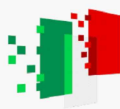




Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



FERROVIENORD  
FNMGROUP



un progetto di  
FNM FERROVIENORD TRENORD

CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 3 5

D

a

0 0 1

I T

0 2

R 0

---

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE  
DI IDROGENO DI EDOLO  
Progetto Definitivo

Relazione  
Generale

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Lug. 2024	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

APPALTATORE



Progettista



BTP INFRASTRUTTURE S.p.A.

Via di Torre Rossa 66 - 00165 ROMA  
☎ (+39) 06 8710088 ✉ info@btpinfra.it  
Web: www.btpinfrastrutture.com

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
M. FIA	D. PERSIA	N. SBARIGIA	09/07/2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ACRONIMI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. STATO DI FATTO .....</b>	<b>10</b>
4.1. Organizzazione area di intervento .....	11
4.1.1. Lotto 1 - Area Industriale .....	11
4.1.2. Lotto 2 – Area Ferroviaria .....	12
4.2. Inquadramento urbanistico .....	13
4.3. Geologia e Geotecnica .....	15
4.4. Idrologia .....	17
4.4.1. Definizione dell'intervento rispetto al PAI PO .....	17
4.4.2. Caratteristiche climatiche generali .....	19
4.4.3. Caratteristiche dell'idrologia di piena .....	20
4.4.4. Delimitazione delle fasce fluviali .....	21
4.4.5. Definizione dell'intervento rispetto al PGRA PO .....	22
4.5. Rilievi e Indagini .....	25
4.5.1. Rilievi topografici dei sottoservizi, aree esterne e sottoservizi .....	25
4.5.2. Indagini geognostiche e inquadramento geotecnico .....	26
4.5.3. Falda .....	27
4.5.4. Permeabilità .....	27
<b>5. ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO .....</b>	<b>28</b>
<b>6. STATO DI PROGETTO .....</b>	<b>30</b>
6.1. Lotto 1 – Area Industriale .....	30
6.2. Lotto 2 – Area Ferroviaria .....	31
<b>7. DEMOLIZIONI E CONSERVAZIONE ELEMENTI ESISTENTI .....</b>	<b>31</b>
<b>8. GESTIONE MOVIMENTI TERRA .....</b>	<b>32</b>
8.1. Gestione in esclusione dal regime dei rifiuti .....	33
8.1.1. Caratterizzazione dei terreni nelle successive fasi progettuali .....	34
8.1.2. Caratterizzazione dei terreni in corso d'opera .....	35
8.2. Gestione nel regime dei rifiuti .....	37
8.2.1. Caratterizzazione dei terreni in corso d'opera .....	37
8.3. Analisi sul tal quale ai fini della classificazione e dell'omologa .....	37
8.3.1. Test di cessione ai fini del recupero .....	38
8.3.2. Test di cessione al fine dello smaltimento .....	38
<b>9. IDRAULICA .....</b>	<b>39</b>
9.1. Dimensionamento degli invasi di laminazione .....	40
9.2. Trattamento delle acque di prima pioggia .....	43
<b>10. OPERE CIVILI DI NUOVA COSTRUZIONE .....</b>	<b>44</b>
10.1. Criteri di progettazione delle Strutture .....	45
10.1.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento .....	45
10.1.2. Classe d'uso .....	45

10.1.3. Periodo di riferimento .....	46
10.2. Caratteristiche dei materiali prescelti .....	46
10.3. Calcestruzzo C32/40 .....	46
10.4. Acciaio B450C .....	48
10.4.1. Acciai da carpenteria .....	48
10.5. Breve descrizione delle opere civili .....	49
10.5.1. Fondazioni .....	51
10.5.2. Muri paraschegge .....	51
10.5.3. Strutture in elevazione .....	51
10.6. Rilevati .....	51
10.6.1. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>1</sub> , A <sub>2-4</sub> , A <sub>2-5</sub> , A <sub>3</sub> .....	52
10.6.2. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>2-6</sub> , A <sub>2-7</sub> .....	53
10.6.3. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> , A <sub>6</sub> , A <sub>7</sub> .....	53
10.7. Scavi di fondazione .....	54
10.8. Conglomerati bitumosi a caldo .....	55
10.8.1. Conglomerati bituminosi di base, base-binder, binder, usura .....	55
10.9. Vasca di trattamento acque di prima pioggia .....	58
10.10. Pista Ciclopedonale .....	59
<b>11. IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE IDROGENO .....</b>	<b>60</b>
11.1. Sezione di Elettrolisi .....	61
11.1.1. Approvvigionamento Idrico elettrolizzatore .....	61
11.1.2. Elettrolizzatore .....	62
11.1.3. Stoccaggio a bassa pressione .....	72
11.2. Sezione di Compressione e Stoccaggio .....	73
11.2.1. Compressori Idrogeno .....	73
11.2.2. Stoccaggio ad Alta Pressione dell'Idrogeno .....	75
11.3. Impianto di distribuzione idrogeno .....	78
11.4. Priority Panel .....	79
11.5. Erogazione treni .....	80
11.5.1. Unità di Chilling per Treni .....	80
11.5.2. Dispenser H <sub>2</sub> per Treni .....	82
11.6. Baie di carico/scarico .....	85
<b>12. SCARICO REFLUI .....</b>	<b>85</b>
12.1. Riutilizzo e smaltimento del rigettato Osmotico .....	85
12.2. Funzionamento e specifiche del serbatoio osmotico REC-001 .....	86
12.3. Trattamento e smaltimento Acque Meteoriche .....	89
12.3.1. Dimensionamento degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia .....	90
<b>13. GAS AUSILIARI .....</b>	<b>91</b>
13.1. Azoto .....	91
13.2. Aria Impianto e Aria Strumenti .....	91
<b>14. MATERIALI DA COSTRUZIONE IMPIANTI MECCANICI .....</b>	<b>93</b>
14.1. Generalità e tempo di vita utile .....	93
14.2. Materiali in servizi Idrogeno .....	94
14.3. Materiali selezionati per altri servizi .....	96
<b>15. IMPIANTI ELETTRICI .....</b>	<b>96</b>

15.1. Configurazione Generale dell’Impianto Elettrico .....	96
15.1.1. Cabina Elettrica “Consegna Enel” .....	96
15.1.2. Cabina Elettrica “Impianto” .....	97
15.2. Componenti Principali dell’Impianto Elettrico .....	97
15.2.1. Quadri Elettrici di Media Tensione .....	97
15.2.2. Trasformatori MT/BT .....	98
15.2.3. Quadri Elettrici di Bassa Tensione .....	98
15.2.4. Gruppi Statici di Continuità .....	98
15.2.5. Nel fabbricato “Control Room” N° 2 UPS ridondati con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’ e N° 1 CPS con tensione 230 V, Potenza 10000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’ per l’alimentazione dell’illuminazione di sicurezza all’esterno. Gruppo Elettrogeno .....	98
15.3. Impianto di Illuminazione .....	98
15.4. Impianto di Messa a Terra .....	99
<b>16. SISTEMA DI PROTEZIONE ANTINCENDIO .....</b>	<b>99</b>
16.1. Rete Idranti .....	99
16.2. Rete Sprinklers .....	100
16.3. Materiale Reti .....	100
16.4. Alimentazione Idrica .....	100
16.5. Estintori .....	100
<b>17. SISTEMA DI CONTROLLO, STRUMENTAZIONE E TELECOM .....</b>	<b>101</b>
17.1. ICSS .....	101
17.1.1. DCS .....	102
17.1.2. ESD e F&G .....	102
17.1.3. HMI .....	103
17.2. Criteri generali per la Progettazione della Strumentazione .....	103
17.3. Sistema Telecom .....	104
17.3.1. TV a Circuito Chiuso .....	104
17.3.2. Sistema di Controllo Accessi .....	104
17.3.3. Sistema di Diffusione Sonora .....	105
17.3.4. Sistema telefonico con protocollo IP .....	105
17.3.5. Sistema rete dati .....	105
<b>18. SICUREZZA DI IMPIANTO .....</b>	<b>105</b>
18.1. Dispositivi di intercettazione e scarico dell’Impianto .....	105
18.2. Sistema di Emergenza .....	106
18.3. Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione .....	106
18.3.1. Classificazione delle Zone Pericolose .....	106
18.3.2. Individuazione delle sorgenti di emissione .....	107
18.3.3. Individuazione delle Zone Pericolose .....	107
<b>19. CAVE E DISCARICHE AUTORIZZATE .....</b>	<b>107</b>
<b>20. ESPROPRI .....</b>	<b>109</b>
<b>21. INTERFERENZE .....</b>	<b>109</b>
21.1. Verifica delle Interferenze rispetto al Progetto di Fattibilità .....	112
21.2. Risoluzione delle Interferenze .....	114
<b>22. STUDI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI .....</b>	<b>115</b>
22.1. Acustica .....	115

---

22.2. DNSH.....	116
22.3. CAM .....	117
22.4. Paesaggio.....	117
22.5. Vincoli Ambientali.....	120
<b>23. CENNI ALLA STRUTTURA CERTIFICATIVA NELL'AMBITO DELLA DIRETTIVA 2014/68/UE (PED), DELLA DIRETTIVA ATEX 2014/34/UE E DIRETTIVA ATEX 99/92/CE .....</b>	<b>121</b>
23.1. Definizioni.....	121
23.2. Struttura certificativa PED .....	121
23.2.1. <i>Obblighi dell'APPALTATORE</i> .....	121
23.2.2. <i>Obblighi dell'UTILIZZATORE</i> .....	122
23.3. Struttura certificativa ATEX .....	123
23.3.1. <i>Obblighi dell'APPALTATORE</i> .....	123
23.3.2. <i>Obblighi dell'Utilizzatore</i> .....	123
<b>24. DIFFERENZE RISPETTO AL PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA (PFTE).....</b>	<b>124</b>
<b>25. PROGETTO ESECUTIVO.....</b>	<b>125</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione generale è stata redatta contestualmente al Progetto Definitivo dell' "Appalto integrato di progettazione definitiva, progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di realizzazione dell'impianto di produzione e distribuzione per rifornimento treni a idrogeno in comune di Edolo e manutenzione full service" (CIG:9650328697, CUP:E31B21005960002) sulla base del precedente studio condotto nel Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economico per quanto concerne la realizzazione di un nuovo impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno verde a servizio della rete ferroviaria di Ferrovie Nord (di seguito FN).

L'area interessata si trova suddivisa tra il lotto individuato tra Via Industriale e Via Rassiche, dove oggi vi è un fabbricato-capannone industriale in disuso (Lotto 1), e all'interno della stazione ferroviaria del comune di Edolo (BS) (Lotto 2).

Il progetto si colloca quindi nell'ambito di un ammodernamento del trasporto passeggeri sulla linea ferroviaria Brescia – Iseo – Edolo, con i nuovi treni forniti da Alstom.

## 2. ACRONIMI

ACRONIMO	DESCRIZIONE
AC	Corrente Alternata
ACS	Sistema di controllo accessi
BDV	Valvola di Blow Down
CCTV	Televisione a circuito chiuso
CPU	Unità Centrale di Elaborazione
DC	Corrente Continua
DCS	Sistema di controllo di processo
ESD	Sistema di arresto di emergenza
EWS	Postazione Software
F&G	Sistema di rivelazione incendi e gas
I/O	Ingressi/Uscite
AT	Alta Tensione
BT	Bassa Tensione
IP	Protocollo internet
ICSS	Sistema Integrato di Controllo e Sicurezza

ACRONIMO	DESCRIZIONE
LAN	Rete dati locale
NTP Server	Server sincronizzazione oraria
NVR	Video registratore di rete
OWS	Postazione operatore
PAGA	Annuncio pubblico – Allarme generale
PC	Computer
PLC	Controllore Logico Programmabile
SDV	Valvola di Shut Down
MT	Media Tensione
VTA	Vendor To Advise

### 3. NORME DI RIFERIMENTO

L'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione idrogeno di Edolo (BS), dovrà rispettare, dove possibile, le seguenti normative e standard. La lista riportata potrà essere aggiornata anche in fase esecutiva del progetto.

NORMA	DESCRIZIONE
Legge 186 del 1968	Componenti elettrici ed impianti a regola d'arte
Decreto 30/11/1983	Termini e definizioni di prevenzione incendi
Decreto 23/10/2018	Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione
Decreto 07/07/2023	Regola tecnica di prevenzione incendi per l'individuazione delle metodologie per l'analisi del rischio e delle misure di sicurezza antincendio da adottare per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi e relativi sistemi di stoccaggio
D.M. 22/01/08 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli edifici" e successive integrazioni e modifiche
Decreto legislativo 9 aprile 2008 N. 81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
CEI EN 60079-10-1	Atmosfere esplosive per la presenza di gas - Classificazione dei luoghi
CEI EN 50122-1	"Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra". CEI EN 50122-2 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie

NORMA	DESCRIZIONE
	e metropolitane – Impianti fissi – Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua”.
EN 50119	Linee di trazione elettrica.
CEI 9-6/1 - EN 50122-1	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
CEI 9-6/2 - EN 50122-2	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua
CEI EN 62271-1	Apparecchiatura di manovra e comando in alta tensione
CEI EN 62271-200	Apparecchiature in involucro metallico per correnti alternate AT
CEI EN 62271-100	Interruttori per correnti alternate AT
CEI EN 62271-106	Contattori e avviatori basati su contattori in corrente alternata ad alta tensione
CEI EN 62271-102	Sezionatori in corrente alternata e sezionatori di terra
CEI EN 62271-103	Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per alta tensione
CEI EN 62271-105	Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata
CEI EN 61869-2	Trasformatori di corrente
CEI EN 61869-3	Trasformatori di tensione
CEI EN 60044-8	Trasformatori di corrente elettronici
CEI EN 60282-1	Fusibili a tensione superiore a 1000 V
CEI EN 61000-4-4	Compatibilità elettromagnetica
D.Lvo 23/10/2018	Prevenzione incendi impianti di distribuzione idrogeno per autotrazione
D.Lvo 19/05/2016, n. 85	Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva
D.Lvo 12/06/2003, n. 233 (Direttiva ATEX II)	Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive, Gazzetta Ufficiale n. 197 del 26 Agosto 2003
D.Lvo 26/06/2015, n. 105 (Seveso III) Allegato 1 Parte 2	Quantità limite sostanze pericolose specificate
D.Lvo 9/04/2008, n.81	Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro (aggiornamento gennaio 2023)
D.Lvo 15/02/2016, n. 26	Attuazione della direttiva 2014/68/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relativa alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (rifusione)



NORMA	DESCRIZIONE
DM 20/12/2012	Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
D.P.R. n. 126 del 23 Marzo 1998 (Direttiva ATEX)	Regolamento recante norme per l'attuazione della Direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva
2014/68/CE PED Pressure Equipment Directive	Direttiva europea sulle attrezzature a pressione
2014/34/UE Direttiva ATEX	Direttiva ATEX di prodotto
06/42/EC Direttiva Macchine	Direttiva Macchine
ASME Sec.VIII Div.1	Rules for Construction of Pressure Vessels
ASME Sec.VIII Div.2	Rules for Construction of Pressure Vessels-Alternative Rules
ASME Sec.VIII Div.3	Alternative Rules for Construction of High-Pressure Vessels
ASME Sec.X	Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels
ASME Sec.XII	Transportation Tanks
ASME Code Case 2390	Composite Reinforced Pressure Vessels
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
ASME B31.3	Process Piping
ASME STP-PT-006	Design Guidelines for Hydrogen Piping and Pipelines
EN 13445 (intera serie)	Recipienti a pressione non esposti a fiamma
EN 17124:2022	Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance for hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for vehicles
CGA G-5	Hydrogen
CGA- G5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems At Consumer Sites
CGA G-5.5	Hydrogen Vent Systems
CGA G-5.6	Hydrogen Pipeline Systems
ElGA Doc 121/04	CGA Publication G-5.6 Hydrogen Pipeline Systems
ElGA Doc 211/17	H2 vent systems for customer applications
IEC 60079 (tutte le parti)	Explosive atmospheres

NORMA	DESCRIZIONE
IEC 62282-3-1 00	Fuel cell technologies. Stationary fuel cell power systems. Safety
ISO 11114-1	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part2: Metallic materials
ISO 11114-2	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part2: Non-Metallic materials
ISO 11114-4	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
ISO 14687:2019	Hydrogen fuel quality — Product specification
ISO/TR 15916:2015	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 16110-1	Hydrogen generators using fuel processing technologies Part 1-Safety
ISO 16110-2	Hydrogen generators using fuel processing technologies Part 1-Test methods for performance
ISO 17268:2020	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices
ISO 19880-1:2020	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 1: General requirements
ISO 19880-3:2018	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 3: Valves
ISO 19880-5:2019	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 5: Dispenser hoses and hose assemblies
ISO 19880-8:2019	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 8: Fuel quality control
ISO 19881:2018	Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers
ISO 19882:2018	Gaseous hydrogen — Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers
ISO 19884 (intera serie)	Gaseous hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage
ISO 22734:2019	Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications
ISO 23273:2013	Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen
ISO 26142:2010	Hydrogen detection apparatus — Stationary applications
ISO/IEC 80079 (tutte le parti)	Explosive atmospheres
NFPA 2	Hydrogen Technologies Code
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
NTC 2018 e smi	Norme Tecniche delle Costruzioni

NORMA	DESCRIZIONE
OSHA: 29 CFR 1910.103 29 CFR 1910 Subpart H	Hazardous Materials
UNI EN 1012-3:2014	Compressori e pompe per vuoto - Requisiti di sicurezza - Parte 3: Compressori di processo
UNI 10779	Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI 11292	Locali gruppi di pompaggio impianti antincendio
UNI EN 12845	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler: Progettazione, installazione e manutenzione
UNI CEN/TS 14816:2009	Sistemi spray ad acqua – Progettazione, installazione e manutenzione
UNI 1608391	Qualità del combustibile a Idrogeno-Specifiche del prodotto
SAE J2719	Hydrogen Fuel quality for Fuel Cell Vehicles
SAE J2601_202005	Fuelling Protocols For Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
SAE J2799_201912	Hydrogen Surface Vehicle To Station Communications Hardware And Software
SAE J2601/2_201409	Fuelling Protocol For Gaseous Hydrogen Powered Heavy Duty Vehicles
SAE J2601/5_202402	High-Flow Prescriptive Fueling Protocols for Gaseous Hydrogen Powered Medium and Heavy-Duty Vehicles

#### 4. STATO DI FATTO

L'intervento è suddiviso in due lotti, definiti di seguito come Area Industriale o Lotto 1 e Area Ferroviaria o Lotto 2.

L'area in cui si dovrà realizzare l'impianto di produzione e distribuzione idrogeno è ubicata all'interno del Comune di Edolo (provincia di Brescia), raggiungibile dal centro cittadino percorrendo Via Rassiche o Via industriale, che delimitano l'area del "Lotto 1" e di Via Gennaro Sora che circonda l'area interessata dal "Lotto 2".

Le coordinate del "Lotto 1" sono le seguenti:

- Latitudine: 46°10'37.8"N;
- Longitudine: 10°19'29.2"E;
- Altitudine: 675 m ca.

Le coordinate del "Lotto 2" sono le seguenti:

- Latitudine: 46°10'37.7"N;
- Longitudine: 10°19'41.0"E;
- Altitudine: 675 m ca.

Il terreno interessato è visibile sull'ortofoto sottostante.

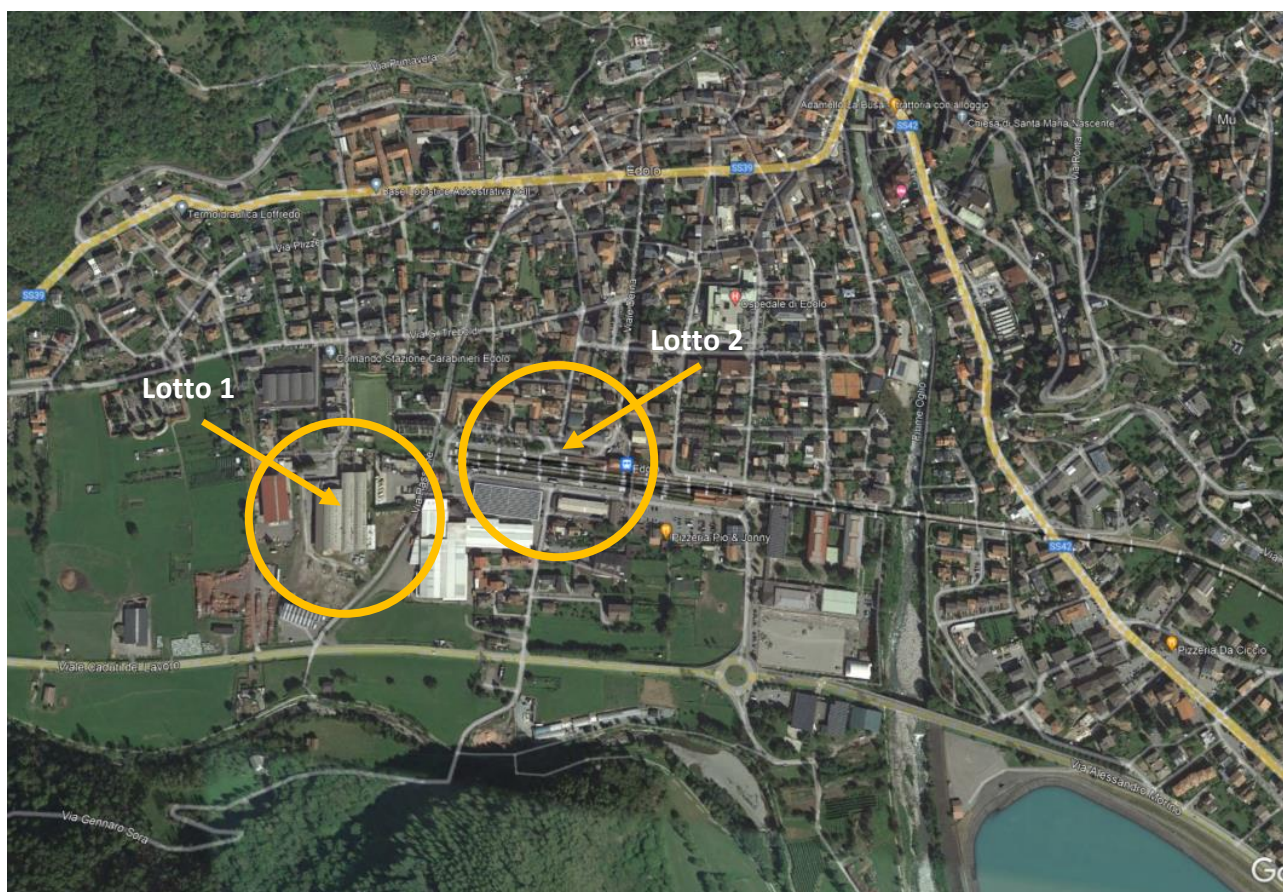


Figura 1. Zona di realizzazione dell'impianto di Produzione e Distribuzione Idrogeno di Edolo.

#### **4.1. Organizzazione area di intervento**

##### **4.1.1. Lotto 1 - Area Industriale**

Il Lotto 1 è situato in zona urbana, più precisamente nella parte Ovest della cittadina di Edolo, zona dove fanno capolinea i treni della stazione (Lotto 2). A Nord l'area confina con Via Industriale, mentre lungo il confine Sud-orientale si estende con Via Rassiche. Nella successiva immagine è delimitata in giallo la zona definita "Lotto 1- Area Industriale".





**Figura 2. Area interessata dalla realizzazione dell'impianto di produzione e distribuzione idrogeno "Lotto 1".**

Tale area si presenta oggi come un lotto privato, con la presenza interna di un capannone industriale con telai in cemento armato, tamponamenti in laterizio, catene in acciaio e blocchi in laterizio. La struttura è inoltre completata da diverse strutture accessorie, tra cui uffici, magazzini, un edificio ad uso residenziale e cabine elettriche per impianti ad alta tensione.

