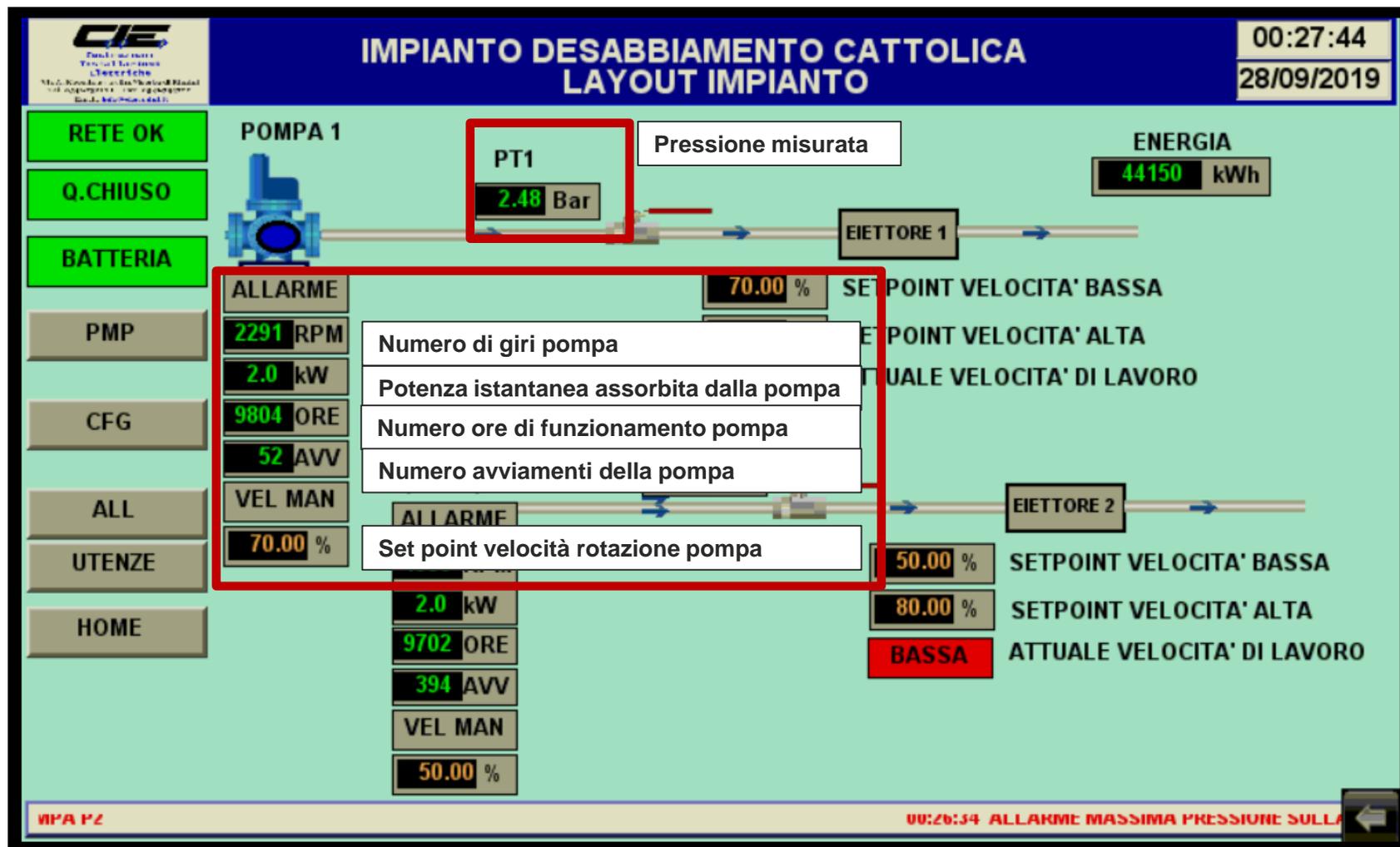
Il progetto CO-EVOLVE: descrizione impianto

Il progetto CO-EVOLVE: il software di gestione

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Il software di gestione

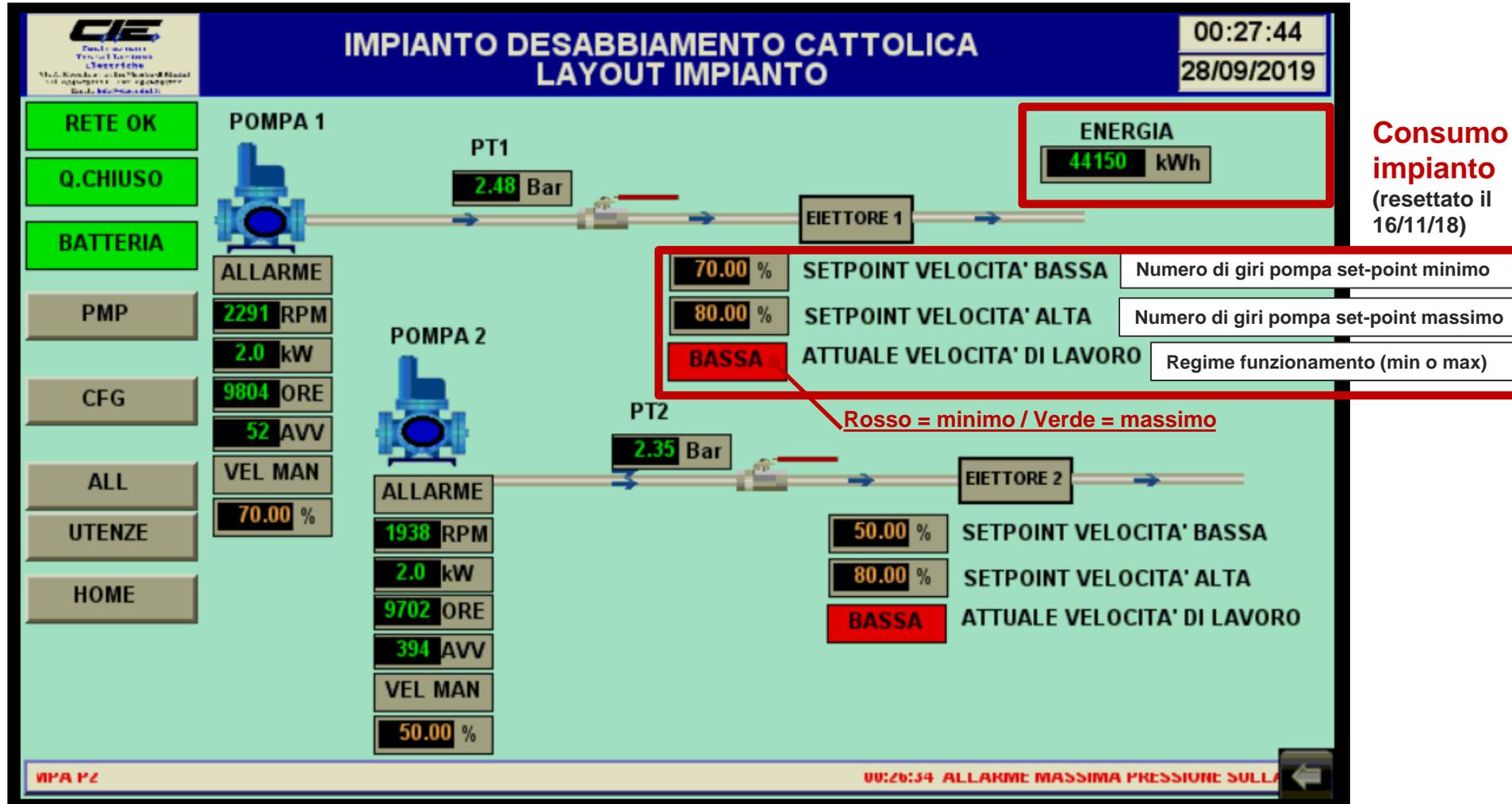
Il software di gestione automatico dell'impianto – schermata principale PLC



Attenzione! Il 100% della velocità di rotazione della pompa corrisponde a 2900 rpm (50 Hz), mentre lo 0% corrisponde a 725 rpm (12.5 Hz).

Il software di gestione

Il software di gestione automatico dell'impianto – schermata principale PLC



Attenzione! Il 100% della velocità di rotazione della pompa corrisponde a 2900 rpm (50 Hz), mentre lo 0% corrisponde a 725 rpm (12.5 Hz).

Agenda

Impianto per il rimodellamento dei fondali (in breve)

