

## ALLEGATO 1

### RELAZIONE SULLO STATO DEI CARRI DINAMETRICI NUM. 1 E. NUM. 2 PRESSO INM

#### 1. BACINO RETTILINEO UMBERTO PUGLIESE - CARRO DINAMOMETRICO 1

Il bacino rettilineo Umberto Pugliese (anche identificato come bacino rettilineo n.1) è un impianto sperimentale costituito da una vasca a superficie libera le cui dimensioni sono 470m di lunghezza, 13,5m di larghezza e 6,5m di profondità d'acqua, inserito in un edificio coperto di altezza di 10m circa. Il bacino è dedicato allo studio delle prestazioni di imbarcazioni di superficie e profondità in acqua calma nonché, date le notevoli dimensioni che lo posizionano ai vertici mondiali di infrastrutture simili, allo studio di test e prove avanzate nei campi più disparati a partire dall'estrazione di energia da fonti rinnovabili dal mare. Il bacino è dotato di un carro dinamometrico che si muove al di sopra dello stesso, formato da una struttura reticolare in tubi d'acciaio delle dimensioni 10m x 14m altezza x 5m dotato di 8 ruote e corre a velocità controllata su due binari disposti ai lati del bacino. Sulla struttura del carro dinamometrico vengono fissati i modelli oggetto dei test sperimentali.

Sul carro, del peso di circa 60t (peso stimato), trovano posto una cabina che accoglie gli operatori impegnati nella conduzione dei test sperimentali. La struttura consente di ospitare anche ulteriore personale fino ad un massimo di circa 10 persone.

L'energia elettrica che alimenta il carro viene condotta attraverso una serie di contatti striscianti (binari e spazzole) disposti sui lati dx e sx nella parte alta del carro.

Le caratteristiche elettriche principali del carro dinamometrico sono le seguenti:

- Movimentazione con 4 motori a C.C. da 9,2/91kW (S1) cad., collegati in serie.
- Alimentazione da convertitore AC/DC a basse velocità (0-4m/s)
- Alimentazione da gruppo W-L per velocità maggiori (4-10m/s)

Le prestazioni del carro dinamometrico sono le seguenti:

- Velocità massima raggiunta: 10m/s
- Accelerazione max: 0,75m/s<sup>2</sup>
- Precisione delle velocità 0-10m/s: 1mm/s

Il sistema di controllo e gestione della velocità del carro è costituito da un pannello di controllo (interfaccia operatore) con software WINCC v. 5.1 strutturato su pagine grafiche tematiche. Attraverso un PLC S7-400 vengono governati i convertitori Simoreg e le altre apparecchiature.

Di seguito vengono proposte alcune immagini dei pannelli di controllo e dei quadri di alimentazione presenti a bordo.