#### **4.1.2. Lotto 2 – Area Ferroviaria**

Il Lotto 2 è situato all'interno del perimetro della stazione ferroviaria di Edolo, terminale della linea Brescia – Iseo – Edolo. L'area presenta due binari tronchi separati da una banchina e un terzo binario di servizio per utilizzi da parte del gestore dell'infrastruttura. Non sono presenti fabbricati ad eccezione di una struttura in legno posta a sud-ovest del Lotto 2. In figura è rappresentata schematicamente l'area del Lotto2.



Figura 3. Area interessata dalla realizzazione dell'impianto di produzione e distribuzione idrogeno "Lotto 2.

#### 4.2. Inquadramento urbanistico

L'impianto di produzione, stoccaggio ed erogazione dell'idrogeno si sviluppa su un'area idonea, localizzata nell'ambito territoriale del Comune di Edolo, distinta al catasto del comune medesimo al foglio n.92 particella n. 40, per una estensione complessiva pari a circa 23.000 m<sup>2</sup>.

L'area oggetto di intervento è localizzata all'interno dell'aggregato urbano, più precisamente ad ovest dell'area dove si trovano i fine corsa dei treni della stazione. L'area ad oggi si presenta come lotto privato (lotto 1) e lotto pubblico (lotto 2), con la presenza al suo interno di un capannone industriale per il lotto 1 ed alla stazione ferroviaria per il lotto 2.

L'intera area di intervento è di proprietà e della SECOL Società Edile Costruzioni e Lavori S.A. (Lotto 1) e di Ferrovie Nord (Lotto2).

La parte del futuro impianto destinata alla produzione di idrogeno è accessibile dalla strada denominata via Industriale dal centro abitato ed è adiacente a Via Rassiche.

Dal Piano delle Regole la destinazione dell'area è classificata come **"D1 – aree produttive in ambito urbano"**.

L'art. 66 comma 5 delle NTA prescrive :

1. *Le aree produttive devono garantire una dotazione tecnologica e ambientale che riduca al minimo l'impatto sull'ambiente.*
2. *In base alla pressione ambientale presunta, è necessario prevedere: sistemi di abbattimento degli inquinanti; sistemi di smaltimento e depurazione di acque reflue nere; sistemi di smaltimento e depurazione delle acque chiare; riciclaggio delle acque utilizzate a scopi produttivi; barriere verdi antirumore e a mitigazione dell'impatto ambientale.*
3. *Nei progetti di nuova costruzione dovranno essere elencati tutti i potenziali rischi ambientali, dovuti a malfunzionamento delle dotazioni tecnologiche o ad incidenti legati alle fasi di realizzazione ed esercizio dell'area produttiva.*

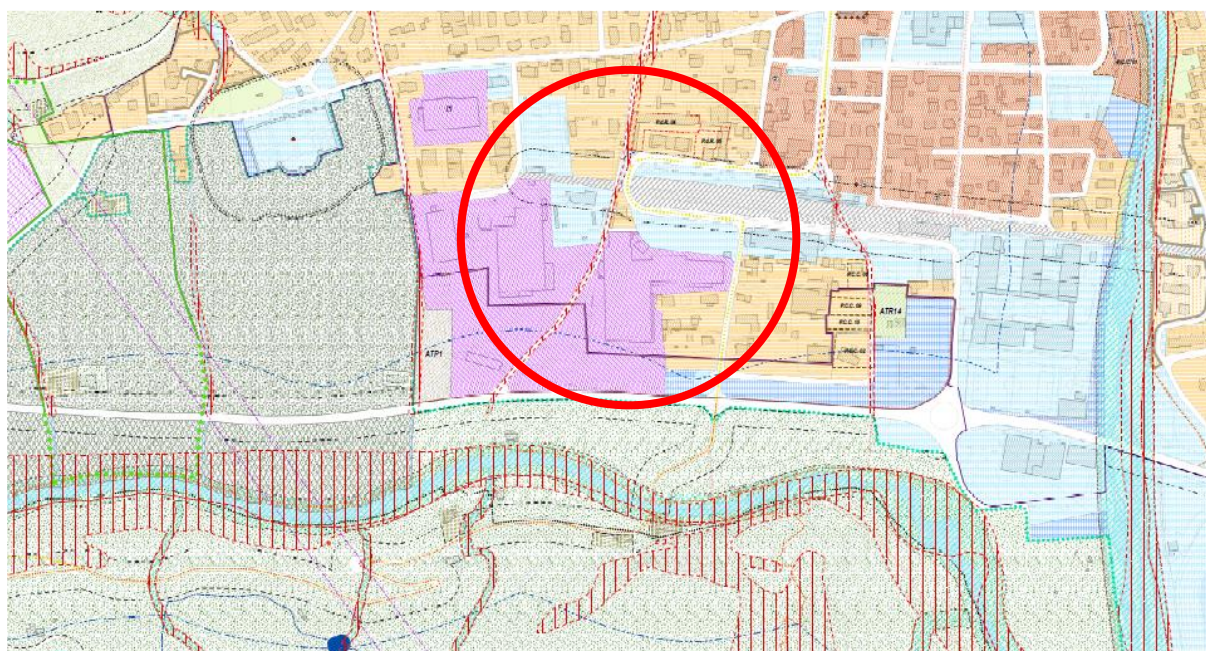


4. Nelle aree per attività produttive sono sempre consentiti gli interventi edilizi necessari all'adeguamento alle norme contro gli inquinamenti e sulla sicurezza, nonché agli adempimenti a prescrizioni di enti o servizi pubblici anche se implicano parziali demolizioni o ampliamenti di edifici esistenti.

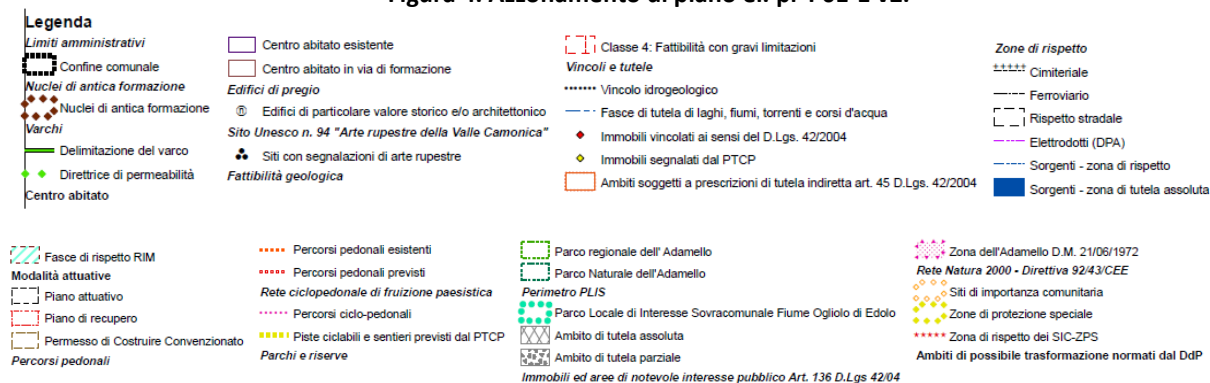
5. Le acque meteoriche intercettate dalle coperture dovranno essere recapitate in appositi bacini di accumulo temporaneo, evitando il convogliamento diretto in fognatura e/o la dispersione casuale nelle zone limitrofe. I manufatti di raccolta, di recapito e di accumulo delle acque meteoriche dovranno obbligatoriamente essere compresi nelle opere previste dal provvedimento edilizio.

6. Le attività produttive insediabili dovranno in ogni caso garantire un basso impatto ambientale, non arrecare in alcun modo danni alla salute o molestia ai residenti nelle aree limitrofe e rispettare la normativa vigente in materia igienico ambientale e di prevenzione degli inquinamenti.

7. Le tipologie edilizie utilizzate, per dimensioni, ubicazione, forma e materiali, devono conseguire un equilibrato rapporto con il contesto, sia dal punto di vista funzionale sia da quello paesistico-ambientale. Tale attenzione deve riguardare anche le recinzioni per le quali valgono le prescrizioni del Titolo "Art.61 - Recinzioni" delle presenti norme.



**Figura 4. Azzonamento di piano el. pr-P01-1 v2.**





### 4.3. Geologia e Geotecnica

L'area d'impianto ricade interamente nel Foglio 57 (Malonno) della carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 dell'ISPRA.

Dall'indagine rivolta all'identificazione dei terreni affioranti, in prossimità della zona in esame, risulta che questi sono prevalentemente di origine sedimentaria - continentale e rappresentano, nella maggior parte dei casi, i termini superiori della sequenza stratigrafica loro caratteristica.

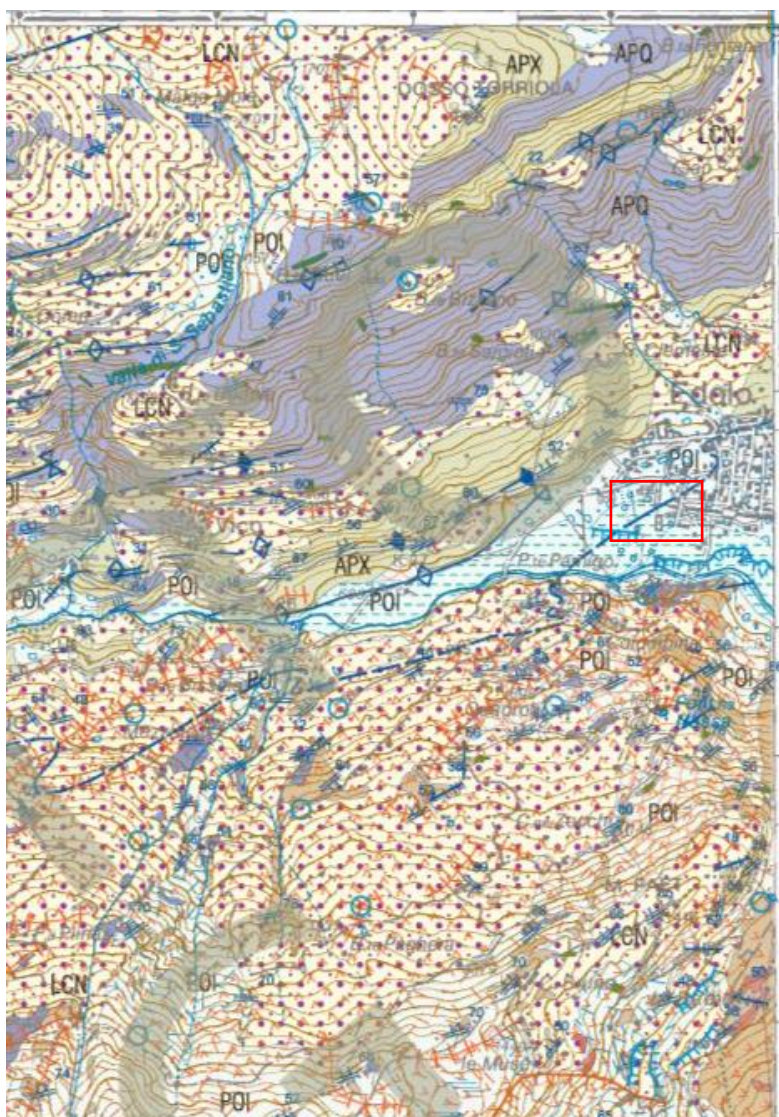


Figura 5 - Stralcio del Foglio Geologico 57 (Malonno) della cartografia Geologica d'Italia 1:50000 dell'ISPRA.



## DEPOSITI CONTINENTALI NEOGENICO-QUATERNARI UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA

### SINTEMA DEL PO



POI<sub>8</sub>

POI<sub>7</sub>

POI

Diamicton e ghiaie massive con clasti eterometrici spigolosi (depositi di versante). Ghiaie e sabbie stratificate o in corpi lenticolari, limi massivi (depositi alluvionali). Limi laminati, sabbie fini, torbe (depositi lacustri e di torbiera). Diamicton massivi a supporto di matrice con clasti da sub angolosi ad arrotondati (till d'ablazione e di alloggiamento). Superficie limite superiore caratterizzata da alterazione assente e morfologie ben conservate o ancora in evoluzione.

Subsistema della Piccola Età Glaciale (POI<sub>7</sub>)

Superficie limite caratterizzata da orizzonte B poco sviluppato, morfologie ben conservate, esteso inerbimento sino a limitata vegetazione arborea. **PICCOLA ETÀ GLACIALE (PEG), 1500-1860 AD.**

Subsistema del Po recente (POI<sub>6</sub>)

Superficie limite caratterizzata da orizzonte B assente, morfologie in evoluzione, inerbimento da scarso a nullo, con sviluppo di vegetazione pioniera. **PEG – ATTUALE**

**PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE**

Nella zona di interesse in particolare i depositi superficiali si possono distinguere genericamente in:

- **depositi glaciali:** costituiti perlopiù da materiali fluvioglaciali e morenici rimaneggiati. I primi si distinguono per la presenza di una pseudo-stratificazione e per la posizione morfologica (in corrispondenza dei tratti di versante a debole pendenza quali i terrazzamenti morfologici). Litologicamente sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli e clasti. I materiali morenici rimaneggiati sono caratterizzati dalla presenza di accumuli caotici di clasti, blocchi in matrice, quantitativamente variabile sabbioso – limosa. Si tratta di materiali rimaneggiati dall'azione gravitativa, in quanto frammisti a materiali detritici ed eluviali. Alcuni spaccati sono visibili in corrispondenza di nicchie di distacco di frane inattive (dove possono anche manifestarsi fenomeni di emergenza idrica con relativa saturazione dei depositi caratterizzati da presenza di matrice fine scarsamente permeabile). Nel tratto di valle che collega l'Aprica all'abitato di Edolo, i depositi glaciali risultano, seppur di spessore esiguo in quanto il substrato roccioso è perlopiù subaffiorante, piuttosto diffusi a testimonianza dell'antica lingua glaciale che scendeva dal passo dell'Aprica e si collegava al ghiacciaio camuno. La presenza di depositi glaciali nel senso "letterale del termine" è osservabile in corrispondenza della conca dei laghi Benedetto-Venerocolo e Avio: in tal caso la deposizione più recente consente di osservare forme caratteristiche quali cordoni morenici, *rock glaciers* e aree di accumulo di detrito glaciale attuali, in corrispondenza dei circhi glaciali che delimitano il confine comunale. Deposit glaciali sono diffusi anche lungo il settore di versante posto in destra idrografica al corso del Torrente Ogliolo e che fa capo alla cima del Piz Tri. Si tratta in questo caso di depositi detritico glaciali rimaneggiati che si sviluppano in area a media pendenza sottostanti versanti più ripidi caratterizzati dalla presenza di depositi detritici.

- **depositi eluvio colluviali e colluvio glaciali:** sono originati dal disfacimento del substrato roccioso in posto, frammisti a materiali che hanno subito un'azione di trasporto per gravità e per l'azione delle acque superficiali, lungo i versanti e che sono pertanto costituiti da materiali più grossolani. I depositi sono costituiti da sabbie limose inglobanti ciottoli, ghiaia e pietrisco in quantità variabile. Lo spessore è in genere esiguo, raramente raggiunge il metro di potenza, si ritrovano alle quote medie e basse spesso interdigitati a depositi colluvio glaciali (messi in posto per asportazione degli orizzonti superficiali alterati dei depositi glaciali, ad opera del dilavamento delle acque superficiali in deflusso lungo i versanti), questi ultimi caratterizzati da percentuali significative di argilla. I depositi colluviali in senso generico si formano in corrispondenza delle superfici topografiche subplaneggianti (terrazzi morfologici).

Più in profondità, invece si ritrovano:

- **depositi alluvionali:** sono stati distinti in “depositi alluvionali recenti”, spesso colonizzati dalla vegetazione e “depositi alluvionali attuali”, che occupano la sede attuale del corso d’acqua. Si trovano dove la pendenza dell’alveo, sia in relazione al Fiume Oglio sia al Torrente Ogliolo, sia riguardo i torrenti minori va diminuendo, ciò implica la diminuzione della velocità di trasporto dei materiali da parte delle acque di scorrimento superficiali e la conseguente prevalente azione di deposizione. I depositi alluvionali attuali sono costituiti in prevalenza da materiali grossolani, blocchi, ghiaie e ciottoli di varia pezzatura in scarsa o nulla matrice sabbiosa e localmente limosa. Per quanto riguarda i depositi alluvionali recenti, nel caso del Fiume Oglio, questi sono costituiti da ghiaie e sabbie limose, mentre lungo la piana del torrente Ogliolo si trovano depositi superficiali caratterizzati da una minor granulometria (a causa del fenomeno precedentemente citato della formazione di un lago di sbarramento temporaneo) prevalentemente limoso sabbioso. Infine, si segnala la presenza di limi argilloso sabbiosi, di potenza metrica, localizzati presso il bacino di accumulo ENEL. Tali livelli sono stati individuati durante l’esecuzione di alcuni sondaggi geognostici realizzati a supporto del progetto di realizzazione dell’invaso. In corrispondenza di tali aree, la carta di sintesi delle problematiche (tavole 05A e 05B) riporta la dicitura: “aree caratterizzate da depositi superficiali che, per genesi e modalità di deposizione, possiedono medio basse caratteristiche tecniche, poco addensati, scarsamente permeabili e le zone caratterizzate da terreni eterogenei variabili localmente con possibile presenza di lenti e livelli di sabbie fini, limi e argille”.

#### **4.4. Idrologia**

##### **4.4.1. Definizione dell’intervento rispetto al PAI PO**

La legge 18/5/1989 n. 183, “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” definisce finalità, soggetti, strumenti e modalità dell’azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo introducendo importanti innovazioni nella normativa previgente. Le finalità della legge sono di “assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi”. Per il loro conseguimento la pubblica amministrazione deve svolgere ogni opportuna azione sia di carattere conoscitivo sia di programmazione e pianificazione degli interventi, nonché di esecuzione e controllo dell’attuazione degli interventi medesimi, in conformità con le disposizioni contenute nella legge stessa e nelle sue successive modifiche e integrazioni. Il principale strumento è costituito dal Piano di bacino, mediante il quale sono “pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato”.



Figura 6 – Delimitazione dei principali sottobacini idrografici

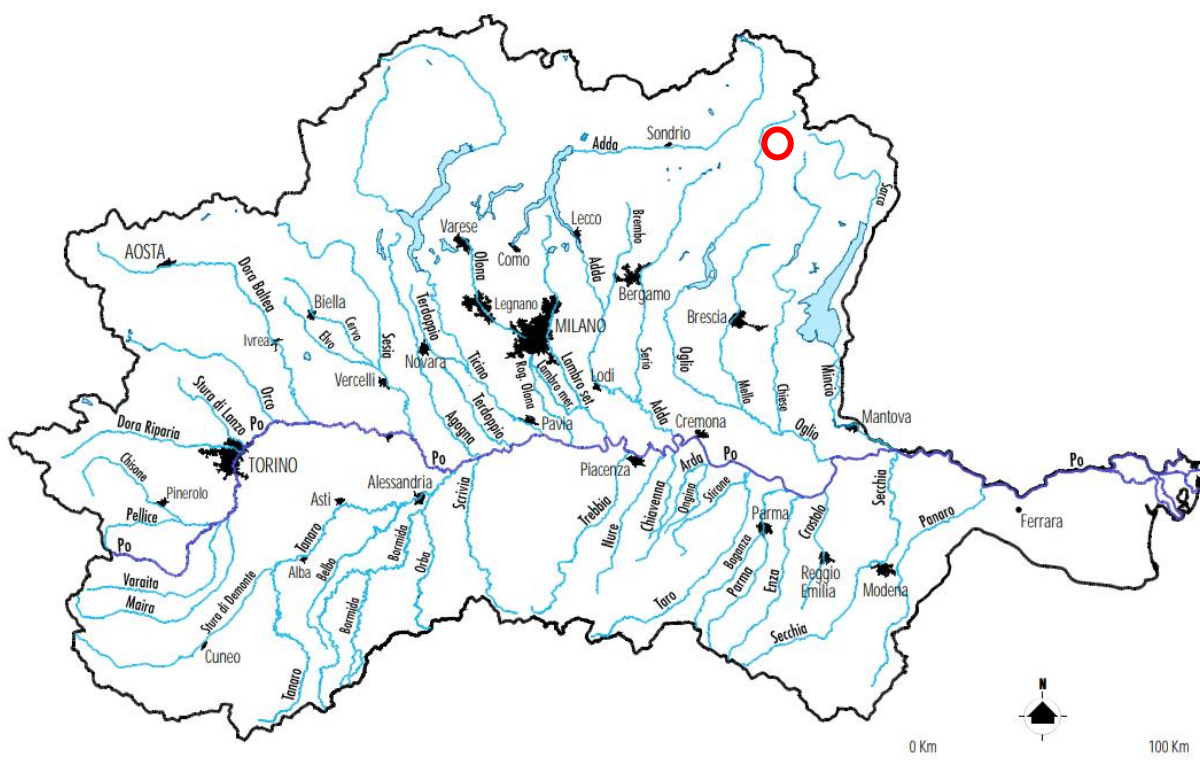


Figura 7 – Corsi d'acqua costituenti la rete idrografica principale

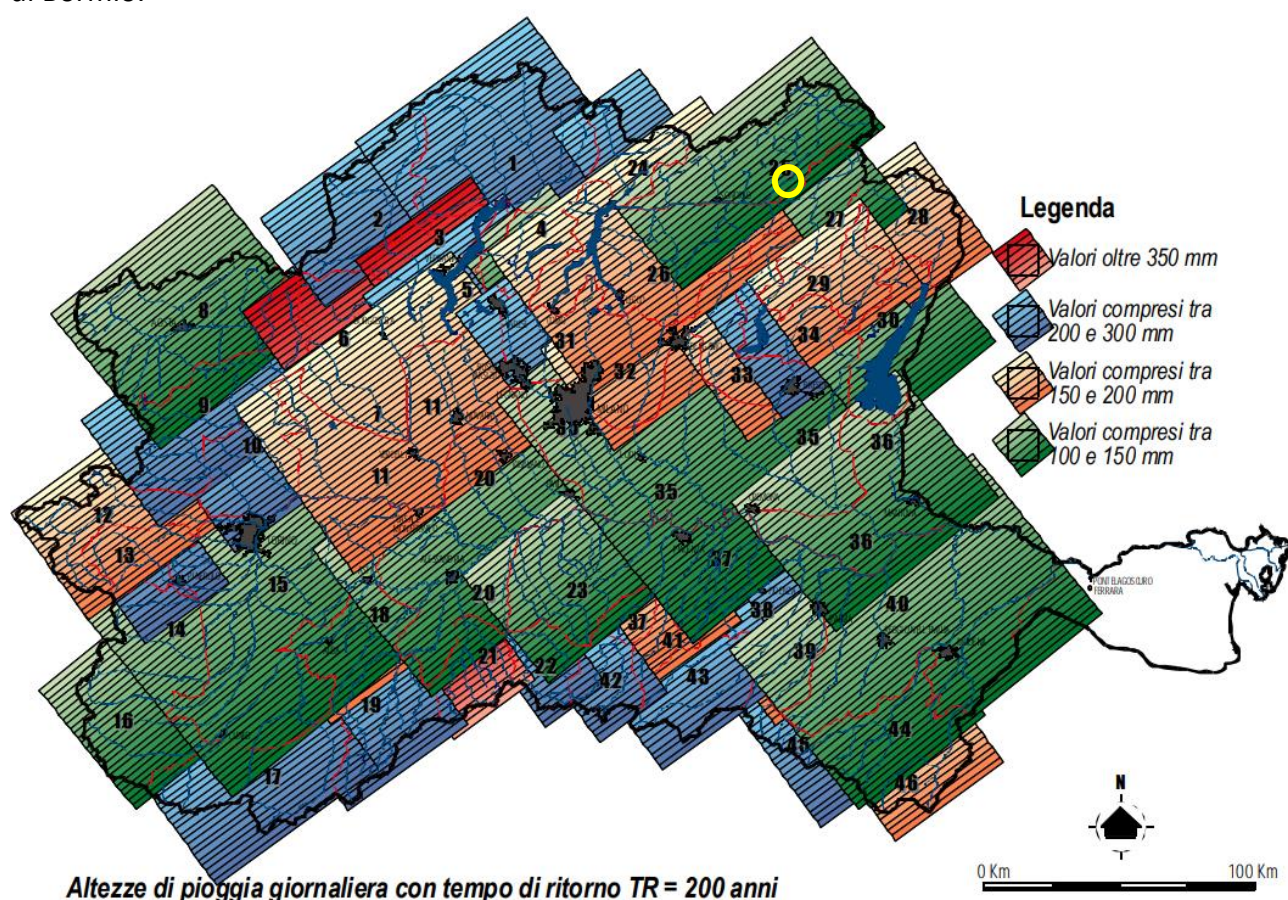


#### 4.4.2. Caratteristiche climatiche generali

Il bacino padano nel suo complesso è caratterizzato da un clima che risente della vicinanza del Mare Mediterraneo; ha infatti un'escursione termica minore di quella delle pianure dell'Europa centro-orientale.