Il progetto CO-EVOLVE: descrizione impianto

Il progetto CO-EVOLVE: il software di gestione

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Impatto scarico impianto

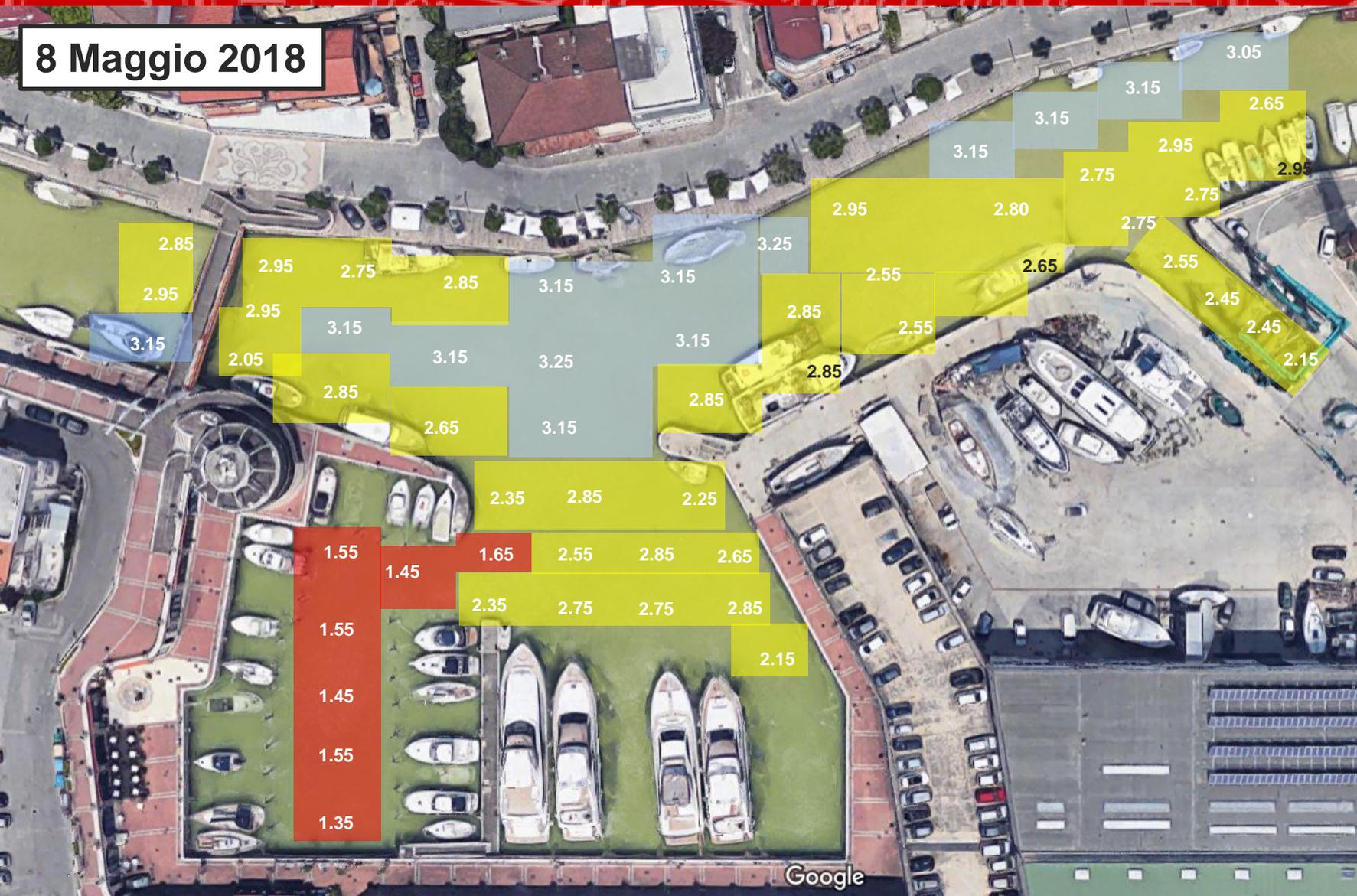
Un primo parametro che è stato monitorato è stato l'impatto dell'impianto a valle del bacino di allaggio. In particolare, in sede di autorizzazione dell'impianto si erano rilevate delle perplessità in merito al presunto impatto degli scarichi degli eiettori sul fondale a valle degli scarichi stessi.

In realtà, analizzando il bilancio di massa del torrente Tavollo, risulta del tutto evidente come gli scarichi dell'impianto non alterino l'equilibrio dei sedimenti trasportati dal Tavollo e che si depositano naturalmente lungo l'asta del porto canale, poiché il quantitativo di materiale trasportato è sempre lo stesso (bilancio di massa nullo dell'impianto!).

E infatti... **nessun tipo di impatto è stato rilevato nel periodo di funzionamento dell'impianto (1 anno)**. Di seguito vengono mostrate le batimetrie generali dell'area a partire da Maggio 2018. L'impianto è entrato in funzione ad Agosto 2018.

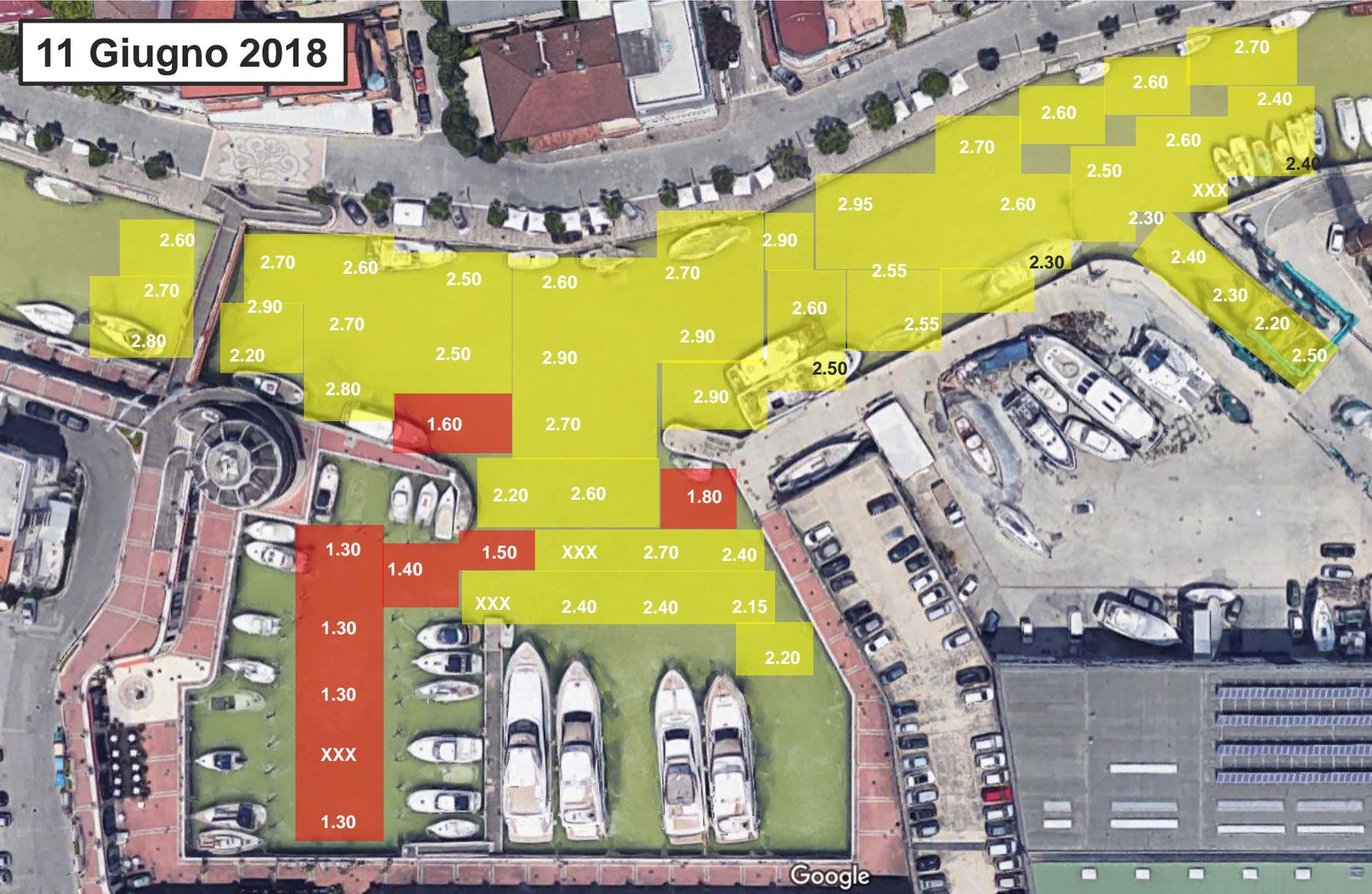
Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

8 Maggio 2018



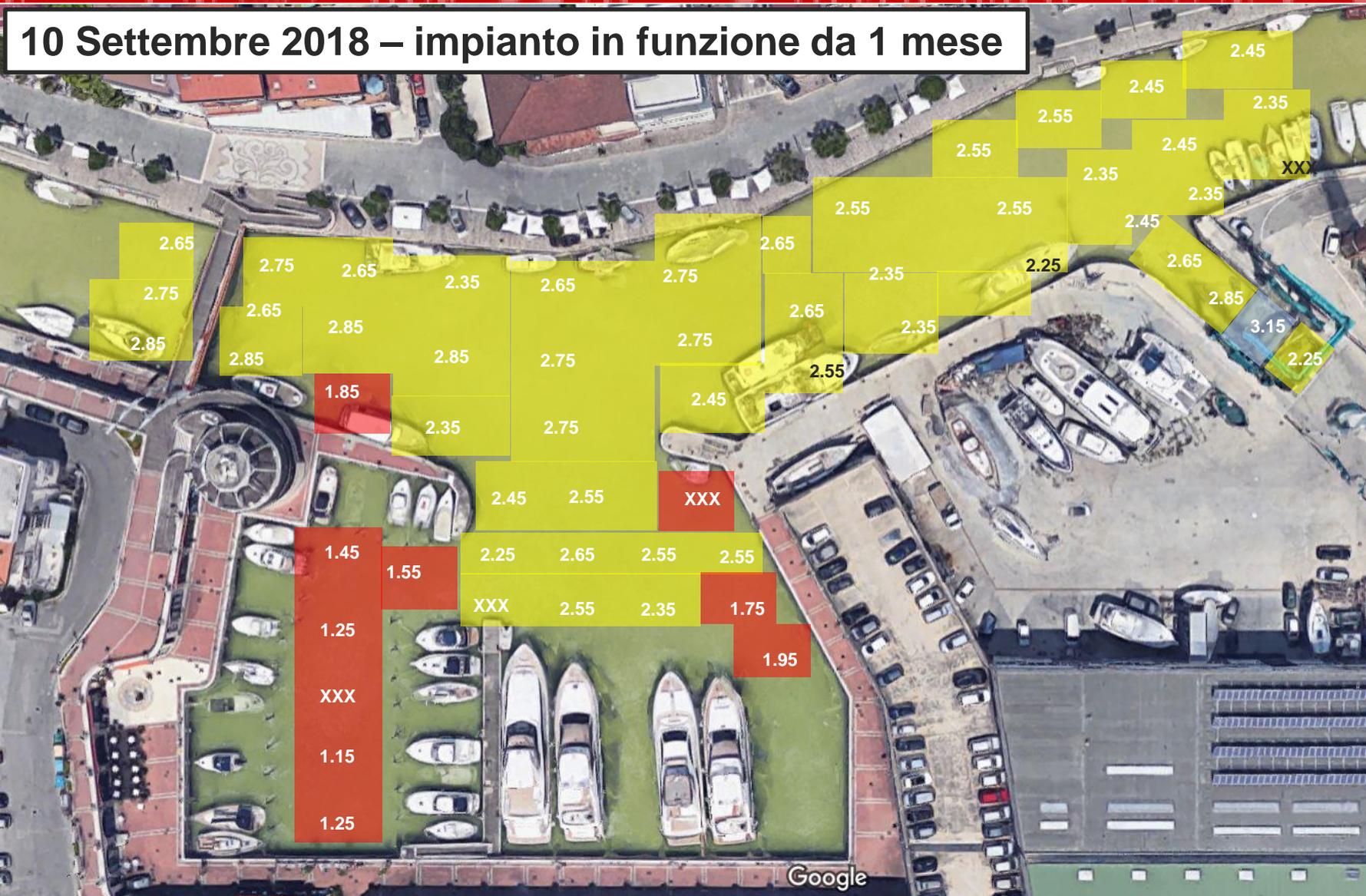
Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

