




AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
Via Garibaldi 75
43100 PARMA

REALIZZAZIONE DI UNA CHIAVICA SUL RIO LORETO ALLA CONFLUENZA IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TANARO IN COMUNE DI ALESSANDRIA (AL-E-1771)

PROGETTO ESECUTIVO

00	MAR-11	Prima emissione	MF	MB	NP
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI					
I PROGETTISTI:		HANNO COLLABORATO:			
Ing. Denis Cerlini		Ing. Cecilia Benassi			
Ing. Marco Belicchi		Ing. Elena Bocciarelli			
Ing. Michele Ferrari		Ing. Achille Iasoni		ELABORATO:	
Ing. Nicola Pessarelli		Ing. Daniele Mori		LOR 3.06	
Ing. Graziano Trombi					
		Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022		Marzo 2011	

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.1 NORME CEI RELATIVE ALLA DOCUMENTAZIONE:	3
2.2 NORME PER GLI IMPIANTI ELETTRICI, PER I QUADRI DI DISTRIBUZIONE E I CAVI DI BASSA TENSIONE:	3
2.3 NORME SPECIFICHE PER L'EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO DELLE MACCHINE:	5
2.4 NORME PER I MOTORI ELETTRICI E LE POMPE DI SOLLEVAMENTO:	5
2.5 NORME GENERALI DI SICUREZZA PER LE MACCHINE:.....	6
3. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO.....	7
4. IMPIANTO DI MOVIMENTAZIONE DELLE PARATOIE	12
5. CABLAGGI ELETTRICI.....	13
5.1 CAVI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	13
5.2 IMPIANTO DI DISPERSIONE DI TERRA	18
6. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO	22
7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELL'EDIFICIO SERVIZI.....	23
7.1 SCELTA DEL GRADO DI VISIBILITÀ.....	23
7.2 METODO DI CALCOLO	24

ALLEGATO A - Schema elettrico unifilare

1. **PREMESSA**

La presente relazione di calcolo si colloca all'interno del progetto esecutivo "*Realizzazione di una chiavica sul Rio Loreto alla confluenza in sponda sinistra del Fiume Tanaro in Comune di Alessandria (AL-E-1771)*".

Tale progetto si pone l'obiettivo di completare il sistema difensivo arginale in sinistra idraulica del Fiume Tanaro nel tratto posto a valle dell'ex ponte della Cittadella, poiché attualmente lo sbocco del Rio Loreto nel Fiume Tanaro costituisce un pericoloso varco nei riguardi, in particolare, della piena del Tanaro e dell'impossibile concomitante regolare deflusso del Rio Loreto.

Nella presente relazione, redatta ai sensi dell'Art. 31 del D.P.R. 554/99, vengono esposti i *calcoli esecutivi degli impianti* previsti in progetto e più nello specifico:

- l'impianto di sollevamento;
- l'impianto di movimentazione delle paratoie;
- i cablaggi elettrici (di bassa tensione e di dispersione di terra);
- l'impianto di illuminazione esterno;
- l'impianto di illuminazione dell'edificio servizi.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I quadri di distribuzione e comando, gli impianti elettrici in genere, le macchine ed il relativo equipaggiamento elettrico, tutta la documentazione e la manualistica relativa, dovranno essere rispondenti alle Leggi Italiane specifiche (applicabili a quel tipo di macchine), ove esistenti, alle Direttive Comunitarie specifiche, ove esistenti, alla Direttiva Macchine, alle Leggi applicabili quando personale dipendente opera sulle macchine, ed alle Norme CEI specifiche, ove esistenti.

2.1 Norme CEI relative alla documentazione:

- Norma CEI 0-2 (fascicolo 6578): guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norme CEI 3-14 (fascicolo 7567) relativi ai segni grafici da utilizzare nella preparazione degli schemi elettrici, alle modalità di esecuzione degli schemi elettrici, alle modalità di preparazione di tutta la documentazione (tabelle cavi, liste morsettiere, ecc).

2.2 Norme per gli impianti elettrici, per i quadri di distribuzione e i cavi di bassa tensione:

- Norma CEI 11-25 (fascicolo 6317): correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- Norma CEI 11-27 (fascicolo 7522): lavori su impianti elettrici
- Guida CEI 11-28 (fascicolo 4142R): guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali a bassa tensione
- Norma CEI 20-24 (fascicolo 8399): giunzioni e terminazioni per cavi d'energia
- Norma CEI 20-33 (fascicolo 8559): giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_0/U non superiore a 600/1000 V in alternata
- Norma CEI 20-40 (fascicolo 4831): guida per l'uso dei cavi a bassa tensione
- Norme CEI 20-48 e successive varianti (fascicoli 2920, 4310, 5205): cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV
- Norma CEI-UNEL 35024/1 (fascicolo 3516): cavi elettrici isoalti in materiale elastomerico o termoplastico per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata; portate di corrente in regime permanente per posa in aria

- Norma CEI-UNEL 35026 (fascicolo 5777): cavi elettrici isolati in materiale elastomerico o termoplastico per tensioni fino a 1000V in corrente alternata; portate di corrente in regime permanente per posa internata
- Le Norme UNI e le tabelle UNEL applicabili agli apparecchi ed ai materiali unificati, per le portate di corrente, ecc
- Norma CEI 11-1 (fascicolo 5025): norme generali impianti
- Norma CEI 11-17 (fascicolo 8402): impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica
- Guida CEI 11-37 (fascicolo 6957): guida all'esecuzione degli impianti di terra
- Norma CEI EN 60947-2 CEI 17-5 (fascicolo 8917): apparecchiature a bassa tensione
- Norme EN 60439 CEI 17-13/1 (fascicolo 1433) e 17-13/1 V1 (fascicolo 2254V): apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT).