Le serie storiche sulle temperature massime e minime medie annue evidenziano un valore medio, riportato al livello del mare, corrispondente a circa 9°-10° per le minime e a 18°-19° per le massime. Il gradiente rispetto all'altitudine è simile sia per le temperature massime e che per le minime; corrisponde circa alla diminuzione di un grado ogni 180-200 m di quota. L'escursione termica media annua varia da un minimo di 15° ad un massimo di 22°, con valori maggiori in pianura e minori sui rilievi.

Le aree con piogge più intense sono quelle esposte alle perturbazioni meteoriche che giungono dal Mediterraneo e dal golfo di Genova sullo spartiacque Appenninico, con le punte più elevate sulle zone di testata dei bacini del Bormida, Scrivia, Trebbia e Taro e sulla zona prealpina tra la Stura di Lanzo e il lago Maggiore. Valori in proporzione abbastanza elevati si riscontrano anche nella zona dei grandi laghi lombardi e nell'alto bacino del Tanaro. Intensità di pioggia sensibilmente inferiori caratterizzano invece le zone di pianura e le aree montane più interne, soprattutto nell'arco alpino occidentale, come la valle d'Aosta, l'alta valle di Susa, l'alta val d'Ossola, la valle del Sarca e la zona di Bormio.



#### **4.4.3. Caratteristiche dell'idrologia di piena**

Il bacino del Po presenta corsi d'acqua con caratteristiche idrologiche di piena molto differenziate, in funzione essenzialmente dell'esposizione alle perturbazioni meteoriche, della morfologia e, in minore misura, del tipo di substrato e di copertura del suolo. Per quanto le classificazioni comportino sempre un certo grado di arbitrarietà, è possibile riconoscere 5 aree a comportamento omogeneo:

- i bacini alpini interni,
- i bacini alpini pedemontani,
- i bacini appenninici piemontesi,
- i bacini alpini lombardi,
- i bacini appenninici emiliani,
- Bacini alpini dal Toce al Sarca.

Nei bacini lombardi la distribuzione delle precipitazioni è più regolare rispetto a quanto accade nel settore occidentale. Esiste comunque una differenza nel comportamento idrologico dei corsi d'acqua tra la zona delle prealpi, che va dal lago Maggiore al Lago di Garda, e la retrostante area montana, comprendente parte del Canton Ticino, la Valtellina, l'alta val Camonica e la valle del Sarca.

Nella zona prealpina le precipitazioni sono generalmente più abbondanti e quindi maggiori sono le portate specifiche; inoltre, nelle retrostanti aree montane sono presenti rilievi più elevati in cui parte delle precipitazioni sono sotto forma nevosa.

Si ha inoltre una riduzione delle piogge di massima intensità procedendo da ovest verso est, da porre in relazione al fatto che il settore alpino lombardo appare maggiormente protetto dalle perturbazioni di origine atlantica, rispetto a quello piemontese.

Gli eventi alluvionali inoltre sono normalmente concentrati in aree più ristrette rispetto al settore occidentale e spesso sono originati da nubifragi che interessano aree limitate (ad esempio sul bacino del Toce, eventi del 1958 e del 1978).

L'evento del luglio 1987, che pure ha interessato un'area superiore a quella generalmente colpita da una piena in questa zona, ha fondamentalmente interessato il solo bacino sopralacuale dell'Adda, esclusa la parte alta dello stesso, e qualche modesto settore del bacino dell'Oglio. Si è quindi lontani, come ampiezza delle aree interessate, dalle piene congiunte di Tanaro, Sesia e Dora Baltea, che in passato hanno colpito più volte il settore occidentale del bacino.

I caratteri dei fenomeni idrologici, come sopra evidenziati, fanno assumere in queste aree grande importanza ai processi torrentizi di trasporto di massa e attivazione dei conoidi, che frequentemente coinvolgono i centri abitati adiacenti, con deposizione di alluvioni grossolane anche di diversi metri di spessore, osservati varie volte negli ultimi decenni soprattutto in valle Ossola (alluvione del 1978) e in Valtellina (alluvione del 1987).

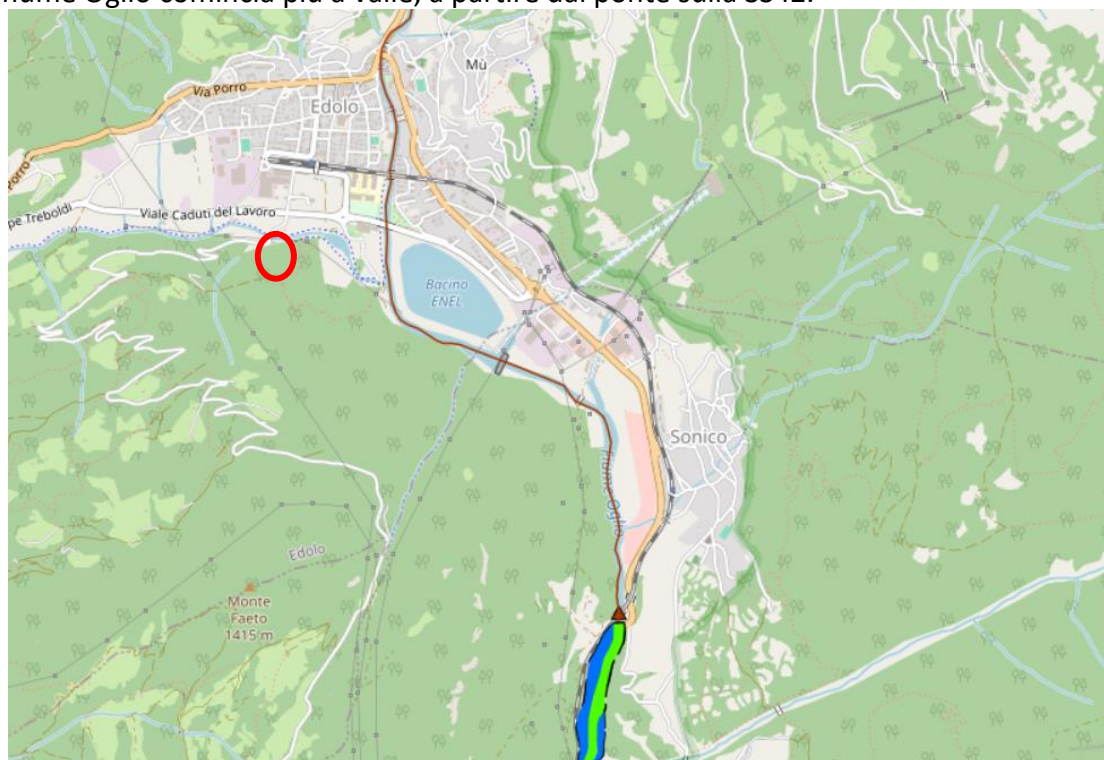
A tale proposito è significativo l'esempio dell'Ossola, in cui nel 1977 la piena sul Toce, che ha superato la portata massima storica nella stazione di Candoglia, ha causato allagamenti tutto sommato modesti, che hanno interessato alcuni centri abitati sul fondovalle in prossimità della confluenza nel lago Maggiore; la successiva piena del 1978, a fronte di una portata minore sul Toce, ha comportato danni molto più rilevanti a causa dei fenomeni torrentizi impulsivi che hanno coinvolto gli affluenti minori.

#### **4.4.4. Delimitazione delle fasce fluviali**

L'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, costituente nel complesso la regione fluviale, sono oggetto della seguente articolazione in fasce:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

L'area di intervento non risulta ubicata all'interno di alcuna fascia fluviale, la cui delimitazione sul fiume Oglio comincia più a valle, a partire dal ponte sulla SS42.



 Fascia A

 Fascia B

 Fascia C



#### 4.4.5. Definizione dell'intervento rispetto al PGRA PO

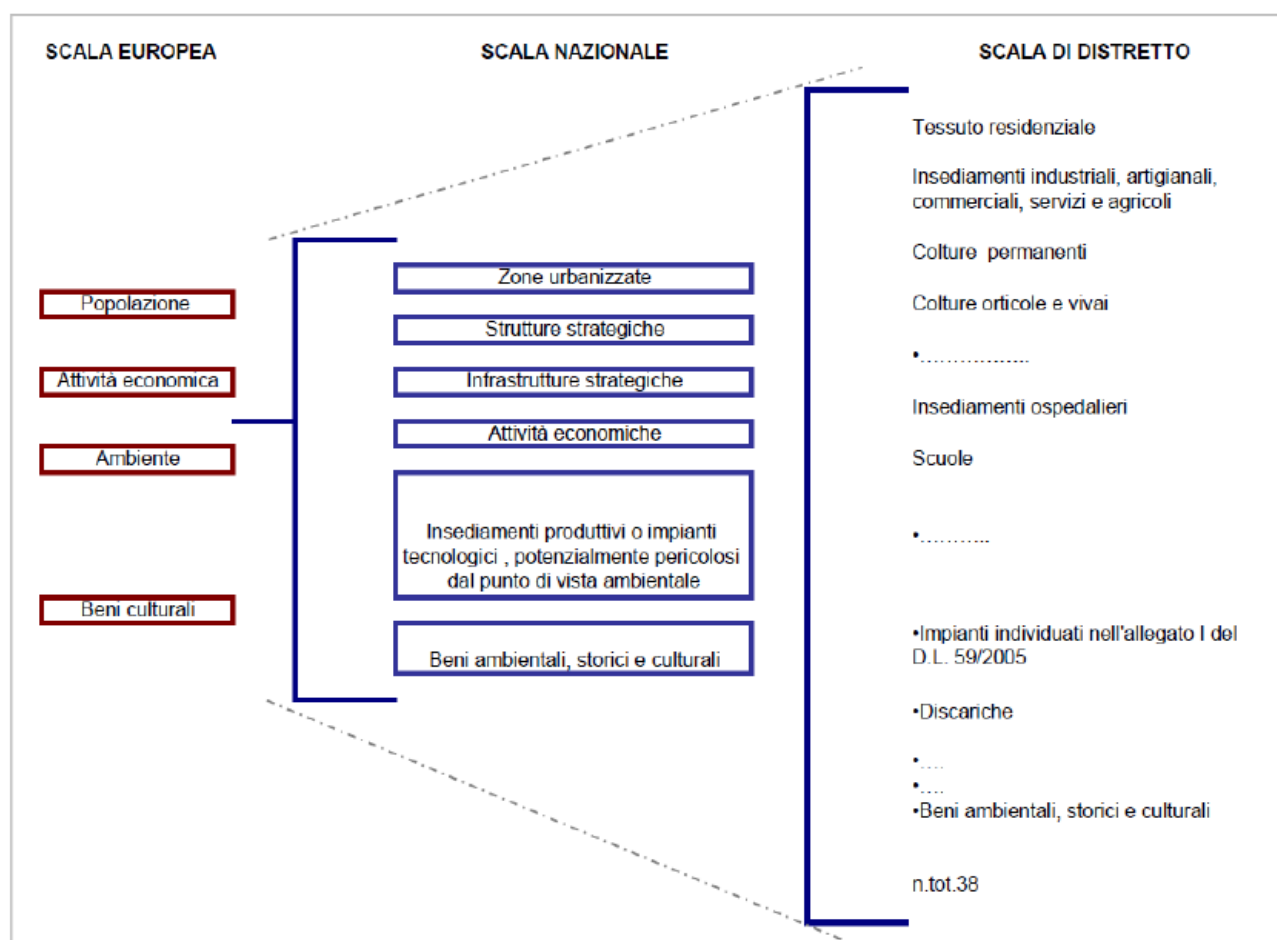
La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

La rilevante estensione del bacino del fiume Po e la peculiarità e diversità dei processi di alluvione sul suo reticolo idrografico, precedentemente descritti, hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti: Reticolo principale: costituito dall'asta del fiume Po e dai suoi principali affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondovalle montani e collinari (lunghezza complessiva pari a circa 5.000 km). Reticolo secondario collinare e montano: costituito dai corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali. Reticolo secondario di pianura: costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio bassa pianura padana. Aree costiere marine: sono le aree costiere del mare Adriatico in prossimità del delta del fiume Po. Aree costiere lacuali: sono le aree costiere dei grandi laghi alpini (Lago Maggiore, Como, Garda, ecc.). Le mappe delle aree allagabili in ciascun ambito sono rappresentate ad una scala compresa tra 1:10.000 e 1:25.000. Le mappe rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari di evento riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento. Le attività condotte hanno consentito il raggiungimento di un livello di confidenza adeguato rispetto alla caratteristica strategica del PGRA. Tale livello di confidenza risulta tuttavia differenziato sui diversi corsi d'acqua a causa dei dati disponibili (dati idrologici, topografici, idraulici, tarature su eventi storici, ecc.) non sempre omogenei.

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Le mappe del rischio sono il risultato finale dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti raggruppati in classi di danno potenziale omogenee. I dati sugli elementi esposti provengono principalmente dalle carte di uso del suolo regionali e il dettaglio delle informazioni raccolte è adeguato ad una rappresentazione cartografica ad una scala compresa tra 1:10.000 e 1:25.000. Le mappe rappresentano una sintesi delle informazioni derivate dalle banche dati regionali, che tuttavia sono risultate significativamente eterogenee fra loro, principalmente per asincronia del momento di rilevamenti dei dati, ma anche per il diverso livello di dettaglio con il quale i dati sono stati rilevati.

il diverso livello di dettaglio con il quale i dati sono stati rilevati.



In mancanza di specifiche curve del danno correlate alla tipologia, magnitudo e frequenza dell'evento considerato e al comportamento delle strutture e agli usi delle stesse, la vulnerabilità è stata assunta in modo semplificato assegnando, a favore di sicurezza, un valore costante uguale ad 1 a tutti gli elementi esposti considerati. Anche la stima del danno è stata condotta in modo qualitativo e sulla base di un giudizio esperto, attribuendo un peso crescente da 1 a 4 a seconda dell'importanza della classe d'uso del suolo. Sono stati assegnati i pesi maggiori alle classi residenziali che comportano una presenza antropica costante e pesi decrescenti alle diverse tipologie di attività produttive, privilegiando le attività maggiormente concentrate (attività industriali), rispetto alle attività estensive (attività agricole).



CLASSE D4		CLASSE D3		CLASSE D2		CLASSE D1	
1111	Tessuto residenziale denso	133	Canteri	211	Seminativi	134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso	12124	Cimiteri	1411	Parchi e giardini	231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
1121	Tessuto residenziale discontinuo	132	Discariche	221	Vigneti	311	Boschi di latifoglie
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	131	Cave	222	Frutteti e frutti minori	312	Boschi conifere
1123	Tessuto residenziale sparso	2113	Colture orticole	223	Oliveti	313	Boschi misti
11231	Casine	2114	Colture floreo-ivaistiche	3114	Castagneti da frutto	314	Rimboschimenti recenti
1424	Aree archeologiche	2115	Orti familiari	213	Risale	331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
12122	Impianti di servizi pubblici e privati			2313	Marcite	321	Praterie naturali d'alta quota
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali			1412	Aree verdi incolte	322 - 324	Cespuglieti
12112	Insedimenti produttivi agricoli			2241	Pioppeti	332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
12121	Insedimenti ospedalieri			2242	Altre legnose agrarie	333	Vegetazione rada
12123	Impianti tecnologici					411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori					3113	Formazioni ripariali
123	Aree portuali					3222	Vegetazione dei gretti
12125	Aree militari obbliterate					3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
124	Aeroporti ed eliporti					511	Avei fluviali e corsi d'acqua artificiali
1421	Impianti sportivi					5121	Bacini idrici naturali
1423	Parchi divertimento					5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive					5122	Bacini idrici artificiali
						335	Ghiacciai e nevi perenni

Reti stradali	
D4	Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali
D3	Reti secondarie: strade comunali

La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice con 4 righe e 3 colonne, ovvero 4 righe e 2 colonne. Nelle righe sono riportati i parametri danno-vulnerabilità e nelle colonne i livelli di pericolosità associabili agli eventi ad elevata, media e bassa probabilità di accadimento. L'implementazione di tale matrice ha consentito l'attribuzione di ogni elemento esposto ad una delle classi di rischio previste nei dispositivi nazionali. Per distinguere l'impatto assai diverso in termini di pericolo per la vita umana e danno per le attività antropiche, in relazione alla diversa intensità e modalità di evoluzione dei processi di inondazione negli ambiti territoriali considerati, si è sono utilizzare tre diverse matrici.

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

**Matrice 1**

- Reticolo principale (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM alpino)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

**Matrice 2**

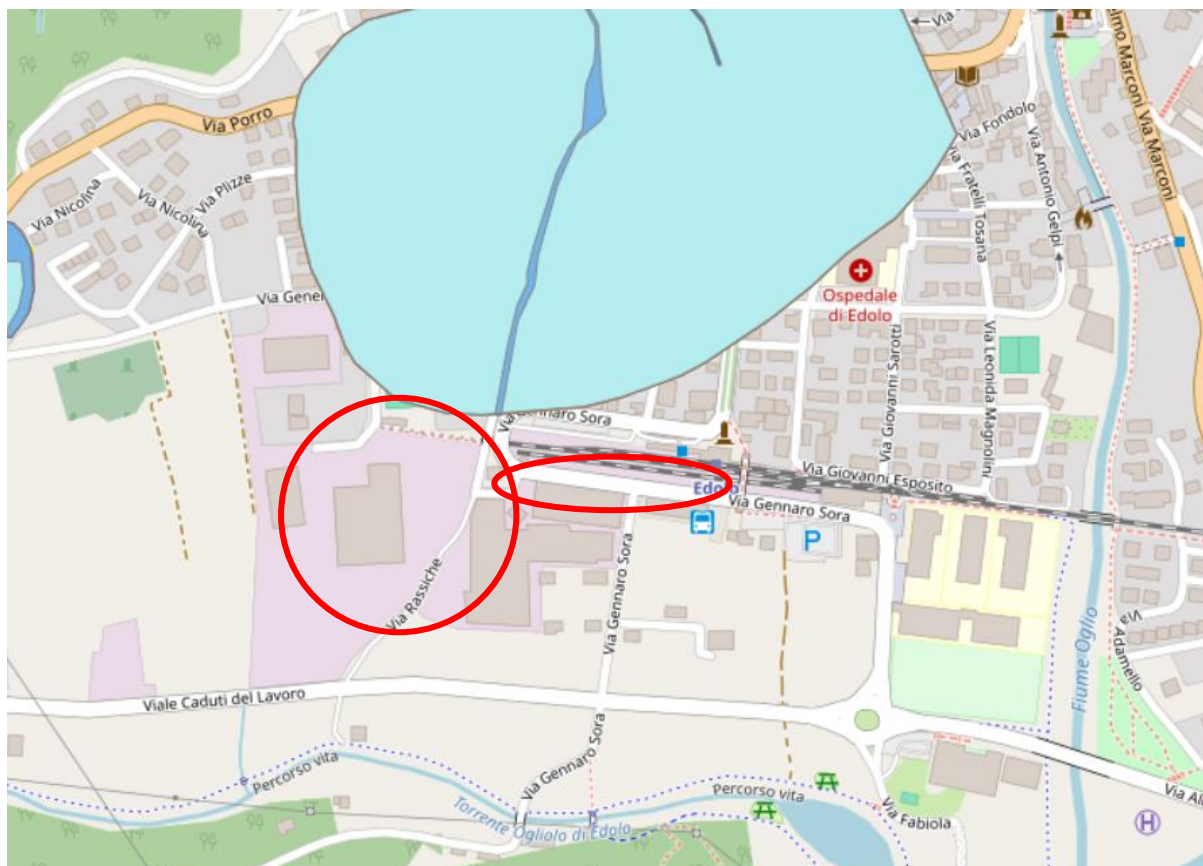
- Aree costiere lacuali (ACL)
- Aree costiere marine (ACM), Reticolo secondario collinare e montano (RSCM appenninico)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

**Matrice 3**

- Reticolo secondario di pianura (RSP)

**Rispetto alla cartografia del PGRA, l'area d'intervento non è compresa all'interno di aree definite a pericolosità idraulica.**



- Aree allagabili a elevata probabilità
- Aree allagabili a media probabilità
- Aree allagabili a bassa probabilità

Figura 8 – Mappa pericolosità alluvioni.

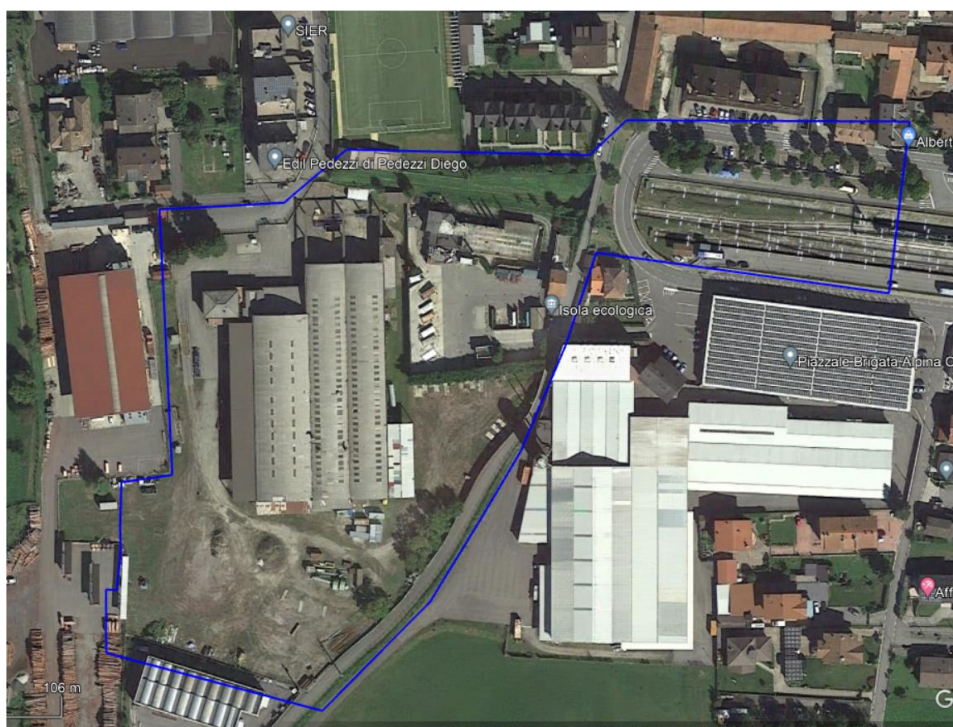
## 4.5. Rilievi e Indagini

### 4.5.1. *Rilievi topografici dei sottoservizi, aree esterne e sottoservizi*

Per lo sviluppo del progetto, sono state eseguite presso il Comune di Edolo (BS) dei rilievi topografici e delle indagini georadar.