11 Giugno 2018



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

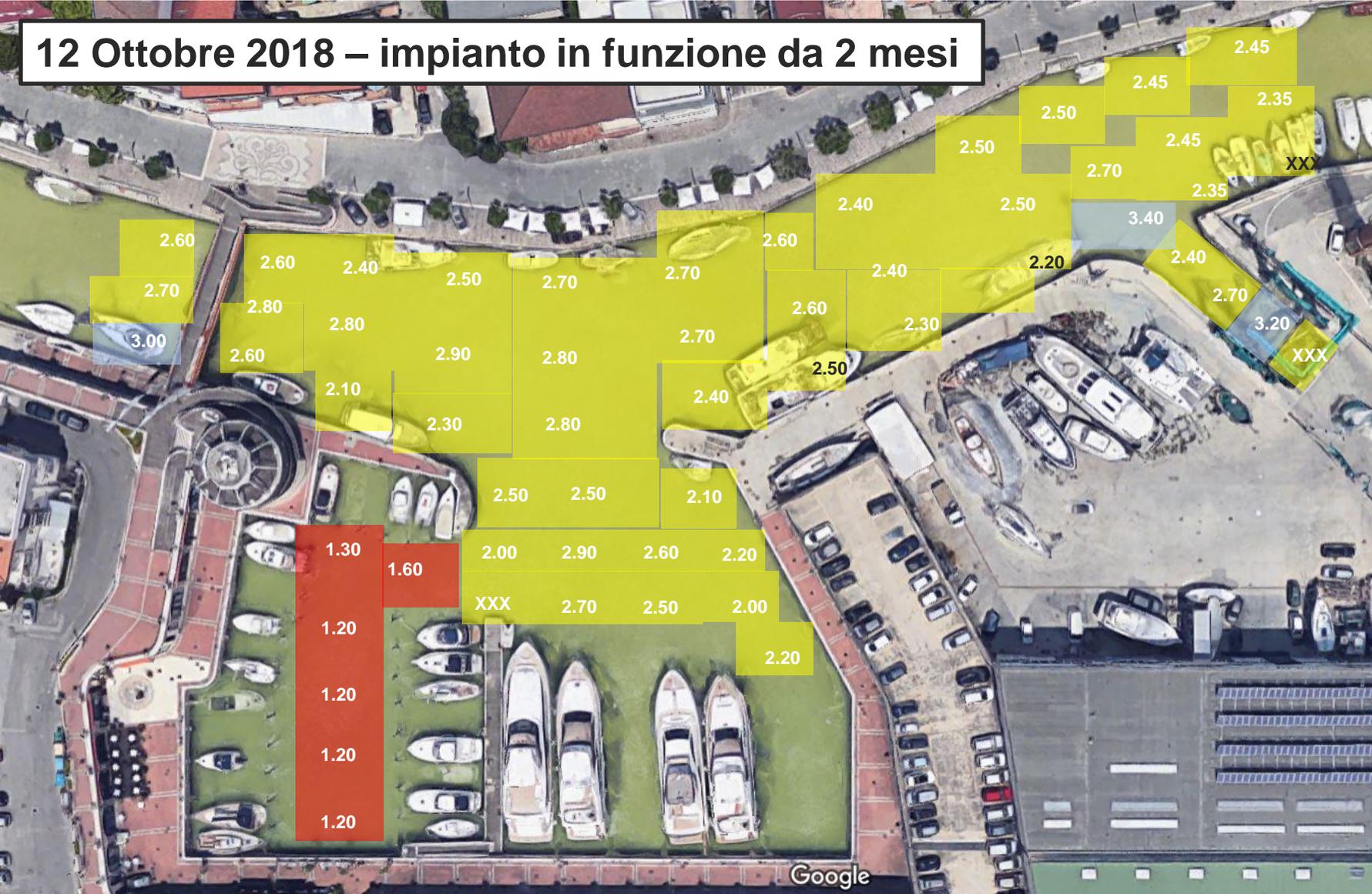
10 Settembre 2018 – impianto in funzione da 1 mese



Google

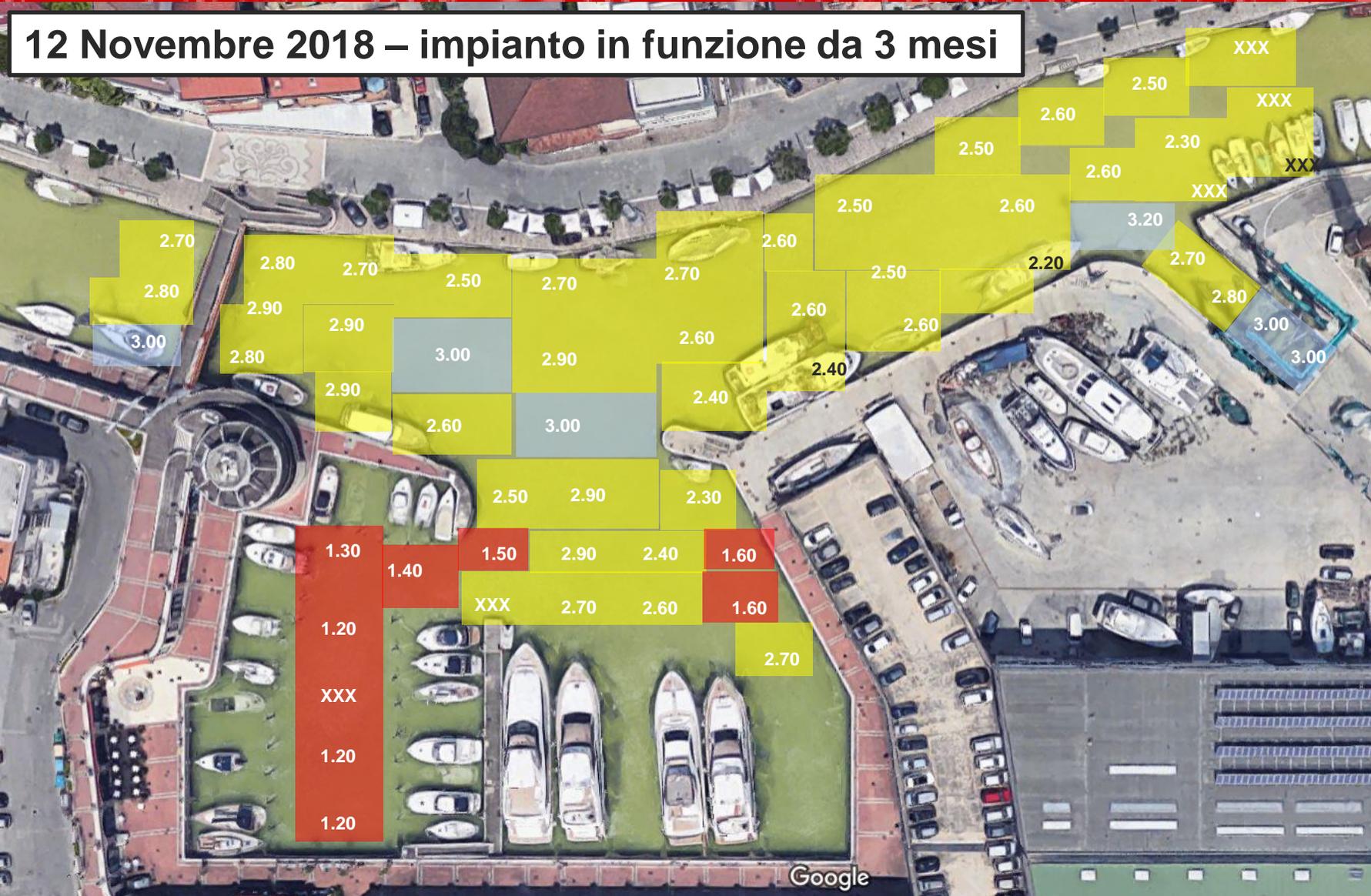
Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