Foto 1: carro dinamometrico n.1

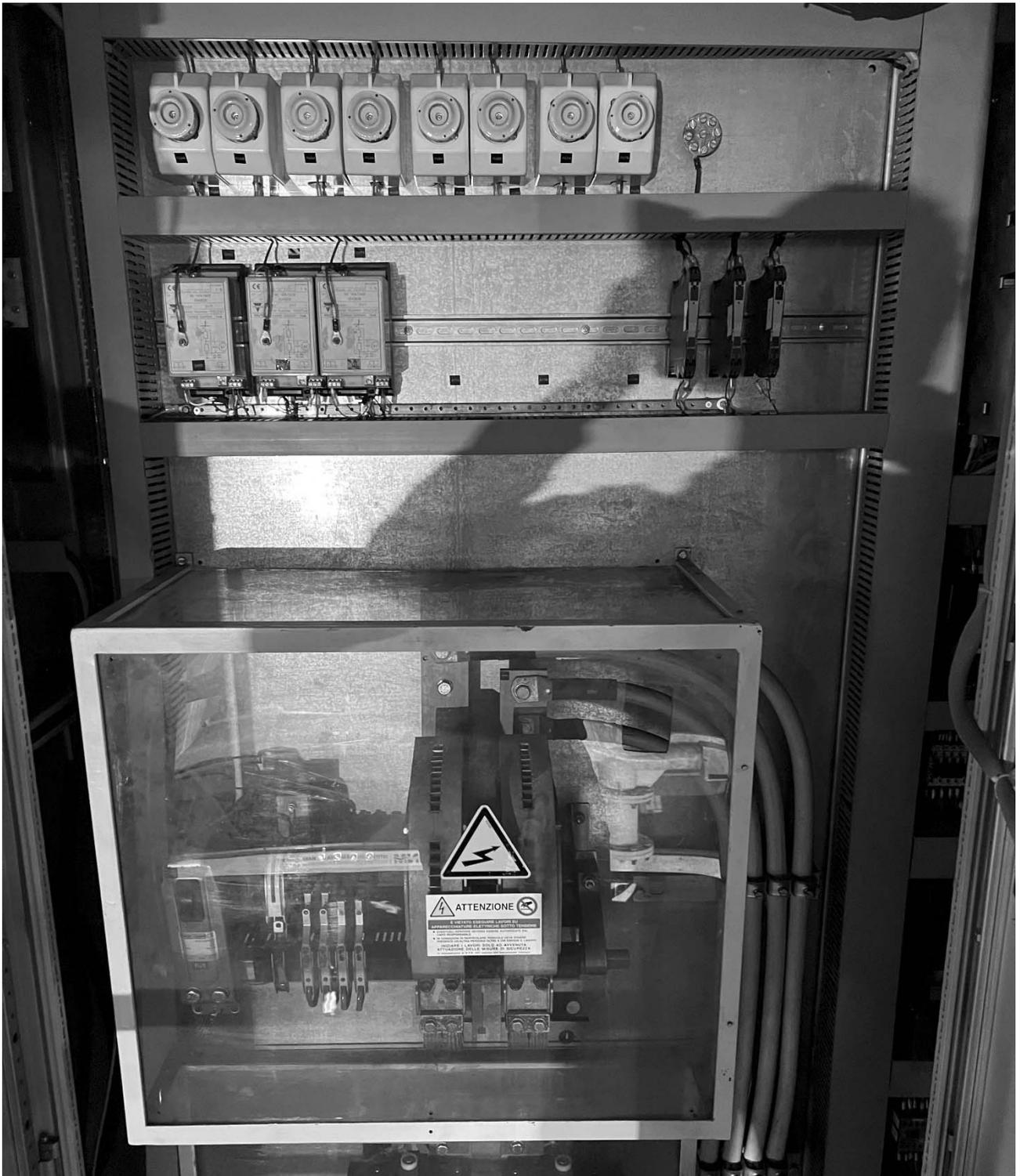


Foto 2: pannello di potenza.

