



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**Università degli Studi di Padova**  
Facoltà di Ingegneria  
**Dipartimento di Ingegneria Elettrica**

Corso di Laurea in  
Ingegneria Elettrotecnica

Tesi di Laurea

*Automazione per il comando di due idrovore*

Relatore  
Prof. Renato Gobbo

Laureando  
Stefano Momoli  
n° matr.560872 / IE

Anno Accademico 2011 / 2012

## Sommario

• Sommario.....	pg 1
• Generalità sull'impianto.....	pg 2
• L'impianto.....	pg 4
• Funzionamento in linea di massima.....	pg 6
• Il quadro elettrico.....	pg 7
• Automazione del quadro elettrico.....	pg 10
• Modalità manuale.....	pg 12
• Modalità automatico.....	pg 17
• Funzionamento tramite Soft-start.....	pg 22
• Alimentazione dell'impianto.....	pg 23
• Motori elettrici.....	pg 28
• Le idrovore.....	pg 29
• Differenze tra Inverter e Soft-start.....	pg 30
• Misuratori di livello.....	pg 32
• Misuratori di livello a ultrasuoni.....	pg 32
• Misuratori di livello a sbarre metalliche.....	pg 34
• Alternanza delle idrovore.....	pg 35
• Valvola di disadescamento.....	pg 36
• Rifasamento.....	pg 37
• Bibliografia.....	pg 42

In allegato a questo elaborato si può trovare lo schema elettrico del quadro elettrico.

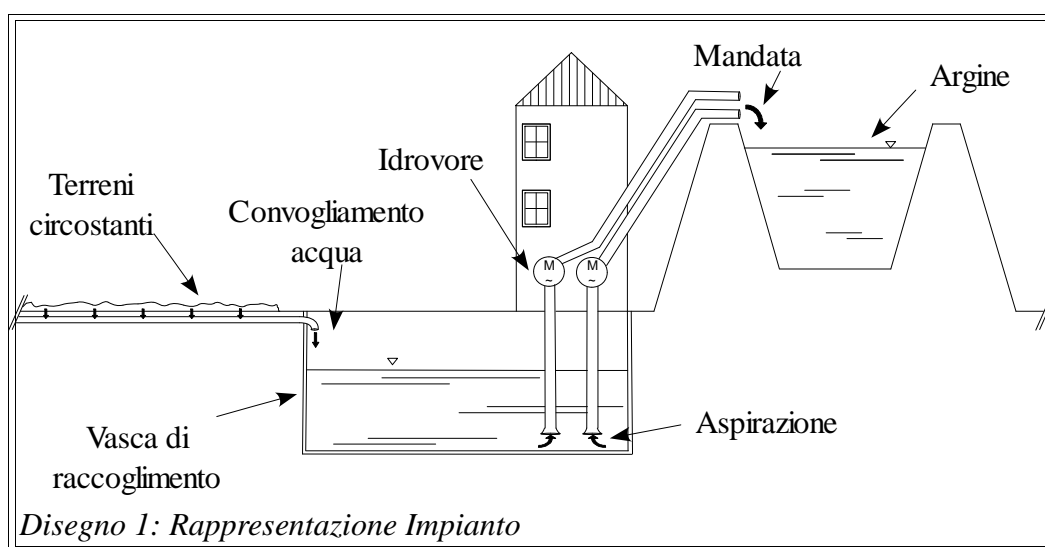
## Generalità su impianto

Normalmente l'acqua piovana in eccesso nelle campagne viene, grazie ad una rete di fossati, convogliata in un argine di più grande portata che poi versa il suo carico d'acqua in un altro fiume e di conseguenza al mare. Questo avviene perché terreni e argine sono ad altezze tali da far avvenire questo passaggio in maniera automatica. Sfruttando quindi il principio dei vasi comunicanti, che porta due serbatoi collegati tra loro ad avere medesimi livelli di liquido, i fossati riescono dunque sempre a versare la propria acqua in eccesso agli argini sui quali terminano.

Nel luogo in cui sorge questo impianto tuttavia l'argine è ad un'altezza, rispetto al livello del mare, maggiore rispetto ai terreni circostanti, quindi l'acqua in eccesso che dai terreni viene convogliata nei fossati non è in grado di raggiungere spontaneamente quest'argine posto più in alto.

Lo scopo di questo impianto è dunque quello bonificare i terreni circostanti raccogliendo l'acqua in eccesso dai vari fossati e accumularla in una vasca opportunamente dimensionata alla base della struttura in cui l'impianto sorge. Poi tramite delle idrovore quest'acqua viene pompata e mandata nell'argine tramite delle tubazioni.

Il disegno 1 rende l'idea della natura dell'impianto.



In origine, quando questo impianto è stato progettato, le idrovore che entravano nella logica di funzionamento erano controllate da un quadro elettrico adeguato alle tecnologie dell'epoca e prevedeva l'avviamento di queste idrovore tramite dei reostati opportunamente inseriti e disinseriti in fase di avviamento.

Col tempo tuttavia le tecnologie si sono evolute indirizzando anche l'automazione industriale verso dei componenti che sfruttano l'elettronica per comandare carichi elettrici in maniera più accurata e vantaggiosa rispetto al passato. A grandi linee, il compito di questa nuova branca dell'elettrotecnica, l'elettronica di potenza, è quello di gestire e controllare il flusso di energia elettrica fornendo tensioni e correnti in una forma che si addice in modo ottimale ai carichi utilizzatori.

L'elettronica di potenza col tempo ha segnato un passaggio importante per l'elettrotecnica e l'automazione industriale in generale rendendo disponibili apparati come l'inverter od il soft-start, usati in questo impianto.

Grazie a questi dispositivi si è dunque modernizzato il quadro elettrico che comanda le idrovore, rimuovendo l'avviamento a reostati e sostituendolo con l'avviamento tramite inverter o tramite soft-start.

Questo processo di pompaggio d'acqua è tutto automatizzato ed è stato reso possibile grazie ad una logica elettromeccanica che, decise le modalità di lavoro, funziona e si controlla in maniera del tutto autonoma, riducendo il lavoro degli operai addetti ad un semplice compito di supervisione.

Per ottenere questo risultato si sono rese necessarie due idrovore, comandate da due motori da 125 HP (circa 92 KW), alimentati da una terna trifase da 400 V ed aventi entrambi un assorbimento, in termini nominali, di circa 200 A.

L'impianto originale prevedeva l'esistenza di una terza idrovora, che effettivamente è presente e funzionante nello stabilimento, ma non rientra nella logica della nuova automazione descritta in questa sede. Questa terza idrovora ha più un compito di riserva, ed entra in funzione manualmente nel caso eccezionale in cui una delle altre due idrovore non sia in grado di funzionare. A comandarla è rimasta la parte del vecchio quadro elettrico che originariamente la comandava e che quindi la esclude completamente dalla logica del nuovo quadro elettrico.

L'alimentazione dell'impianto avviene tramite fornitura dall'ENEL di una linea trifase da 20kV. Questa tensione va', ovviamente, abbassata alla tensione nominale di funzionamento dei motori elettrici che controllano le idrovore, oltre che di tutte le componenti di potenza presenti nell'impianto pari a 400 V, quindi si sono resi necessari tre trasformatori abbassatori per ottenere questa tensione.

## **L'impianto**

L'idea generale di questo impianto è molto semplice: si tratta di comandare le due idrovore in maniera tale che la vasca di contenimento risulti vuota nella situazione di riposo, sempre che il livello d'acqua nell'argine lo permetta.

Per fare ciò, si sono rese necessarie varie parti, tutte indispensabili per il buon funzionamento dell'impianto:

1. La parte di fornitura dell'ENEL, che comprende l'arrivo di una terna da 20 kV, una protezione per tale linea, tre trasformatori per abbassare la tensione da 20 kV a 400 V;
2. Il quadro elettrico di automazione, alimentato a 400 V e contenente tutte le apparecchiature atte a fornire la logica elettromeccanica tale da rendere l'impianto funzionale al suo scopo. Questo è suddiviso in una parte riguardante l'idrovora 1, una parte riguardante l'idrovora 2, una parte comune alle due pompe contenente, tra l'altro, un inverter ed un soft-start, e una parte riguardante i servizi ausiliari che un impianto del genere può richiedere;
3. I due motori elettrici calettati all'asse delle idrovore;
4. Le due idrovore;
5. La vasca in cui le idrovore pescano l'acqua da pompare;
6. Le tubazioni di mandata che terminano nell'argine attiguo;

Oltre ad essere una parte essenziale per il funzionamento dell'impianto, il quadro elettrico di automazione che si cita nel punto 2 rappresenta il vero cuore di tutto l'impianto, perché in esso vengono a stazionare tutte le apparecchiature elettriche necessarie per ottenere l'automazione voluta (quali teleruttori, relè, dispositivi di protezione termica, protezione magnetotermica, ecc.).

L'impianto è stato pensato per lavorare sia tramite l'uso dell'inverter, sia tramite l'uso del soft-start, ed in entrambe le modalità le varie componenti dell'impianto sono state adeguatamente dimensionate per lavorare sotto condizioni di carico più

gravose di quelle nominali. Tuttavia nella maggioranza dei casi in cui l'impianto si troverà ad intervenire, si sfrutterà l'inverter per via delle regolazioni che è possibile effettuare, lasciando il soft-start fermo ed inoperoso per tutto il ciclo di lavoro.

L'utilizzo del soft-start è stato pensato solo nel caso in cui l'inverter, per un motivo qualunque, si trovi impossibilitato a funzionare (rottura, malfunzionamento, riparazione, ecc). Ecco che per aiutare le pompe in fase di avviamento, in assenza dell'inverter, si preferisce farle lavorare sotto soft-start.

Nulla vieta, comunque, di far lavorare l'impianto sotto soft-start anche quando l'inverter non ha alcun problema, solo si preferisce l'uso di quest'ultimo per via della vasta gamma di regolazioni che è possibile effettuare con poche semplici impostazioni.

### **Funzionamento in linea di massima:**

La logica alla base di questo impianto è la seguente:

La vasca al suo interno ha dei dispositivi che rilevano o meno la presenza di acqua.

Quando la vasca inizia a riempirsi, un primo consenso di start farà in modo che l'idrovora 1, ad esempio, parta.

Questa idrovora non sarà alimentata direttamente dalla linea trifase, ma sarà a valle dell'inverter, quindi partirà seguendo le impostazioni stabilite a priori sull'inverter. Queste impostazioni prevedono un numero di giri basso alla partenza, per evitare di assorbire troppa corrente di spunto, ma non troppo basso altrimenti l'idrovora non avrà abbastanza forza per aspirare l'acqua nella vasca.

L'idrovora, dunque, inizierà ad aspirare l'acqua e a mandarla tramite un sistema di tubazioni nell'argine attiguo.

Se il livello dell'acqua nella vasca dovesse salire ulteriormente nonostante l'aspirazione apportata dall'idrovora 1, l'impianto se ne accorge e ne aumenta il numero di giri. Così facendo l'idrovora riesce ad aspirare più acqua e ne manderà

di più nell'argine.

Questo processo continua finché il livello dell'acqua è tale che l'idrovora 1 gira al numero di giri nominale. Quando questo succede, l'impianto se ne accorge e, sempre automaticamente, stacca l'alimentazione tramite l'inverter e contemporaneamente la collega direttamente alla linea trifase, bypassando l'inverter stesso che non ha più motivo di essere usato, visto che l'idrovora gira alla velocità nominale.

L'idrovora 1 allora risulta collegata direttamente alla linea trifase e gira alla sua velocità nominale, mentre l'inverter resta fermo in attesa di essere usato nuovamente.

Se l'acqua nella vasca non cessa di salire, interviene anche l'idrovora 2 con il medesimo ciclo descritto per l'idrovora 1: grazie all'inverter, che ora è disponibile perché l'idrovora 1 non lo sta più usando, l'idrovora 2 parte con una velocità ridotta. Se l'acqua sale ancora, l'impianto comanda l'inverter di aumentare la velocità della seconda idrovora fino a farla funzionare, eventualmente, alla velocità nominale. Qualora questa velocità venisse raggiunta, si stacca alimentazione dell'idrovora 2 tramite l'inverter e in contemporanea la si collega direttamente alla linea trifase, bypassando l'inverter che, come per l'idrovora 1, non ha più motivo di essere usato visto che si è raggiunta la velocità nominale anche per l'idrovora 2.

Qualsiasi velocità abbiano raggiunto le pompe, la mantengono finché l'acqua nella vasca non sarà tornata sotto al livello di minimo, solo allora un consenso di stop le fermerà, interrompendo l'alimentazione diretta dalla linea trifase o tramite inverter e concludendo un ciclo lavorativo.

## **Il quadro elettrico**

Vediamo ora nel dettaglio come è composto il quadro elettrico di automazione.

Il quadro elettrico è composto da una serie di 4 armadi metallici a singola anta, fissati lateralmente tra loro in modo da formare un unico armadio in cui sono



situate tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento dell'impianto. C'è inoltre una parte del vecchio quadro elettrico che è stata lasciata solo per poter governare manualmente l'idrovora numero 3, la quale non entra nella nuova automazione in quanto pensata come idrovora di riserva.



*Illustrazione 1: Quadro elettrico per l'automazione*

Prendendo come riferimento l'illustrazione 1, il primo armadio elettrico partendo da sinistra è un armadio in cui sono stipate apparecchiature di uso generale e non legate esclusivamente ad una pompa o all'altra. In questo armadio troviamo ad esempio: l'alimentazione dell'impianto luminoso interno ed esterno del luogo dove questi armadi sono situati, le apparecchiature elettroniche che controllano il livello dell'acqua nella vasca di contenimento, dei selettori che entrano nella logica dell'automazione, alcuni strumenti di misura, ecc..

Le due idrovore hanno ognuna un armadio elettrico a sé stante nel quale sono raggruppate tutte le apparecchiature elettromeccaniche atte

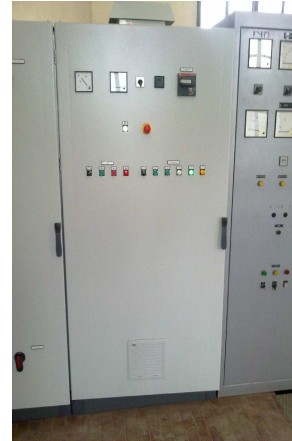


*Illustrazione 2:  
Quadro servizi  
generali*

al funzionamento della logica per la propria idrovora. Nell'illustrazione 1 questi armadi elettrici sono, partendo sempre da sinistra, il secondo per l'idrovora 1 e il quarto per l'idrovora 2.



*Illustrazione 3:  
Quadro elettrico  
idrovora 1*



*Illustrazione 4:  
Quadro elettrico  
idrovora 2*

Sempre da sinistra, il terzo armadio elettrico è riservato al contenimento esclusivo dell'inverter, del soft-start e di una coppia di selettori di potenza che in base alla loro posizione permettono il funzionamento dell'impianto. Visto l'uso comune alle due idrovore che queste apparecchiature fanno durante un ciclo di lavoro, si è pensato di mettere questo armadio in una posizione centrale, in modo da facilitarne il collegamento con le apparecchiature attinenti alle due idrovore che si trovano su armadi elettrici diversi.

Abbiamo allora che i due armadi elettrici relativi alle due idrovore sono disposti ai lati di quello contenente l'inverter ed il soft-start, in maniera tale che le apparecchiature chiamate a lavorare in caso di un ciclo di lavoro, si trovano tutte vicine tra di loro facilitando il lavoro di un eventuale manutentore.



*Illustrazione 5:  
Quadro elettrico  
inverter/soft-start*

L'armadio elettrico più a destra nell'illustrazione 1 è una parte del quadro elettrico vecchio, come si può facilmente capire da come si presenta rispetto ai più recenti armadi descritti precedentemente. Questo armadio non entra nella logica nuova dell'impianto, ma provvede solamente ad alimentare, eventualmente, l'idrovora numero 3 qualora l'idrovora 1 o 2 avessero qualche tipo di impedimento e non fossero in condizione di lavorare.

### **Automazione del quadro elettrico**

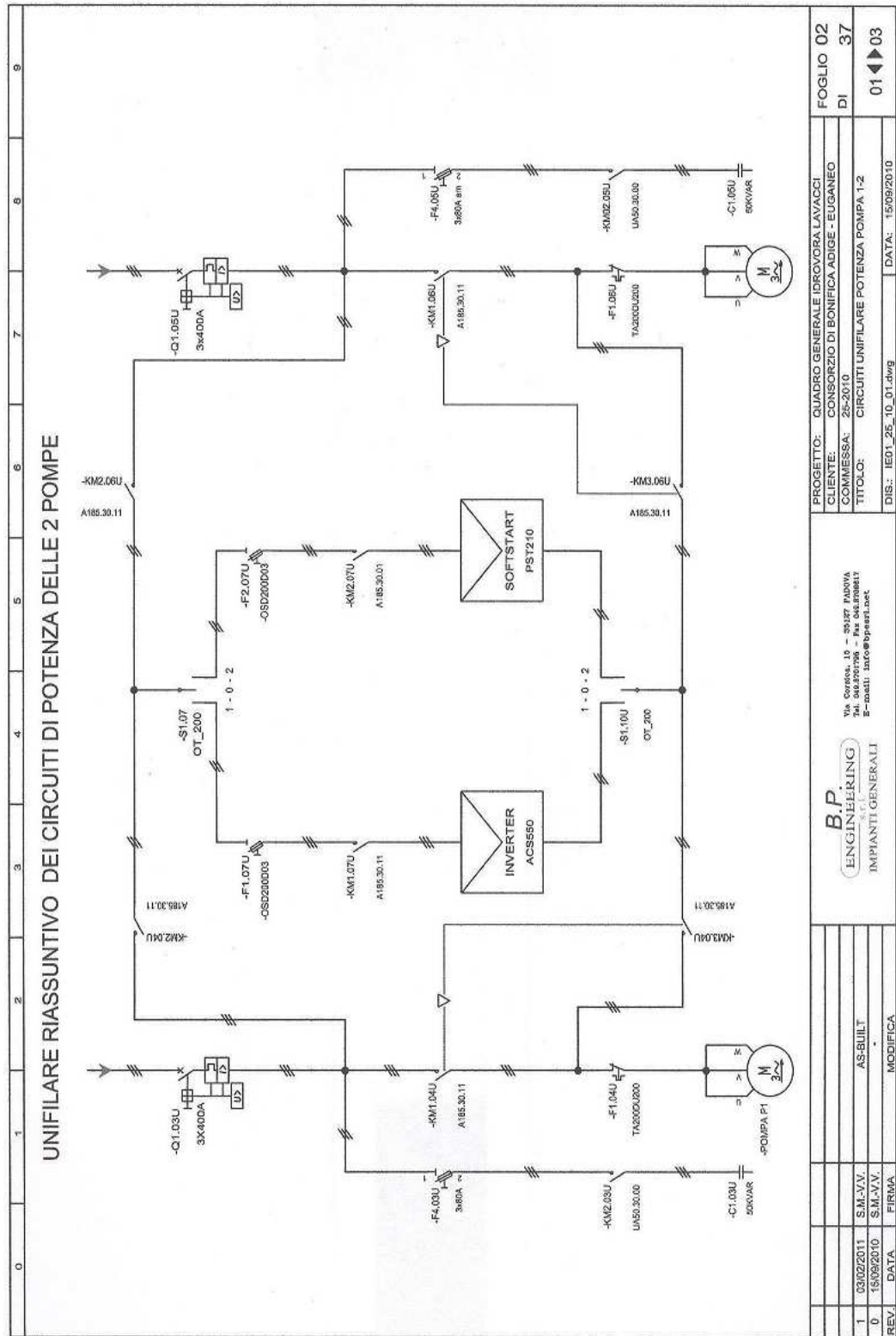
Vediamo ora nel dettaglio il funzionamento dell'impianto e come procedere per avviare un ciclo di lavoro .

Per meglio comprendere la logica degli eventi che avvengono durante un ciclo di lavoro, facciamo riferimento allo schema di potenza unifilare riassuntivo di pagina seguente.

Come appare chiaro da questa pagina dello schema elettrico, l'inverter ed il soft-start, sono collegati in parallelo e sono a disposizione di entrambe le idrovore, quindi la prima cosa che bisogna scegliere per avviare l'impianto è se lavorare tramite l'inverter o se lavorare tramite il softstart.

Questa scelta è ininfluente ai fini del funzionamento perché qualsiasi essa sia, l'impianto lavorerà seguendo la stessa logica. Tuttavia è indispensabile farla, perché altrimenti l'impianto non sa come procedere quando sarà ora di intervenire con un ciclo di lavoro.

Normalmente si preferisce far lavorare l'impianto tramite inverter, la cui vasta gamma di impostazioni possibili lo rende preferibile al softstart che resta un apparecchio affidabile ma di inferiore versatilità. Il soft-start è stato pensato come alternativa dell'inverter nel caso che questo non sia più in condizioni di lavorare per un qualsivoglia motivo. Allora l'addetto all'impianto non deve far altro che cambiare tipologia di funzionamento semplicemente agendo sulle due manopole nell'armadio centrale, passando così da inverter a soft-start e l'impianto sarà nuovamente operativo con la logica elettromeccanica che caratterizza questo complesso.



Scegliamo allora di lavorare usando l'inverter girando opportunamente le manopole poste sul frontale del quadro elettrico dell'inverter e del soft-start; una spia di segnalazione avvertirà la riuscita dell'operazione (spia H1.24). Queste manopole sono ben visibili nell'illustrazione 5.

Per essere in condizioni di poter partire, l'impianto ha bisogno di una serie di consensi, come si può vedere a pg. 25 dello schema elettrico, se ad esempio desideriamo far partire l'idrovora 1. Questi consensi servono a garantire che tutto l'impianto è pronto e che non ci sono problemi in altre aree dello stabilimento dicendo: se l'alimentazione è costante o se ci sono buchi di tensione da parte del fornitore di energia elettrica (relè KA1.25), se l'acqua nella vasca di raccoglimento ha superato il livello inferiore relativo al comando di “stop” delle idrovore denotando così la presenza di acqua nella vasca e motivando l'avvio (relè KA2.21), se l'inverter è in sovraccarico (relè KA2.23), se la protezione termica dell'idrovora 1 è scattata (relè KA2.25) e se le manopole nell'armadio inverter/softstart sono state girate correttamente nella stessa direzione scelta (“Inverter” nel nostro caso).