Tutti gli apparecchi soggetti alla Direttiva 89/366/CEE relativa all'EMC (compatibilità elettromagnetica) installati nei quadri, dovranno avere il marchio CE ai fini EMC.

- Norma CEI 17-52 (fascicolo 3449 R): metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS)
- Norma EN 60865-1 CEI 11-26 (fascicolo 4141 R): calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito
- Guida CEI 17-70 (fascicolo 5150, edizione 1999): guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione
- Norme CEI 64-8 (fascicolo da 99999) per la tecnica degli impianti elettrici
- Guida CEI 64-14 (fascicolo 8706): guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- Norma CEI 064-004 CEI 64-14 (fascicolo 5236, edizione 1999) protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI) negli impianti elettrici
- Guida CEI 64-17 (fascicolo 10203): guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri
- Norma CEI 81-1 (fascicolo 9491): protezione delle strutture contro i fulmini
- Norma CEI 81-3 (fascicolo 5180): valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia

- Le norme CEI, le norme EN, oppure le equivalenti norme IEC applicabili alle singole apparecchiature a bassa tensione, per quanto concerne la loro costruzione, modalità di installazione e prestazioni nelle reali condizioni di impiego.

2.3 Norme specifiche per l'equipaggiamento elettrico delle macchine:

- Norma EN 60204-1 CEI 44-5 (fascicolo 2119), equipaggiamento elettrico delle macchine; regole generali.

Per la scelta dei singoli apparecchi e componenti, ed in fase di montaggio, si eseguiranno le regole della Direttiva Comunitaria 73/23 EEC (bassa tensione), quelle della Direttiva Comunitaria 89/336/CEE (Compatibilità elettromagnetica) recepite dalla legislazione Italiana con DLgs. N. 476 del 4 dicembre 1992 e con D.Lgs. N. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i..

Tutti gli apparecchi elettrici dovranno avere la marcatura CE, come prescritto dalla Legge n. 791/1977 (di recepimento delle Direttive 73/23 CEE e 93/68 CEE).

2.4 Norme per i motori elettrici e le pompe di sollevamento:

- Norma CEI EN 60034-6 CEI 2-7 (fascicolo 3391R): macchine elettrici rotanti; metodi di raffreddamento
- Norma CEI EN 60034-7 CEI 2-14 (fascicolo 3385R): classificazione delle ferme costruttive e dei tipi di installazione
- Norme CEI EN 60034-12 CEI 2-15 (fascicolo 6813): caratteristiche di avviamento dei motori asincroni trifase
- Norma CEI EN 60034-5 CEI 2-16 (fascicolo 6719): classificazione dei gradi di protezione degli involucri delle macchine elettriche rotanti
- Norma CEI EN 60034-14 CEI 2-23 (fascicolo 2966E): vibrazioni meccaniche di macchine con altezza d'asse superiore a 56 mm
- Norme UNI 9584 e norme UNI EN applicabili alla tipologia di pompe oggetto della fornitura.

2.5 Norme generali di sicurezza per le macchine:

- Norme UNI EN 292-1, UNI EN 292-2 (parte prima e parte seconda con relative appendici) e norma UNI EN 1050 analisi e valutazione del rischio delle macchine
- Norma UNI EN 954-1 (1997) determinazione dei requisiti di sicurezza, assegnazione delle categorie di sicurezza delle parti fall-safe dei circuiti di comando in relazione alla gravità alla frequenza e/o durata delle situazioni pericolose ed alla possibilità di evitare il pericolo
- Norme UNI EN del gruppo 13-110 (sicurezza del macchinario), 13.140 (rumore), 13.160 (vibrazioni), 13.180 (ergonomia), pertinenti a questo tipo di impianto e tipo di macchine
- DLgs 17/2010 (recepimento della Direttiva macchine della CEE)
- DLgs 81 del 03/04/08 (recepimento delle direttive della CEE relative alla sicurezza sul lavoro)
- Norma UNI EN 418 Dispositivi di arresto d'emergenza
- Norma UNI EN 1088 (11-1997) Dispositivi di interblocco
- Norma UNI EN 1037 (4-1997) Prevenzione avviamento inatteso delle macchine.

3. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Nell'ambito del presente progetto si prevede la realizzazione dell'impianto di sollevamento che, nel caso di piena del fiume Tanaro, una volta chiuse le paratoie del manufatto di intercettazione, permette lo scarico delle acque del rio Loreto esclusivamente attraverso le pompe dell'impianto di sollevamento.

La stazione di sollevamento è costituita da una vasca di aspirazione pompe con quota di fondo a 84.50 m s.l.m., posizionata a monte della chiavica in sponda sinistra, al cui interno è prevista la possibilità di alloggiare n. 6 elettropompe idrovore con girante ad elica a passo variabile con pompe in funzione, della portata di 4 m³/s ciascuna alla prevalenza manometrica di 6.90 m, potenza resa del motore di 420 kW.