12 Ottobre 2018 – impianto in funzione da 2 mesi



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

12 Novembre 2018 – impianto in funzione da 3 mesi

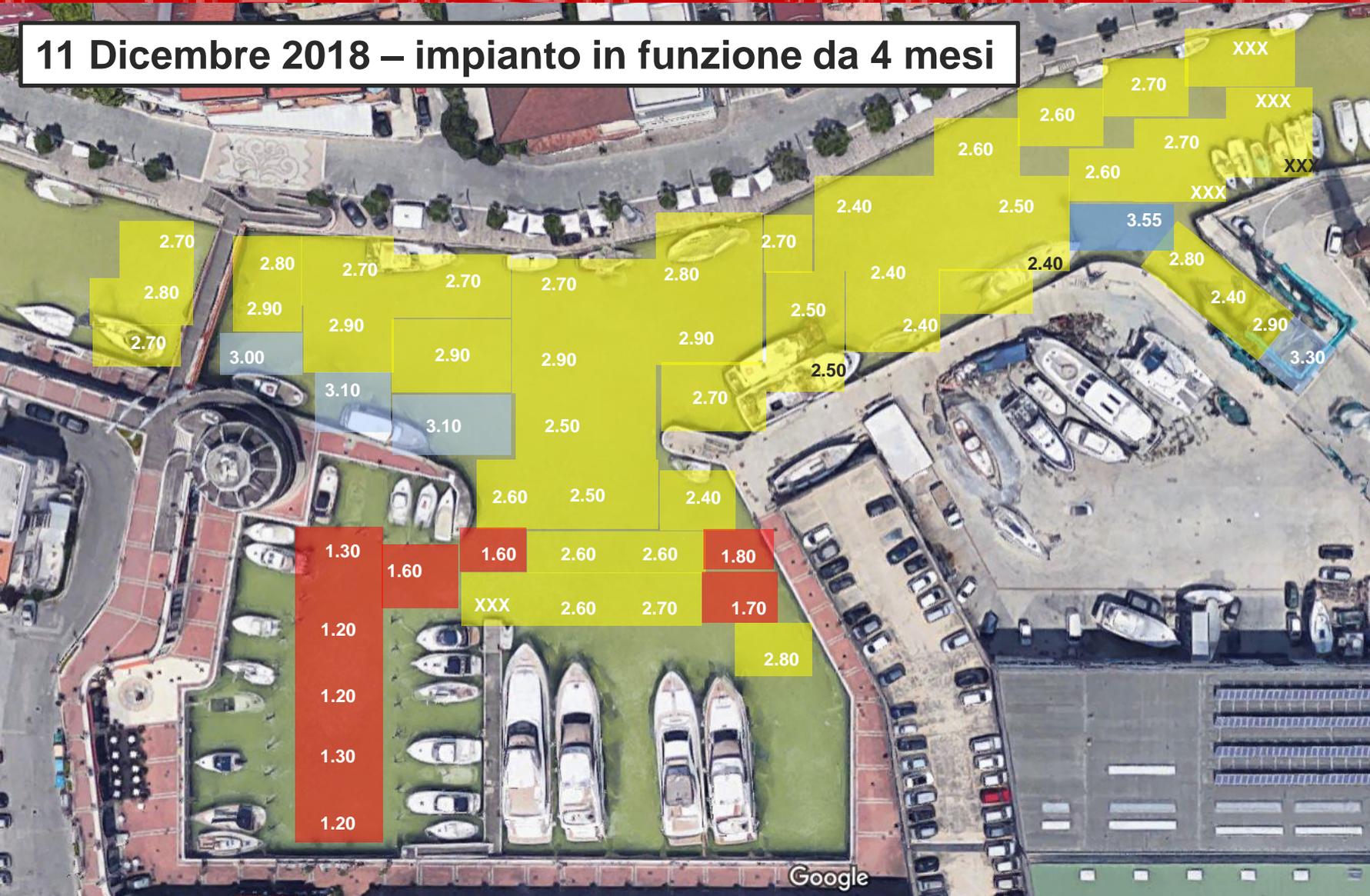


- < 2 m
- 2-3 m
- >3 m



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

11 Dicembre 2018 – impianto in funzione da 4 mesi

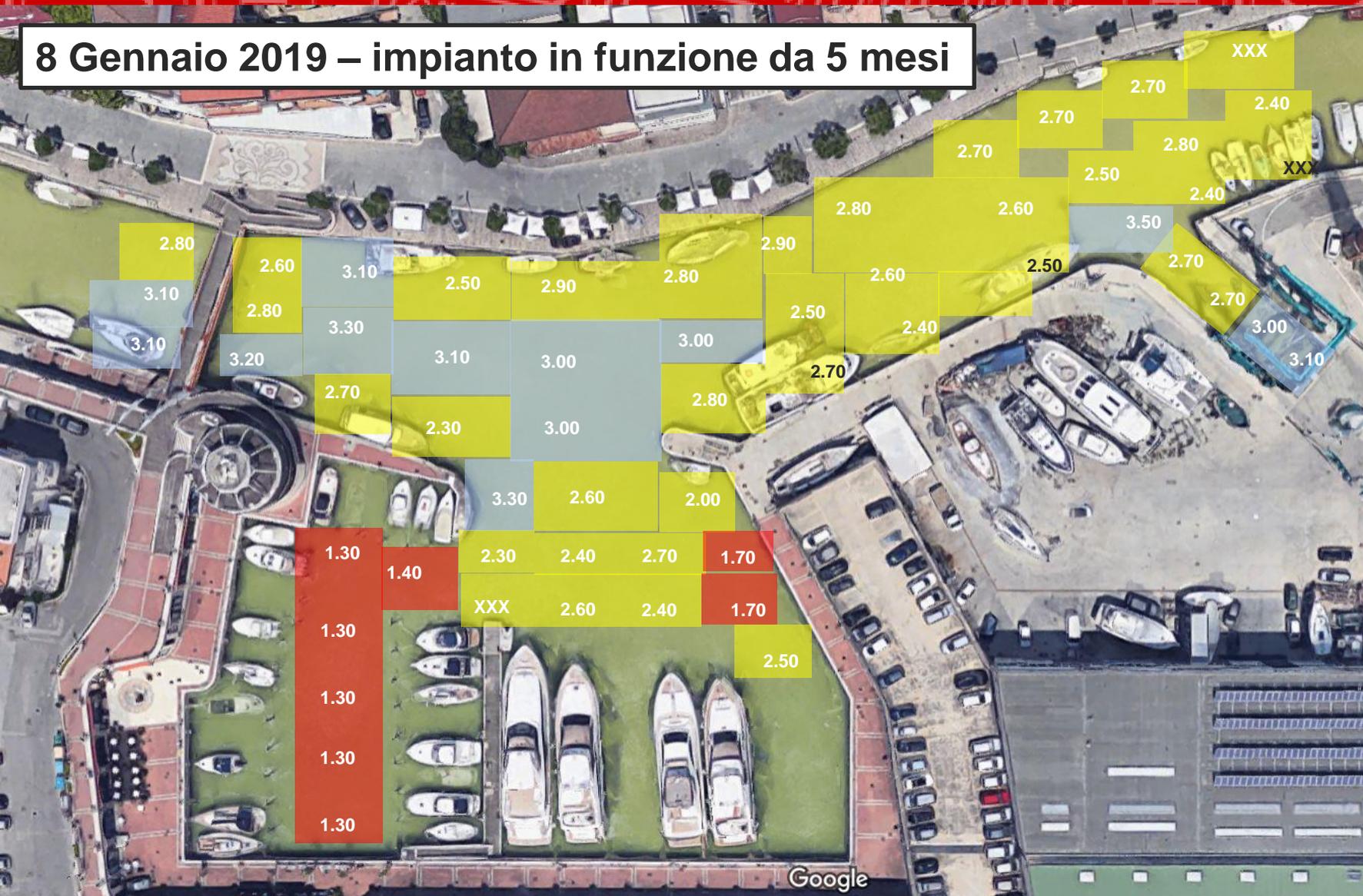


Google



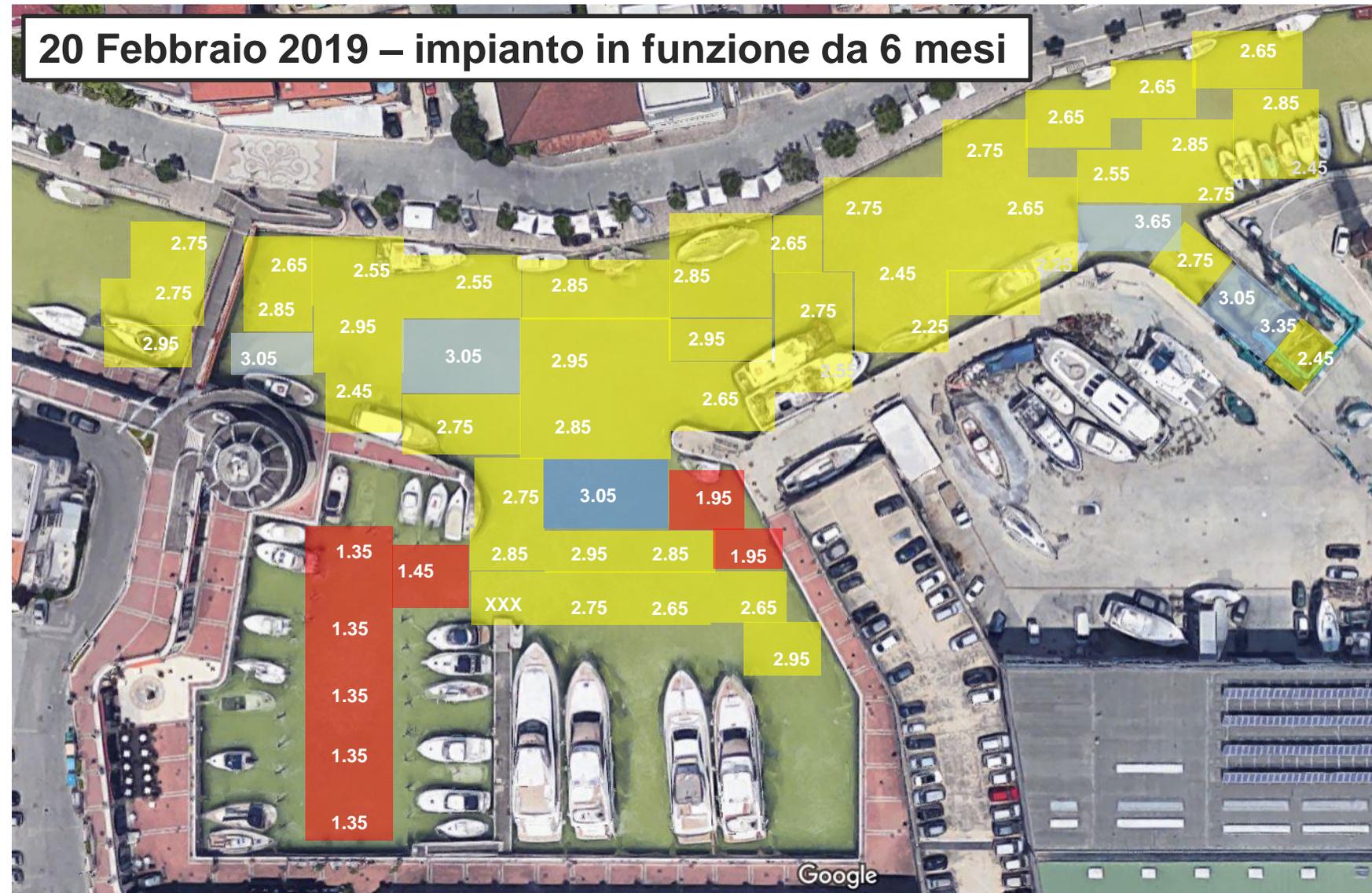
Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