Una volta che questi consensi sono tutti verificati, l'operatore deve fare un'altra scelta, decidendo se lavorare in modalità MANUALE o in modalità AUTOMATICO tramite un selettore (S1.25 per l'idrovora 1) posto sul frontale del quadro relativo all'idrovora 1 (vedi Illustrazione numero 3).

### **Modalità Manuale:**

La modalità manuale è concettualmente molto semplice: si aziona una idrovora semplicemente premendo il tasto di marcia (pulsante S5.25 per l'idrovora 1), per fermarla si interviene o col pulsante di arresto (pulsante S4.25 per l'idrovora 1) o tramite l'interruzione della serie di consensi descritti precedentemente.

Anche nel funzionamento in manuale, l'avviamento delle due idrovore è governato dall'inverter (perché si è deciso di far lavorare l'impianto tramite inverter), il quale modula l'aumento della velocità questa volta tramite una rampa

prefissata a priori nelle impostazioni e non tramite il livello dell'acqua presente nella vasca. Ciò è possibile semplicemente fornendo come ingresso all'inverter una tensione di 24 V su un determinato morsetto (morsetto DI3 15 dell'inverter), come è stato fatto in questo caso a pg 8 dello schema elettrico. Una volta che la rampa di salita è stata terminata, l'idrovora passa all'alimentazione diretta, con un procedimento che vedremo a breve.

Tuttavia, affinché l'idrovora che si è deciso di far lavorare in manuale possa effettivamente partire, sono state inserite delle condizioni delle quali il sistema deve tener conto. L'idrovora 1, ad esempio, potrà partire, dopo aver premuto il pulsante di marcia, solo se l'idrovora due o è ferma (tramite la serie dei contatti NC KM2.06 e KA3.28) o solo quando l'idrovora 2 è già passata all'alimentazione diretta (consenso da parte del contatto NO KA3.29).

Visto che, come abbiamo detto, le idrovore partono sempre prima tramite inverter (perché è stato scelto in questo nostro esempio), e solo successivamente passano all'alimentazione diretta, è impensabile far partire entrambe le idrovore contemporaneamente perché entrambe avrebbero bisogno dello stesso inverter all'inizio, il quale, invece, può servire un solo carico alla volta.

Per evitare questa situazione, si è pensato dunque a questo vincolo elettrico come precauzione atta ad evitare che l'operatore faccia partire una idrovora manualmente mentre l'altra sta ancora usando l'inverter, impedendo così il crearsi di cortocircuiti potenzialmente dannosi a monte dell'inverter stesso.

Se siamo nelle condizioni descritte sopra, allora l'idrovora 1 del nostro esempio sarà pronta a partire in modalità manuale una volta che si sarà premuto il relativo pulsante di marcia. Quando questa operazione avviene, si eccita il relè KA3.25, il quale darà il via ad una successione di eventi che ha come scopo quello di inserire l'inverter affinché l'avviamento possa procedere. Per una più chiara visione di ciò che succede nell'impianto, si rimanda allo schema unifilare riassuntivo a pg 2 dello schema elettrico.

Il relè KA3.25 eccitandosi porta alla successiva eccitazione dei teleruttori di potenza KM2.04, e di conseguenza KM3.04 (come è facilmente visibile a pg 26

dello schema elettrico). Il teleruttore KM3.04 con il suo cambio di stato fa sì che anche il teleruttore di potenza KM1.07 si ecciti (pg 23 dello schema elettrico). Come si vede chiaramente a pg 2 dello schema elettrico, con questa successione di eventi non si è fatto altro che portare la tensione di linea ai morsetti in cui è collegato il motore dell'idrovora 1, ma lo si è fatto passando per il ramo in cui è collocato l'inverter. L'alimentazione diretta non arriva ai morsetti del motore elettrico perché il teleruttore KM1.04 risulta nella sua condizione di riposo, cioè con i contatti di potenza aperti. Inoltre è stato predisposto un sistema di interblocco meccanico, il quale, proprio meccanicamente, impedisce la chiusura del teleruttore KM1.04 se il teleruttore KM3.04 è chiuso.

A questo punto l'inverter comanderà il motore elettrico, e di conseguenza anche l'idrovora 1, seguendo le sue impostazioni interne, le quali sono state decise a priori dai costruttori dell'impianto. Aumenterà la velocità del motore elettrico aumentando la frequenza fino al massimo impostato seguendo una rampa in salita e porterà il motore elettrico alla sua velocità nominale.

Quando l'inverter raggiunge il valore di frequenza impostato come massimo nelle sue impostazioni, da' in uscita un segnale (tramite il relè interno R4-I a pg 8 dello schema elettrico) il quale verrà usato per eccitare il relè KA3.23 a pg 23 dello schema elettrico dopo un tempo di sicurezza impostato dal timer K1.21 sempre a pg 23 dello schema elettrico.

Questo relè è una conferma che il motore elettrico, e di conseguenza l'idrovora 1, ha raggiunto la sua velocità nominale, quindi l'inverter non è più necessario ed è possibile passare all'alimentazione in diretta dalla linea trifase, by-passando l'inverter stesso.

Questo passaggio avviene in maniera automatica anche se si è in modalità manuale, e prevede l'eccitazione del teleruttore di potenza KM1.04 a pg 26 dello schema elettrico. Appena questo teleruttore chiude, va' a togliere l'alimentazione alle bobine dei teleruttori che prima alimentavano tramite l'inverter e chiude quasi contemporaneamente l'alimentazione in diretta. Così facendo si esclude l'inverter e si passa all'alimentazione diretta.

Non è possibile che ci sia una contemporaneità di alimentazione sia in diretta, sia via inverter, perché gli interblocchi sia elettrici sia meccanici fanno in modo che, se il teleruttore di potenza che alimenta direttamente il motore dell'idrovora KM1.04 chiude, allora i teleruttori che lo alimenterebbero tramite l'inverter KM2.04, KM3.04, KM1.07 si aprono per forza, scongiurandolo una doppia alimentazione.

La conferma che il motore elettrico è alimentato dalla linea trifase direttamente, è il relè KA3.26 per l'idrovora 1. Questo relè dà il permesso all'idrovora 2 a poter eventualmente partire visto che l'inverter non è più usato dall'idrovora 1.

Ogni volta che il motore elettrico sarà alimentato direttamente dalla linea trifase, verrà inserita una batteria di condensatori tramite la chiusura del teleruttore di potenza KM2.03. Questa batteria di condensatori avrà lo scopo di rifasare l'impianto apportando una potenza reattiva capacitiva pari a 50 Kvar.

Nella modalità manuale per arrestare l'idrovora 1, in questo caso basterà premere il pulsante di arresto S4.25. In questo modo si toglie l'alimentazione al relè KA3.25, il quale diseccitandosi toglie l'alimentazione alla bobina del teleruttore KM1.04 se si sta andando in diretta, o dei teleruttori KM2.04, KM3.04, e di conseguenza KM1.07, se si sta ancora andando tramite inverter.

In ogni caso, se venissero a mancare uno dei vari consensi che formano la lunga serie di contatti a pg 25 dello schema elettrico per l'idrovora 1, il sistema si comporta esattamente come se si fosse premuto il pulsante di arresto in manuale. L'idrovora si ferma perché ai teleruttori che comandano il motore elettrico, viene tolta l'alimentazione.

Se si volesse far partire manualmente l'idrovora 2 il procedimento da seguire e la logica elettromeccanica che l'impianto segue, è lo stesso di quello descritto relativo all'idrovora 1, solo cambieranno le etichette dei vari pulsanti, relè e teleruttori descritti nel procedimento relativo all'avviamento manuale dell'idrovora 1. Questo è facilmente intuibile anche dalla somiglianza che è presente nello schema elettrico tra le pg 25 e 26 riguardanti l'idrovora 1, e le pg 28 e 29 che trattano invece l'idrovora 2.



A pg 28, in modo particolare, possiamo osservare la lunga serie di consensi che constatano la presenza delle condizioni in cui l'impianto può lavorare. Troviamo anche per l'idrovora 2 la presenza del selettore dal quale possiamo scegliere la modalità di funzionamento manuale/automatico (selettore S1.28) posto sul frontale dell'armadio elettrico (vedi illustrazione 4). Sono inoltre presenti anche i pulsanti di marcia manuale (pulsante S5.28), quello di arresto (pulsante S4.28) e i consensi dall'idrovora 1 i quali attestano che l'idrovora 1 o è ferma (serie di contatti NC KM2.04 e KA3.25) o è alimentata in diretta dalla linea trifase lasciando in questo modo libero l'inverter per l'avviamento dell'idrovora 2 (contatto KA3.26).

Inoltre guardando pg 2 dello schema elettrico è di facile intuizione il funzionamento dell'impianto quando lavora l'idrovora 2: all'avviamento parte sempre via inverter, di conseguenza si chiuderanno in successione i teleruttori di potenza KM2.06, KM3.06 che comanderà a sua volta ancora il teleruttore KM1.07 (pg 23 dello schema elettrico).

Come succede per l'idrovora 1, anche nei teleruttori di potenza dell'idrovora 2 c'è un interblocco meccanico che impedisce l'alimentazione diretta dalla linea trifase tramite il teleruttore KM1.06 mentre il teleruttore KM3.06 è eccitato.

L'inverter si comporterà sempre allo stesso modo qualunque sia l'idrovora che sta lavorando. Perciò, come per l'idrovora 1, anche per l'idrovora 2 aumenterà la frequenza seguendo una rampa in salita, e una volta raggiunto un predefinito valore di tale frequenza, fornirà in uscita un segnale (sempre tramite il relè interno R4-I a pg 8 dello schema elettrico) che andrà ad eccitare lo stesso relè KA3.23 a pg 23 dello schema elettrico dopo un tempo di sicurezza impostato dal timer K1.21 sempre a pg 23 dello schema elettrico, esattamente come succedeva quando si avviava l'idrovora 1.

Analogamente a come accadeva per l'idrovora 1, questo segnale va a comandare un teleruttore di potenza, il KM1.06, il quale appena cambia di stato, fa cadere i teleruttori che alimentavano il motore elettrico tramite l'inverter (teleruttori KM2.06, KM3.06 e di conseguenza anche il teleruttore KM1.07) e lo collega

all'alimentazione diretta alla linea trifase. Anche in questo caso gli interblocchi sia meccanici sia elettrici fanno in modo che una eventuale contemporaneità nell'alimentazione sia impossibile, prevenendo eventuali doppie alimentazioni.

Come succedeva per l'idrovora 1, la conferma che il motore elettrico dell'idrovora 2 è alimentato direttamente dalla linea trifase avviene tramite un relè, denominato questa volta KA3.29. Questo relè dà il permesso all'idrovora 1 a poter eventualmente partire visto che l'inverter non è più usato dall'idrovora 2.

Anche l'idrovora 2 una volta che è alimentata in diretta, richiede l'utilizzo di una batteria di condensatori atti a rifasare il carico. Ecco allora che il relè che dà la conferma di alimentazione in diretta (relè KA3.29), comanda la chiusura del teleruttore di potenza KM2.05, il quale inserisce il carico avente la potenza reattiva capacitiva pari a 50 KVar.

L'arresto manuale dell'idrovora 2 è analogo a quello riguardante l'idrovora 1: o si preme manualmente il pulsante di arresto (S4.28) o si interrompe la lunga serie di consensi che permettevano l'avvio dell'impianto (pg 28 dello schema elettrico). Qualunque sia il motivo, il risultato sarà la diseccitazione del relè KA3.28 e di conseguenza dei teleruttori che in quel momento stanno comandando il motore elettrico dell'idrovora 2 tramite l'alimentazione via inverter (teleruttori KM2.06, KM3.06 e quindi teleruttore KM1.07), o tramite alimentazione diretta (teleruttore KM1.06).

### **Modalità Automatico**

Nella modalità automatico non è più l'operatore che manualmente comanda l'avvio delle due idrovore tramite di pulsanti di marcia (pulsante S5.25 per l'idrovora 1 e pulsante S5.28 per l'idrovora 2), ma bensì è l'impianto stesso che riconosce la necessità di avvio e procede avviando una idrovora. Poi se una sola idrovora non basta per aspirare tutta l'acqua nella vasca, allora comanda l'avviamento anche della seconda idrovora che si aggiunge alla prima nell'aspirare l'acqua.

Per selezionare questa modalità è sufficiente portare i selettori posti sui frontali degli armadi elettrici in posizione “Automatico” (selettore S1.25 per l'idrovora 1 e selettore S1.28 per l'idrovora 2).

Come per il funzionamento in manuale per poter proseguire con un ciclo di lavoro, devono essere presenti delle condizioni a cui l'impianto deve sottostare facendo chiudere la lunga serie di consensi di cui già si è parlato nella descrizione del ciclo manuale. Queste condizioni rimangono immutate nel passaggio da modalità manuale a modalità automatica e ci dicono, prendendo in considerazione ad esempio l'idrovora 1: se la tensione di alimentazione è stabile ed erogata dal fornitore di energia elettrica con continuità (KA1.25), se c'è un livello d'acqua minimo nella vasca tale da giustificare l'avvio dell'idrovora (KA2.21), se la protezione termica è efficiente o se è intervenuta (KA2.25), se l'inverter è in sovraccarico (KA2.23) e se le due manopole dell'armadio elettrico inverter/soft-start sono girate nella stessa posizione (KA1.24 per l'inverter o KA2.24 per il soft-start).

Per iniziare la sequenza di avvio si è reso necessario, nella modalità automatico, un altro consenso riguardante la “valvola di disadescamento” posta in prossimità dell'argine nel quale le tubazioni riversano l'acqua asportata dalla vasca. Per ulteriori spiegazioni riguardante a questa apparato si rimanda al paragrafo relativo alla Valvola di Disadescamento a pg 36. Ai fini del funzionamento in automatico basta sapere se la valvola funziona correttamente e se da' il suo consenso all'avvio dell'impianto non eccitando il relè KA2.27 (per l'idrovora 1) riguardante la presenza di eventuali guasti, permettendo lo svolgersi del ciclo di lavoro.

Come si è già detto, nella modalità automatica non sono presenti pulsanti che danno inizio all'avviamento dell'impianto; questo compito è stato affidato a due apparecchiature in grado di valutare il livello d'acqua nella vasca e, in base a ciò che rilevano, danno in uscita dei segnali che verranno poi opportunamente utilizzati.

Queste due apparecchiature non lavorano insieme, ma grazie ad un selettore a chiave posto sul frontale dell'armadio dei servizi generali (selettore S1.19), è

possibile scegliere quale far lavorare e quale lasciare inoperosa. Se lasciato nella posizione 0, questo selettore permette il funzionamento tramite misuratore di livello ad ultrasuoni della ABB, se invece è lo si gira in posizione 1, il selettore alimenterà il regolatore di livello tramite sbarre metalliche della OMRON disabilitando lo strumento ABB.

Qualunque sia la scelta fatta, quando queste apparecchiature rilevano la presenza di una quantità d'acqua nella vasca maggiore del minimo prestabilito, comandano l'eccitazione del timer K2.21 per l'idrovora 1 o del timer K3.21 per l'idrovora 2 come si può constatare a pg 21 dello schema elettrico, permettendo così l'avvio di un ciclo automatico (pg 25 dello schema elettrico per l'idrovora 1 o pg 28 dello schema elettrico per l'idrovora 2).

Si è scelto l'utilizzo di timer in questa occasione invece che di semplici relè per evitare che un falso contatto facesse partire accidentalmente un ciclo di lavoro dell'impianto. In questo modo, deve passare un ben determinato periodo di tempo (da 3 a 180 s) in cui si ha un chiaro contatto affinché ci sia l'avvio dell'impianto.

Quando si sono verificate tutte le condizioni sopra descritte, l'impianto di avvia ad eseguire un ciclo di lavoro.

Analogamente a come accadeva nella modalità manuale, l'idrovora che partirà (ad esempio l'idrovora 1) si avvierà sempre prima utilizzando l'inverter. Questo perché eccitandosi il relè KA3.25 a pg 25 dello schema elettrico, porta al successivo azionamento dei teleruttori di potenza KM2.04, il quale comanderà il teleruttore KM3.04 il quale a sua volta farà eccitare la bobina del teleruttore KM1.07. Come si può verificare a pg 2 dello schema elettrico, questa successione di eventi porta ad alimentare il motore elettrico dell'idrovora 1 tramite l'inverter, esattamente come succedeva nella modalità manuale.

Quando si è in modalità automatico, tuttavia, l'inverter si comporta come nella modalità manuale, solo se si è deciso di lavorare sfruttando il misuratore di livelli tramite sbarre della OMRON. Alimentando questo apparecchio tramite il selettore S1.19 a pg 20 dello schema elettrico, si attivano le stesse impostazioni descritte nella modalità manuale: l'inverter aumenta la frequenza della tensione in uscita

seguendo una rampa in salita prestabilita finché non raggiunge un valore di frequenza massima precedentemente impostato.

Quando, invece si sfrutta il misuratore di livelli a ultrasuoni della ABB, la frequenza viene modulata dall'inverter in base ai segnali analogici che arrivano dal misuratore di livello a ultrasuoni stesso (vedi pg 8 dello schema elettrico).

Questi segnali analogici sono delle correnti variabili da 4 a 20 mA. In base al valore di queste correnti l'inverter modula la frequenza della tensione di alimentazione del motore elettrico facendone variare la velocità.

Man mano che l'acqua nella vasca sale, aumenta l'intensità delle correnti che il misuratore eroga verso l'inverter, il quale reagisce aumentando la frequenza della tensione che alimenta il motore elettrico dell'idrovora. Come risultato si ha che più l'acqua nella vasca sale, più l'idrovora gira velocemente.

Se l'acqua nella vasca raggiunge ad un livello tale da far comandare all'inverter di far girare l'idrovora alla sua velocità nominale, succede come nella modalità manuale che, l'inverter, tramite un segnale in uscita (relè interno R4-I), comanda un relè (KA3.23), il quale andrà a eccitare la bobina del teleruttore di potenza KM1.04. Questo teleruttore (come si vede a pg 2 dello schema elettrico) alimenta il motore elettrico dell'idrovora 1 direttamente dalla linea trifase, ed il fatto che sia eccitato porta allo stacco in sequenza dei teleruttori che alimentavano il motore tramite l'inverter (in sequenza i teleruttori KM2.04, KM3.04 KM1.07).

Questi eventi liberano l'inverter rendendolo, eventualmente, disponibile alla seconda idrovora.

Inoltre il fatto che il motore elettrico dell'idrovora 1 (ad esempio) sia alimentato in diretta dalla linea trifase, è confermato dall'eccitazione del relè KA3.26, il quale dà questo consenso all'idrovora rimasta finora inoperosa (la 2 in questo nostro esempio) confermando che l'inverter può ora essere usato e permettendo così la sua partenza se ne fosse necessario.

Qualora l'acqua nella vasca di contenimento continuasse a salire, il misuratore di livello comanda alla seconda idrovora di partire (tramite il timer K3.21 nel nostro caso).

Se tutti i consensi sono rispettati, l'idrovora 2 partirà, sempre tramite inverter inizialmente, chiudendo in successione i teleruttori di potenza KM2.06, KM3.06 il quale comanderà a sua volta il teleruttore KM1.07.

Anche in questo avvio, l'inverter aumenta la frequenza seguendo una rampa prefissata se è inserito il misuratore di livello a sbarre (o come quando è inserita la modalità manuale), altrimenti la frequenza viene modulata a seconda dei segnali analogici che arrivano dal misuratore di segnale a ultrasuoni, come accadeva nell'avvio dell'idrovora 1.

Se l'acqua nella vasca continua a salire, raggiungendo livelli alti, l'inverter comanderà l'idrovora aumentandone la sua velocità fino al valore nominale. Se ciò dovesse accadere, l'inverter non ha più necessità di essere usato, quindi si passerà all'alimentazione diretta.

Come succedeva nelle altre situazioni, l'inverter dà in uscita un segnale (tramite il relè interno R4-I) che andrà ad informare il sistema che si è raggiunta la frequenza nominale. Questo relè interno, comanderà il relè KA3.23 che a sua volta ecciterà la bobina del teleruttore di potenza KM1.06 (pg 29 dello schema di potenza). Appena il teleruttore KM1.06 cambia di stato, l'idrovora risulterà alimentata direttamente dalla linea, e inizierà la sequenza che porterà allo stacco dell'inverter, aprendo in successione i teleruttori di potenza KM2.06, KM3.06 e quindi KM1.07.

Si ha la conferma che l'idrovora 2 è alimentata direttamente dalla linea trifase, quando si eccita il relè KA3.29, il quale conferma che l'inverter è staccato e inoperoso.

Se si arriva a questo punto, il livello dell'acqua nella vasca deve essere veramente alto, in quanto in questa situazione, ovvero nella quale le due idrovore stanno andando alla loro velocità nominale essendo alimentate in diretta dalla linea trifase, si ha la massima aspirazione di acqua dalla vasca.

Se l'acqua nella vasca non diminuisce il suo livello nonostante l'aspirazione apportata dalle due idrovore che lavorano alla velocità nominale, allora una centrale UPS collegata al misuratore di livello a ultrasuoni, effettuerà una

chiamata all'addetto responsabile dell'impianto, riproducendo un messaggio registrato a priori nel quale lo si avverte della situazione dell'impianto.

L'arresto dell'impianto in modalità automatico, avviene semplicemente quando viene a mancare il consenso di livello minimo nella vasca (relè KA2.21). Questo consenso è gestito dai misuratori di livello e viene fornito quando nella vasca è presente un livello d'acqua minimo. Nella fase di avvio delle idrovore questo livello fornisce uno dei tanti consensi a partire, mentre nella fase di arresto, fornisce lo stop delle idrovore semplicemente togliendolo.

Quando le idrovore, ruotando ad una determinata velocità, riusciranno, col loro asportare d'acqua, a far diminuire il livello nella vasca, allora quella velocità verrà mantenuta fino a che la vasca non toglierà il consenso fornito dal relè KA2.21, fermando così l'impianto stesso.