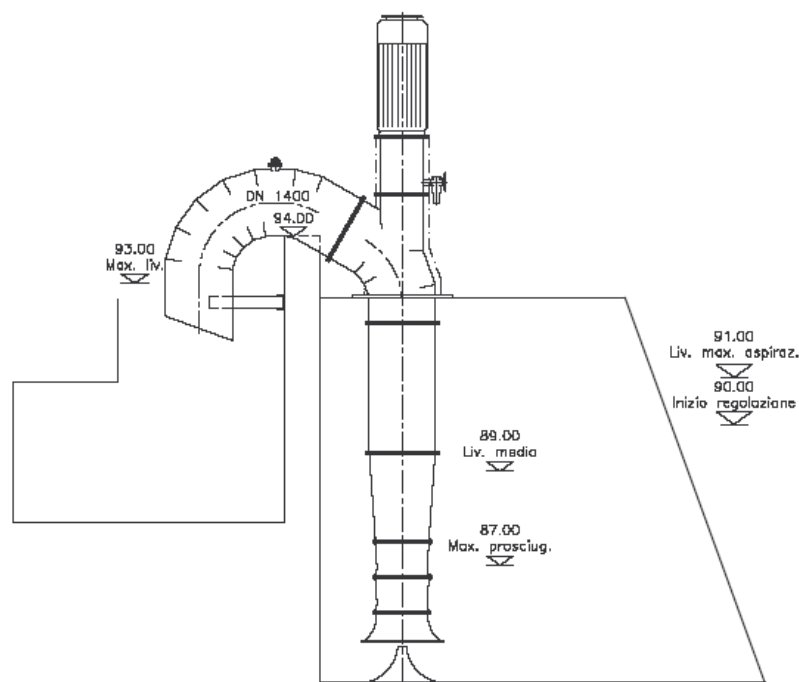


Figura 3-1: Sezione schematica della pompa-tipo

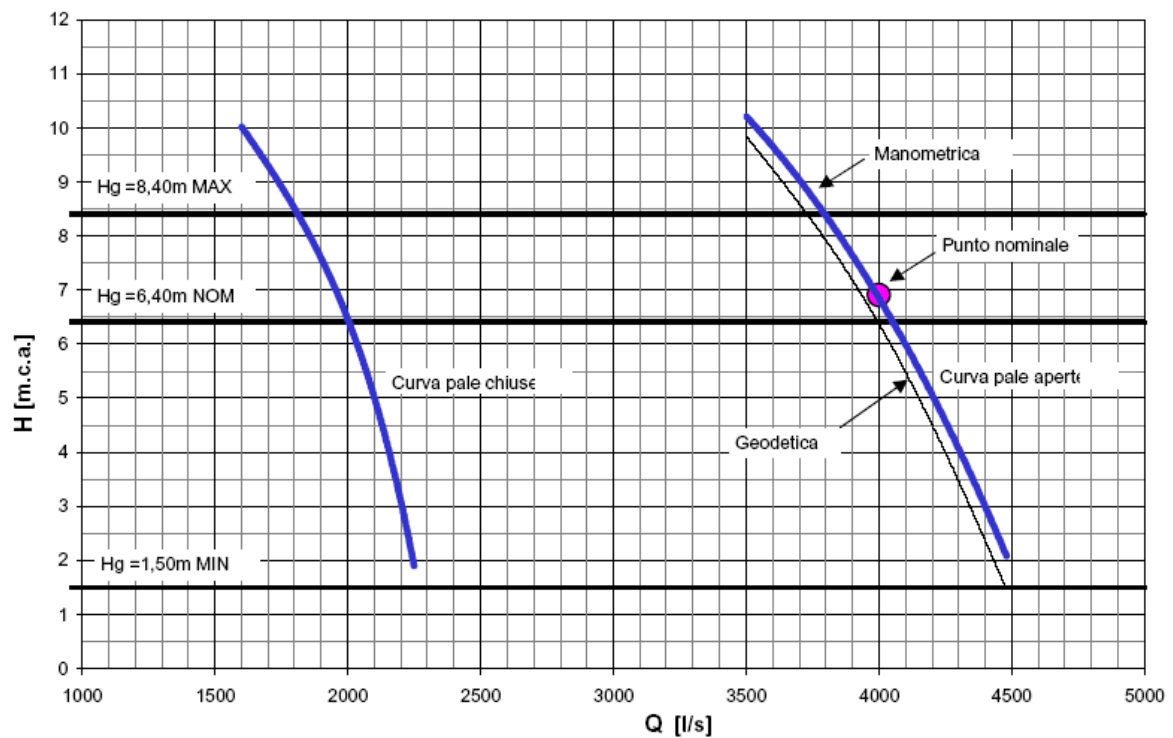


Figura 3-2: Curve di funzionamento della pompa-tipo

Tabella 1: Principali livelli di funzionamento della pompa-tipo

CONDIZIONI DI LAVORO				
Dislivello	Quota in Mandata [m s.l.m.]	Livello in Aspirazione [m s.l.m.]	Prevalenza Geodetica [m]	Funzionamento
NOMINALE	95.40	89.00	6.40	Gravità
MASSIMO	95.40	87.00	8.40	Gravità
MINIMO	92.50	91.00	1.50	Sifone

I valori di dislivello geodetico assunti nel dimensionamento dell'impianto di sollevamento sono riferiti alle quote e livelli dell'acqua riportati nello schema di Figura 3-1. L'avvio delle pompe avviene soltanto in caso di deflusso rigurgitato, ossia al crescere del livello dell'acqua nel Tanaro viene chiusa la chiavica e l'acqua viene pompata dal Loreto al Tanaro.