8 Gennaio 2019 – impianto in funzione da 5 mesi



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

20 Febbraio 2019 – impianto in funzione da 6 mesi



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

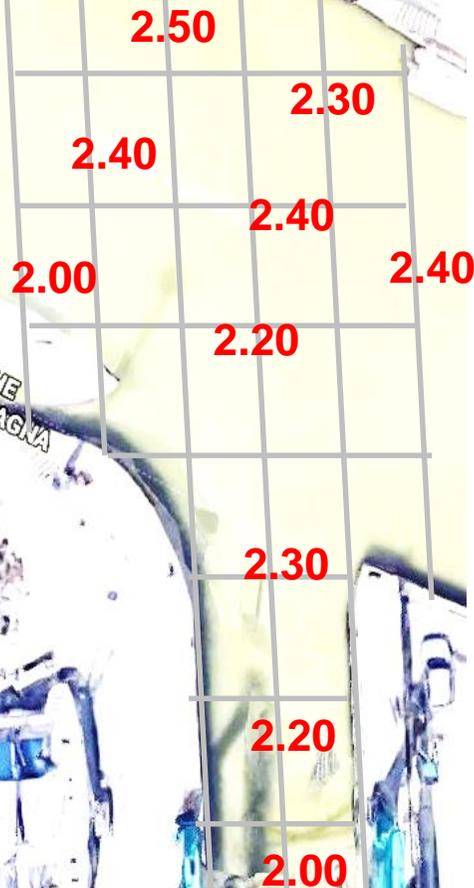
Efficacia impianto area cantiere GAM

I rilievi hanno interessato anche l'area del bacino di alaggio, in cui le batimetrie sono state svolte da UNIBO in collaborazione con Trevi, Marina di Cattolica e cantiere GAM da Agosto sino a Novembre 2018.

A partire da Dicembre 2018 i rilievi sono effettuati in autonomia dal Marina di Cattolica in collaborazione con il cantiere GAM. I risultati preliminari mostrano come **gli eiettori abbiano mantenuto il fondale post-dragaggio.**

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

31/07/2018
(prima del dragaggio)



02/08/2018
(appena dopo il dragaggio)

3.00

MARCHE
EMILIA-ROMAGNA

Google

Detailed description: A satellite map of the same port area with a grid overlay. A single depth contour of 3.00 meters is shown in black text. The contour is located in the upper middle part of the map. The text 'MARCHE EMILIA-ROMAGNA' is visible on the left side. The Google logo is at the bottom left.

In nero quota rilevata con asta millimetrata
In rosso quota rilevata con ecoscandaglio
Tutte le quote sono al netto della marea

09/08/2018

3.50

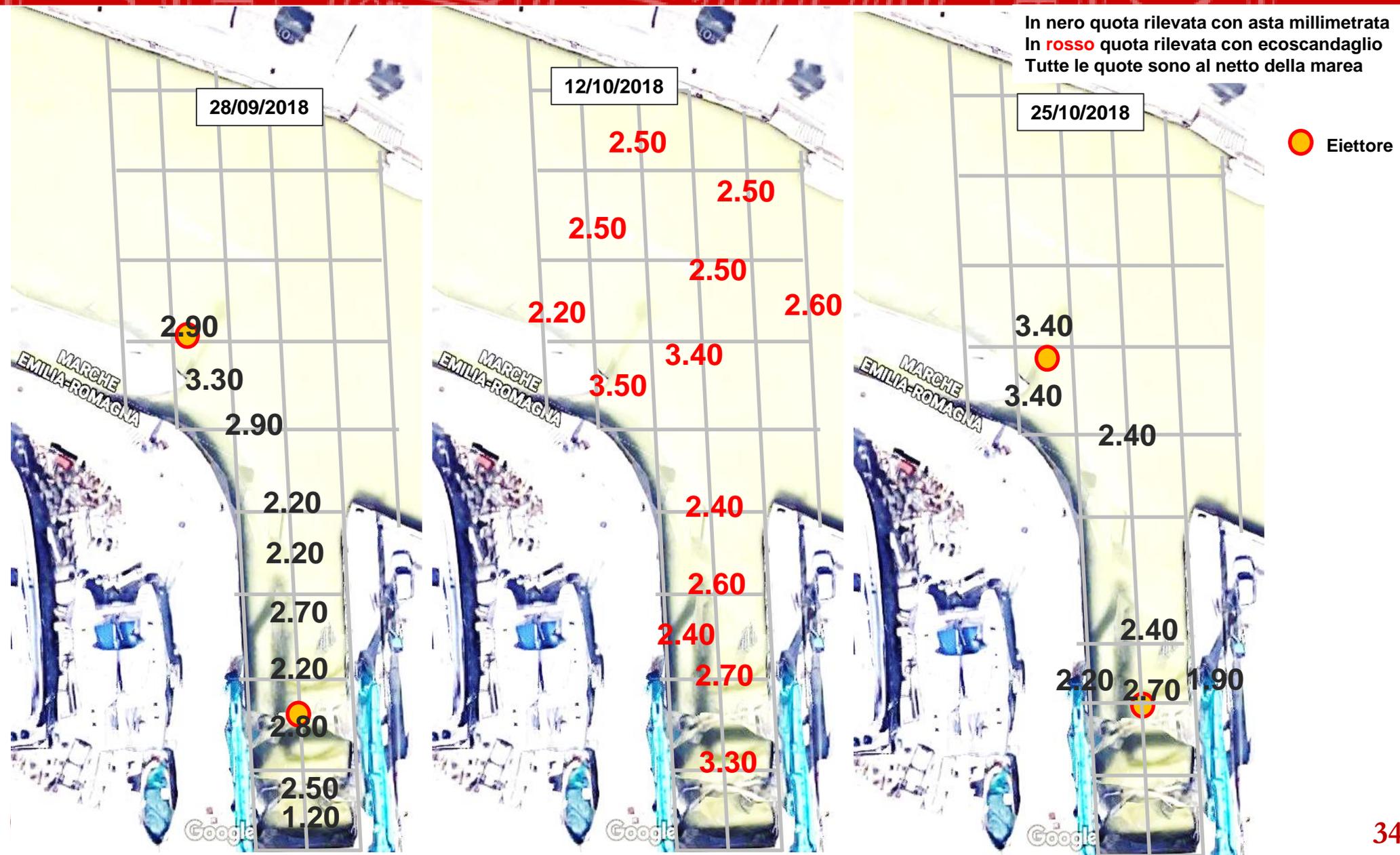
MARCHE
EMILIA-ROMAGNA

Google

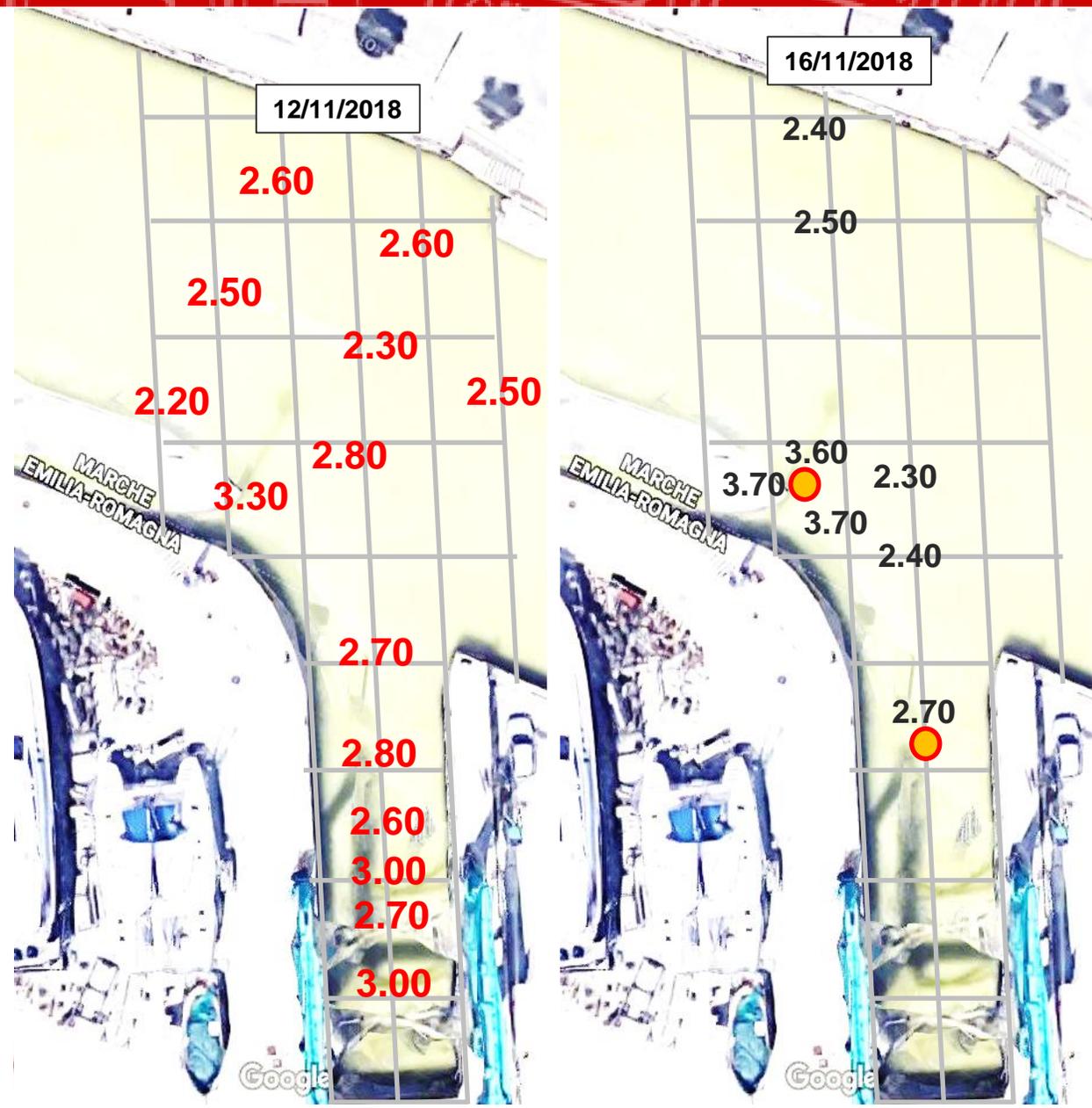
Detailed description: A satellite map of the same port area with a grid overlay. Two depth contours are shown: 3.50 meters (top right) and 2.80 meters (bottom right), both in black text. The text 'MARCHE EMILIA-ROMAGNA' is visible on the left side. The Google logo is at the bottom left.