### **Funzionamento tramite Soft-start**

Il funzionamento dell'impianto può avvenire, come già detto, scegliendo necessariamente o di lavorare tramite inverter o di lavorare tramite soft-start. Questa scelta viene effettuata agendo sulle manopole dei selettori di potenza (selettori S1.07 e S1.10), poste sul frontale dell'armadio contenente l'inverter ed il soft-start (si veda illustrazione 5).

L'impianto normalmente viene fatto lavorare fruttando l'inverter, ma nulla vieta di usare il soft-start per avviare le idrovore quando sono chiamate a lavorare.

Per fare ciò si deve semplicemente agire sulle manopole S1.07 e S1.10 e girarle entrambe nella posizione 2. A pg 2 dello schema elettrico si può notare che procedendo in questo modo si verrà ad alimentare il soft-start anziché l'inverter quando si avvierà un ciclo di lavoro.

L'avvio tramite soft-start non cambia radicalmente la logica dell'impianto, ma ne modifica solamente una piccola parte, facendo in modo che, quando le idrovore devono partire, si attivi il soft-start anziché l'inverter.

Come si può notare a pg 2 dello schema elettrico, per fare ciò nella logica dell'automazione, basta far chiudere il teleruttore di potenza KM2.07 anziché il

teleruttore KM1.07 nella sequenza di eventi che determina l'avvio delle idrovore.

Questo, e grazie al fatto che i selettori di potenza S1.07 e S1.10 sono girati in posizione 2, garantisce l'avvio tramite soft-start.

Quando il soft-start ha portato l'idrovora che in quel momento sta comandando, alla velocità nominale, dà in uscita un segnale tramite un suo relè interno (relè K5). Questo relè andrà a comandare il relè KA1.22 che a sua volta avvierà la sequenza che porterà poi all'alimentazione in diretta tramite linea trifase, bypassando il soft-start stesso.

### **Alimentazione dell'impianto**

Il quadro elettrico è stato progettato per essere realizzato in base alle seguenti caratteristiche costruttive e dell'alimentazione elettrica:

- Tensione nominale della rete BT 400 V;
- Frequenza nominale 50 Hz;
- Sistema dei conduttori attivi TN-S;
- Grado di protezione IP55;
- Corrente di cortocircuito nel punto di installazione 15 kA;
- Altezza di installazione  $\leq 1000$  m;
- Temperatura di servizio da -5 °C a +40 °C;
- Umidità relativa 50% a 40°C – 90% a 20°C.

Per ottenere queste caratteristiche si è dovuto provvedere ad alimentare l'impianto con una linea in media tensione. L'ENEL fornisce dunque una terna di tensione una tensione di 20 kV concatenata, atta ad alimentare un carico pari a 500 KVA.

La linea in MT deve poter essere interrotta nel caso ci siano dei guasti nell'impianto per evitare che dei cortocircuiti possano danneggiare le apparecchiature a valle. La protezione installata grazie alla sua selettività amperometrica, interviene se le correnti di corto sono troppo elevate per le protezioni che ci sono a valle di essa.

Se questa protezione interviene, toglia alimentazione a tutto l'impianto.



Queste protezioni sono poste su un piano differente rispetto i quadri elettrici e i motori delle idrovore, per favorire l'allacciamento con la linea aerea in MT fornita dall'ENEL.



*Illustrazione 6: Visuale dell'impianto.*

Come si può notare dall'illustrazione 6, posti al di sotto delle protezioni sopra citate, ci sono i trasformatori di potenza che abbassano la tensione dell'impianto da 20 kV a 400 V.

L'impianto prevede l'uso di tre trasformatori trifasi abbassatori: uno per alimentare l'idrovora 1, avente la potenza di 160 kVA, un altro per alimentare l'idrovora 2 ed, eventualmente, l'idrovora 3 di potenza 320 kVA, e un ultimo trasformatore per alimentare i servizi ausiliari di cui un impianto come questo può aver bisogno di potenza esigua rispetto agli altri due, ovvero di 25 kVA.

La tabella successiva ne riassume le potenze e le correnti nominali, sia la primario sia al secondario, che ogni trasformatore possiede:

<b>Trasformatore</b>	<b>Pn (kVA)</b>	<b>I1 (A)</b>	<b>I2 (A)</b>
TR1	160,00	4,62	231,00
TR2	315,00	9,09	454,70
TR AUX	25,00	0,72	36,00
<b>TOTALE</b>	<b>500,00</b>	<b>14,43</b>	<b>721,70</b>

*Tabella 1: Potenza complessiva installata nell'impianto*

Il trasformatore TR2 ha una potenza quasi doppia rispetto al trasformatore TR1, perché, mentre quest'ultimo alimenta solamente l'armadio elettrico relativo all'idrovora 1, il trasformatore TR2, alimenta il relativo armadio dell'idrovora 2 ed l'armadio elettrico vecchio relativo all'idrovora 3. Anche se questa idrovora non viene praticamente mai utilizzata, l'impianto è stato progettato inizialmente e dimensionato di conseguenza, per poterne usufruire ugualmente, qualora ce ne sia bisogno.



*Illustrazione 7: da sinistra trasformatori TR1, TR2, AUX*

Nell'illustrazione 7 si possono inquadrare i tre trasformatori, al di là della rete di protezione, quando erano ancora presenti le apparecchiature dell'impianto precedente, sostituite poi con quelle dell'impianto attuale visibili nell'illustrazione

6. Nonostante le protezioni in MT e i quadro elettrici siano cambiati, i trasformatori sono rimasti invariati, dato che le potenze in gioco non sono variate si è solamente proceduto alla loro manutenzione.

I trasformatori TR1 e TR2, data la loro potenza nominale, hanno un tipo di isolante differente rispetto al trasformatore AUX. Questi due trasformatori, infatti, sono immersi in un bagno d'olio, il quale isola le parti in tensione e provvede anche al raffreddamento delle stesse. L'olio, infatti, scaldato dalle parti attive, avvierà, all'interno del cassone nel quale è contenuto, un movimento dovuto ai moti convettivi tra olio scaldato e olio freddo, portando in questo modo il calore via dalle parti attive. Per aumentare la superficie nella quale l'olio può scambiare il calore asportato, il cassone in cui è contenuto l'olio, è circondato da innumerevoli tubi, nel quale l'olio, a causa appunto dei suoi moti convettivi, disperde il calore.



*Illustrazione 8: Dati di targa del trasformatore TR1*

Dai dati di targa del trasformatore TR1, è possibile risalire ad alcune informazioni più tecniche riguardo al trasformatore stesso, come per esempio: la potenza della macchina (160 kVA), la frequenza di esercizio (50 Hz) e il rapporto di trasformazione che è facilmente calcolabile dato che la tensione nominale è 20 kV  $\pm$  5% al primario e 400 V al secondario, il rapporto di trasformazione k è il loro

rapporto ed è pari a 50.

Sempre dai dati di targa, si vengo a conoscenza delle correnti che circolano al primario (4,62 A) e al secondario (231 A), le quali provano ancora che il rapporto di trasformazione è 50 se si rapporta la corrente al secondario con quella al primario.

Altri dati presenti nella la targa del trasformatore TR1, sono la sua tensione di corto circuito percentuale  $v_{cc\%}$  pari a 3,94% della tensione nominale e il suo fattore di potenza in corto circuito  $\cos\phi_{cc}$  che vale 0,50. La prima è il valore ridotto della tensione di alimentazione che, applicato al primario del trasformatore con il secondario in corto circuito, dà luogo alla circolazione nel trasformatore delle correnti nominali. Il fattore di potenza, invece, mi fornisce un'indicazione di come è distribuita la potenza attiva e reattiva all'interno del trasformatore stesso, quando non ci sono carichi collegati ad esso.

Un'altra informazione essenziale che i dati di targa danno, è il fatto che questo trasformatore TR1, essendo trifase come gli altri due, rientra in un gruppo di appartenenza, e quello di questo trasformatore in particolare è il Dyn11.

In questa sigla le lettere hanno ognuna un particolare significato. La “D” sta a significare che l'avvolgimento primario è collegato a triangolo, la “y” che l'avvolgimento secondario è collegato a stella, la “n” che al secondario è presente un collegamento al centro stella per il neutro, il numero “11” rappresenta “l'indice orario”, ovvero che la tensione stellata del primario e la tensione stellata del secondario, sono sfasate come due lancette di un orologio, nel quale la tensione stellata del primario è ferma a ore 12, mentre l'altra, che rappresenta la tensione stellata presente al secondario, è avanzata fino a ore 11. Ciò sta a significare che le due tensioni stellate sono sfasate di  $330^\circ$  e che il trasformatore appartiene al 4° gruppo (il quale contiene gli indici orari 3,7 e 11 per l'appunto).

Da questi trasformatori , vengono collegati dei cavi che raggiungeranno gli armadi elettrici relativi, alimentandoli.

## Motori elettrici

I motori elettrici presenti nell'impianto sono di tipo a rotore avvolto, e dai dati di targa posti su di essi, è possibile ricavarne le seguenti informazioni:

- Tipo motore NUAS 1500/8;
- Potenza nominale 125 Hp;
- Numero giri 735 g/min;
- Frequenza nominale 50 Hz;
- Tensione nominale statore 380 V;
- Tensione nominale rotore 220 V;
- Corrente nominale c.a. 180 A;

I motori presenti hanno una potenza di 125 Hp, ovvero circa 92 kW.

Hanno anche un'altra caratteristica, ovvero quella di avere ben 4 coppie polari (8 poli), garantendo alle macchine elettriche di ruotare ad un numero di giri basso. Ciò si riesce facilmente a verificare, calcolando la velocità di sincronismo del campo rotante, grazie alla formula:

$$n = \frac{60 * f}{p} = \frac{60 * 50}{4} = 750 [giri / min]$$

Questa velocità non viene tuttavia raggiunta dalle macchine elettriche, in quanto, essendo asincrone, devono tener conto del sincronismo "s", il quale impedisce alla velocità di raggiungere il valore di sincronismo, come dimostrato dai dati di targa sopra riportati.

Questi motori sono adeguati per le idrovore installate sull'impianto, perché forniscono un numero di giri adeguato al loro corretto funzionamento, ovvero basso.

Quando l'impianto lavora tramite inverter o tramite soft-start, la velocità del motore elettrico in quel momento comandato, aumenta fino a raggiungere la velocità nominale segnata nei dati di targa. Tuttavia per poter aspirare acqua dalla

vasca le idrovore devono avere una velocità minima di funzionamento, altrimenti non avranno la forza necessaria per pompare l'acqua nell'argine.



*Illustrazione 9: Motore elettrico idrovora 1*

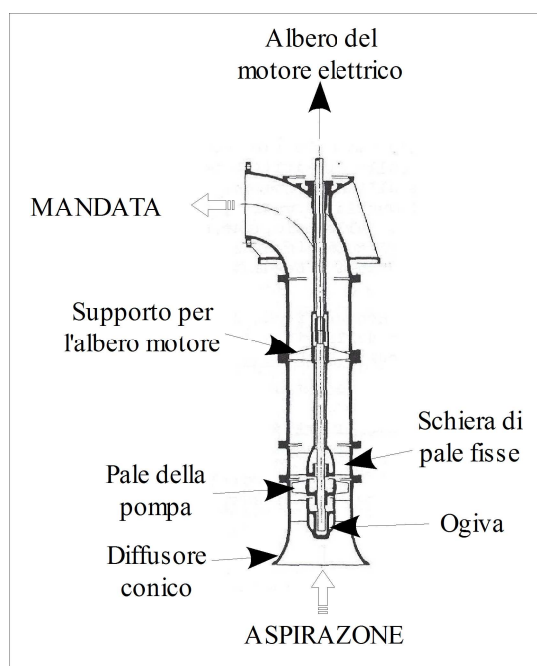


*Illustrazione 10: Motore elettrico idrovora 2*

### **Le Idrovore**

Per pompare l'acqua fuori dalla vasca non tutte le pompe esistenti sul mercato sono adeguate. Data l'altezza dalla vasca all'argine (Prevalenza) e l'ingente quantità d'acqua chiamate ad asportare (Portata), per questo impianto sono state necessarie delle pompe assiali, nate precisamente per questo tipo di applicazioni.

Le pompe assiali, chiamate idrovore quando operano azioni di bonifica come nell'impianto in questione, hanno le caratteristiche necessarie per svolgere il compito dall'impianto



*Disegno 2: Rappresentazione pompa assiale*

richiesto. Infatti, la loro peculiarità è che riescono ad aspirare notevoli portate d'acqua e farle salire per un dislivello relativamente basso (<15 m), ruotando ad un numero di giri basso.

Nell'impianto in questione si hanno precisamente queste caratteristiche: una vasca molto grande capace di contenere una grande quantità d'acqua, ed un'altezza, tra la vasca e l'argine, da far percorrere all'acqua non molto elevata.

Le pompe assiali sono chiamate in questo modo per via del percorso che fa' l'acqua una volta che viene aspirata. Le pale inclinate dell'elica ruotano nel fluido e quindi lo spingono nella direzione voluta. L'aspirazione provoca dei moti turbolenti nell'acqua, ma la direzione verso la quale l'acqua è spinta è assiale con l'albero dell'elica.

La pompa assiale normalmente è configurata come una curva, per consentire il passaggio dell'albero motore. Se la distanza tra elica e motore elettrico è troppo elevata, per mantenere l'albero perfettamente allineato, evitando che si creino fenomeni di vibrazione, si usano dei supporti dotati di cuscinetti (eventualmente lubrificati a parte) che aiutano l'albero a non muoversi dal suo asse.

All'entrata della girante normalmente è presente un'ogiva, che ha il compito di incanalare meglio l'acqua in entrata, migliorando il rendimento globale di tutta la pompa.

Il movimento del fluido non è, all'uscita della girante, puramente assiale, in quanto la rotazione della stessa dà evidentemente una componente rotatoria. Per questa ragione si usano delle pale fisse, ancorate alla tubazione che migliorano il rendimento globale della pompa.

### **Differenza tra Inverter e Soft-start**

Nei motori asincroni, la velocità di rotazione è direttamente legata alla frequenza della tensione di alimentazione. Ovunque sia necessario nell'industria variare la velocità di un motore vengono usati inverter da corrente alternata a corrente alternata (CA-CA).

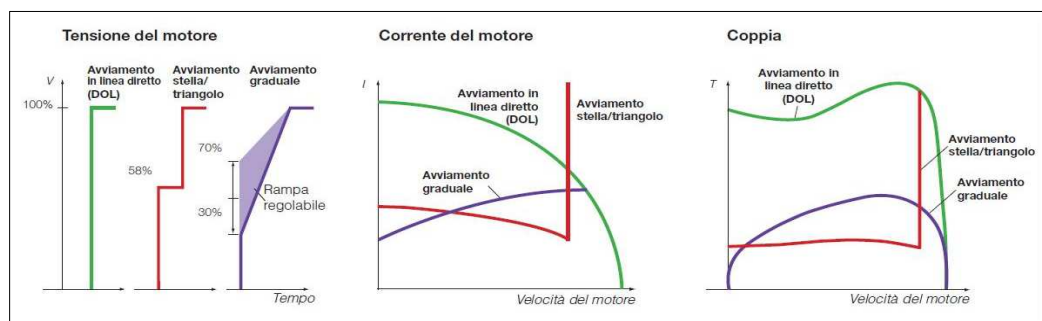
In questi sistemi la tensione in entrata viene dapprima convertita in corrente

continua da un raddrizzatore e livellata da condensatori, quindi applicata alla sezione di inversione, che riceve in ingresso la tensione continua e ne fornisce in uscita una alternata con le caratteristiche volute. Di fatto trattasi quindi di sistemi "raddrizzatori-invertitori" anche se vengono comunque indicati solamente come "inverter" (vale a dire solamente "invertitori"). Lo scopo di questa doppia operazione è unicamente quello di variare la frequenza a piacere entro un intervallo prestabilito e non è necessaria la presenza di un trasformatore apposito per essi, poiché non è necessario variare il valore della tensione in uscita che rimane uguale a quella in ingresso.

La frequenza di uscita è determinata nei casi più semplici da un segnale analogico fornito all'inverter per esempio da un potenziometro, oppure da un segnale digitale inviato da un PLC o da un altro apparecchio in grado di farlo (come ad esempio il misuratore di livello a ultrasuoni).

Il soft-start, invece, sfrutta un metodo di avviamento a tensione ridotta realizzato elettronicamente. Lo scopo principale di questa apparecchiatura, è quello di ridurre la corrente allo spunto, come avveniva con l'avviamento stella-triangolo, tramite una variazione controllata della tensione.

Grazie all'elettronica di potenza, si fa variare il valore efficace della tensione di uscita. Si può dunque ottenere una graduale tensione di avvio, una rampa, che può essere programmata a seconda delle esigenze.



*Disegno 3: Rappresentazione andamento Tensione, Corrente, Coppia variate da un soft-start*



Il soft-start è sicuramente il migliore di tutti i sistemi classici di avviamento a tensione ridotta, ma ha l'inconveniente della riduzione della coppia.

Il soft-start può andar bene per carichi che hanno una coppia resistente che cresce gradualmente con la velocità, come l'impianto in questione. E' invece inadatto per carichi che hanno una coppia d'attrito allo stacco elevata.

### **Misuratori di Livello**

In questo impianto sono presenti due misuratori di livello che monitorano il livello dell'acqua presente nella vasca. Grazie alla loro presenza l'impianto può gestire automaticamente un ciclo di lavoro quando si rende necessario.

Sono due misuratori che lavorano con principi differenti, ma che svolgono ugualmente la loro mansione.

Questi apparecchi non lavorano contemporaneamente quando l'impianto è chiamato a fare un ciclo di lavoro, ma tramite un selettore (S1.19), si deve scegliere quale fare lavorare.

### **Misuratore di livello a ultrasuoni**

Una di essi è un misuratore di livello che lavora tramite ultrasuoni, fornito dalla ABB. Posto sul frontale dell'armadio elettrico dei servizi generali, è inserito se il selettore S1.19, che è posizionato a fianco dello strumento, è girato nella posizione 0.

Questo misuratore è usato la maggioranza delle volte data la sua caratteristica peculiare di fornire in uscita due tipi di segnali analogici tramite due correnti elettriche variabili da 4 a 20 mA.

Questa particolare apparecchiatura sfrutta i segnali provenienti da due sensori: uno misura il livello della vasca ed è posto lontano dalle idrovore, l'altro la quantità di rifiuti presente nella vasca sfruttando un dislivello presente nella vasca ed è posto in prossimità delle idrovore.

Questi sensori misurano un tempo; sono posto in cima alla vasca, puntano il pelo libero dell'acqua ed emettono degli ultrasuoni verso di esso. L'impulso lanciato,

percorre la vasca in direzione verticale verso il basso, incontra il pelo libero dell'acqua dal quale viene riflesso e ritorna al sensore che l'ha emesso. In base al tempo che questo impulso impiega ad ritornare al sensore, il misuratore capisce il livello dell'acqua presente nella vasca.

Un primo sensore comanda le idrovore, perché se si associa manualmente un determinato tempo al livello della vasca vuota, quando il livello dell'acqua sale, l'impulso impiegherà un tempo minore per tornare al sensore dopo essere stato emesso, confermando la presenza di acqua in eccesso nella vasca e consentendo alle idrovore, eventualmente, di partire.

Impostando analogamente vari livelli nella vasca, quando questi verranno raggiunti dall'acqua, faranno partire prima una idrovora, poi eventualmente l'altra poi eventualmente segnaleranno la presenza di vasca piena d'acqua. Ogni livello è contrassegnato da un tempo in cui l'impulso viene emesso, riflette nell'acqua e ritorna al sensore e sarà un tempo sempre minore fintanto che l'acqua nella vasca sale di livello.

Se il livello della vasca, grazie al lavoro delle idrovore, scende fino al livello di vasca vuota impostato, allora il misuratore comanda l'arresto dell'impianto.

Un secondo sensore misura invece il livello d'acqua in prossimità delle idrovore. Il misuratore di livello ha bisogno di questo secondo ingresso per poter fare la differenza e capire quanto dislivello c'è tra l'acqua distante dall'aspirazione delle idrovore e il livello vicino ad essa.

L'aspirazione delle idrovore nella vasca è protetta da una serie di maglie metalliche che vanno a formare una sorta di rete che protegge le tubazioni di aspirazione. Questa griglia metallica funge come da filtro ai corpi estranei di notevoli dimensioni (rami, foglie, spazzatura, ecc..) che potrebbero, se aspirate, danneggiare le idrovore stesse.

Se non c'è molta sporcizia accumulata attorno a questa griglia di protezione, il livello dell'acqua è lo stesso e non si ha dunque un dislivello dato che i due sensori posti uno lontano dalle idrovore, fuori dalla griglia e uno vicino alle idrovore dentro la griglia, misurano lo stesso livello d'acqua.

Si ha invece dislivello quando c'è una notevole quantità di sporco attorno alla griglia. Il sensore esterno ad essa, lontano dalle idrovore misurerà una quantità d'acqua maggiore di quella che misurerà il sensore presente in prossimità delle idrovore, perché tutta la sporcizia attorno alla griglia funge come da tappo all'acqua, la quale farà più fatica ad attraversare questa griglia di protezione e creerà un dislivello d'acqua.

Il misuratore di livello elaborerà questi segnali, monitorando il dislivello e quando questo è troppo elevato, secondo uno standard impostato, comanderà un meccanismo chiamato “sgrigliatore” (pg 20 dello schema elettrico) il quale asporterà parte della sporcizia presente attorno alla griglia permettendo così all'acqua di passarci attraverso più facilmente e abbassando così il dislivello dell'acqua.

I segnali ricevuti dai due sensori a ultrasuoni verranno elaborati dal misuratore che in uscita fornisce, come abbiamo detto, dei segnali analogici variabili da 4 a 20 mA. Questi segnali fungono da ingresso all'inverter, il quale modula la frequenza della tensione in uscita verso il motore elettrico attraverso essi nel caso l'impianto sia impostato in automatico e sia chiamato a lavorare.

### **Misuratore di livello a sbarre metalliche**

Questo misuratore di livello viene inserito quando il selettore S1.19, posto sul frontale dell'armadio elettrico dei servizi generali, viene girato nella posizione 1.

Il misuratore di livello in questione è prodotto dalla OMRON e sfrutta tre sbarre metalliche immerse nell'acqua nella vasca per creare un contatto di start e uno di stop per le idrovore.