La sommità del muro difesa è posta a quota 94.00 m s.l.m. alla quale viene fatto coincidere l'intradosso della tubazione di mandata delle pompe.

La disponibilità di finanziamento del presente appalto permette l'installazione di un "primo lotto" composto da n. 2 elettropompe per una portata nominale complessiva di 8 m³/s.

Nello specifico, in funzione delle condizioni di lavoro (Tabella 1) e in base alle caratteristiche prestazionali (Figura 3-2) l'impianto sarà in grado di sollevare una portata di 8 m³/s con livello acqua in Loreto a 89.00 m s.l.m., una portata di 7.6 m³/s con il Loreto a 87.00 m s.l.m., una portata di poco inferiore a 9 m³/s con il Loreto a 91.00 m, e nell'ipotesi che il livello in Tanaro sia inferiore a 92.50 m s.l.m..

Le elettropompe verranno ancorate sulla soletta a quota 92.70 m s.l.m. tramite telaio e controtelaio.

Le opere idrauliche sono completate dalle condotte di mandata in acciaio del diametro di 1400 mm e spessore 10 mm, disposte a cavaliere del muro della vasca delle pompe con intradosso alla quota di 94.00 m s.l.m., protette contro la corrosione mediante zincatura in bagno caldo, complete di curve a più spicchi ad ampio raggio di curvatura, bulloneria, fissaggi, staffe, ammarri e quant'altro necessario.

Sulla sommità del sifone di ciascuna condotta di mandata viene installata una valvola di disadescamento del sifone di tipo meccanico per garantire l'ingresso di aria durante lo svuotamento della condotta di mandata negli istanti immediatamente successivi all'arresto delle pompe.

Le condotte di mandata scaricano in una vasca a cielo aperto di circa 22.60x6.80 m, che a sua volta recapita nella vasca di restituzione a valle della chiavica di dimensioni pari a circa 17.10x6.80 m. Entrambi i manufatti sono in calcestruzzo armato e sono collegati per mezzo di uno scatolare prefabbricato in c.a. di dimensioni interne nette pari a 5.80x3.0 m e lunghezza 15.40 m. La restituzione in alveo avviene per mezzo di uno stramazzo di lunghezza 16.50 m circa.

Nell'ambito del "primo lotto" si prevede quindi l'installazione delle seguenti apparecchiature elettromeccaniche (vedi schema semplificato di Figura 3):

- N. 2 elettropompe elicoidali verticali a colonna con motore elettrico asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo e giranti a passo variabile durante il funzionamento;
- N. 1 quadro di MT prefabbricato in lamiera di acciaio, grado di protezione IP 2X, secondo le norme CEI 17-6 e CEI 0-16, tensione nominale per l'isolamento: 24 kV, corrente nominale: 400 A, potere di interruzione: 12,5 kA;
- N. 1 trasformatore trifase in olio con conservatore a raffreddamento naturale in aria con potenza nominale 1250 kVA;
- N. 1 trasformatore trifase in olio a raffreddamento naturale in aria con conservatore potenza nominale 50 kVA;
- N. 1 quadro elettrico di BT per servizi ausiliari generali dell'impianto;
- N. 1 quadro elettrico di Bassa Tensione con interruttore di linea di tipo aperto e comando e controllo per due motori pompa elicoidale con avviamento ad autotrasformatore;
- N. 1 quadro di automazione e controllo con PLC di tipo a larga omologato;
- N. 1 sistema di automazione locale in grado di governare sia i gruppi di pompaggio ed i relativi circuiti ausiliari di controllo: lubrificazione e regolazione, sia l'interfaccia con il sistema di misura di portata e controllo delle paratoie motorizzate di intercettazione;
- N. 1 sistema di misura del livello sia a monte che a valle dell'impianto;
- N. 1 sistema di controllo con telecamere esterne;
- N. 1 sistema di telecontrollo;
- N. 1 sistema di misura della portata comprendente strumenti a doppia tecnologia (livello e doppler) costituito da tre gruppi di misura (uno per ciascuna canna di attraversamento della chiavica);
- N. 1 gruppo di continuità da 0.8 kW;
- N. 1 centro di controllo remoto dotato di PC, monitor, stampante, software S.C.A.D.A. a protocollo internazionale e licenza con chiave SW;
- Attrezzature di completamento della cabina elettrica: di funzionamento dell'impianto e di sicurezza: lampade, cartelli monitori, pulsanti ecc.;

- Impianto di illuminazione interno ed esterno dell'edificio servizi;
- Impianto di terra secondo norma CEI 11-1;
- Collegamenti elettrici mediante cavi di BT e accessori.