In particolare, le attività hanno previsto tra il 27-11-2023 e il 13-12-2023 l'esecuzione di:

1. Rilievo topografico e fotogrammetrico tramite drone dotato di camera e sensore LiDAR;
2. Rilievo con laser scanner a terra per interno capannone ed edificio adiacente da adibire a uffici
3. Materializzazione di 4 caposaldi nell'area di progetto (chiodi topografici su manufatti esistenti)
4. Indagini georadar per ricerca sottoservizi e manufatti presenti nelle aree indicati dalla committenza
5. verifica diretta dell'eventuale presenza di fondazione per il ponte di via Rassiche
6. ricerca, verifica e rilievo condotta rete di acquedotto per adduzione capannone e rilievo camerette della fognatura lato sud del capannone



L'esecuzione delle indagini georadar ha permesso di individuare la presenza di sottoservizi in tutte le aree oggetto di indagine, in tavola 1 (scala 1:500) della relazione sulle indagini topografiche si riporta la rete dei sottoservizi rilevati con GPR. Nella tavola si è riportato inoltre la posizione di n.3 cisterne interrate indeterminate nell'area pavimentata esterna a nord del capannone.

#### **4.5.2. Indagini geognostiche e inquadramento geotecnico**

Nell'ambito del progetto già menzionato è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche finalizzata alla determinazione delle caratteristiche meccaniche e alla definizione stratigrafica in chiave geo litologica.

La campagna di indagine geognostica è stata così articolata:

1. n. 3 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica di cui n.2 spinti fino alla profondità di 15 mt (CR-S1 e CR-S3) mentre n. 1 spinto a 30 mt (CR-S2).
2. n. 30 prove penetrometriche SPT di cui n. 8 in CR – S1 e CR – S3 mentre n. 14 in CR – S2;
3. n. 2 prelievi di campioni indisturbati, n. 12 prelievi di campioni rimaneggiati

per i cui dettagli si rimanda all'elaborato "Documentazione indagini geognostiche" Sono state realizzate inoltre:

1. n. 1 prova sismica MASW
2. n. 1 indagine sismica passiva HVSR

per i cui dettagli si rimanda all'elaborato "Documentazione indagini geofisiche", mentre di seguito si riporta la planimetria delle indagini effettuate.

#### **4.5.3. Falda**

Per la caratterizzazione meccanica, ovvero la definizione dei parametri di resistenza del deposito si è fatto riferimento esclusivamente alle prove penetrometriche dinamiche in foro SPT, come indicato nei criteri di calcolo sopra riportati. Per il calcolo delle tensioni verticali efficaci si è considerato cautelativamente un valore del livello di falda a 8 metri da piano campagna, come riportato nel corso delle recenti indagini. Tale valore dovrà essere opportunamente confermato da ulteriori misure da eseguirsi per la prossima fase progettuale.

#### **4.5.4. Permeabilità**

La permeabilità è stata stimata per mezzo di prove di permeabilità in foro a carico variabile tipo Lefranc.

Nel corso della prova si è misurato l'abbassamento del livello idrico nel foro in funzione del tempo, dopo aver precedentemente riempito il foro fino a boccaforo.

Per le metodologie esecutive e di calcolo si è fatto riferimento alle Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (AGI 1977).

In particolare, il calcolo del coefficiente di permeabilità è stato eseguito con la seguente relazione:

$$k = \frac{A}{Cl * (t2 - t1)} * \ln \frac{h1}{h2}$$

dove k = coefficiente di permeabilità (cm/sec)

A = area di base del foro (cm<sup>2</sup>)

h1, h2 = altezza del livello d'acqua nel foro rispetto al livello falda o al fondo del foro ai tempi t1 e t2 (cm)

t1, t2 = tempi ai quali si misura h1 e h2 (sec)

Cl = coefficiente di forma dipendente dal diametro D del foro di sondaggio e dalla lunghezza L del tratto di prova:

Di seguito si riportano i risultati delle due prove eseguite:

foro di sondaggio	Profondità da p.c. (m)	k (m/s)
S3 – PROVA 1	-5.00	3.60 E-05
S3 – PROVA 2	-9.60	4.25 E-05

## 5. ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

Nel seguito si propone uno schema di sintesi relativo alla compatibilità rilevata tra il progetto ed il territorio prendendo in esame e valutandone la compatibilità con gli strumenti di programmazione e pianificazione settoriale vigenti:

PIANI E PROGRAMMI	COERENZA
PNRR - PNIEC	<p>La Pianificazione di settore sia a livello Nazionale che Regionale riconosce l'opera in progetto come un'opera da realizzare.</p> <p>Il PNIEC riconosce il valore del progetto proposto e ne certifica il finanziamento pari a 97,2 mln€ avvenuto con Decreto Dirigenziale n. 144 del 31/3/2023 del MIT.</p> <p>La Pianificazione Regionale sottolinea l'importanza dell'opportunità di rinnovare e rendere maggiormente sostenibile il trasporto pubblico.</p>
Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti della Lombardia	

Si prosegue con il proporre di seguito uno schema di sintesi relativo alla compatibilità rilevata tra il progetto ed il territorio prendendo in esame e valutandone la compatibilità con gli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale vigenti:

ACRONIMO	DESCRIZIONE
P.T.R. Lombardia	<p>Il PTR che costituisce il quadro di riferimento per l'assetto armonico della disciplina territoriale della Lombardia riconosce l'area in esame come ricompresa nelle aree prealpina e alpina di qualità dell'aria, con presenza di fondovalle significativamente urbanizzati. In tali aree la regolamentazione comunale in materia dovrà prevedere che i nuovi edifici da realizzare (anche in ambiti di rigenerazione) rispondano a livelli elevati di prestazione energetica e che, laddove imprescindibile, il nuovo consumo di suolo dei fondovalle dovrà privilegiare localizzazioni limitrofe al sistema locale dei servizi ed alle reti di mobilità (preferibilmente di trasporto pubblico). Ciò premesso non si rilevano indirizzi di contrasto con il progetto in esame.</p>
R.E.R. e R.E.P.	<p>L'area di progetto ricade nell'ambito 146 della R.E.R. "Adamello", settore che comprende un vasto tratto di Alta Val Camonica e la bassa e media Valle di Corteno, valle laterale della Val Camonica. Nello specifico nessuna delle aree caratterizzate riguardano l'area individuata per la realizzazione dell'impianto.</p>



ACRONIMO	DESCRIZIONE
	Per quanto concerne la R.E.P., l'area interessata dal progetto rientra nei <i>corridoi ecologici primari altamente antropizzati in ambito montano</i> , per i quali si prevede di evitare, se possibile, il maggior consumo di suolo e, nell'ambito di interventi di recupero e/o riqualificazione delle aree produttive/commerciali/logistiche di incentivare una progettualità mirata alla minimizzazione della copertura e dell'impermeabilizzazione dei suoli ed in generale alla deframmentazione con l'incremento di superfici a verde.
P.T.C.P.	Non si ravvisano criticità relativamente alla realizzazione dell'impianto di produzione stoccaggio e distribuzione di idrogeno a Edolo.
Piano di Governo del territorio del comune di Edolo	Non si evidenziano elementi di incompatibilità tra l'opera e la pianificazione urbanistica
Piano di Zonizzazione acustica del comune di Edolo	Analizzati gli esiti dei confronti tra le misure fonometriche eseguite e i limiti di legge previsti dal DPCM 14/11/97 si è registrato il superamento dei limiti di immissione assoluta e emissione in corrispondenza di alcuni recettori. Pertanto, sarà cura della committente provvedere all'installazione di opportune barriere fonoassorbenti. (per maggiori dettagli si rimanda alla Valutazione di Impatto acustico),
Piano di Assetto Idrogeologico - Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po	L'area di progetto non ricade in zone associate ad un rischio idraulico ed idrogeologico.
Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico del Po	L'area di progetto in esame non interferisce con aree identificate mediante un livello di pericolosità
Programma di Gestione dei Rifiuti della Regione Lombardia	Per i materiali prodotti dall'attività del cantiere non derubricabili dalla disciplina dei rifiuti si segnala la necessità di massimizzare l'avvio a recupero degli stessi. Il progetto, ed in particolare il Piano di utilizzo terre, ha tenuto conto delle indicazioni del PRGR massimizzando per quanto possibile il recupero delle terre e rocce da scavo e minimizzando lo smaltimento finale in discarica.



## 6.2. Lotto 2 – Area Ferroviaria

La seconda area d'impianto, Lotto 2, visibile in dettaglio nell'elaborato "B35Dd010VV02R0 \_Planimetria-Stato di progetto-impianti", consentirà l'erogazione dell'idrogeno gassoso in pressione ai treni.

È prevista l'installazione di 2 dispenser di tipologia "dual hoses" e dei relativi chiller necessari al raffreddamento della corrente idrogeno e, infine, è previsto il posizionamento di 4 colonnine elettriche per l'alimentazione delle motrici ibride idrogeno/elettrico.

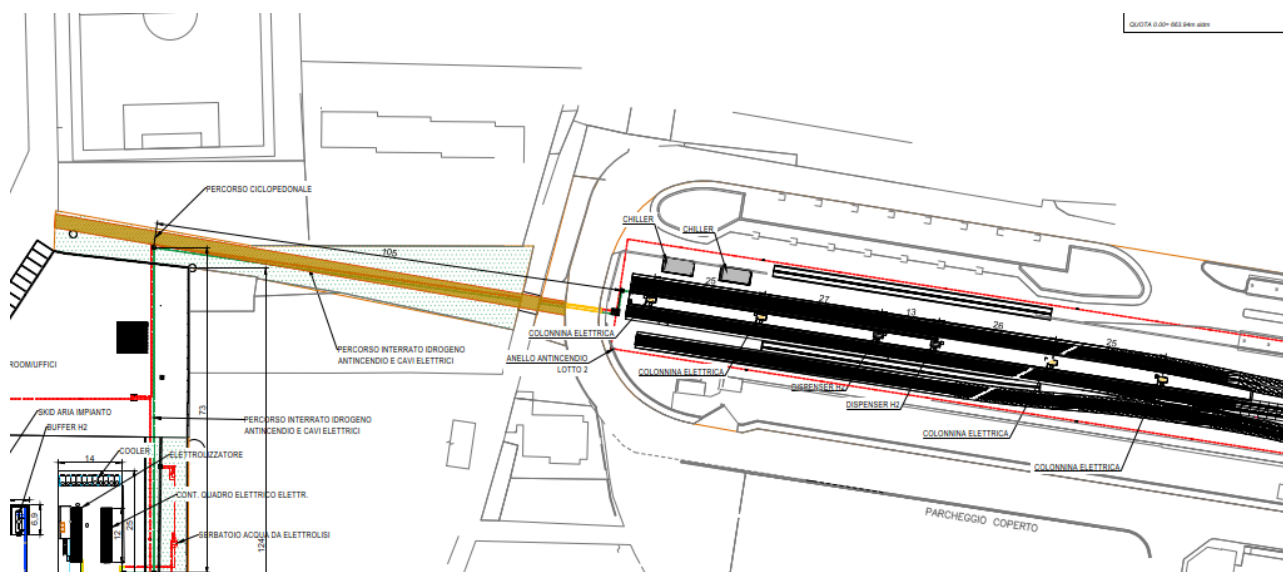


Figura 10. Particolare – Planimetria stato di progetto Lotto 2.

## 7. DEMOLIZIONI E CONSERVAZIONE ELEMENTI ESISTENTI

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.
- Pinze o altri attrezzi idraulici;
- Seghe circolari o fili diamantati.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali che, invece, dovranno essere trasportati o guidati in basso.

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesta l'esecuzione delle demolizioni mediante l'uso di seghe circolari, fili diamantati, pinze



idrauliche o qualsiasi altra tecnica o impiego di attrezzature speciali, in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Le attività di smontaggio e demolizione investono i fabbricati principali e accessori contenuti nel compendio immobiliare del Lotto 1, inclusi i serbatoi per il gasolio rinvenuti durante le indagini (previa inertizzazioni da parte di imprese specializzate), e lasceranno in pristino unicamente i muri perimetrali aventi funzione di contenimento dei terreni.

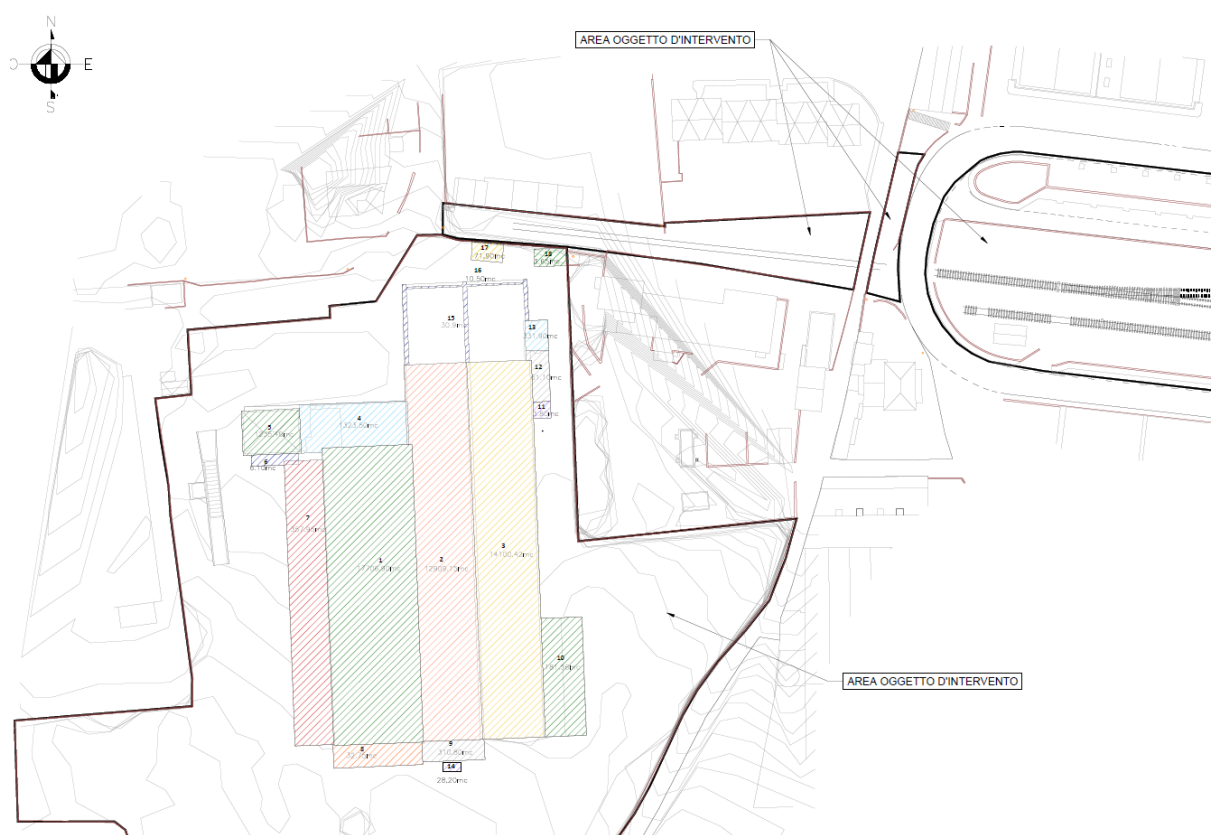


Figura 11. Vista d'insieme.

## 8. GESTIONE MOVIMENTI TERRA

A seconda delle modalità realizzative adottate e della natura dei materiali scavati, nonché delle caratterizzazioni analitiche eseguite in fase progettuale, la gestione dei materiali di risulta si potrà suddividere in diverse macro-modalità, ossia:

1. i terreni di scavo che, a seconda delle caratteristiche geotecniche ed ambientali possono essere riutilizzati nello stesso sito di produzione allo stato naturale, senza l'utilizzo di viabilità esterna al cantiere e senza la necessità di preventivo trattamento in esclusione dal regime dei rifiuti ai sensi del comma 1 lettera c-bis dell'art.185 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e della L. 98/13: tali materiali sono rappresentati sostanzialmente dai terreni che si prevede di riutilizzare per rinterri/riempimenti;

2. i materiali di scavo che, a seconda delle caratteristiche geotecniche ed ambientali potrebbero essere riutilizzati nello stesso sito di produzione solo previo trattamento per renderne l'utilizzo maggiormente efficace: tali materiali sono rappresentati sostanzialmente dai materiali di scavo potenzialmente idonei per essere utilizzati per la formazione del rilevato; per tali materiali potranno essere attuate due diverse modalità di gestione:
- nel regime dei rifiuti, configurando il trattamento come operazione di recupero rifiuti non pericolosi che generano materie prime secondarie (MPS) e pertanto tali attività dovranno essere autorizzate in tale regime ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.. Tale gestione potrebbe essere attuata sia mediante utilizzo di impianti autorizzati al recupero rifiuti esterni al cantiere, sia mediante l'installazione di impianti di recupero interni;
  - in esclusione dal regime dei rifiuti, configurando il trattamento come operazione di normale pratica industriale mediante redazione di apposita Dichiarazione ai sensi del Comma 2, Articolo 41-bis, Decreto Legge n. 69 del 21/06/2013 (Legge n. 98 del 09/08/2013) da presentare all'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) ai sensi e per gli effetti del Decreto del Presidente della Repubblica n. 445 del 28/12/2000;

I materiali che si prevede di non riutilizzare nell'ambito delle lavorazioni (per caratteristiche geotecniche ed ambientali non idonee o perché non necessari alla realizzazione delle opere in progetto in relazione ai fabbisogni ed al sistema di cantierizzazione progettato), saranno gestiti in regime rifiuti ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. privilegiando il conferimento presso siti autorizzati al recupero e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica: tali materiali saranno rappresentati sostanzialmente dai materiali di scavo in esubero.

Per ognuna delle categorie sopra riportate la gestione dei materiali di risulta dovrà necessariamente essere diversa. Le diverse quantità (riutilizzo interno, recupero interno/esterno, discarica) potranno variare in fase realizzativa in funzione delle reali condizioni geotecniche, geomeccaniche ed ambientali che si riscontreranno nei materiali scavati.

Si riporta di seguito la descrizione delle modalità operative di gestione da adottare per le suddette tipologie di materiali, con particolare riferimento alla gestione in esclusione dal regime dei rifiuti ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. ed ai sensi della L. 98/13 ed in regime rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

### **8.1. Gestione in esclusione dal regime dei rifiuti**

Il suolo scavato allo stato naturale nonché i materiali di riporto, non contaminati, potranno essere utilizzati nell'ambito degli interventi di rinterro, riempimento, ecc.

Tali materiali di risulta, infatti, ai sensi del comma 1 lettera c-bis, art.185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. non rientrano nel campo di applicazione della Parte IV (rifiuti) dello stesso decreto purché rispettino anche i requisiti imposti dalla L. 98/13. Lo stoccaggio non è regolato da termini temporali e la loro movimentazione nelle aree interne al sito di produzione non necessita di modulistica/scheda di trasporto imposta dalla normativa vigente.

In particolare, si prevede di accumulare presso le aree di cantiere e poi riutilizzare nel medesimo sito di produzione, senza l'utilizzo di viabilità esterna al cantiere e senza la necessità di preventivo

trattamento, il terreno scavato. I materiali scavati potranno essere pertanto temporaneamente stoccati in attesa di caratterizzazione e successivo riutilizzo.

Il suolo scavato sottoposto a “normale pratica industriale”, non contaminato, potrà essere utilizzato nell'ambito degli interventi di formazione dei sottofondi stradali.

Tali materiali di scavo, infatti, in applicazione dell'Articolo 41-bis, Decreto Legge n. 69 del 21/06/2013 (Legge n. 98 del 09/08/2013) sono un sottoprodotto. I tempi previsti per l'utilizzo, non possono superare un anno dalla data di produzione, salvo il caso in cui l'opera nella quale il materiale è destinato ad essere utilizzato preveda un termine di esecuzione superiore. Il trasporto di tali materiali è accompagnato, qualora previsto, dal documento di trasporto o da copia del contratto di trasporto redatto in forma scritta o dalla scheda di trasporto di cui agli articoli 6 e 7-bis del decreto legislativo 21 novembre 2005, n. 286, e successive modificazioni.

Anche tali materiali saranno pertanto temporaneamente stoccati in attesa di caratterizzazione e successivo riutilizzo.

### **8.1.1. Caratterizzazione dei terreni nelle successive fasi progettuali**

Nelle successive fasi progettuali (Progetto esecutivo) si dovrà procedere con i necessari approfondimenti relativi alla caratterizzazione ambientale dei terreni interessati dagli scavi.

La caratterizzazione ambientale dovrà essere eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) ed in subordine con sondaggi a carotaggio.

La densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale).

Nel caso in cui si proceda con una disposizione a griglia, il lato di ogni maglia potrà variare da 10 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo.

I punti d'indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica causale).

Il numero di punti d'indagine non sarà mai inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, dovrà essere aumentato secondo il criterio esemplificativo di riportato nella Tabella seguente.

**Tabella 1**

<i>Dimensione dell'area</i>	<i>Punti di prelievo</i>
Inferiore a 2.500 mq	Minimo 3
Tra 2.500 e 10.000 mq	3 + 1 ogni 2.500 mq
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq eccedenti

Per il Lotto 1 si stima quindi la necessità di circa 10 campionamenti.

La profondità d'indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno come minimo:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;

- campione 3: nella zona intermedia tra i due;

e in ogni caso andrà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche possono essere almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione dei materiali da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

In genere i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo devono essere prelevati come campioni composti per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.

Nel caso di scavo esplorativo, al fine di considerare una rappresentatività media, si prospettano le seguenti casistiche:

- campione composito di fondo scavo
- campione composito su singola parete o campioni composti su più pareti in relazione agli orizzonti individuabili e/o variazioni laterali.

Nel caso di sondaggi a carotaggio il campione sarà composto da più spezzoni di carota rappresentativi dell'orizzonte individuato al fine di considerare una rappresentatività media.

Invece i campioni volti all'individuazione di eventuali contaminazioni ambientali (come nel caso di evidenze organolettiche) dovranno essere prelevati con il criterio puntuale.

Qualora si riscontri la presenza di riporto, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che lo costituiscono, la caratterizzazione ambientale, dovrà prevedere:

- l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai riporti, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi;
- la valutazione della percentuale in massa degli elementi di origine antropica.

### **8.1.2. Caratterizzazione dei terreni in corso d'opera**

Il materiale derivante dallo scavo verrà caratterizzato presso le aree di deposito attrezzate al fine di valutarne la conformità al riutilizzo nello stesso sito di produzione. Anche se la normativa vigente non definisce la frequenza di campionamento, nella presente fase progettuale si ipotizza di eseguire una caratterizzazione approssimativamente ogni 3.000 mc di terreno scavato movimentati/da movimentare. Per quantità inferiori ai 3.000 mc si deve prevedere almeno 1 campionamento per ogni area di produzione (area di cantiere).

Per i terreni che dovranno essere sottoposti a “normale pratica industriale” si dovranno prevedere campionamenti su ogni cumulo stoccato da 3.000 mc

Le modalità di campionamento ed analisi da adottare per tali materiali sono quelle previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dalla L. 98/13 e si esplicheranno nelle seguenti fasi:



- formazione di un campione rappresentativo di terreno;
- vagliatura del campione mediante utilizzo di setaccio manuale a maglia pari a 2 cm;
- prelievo di n. 1 aliquota da destinare al laboratorio chimico di analisi.

I campioni verranno sottoposti a determinazioni analitiche di laboratorio per verificare la possibilità del riutilizzo ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 41 della L. 98/13.

In particolare, sulla base di quanto riportato nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., le determinazioni analitiche di laboratorio saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm; la concentrazione dell'analita nel campione verrà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro fino a 2 cm.

I risultati analitici saranno confrontati con i limiti di cui alla Tabella 1, Colonna B (Suoli ad uso commerciale ed industriale) dell'Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. A tal fine, si ritiene opportuno ricercare tutti i parametri elencati nella stessa tabella ed in ogni caso i seguenti analiti ritenuti maggiormente significativi:

- Antimonio;
- Arsenico;
- Berillio;
- Cadmio;
- Cromo (VI e tot);
- Mercurio;
- Nichel;
- Piombo;
- Rame;
- Tallio;
- Zinco;
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Alifatici alogenati cancerogeni ;
- Fitofarmaci;
- Idrocarburi (C<12, C>12);
- IPA;
- BTEX;
- Amianto.