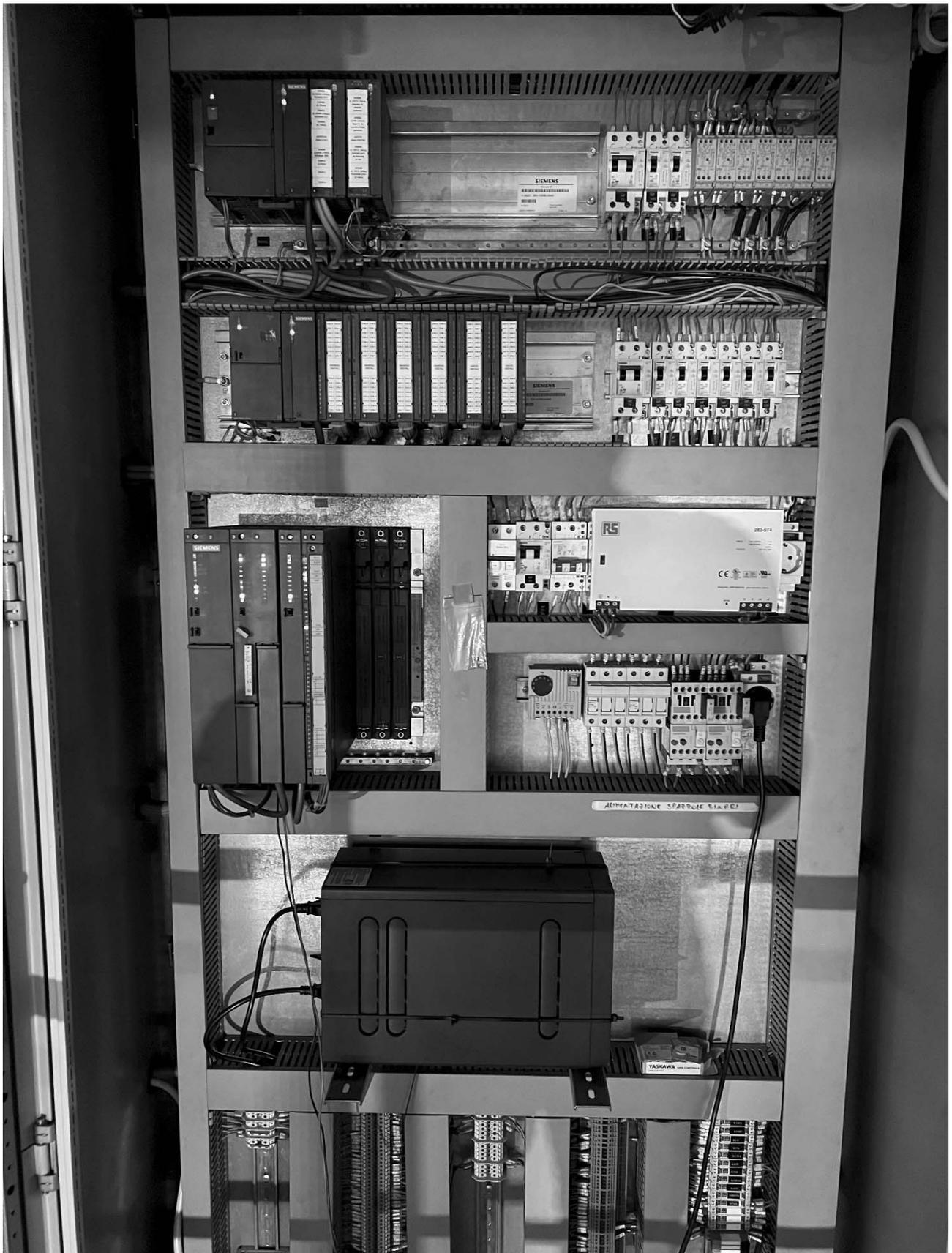


Foto 3: PLC Simatic S7-400.