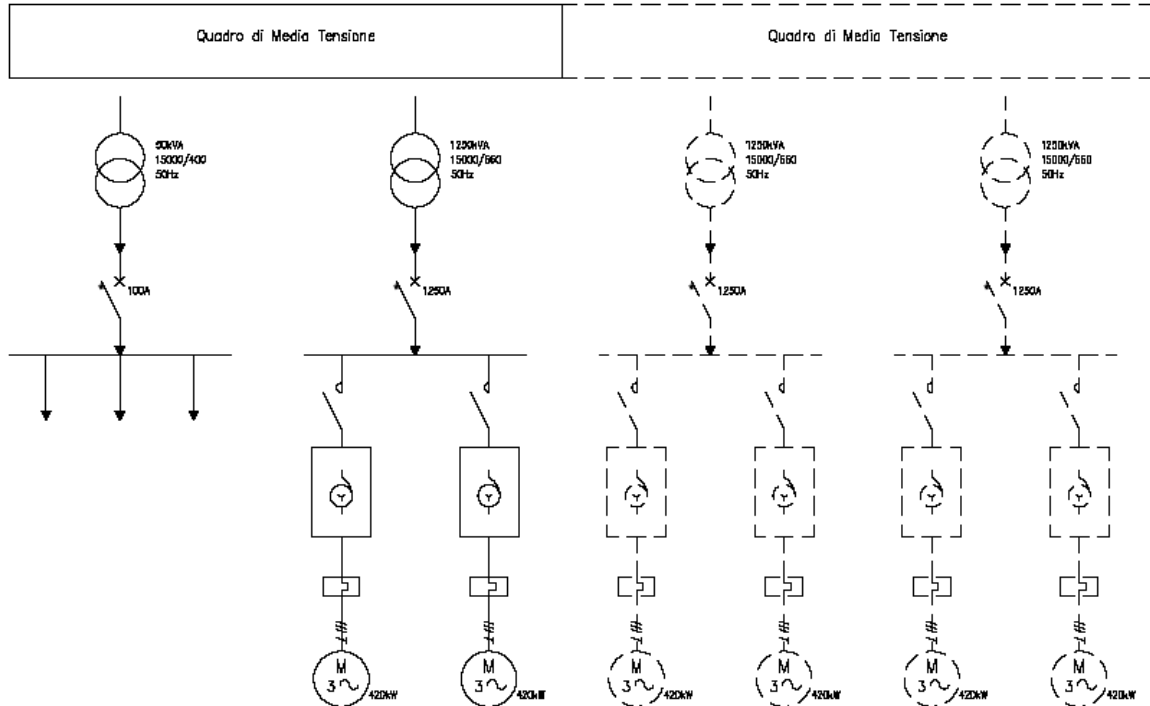


Figura 3-3: Schema elettrico semplificato (per maggiori dettagli vedasi l'Allegato A "Schema elettrico unifilare")

Il potenziamento dell'impianto, che nella presente configurazione "minimale" avrà la potenzialità di 8 mc/s, arriverà, in fasi successive a 16 mc/s e/o a 24 mc/s, ed avverrà in maniera "modulare" sfruttando le predisposizioni di prima fase, prevedendo le seguenti apparecchiature per ciascuna installazione di una coppia di pompe:

- Adeguamento del quadro di MT;
- N.1 trasformatore da 1250 kVA;
- N.1 quadro elettrico di Bassa Tensione con interruttore di linea di tipo aperto e comando e controllo per due motori pompa elicoidale con avviamento ad auto-trasformatore;
- Cavi di collegamento MT e BT;
- Adeguamento impianto di terra;
- Adeguamento hardware e software.

4. IMPIANTO DI MOVIMENTAZIONE DELLE PARATOIE

La chiavica per il deflusso delle acque dal Rio Loreto al fiume Tanaro comprende n. 3 paratoie di uguali dimensioni e caratteristiche.

Normalmente le tre paratoie sono in posizione aperta, per permettere il funzionamento per gravità dal Rio Loreto al Tanaro. Le paratoie sono sottese all'automatismo dell'impianto che prevede, nel caso del crescere del livello dell'acqua nel Tanaro ovvero in caso di portata a tendenza rigurgitante, la loro chiusura e il sollevamento per mezzo delle pompe dell'acqua del Rio Loreto al Tanaro.

Le paratoie sono del tipo piane a scorrimento su ruote e con rulli di guida laterale. Il diaframma è costituito da uno scudo in lamiera con nervature di rinforzo costituite da profilati ad U presso piegate, piatti di irrigidimento verticale.

I gargami sono realizzati con profilati in lamiera pressopiegata ad omega ed a U. Le caratteristiche di tenuta sono su quattro lati in una sola direzione.

Dati dimensionali:

- larghezza netta della luce	m	4,00	
- altezza netta della luce	m	5,00	
- carico idrostatico max	m	9,18	(92,62 liv. max Tanaro sul fondo paratoia 83,44)

Le paratoie sono azionate da attuatori elettrici, che tramite riduttori ad ingranaggi conici e viti a filettatura trapezia comandano la discesa (chiusura) contemporanea delle tre paratoie – livello alto dell'acqua nel Tanaro, pompe in funzione – per poi comandarne la risalita – condizioni di deflusso naturale dal Rio Loreto al Tanaro.

5. CABLAGGI ELETTRICI

5.1 Cavi elettrici di bassa tensione

Tutti i cavi e collegamenti avranno conduttori in rame. Nel caso di cavi per trasmissione segnali a tensione inferiore a 30 VDC i conduttori saranno in rame stagnato. Per la trasmissione di segnali sensibili alle perturbazioni elettriche, i cavi saranno dotati di schermo a calza copertura 85%, con conduttori e calza in rame stagnato.

In corrispondenza di tutti i terminali e giunzioni si deve prevedere la necessaria "ricchezza" per l'eventuale rifacimento dei giunti e dei terminali stessi. Tutti i terminali saranno realizzati con teste cavo.

Per i conduttori di collegamento tra le diverse parti dell'impianto si devono osservare gli isolamenti previsti per gli ambienti bagnati, prescritte dalle norme C.E.I. ed U.N.E.L. in vigore. I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria saranno adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando saranno adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, saranno adatti alla tensione nominale maggiore.