In riferimento a quanto disciplinato dalla L. 98/13 in relazione alla eventuale presenza di materiali di riporto da riutilizzare nello stesso sito di produzione in esclusione dal regime di rifiuti, i campioni prelevati saranno inoltre sottoposti a test di cessione per la verifica dei requisiti imposti dal D.M. 05/02/98 e s.m.i.

## **8.2. Gestione nel regime dei rifiuti**

I materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell'ambito delle opere in progetto verranno gestiti in regime rifiuti ed inviati ad impianti autorizzati al loro recupero/smaltimento.

Il materiale derivante dalle lavorazioni verrà pertanto caratterizzato ai sensi della normativa ambientale vigente al fine di accertarne l'idoneità al recupero/smaltimento. In caso di caratterizzazione dei rifiuti all'interno delle aree di stoccaggio, le stesse saranno adeguatamente allestite ai sensi di quanto previsto dalla normativa vigente (opportunamente perimetrate, impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc.) ed in particolare, secondo quanto prescritto dall'art. 183 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Per le modalità di gestione dei materiali di risulta nel regime rifiuti, nella presente fase progettuale si ritiene pertanto verosimile ipotizzare le seguenti soluzioni di conferimento:

- Materiali di scavo derivanti dagli scavi tradizionali in esubero (CER 17.05.04):
- Impianto di recupero - 100 % del materiale in esubero con CER 17 05 04;
- Materiali di scavo derivanti da demolizioni in esubero (CER 17.09.04):
- Impianto di recupero - 100 % del materiale in esubero con CER 17 09 04;

### **8.2.1. Caratterizzazione dei terreni in corso d'opera**

Per la fase corso d'opera, per quanto riguarda le procedure e le modalità operative di campionamento e di formazione dei campioni di rifiuti da avviare ad analisi, si farà riferimento alla normativa vigente.

In particolare, ricordando che in fase di esecuzione lavori l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta la corretta gestione degli stessi, di seguito si riportano le indicazioni sulle modalità di caratterizzazione dei materiali di risulta (per la gestione nel regime rifiuti, così come prevista nella presente fase progettuale).

In particolare, fermo restando il ruolo dell'Appaltatore e le responsabilità che a lui competono nella fase realizzativa, si prevede di applicare le tipologie di analisi sotto riportate a tutti i materiali di risulta che nella presente fase progettuale si intendono gestire in regime rifiuti (materiali di scavo in esubero e materiali provenienti dalle demolizioni).

Nel dettaglio, per i materiali provenienti dalle demolizioni e per i terreni/materiali di riporto si prevede di caratterizzare i rifiuti con una frequenza connessa alla provenienza ed origine del rifiuto.

Le stesse tipologie di analisi dovranno essere eseguite sui materiali da scavo che, eventualmente, si riterrà opportuno gestire in regime di recupero rifiuti ai fini del riutilizzo interno in impianti esterni o in impianti interni (analisi sul tal quale ai fini dell'omologa e test di cessione ai fini del recupero). Si precisa che, in tal caso, sarà cura dell'Appaltatore provvedere ad acquisire tutti i nulla osta e benestare necessari all'esecuzione dell'attività di recupero rifiuti interna al cantiere, al fine del riutilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del progetto.

## **8.3. Analisi sul tal quale ai fini della classificazione e dell'omologa**

I parametri che si prevede di analizzare per la classificazione e l'omologa del rifiuto sono:

- Metalli: Cd, Cr tot, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn;

- BTEX;
- IPA;
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Alifatici alogenati cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- DDD, DDT, ODE;
- Idrocarburi (C<12 e C>12);
- Oli minerali C10 - C40;
- TOC;
- Composti organici persistenti.

I risultati delle analisi sul tal quale verranno posti a confronto con i limiti di cui agli allegati D, H, I alla Parte IVa del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

#### **8.3.1. Test di cessione ai fini del recupero**

Ai sensi dell'art. 184 ter del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., nel caso in cui i materiali di risulta siano classificabili come rifiuti "speciali non pericolosi" potranno essere avviati ad operazioni di recupero così come disciplinato dall'art. 3 (recupero di materia) e art. 5 (recupero ambientale) del D.M. 05/02/98 e s.m.i..

Sul materiale considerato rifiuto ai fini del recupero verrà effettuato il test di cessione ai sensi dell'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. "Criteri per la determinazione del test di cessione".

Il set analitico di base sull'eluato sarà il seguente:

- Metalli: Ba, Cu, Zn, Be, Co, Ni, V, As, Cd, Cr tot, Pb, Se, Hg;
- Elementi inorganici: Nitrati, Fluoruri, Cloruri, Solfati, Cianuri;
- pH;
- COD;
- Amianto .

In particolare, i valori di concentrazione ottenuti saranno confrontati con quelli riportati in tabella di cui all'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. (D.M. n. 186 del 05/04/2006).

#### **8.3.2. Test di cessione al fine dello smaltimento**

Sul materiale considerato rifiuto che si prevede di smaltire verrà effettuato il test di cessione per la verifica dell'ammissibilità in discarica ai sensi del D.M. 27.09.2010 (Tabella 2, Tabella 5, Tabella 6), nonché le analisi sul tal quale ai fini dell'ammissibilità in discarica per inerti (Tabella 3 dello stesso D.M.).

Il set analitico di base sull'eluato sarà il seguente:

- Metalli: As, Ba, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn;
- Elementi inorganici: Fluoruri, Cloruri, Solfati;
- Indice fenolo;

- DOC;
- TDS.

I risultati delle analisi sull'eluato verranno posti a confronto con le Tabelle 2, 5 e 6 del D.M. 27/09/2010(ammissibilità nelle diverse tipologie di discariche) per stabilire il sito di destinazione finale.

## 9. IDRAULICA

Il progetto idraulico varia in funzione del coefficiente di deflusso medio ponderale, della superficie interessata dall'intervento, e in funzione del livello di criticità idraulica assegnato al comune indicato nell'Allegato C del R.R. 8/2019.

In riferimento al suddetto allegato il Comune di Edolo (BS) ricade in **area C a bassa criticità idraulica**.

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
EDOLO	BS	C	

**Figura 12 – Allegato C del R.R. 8/2019 “Elenco dei comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell’art. 7 del regolamento”**

Le superfici interessate dall'intervento sono rispettivamente:

- Lotto 1 : 22932 m<sup>2</sup>, pari a 2.29 ha
- Lotto 2 : 545 m<sup>2</sup>, pari a 0.055 ha

In considerazione di ciò, la classe che viene associata all'intervento Lotto 1 è la 3 - “Impermeabilizzazione potenziale alta”, mentre per il Lotto 2 è la 2 - “Impermeabilizzazione potenziale media” e, come esplicitato dalla tabella sottostante, per aree C, la modalità di calcolo da applicare per la stesura del progetto di invarianza idraulica è quella dei “Requisiti minimi” di cui all’art.12 comma 2.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha(> 100.000 mq)	qualsiasi		

**Figura 13 – Tabella 1 del R.R. 8/2019**



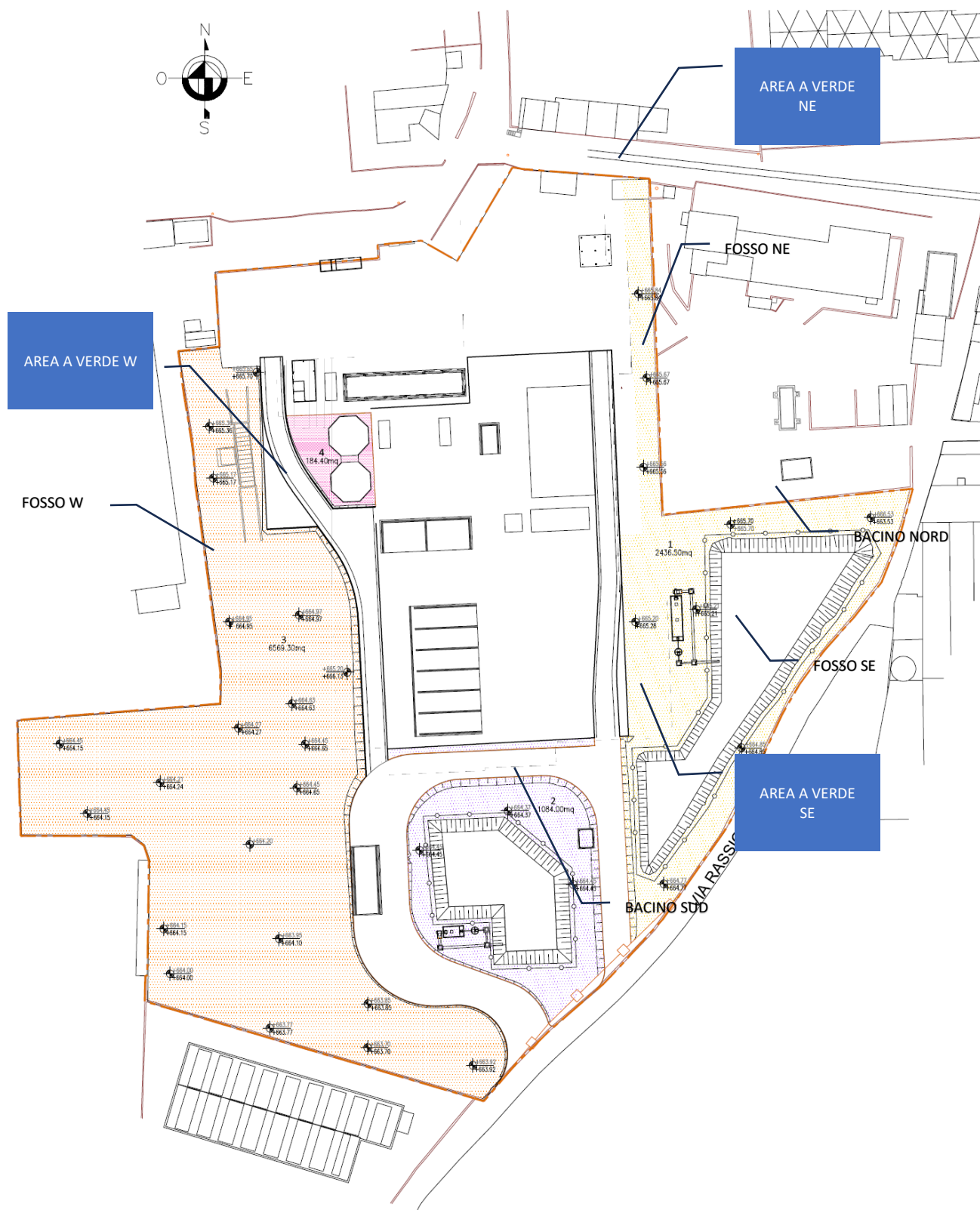
Il metodo dei requisiti minimi ex art. 12 comma 2 riporta che il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

### **9.1. Dimensionamento degli invasi di laminazione**

Il sistema di invasi di laminazione è così realizzato:

- Le aree a verde perimetrali e la soletta dell'area di stoccaggio (il cui deflusso meteorico non è soggetto a trattamento delle acque di prima pioggia) defluiscono nei fossi di guardia perimetrali, di adeguata volumetria per consentire la laminazione.
- Le viabilità e le aree di sosta (il cui deflusso meteorico è soggetto a trattamento delle acque di prima pioggia) defluiscono in due bacini di laminazione per poi infiltrarsi nel terreno.



Per quanto riguarda le aree a verde, il dimensionamento dei fossi di guardia di laminazione è il seguente.

Si assume un coefficiente di ruscellamento pari a 0.7 per le aree a verde e 1 per la soletta dove sono gli impianti di stoccaggio, ex art.11 comma d r.r. 7/2017.

Tabella 2.

Fosso	Area (m <sup>2</sup> )	c	Area (m <sup>2</sup> )	Area (ha)	Volume requisiti minimi (m <sup>3</sup> /ha)	Volume laminazione (m <sup>3</sup> )	Lunghezza fosso (m)	Sezione fosso (m <sup>2</sup> )	Volume fosso (m <sup>3</sup> )	check
W	4938	0.7	8384	0.838	400	335.344	300	1.2	360	ok
	4927	1								
NE	314	0.7	219.8	0.022	400	8.792	75	0.5	37.5	ok
SE	923	0.7	646.1	0.065	400	25.844	112	0.5	56	ok

Per quanto riguarda le viabilità e i parcheggi, le acque di deflusso di questi confluiscano (previo trattamento delle acque di prima pioggia) in due bacini di laminazione. Nel bacino Nord e Sud confluiscano rispettivamente i deflussi di superfici pari a 3665 e 3390 m<sup>2</sup>. Si assume un coefficiente di deflusso pari a 1. I bacini di laminazione hanno una base di superficie rispettivamente 537 e 445 m<sup>2</sup>, in corrispondenza del volume di laminazione nelle vasche si ha un tirante idrico di 27 e 29 cm rispettivamente per il bacino Nord e Sud.

Tabella 3.

Vasca	Superficie scolante (m <sup>2</sup> )	Superficie scolante (ha)	Volume requisiti minimi (m <sup>3</sup> /ha)	Volume laminazione (m <sup>3</sup> )	Base vasca (m <sup>2</sup> )	Tirante idrico in vasca (m)
Nord	3665	0.3665	400	146.6	537	0.27
Sud	3390	0.339	400	135.6	445	0.29

Le acque raccolte nei fossi di guardia e nei bacini di laminazione si disperdono poi nel sottosuolo. Il terreno in situ è composto da sedimenti fluvio-glaciali prevalentemente composti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa in cui si intercalano strati di terreni limosi poggianti su un substrato roccioso. Si assume un coefficiente di permeabilità pari a 10<sup>-5</sup> m/s.

Nella tabella seguente si calcolano i tempi di svuotamento per infiltrazione dei fossi di guardia e dei bacini di laminazione. A favore di sicurezza, si considera come superficie perdente solo la base dei fossi e dei bacini di laminazione.

Tabella 4.

	Lunghezza fosso (m)	Base fosso (m)	Base (m <sup>2</sup> )	Area perdente (m <sup>2</sup> )	Q out (m <sup>3</sup> /s)	Volume laminazione (m <sup>3</sup> )	Tempo svuotamento (h)
Fosso W	300	1.2		360	0.036	335.344	2.59
Fosso NE	75	0.5		37.5	0.00375	8.792	0.65
Fosso SE	112	0.5		56	0.0056	25.844	1.28
Bacino Nord			537	537	0.0537	146.6	0.76
Bacino Sud			445	445	0.0445	135.6	0.85

I volumi massimi contenuti nei due bacini di laminazione sono rispettivamente 45.73 m<sup>3</sup> per il bacino nord e 48.19 m<sup>3</sup> per il bacino sud. I tiranti idrici nei bacini di laminazione corrispondenti a tali volumi sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 5.

Vasca	Volume max (m <sup>3</sup> )	Base vasca (m <sup>2</sup> )	Tirante idrico in vasca (m)
Nord	45.73	537	0.08
Sud	48.19	445	0.11

## 9.2. Trattamento delle acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia provenienti dalle viabilità e dai posteggi vengono sottoposte a trattamento prima di essere recapitate nel sottosuolo per infiltrazione nei bacini di laminazione Nord e Sud.

I volumi delle acque di prima pioggia afferenti a ciascun impianto sono pari a 5 mm per la superficie scolante, ossia:

Tabella 6.

Bacino	Area scolante (m <sup>2</sup> )	Volume prima pioggia (m <sup>3</sup> )	Portata prima pioggia (l/s)
Nord	7830	39.15	43.5
Sud	3665	18.325	20.36

L'impianto è costituito da un pozzetto di bypass a monte, in cui si separano le acque di prima pioggia avviate a trattamento da quelle di seconda pioggia che vanno al ricettore finale.

Passato il bypass, le acque di prima pioggia vengono raccolte in una vasca di accumulo che da normativa deve avere un volume pari a 50 m<sup>3</sup> per ettaro scolante.

I volumi delle due vasche di accumulo sono riportati in tabella.

Tabella 7.

Bacino	Area scolante (m <sup>2</sup> )	Area scolante (ha)	Volume vasca accumulo (m <sup>3</sup> )
Nord	7830	9.783	39.15
Sud	3665	0.3665	18.325

Dalla vasca di accumulo, per sollevamento meccanico le acque di prima pioggia sono avviate a un pozzetto sfangatore/disoleatore dove vengono rimosse le frazioni pesanti e leggere del carico inquinante.

L'elettropompa ha una portata di 1.5 l/s, da normativa si deve effettuare lo svuotamento della sezione di accumulo entro le 96 ore che separano due eventi meteorici.



Il calcolo del tempo di svuotamento è riportato nella tabella seguente.

**Tabella 8.**

Bacino	Volume vasca m2	Portata di sollevamento (l/s)	Tempo di svuotamento (h)
Nord	39.15	1.5	3.14
Sud	18.325	1.5	3.39

Dopo il trattamento le acque di prima pioggia si ricongiungono con le acque di seconda pioggia e vanno al bacino di laminazione.

## **10. OPERE CIVILI DI NUOVA COSTRUZIONE**

Nell'area individuata come LOTTO 1, sito tra Via Industriale e Via Rassiche, si prevede la demolizione dell'attuale capannone che interessa quasi tutta l'area, oltre alla rimozione dei fabbricati e delle tettoie annesse all'area.

Questo risulta necessario al fine di poter suddividere l'area in tre parti:

- la prima, a ridosso di Via Industriale, nella quale verrà installato l'impianto di produzione di idrogeno H2 verde;
- una seconda area nella quale saranno realizzate due strutture distinte in calcestruzzo armato, ossia due "fortini", uno dedicato allo stoccaggio fisso in middle pressure ed uno dedicato allo stoccaggio tramite carro bombolaio;
- una terza area dedicata all'erogazione per il trasporto pubblico locale (TPL).

All'interno dell'area individuata come LOTTO 2, all'interno dell'area della stazione ferroviaria, verrà riadattato il terreno, al fine di poter realizzare una banchina sulla quale verranno alloggiati i due dispenser per l'erogazione di idrogeno ai treni, e 4 colonnine elettriche per la ricarica delle motrici.

Pertanto, l'impianto di idrogeno si comporrà degli elementi principali definiti nel capitolo "IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE IDROGENO".

L'area identificata come LOTTO 2 prevede la modifica dell'assetto dei binari e dei relativi fine corsa in modo che su due di essi possa avvenire la sosta del treno e la relativa ricarica di esso. Il sistema di ricarica verrà tutto interamente previsto installato al di sopra della nuova banchina che verrà realizzata tra i due binari di sosta.

L'area prevede la realizzazione di un muro paraschegge alto 4 metri disposto sulla banchina esistente, a protezione del parcheggio coperto e del centro intervallivo per l'agricoltura e la zootecnica, edifici destinati alla collettività.

Inoltre:

Nel Lotto 1 è prevista la rimozione dei binari esistenti nel tratto ad ovest di Via Gennaro Sora, attività inclusa in altro appalto gestito da FN;

- le opere civili previste per il Lotto 2 sono attività incluse in altro appalto gestito da FN.

## 10.1. Criteri di progettazione delle Strutture

I criteri di progetti utilizzati per il calcolo delle strutture in c.a. sono quelli propri dell'ingegneria civile, con particolare riferimento alle normative tecniche e alle NTC2018 (Min. LL.PP. D.M. 17.01.2018).

### 10.1.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda alla Tabella 2.4.I del D.M. 2018.

**Tabella 9 - Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione**

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale  $V_N = 50$  anni.

### 10.1.2. Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

L'opera in oggetto rientra in **classe d'uso III** per la quale, in accordo con la Tabella 2.4.II del D.M.2018, si adotta un coefficiente  $C_U = 1.5$ .

**Tabella 10 – Coefficiente  $C_U$**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$ 

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

### 10.1.3. Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.5 = 75 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

## 10.2. Caratteristiche dei materiali prescelti

### Condizioni di aggressività per i vari tipi di opere e limiti di apertura delle fessure

Secondo le prescrizioni delle NTC 2018, Tab. 4.1.III.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	XC0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

### Condizioni di aggressività per opere di fondazione ed in elevazione

Per la classe XC2 delle fondazioni ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

Per la classe XC3 delle elevazioni ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

Scelta degli stati limite di fessurazione secondo la Tab. 4.1.IV delle NTC 2018

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Avendo armature poco sensibili si ha:

Per le fondazioni:

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni frequente  $\leq w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni quasi perm.  $\leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

Per le elevazioni:

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni frequente  $\leq w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni quasi perm.  $\leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

## 10.3. Calcestruzzo C32/40

[NTC – 4.1.2.1.1.1] La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  $f_{cd}$  è calcolata:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = \frac{32 \cdot 0.85}{1.5} = 18.1 \text{ MPa}$$

dove:

- $\alpha_{cc}$  è il coefficiente che tiene conto degli effetti di lunga durata sulla resistenza a compressione, pari a 0.85;
- $\gamma_c$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1.5;
- $f_{ck}$  è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

[NTC – 11.2.10.3] Per modulo elastico del calcestruzzo, in sede di progettazione, si può assumere:

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 22000 \cdot \left[ \frac{40}{10} \right]^{0.3} = 33346 \text{ MPa}$$

dove  $f_{cm}$  è il valore medio della resistenza cilindrica, calcolato come segue:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32 + 8 = 40 \text{ MPa}$$

[NTC – 4.1.2.1.1.2] La resistenza di calcolo a trazione  $f_{ctd}$  è definita come:

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} = 1.41 \text{ MPa}$$

dove [NTC – 11.2.10.2]:

- $f_{ctk}$  è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo;
- $f_{ctm}$  è la resistenza media a trazione semplice (assiale) per classi inferiori o uguali a C50/60.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$$

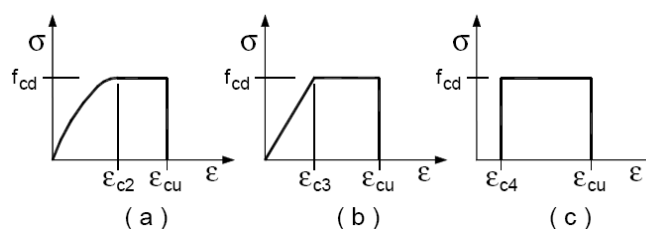
$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 3.02 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$  deve rispettare le seguenti limitazione:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 19.2 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 14.4 \text{ MPa per combinazione quasi permanente.}$$

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base alla resistenza di calcolo  $f_{cd}$  ed alla deformazione ultima  $\epsilon_{cu}$ . Nella seguente figura sono riportati i diagrammi di calcolo  $\sigma$ - $\epsilon$ .



**Figura 14 – Modelli rappresentativi del comportamento del calcestruzzo presenti in normativa: a) parabola-rettangolo; b) triangolo-rettangolo; c) rettangolo (stress-block)**

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, si assumono condizioni ambientali ordinarie, compatibilmente con la classe di esposizione del calcestruzzo adottata (XC2).

#### 10.4. Acciaio B450C

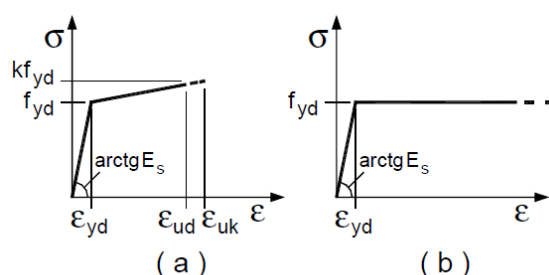
Come prescritto dalle norme, per il calcestruzzo armato deve essere utilizzato acciaio B450C. La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da [NTC – 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

- $\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari a 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- $f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC – 11.3.2].