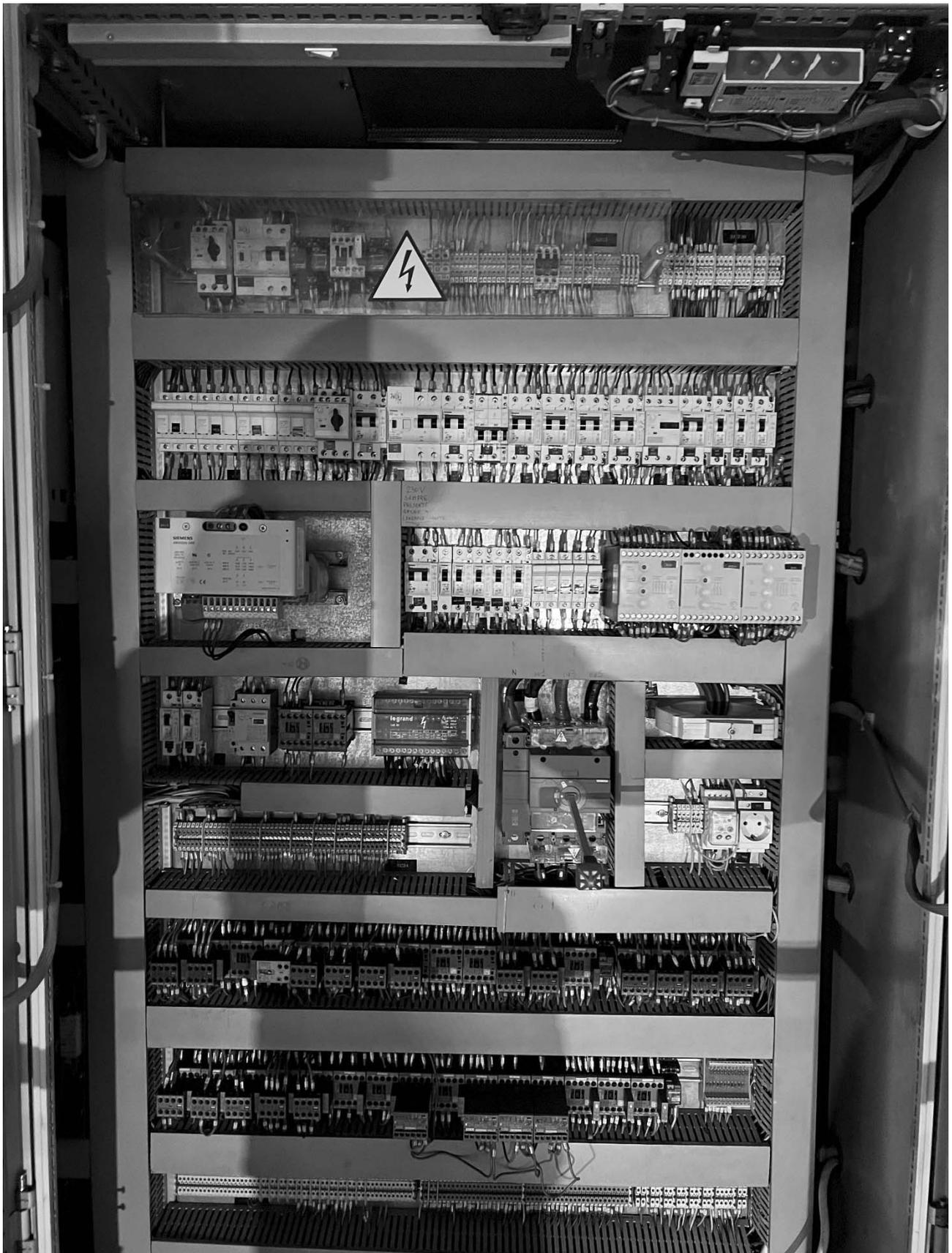


Foto 4: quadro elettrico contattori.



Foto 5: quadro elettrico convertitori Simoreg.

## 2. BACINO RETTILINEO EMILIO CASTAGNETO - CARRO DINAMOMETRICO 2

Il bacino rettilineo Emilio Castagneto (anche identificato come bacino rettilineo n.2) è un impianto sperimentale costituito da una vasca a superficie libera le cui dimensioni sono 220m di lunghezza, 9m di larghezza e 3,8m di profondità d'acqua, inserito in un edificio coperto di altezza di 8m circa. Il bacino è equipaggiato con un generatore d'onde per lo studio dei vari fenomeni ed applicazioni in cui siano rilevanti i fenomeni di interazione tra onda-struttura ed con un carro dinamometrico che si muove al di sopra dello stesso. Il carro dinamometrico consiste in una struttura reticolare in tubi d'acciaio delle dimensioni 10m x 10m altezza 3,5m dotato di 8 ruote e corre a velocità controllata su due binari disposti ai lati del bacino. Sulla struttura del carro dinamometrico vengono fissati i modelli oggetto dei test sperimentali.

Sul carro, del peso di circa 32 ton (peso stimato), trovano posto una cabina che accoglie gli operatori impegnati nella conduzione dei test sperimentali. La struttura consente di ospitare anche ulteriore personale fino ad un massimo di circa 10 persone.

L'energia elettrica che alimenta il carro viene condotta attraverso una serie di contatti striscianti (binari e spazzole) disposti sui lati dx e sx nella parte alta del carro.

Le caratteristiche elettriche principali del carro dinamometrico sono le seguenti:

- Movimentazione con 8 motori a C.C. da 9,2/52kW (S1) cad., collegati in serie.
- Alimentazione da convertitore AC/DC a basse velocità (0-4m/s)
- Alimentazione da gruppo Ward-Leonard per velocità maggiori (4-10m/s)

Le prestazioni del carro dinamometrico sono le seguenti:

- Velocità massima raggiunta: 10m/s
- Accelerazione max: 0,75m/s<sup>2</sup>
- Precisione delle velocità 0-10m/s: 1mm/s

Il sistema di controllo e gestione della velocità del carro è costituito da un pannello di controllo (interfaccia operatore) con software WINCC v. 5.1 strutturato su pagine grafiche tematiche. Attraverso un PLC S7-400 vengono governati i convertitori Simoreg e le altre apparecchiature.

Di seguito vengono proposte alcune immagini dei pannelli di controllo e dei quadri di alimentazione presenti a bordo.



Foto 1: carro dinamometrico n.2



Foto 2: pannello di controllo.



Foto 3: PLC Simatic S7-400.