Queste sbarre sono immerse nell'acqua e sono protette da una tubazione di plastica di piccolo diametro, in modo da non essere danneggiate da eventuali corpi estranei presenti nell'acqua o dai moti turbolenti prodotti dalle idrovore quando aspirano.

Il principio di funzionamento è molto semplice: una sbarra di metallo è immersa perennemente nell'acqua e rappresenta la sbarra comune. Quando il livello nella vasca sale si va a bagnare una seconda sbarra che sarà quella di stop, ma che in

questa fase in cui il livello dell'acqua aumenta, fornisce solamente un consenso all'avvio. Aumentando ancora il livello dell'acqua, si va a bagnare anche la terza sbarra posta ad una altezza tale da giustificare l'avvio delle idrovore e di un ciclo di lavoro.

Quando la terza sbarra viene a essere toccata dall'acqua, si crea un contatto elettrico tra lei e la sbarra in comune. Il misuratore sente questo contatto tra le due sbarre e comanda l'avvio automatico dell'impianto come descritto nei paragrafi precedenti.

Nella fase di avvio, quando lavora l'inverter, questo misuratore di livello non manda segnali d'ingresso analogici all'inverter, perché non ne genera. L'inverter si gestisce autonomamente la frequenza della tensione d'uscita verso il motore elettrico, aumentandola fino ad un valore stabilito attraverso una rampa in salita, che va impostata a priori e che viene sfruttata anche in modalità manuale. L'unico segnale che l'inverter riceve da questo misuratore di livello è uno start a far partire le idrovore.

Quando le idrovore, aspirando l'acqua, la portano ad un livello tale da liberare anche la seconda sbarra, allora viene a mancare il consenso alla marcia e le idrovore si fermano, terminando un ciclo di lavoro.

### **Alternanza delle idrovore**

Quando si è in modalità automatico è anche possibile fare un'altra scelta operando attraverso il selettore S3.03 a pg 21 dello schema elettrico.

Normalmente quando l'impianto, in modalità automatico, inizia un nuovo ciclo di lavoro, non fa partire sempre la stessa idrovora per prima, ma ne alterna la partenza come "prima". Per esempio quando, in un ciclo di lavoro, parte per prima l'idrovora 1, ed eventualmente, poi arriva a partire anche l'idrovora 2, il successivo ciclo di lavoro vedrà partire per prima l'idrovora 2 o successivamente, se richiesto, anche l'idrovora 1.

Questa alternanza della prima idrovora che partirà serve per far lavorare entrambe le idrovore un numero di ore abbastanza uguale, mantenendo le condizioni di

usura delle parti meccaniche dell'impianto (spazzole del motore elettrico, cuscinetti delle parti rotanti, ecc..) distribuite il più equamente possibile tra le due idrovore.

Se così non fosse, partirebbe, quando necessario, sempre per prima solo una determinata idrovora, lasciando l'altra ad intervenire eventualmente se ce ne fosse bisogno. E' facile intuire che se ciò accadesse, l'idrovora che parte sempre per prima subirà una usura assai maggiore della seconda, avendo lavorato un numero maggiore di ore.

Il selettore S3.03 introdotto ad inizio paragrafo, permette di decidere quale idrovora si vuole far partire per prima, introducendo il volere dell'operatore nella modalità automatica.

La presenza di un conta-ore per ogni idrovora, che segna il numero di ore che ogni idrovora ha effettivamente lavorato, unito al selettore S3.03 che decide quale idrovora partirà per prima nel successivo ciclo lavorativo, mantengono l'usura delle parti meccaniche distribuita equamente tra le due idrovore.

L'alternanza vera e propria delle idrovore, viene fornita direttamente dai misuratori di livello, che hanno l'accortezza di includere questa caratteristica tra le loro funzionalità. Il misuratore di livello a ultrasuoni, fornisce alternativamente un'uscita al posto di un'altra, consentendo l'avvio di una o dell'altra idrovora per prima. Il misuratore di livello a sbarre, invece, per offrire questa possibilità deve essere affiancato da uno relè scambiatore, il quale ogni volta che arriva il segnale d'ingresso, alterna il segnale d'uscita tra due possibilità. Se grazie a queste uscite si comanda l'avvio delle idrovore, si viene a generare l'alternanza voluta (pg 20 dello schema elettrico).

### **Valvola di disadescamento**

Le valvole di disadescamento sono delle valvole poste su entrambe le tubature di mandata, in prossimità dell'argine.

Queste valvole hanno due compiti: il primo è di facilitare l'aspirazione dell'acqua nella vasca dalle idrovore, il secondo è quello di impedire che l'acqua passi

dall'argine alla vasca tramite un “travaso”.

Quando si avvia una o entrambe le idrovore, l'acqua aspirata dalla vasca incontra una certa difficoltà a risalire lungo le tubazioni di mandata, perché oltre alla gravità deve vincere anche una forza di resistenza dovuta all'aria presente nelle tubazioni che viene messa in pressione quando l'acqua viene aspirata. Questo avviene perché la mandata delle tubazioni è immersa sott'acqua nell'argine, quindi quando si aspira l'acqua dalla vasca, l'aria presente nelle tubazioni viene messa in pressione, finché tale pressione non è elevata abbastanza da fuoriuscire sotto il pelo libero dell'argine, creando moti turbolenti sotto la superficie dello stesso.

La presenza di questa ulteriore forza da vincere, non facilita certo il compito delle idrovore, per cui si è pensato alla valvola di disadescamento.

Le valvole di disadescamento, rappresentano uno sfiato per l'aria, per cui quando le idrovore sono chiamate a lavorare, queste valvole vengono chiuse creando un'uscita per l'aria. Così facendo l'aria non va in pressione dentro la tubatura, ma fuoriesce dallo sfiato appena creato.

L'acqua pompata in questo modo non incontra resistenza dovuta alla pressione e risale più facilmente su per la tubatura di mandata.

Quando l'acqua aspirata raggiunge l'argine e vi si immette, da queste valvole tenderebbe uscire appunto un piccolo zampillio d'acqua, visto che le tubazioni ne sono piene e l'aria all'interno di esse è ormai già stata espulsa completamente.

Questo è l'utilizzo che si fa delle valvole di disadescamento per risolvere questo particolare problema, ma non è l'unico che viene risolto grazie ad esse.

Avviene che quando le idrovore hanno aspirato l'acqua dalla vasca di contenimento, le idrovore si fermano. L'acqua nelle tubature rappresenta un problema, perché essa in presenza della gravità tenderebbe a ripercorrere le tubature e ricadere nella vasca. La quantità d'acqua non è tale da far ripartire l'impianto date le dimensioni elevate della vasca.

Il problema consiste nel fatto che l'acqua nelle tubature costituisce un tramite tra due serbatoi d'acqua, la vasca e l'argine. Essendo l'argine ad una altezza maggiore rispetto alla vasca, ed essendoci questo collegamento tra i due che si sposta verso

la vasca per colpa della gravità, si tenderebbe a svuotare l'interno argine dentro la vasca. Questo processo di travaso avviene per il principio dei vasi comunicanti, secondo il quale l'acqua presente in due serbatoi collegati tra loro tende ad avere lo stesso livello. La vasca essendo ad un livello più basso dell'argine tenderebbe a raggiungere il livello di quest'ultimo, attingendo dalla sua stessa acqua attraverso le tubature, ma non potendo raggiungere il suo livello per motivi di altitudine differente, non si fermerebbe mai di accingere da esso, prosciugando, eventualmente, l'argine stesso.

Questo processo di travaso, può essere fermato semplicemente impedendo all'acqua dell'argine di risalire dalle tubature, rituffandosi nella vasca. Ciò è reso possibile dalle valvole di disadescamento, le quali interrompono questo flusso di acqua verso la vasca una volta che le idrovore hanno finito di aspirare acqua da essa.

Si comandano le valvole in modo tale che, quando le idrovore si fermano perché non c'è più acqua nella vasca da aspirare, si aprano, interrompendo il collegamento tra il serbatoio "argine" con il serbatoio "vasca" e annullando il principio dei vasi comunicanti, non essendo più, per l'appunto, comunicanti tra loro.

L'impianto presenta una valvola di disadescamento per ogni idrovora, e per ogni valvola è presente un comando manuale per comandarla. Questo comando manuale si trova sul frontale dell'armadio elettrico dell'idrovora relativa e prevede semplicemente un pulsante di start e uno di stop.

Per integrare il funzionamento delle valvole di disadescamento nella modalità automatica dell'impianto, si deve ruotare l'apposito selettore in posizione 2 (selettore S1.27 per l'idrovora 1 e selettore S1.30 per l'idrovora 2).

Qualunque sia la modalità con cui si opera, si va a comandare il teleruttore di potenza KM1.03 per l'idrovora 1 e KM1.05 per l'idrovora 2, i quali controllano l'elettrovalvola addetta a muovere la valvola di disadescamento relativa.

Muovendosi, una valvola di disadescamento, libera o chiude dei fine-corsa i quali dicono se la valvola si è chiusa completamente, quando gli è stato comandato di

chiudersi, o se si è aperta completamente, quando gli è arrivato quel comando.

Sfruttando i segnali che arrivano da questi fine-corsa, si capisce se la valvola sta lavorando bene o se è incappata in qualche malfunzionamento. In tal caso l'impianto interverrà segnalando il guasto e fermando un ciclo lavorativo se questo era avviato.

### **Rifasamento**

La natura della totalità dei carichi elettrici è ohmico-induttiva. L'entità dell'assorbimento reattivo rispetto a quello attivo, dipende come ben noto dalla formula:

$$\frac{Q}{P} = \tan \varphi$$

in cui  $\varphi$  è l'angolo di ritardo della corrente assorbita rispetto alla tensione del carico.

Nel triangolo delle potenze, prende una particolare importanza il fattore di potenza  $\cos\varphi$ , il quale va' influire pesantemente nel calcolo delle correnti efficaci assorbite:

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3} U_n * \cos \varphi)}$$

Più basso è il  $\cos\varphi$ , più la corrente efficace assorbite sono maggiori.

Questo fatto “induce” nella rete le seguenti conseguenze:

- maggiori perdite elettriche in linea  $P = 3 R I^2$  ;
- maggiori cadute di tensioni in linea  $\Delta U = \sqrt{3} (R I \cos\varphi + X I \sin\varphi)$  ;
- sovradimensionamento degli impianti di generazione, trasmissione e trasformazione, che sono sempre dimensionati con riferimento alla potenza apparente.

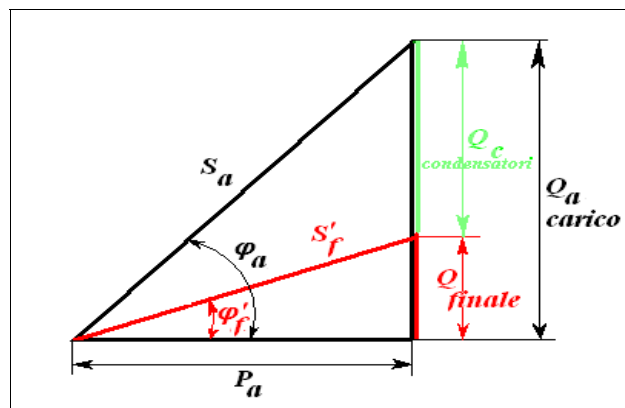
L'utente con eccessivo assorbimento di potenza reattiva provoca quindi nel distributore locale un peggioramento delle condizioni di distribuzione. Per disincentivare tale assorbimento eccessivo, si applicano penali tariffarie tanto più



pesanti quanto pesante è l'entità dell'assorbimento della potenza reattiva.

Il modo più semplice per rifasare un carico ohmico-induttivo è porgli in parallelo un banco di condensatori che mettono in gioco una potenza reattiva di segno opposto rispetto a quella del carico e che quindi, complessivamente, riduce la potenza reattiva del carico.

La potenza del gruppo di condensatori di rifasamento per portare un'utenza da  $\cos\varphi_a$  a  $\cos\varphi_f$ , è immediata se si osservano i triangoli delle potenze della figura sottostante:



*Illustrazione 11: Triangoli delle potenze prima e dopo il rifasamento*

La potenza reattiva capacitiva, abbassa dunque la potenza reattiva induttiva, aumentando di conseguenza in  $\cos\varphi$ .

La potenza reattiva capacitiva da inserire è calcolabile dalla formula:

$$Q_c = Q_a - Q_f = P (\tan\varphi_a - \tan\varphi_f)$$

Se la tensione dell'impianto è diversa da quella nominale del banco di rifasamento, la potenza  $Q$  erogata si modifica secondo la relazione:

$$Q = Q_n * \left(\frac{U}{U_n}\right)^2$$

L'impianto trattato in questo elaborato presenta dei carichi elettrici che sono i motori delle idrovore, i quali hanno un  $\cos\phi$  relativamente basso (circa 0,76).

Il sistema di rifasamento è costituito da una batteria di condensatori indipendente per ogni idrovora. Questi condensatori vengono inseriti quando il motore raggiunge la velocità nominale ed è alimentato dalla linea diretta trifase dalla tensione nominale (tramite i teleruttori di potenza KM2.03 per l'idrovora 1 e KM2.05 per l'idrovora 2) fornendo una potenza reattiva pari a 50 kVar.

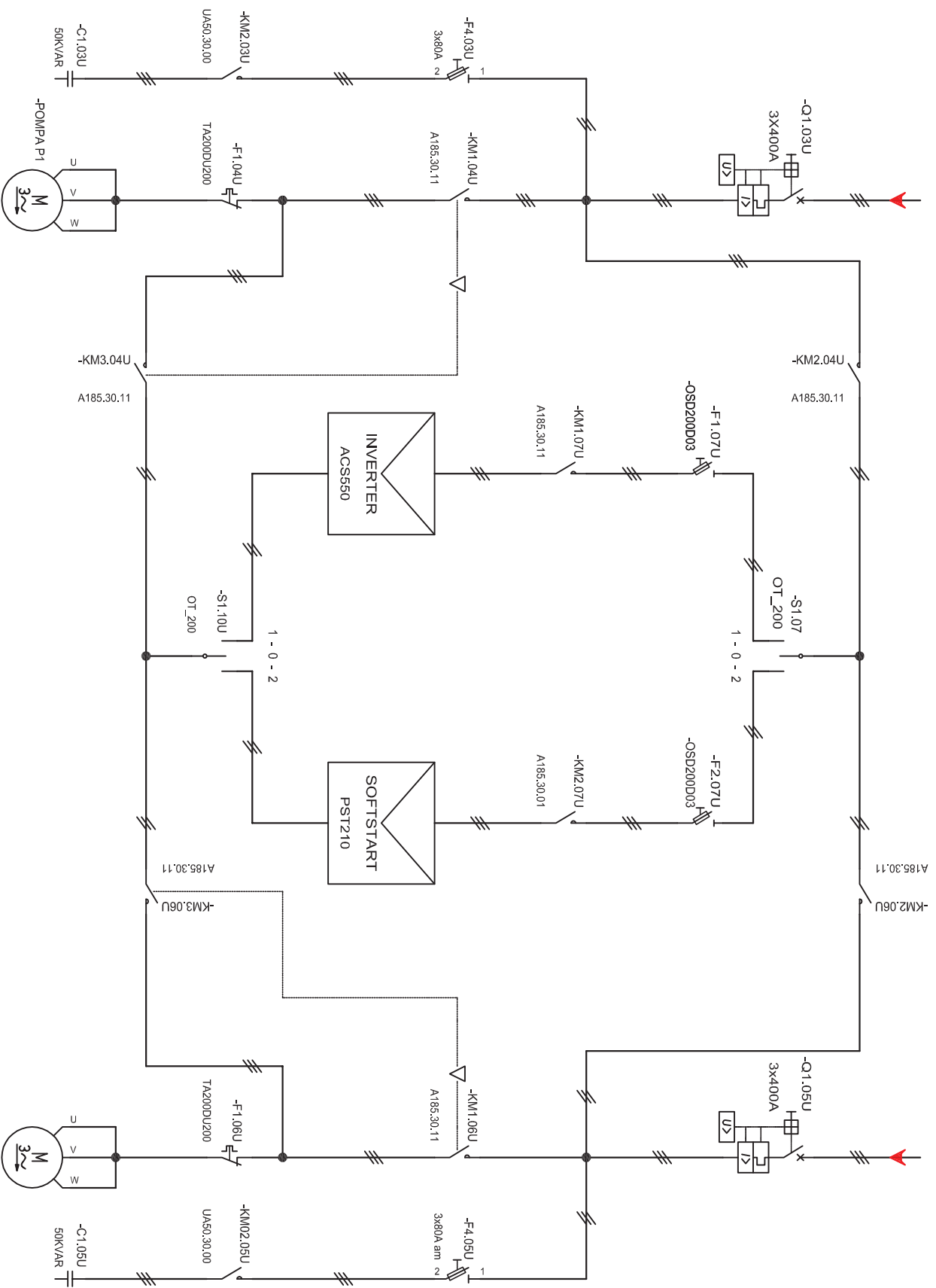
Stando alla formula da cui si ricava la potenza reattiva capacitiva e sapendo che essa vale 50 kVar, si può ricavare il  $\cos\phi$  finale dopo l'inserimento dei condensatori nell'impianto trovando che vale 0,95.

## **Bibliografia**

- 1) “Relazione tecnica quadro Lavacci” fornita da B.P. Engineering s.r.l.;
- 2) “Schema elettrico per cablatura del quadro elettrico” fornito da B.P. Engineering s.r.l.;
- 3) R. Benato, L. Fellin : “Impianti Elettrici”, UTET Scienze Elettriche, ISBN 978-88-598-0618-9;
- 4) M. Andriollo, G. Martinelli, A. Morini: “Macchine elettriche rotanti”, Edizioni Libreria Cortina Padova, ISBN 88-7784-197-4;
- 5) M. Andriollo, G. Martinelli, A. Morini: “I trasformatori”, Libreria Internazionale Cortina Padova, ISBN 88-7784-239-3;
- 6) N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins: “Elettronica di potenza – Convertitori e applicazioni”, HOEPLI, ISBN 978-88-203-3428-4;
- 7) R. Tosato: “Macchine”, dispensa edizione blu;



# UNIFILARE RIASSUNTIVO DEI CIRCUITI DI POTENZA DELLE 2 POMPE



REV.	DATA	FIRMA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.
1	03/02/2011	S.M.-V.V.


  
**B.P. ENGINEERING** S.r.l.

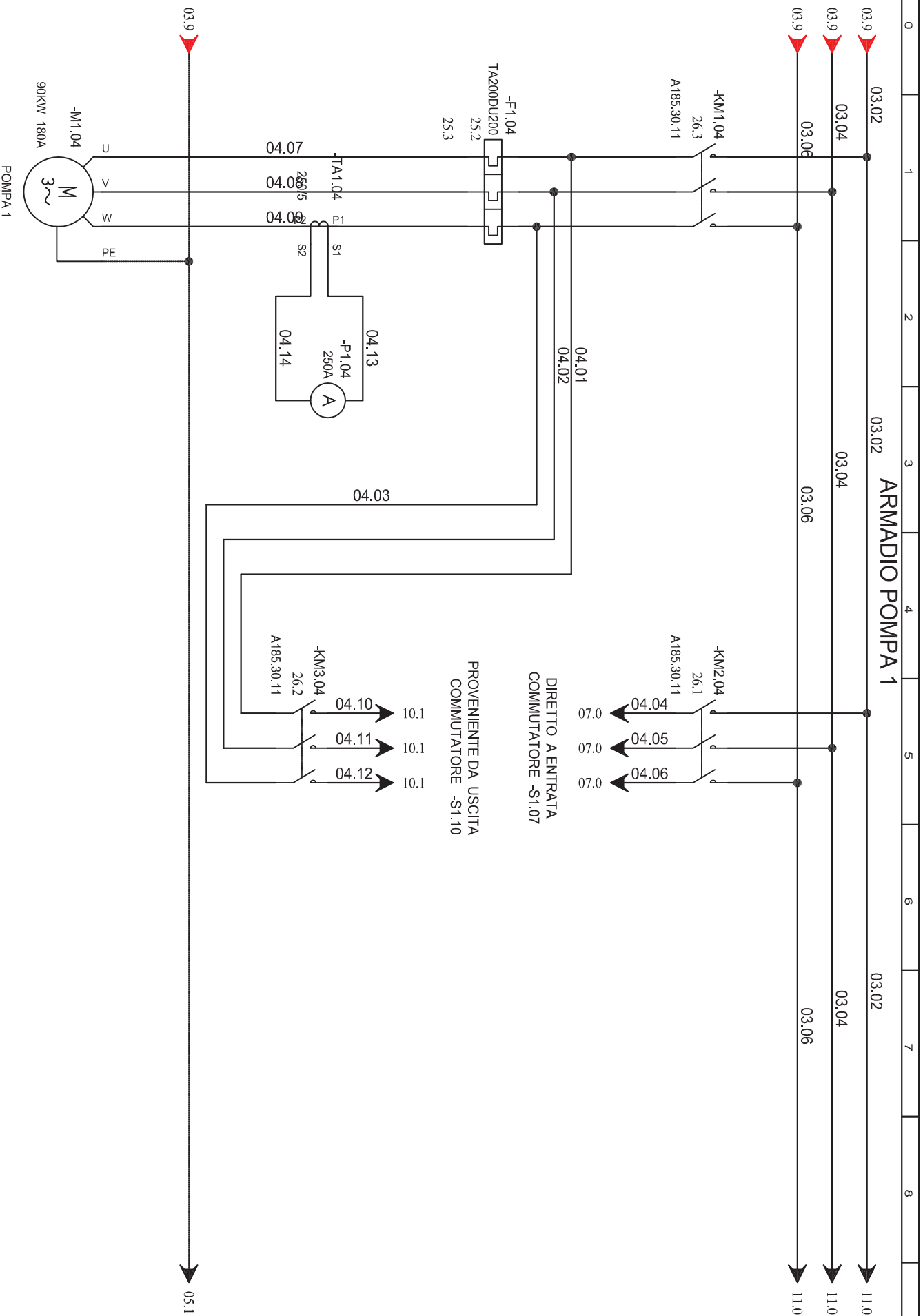
**IMPIANTI GENERALI**

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701786 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpestrl.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	CIRCUITI UNIFILARE POTENZA POMPA 1-2
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg
DATA:	15/09/2010