Per i conduttori di collegamento tra le diverse parti dell'impianto si devono osservare le densità di corrente previste per gli ambienti bagnati, prescritte dalle norme C.E.I. ed U.N.E.L. in vigore, rispettando le cadute di tensione richieste per un corretto funzionamento di tutte le parti dell'impianto. La caduta di tensione, rispetto al valore a vuoto, nelle varie parti del sistema elettrico, in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti, saranno contenute entro:

- 4% nei cavi di alimentazione dei motori con motore funzionante alla potenza nominale;
- 3% nei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti;
- 25% ai morsetti dei motori avviamento in corto circuito, durante l'avviamento.

In questo ultimo caso la tensione disponibile ai morsetti del motore sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento anche a pieno carico senza danno ai motori stessi.

Il valore del 25% deve comunque intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre di alimentazione dei motori stessi .

Le sezioni dei conduttori saranno scelte tra quelle unificate. In ogni caso non saranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI- UNEL.

Le sezioni relative alle linee ausiliarie saranno le seguenti:

- 1.5 mmq per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1.5 mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione;
- 2.5 mmq per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3.6 kW .

Calcoli di verifica delle linee principali in progetto

Si tratta di cavi elettrici di B.T. con isolamento di gomma etilenpropilenica (G7) e guaina esterna a base di PVC, 0,6/1 kV (CEI), trattamento e caratteristiche conformi all'UNEL - tipo FG7R – marchio IMQ.

- Linea dorsale trasformatore di potenza S = 3x4x1x185 mmq;
- Linea dorsale trasformatore ausiliario S = 5G25 mmq;
- Linea dorsale motori pompa S = 3x2x1x120 mmq.

Nome dell'impianto	LORETO
Nome del cavo	Trafo potenza
Norma per il calcolo	CEI-UNEL 35024/1 (CEI 20) CEI-UNEL 35023-70
Tipo di circuito	Trifase
Sistema di collegamento a terra	TN-S
Stato del neutro	Distribuito
Tensione di esercizio dell'utenza	660 (V)
Frequenza	50 (Hz)
Fattore di potenza (cosf) ¹	0,93
Tipo di cavo	Unipolare
Tipo di posa dei conduttori	Fascio
Isolamento cavo	EPR-XLPE
Temperatura ambiente ²	30 °C
Temperatura massima a regime del cavo	90 °C
Temperatura massima in corto circuito	250 °C
Materiale conduttore	Rame
Posa dei cavi ³	In aria libera a trifoglio 11-12-21-25-43-52-53
Posati su ⁴	Tubo annegato
Corrente di impiego Ib	936 (A)
Lunghezza conduttura	15 (m)
Numero di circuiti bi-trifasi o cavi multipolari ⁵	5
Coefficiente di correzione totale:	0,48
Fattore di correzione k ₁ per temperatura ambiente	1
Fattore di correzione k ₂ per presenza circuiti adiacenti	0,60
Fattore di correzione utente	0,80
Sezione del conduttore di fase	185 (mm ²)
Numero di conduttori per fase	4
Portata della conduttura Iz	979 (A)
Resistenza di fase	0,3004 (mW)
Reattanza di fase	0,3000 (mW)
Caduta di tensione	0,631 (V) 0,1%
I ² t sopportabile dal singolo cavo (CEI 64-8)	7,00E+08 (A ² s)
Verifica portata POSITIVA	

Nome dell'Impianto	LORETO		
Nome del cavo	Motore pompa		
Norma per il calcolo	CEI-UNEL 35024/1 (CEI 20) CEI-UNEL 35023-70		
Tipo di circuito	Trifase		
Sistema di collegamento a terra	TN-S		
Stato del neutro	Distribuito		
Tensione di esercizio dell'utenza	660	(V)	
Frequenza	50	(Hz)	
Fattore di potenza (cosf) ¹	0,88		
Tipo di cavo	Unipolare		
Tipo di posa dei conduttori	Fascio		
Isolamento cavo	EPR-XLPE		
Temperatura ambiente ²	30	°C	
Temperatura massima a regime del cavo	90	°C	
Temperatura massima in corto circuito	250	°C	
Materiale conduttore	Rame		
Posa dei cavi ³	In aria libera a trifoglio 11-12-21-25-43-52-53		
Posati su ⁴	Tubo annegato		
Corrente di impiego	Ib	468	(A)
Lunghezza conduttura		59	(m)
Numero di circuiti bi-trifasi o cavi multipolari ⁵		3	
Coefficiente di correzione totale:	0,63		
Fattore di correzione k ₁ per temperatura ambiente	1		
Fattore di correzione k ₂ per presenza circuiti adiacenti	0,70		
Fattore di correzione utente	0,90		
Sezione del conduttore di fase		120	(mm ²)
Numero di conduttori per fase		2	
Portata della conduttura	Iz	483	(A)
Resistenza di fase		4,7495	(mW)
Reattanza di fase		2,3600	(mW)
Caduta di tensione		4,291	(V) 0,65%
I ² t sopportabile dal singolo cavo (CEI 64-8)		2,94E+08	(A ² s)
Verifica portata POSITIVA			