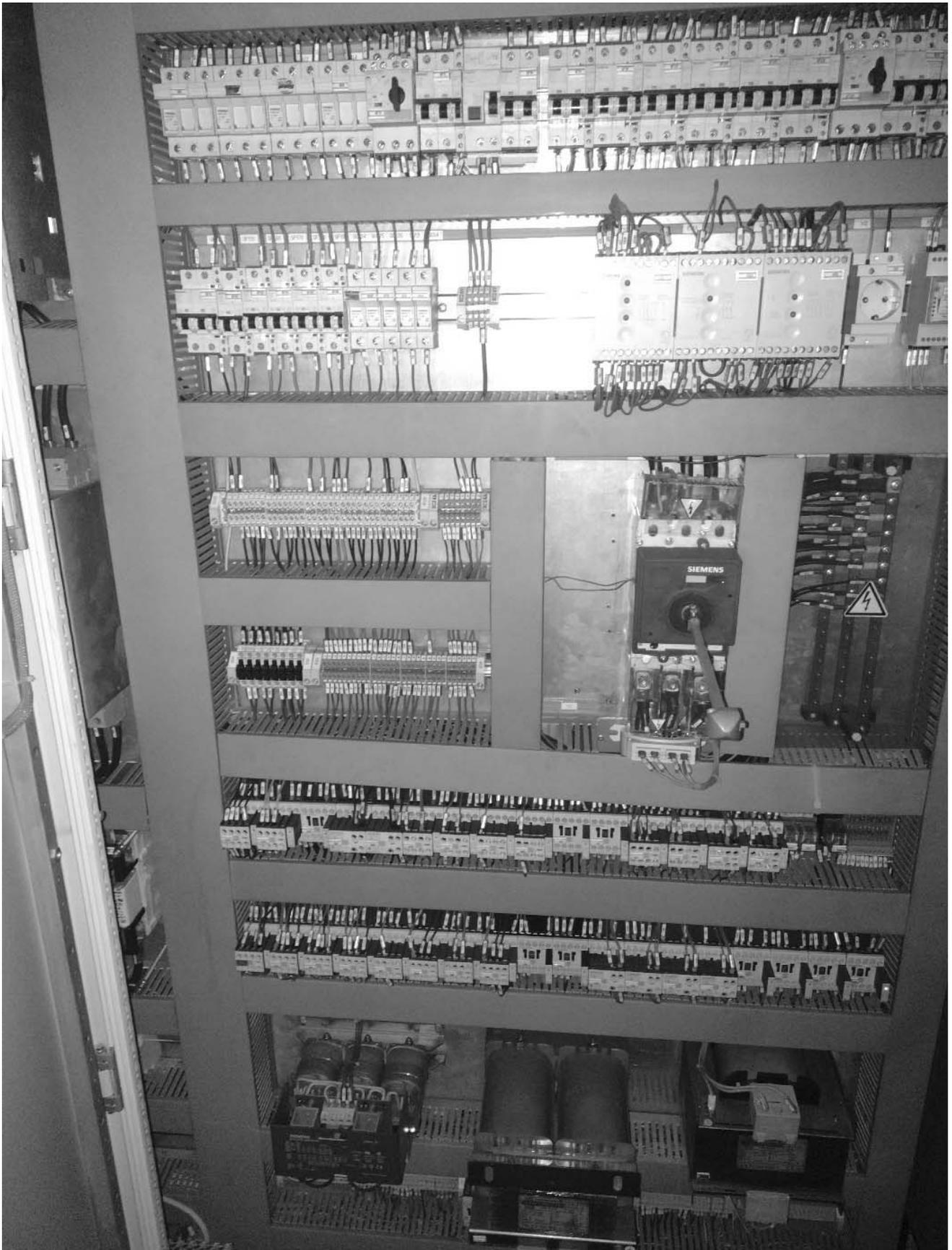


Foto 4: quadro elettrico contattori.