FOGLIO	02
DI	37
	01 ◀▶ 03





REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT

  
**B.P. ENGINEERING**  
 S.R.L.  
 IMPIANTI GENERALI

Via Corchica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA POMPA 1
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

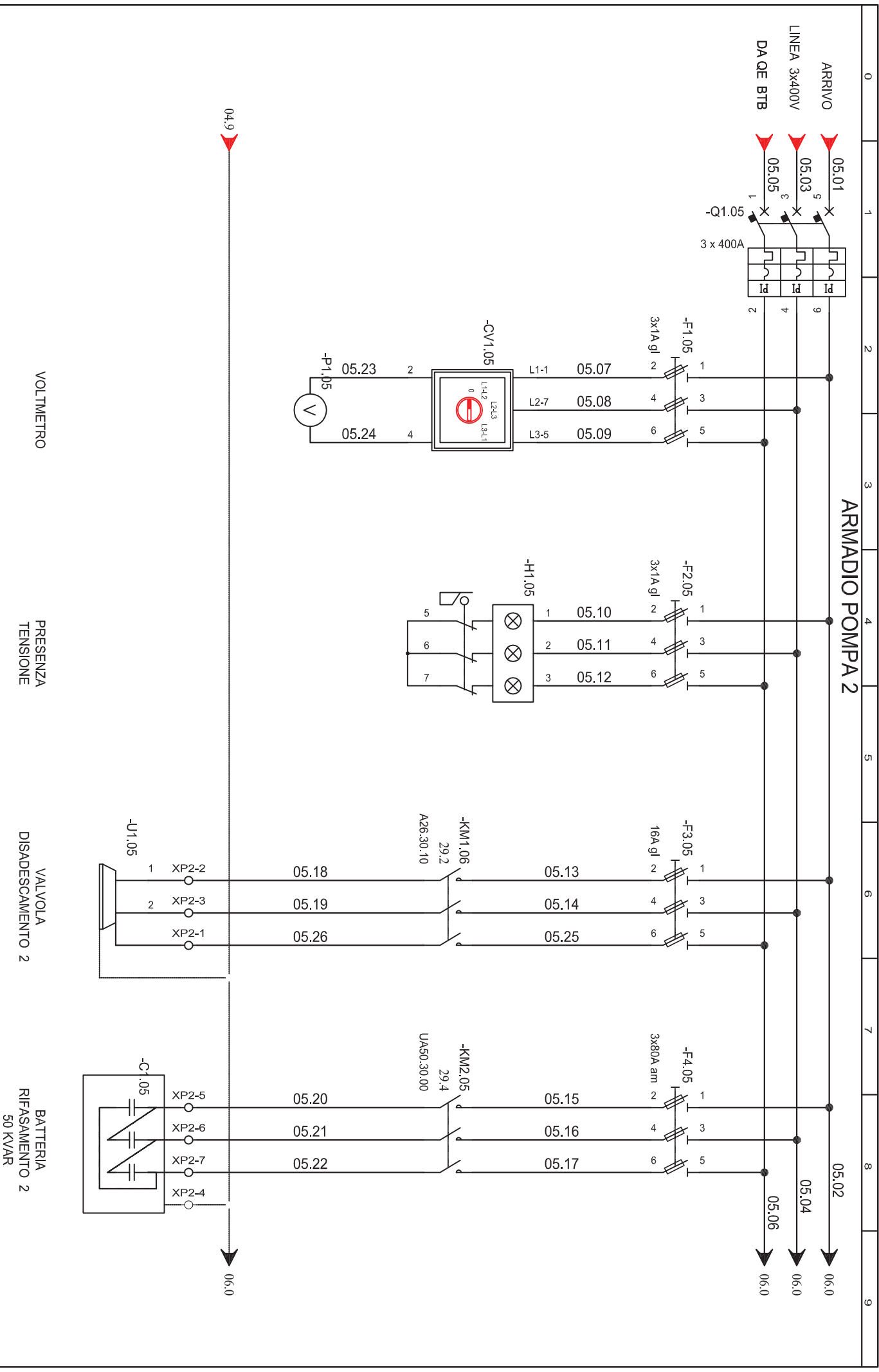
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT

**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

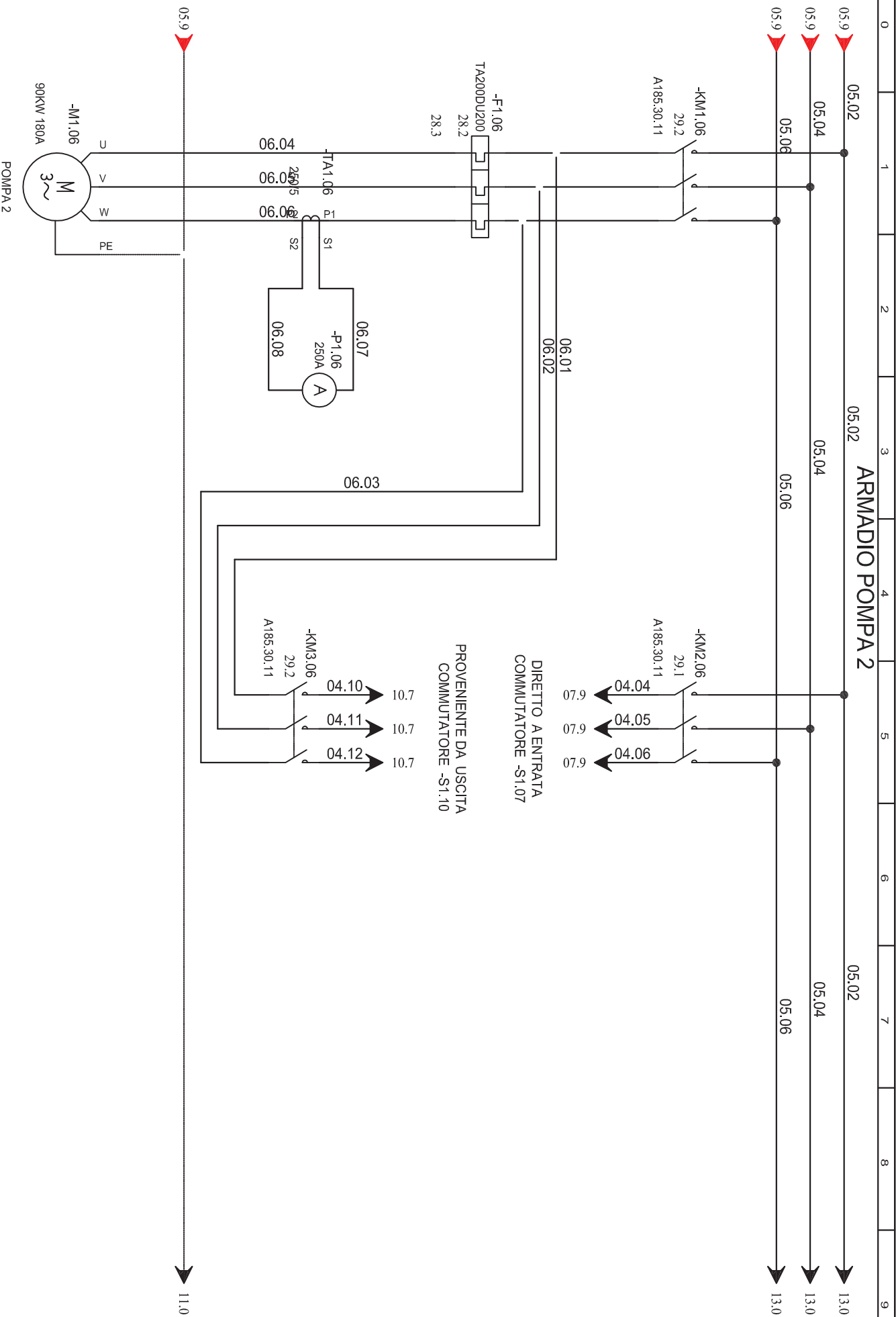
Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701786 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA POMPA 2
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

FOGLIO	05
DI	37
04	06





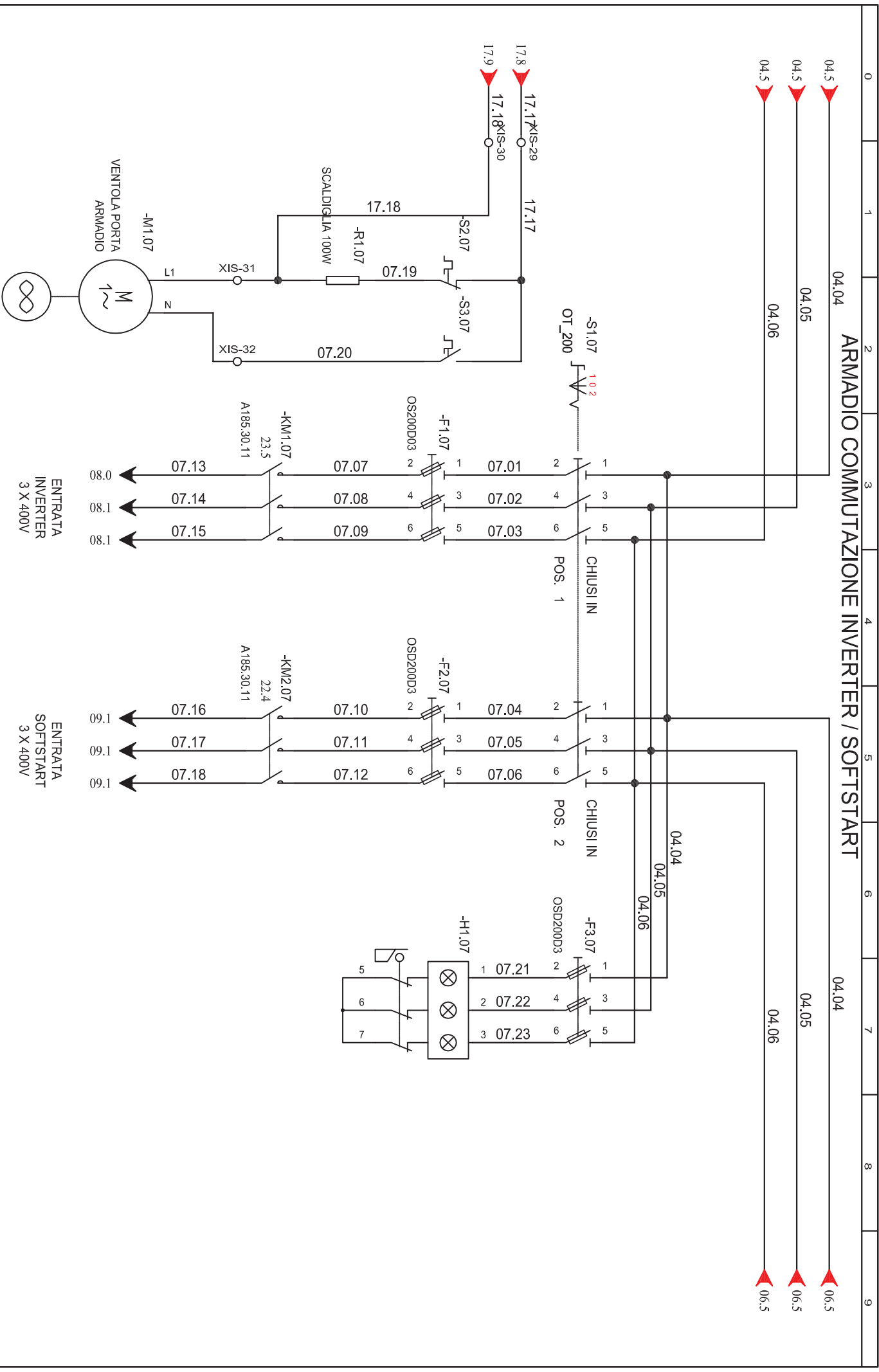


REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-



Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701786 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpearl.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	06
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	SCHEMA POTENZA POMPA 2		
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010		
			05 ◀ ▶ 07



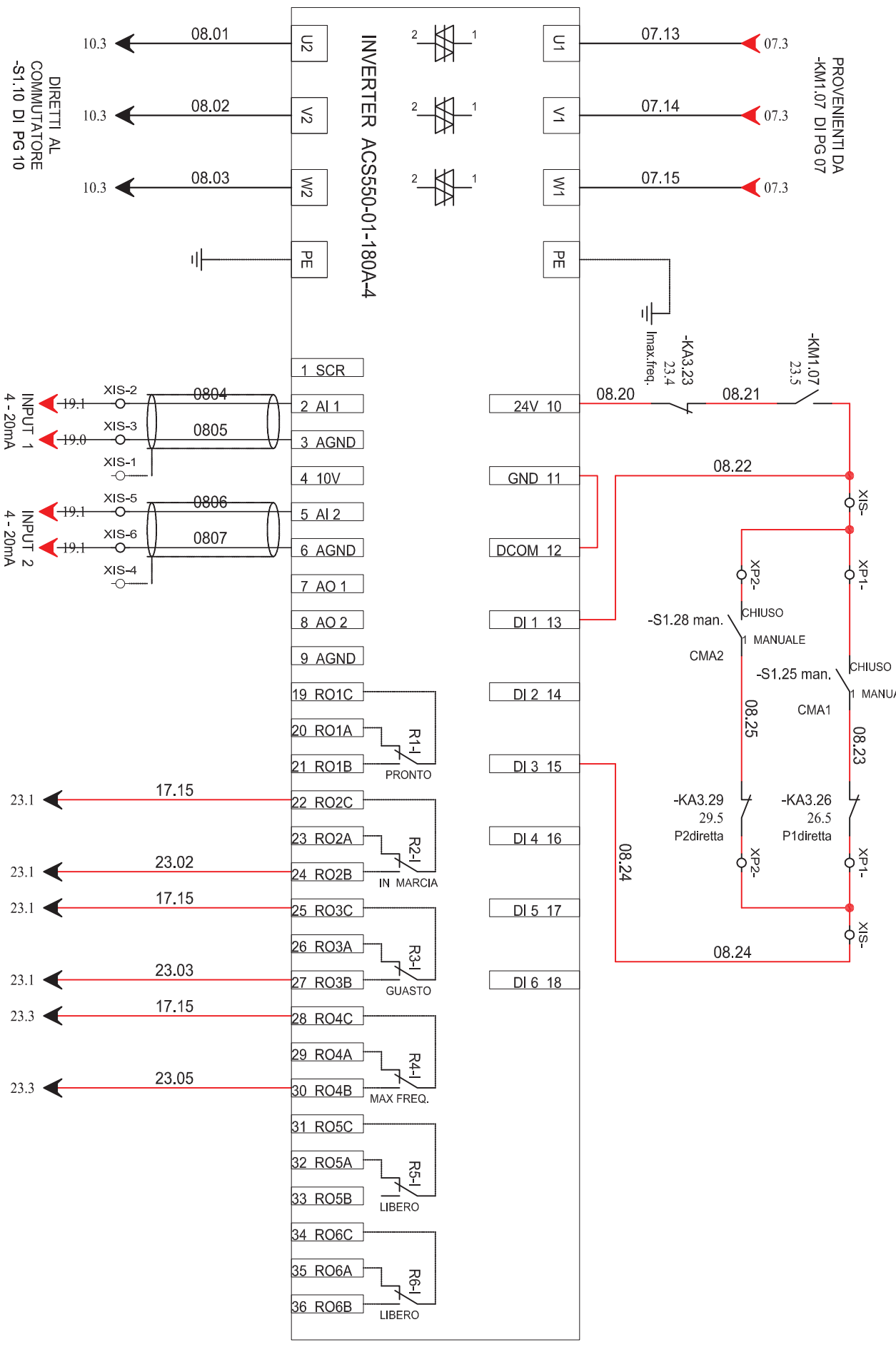
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA COMMUTATORE -S1.07
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

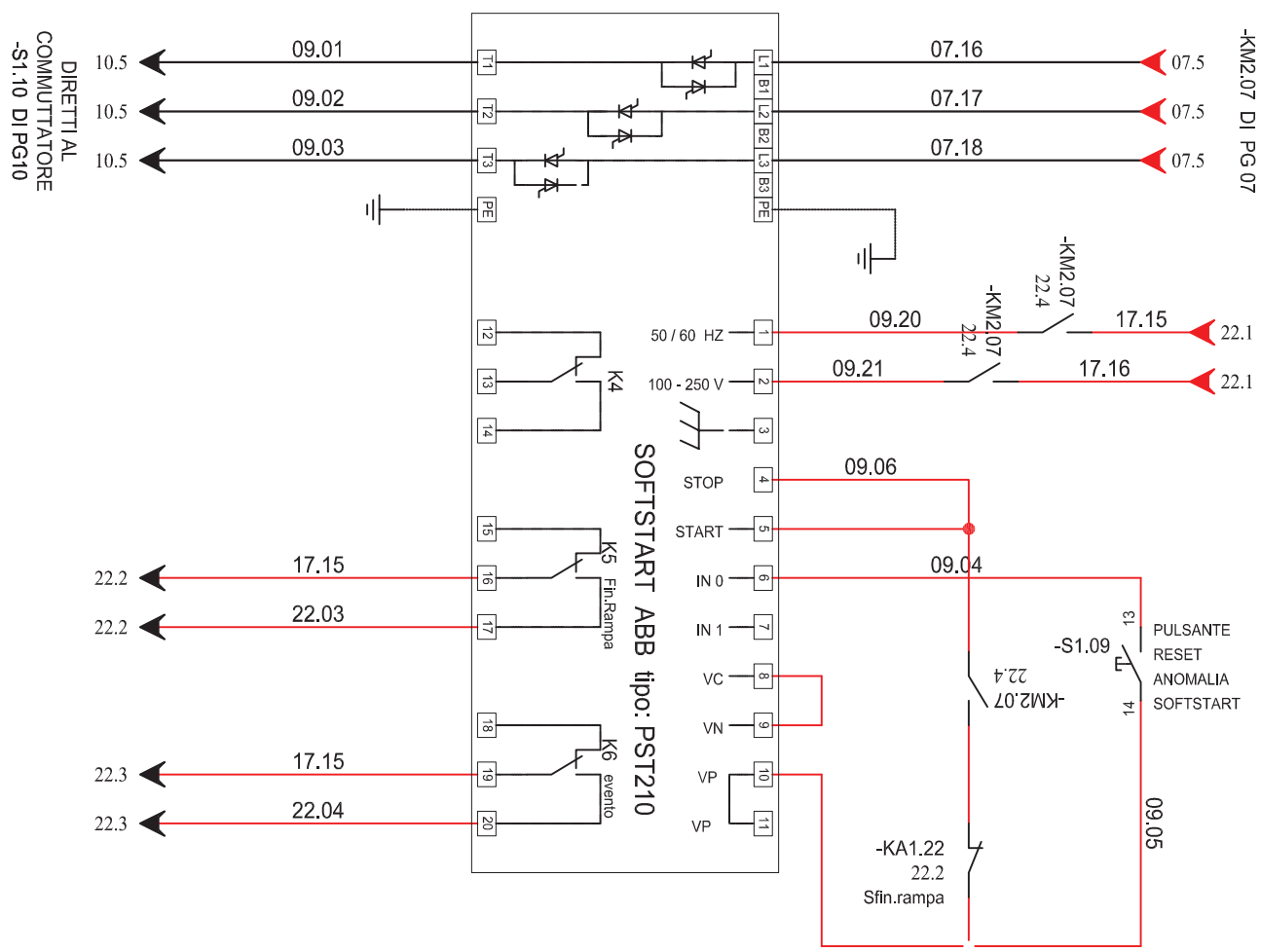
# ARMADIO COMMUTAZIONE INVERTER / SOFTSTART



REV.	DATA	FIRMA			
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT		
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-		
			MODIFICA		
Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA Tel. 049/701780 - Fax 049/708617 E-mail: info@bpestril.net					
PROGETTO: QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI CLIENTE: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO COMMESSA: 25-2010 TITOLO: INVERTER ACS550-01-180A-4			FOGLIO 08 DI 37		
DIS: IE01_25_10_01.dwg			DATA: 15/09/2010		
			07 ◀▶ 09		

# ARMADIO COMMUTAZIONE INVERTER / SOFTSTART

PROVENIENTI DA  
-KM2.07 DI PG.07



DIRETTIAL  
COMMUTATORE  
-S1.10 DI PG10

REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

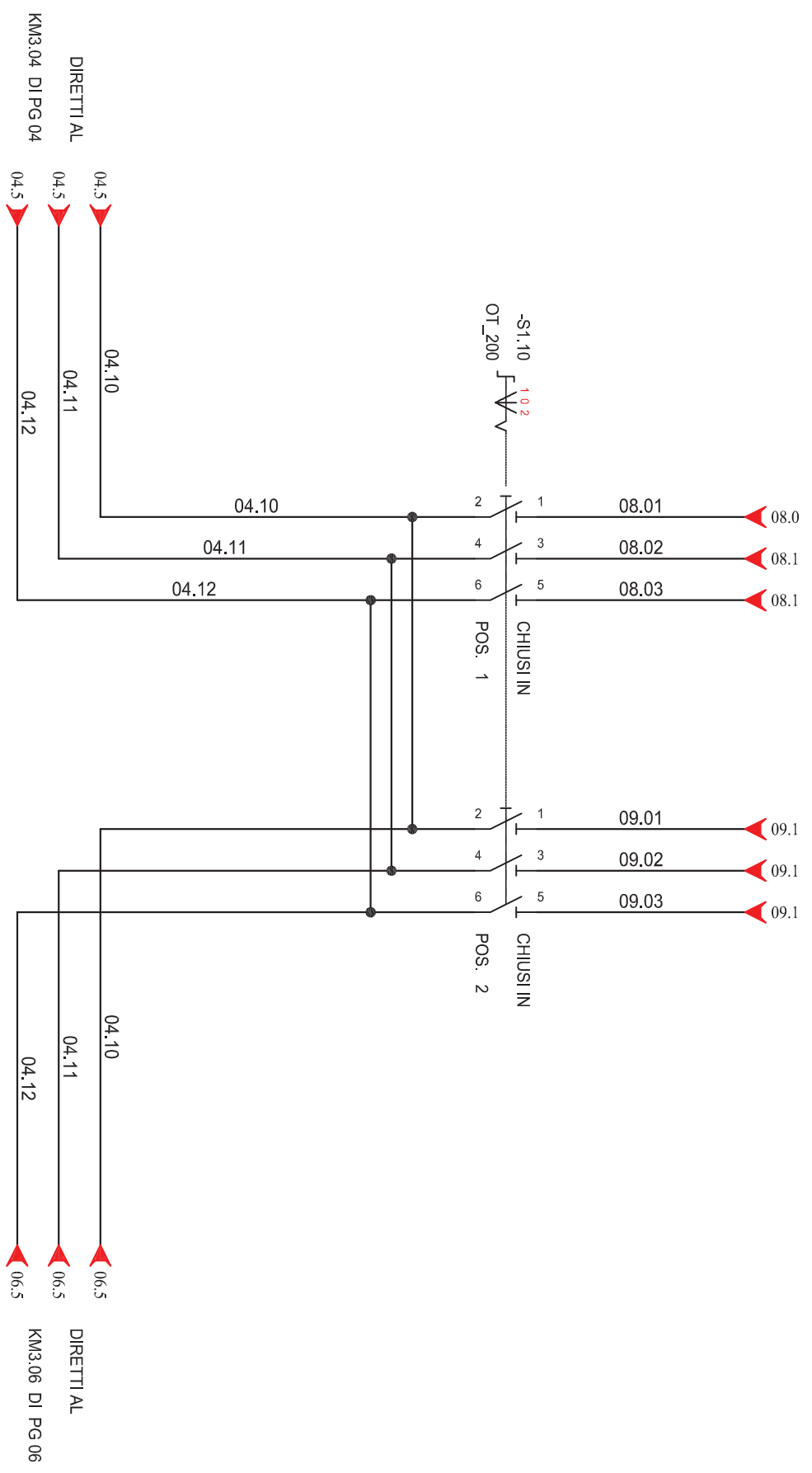
Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	09
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	SOFTSTART PST210		
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010