 Eiettore

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati



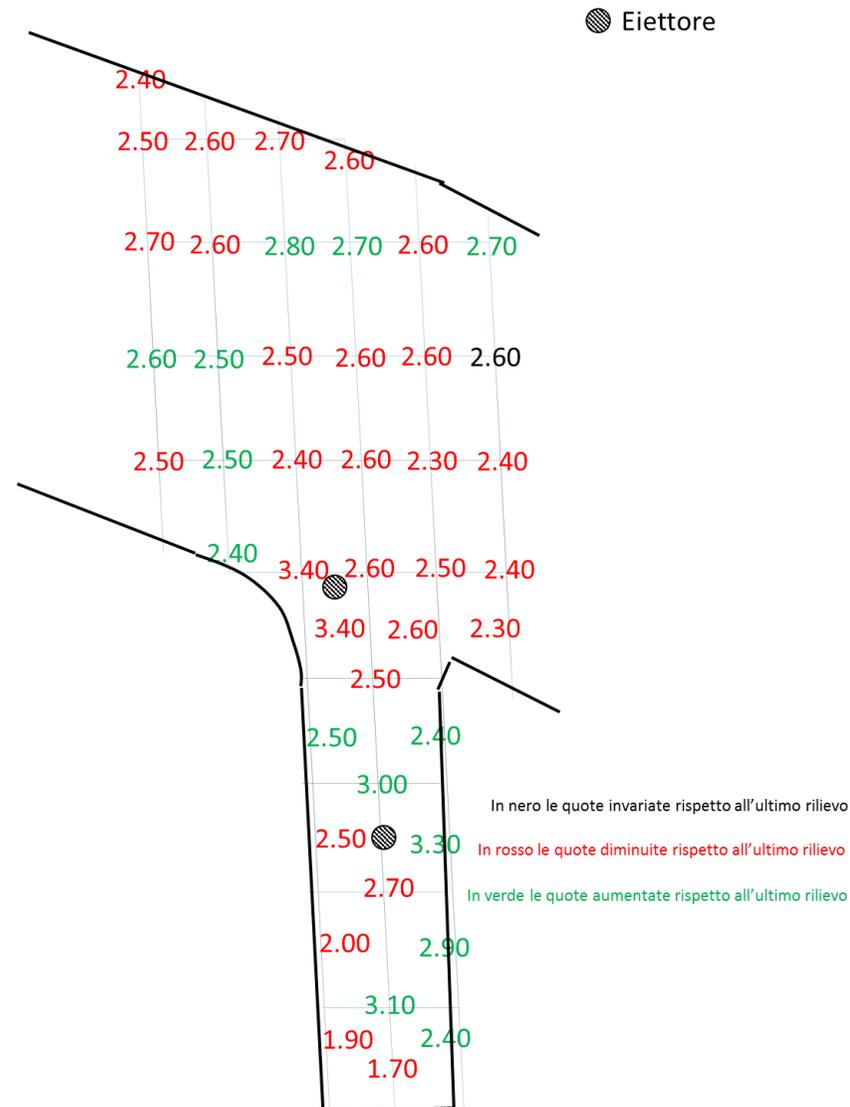
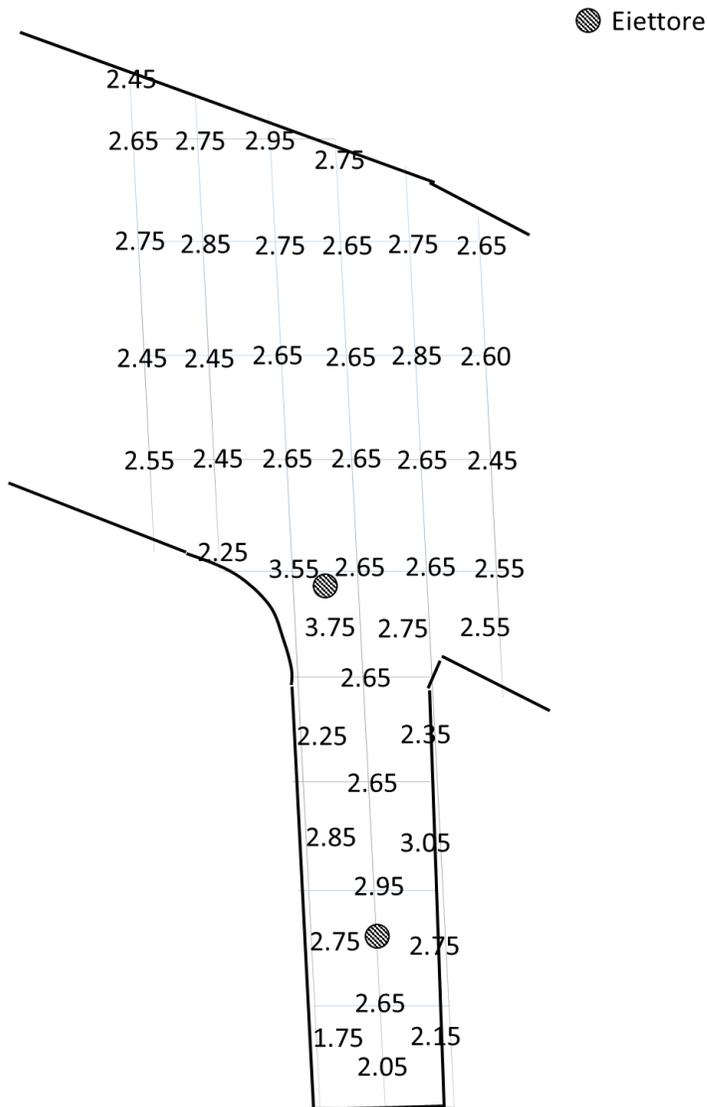
In nero quota rilevata con asta millimetrata
In **rosso** quota rilevata con ecoscandaglio
Tutte le quote sono al netto della marea