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale. Di seguito sono rappresentati i modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per l'acciaio



**Figura 15 – Modelli rappresentativi del comportamento dell'acciaio proposti dalla norma [NTC – 11.3.4.1]**

In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio  $\sigma_s$  deve rispettare la seguente limitazione [RFI DTC INC PO SP IFS 001 C]:

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara).}$$

##### 10.4.1. Acciai da carpenteria

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE. Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_eH$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Per l'utilizzo in zona sismica, l'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} < 1,2 f_{yk}$ ;

- Modulo Elastico:  $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$  ( $210.000 \text{ N/mm}^2$ )

- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.3$



- Modulo di elasticità trasversale:  $G = E / [2 \cdot (1 + \nu)]$  (N/mm<sup>2</sup>)
- Coefficiente di espansione termica lineare:  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  per °C<sup>-1</sup> (per T < 100°C)
- Densità:  $\rho = 7850$  kg/m<sup>3</sup>

	S235	S250 GD	S275	S280 GD	S355
<b>tensione di snervamento</b>	360 N/mm <sup>2</sup>	250 N/mm <sup>2</sup>	430 N/mm <sup>2</sup>	280 N/mm <sup>2</sup>	550 N/mm <sup>2</sup>

Per il caso in esame si utilizza:

- Acciaio S355 per tutti gli elementi (profilati)

#### 10.5. Breve descrizione delle opere civili

In questo paragrafo si descrivono le principali caratteristiche delle opere civili previste per l'impianto di produzione di idrogeno H<sub>2</sub> verde individuato tra Via Industriale e Via Rassiche.

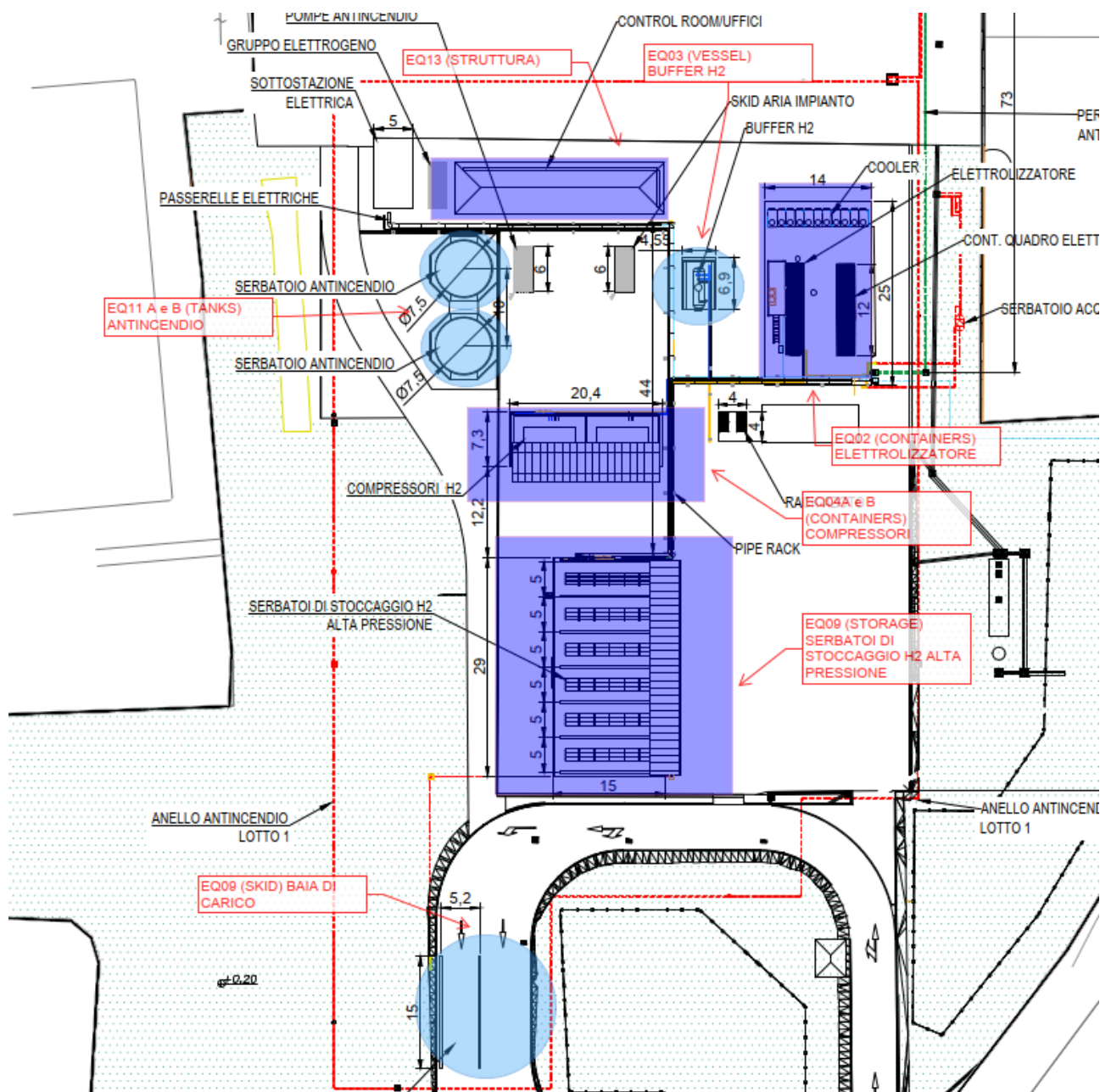


Figura 16. Schematizzazione delle principali opere nel Lotto 1.

**EQ02 – ELETTRIZZATORE:** Platea di fondazione in calcestruzzo armato di spessore pari a 30 cm, caricata con carichi concentrati, carichi lineari e superficiali in corrispondenza delle strutture portate;

**EQ03 – BUFFER:** Struttura a pareti in c.a. e fondazione a platea; spessore pareti e piastra pari a 30 cm;

**EQ04b – COMPRESSORE:** Struttura a pareti in c.a. e fondazione a platea; spessore pareti e piastra pari a 30 cm;

**EQ05 – STORAGE:** Struttura a pareti in c.a. e fondazione a platea; spessore pareti pari a 30 cm, spessore platea di fondazione pari a 40 cm; struttura soggetta a carico da esplosione pari a 50 kPa;

**EQ09 – BAIA DI CARICO:** Struttura a pareti in c.a. e fondazione a platea; spessore pareti pari a 30 cm, spessore platea di fondazione pari a 40 cm; struttura soggetta a carico da esplosione pari a 50 kPa;

**EQ11a1 – TANK:** Piastra di fondazione in c.a. di spessore pari a 30 cm, caricata con carico lineare e carico superficiale derivante dal serbatoio antincendio portato;

**EQ13 – STRUTTURA:** Struttura a telaio in c.a. e fondazione a platea di spessore pari a 30 cm.

E' importante sottolineare che il progetto delle opere civili potrà essere eventualmente aggiornato in base alle effettive dimensioni degli impianti tecnici che dovranno essere ospitati.

#### **10.5.1. Fondazioni**

Le fondazioni delle apparecchiature, degli edifici in C.A. e delle strutture metalliche, sono costituite principalmente da platee in C.A. dello spessore indicato nella planimetria fondazioni dell'impianto. Alcuni apparecchi necessitano dei supporti in C.A., o in acciaio da carpenteria metallica, tali dettagli verranno definiti nelle successive fasi progettuali sulla base dei fornitori delle apparecchiature.

Per la fondazione del serbatoio dell'acqua dell'impianto anti-incendio è prevista una platea in CA di spessore 30 cm. Per i materiali delle strutture di fondazione si prevede di utilizzare un C32/40 con acciaio per calcestruzzo armato B450C come pure per le strutture in elevazione ove necessario sarà utilizzato un C30/37 con acciaio per calcestruzzo armato B450C .

#### **10.5.2. Muri paraschegge**

I muri paraschegge sono in C.A. e presentano una altezza di spiccato dal piano dell'impianto di circa 4-4.5m e spessore 30 cm. Per i materiali dei muri paraschegge si prevede di utilizzare un C32/40 con acciaio per calcestruzzo armato B450C per le fondazioni e per l'elevazione.

#### **10.5.3. Strutture in elevazione**

Gli edifici realizzati in C.A., di un solo livello che si collocano al piano di impianto, sono sostanzialmente due, la sala controllo e posto di controllo (postazione di controllo sicurezza per l'accesso all'area di impianto). Altre strutture in elevazione sono le strutture prefabbricate della sottostazione elettrica e dei container in cui sono collocati le strumentazioni e le apparecchiature dell'impianto. Infine le strutture metalliche sono relative alle pensiline di rifornimento e del deposito-officina dell'impianto che si colloca in prossimità della vasca di trattamento delle acque di prima pioggia.

Per le strutture in C.A. si prevede di utilizzare un C32/40 con acciaio per calcestruzzo armato B450C per le fondazioni e per l'elevazione.

Per le strutture metalliche si prevede di utilizzare acciaio da carpenteria metallica S355 con bulloni con classe di resistenza 8.8 o 10.9.

### **10.6. Rilevati**

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'impasto delle pavimentazioni .

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo). Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione.

#### **10.6.1. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>**

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

#### **10.6.2. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>**

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

#### **10.6.3. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>**

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di



utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento, punto 2.4.8.1 e seguenti), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

### **10.7. Scavi di fondazione**

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori ;analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni , leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque .

## **10.8. Conglomerati bitumosi a caldo**

### **10.8.1. Conglomerati bituminosi di base, base-binder, binder, usura**

Queste miscele possono essere impiegate per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO), Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC)**, con l'eccezione della Base che dovrebbe essere impiegata per MO solo in casi di lavorazioni di piccole entità ed improrogabili.

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 6.1. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, base-binder, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate all' art. 2.

#### **10.8.1.1. Bitume**

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 6, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

#### **10.8.1.2. Materiali inerti**

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti.

#### **10.8.1.3. AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31,5 mm)**

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

#### **Strato di base**

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### **Strato di basebinder**

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 80% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### **Strato di collegamento (binder)**

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### **Strato di usura**

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 20 ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

- Il coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigatezza pari a  $PSV = 44$  (UNI EN 1097-8) calcolato col metodo del  $PSV_{mix}$ ;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

#### **Posa in opera**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;

strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 ton. per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 10.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo.

### 10.9. Vasca di trattamento acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia il cui inquinamento è dato dalla presenza di materiali decantabili, grassi/oli minerali ed idrocarburi non emulsionati vengono separate dalla parte di acque meteoriche eccedenti, per ogni evento meteorico, tramite uno stramazzo sfioratore opportunamente tarato. Pertanto il manufatto scolmatore è utilizzato per controllare le acque in arrivo dalla piattaforma stradale deviando le acque eccedenti quelle considerate di prima pioggia, cioè quelle che superano la portata di progetto, direttamente al recapito finale.

Il sistema di trattamento si articola in due fasi principali di trattamento: sedimentazione dei materiali decantati (sabbie e fango) e separazione di oli e idrocarburi non emulsionati.

Le acque di prima pioggia defluiscono nella prima vasca di trattamento ottenendo la sedimentazione delle frazioni solide (terre e sabbie, materiale particolato) che si depositano sul fondo ed una prima separazione sia degli idrocarburi che delle sostanze oleose non emulsionate che si raccolgono negli strati superficiali fino al momento della pulizia della vasca.

Di fatto la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita. L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria.

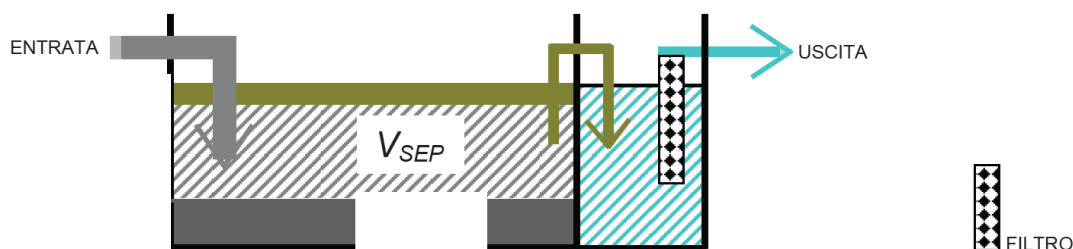


Figura 17. Schema di funzionamento vasca di prima pioggia

Il dimensionamento della vasca è stato ottimizzato sulla base dell'area servita cercando di ridurre al massimo l'ingombro del manufatto garantendo il rispetto della normativa in termini di qualità dell'effluente. Il dimensionamento dell'impianto di separazione è conforme alla norma UNI EN 858.

La vasca è costituita da tre moduli.

Il **1° modulo** denominato pozzetto "SCOLMATORE" conterrà internamente le seguenti fasi di trattamento e/o i seguenti componenti:

deviazione delle acque prima pioggia cioè la frazione di pioggia di ogni evento meteorico pari ai primi 5 mm in 15', per mezzo di soglia con stramazzo opportunamente dimensionata, al sistema di trattamento previsto;



immissione delle acque eccedenti la portata stimata di 1° pioggia tramite tubazione di by-pass direttamente al recapito finale.

Il **2° modulo** denominato “DISSABBIATORE” conterrà internamente le seguenti fasi di trattamento e/o i seguenti componenti:

- decantazione del materiale sedimentabile che per effetto gravitazionale tende a depositarsi sul fondo delle vasche (fango, sabbie, morchie, ecc...);

Il **3° modulo** denominato “DISOLEATORE STATICO” conterrà internamente le seguenti fasi di trattamento e/o i seguenti componenti:

- disoleazione statica di tutte quelle sostanze leggere oleose che tendono a galleggiare in superficie (grassi e oli minerali, idrocarburi non emulsionati);

filtrazione a coalescenza dell’effluente allo scopo di bloccare eventuali particelle di oli, grassi o idrocarburi ancora in sospensione nelle acque.

#### **10.10. Pista Ciclopedonale**

Come da richiesta della Stazione Appaltante (riferimento a Ordine di Servizio n° 2) è stata prevista una pista ciclopedonale che collega Via Gennaro Sora a Via Industriale, lungo il tracciato del binario ferroviario dismesso. La pista dovrà essere però sottoposta a valutazione degli organi competenti (Vigili del fuoco, amministrazioni locali ecc.) per quanto concerne il rischio dell’opera e la sua approvazione. La larghezza preliminare è pari a 3 m e si estende per una lunghezza di circa 120 m. per maggiori informazioni si faccia riferimento agli elaborati “B35Dd019OV02R0\_Planimetria accessi, viabilità e logistica del sito in esercizio” e “B35Dd047OV02R0\_Dettagli pavimentazione”.

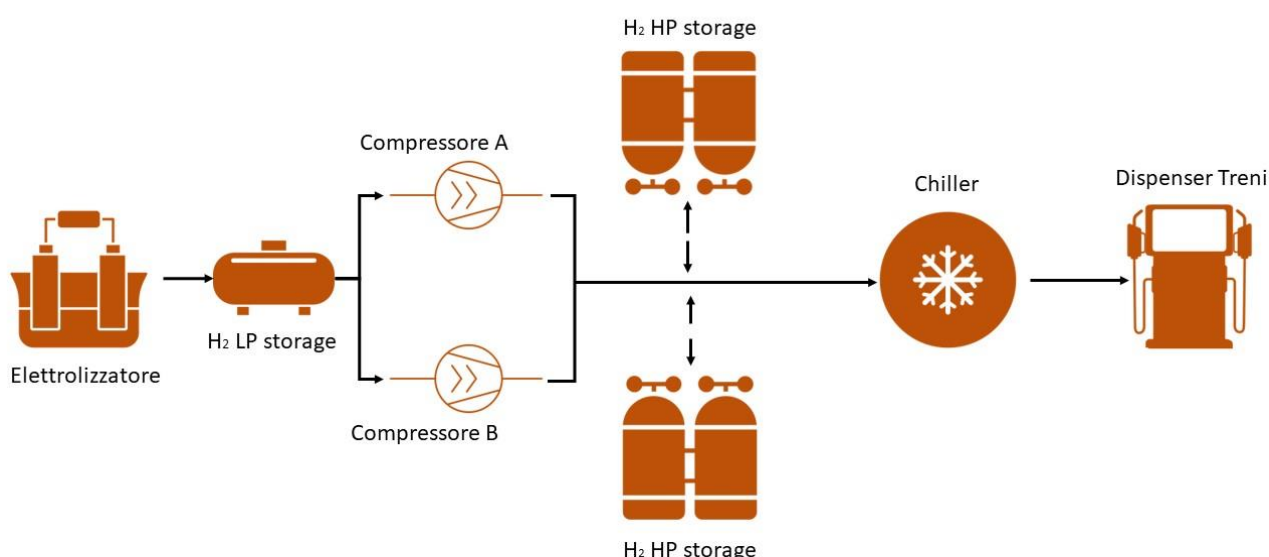
## 11. IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE IDROGENO

L'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione Idrogeno, che sorgerà nel comune di Edolo (BS) è progettato in modo tale da soddisfare la distribuzione di Idrogeno per i mezzi rotabili previsti da FerrovieNord. Per la progettazione d'impianto è stata considerata una capacità garantita (oggetto di garanzia prestazionale) pari a 1644 kg H<sub>2</sub>/giorno, come richiesto nella documentazione tecnica del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica messa a disposizione da FerrovieNord. Il dimensionamento dell'impianto consente il rifornimento dei mezzi con una massima capacità di erogazione per il rifornimento di due treni in modalità back-to-back, e singolarmente ogni treno potrà essere rifornito con due manichette in parallelo. Una descrizione più accurata delle modalità e tempistiche di erogazione è riportata nel dettaglio nel Capitolo "Impianto di distribuzione idrogeno".

Il progetto prevede quindi una capacità annuale nominale di produzione e distribuzione idrogeno di circa 600 ton/anno sulla base di una produzione giornaliera pari a 1644 kg H<sub>2</sub>/giorno per 365 giorni l'anno. Si prevede, tuttavia, una capacità di idrogeno effettivamente prodotto, processato e distribuito pari a circa 540 ton/anno, con l'impianto operante in modo costante e continuo per 24 h al giorno per 329 giorni all'anno, fermo restando una produzione giornaliera pari a 1644 kg H<sub>2</sub>/giorno. Sono stati infatti previsti 36 giorni di fermo impianto annuale; tali tempi consentono il rispetto dei requisiti prestazionali pari al 90% della disponibilità dell'impianto calcolato su base annua.

Elettrolizzatore, compressori e stoccaggi saranno da considerarsi sempre operativi durante la tipica giornata lavorativa, al contrario di Chiller e Dispenser, che avranno un funzionamento discontinuo, in base alla richiesta momentanea di Idrogeno da rifornire.

Il processo è schematizzato nel seguente diagramma a Blocchi semplificato.



**Figura 18. Schema a blocchi dell'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione idrogeno di Edolo.**

L'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione d'idrogeno sarà costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- n.1 Elettrolizzatore PEM da 5 MW con relativi accessori.
- n.1 Serbatoio buffer a bassa pressione da 8/9 m<sup>3</sup> (circa) con relativi accessori.
- n.2 Compressori con pressione di mandata di 500 barg per idrogeno con relativi accessori.
- n.1 Sistema di stoccaggio ad alta pressione da 2850 kg (circa) di H<sub>2</sub> con relativi accessori.
- n.2 Chiller per il raffreddamento della corrente di rifornimento H<sub>2</sub> per treni con relativi accessori. Il numero di chiller potrà variare secondo il fornitore selezionato.
- n.2 Dispenser ad uso ferroviario con doppio erogatore con relativi accessori.
- n.1 Pannello di carico/scarico idrogeno per carri bombolai e relativa baia.
- n.1 Sistema di produzione e distribuzione Aria Strumenti con relativi accessori.
- n.2 Sistemi di stoccaggio e distribuzione Azoto gassoso con relativi accessori (uno nel Lotto 1 e uno nel Lotto 2).
- n.1 Gruppo elettrogeno da 160 kVA.
- n.1 Serbatoio per l'accumulo del ritentato osmotico.
- n.1 Pompa di distribuzione del ritentato osmotico (1 in funzione+ 1 spare in magazzino).
- n.2 Serbatoi antincendio.
- n.1 Skid gruppo pompe antincendio.

### **11.1. Sezione di Elettrolisi**

La sezione di elettrolisi comprende l'area dedicata alla *package* dell'elettrolizzatore e la sezione dedicata al riuso del ritentato osmotico.

#### **11.1.1. Approvvigionamento idrico elettrolizzatore**

Il sistema di gestione e approvvigionamento idrico previsto per l'impianto di produzione idrogeno sarà conforme alla richiesta di acqua necessaria al normale funzionamento dell'elettrolizzatore.

In condizioni di normale funzionamento, ovvero la capacità produttiva progettata per far fronte ad una ricarica giornaliera totale di 1644 kgH<sub>2</sub>/giorno è previsto un consumo idrico da parte dell'elettrolizzatore di 26,2 m<sup>3</sup>/giorno (circa 1090 kg/h). Parte dell'acqua alimentata alla package elettrolitica verrà rigettata come acqua leggermente salina (processo di Osmosi Inversa); lo smaltimento/scarico di questa corrente verrà successivamente descritto nel capitolo "*Riutilizzo e smaltimento del rigettato Osmotico*".

È previsto l'allaccio all'ente gestore delle acque potabili locali (Acque Bresciane) per l'approvvigionamento continuo della risorsa idrica. Si prevede quindi l'adduzione alla rete potabile esistente sul sito: l'acqua, di natura potabile, presenta caratteristiche idonee per l'uso nella package elettrolitica; per tale motivo, non sono stati previsti, ulteriori trattamenti dell'acqua di alimentazione dell'impianto a monte dell'elettrolizzatore.

Per le analisi chimiche dell'acqua si rimanda all'elaborato "*B35Db001IT02R0\_Relazione tecnica specialistica-Basi di progetto*".

Il collegamento della linea avverrà inizialmente con una linea in HDPE da interrare, al fine di evitare possibili congelamenti. Nelle vicinanze dell'elettrolizzatore, la linea diventerà superficiale e sarà sostituita da acciaio al carbonio galvanizzato secondo la classe "A1G" (si prenda a riferimento all'elaborato *B35Dr005VV02R0\_Specifica tecnica-di progetto tubazioni (Piping Classes)*). Per le linee acqua fuori terra in cui si prevede un possibile congelamento verrà prevista la winterizzazione;

questa tecnica consente infatti, tramite l'utilizzo di tecniche di coibentazione o di riscaldamento attivo, di minimizzare le perdite di calore verso l'esterno e quindi il raffreddamento del fluido, evitando quindi il possibile congelamento dell'acqua. La disciplina di coibentazione e winterizzazione è definita nell'elaborato *B35Dr004VV02R0\_Specifica tecnica-Coibentazioni e Tracciatura Elettrica (equipment e piping)*.

### 11.1.2. Elettrolizzatore

L'elettrolisi dell'acqua avverrà tramite un elettrolizzatore di tipologia PEM (*EDO-IMP-IH2-PCK-002\_elettrolizzatore*) con potenza nominale di 5 MW. L'elettrolizzatore garantirà una produzione di 1644 kg/giorno, pari a circa 68,5 kg H<sub>2</sub>/h, di Idrogeno in pressione.

La capacità di produzione dell'impianto, da intendersi come capacità nominale di produzione idrogeno, sarà quindi definita pari a 70 kg/h di H<sub>2</sub> considerando anche un leggero margine che possa coprire le limitate variazioni d'idrogeno prodotto dall'elettrolizzatore nell'arco dell'ora di funzionamento.

L'elettrolizzatore che verrà selezionato avrà un range operativo dal 30% al 100% che include la suddetta capacità nominale di produzione idrogeno.