# ARMADIO COMMUTAZIONE INVERTER / SOFTSTART

PROVENIENTI  
DA USCITA  
INVERTER DI PG 08

PROVENIENTI  
DA USCITA  
SOFTSTART DI PG 09



REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0			
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA COMMUTATORE -S1.10

DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010
-------	-------------------	-------	------------

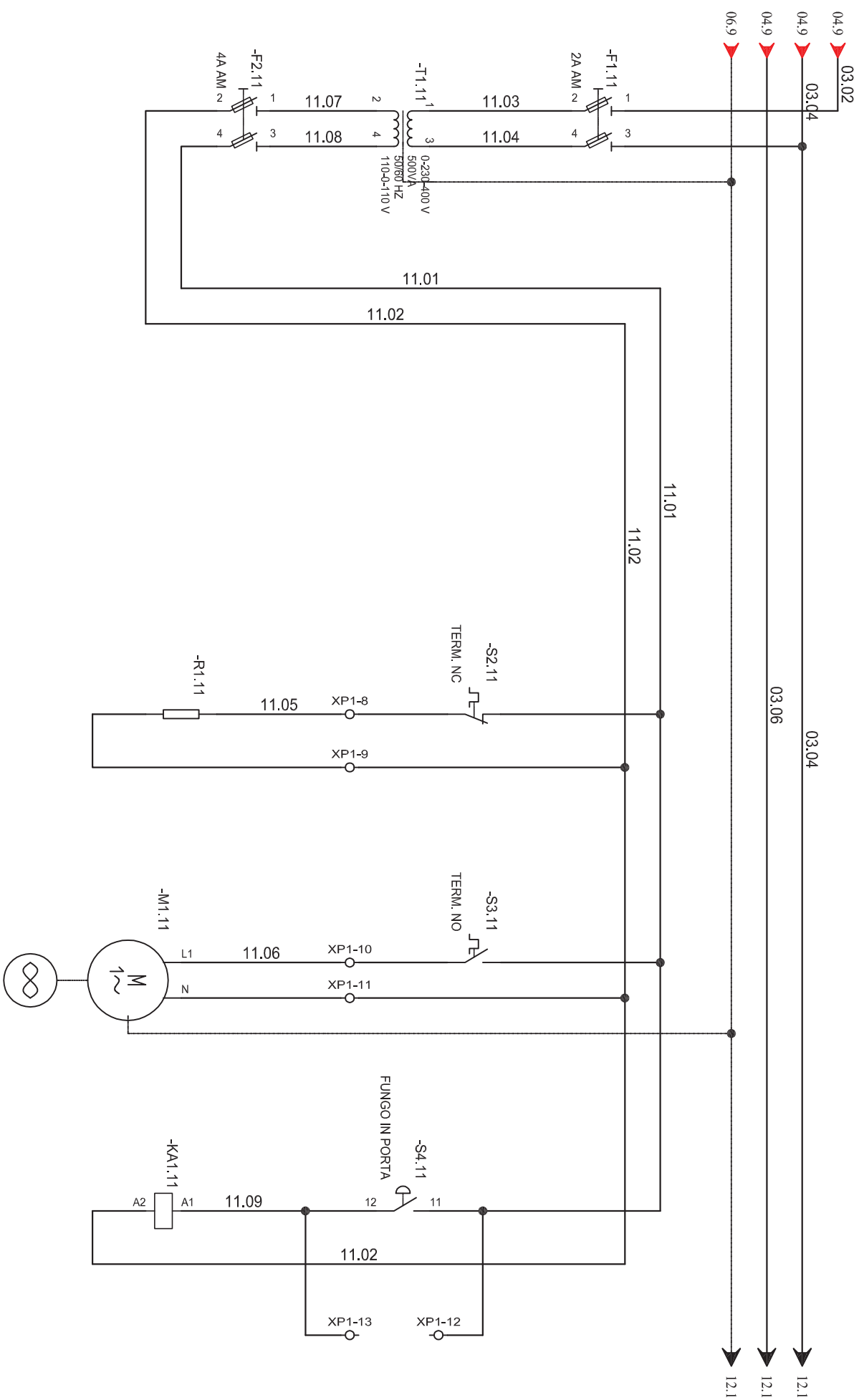
  

FOGLIO	10
DI	37
	09 ◀▶▶▶ 11



Via Corsetta, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701785 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestril.net

# ARMADIO POMPA 1



SCALDIGLIA INTERNO  
QUADRO POMPA P1

VENTOLA INTERNO  
QUADRO POMPA P1

BOBINA SGANCIO  
INT. GEN. -Q1.03

REV.	DATA	FIRMA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.
0	15/09/2010	S.M.-V.V.

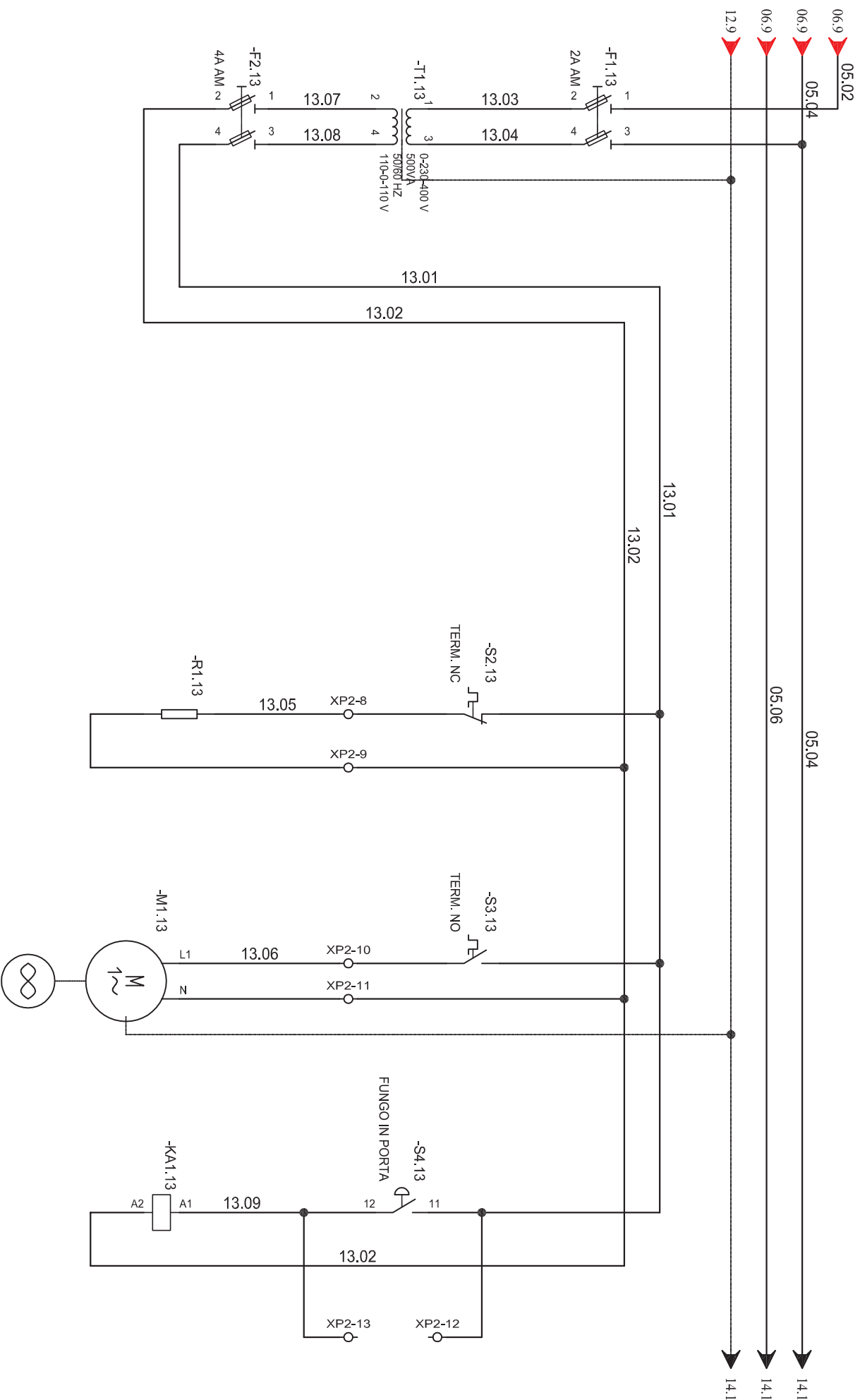
**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5706817  
E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	CIRCUITI 230V INTERNO ARMADIO POMPA 1
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg



# ARMADIO POMPA 2



SCALDIGLIA INTERNO  
QUADRO POMPA P2

VENTOLA INTERNO  
QUADRO POMPA P2

BOBINA SGANCIO  
INT. GEN. - Q1.05

REV.	DATA	FIRMA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.
0	15/09/2010	S.M.-V.V.

**B.P. ENGINEERING**  
S.R.L.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestrline.it

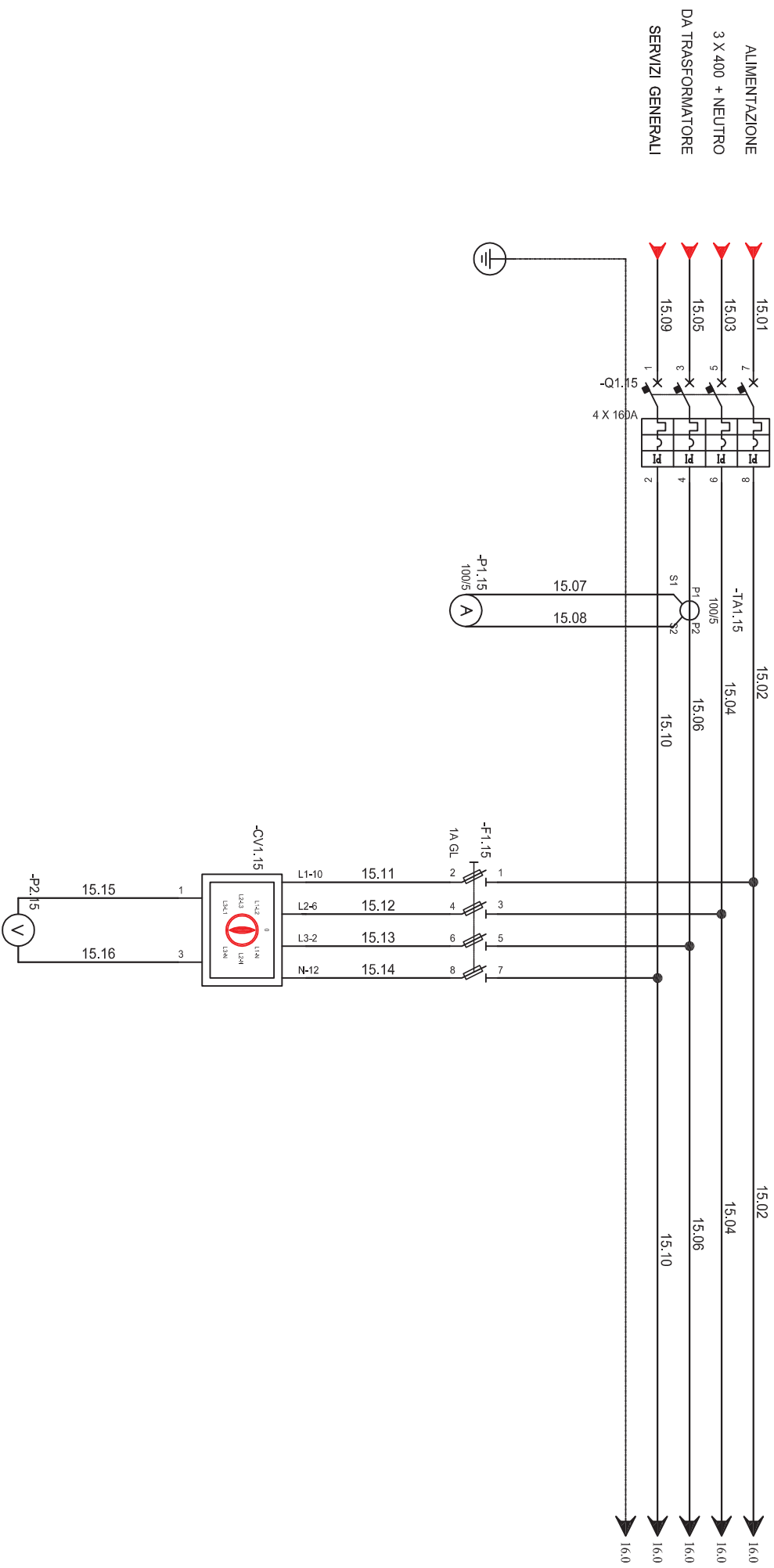
PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	CIRCUITI 230V INTERNO ARMADIO POMPA 2
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg
DATA:	15/09/2010

FOGLIO	13
DI	37
	12 ◀▶▶ 14



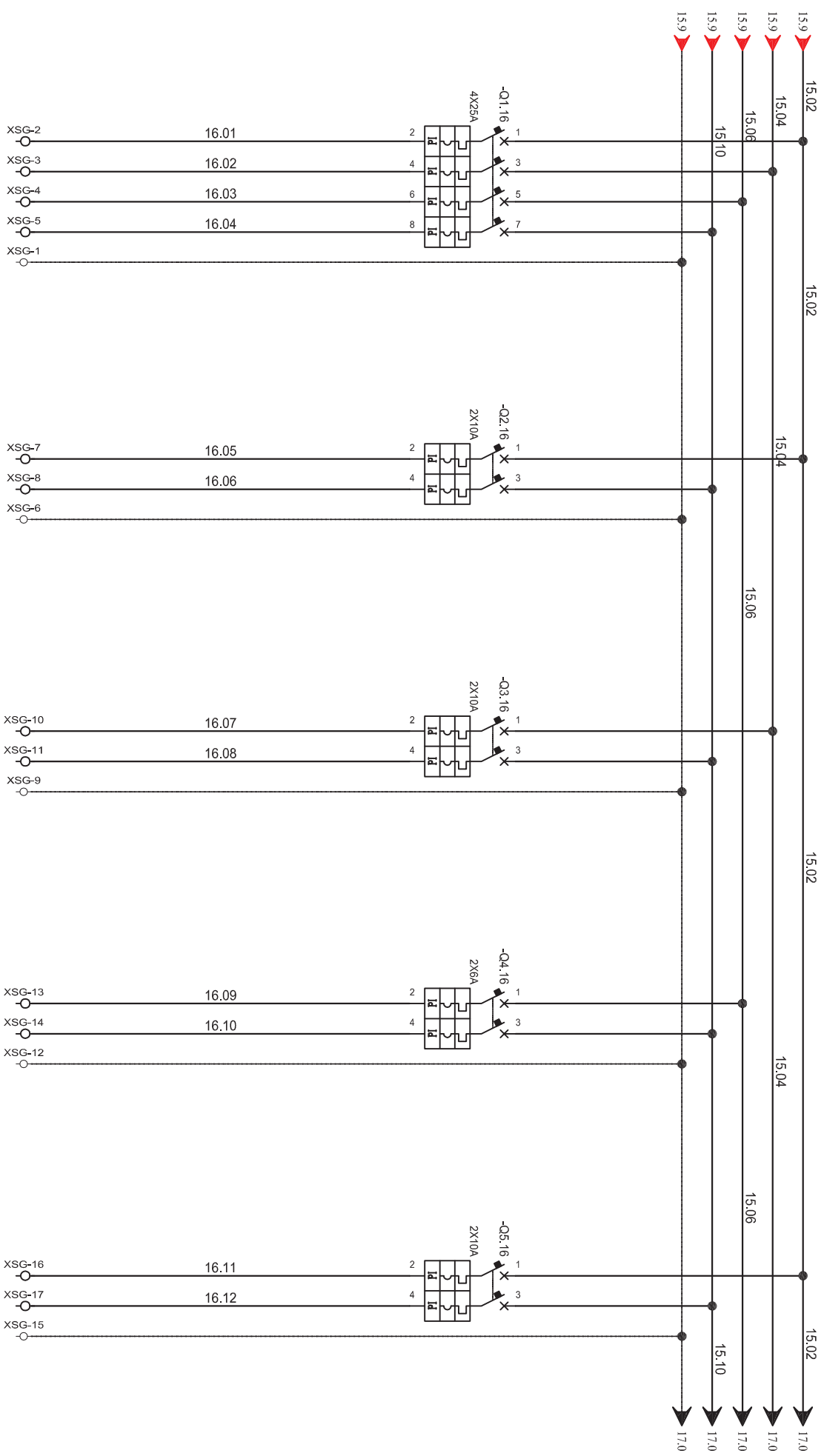


# ARMADIO SERVIZI GENERALI



0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA						
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT						
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-						
<p>Via Corchica, 15 - 35127 PADOVA Tel. 049/5701785 - Fax 049/5708617 E-mail: info@bpestril.net</p>				PROGETTO: QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI CLIENTE: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO COMMESSA: 25-2010 TITOLO: SCHEMA POTENZA ARMADIO SERVIZI GENERALI		FOGLIO 15 DI 37			
DIS.: IE01_25_10_01.dwg				DATA: 15/09/2010		14 ◀▶▶▶ 16			

# ARMADIO SERVIZI GENERALI



SGRIGLIATORE AUTOMATICO

UPS AUX. CABINA

SCALDIGIE QUADRI MT

RISERVA

RISERVA

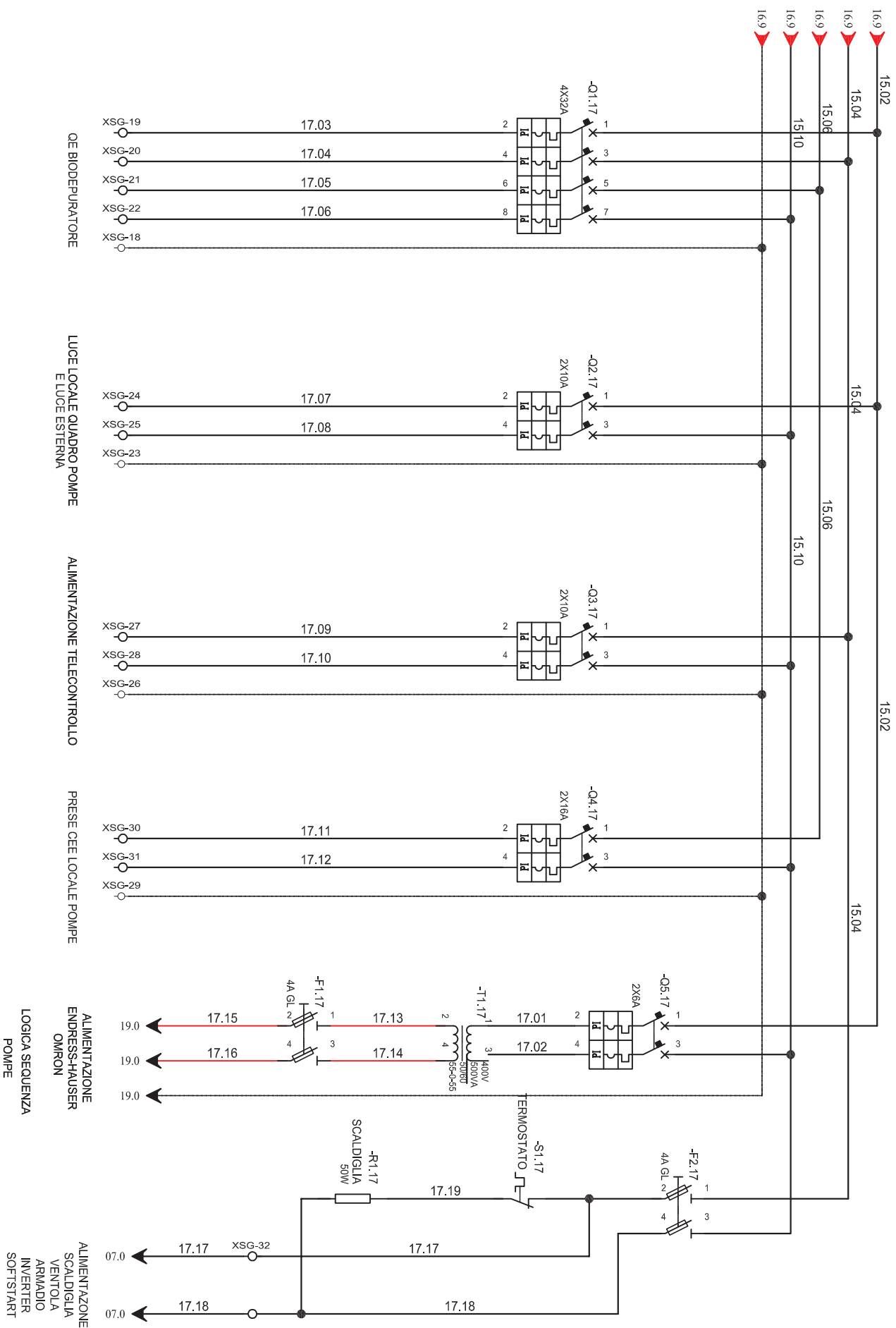
REV.	DATA	FIRMA
0	15/09/2010	
1	03/02/2011	S.M.-V.V.