 Eietto

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

18 Dicembre 2018

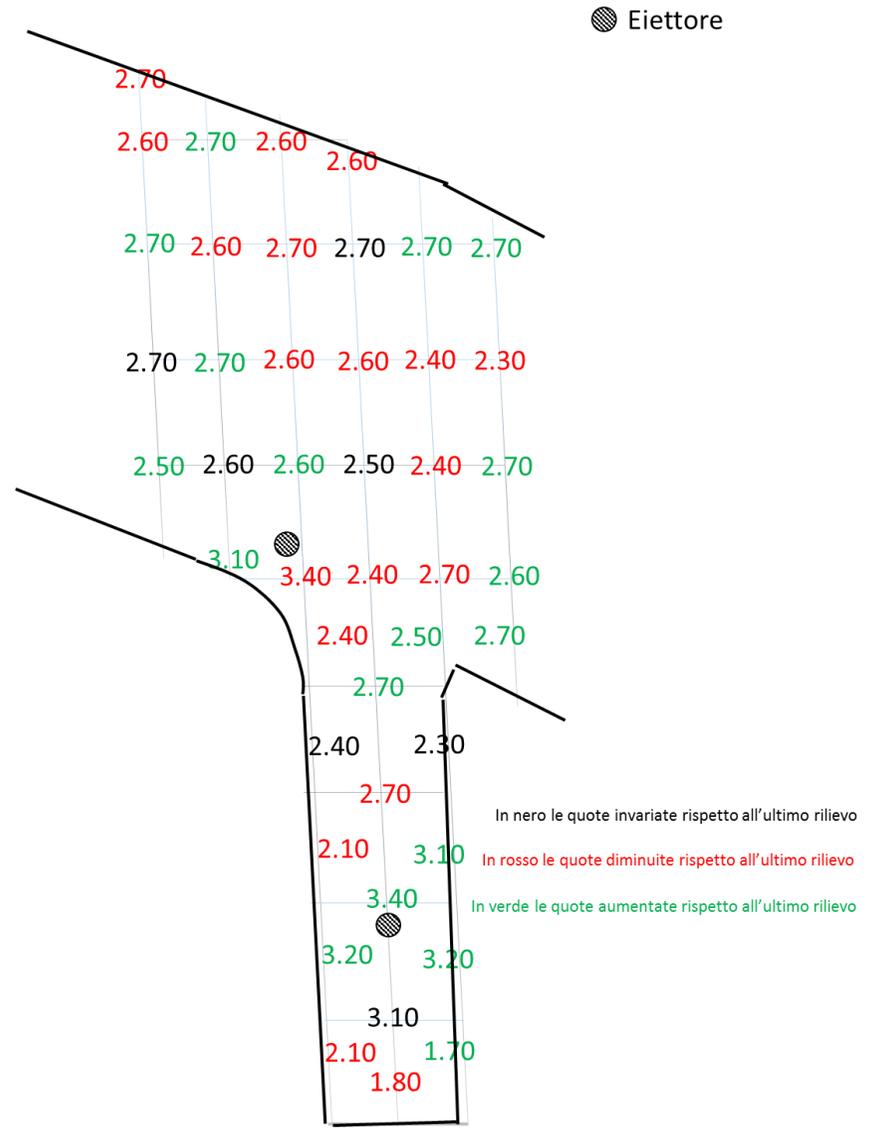
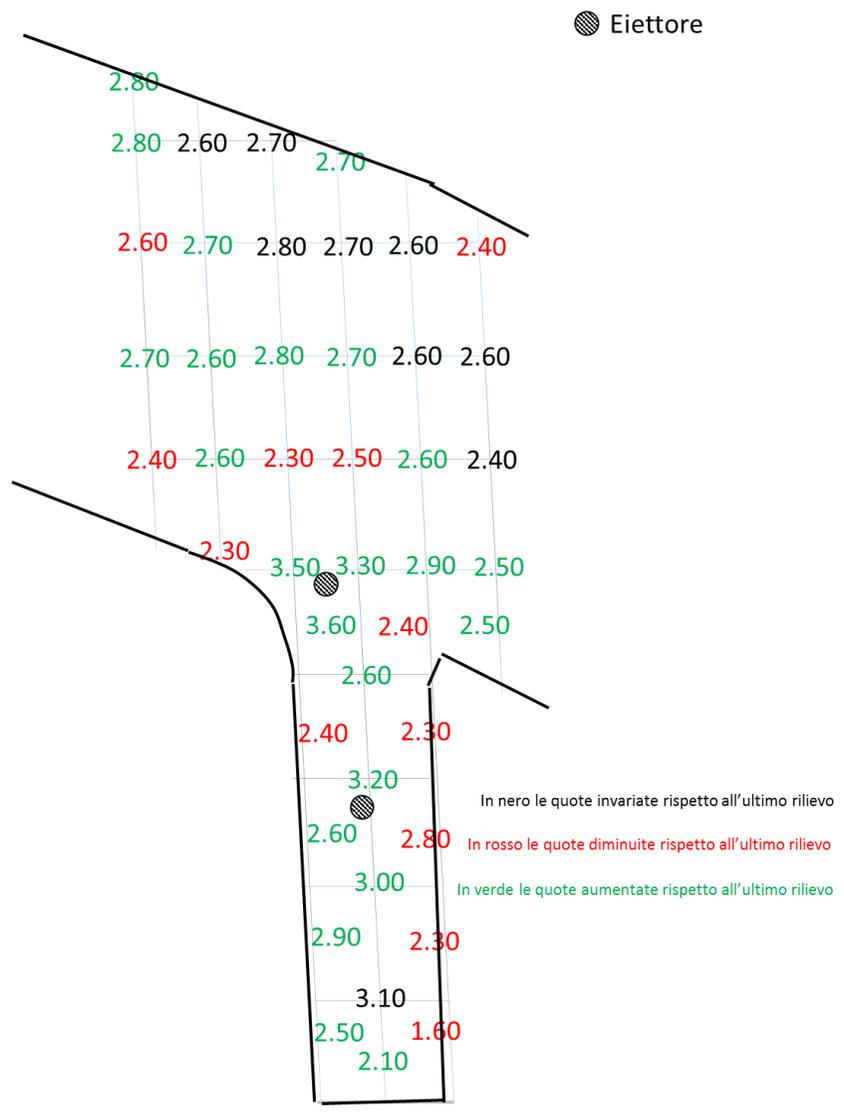
23 Dicembre 2018