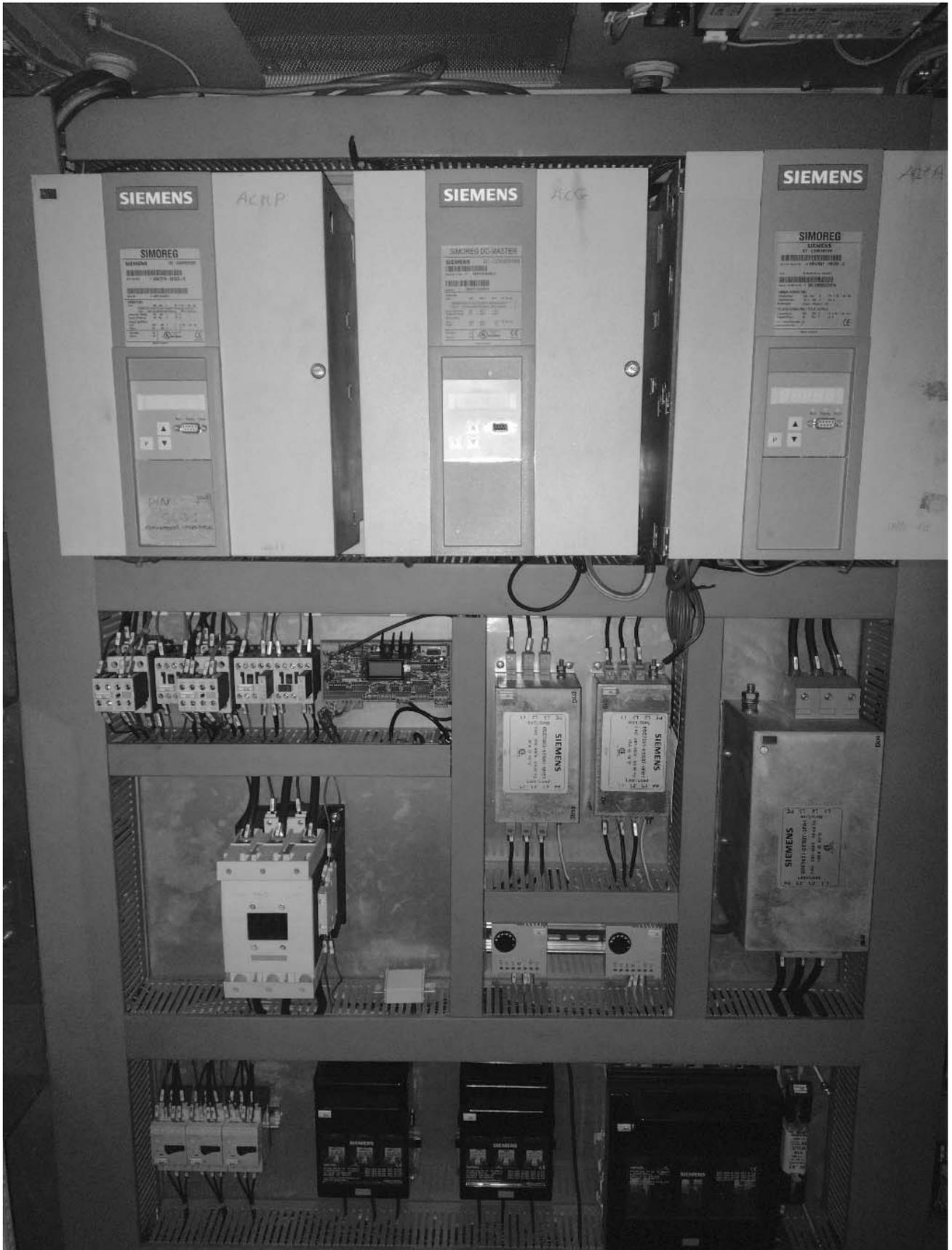


Foto 5: quadro elettrico convertitori Simoreg.

# ALLEGATO 2

## CONDIZIONI NECESSARIE AI TEST DI COLLAUDO CARRO DINAMOMETRICO SU BACINO PUGLIESE (Carro 1)

Al fine di poter verificare alla consegna da parte della ditta preposta alla rimessa in opera del funzionamento del carro 1 sarà necessario tener conto dei seguenti aspetti:

1. piena sicurezza per persone e cose poste sul, carro e nel bacino corrispondente;
2. il ripristino delle funzionalità complete della movimentazione del carro dinamometrico;
3. linearità delle risposte delle grandezze elettriche all'interno del sistema di controllo e verifica rispetto a quanto indicato dalla ditta stessa;
4. effetti prodotti dal ripristino sulla potenza elettrica fornita che sui sistemi di acquisizione impiegati per le successive prove sperimentali;
5. stabilità ed efficienza nel tempo.