**B.P. ENGINEERING**  
S.R.L.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA ARMADIO SERVIZI GENERALI
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

# ARMADIO SERVIZI GENERALI



0			
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA

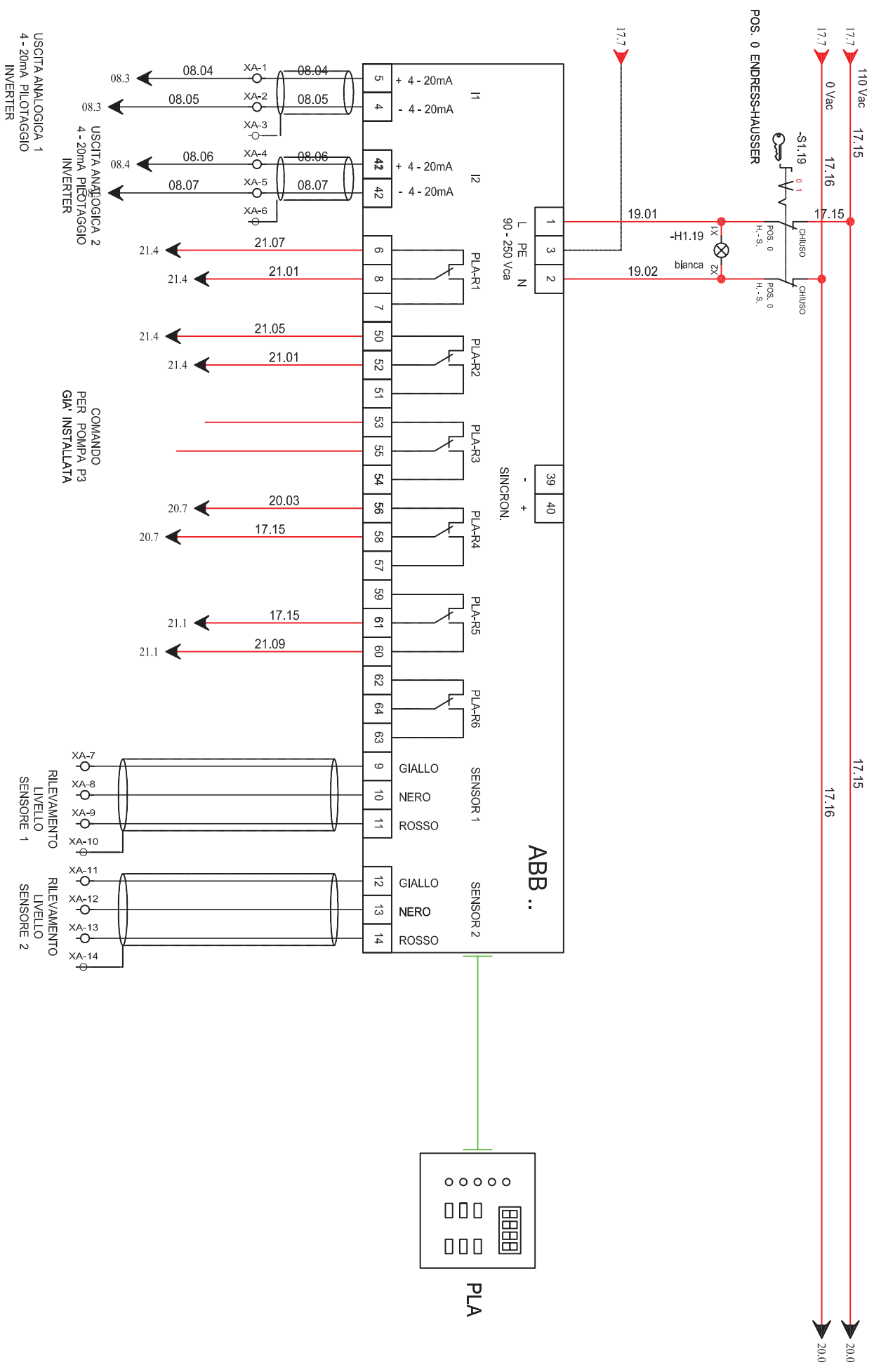
  
**B.P. ENGINEERING**  
 S.r.l.  
 IMPIANTI GENERALI

Via Corchica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701786 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	SCHEMA POTENZA ARMADIO SERVIZI GENERALI
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg
DATA:	15/09/2010

FOGLIO	17
DI	37
	16 ◀▶▶▶ 18





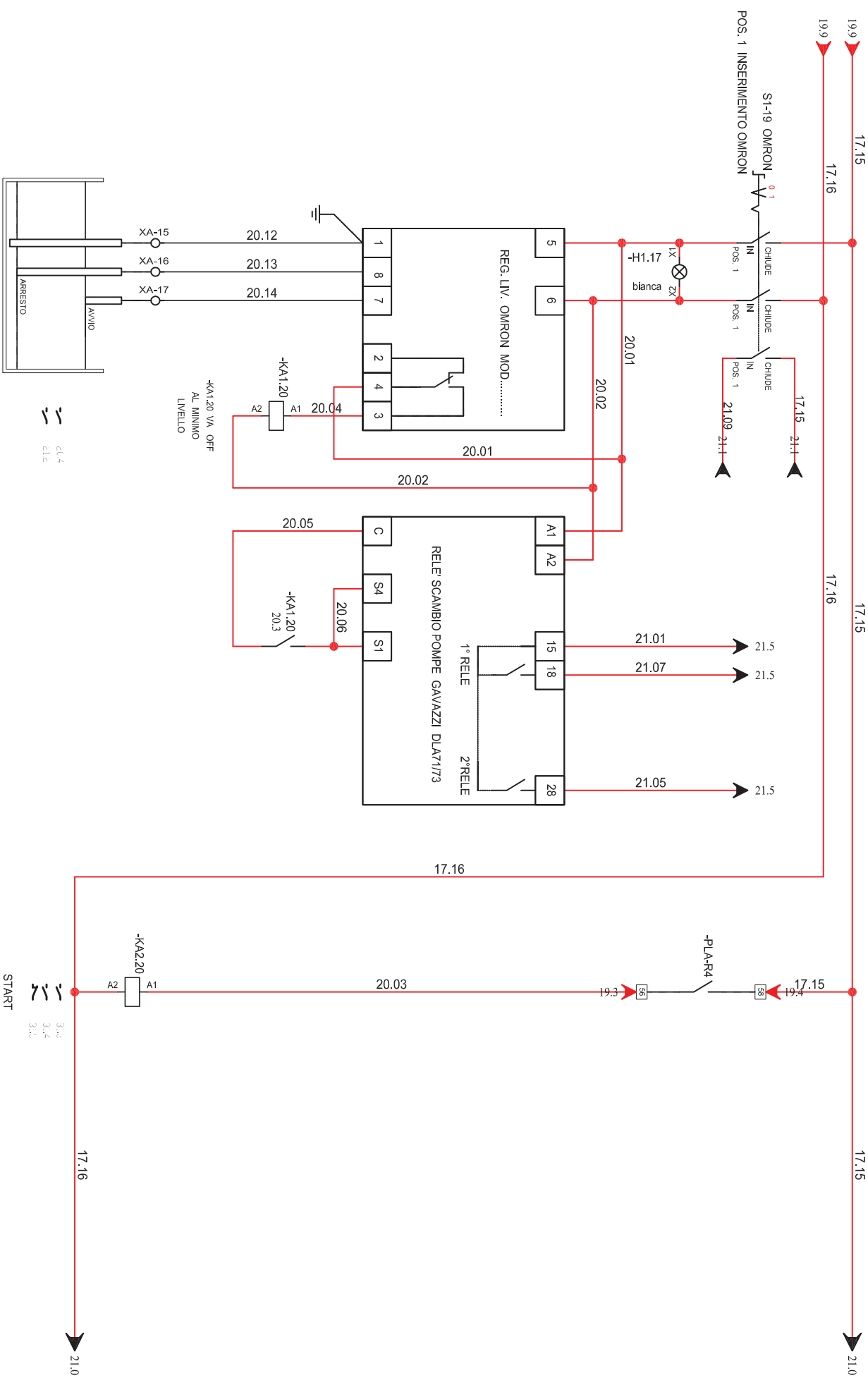
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701786 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	19
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	CONTROLLO HENDER SAUSER		
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010		

# ARMADIO SERVIZI GENERALI



3.4  
3.4  
3.1

START  
SGRIGLIATORE  
+  
SENSO  
AL TELECONTROLLO

REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA	
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT	
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-	

<p style="text-align: center;"><b>B.P. ENGINEERING</b> S.r.l. IMPIANTI GENERALI</p> <p style="font-size: small;">Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA Tel. 049/5701786 - Fax 049/5706817 E-mail: info@bpestri.net</p>	<p>PROGETTO: QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI</p> <p>CLIENTE: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO</p> <p>COMMESSA: 25-2010</p> <p>TITOLO: CONTROLLO LIVELLO CON OMRON + SCAMBIO POMPE</p>
---	---

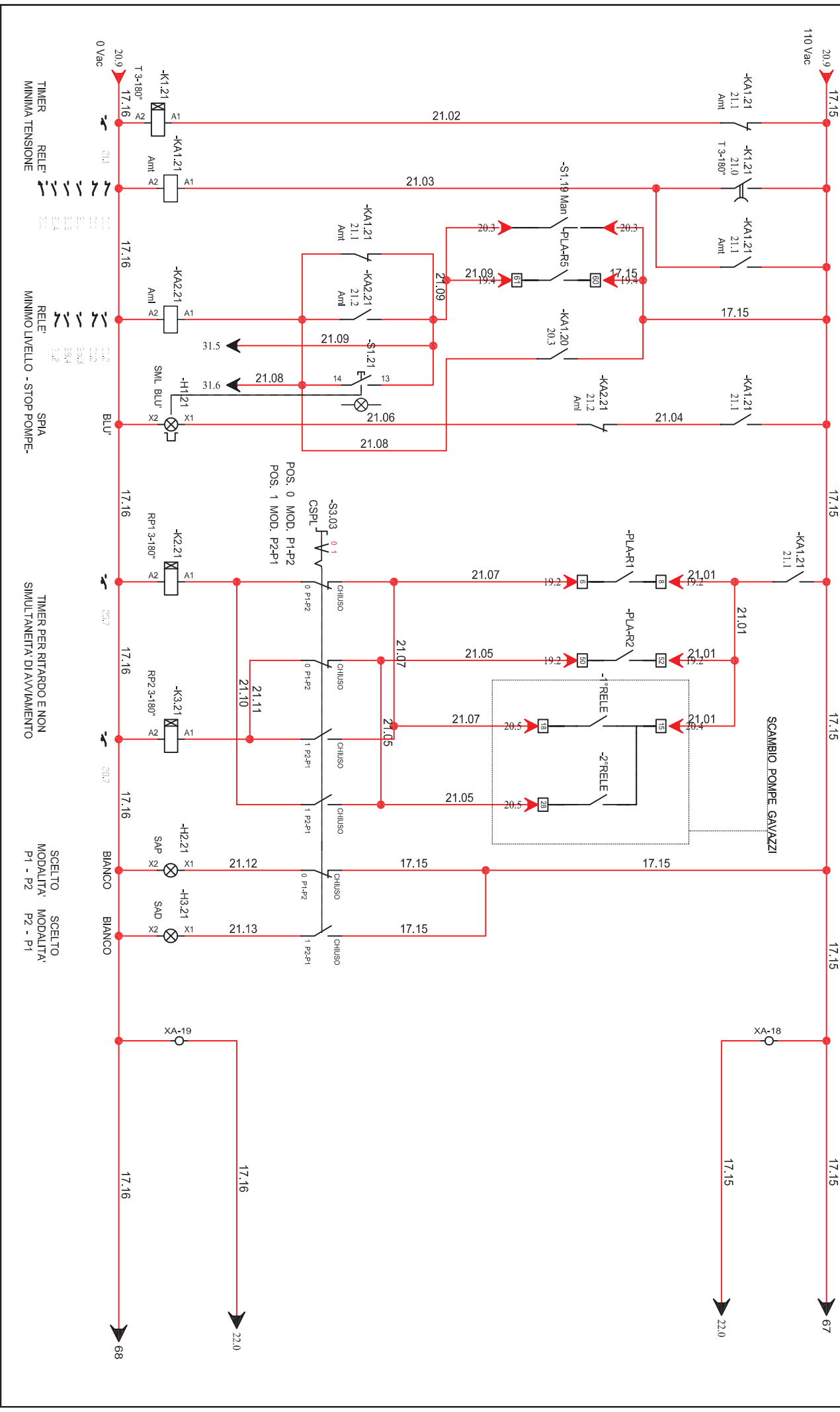
  

DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010
-------------------------	------------------

FOGLIO 20	DI 37
19 ◀ ▶ 21	

ARMADIO SERVIZI GENERALI



REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

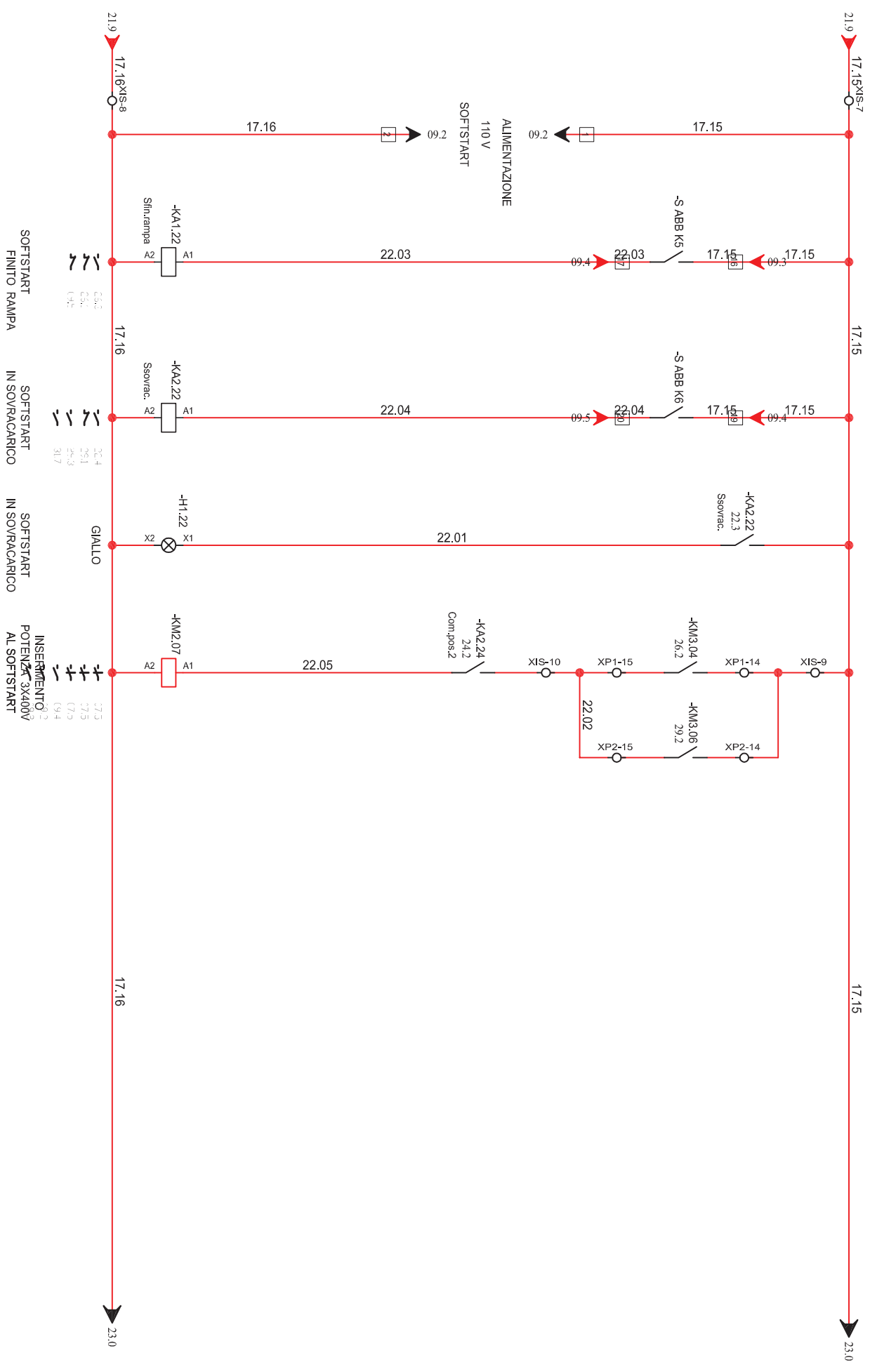
**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	21
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	MINIMO LIVELLO E SCAMBIO POMPE		
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010



ARMADIO INVERTER + SOFTSTART SPECIFICO X SOFTSTART



SOFTSTART FINITO RAMPA  
 SOFTSTART IN SOVRACARICO  
 SOFTSTART IN SOVRACARICO  
 GIALLO  
 POTENZA 3x400V AL SOFTSTART

INSEMENTO  
 POTENZA 3x400V  
 AL SOFTSTART

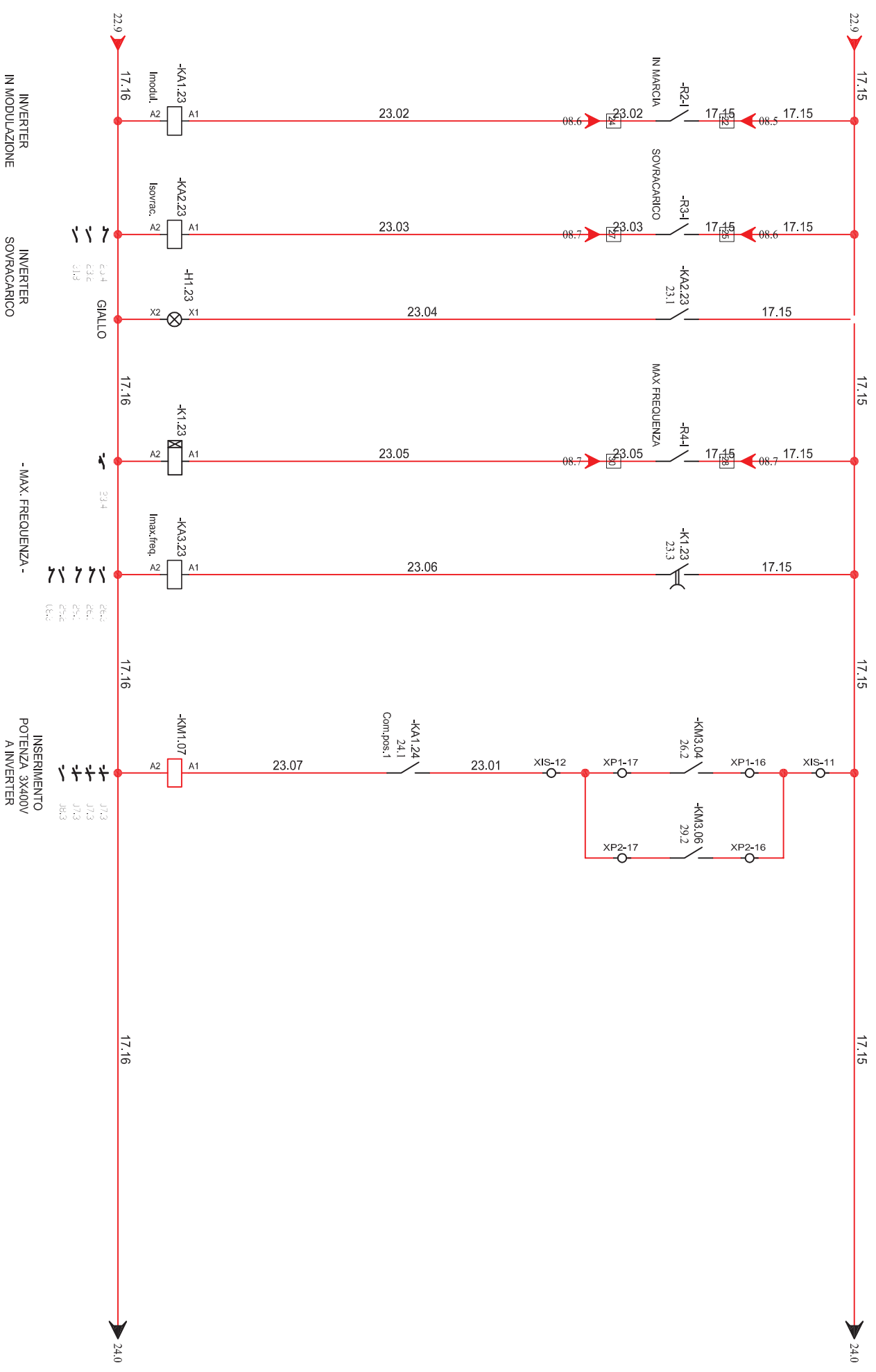
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

**B.P. ENGINEERING**  
 s.r.l.  
 IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701785 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpestrinet

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	LOGICA CONSENSI DA SOFTSTART
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