Le caratteristiche dell'elettrolizzatore saranno definite sulla base del fornitore selezionato, in fase esecutiva del progetto, ma saranno comunque garantite le seguenti:

**Tabella 11. Parametri di dimensionamento dell'Elettrolizzatore.**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Consumo elettrico a pieno carico (taglia elettrolizzatore)	5	MW
Numero di stack da 1 MW previsti	5	
Produzione H2 del singolo stack a pieno carico, ovvero a 100% del carico elettrico	17,8	kg/h
Consumo elettrico per la portata richiesta (Stimato)	54,8*	kWh/kg/h <sub>2</sub>
Consumo specifico del Sistema al 100% del carico (incluso il BOP)	57* (Questo valore sarà obbligatoriamente inferiore a 58)	kWh/kg H <sub>2</sub>
Consumo elettrico del Sistema al 100% del carico a fine vita****	62,7	kWh/ kg H <sub>2</sub>
Consumo acqua nominale	1090	kg/h
Consumo acqua a pieno carico	1320	kg/h
Capacità garantita (oggetto di garanzia prestazionale)	68,5	kg/h
Produzione idrogeno nominale di impianto	70	kg H <sub>2</sub> /h

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Produzione idrogeno a pieno carico, ovvero al 100% del carico elettrico della taglia di elettrolizzatore selezionato	89	kg H <sub>2</sub> /h
Produzione ossigeno nominale (Massa)	559	kg O <sub>2</sub> /h
Purezza idrogeno all'uscita	>99,97 (per ISO 14687 ver. 2019)	%mol
Pressione idrogeno all'uscita	30-40	barg
Intervallo operativo**	30-100	%
Ore operative	7896	Ore/anno
Riduzione efficienza ipotizzata***	0,125	%/1000 h

\* L'efficienza dichiarata dal progettista in fase di gara d'appalto è pari 58,46%, il che implica un assorbimento elettrico da parte della package elettrolitica, durante il funzionamento a pieno carico, pari a 5073 kW (circa 5 MW).

Tuttavia, ci si attende un consumo energetico inferiore derivante dall' aumento dell'efficienza degli stacks dovuta alla riduzione di portata prodotta. Si prevede quindi un'efficienza maggiore rispetto i 57 kWh/kg dichiarati. Il valore stimato è stato riportato nella Tabella 11 dell'elaborato, pari a 54.8 kWh/kg. L'efficienza è dichiarata è definita rispetto al BoP dell'elettrolizzatore (efficienza dell'intero sistema), a 15°C, 101.3 kPa, e 60% RH con acqua anodica in ingresso a 70°C.

\*\* L'intervallo operativo 30-100% è un intervallo standard di operazione per gli elettrolizzatori. Il controllo dinamico (controllo dinamico del carico da 25 a 50% in tempi inferiori a 30 s) si riferisce alla velocità con cui può essere variato il carico di produzione dell'elettrolizzatore. La velocità di variazione del carico da 25 a 50% sarà raggiunta nei tempi stabiliti, ma sotto al 30% si preferisce evitare il funzionamento continuo. Infatti, i fornitori della tecnologia elettrolitica confermano che il range di funzionamento dell'elettrolizzatore dovrebbe essere garantito in un range 30-100, al fine di utilizzare in maniera adeguata e corretta il sistema stesso: per carichi di lavoro inferiori al 30% gli stack PEM andrebbero incontro ad alte inefficienze e alti consumi elettrici in relazione alla quantità di idrogeno prodotta, come anche tutti i sistemi del BoP che hanno punti di lavoro superiori. Inoltre alcuni fornitori hanno riportato un possibile rischio di passaggio dell'idrogeno attraverso la membrana protonica a portate al di sotto del 30% con conseguente rischio di contaminazione della corrente di ossigeno con idrogeno. Per tali motivazioni, e per una corretta e duratura vita del sistema elettrolitico, si suggerisce di operare nel range operativo definito in tabella.

\*\*\* La perdita di efficienza dell'elettrolizzatore dipende sostanzialmente dalla degradazione dello stack di elettrolisi. In termini di produzione di idrogeno non varierà l'output del sistema (i kg/h di idrogeno prodotti) ma varierà la potenza assorbita, aumentando necessariamente in funzione delle ore di marcia dell'elettrolizzatore.

Il valore massimo di consumo dell'elettrolizzatore in condizione di fine vita sarà disponibile dopo il piazzamento dell'ordine con il fornitore designato della package elettrolitica.



*La vita utile dello stack è riportata nel paragrafo 15.1. Si attende una vita utile pari a circa 80000 ore di funzionamento (10 anni con un funzionamento pari a 8000 ore/anno), valore tipico per elettrolizzatori di tipologia PEM, supponendo una corretta gestione e manutenzione del sistema.*

*\*\*\*\* Il valore è basato su offerte tecniche ricevute dai Fornitori interpellati.*

Tenuto conto del numero di cicli di accensione e spegnimento attesi con alimentazione dalla rete nazionale e considerando le normali interruzioni per manutenzione, si considera che l'efficienza dell'elettrolizzatore non sarà affetta dal numero di cicli on-off annuali.

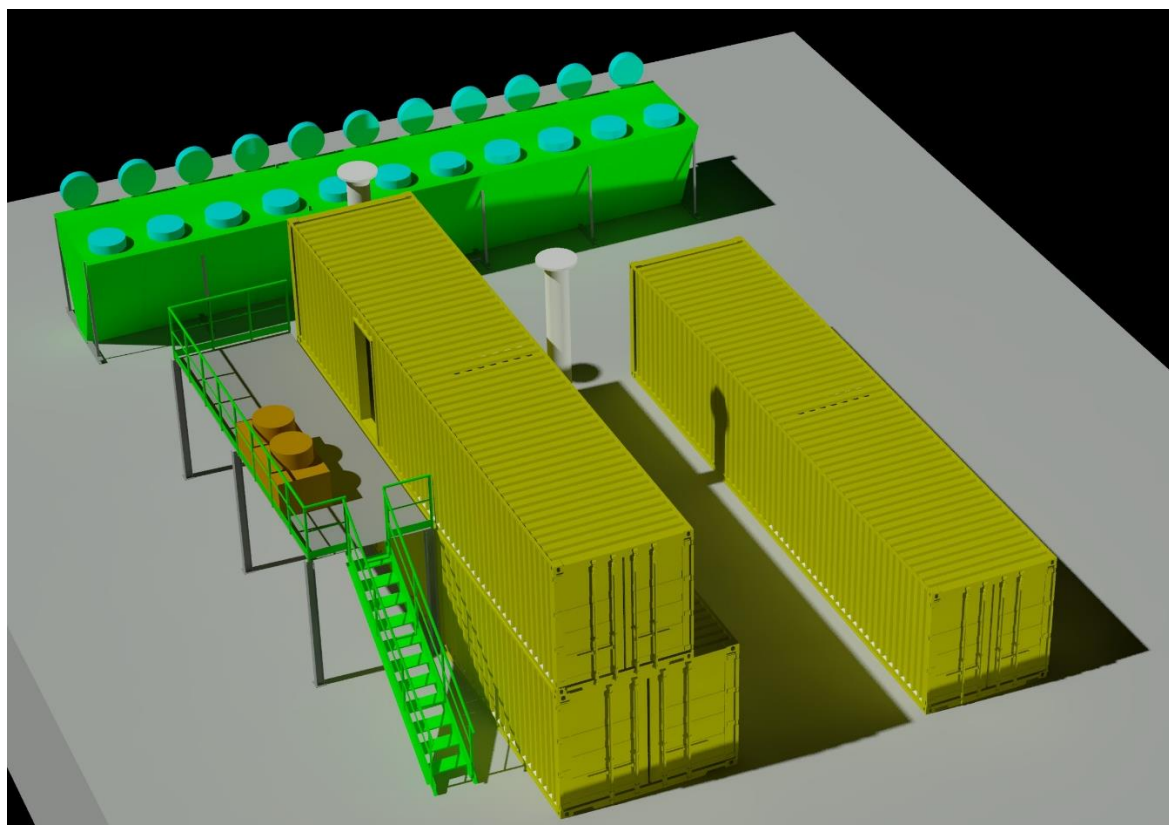
Come per ogni macchinario, un uso inappropriato dell'apparecchiatura e non conforme ai manuali operativi potrà ovviamente impattare sull'efficienza e sulla funzionalità della stessa: un fermo (e un riavviamento) programmato dell'impianto ai fini di manutenzione preventiva, manutenzione correttiva pianificata, riassetto della produzione, miglioramenti, ecc. rientra nei canoni di una conduzione qualificata del macchinario dalla quale quindi non ci si attende alcuna incidenza negativa sul decadimento dell'efficienza.

Il sistema di elettrolisi sarà di tipologia containerizzata e conterrà i seguenti componenti:

- modulo di depurazione dell'acqua,
- sezione anodica,
- sezione catodica,
- stack dell'elettrolizzatore,
- modulo di de-ossigenazione e di condensazione delle acque,
- package dell'aria strumenti asservita all'uso del solo elettrolizzatore (da confermare sulla base del fornitore scelto),
- sistema di spurgo dell'azoto,
- sistema di conversione della potenza
- modulo di raffreddamento.

La configurazione dei containers e le loro dimensioni dovranno essere confermate sulla base del fornitore selezionato.

In figura è rappresentato un render tipico del sistema proposto (da confermarsi sulla base del fornitore selezionato):



**Figura 19. Render 3D della Package Elettrolitica.**

- Nei primi due container sono installati l'Elettrolizzatore, con sezione anodica e catodica, il modulo di ingresso e depurazione dell'acqua potabile, il modulo di de-ossigenazione e condensazione delle acque e l'unità di chilling. Come si può vedere, la configurazione proposta consiste nel posizionare il modulo di "utilities" (contenente la parte di depurazione acqua e il pannello di controllo) al di sopra del modulo in cui sono presenti gli stacks e avviene la scomposizione della molecola d'acqua (modulo di "processo").
- Nel terzo container si dispone tutto il modulo di dry cooling, o raffreddamento ad aria, necessari al raffreddamento del fluido refrigerante del processo. Per ottenere la configurazione più compatta possibile (cfr. "B35Dd010VV02R0 \_Planimetria-Stato di progetto-impianti") e dal render sovrastante, il modulo di air cooling è stato preliminarmente disposto accanto al modulo di elettrolisi, come mostrato nella figura sovrastante.
- Nel quarto container, disposto accanto al modulo di elettrolisi, è presente tutta la sezione elettrica con il sistema di conversione della potenza, composto da trasformatore e raddrizzatore di corrente.

Altri dettagli e specifiche tecniche del sistema containerizzato Elettrolizzatore sono riportati nel documento "B35Dr009VV02R0\_Specifica tecnica - Elettrolizzatore". Di seguito una breve descrizione del sistema.

#### **11.1.2.1. Sezione di ingresso e di trattamento dell'acqua potabile**

Sebbene l'elettrolizzatore sia in grado di gestire acqua di qualità potabile nel modulo elettrolitico, è comunque inserita una sezione volta alla gestione del trattamento acque, in grado di fornire alle sezioni successive acqua ultra-pura. La package sarà costituita da un Sistema di make-up dell'acqua

potabile, collegato al sistema di accumulo della stessa in ingresso all'elettrolizzatore e da un sistema di circolazione dell'acqua, volto a garantire la maggior purezza possibile nel sistema.

Il sistema è composto da tre frames di alluminio anodizzato con piedini ad altezza regolabile, mentre il piping interno è realizzato in polipropilene.

Il sistema consiste quindi di un pre-filtro seguito da un serbatoio di rottura, con filtro d'aria sterile. A seguire, una pompa pressurizza la corrente di acqua e la invia attraverso un'unità di addolcimento e un filtro a carboni attivi. La durezza dell'acqua è quindi controllata da un analizzatore prima di essere introdotta nel modulo di osmosi inversa. Infine, un'unità di degasaggio a membrana alimentata da aria strumenti viene posizionata a valle dell'unità di osmosi inversa per rimuovere l'anidride carbonica presente.

L'ultimo step di trattamento dell'acqua consiste in un'unità di elettro-deionizzazione continua per portare a livelli di conducibilità elettrica inferiori a 0.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C.

L'acqua trattata viene quindi introdotta nel sistema di circolazione che funziona come ulteriore step di abbattimento della conducibilità elettrica, che scende a valori inferiori a 0.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Questo sistema di circolazione è proposto come assemblaggio di due frames di alluminio anodizzato con piedini ad altezza regolabile. Il piping interno è realizzato in questo caso con acciaio inossidabile 316L. Il sistema consiste in un serbatoio di accumulo con fondo inclinato ed è dotato di un filtro per anidride carbonica e aria sterile. Un'altra pompa aumenta la pressione della corrente di acqua trattata e la convoglia in un'unità di trattamento UV per ridurre il TOC (Total Organic Carbon) a livelli trascurabili e prevenire la proliferazione batterica. Dopodiché l'acqua è trattata con 6 filtri DI in parallelo. I trattamenti descritti in precedenza permettono quindi la produzione di acqua a bassa conducibilità elettrica, e grazie a questa caratteristica i filtri DI possono garantire alta longevità.

Tutte le acque di scarto e correnti in uscita recuperabili sono ottimizzate per una reintroduzione all'interno del modulo di trattamento nelle migliori posizioni possibili, il tutto per evitare sprechi di acqua della package.

**Tabella 12. Caratteristiche acqua di alimento e rigettato**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Consumo acqua di alimento a pieno carico, ovvero 100% del carico elettrico*	1320	kg/h
Consumo acqua di alimento per la portata di idrogeno richiesta (stimato)*	1090	kg/h
Rigettato osmotico prodotto a pieno carico, ovvero 100% del carico elettrico*	430	kg/h
Rigettato osmotico prodotto per la portata di idrogeno richiesta (stimato)*	360	kg/h

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Pressione in ingresso dell'acqua (min richiesta)	2	barg
Pressione in uscita del rigettato	1	atm
Conducibilità dell'acqua in ingresso agli stack	<0.1	μS/cm
Temperatura operativa	+30	°C
TOC richiesto	<30	ppb
Torbidità richiesta	0.2	NTU
Silice richiesta	<3	μg/l

\* I consumi idrici e il relativo rigettato dipendono sostanzialmente dalla qualità dell'acqua in ingresso al sistema. Per tale motivo i valori indicati devono essere considerati come preliminari e comunque variabili a seconda della purezza dell'acqua in ingresso.

#### 11.1.2.2. Sezione anodica

Lo scopo della sezione di alimentazione anodica è quello di fornire allo stack dell'elettrolizzatore un'acqua ultra-pura, proveniente dal modulo prima descritto, al processo di elettrolisi, al degasaggio dell'ossigeno prodotto al ritorno dell'elettrolizzatore, e per il raffreddamento dello stack stesso. Il calore prodotto dalla reazione di elettrolisi, verrà ulteriormente rimosso non appena verrà raggiunta la temperatura ottima per il funzionamento continuo.

#### 11.1.2.3. Modulo di de-ossigenazione e di condensa delle acque

In questo modulo, la corrente di Idrogeno prodotta nell'elettrolizzatore è trattata per una rimozione dell'ossigeno e dell'acqua dalla stessa. Il funzionamento del modulo di de-ossigenazione e di condensa delle acque consiste in un primo step di condensazione: in questo passaggio si cerca di condensare la massima quantità d'acqua possibile dalla corrente ricca in Idrogeno, prima di inviare la corrente ad ulteriori trattamenti. Dopodiché l'ossigeno è rimosso tramite una combustione elettro-catalizzata dello stesso, producendo altra acqua, prodotto della reazione di combustione. Lo step successivo riguarda la rimozione dell'acqua dalla corrente di Idrogeno tramite letti adsorbenti (essiccatori): un reattore sarà operativo, mentre un altro sarà in rigenerazione, permettendo, per l'appunto, la ricostituzione del materiale del letto adsorbente. I letti si rigenereranno con il gas umido per prevenire la ri-pressurizzazione sul riciclo e le perdite di gas prodotto.

L'idrogeno prodotto nel passaggio precedente è conforme alla norma ISO-14687 (2019) Grade D. In questo modulo sono previsti anche la disposizione per gli sfiati dell'Idrogeno fuori specifica nel caso ci fossero condizioni non soddisfatte, come il *Dew Point* o la temperatura di scarico, per impedire la fornitura di Idrogeno fuori specifica alle apparecchiature a valle.

#### 11.1.2.4. Azoto per inertizzazione

I moduli anodico e catodico hanno bisogno di essere inertizzati nel caso di emergenze, prima che avvenga la manutenzione o quando si prevede che l'unità di elettrolisi vada incontro a periodi prolungati di arresto dell'impianto. L'Azoto in entrata è quindi connesso sia al modulo anodico sia a quello catodico, con buffers controllati in modo indipendente da valvole di controllo. Queste valvole si apriranno solamente quando la pressione nella sezione a valle è inferiore alla pressione di alimentazione dell'Azoto, e solamente una singola valvola può essere aperta (o energizzata) alla volta, per prevenire il flusso incrociato di Ossigeno e Idrogeno. Negli scenari di emergenza o perdita di potenza, i buffers conterranno abbastanza Azoto in pressione, sufficiente a disperdere Ossigeno e Idrogeno presenti nei moduli anodico e catodico. Per il consumo di azoto previsto (preliminarmente e da confermare con il fornitore scelto) si rimanda all'elaborato "B35Dr003VV02R0\_Lista-Consumi (utilities)".

Tabella 13. Purezza dell'Azoto per elettrolizzatore

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Purezza azoto	>99.95	
CO2	<50	ppm
Altri contaminanti	Particolato come per ISO 8573-1-2010 Classe 1 Olio come per ISO 8573-1 Classe 1	

#### 11.1.2.5. Sistema di raffreddamento

Il calore prodotto dallo *stack* di elettrolisi, durante le normali fasi di esercizio, deve essere rimosso dal sistema per prevenire un surriscaldamento dello *stack* stesso. Il processo di rimozione del calore avviene tramite uno scambiatore di calore che trasferisce il calore dal loop di circolazione nella sezione anodica in un loop secondario. Quest'ultimo utilizza come fluido di trasferimento termico una miscela di Acqua e Glicole, che attraversa quindi dei dry coolers installati all'esterno per dissipare il calore. Oltretutto, si ricorre all'azione refrigerante di un *chiller* per raffreddare ulteriormente il fluido di trasferimento termico utilizzato nel modulo di trattamenti dell'idrogeno. I container sono riscaldati elettricamente, per prevenire ed evitare il congelamento dell'acqua trattata e della condensazione della stessa sulle apparecchiature elettriche. L'alimentazione in *stand-by* viene utilizzata durante lo spegnimento prolungato a temperature sottozero per poter proteggere il sistema dal congelamento.

#### 11.1.2.6. Package aria strumenti

La presenza di tale package sarà confermata o modificata a seconda del fornitore scelto in fase esecutiva. In generale, se presente, questa sarà di tipologia *oil-free* (I/A). Il pacchetto I/A fornirà a tutte le valvole ad azionamento pneumatico la pressione di alimentazione richiesta. Una purezza dell'aria superiore a 99,9 % è utilizzata per le componenti pneumatiche, così da ridurre la possibilità di guasti dei componenti dovuti alla contaminazione del circuito pneumatico.

### 11.1.2.7. Sistema di conversione della potenza

Il sistema di conversione di potenza (PCS) è previsto direttamente all'interno della *package* elettrolitica, fornito perciò dal venditore dell'elettrolizzatore stesso. Questo sistema converte la fornitura elettrica allo *stack* dell'elettrolizzatore da corrente alternata (AC) a corrente continua (DC). La corrente continua è controllata per avere una produzione continua e stabile nel tempo dell'idrogeno. Il PCS è un componente critico della *package*, poiché questo guida la reazione di elettrolisi proteggendo al contempo lo *stack*. Il PCS è composto da un trasformatore a media tensione (MV transformer), un raddrizzatore IGBT controllato, filtri, protezioni e controllori associati. Il PCS alimenta quindi la serie di *stack* dell'elettrolizzatore.

La topologia del raddrizzatore garantisce un basso valore di distorsione armonica totale (THDi) e un fattore di potenza ottimale su tutto il campo operativo. Il quadro di controllo fa parte del PCS e si interfaccia con il sistema di controllo dell'elettrolizzatore tramite una singola connessione di controllo in fibra ottica o ethernet. I segnali cablati saranno quindi utilizzati per creare una ridondanza per i segnali di sicurezza. Tutte le sezioni del PCS sono raffreddate ad aria, per cui il calore derivante da questi è dissipato verso l'ambiente esterno da un air cooler che ne forza la circolazione tra i rettificatori IGBT e da un raffreddamento ad aria naturale per il trasformatore. Gli *stack* dell'elettrolizzatore sono connessi al PCS tramite cavi ad alta potenza.

**Tabella 14. Datasheet preliminare del sistema di conversione di potenza**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Tipo Inverter	"Self-commutated"	
Tecnologia del Raddrizzatore	IGBT	
Fattore di potenza	1.0	(aggiustabile)

**Tabella 15. Valori Tipici del trasformatore di media tensione**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Potenza	6200	kVA
Voltaggio	-	V
Frequenza	50	Hz

**Tabella 16. Valori tipici del Feeder UPS**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Potenza	1	kVA
Voltaggio	230	V
Frequenza	50	Hz



**Tabella 17. Valori tipici del Feeder bassa tensione verso pannello di controllo**

ITEM	VALORE	DESCRIZIONE
Potenza	425	kVA
Voltaggio	400-415	V
Frequenza	50	Hz

I valori mostrati nelle precedenti tabelle sono preliminari e da confermare/modificare con il fornitore selezionato.

#### 11.1.2.8. Interfacce del sistema containerizzato

Le principali interfacce verso i diversi moduli e verso l'esterno possono essere riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 18. Interfacce dei moduli dell'Elettrolizzatore.**

ITEM	DESCRIZIONE
1	Entrata Feed Water
2	Uscita Rigettato
3	Vent dell'Ossigeno
4	Entrata Azoto
5	Vent dell'Idrogeno
6	Collettore H2
7	Uscita Acqua
8	Acqua di raffreddamento verso Air cooler
9	Acqua di raffreddamento da Air cooler

Oltre le principali sezioni definite precedentemente, la package dell'elettrolizzatore sarà composta da tutti i sistemi necessari al suo funzionamento, comprendenti sistema di controllo (PLC), tubazioni, cavi di potenza, moduli ausiliari, sistemi di interfaccia con utenze, flange e *junction boxes* ai limiti di batteria della fornitura.

Infine, saranno presenti analizzatori di purezza dell'idrogeno e dell'ossigeno in uscita dal sistema, volti all'analisi della purezza dell'idrogeno, in relazione alle percentuali (o ppm) di acqua e ossigeno della corrente uscente di idrogeno, e della purezza dell'ossigeno in uscita al sistema.

L'elettrolizzatore sarà da considerarsi operante 24 h al giorno tutti i giorni, per poter garantire la quantità richiesta di idrogeno dalla sezione di stoccaggio ad alta pressione. Nel caso la quantità di

idrogeno stoccato dovesse raggiungere la massima quantità prima del termine temporale previsto (per esempio per treni in manutenzione che non richiedono più il rifornimento), l'elettrolizzatore selezionato sarà in grado di accedere ad una modalità di stand-by, nella quale verrà fermata la produzione di idrogeno, ma lo stesso sarà in grado di riprendere la normale operatività in tempi molto brevi. La modalità di stand-by richiederà un consumo energetico, dipendentemente dal fornitore della package, di maggiore o minore quantità.

#### *11.1.2.9. Ossigeno prodotto*

La reazione di elettrolisi dell'acqua scinde la molecola in idrogeno e ossigeno. Quest'ultimo viene considerato un sottoprodotto della reazione chimica e verrà quindi scaricato direttamente in ambiente.

La corrente di ossigeno uscirà quindi da uno sfiato predisposto sul modulo di elettrolisi tenuto ad opportuna distanza dagli scarichi di emergenza dell'idrogeno e garantendo il rilascio in atmosfera in quantità e velocità tali da evitare il formarsi di miscele esplosive o potenzialmente pericolose nel caso di scenari di rilascio contemporaneo di idrogeno.

#### *11.1.2.10. Purezza dei prodotti di elettrolisi*

I prodotti dell'unità di elettrolisi dovranno essere conformi alle specifiche per lo scarico in atmosfera (per l'Ossigeno) e del processo (per l'Idrogeno). Saranno quindi previsti degli analizzatori di gas in uscita dall'elettrolizzatore che effettueranno analisi sulla purezza di Ossigeno (da confermare sulla base del fornitore selezionato) e Idrogeno in uscita dalla Package, per verificarne la qualità.

Si rimanda al documento *“B35Dr009VV02R0\_Specifica tecnica-Elettrolizzatore”* per la tipologia di analizzatori preliminarmente considerati.