### **1. Controllo della funzionalità dei sistemi di sicurezza**

- 1.1. Piena funzionalità di tutti i bilancieri magnetici "fine-corsa" lungo bacino (anche se non sostituiti per malfunzionamento) o soluzioni alternative eventualmente disposte dalla ditta che interverrà sul ripristino della funzionalità del carro dinamometrico.
- 1.2. Test di sicurezza con controllo di gestione e variazione di velocità (frenatura) usufruendo dei fine-corsa presenti in bacino (o soluzioni alternative eventualmente predisposte).
- 1.3. Gestione del tasto "uomo-morto" in III marcia.

### **2. Controllo della funzionalità del sistema di controllo velocità carro**

- 2.1. Controllo di velocità impostata con incertezza di 1 mm/s (a tutte le velocità) nelle 2 direzioni (AV e AD).
- 2.2. Test di reset della posizione del carro sul bacino usufruendo dei fine-corsa (sia in moto "Avanti" che "Dietro").
- 2.3. Test di velocità massima: 15 m/s (valore massimo teorico; verificabile max 13 m/s)
- 2.4. Test a varie velocità nei 3 intervalli di velocità (valori da definire e controllare):  
I marcia: 0.5-1.0-1.999 m/s;

II marcia: 1.0-2.0-5.0-10.0 m/s;

III marcia: 5.0-7.0-10.0-15.0 m/s;

2.5. Test di rientro con variazione di velocità automatica sfruttando i fine-corsa presenti in bacino (o quanto eventualmente sostituito) in I e II marcia a:

2.000 m/s alla relativa stazione prevista;

0.270 m/s alla relativa stazione prevista;

arresto in corrispondenza del punto di accesso al carro dal camminamento sopraelevato.

2.6. Verifica della accelerazione massima richiesta  $1 \text{ m/s}^2$ .

2.7. Verifica della presenza di tre (due) profili di accelerazione:

accelerazione costante;

accelerazione =  $A_0 \cdot (1/2 - 1/2 \cdot \cos[(\pi \cdot t)/(T)])$ , con T tempo di durata della fase di dell'accelerazione, dipendente dallo spazio di accelerazione necessaria al raggiungimento della velocità prevista per la prova sperimentale;

accelerazione parabolica (?).

### **3. Controllo della linearità delle risposte del sistema di controllo velocità carro**

3.1. Linearità delle conversioni verso PLC delle funzioni:

velocità;

corrente rilevata;

tensioni rilevata;

3.2. Assenza di pendolamento a velocità costante.

### **4. Effetti sui sistemi di acquisizione**

4.1. Presenza del segnale di velocità carro istantanea prelevabile dal sistema di controllo e acquisibile dai nostri sistemi di acquisizione (segnale Encoder in quadratura TTL 0-5 V e/o segnale analogico 0-10 V proporzionale alla velocità carro).

4.2. Verifica della minimizzazione dei disturbi da Campo Elettromagnetico in condizioni di funzionalità avanzamento carro. La verifica terrà conto, attraverso acquisizione di 3 tipi di sensori impiegati usualmente nelle prove (0-10 V, piezoresistivi e/o piezocapacitivi, strain gauge) con e senza schermatura (qualora disponibili), di disturbi e rumore elettrico indotto dai campi elettromagnetici eventualmente irradiati dalla movimentazione carro.

4.3. Verifica della stabilità della gestione di potenza fornita al carro dinamometrico durante le varie fasi e condizioni di impiego.

### **5. Stabilità ed efficienza nel tempo**

L'intero processo di verifica per il collaudo richiede una seconda fase per il completamento dello stesso.

5.1. Verifica dei punti da 1 a 4 anche dopo **3 mesi** dalla consegna.

5.2. Verifica delle stesse funzionalità con carico al carro:

resistenza massima prevista: 15000 N e resistenza con andamento variabile. Carico verticale massimo previsto 4 tons.

# ALLEGATO 3

## CONDIZIONI NECESSARIE AI TEST DI COLLAUDO CARRO DINAMOMETRICO SU BACINO CASTAGNETO (Carro 2)

Al fine di poter verificare alla consegna da parte della ditta preposta alla rimessa in opera del funzionamento del carro 2 sarà necessario tener conto dei seguenti aspetti:

1. piena sicurezza per persone e cose poste sul, carro e nel bacino corrispondente;
2. il ripristino delle funzionalità complete della movimentazione del carro dinamometrico;
3. linearità delle risposte delle grandezze elettriche all'interno del sistema di controllo e verifica rispetto a quanto indicato dalla ditta stessa;
4. effetti prodotti dal ripristino sulla potenza elettrica fornita che sui sistemi di acquisizione impiegati per le successive prove sperimentali;
5. stabilità ed efficienza nel tempo.