Nome dell'Impianto	LORETO		
Nome del cavo	trasfo ausiliario		
Norma per il calcolo	CEI-UNEL 35024/1 (CEI 20) CEI-UNEL 35023-70		
Tipo di circuito	Trifase		
Sistema di collegamento a terra	TN-S		
Stato del neutro	Distribuito		
Tensione di esercizio dell'utenza	660	(V)	
Frequenza	50	(Hz)	
Fattore di potenza (cosf) ¹	0,93		
Tipo di cavo	Multipolare		
Tipo di posa dei conduttori	Fascio		
Isolamento cavo	EPR-XLPE		
Temperatura ambiente ²	30	°C	
Temperatura massima a regime del cavo	90	°C	
Temperatura massima in corto circuito	250	°C	
Materiale conduttore	Rame		
Posa dei cavi ³	In tubo in aria 3A-4A-5A-21-22A-24A-25-31-32-33A-34A-43		
Posati su ⁴	Tubo annegato		
Corrente di impiego lb	50	(A)	
Lunghezza conduttura	19	(m)	
Numero di circuiti bi-trifasi o cavi multipolari ⁵	2		
Coefficiente di correzione totale:	0,72		
Fattore di correzione k ₁ per temperatura ambiente	1		
Fattore di correzione k ₂ per presenza circuiti adiacenti	0,80		
Fattore di correzione utente	0,90		
Sezione del conduttore di fase	25	(mm ²)	
Numero di conduttori per fase	1		
Portata della conduttura Iz	76	(A)	
Resistenza di fase	14,8200	(mW)	
Reattanza di fase	1,4060	(mW)	
Caduta di tensione	1,237	(V)	0,19%
I ² t sopportabile dal singolo cavo (CEI 64-8)	1,28E+07	(A ² s)	
Verifica portata POSITIVA			

5.2 Impianto di dispersione di terra

L'impianto di dispersione di terra dovrà offrire un'adeguata protezione contro i contatti indiretti e coordinarsi con l'impianto di messa a terra lato linea di Bassa Tensione.

Nella seguente Tabella 1 vengono forniti i valori tipici della resistività in funzione di diverse tipologie di terreno.

Tabella 2: Resistività in funzione della tipologia del terreno

	Roccioso	Sabbia ghiaia	Vegetale	Argilloso	Sabbia marina	Condizioni climatiche Terreno	
<i>Resistività in Ωm</i>	1000	500	100	30	3	secco	
	500	250	50	15	1,5	normale	
	200	100	20	6	6	umido	

Il sistema di collegamento a terra sarà del tipo "TN", adatto ai sistemi di la categoria alimentato da propria cabina di trasformazione.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti saranno tali che l'intercettazione automatica dell'alimentazione avvenga soddisfacendo la seguente relazione tratta dalla norma CEI 64/8:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito in funzione della tensione nominale U_o oppure, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s.; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale $I_{\Delta n}$.

U_o è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

Si dovrà verificare, praticamente, il coordinamento fra gli organi di protezione posti nel quadro BT e l'impedenza di guasto nei vari punti dell'impianto.

Dimensionamento della sezione del conduttore di protezione.

La sezione minima dei conduttori di protezione dell'impianto sarà calcolata con le seguenti due metodologie:

- a) Utilizzando la sottoriportata tabella tratta dalle norme CEI che raffronta la sezione del conduttore di protezione con quella della relativa sezione del conduttore di fase.

Sezione conduttore di fase	Sezione conduttore di protezione
Fino a 16 mm ²	Uguale a quello di fase
25 mm ²	16 mm ²
35 mm ² e oltre	metà di quello di fase

N.B.:

Quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase non deve essere minore di:

- 2.5 mm² se è prevista una protezione meccanica
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

- b) Utilizzando la sottoriportata relazione descritta all'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8.

$$Sp = \sqrt{(I^2 xt) / k}$$

dove:

Sp= sezione del conduttore di protezione (mm²)

I²= valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A)

t= tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s)

k= fattore dipendente dall'isolante, calcolabile con la seguente formula, suggerita dalle stesse Norme CEI 64-8:

$$k = \frac{\sqrt{Q_c \times (B + 20) I_n (1 + t_f + t_o)}}{r(20) \cdot (B + t)}$$

dove:

Q_c= calore specifico del materiale conduttore in J/ °C mm²

- (0,0034 per il rame; 0,0025 per l'alluminio; 0,0038 per l'acciaio)
- B= inverso del coefficiente di temperatura della resistività (235 per il rame, 228 per l'alluminio, 202 per l'acciaio)
- r (20)= resistività del materiale conduttore a 20°C
(17,24 x 10⁻⁶ per il rame; 28,26 x 10⁻⁶ per l'alluminio; 138 x 10⁻⁶ per l'acciaio)
- t₀= temperatura iniziale del conduttore
(70°C per isolante in PVC, 85°C per isolante in gomma butilica)
- t_f= temperatura finale del conduttore
(160°C per isolante in PVC, 220°C per isolante in gomma butilica).

Si riportano infine le sezioni minime previste per i collegamenti equipoten-
ziali (tabella tratta dalle norme CEI)

	Sezione conduttore Protezione principale PE (mm ²)	Sezione conduttore Equipotenziale EQP (mm ²)
Principale (Sigla EQP)	PE ≤ 10 PE = 16 PE = 25 PE > 35	EQP = 6 EQP = 10 EQP = 16 EQP = 25
Supplementare (Sigla EQS)	EQS ≥ al PE di sezione minore	
Collegamento massa-massa	EQS ≥ a ½ della sezione del corrispondente PE	
Collegamento massa-massa estranea	EQS ≥ 2,5 mm ² con protezione meccanica 4 mm ² senza protezione meccanica	
Collegamento massa estranea-massa estranea		

6. **IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO**

Requisiti fondamentali

Premesso che gli apparecchi di illuminazione sono destinati a distribuire il flusso emesso dalle lampade al fine di dirigerlo sulle superfici da illuminare, è importante sottolineare come quelli utilizzati nell'illuminazione esterna dovranno rispondere a particolari requisiti illuminotecnici, elettrici e meccanici.