# ARMADIO INVERTER + SOFTSTART SPECIFICO PER INVERTER



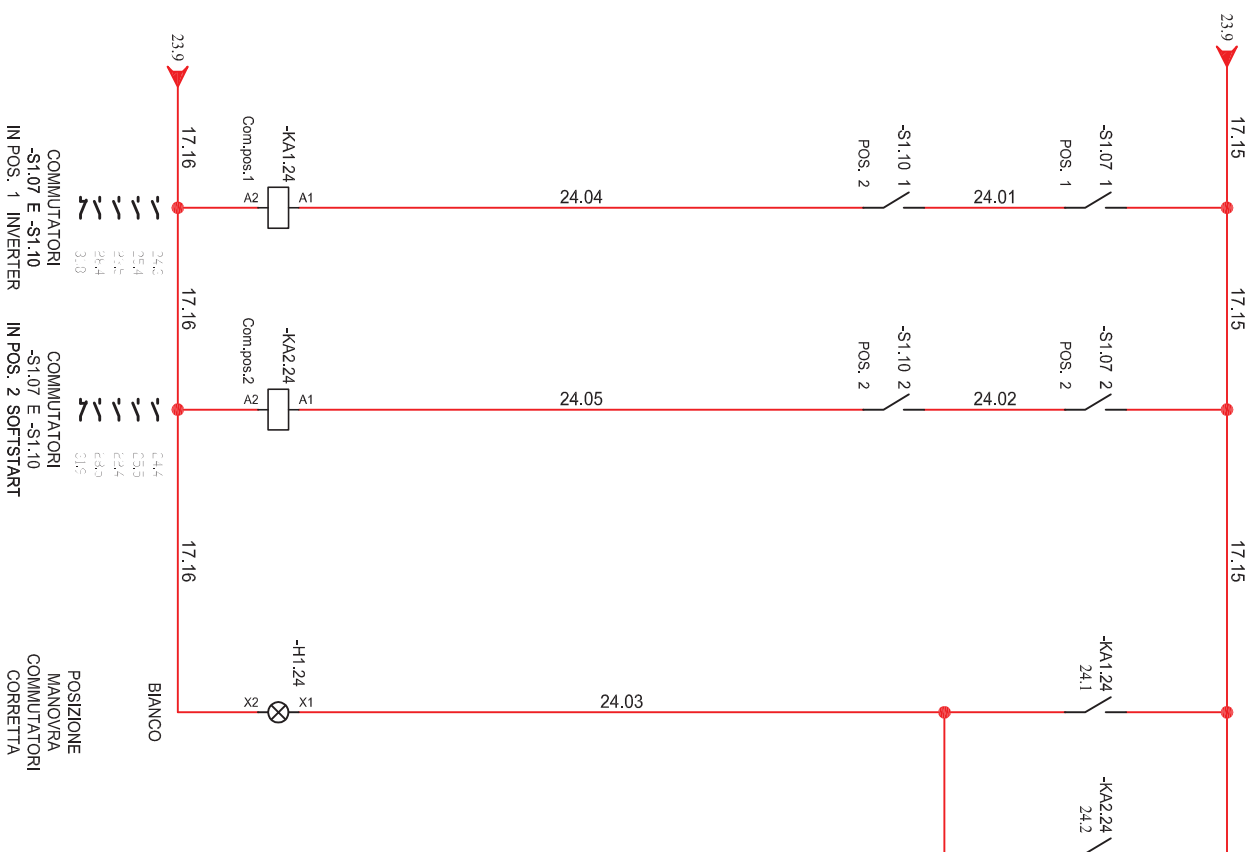
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

**B.P. ENGINEERING**  
S.R.L.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701785 - Fax 049/5708017  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	23
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	LOGICA CONSENSI DA INVERTER		
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010		

ARMADIO INVERTER + SOFTSTART DEDICATO AI COMMUTATORI -S1.07 // -S1.10



COMMUTATORI  
-S1.07 E -S1.10  
IN POS. 1 INVERTER

COMMUTATORI  
-S1.07 E -S1.10  
IN POS. 2 SOFTSTART

POSIZIONE  
MANOVRA  
COMMUTATORI  
CORRETTA

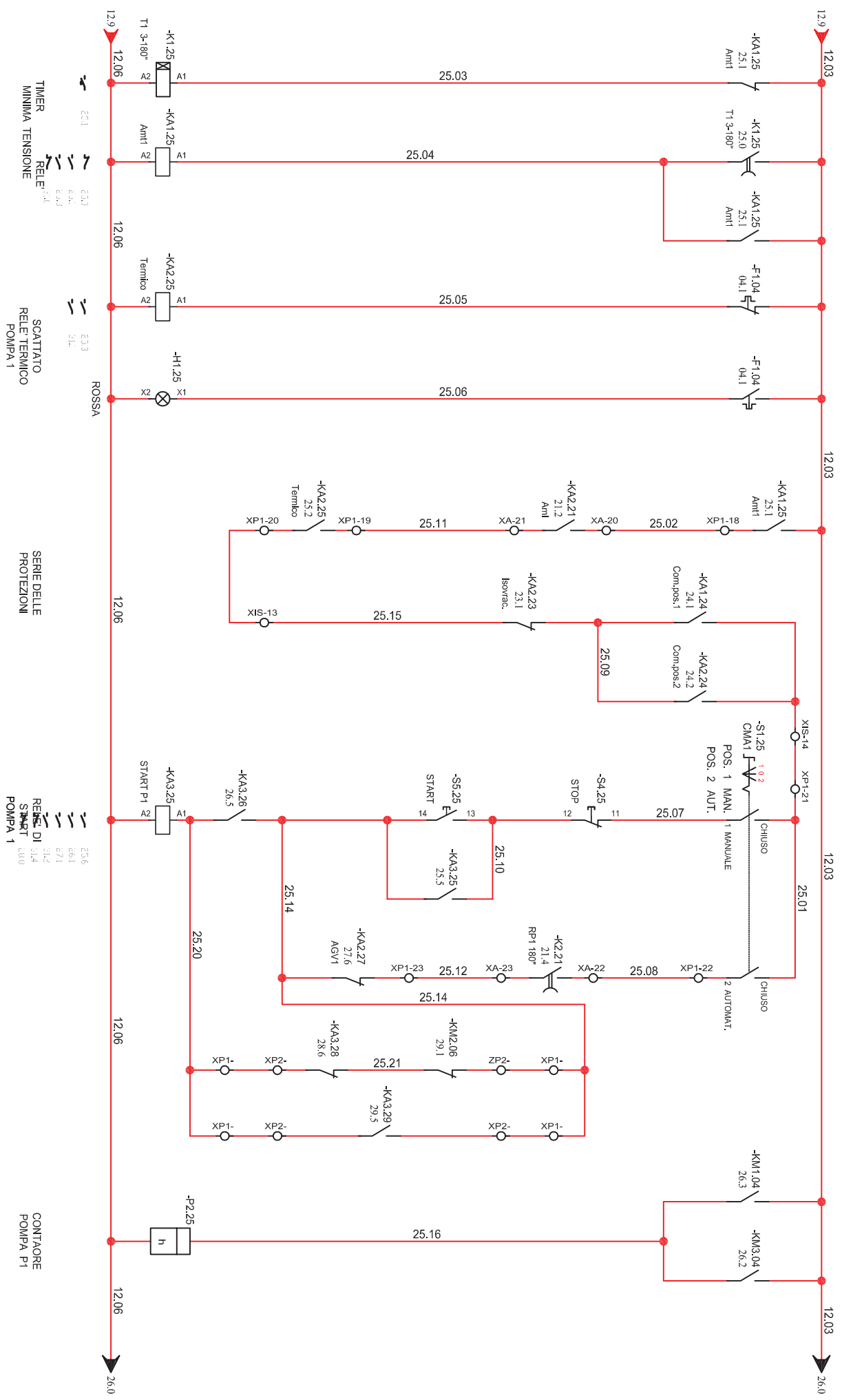
REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-



Via Corchia, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/701786 - Fax 049/708617  
E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	24
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	LOGICA POSIZIONE 1 - 0 - 2 COMMUTATORI		
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010

### ARMADIO POMPA 1



E21  
 E22  
 E23  
 E24  
 E25  
 E26  
 E27  
 E28  
 E29  
 E30  
 E31  
 E32  
 E33  
 E34  
 E35  
 E36  
 E37  
 E38  
 E39  
 E40

TIMER  
 MINIMA TENSIONE  
 RELE  
 SCATTATO  
 RELE TERMICO  
 POMPA 1

SERIE DELLE  
 PROTEZIONI

RELE DI  
 START  
 POMPA 1

CONTAORE  
 POMPA P1

REV.	DATA	FIRMA
0	15/09/2010	
1	03/02/2011	S.M.-V.V.
1	03/02/2011	S.M.-V.V.
0	15/09/2010	S.M.-V.V.

**B.P.**  
**ENGINEERING**  
 s.r.l.  
 IMPIANTI GENERALI

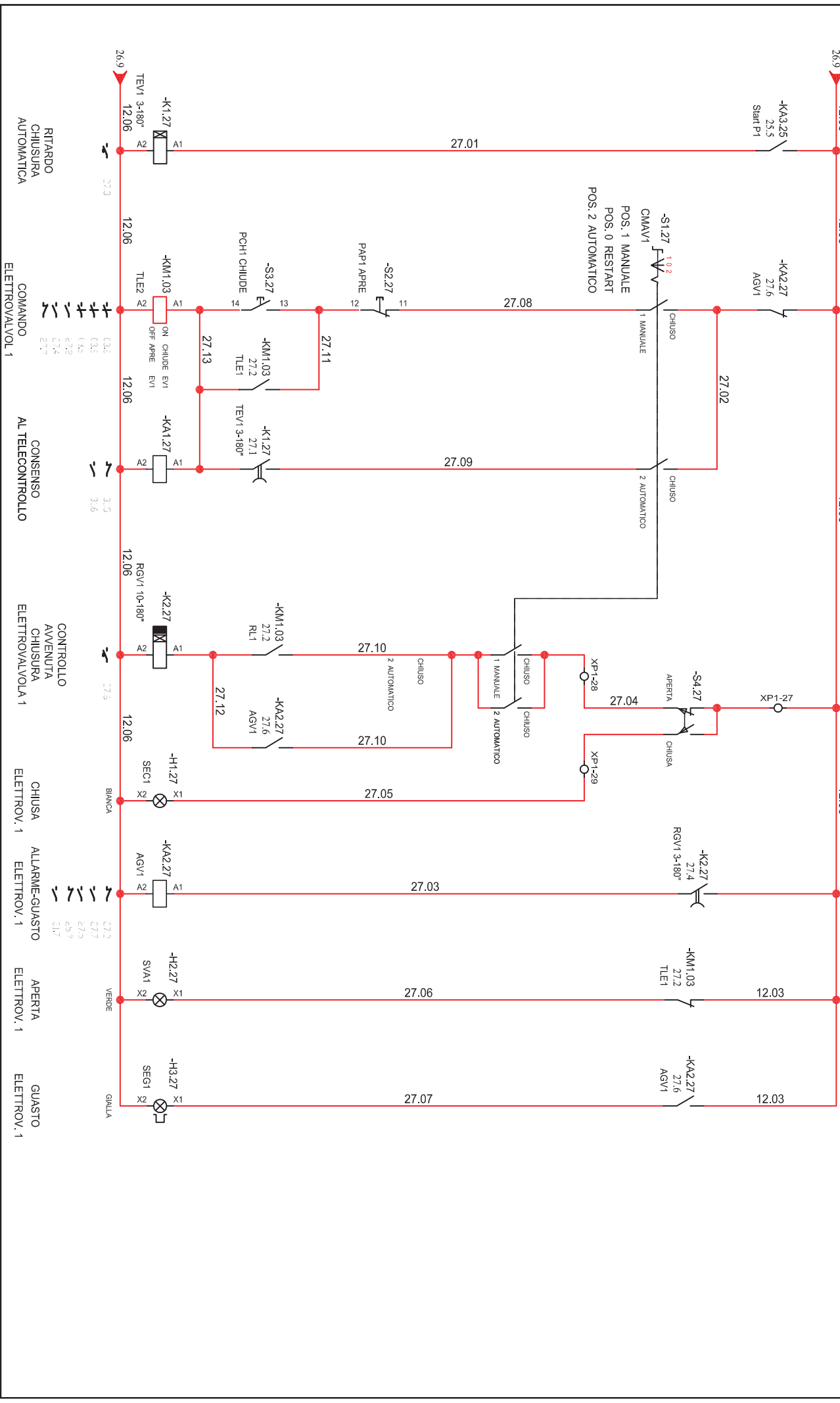
Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
 E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	AUTOMAZIONE E START POMPA 1

FOGLIO	25
DI	37
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg
DATA:	15/09/2010
	24 ◀▶ 26



ARMADIO POMPA1



REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	COMANDO VALVOLA DISADESCAMENTO POMPA 1

DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010
-------	-------------------	-------	------------

FOGLIO	27
DI	37

26 ◀▶ 28

**B.P. ENGINEERING**  
S.r.l.  
IMPIANTI GENERALI

Via Corsetta, 15 - 35127 PADOVA  
Tel. 049/5701780 - Fax 049/5708617  
E-mail: info@bpestri.net

RITARDO  
CHIUSURA  
AUTOMATICA

COMANDO  
ELETTROVALVOLA 1

AL TELECONTROLLO

CONTROLLO  
AVVENUTA  
CHIUSURA  
ELETTROVALVOLA 1

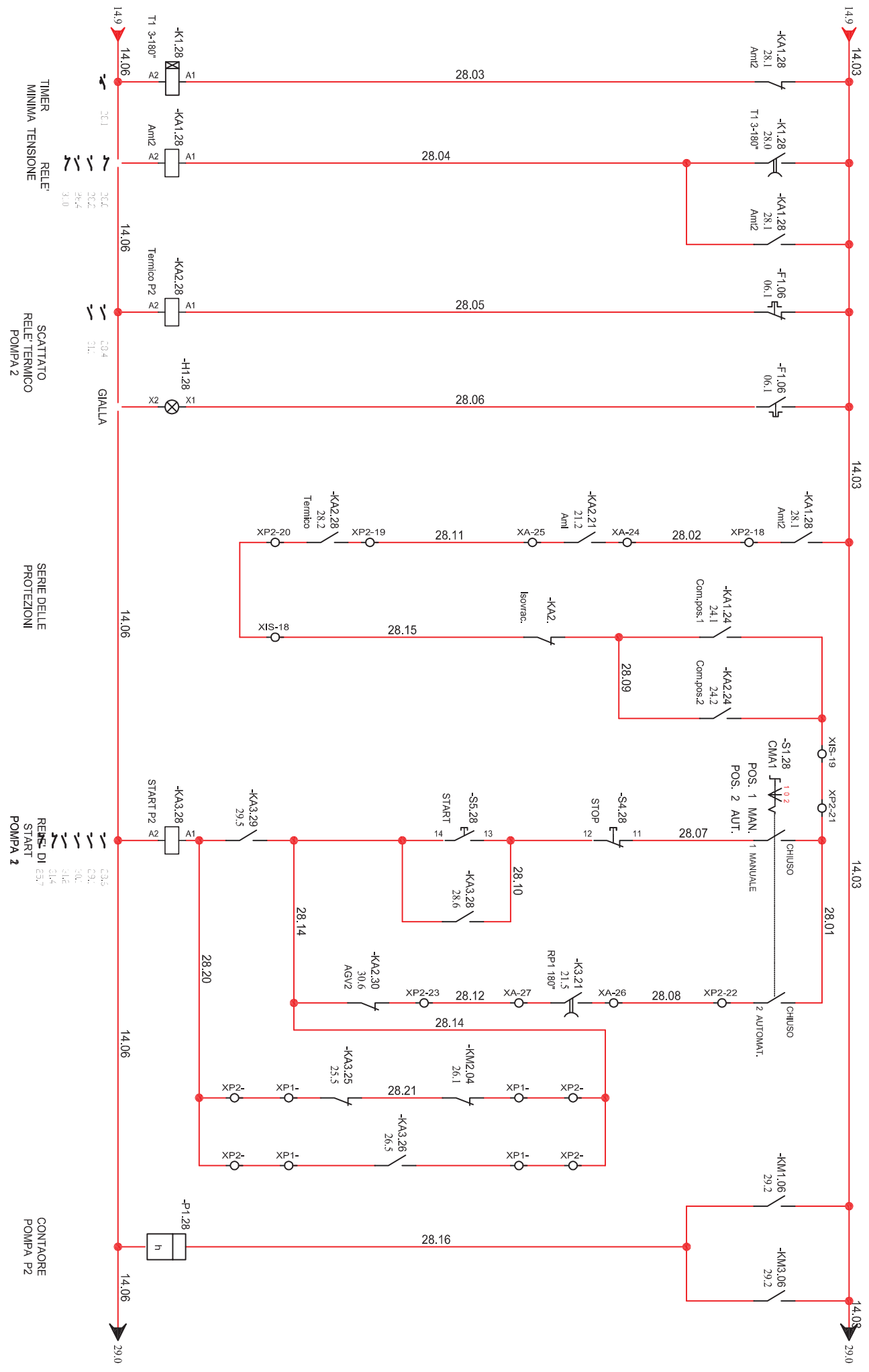
CHIUSA  
ELETTROV. 1

ALLARME-GUASTO  
ELETTROV. 1

APERTA  
ELETTROV. 1

GUASTO  
ELETTROV. 1

ARMADIO POMPA 2



REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT

**B.P. ENGINEERING**  
 s.r.l.  
 IMPIANTI GENERALI

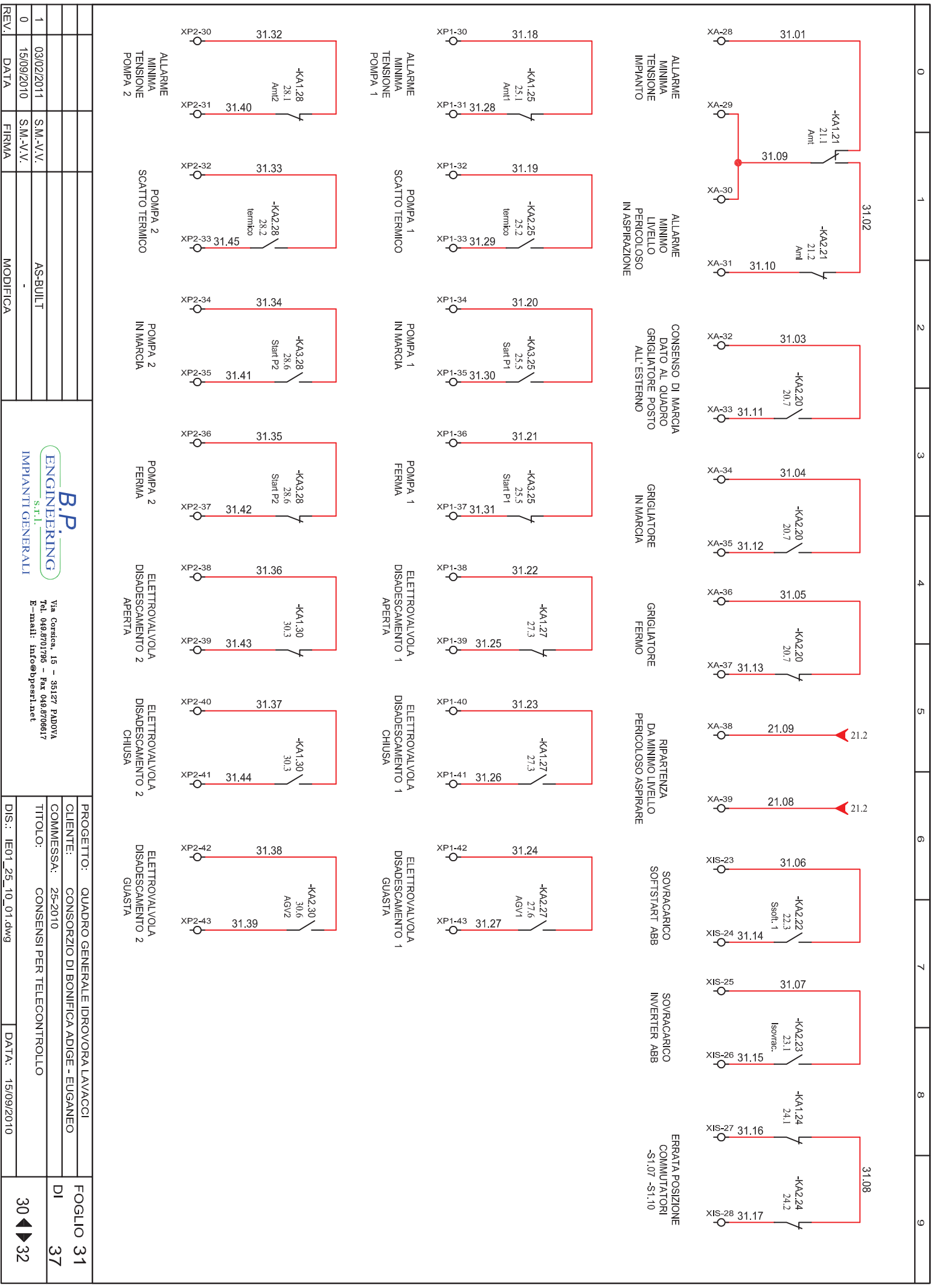
Via Corsetta, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/5701785 - Fax 049/5706617  
 E-mail: info@bpestril.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI	FOGLIO	28
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO	DI	37
COMMESSA:	25-2010		
TITOLO:	AUTOMAZIONE E START POMPA 2		
DIS.:	IE01_25_10_01.dwg	DATA:	15/09/2010
			27 29










REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT


  
**B.P. ENGINEERING** S.r.l.
   
 IMPIANTI GENERALI

Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA  
 Tel. 049/701789 - Fax 049/708617  
 E-mail: info@bpestri.net

PROGETTO:	QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI
CLIENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO
COMMESSA:	25-2010
TITOLO:	CONSENSI PER TELECONTROLLO
DIS.: IE01_25_10_01.dwg	DATA: 15/09/2010

# VUOTO

REV.	DATA	FIRMA	MODIFICA
0	15/09/2010	S.M.-V.V.	-
1	03/02/2011	S.M.-V.V.	AS-BUILT
 <p>Via Corsica, 15 - 35127 PADOVA          Tel. 049/5701785 - Fax 049/5706017          E-mail: info@bpestri.net</p>			
PROGETTO: QUADRO GENERALE IDROVORA LAVACCI CLIENTE: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE - EUGANEO COMMESSA: 25-2010 TITOLO: VUOTO			DIS.: IE01_25_10_01.dwg DATA: 15/09/2010
FOGLIO 32 DI 37			31 ◀▶▶▶ 33