### **1. Controllo della funzionalità dei sistemi di sicurezza**

- 1.1. Piena funzionalità di tutti i bilancieri magnetici "fine-corsa" lungo bacino (anche se non sostituiti per malfunzionamento) o soluzioni alternative eventualmente disposte dalla ditta che interverrà sul ripristino della funzionalità del carro dinamometrico.
- 1.2. Test di sicurezza con controllo di gestione e variazione di velocità (frenatura) usufruendo dei fine-corsa presenti in bacino (o soluzioni alternative eventualmente predisposte).
- 1.3. Gestione del tasto "uomo-morto" in III marcia.
- 1.4. Verifica della tensione di esercizio per le utenze carro (in particolare con la verifica della eliminazione delle differenze di tensione su vari punti del carro dei riferimenti di terra (pericolosissime e dannose) attualmente presenti su carro.

### **2. Controllo della funzionalità del sistema di controllo velocità carro**

- 2.1. Controllo di velocità impostata con incertezza di 1 mm/s (a tutte le velocità) nelle 2 direzioni (AV e AD).
- 2.2. Test di reset della posizione del carro sul bacino usufruendo dei fine-corsa (sia in moto "Avanti" che "Dietro").

- 2.3. Test di velocità massima: 10 m/s (valore massimo teorico; verificabile max 8 m/s)
- 2.4. Test a varie velocità nei 3 intervalli di velocità (valori da definire e controllare):
  - I marcia: 0.5-1.0-1.999 m/s;
  - II marcia: 1.0-2.0.5-4.5-5.999 m/s;
  - III marcia: 5.0-7.0-8.5-10 m/s;
- 2.5. Test di rientro con variazione di velocità automatica sfruttando i fine-corsa presenti in bacino (o quanto eventualmente sostituito) in I e II marcia a:
  - 2.000 m/s alla 8<sup>a</sup> colonna;
  - 0.270 m/s alla 5<sup>a</sup> colonna;
  - arresto in corrispondenza del punto di accesso al carro dal camminamento sopraelevato.
- 2.6. Verifica della accelerazione massima richiesta  $1 \text{ m/s}^2$ .
- 2.7. Verifica della presenza di tre (due) profili di accelerazione:
  - accelerazione costante;
  - accelerazione =  $A_0 \cdot (1/2 - 1/2 \cdot \cos[(\pi \cdot t)/(T)])$  , con T tempo di durata della fase di dell'accelerazione, dipendente dallo spazio di accelerazione necessaria al raggiungimento della velocità prevista per la prova sperimentale;
  - accelerazione parabolica (?).

### **3. Controllo della linearità delle risposte del sistema di controllo velocità carro**

- 3.1. Linearità delle conversioni verso PLC delle funzioni:
  - velocità;
  - corrente rilevata;
  - tensioni rilevata;
- 3.2. Assenza di pendolamento a velocità costante.

### **4. Effetti sui sistemi di acquisizione**

- 4.1. Presenza del segnale di velocità carro istantanea prelevabile dal sistema di controllo e acquisibile dai nostri sistemi di acquisizione (segnale Encoder in quadratura TTL 0-5 V e/o segnale analogico 0-10 V proporzionale alla velocità carro).
- 4.2. Verifica della minimizzazione dei disturbi da Campo Elettromagnetico in condizioni di funzionalità avanzamento carro. La verifica terrà conto, attraverso acquisizione di 3 tipi di sensori impiegati usualmente nelle prove (0-10 V, piezoresistivi e/o piezocapacitivi, strain gauge) con senza e schermatura (qualora disponibili), di disturbi e rumore elettrico indotto dai campi elettromagnetici eventualmente irradiati dalla movimentazione carro.
- 4.3. Verifica della stabilità della gestione di potenza fornita al carro dinamometrico durante le varie fasi e condizioni di impiego.

### **5. Stabilità ed efficienza nel tempo**

L'intero processo di verifica per il collaudo richiede una seconda fase per il completamento dello stesso.

5.1. Verifica dei punti da 1 a 4 anche dopo **3 mesi** dalla consegna.

5.2. Verifica delle stesse funzionalità con carico al carro:

resistenza massima prevista: 10000 N e resistenza con andamento variabile. Carico verticale massimo previsto 2 tons.