Dal punto di vista illuminotecnico molta cura sarà posta nello studio e nella realizzazione del gruppo ottico, destinato a modificare la distribuzione del flusso luminoso emesso dalle lampade.

Dal punto ottico dipende principalmente il rendimento dell'apparecchio, inteso come rapporto tra il flusso luminoso che esce dall'apparecchio e quello emesso dalla lampada. L'impiego di apparecchi muniti di sistemi ottici scadenti potrebbe ripercuotersi sui costi di esercizio.

Altro aspetto da considerare nella scelta degli apparecchi è la classe per la quale sono previsti.

Strutturalmente gli apparecchi devono essere costruiti in modo da proteggere efficacemente dall'azione nociva degli agenti atmosferici (polvere, acqua, ecc), non solo le lampade, ma pure il gruppo ottico e tutti gli ausiliari elettrici (portalampade, alimentatori, morsettiere, e cc). A tal fine saranno previsti diversi tipi di protezione contro la penetrazione dei liquidi e della polvere.

In definitiva l'impianto di illuminazione esterna previsto è costituito da almeno n. 3/4 punti luce con lampade al vapor di sodio da 75 W ad alta pressione, rifasate, cablate a doppio isolamento su palo conico, bitumato internamente e zincato esternamente a caldo per immersione, con estremità curva flessa, di altezza pari a 7 m.

7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELL'EDIFICIO SERIVIZI

I punti luce previsti all'interno della centrale consentiranno di ottenere, sul piano di lavoro, i seguenti valori di illuminamento:

- sala macchine da 200 a 300 lux
- in sala cabina da 250 a 400 lux.

Nel calcolo di dimensionamento si devono considerare un coefficiente di manutenzione pari a 1 e i coefficienti di riflessione del locale variabile da 0.5 ÷ 1.

7.1 Scelta del grado di visibilità

La Tabella 3 seguente tratta dalle norme CEI riporta i gradi di visibilità raccomandati nei diversi ambienti di lavoro.

Tabella 3: Grado di visibilità (CEI) per differenti ambienti di lavoro

Tipo di industria	GRADO DI VISIBILITA'			
	Mediocre	Normale	Buono	Ottimo
Industrie elettromeccaniche e meccaniche	Grosse fusioni, trafilatura, laminazione, forgiatura	Piccole fusioni, torni a revolver, stampaggio, fresatura, montaggio grossolano	Fusioni di pezzi complicati, trafilatura fine, regolazione di macchine operatrici, fresatura, montaggi delicati, impregnazione, avvolgimenti	Lavorazioni di precisione (orologeria, bobinatura di macchine elettriche, incisioni)
Industria elettrica	Caldaie, polverizzazione e trasporto carbone, trattamento ceneri	Sala delle macchine, delle apparecchiature di manovra		Sala quadri (lettura strumenti di misura)

In relazione al grado di visibilità scelto, la norma indica il valore minimo di illuminamento raccomandato e tollerato (vedi Tabella 4 seguente).

Tabella 4: Illuminamento minimo (CEI) per differenti ambienti di lavoro

Grado di visibilità	ILLUMINAMENTO RACCOMANDATO		ILLUMINAMENTO MINIMO TOLLERATO	
	Medio lux	Minimo lux	Medio lux	Minimo lux
Mediocre	40	25	20	10
Normale	80	50	40	25
Buoni	150	130	75	65
Ottimo	300	260	150	130

Si riportano quindi, nella seguente, i valori di flusso luminoso nonché di efficienza luminosa relativi rispettivamente a lampade ad incandescenza e a lampade fluorescenti.

Tabella 5: Caratteristiche delle lampade ad incandescenza per applicazioni normali, per la tensione di 220 V

Potenza (W)	Flusso luminoso (lm)	Efficienza luminosa (lm/W)
15	125	8.35
25	235	8.4
40	430	10.7
60	730	12.2
80	960	12.8
100	1380	13.8
150	2100	14.0
200	2950	14.7
300	4850	16.2
500	8450	16.9

7.2 Metodo di calcolo

Il flusso luminoso totale che insiste su di un locale, dovrà essere calcolato mediante la seguente relazione:

$$\Phi_t = E \times \text{Area del locale}$$

$$C_u \times C_m$$

dove:

C_m = è il coefficiente di manutenzione nel tempo delle lampade che valuta il deprezzamento della resa luminosa a causa della polvere che si deposita sulla lampada stessa;

C_u = è il coefficiente di utilizzo e indica la percentuale di flusso luminoso che arriva sul piano di lavoro;

Φ_t = è il flusso totale necessario;

Φ = è il flusso luminoso di una lampada;

E = è l'illuminamento in lux.

N° punti luce/prese minimi previsti

n. 8 2x58W e 1x58W locale servizi

n. 2 2x16A+T locale servizi

n. 1 3x16A+T locale servizi

ALLEGATO A - Schema elettrico unifilare