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

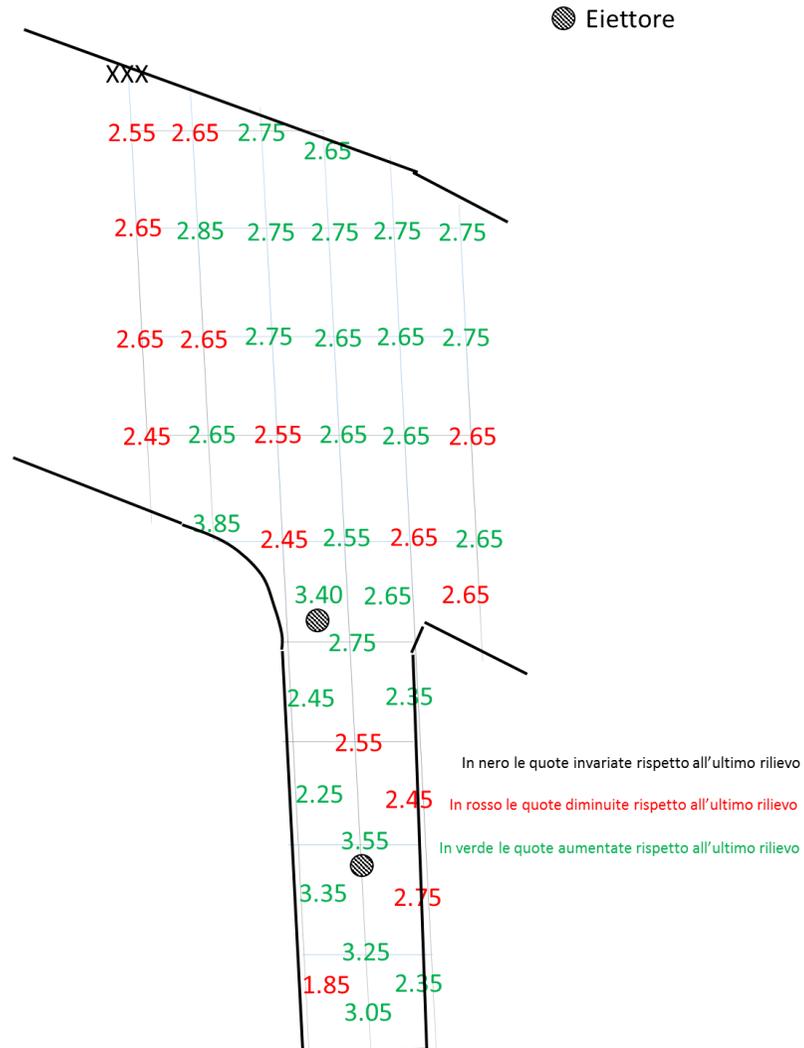
3 Gennaio 2019

8 Gennaio 2019

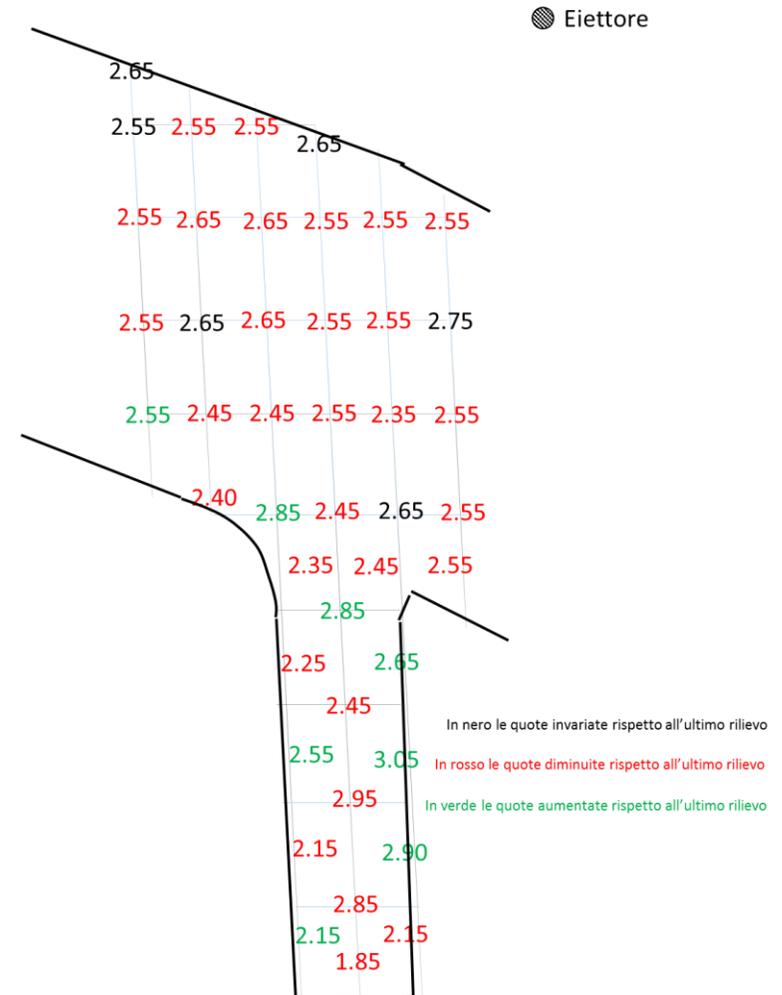


Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

15 Gennaio 2019



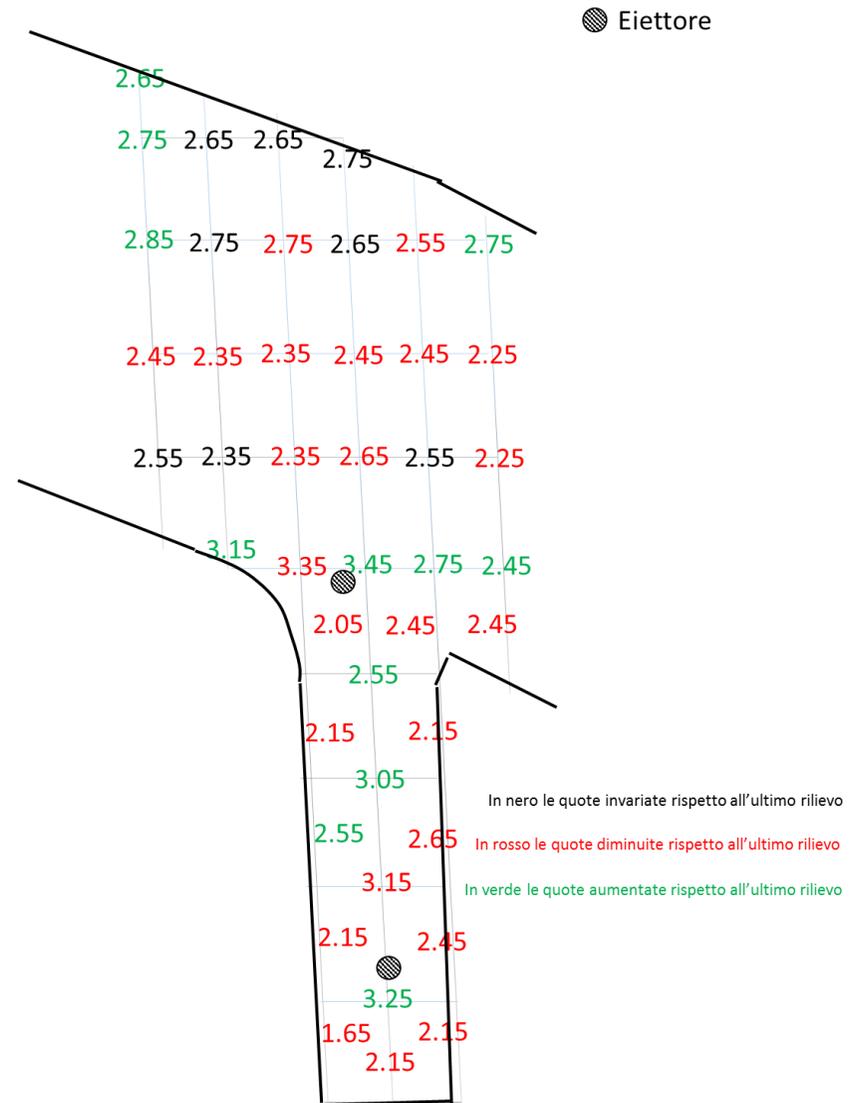
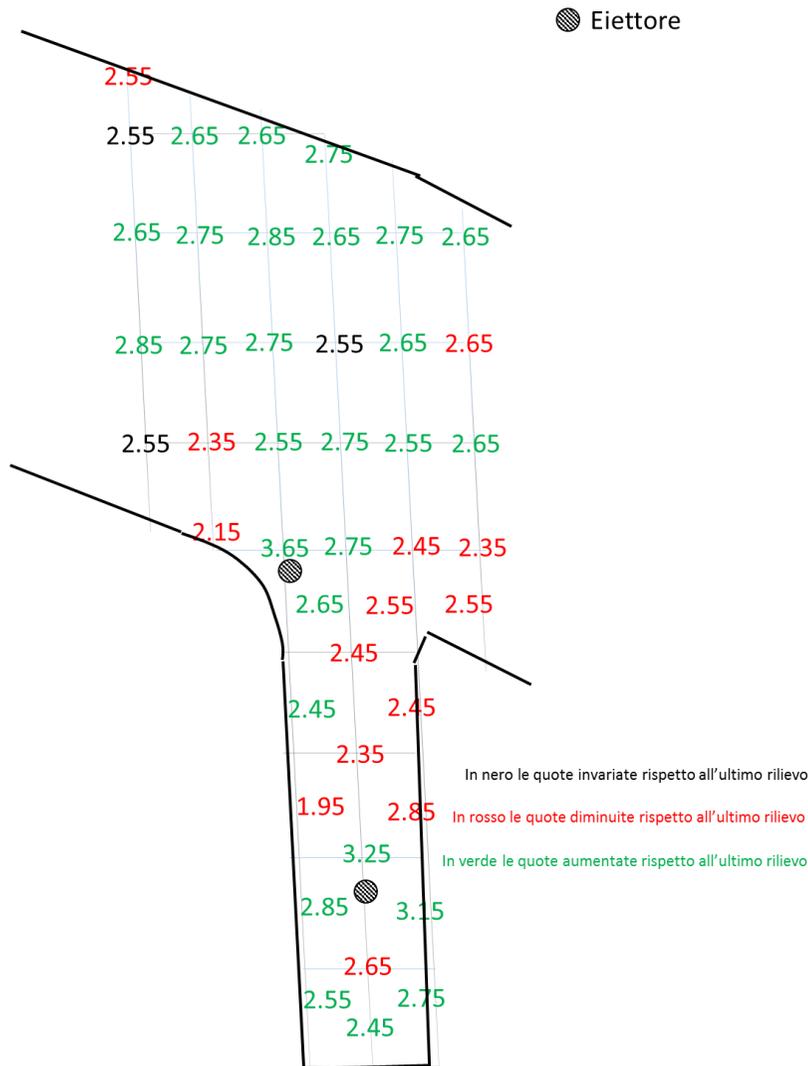
5 Febbraio 2019



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

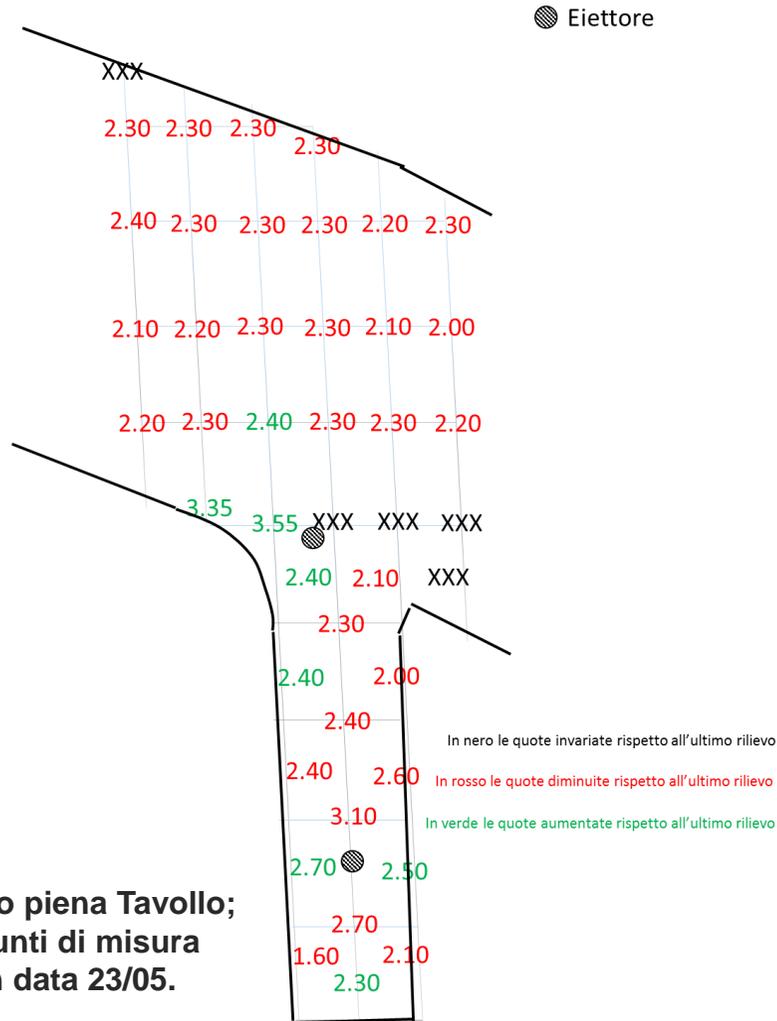
20 Febbraio 2019

13 Marzo 2019



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

17 Maggio 2019



**N.B. dopo piena Tavollo;
Alcuni punti di misura
rilevati in data 23/05.**



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Consumi energetici

La contabilizzazione dell'energia consumata dall'impianto ha incontrato alcune difficoltà dovute a:

- Mancanza rilevatori di pressione sino al 25 ottobre 2018;
- Errata contabilizzazione del software dei consumi dell'impianto (bug risolto in data 16 novembre 2018).

Sino al 16 novembre 2018 l'impianto ha consumato circa 17,000 kWh, per un totale di ore lavorate pari a 2,405 ore (dati recuperati dalla memoria degli inverter). Il 16 novembre 2018 è stato azzerato il contatore di kWh visibile su pannello PLC, in quanto il valore contabilizzato non corrispondeva al consumo reale del periodo.

In data 18 dicembre 2018 sono state effettuate ulteriori modifiche sull'impianto, ivi compresa una sostanziale riduzione della potenza impegnata (circa il 25% in meno).



Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Consumi energetici

In sostanza, i dispositivi hanno lavorato dall'avviamento e sino al 18 dicembre 2018 con un regime di portata relativamente elevato: questo ha consentito di poter verificare l'efficacia degli eiettori con un sedimento diverso da quello movimentato in passato (limi e argilla invece che sabbia).

A partire dal 18 dicembre 2018 è in corso una progressiva riduzione della potenza impegnata con l'obiettivo di minimizzare il consumo energetico dell'impianto, pur garantendo l'efficacia dell'impianto stesso.

Il 19 giugno è stato sostituito uno dei due eiettori: l'impatto sui consumi energetici è ancora in fase di valutazione.

Periodo funzionamento	Ore funzionamento	Consumo	Potenza media impegnata
2 agosto 2018 – 18 dicembre 2018	3178 ore	23.320 kWh	7.34 kW
18 dicembre 2018 - 19 giugno 2019	4113 ore	22.800 kWh	5.54 kW

Il progetto CO-EVOLVE: primi risultati

Manutenzione ordinaria e straordinaria

Progressivo intervento	Data	Durata [h]	Attività
1	26/09/2018	1.50	Pulizia pompa P2 e sostituzione eiettore E1
2	28/09/2018	1.50	Pulizia pompa P1
3	03/10/2018	1.00	Pompe salpate, pulite e prima mano antivegetativa
4	04/10/2018	3.00	Completamento verniciatura, installazione pompe, sostituzione eiettore E1
5	10/01/2019	0.50	Smontaggio sensore di pressione PT1
6	11/02/2019	0.50	Installazione sensore di pressione PT1 (sostituito in garanzia)
7	12/03/2019	1.00	Pulizia pompe
8	02/05/2019	2.00	Pulizia pompe e smontaggio sensore PT1
9	06/06/2019	2.00	Pulizia pompe e installazione sensore PT1 (sostituito in garanzia)
10	19/06/2019	1.00	Sostituzione entrambi eiettori
11	27/06/2019	1.00	Sostituzione tratto 30 metri allo scarico eiettore E2
12	01/07/2019	0.25	Sostituzione fascetta tubazione alimentazione eiettore E2

12 Interventi registrati

1.3 Durata media in ore

4 Media delle persone coinvolte