L'Idrogeno prodotto nel processo dovrà essere di Grado D in accordo alla *specificazione ISO 14687:2019 Hydrogen fuel quality — Product specification*, come riportato in tabella:

Table 2 — Fuel quality specification for PEM fuel cell road vehicle application

Constituents <sup>a</sup> (assay)	Type I, Type II grade D
Hydrogen fuel index (minimum mole fraction) <sup>b</sup>	99,97 %
Total non-hydrogen gases (maximum)	300 µmol/mol
<b>Maximum concentration of individual contaminants</b>	
Water (H <sub>2</sub> O)	5 µmol/mol
Total hydrocarbons except methane <sup>c</sup> (C1 equivalent)	2 µmol/mol
Methane (CH <sub>4</sub> )	100 µmol/mol
Oxygen (O <sub>2</sub> )	5 µmol/mol
Helium (He)	300 µmol/mol
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	300 µmol/mol
Argon (Ar)	300 µmol/mol
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	2 µmol/mol
Carbon monoxide (CO) <sup>d</sup>	0,2 µmol/mol
Total sulphur compounds <sup>e</sup> (S1 equivalent)	0,004 µmol/mol
Formaldehyde (HCHO) <sup>d</sup>	0,2 µmol/mol
Formic acid (HCOOH) <sup>d</sup>	0,2 µmol/mol
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	0,1 µmol/mol
Halogenated compounds <sup>f</sup> (Halogen ion equivalent)	0,05 µmol/mol
Maximum particulate concentrations <sup>g</sup>	1 mg/kg

Figura 20. Composizione chimica dell'idrogeno secondo ISO 14687:2019.

### 11.1.3. Stoccaggio a bassa pressione

Tra la sezione di uscita dell'elettrolizzatore e il gruppo di compressione, l'impianto di produzione idrogeno sarà dotato di un serbatoio buffer a bassa pressione. Il serbatoio sarà quindi dimensionato per poter garantire, in caso di fluttuazioni delle portate, un flusso costante di idrogeno ai compressori e in generale assicurare la compatibilità del sistema elettrolitico con quelli dei compressori.

Il buffer a bassa pressione (*EDO-IMP-IH2-REC-002\_buffer\_idrogeno*) sarà un serbatoio di tipo orizzontale, con fondi ellittici, in AISI 316 doppio certificato.

Nella seguente tabella sono riportati i principali parametri per il dimensionamento di tale stoccaggio.

Tabella 19. Parametri principali per il dimensionamento del Buffer Idrogeno.

ITEM	VALORE	UNITA'
Pressione operativa	20/40	barg
Pressione di progetto	44 (VTA)	barg
Pressione minima	20	barg
Temperatura di progetto (min)	-20	°C
Temperatura di progetto (max)	65	°C

ITEM	VALORE	UNITA'
Diametro interno	1500	mm
Lunghezza	4500	mm
Spessore	VTA	mm
Capacità	8 (circa)	m <sup>3</sup>
Passo d'uomo	24	in

Il buffer a bassa pressione non sarà quindi un serbatoio di stoccaggio dell'idrogeno, ma solo uno strumento atto a permettere al gruppo di compressione di lavorare sempre in modalità continua, evitando lievi fluttuazioni della massa disponibile di idrogeno e la compatibilità tra i sistemi.

## 11.2. Sezione di Compressione e Stoccaggio

La sezione di compressione e stoccaggio dell'idrogeno è composta da due compressori in arrangiamento 2X50% e dal sistema di stoccaggio dell'idrogeno ad alta pressione. Nei capitoli seguenti verranno descritti, in modo dettagliato, gli item prima citati.

### 11.2.1. Compressori Idrogeno

L'idrogeno prodotto dalla sezione di elettrolisi, e passante per il buffer di bassa pressione, dovrà essere compresso per raggiungere la sezione di alta pressione dell'impianto di produzione e distribuzione idrogeno di Edolo. A tale scopo sono state previste due unità di compressione (*EDO-IMP-IH2-PCK-003\_compressore\_idrogeno* e *EDO-IMP-IH2-PCK-004\_compressore\_idrogeno*), operanti in continuo nella modalità 2X50%, al fine di garantire il processamento della corrente giornaliera di idrogeno richiesta (1644 kg/giorno). Grazie alla presenza di due unità di compressione, anche nel caso di malfunzionamento di una delle macchine, sarà garantita la continuità di idrogeno disponibile per lo stoccaggio, il che permetterà quindi il rifornimento del materiale rotabile e dei veicoli passeggeri su strada anche se con capacità minori.

I compressori previsti in questa fase saranno a diaframma, tuttavia si valuteranno anche ulteriori tecnologie durante le indagini di mercato. Le principali caratteristiche dei compressori sono quindi riportate nella seguente tabella.

**Tabella 20. Parametri principali per il dimensionamento del compressore.**

ITEM	VALORE	UNITA'
Quantità	2	-
Tipologia	Diaframma / Pistone (da confermare col fornitore scelto)	-
Tipo	Oil-free	-
Servizio	Idrogeno	-

ITEM	VALORE	UNITA'
Portata al singolo compressore	35*	kg/h
Pressione in aspirazione	20-40	barg
Pressione in mandata	500	barg
Stadi	2-3 (VTA)	-
Potenza stimata assorbita del singolo compressore	115	kW
Temperatura inter-stadio	45 (VTA)	°C
Temperatura idrogeno all'uscita	45 (max)	°C
Circuito di raffreddamento (closed loop)	Acqua-Glicolata	
Temperatura aria esterna per Back cooling**	36	°C
Range operabilità	10-100 (VTA)	%

\* La portata in aspirazione pari a 35 kg/h è stata calcolata sulla base di una pressione di aspirazione pari a circa 30 barg e 40 °C (da confermare sulla base del fornitore selezionato).

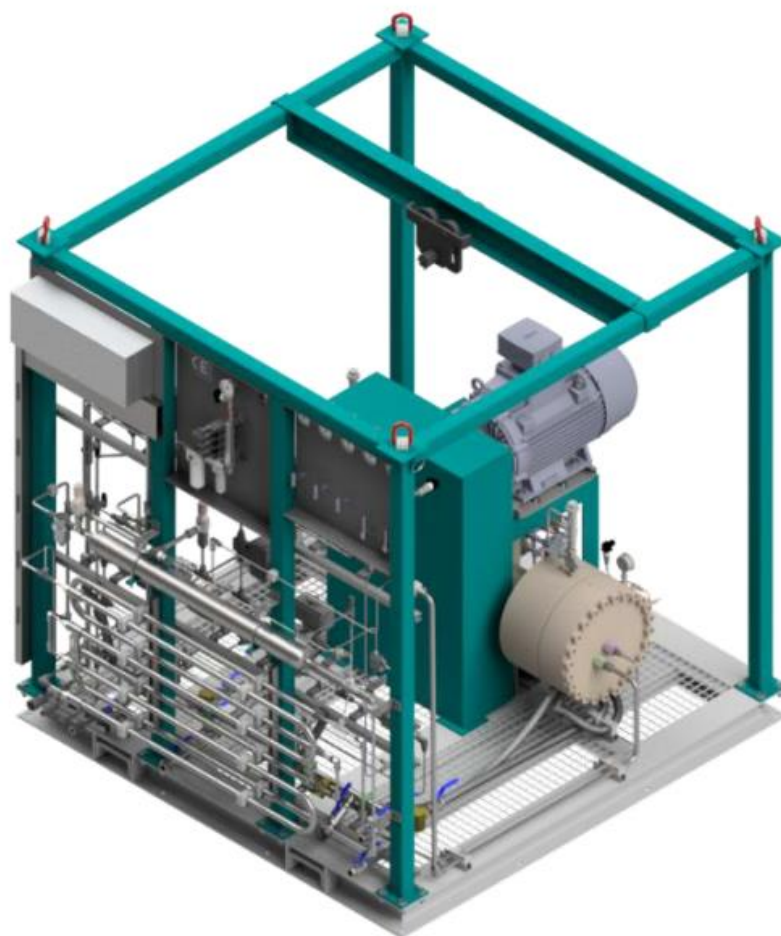
\*\* Riferimento nella relazione "Basi di Progetto" B35Db001IT02R0.

Le informazioni riportate in tabella sono preliminari, e verranno confermate o modificate sulla base del fornitore selezionato.

I compressori saranno dotati di un circuito di raffreddamento a loro asservito, necessario al raffreddamento della corrente di idrogeno durante le fasi di compressione (raffreddamento interstadio). Il servizio sarà operato tramite back cooling con aria ambiente.

Il numero di stadi del singolo compressore e la temperatura inter-stadio saranno definiti dal possibile fornitore della macchina. Sarà comunque rispettata la temperatura di uscita dall'ultimo stadio di compressione, pari a 40/45 °C.

Un esempio di questi compressori è mostrato nella figura seguente:



**Figura 21. Tipico compressore a diaframma.**

Il compressore sarà installato in container da 20 feet, per garantire la minimizzazione delle emissioni acustiche e funzionerà in un range variabile di pressione e garantirà l'assenza di contaminazione della corrente d'idrogeno durante il processamento.

Il compressore, in ottemperanza al decreto ministeriale del 7 luglio 2023, sarà dotato di tutti gli accessori e la strumentazione necessari a garantirne il funzionamento in sicurezza.

Il compressore sarà progettato in modo da ridurre al minimo le pulsazioni anche considerando che in downstream c'è un impianto di stoccaggio con bombole alle quali occorre garantire un flusso costante e affidabile di gas attraverso il sistema garantendo la sicurezza operativa. La mandata dei compressori sarà collegata allo stoccaggio permanente di idrogeno attraverso molteplici metri di tubing che avranno un effetto attenuante delle pulsazioni causate dal funzionamento del compressore.

### **11.2.2. Stoccaggio ad Alta Pressione dell'Idrogeno**

Lo stoccaggio ad alta pressione dell'idrogeno uscente dal gruppo di compressione è parte fondamentale dell'impianto di distribuzione idrogeno: da questo, infatti, partiranno le linee di distribuzione idrogeno per i servizi di rifornimento trenie carri bombolai che dovranno garantire la continuità dei rifornimenti per i mezzi stradali e ferroviari.

Il gruppo di stoccaggio (*EDO-IMP-IH2-PCK-007\_stoccaggio\_H2\_alta\_pressione*) garantirà tutti gli accessori di sicurezza necessari ad operazioni in pressione: saranno presenti nelle linee di ingresso

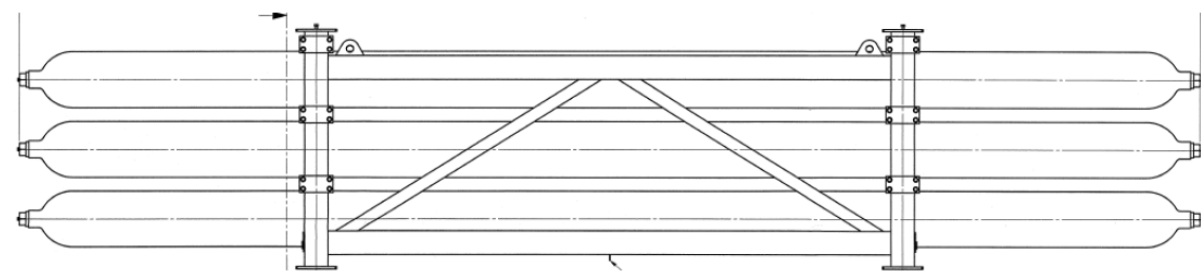


e uscita dal gruppo delle valvole di sicurezza, valvole *shut-off* e tutta la strumentazione necessaria per un funzionamento in sicurezza.

Il sistema di stoccaggio dovrà quindi garantire i rifornimenti ai mezzi ad idrogeno per la tipica giornata di esercizio. Il sistema considerato prevede uno stoccaggio totale di circa 2850 kg di H<sub>2</sub>, ad una pressione massima di lavoro di 500 barg, uscente dal gruppo di compressione. Sulla base delle richieste della stazione appaltante, lo stoccaggio sarà in grado di garantire il rifornimento di due treni in configurazione *back to back*, nel momento in cui lo stoccaggio ad alta pressione è pieno.

La pressione di design sarà pari a 550 bar, operative in un range di temperature compreso tra -20/+40 °C. I vessel saranno previsti in accordo alla direttiva PED e il design sarà basato su EN13445 o AD2000, a seconda del fornitore selezionato.

Lo stoccaggio sarà previsto tramite bomboloni cilindrici orizzontali o *rack* di bombole orizzontali. In questa fase, sono stati previsti cilindri orizzontali con capacità di circa 43 kg di Idrogeno l'uno e in numero pari a 64 (per un totale di circa 2850 kg H<sub>2</sub>). Ogni Vessel ha un diametro di circa 470 mm e una lunghezza di 11.800 mm. Tali dimensioni verranno confermate sulla base del fornitore selezionato. Comunque, la tipologia prescelta per lo stoccaggio ad alta pressione sarà una forma allungata di tipologia cilindrica come prima specificata, anche se lunghezza e diametro saranno differenti a seconda del fornitore scelto.



**Figura 22. Disposizione dei vessel di stoccaggio dell'idrogeno.**

Come specificato nel Decreto del 7 luglio 2023 *“Regola tecnica di prevenzione incendi per l'individuazione delle metodologie per l'analisi del rischio e delle misure di sicurezza antincendio da adottare per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi e relativi sistemi di stoccaggio”* il parco stoccaggi verrà diviso da muri in cemento armato con camere di capacità massima di 6000 Nm<sup>3</sup>. Tale divisione comporterà quindi la costruzione di 6 camere per la disposizione dei 64 vessel necessari, quindi un totale di 11 vessel per camera (l'ultima camera avrà una fila in meno, essendo presenti solo 9 tubi).

Per i dettagli sulla divisione e gli spazi occupati si può fare riferimento alla planimetria d'impianto, elaborato *“B35Dd010VV02R0 \_ Planimetria-Stato di progetto-impianti”*.

In tabella sono riportati i dati principali relativi al dimensionamento dello stoccaggio.

**Tabella 21. Parametri principali per il dimensionamento dello stoccaggio fisso di idrogeno ad alta pressione.**

ITEM	VALORE	UNITA'
Pressione di progetto	550	barg
Pressione massima operativa	500	barg
Pressione minima operativa	200 (da confermare)*	barg

ITEM	VALORE	UNITA'
Temperatura di Progetto (min-max)	-20/+65	°C
Tipologia	Tipo I	-
Materiale	34CrNiMo6	-
Diametro esterno della singola bombola	470	mm
Lunghezza della singola bombola	11.800	mm
Massa idrogeno totale	2.849	kg
Volume idrogeno totale	90,05	m <sup>3</sup>
Massa idrogeno in ogni stanza (D.M. 7/7/23)	490	kg
Volume di ogni bombola	1.407	l
Peso di ogni bombola	4.500	kg
Numero di bombole previsto	64	-

\* Il parco stoccaggi funzionerà sulla base degli input ricevuti dal "Priority Panel". Questo Pannello di controllo permette l'erogazione dell'idrogeno richiesto dai dispenser sulla base della pressione residua nello stoccaggio e nel serbatoio del FCEV, al fine di garantire l'ottimizzazione dell'idrogeno disponibile nei serbatoi di stoccaggio fissi.

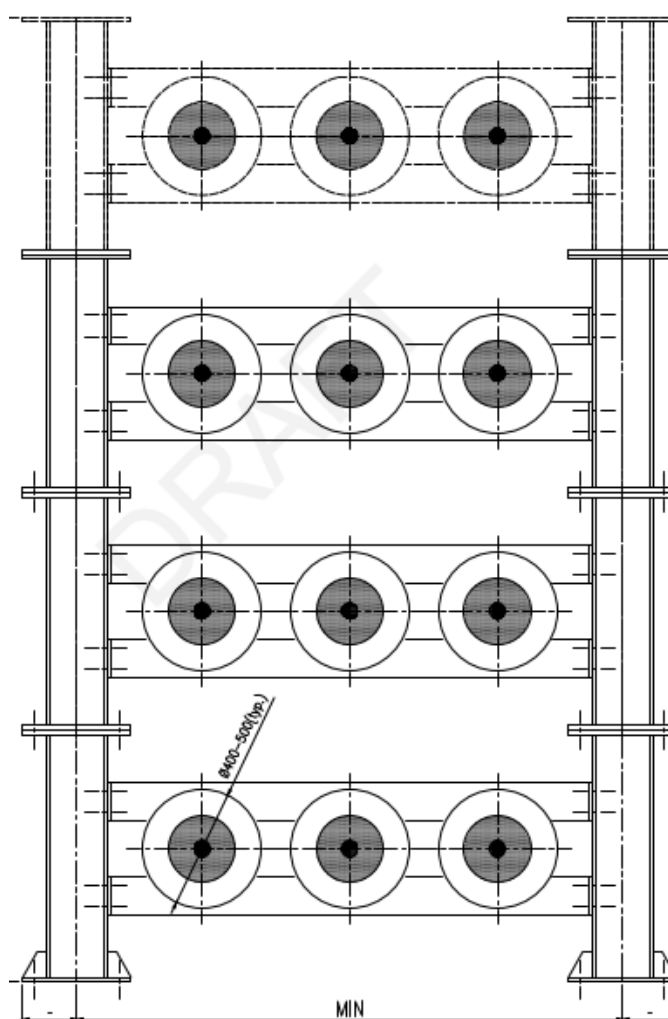
Dai riscontri preliminare avuti con i fornitori, si è deciso di impostare una pressione minima del parco stoccaggi pari a 200 barg per non sottoporre i vessel di accumulo a cicli di riempimento/svuotamento di eccessiva entità, diminuendone quindi il tempo di vita. Inoltre la pressione minima di 200 barg è stata valutata congrua per garantire un salto di pressione sufficiente al rifornimento dei mezzi ferroviari.

Tale valore sarà comunque confermato o modificato sulla base del fornitore selezionato e sull'ingegnerizzazione di tale pannello di controllo, spiegato nel paragrafo successivo.

Come detto precedentemente, i dati riportati in tabella potranno variare a seconda del fornitore scelto nella successiva fase dell'ingegneria.

La soluzione implementata in questa fase di progettazione definitiva consiste in un arrangiamento preliminare composto da una riga formata da 3 cilindri impilata 4 volte. I primi 3 piani saranno quindi composti da 3X3 cilindri, mentre l'ultimo piano avrà 2 cilindri disposti, configurazione che si presta come necessaria visto la stringente regolamentazione del decreto sopracitato.

A scopo illustrativo, si riporta di seguito un *General Arrangement Drawing* (GAD) della configurazione scelta.



**Figura 23. Disposizione studiata per l'arrangiamento dei cilindri dello stoccaggio modulare di idrogeno.**

L'idrogeno interno agli stoccaggi non subirà una modifica nella sua composizione chimica durante il processo di compressione. Si ritiene pertanto che l'idrogeno entrerà nel parco stoccaggi con la stessa composizione di uscita dall'elettrolizzatore, quindi conforme alla ISO 14687:2019, Grade D.

### **11.3. Impianto di distribuzione idrogeno**

L'impianto di distribuzione idrogeno è concettualmente una zona di carico/scarico idrogeno da carri bombolai ed una zona adibita al rifornimento dei mezzi ferroviari. La prima è fisicamente disposta nell'area sud del Lotto 1, mentre la seconda sarà costruita nel Lotto 2.

La distribuzione dell'idrogeno avverrà tramite una rete di *tubing* resistente ad alte pressioni, classe *HPH* del documento "*B35Dr005VV02R0\_Specifica tecnica-Di progetto tubazioni (Piping Classes)*". Tali tubazioni, di piccole dimensioni, possono resistere ad alte pressioni, fino a 20.000 psi a seconda del fornitore selezionato, sono indispensabili per la trasmissione dell'idrogeno al di fuori della zona di compressione, poiché il normale piping non resisterebbe ai 500 barg di progetto dell'Idrogeno.

#### 11.4. Priority Panel

Il sistema di stoccaggio, descritto precedentemente, e il sistema di distribuzione idrogeno saranno controllati da un pannello di controllo chiamato “*Priority Panel*” (EDO-IMP-IH2-PCK-015\_priority\_panel) che permetterà una logica di erogazione e riempimento degli stoccaggi basata su un controllo in cascata della pressione degli stoccaggi stessi.

Attraverso il suddetto “*Priority Panel*” si può incrementare la quantità di idrogeno disponibile per le erogazioni e quindi aumentarne il numero nello stesso arco di tempo. Infatti l’utilizzo di rampe di pressione diverse, a seconda del livello di idrogeno stoccato all’interno dello cilindro e di quello presente all’interno del tank del mezzo da rifornire, permette attraverso la logica di selezione del modulo stoccaggi da utilizzare di effettuare parte del rifornimento anche a pressioni inferiori ai 350 barg (per esempio quando il tank da rifornire è a pressioni più basse di 200 barg o quando è quasi vuoto) e quindi di utilizzare una capienza maggiore dei suddetti stoccaggi.

Si considera in fase preliminare un sistema formato da 3 “livelli”, ogni livello operante a pressioni diverse, in modalità tale, come spiegato prima, di ottimizzare il flusso di idrogeno.

In figura è mostrato un esempio del funzionamento di questo pannello: lo scenario presentato in figura è solo dimostrativo, necessario ad una spiegazione del funzionamento di tale pannello; ciò significa che pressioni residue, velocità, capienze e quantità di veicoli sono solo a scopo dimostrativo.

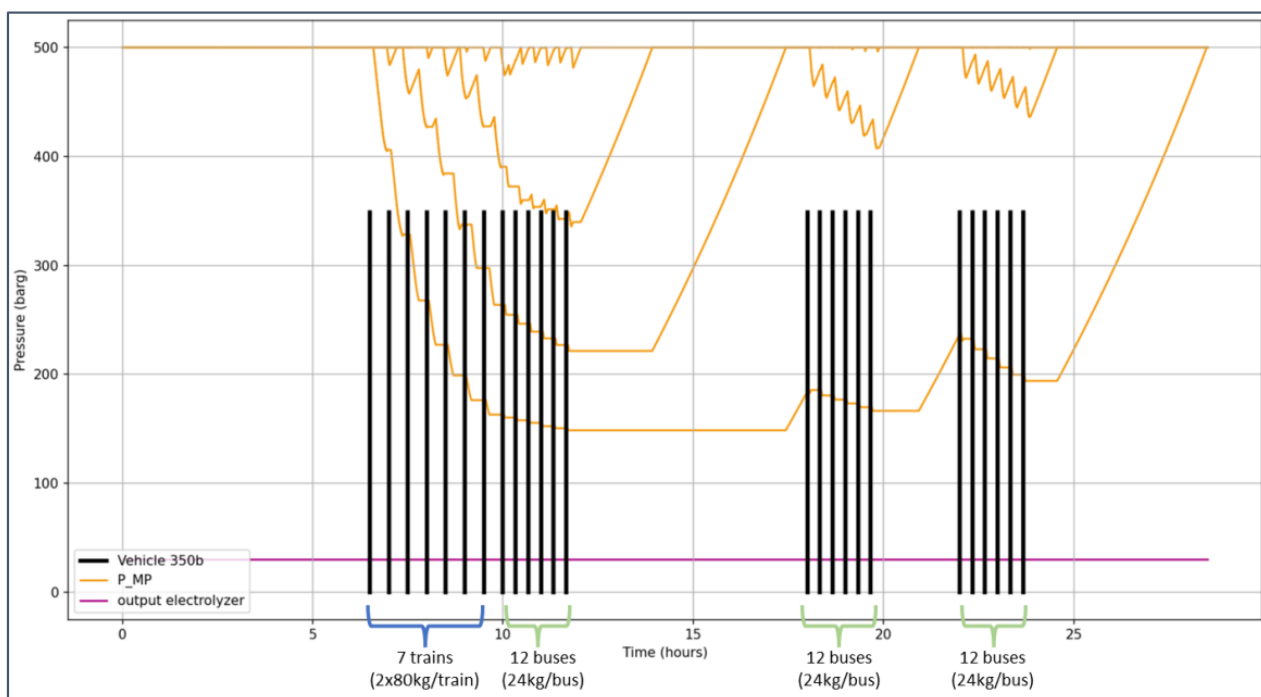


Figura 24. Analisi (esemplificativa) del funzionamento del Priority Panel.

Pertanto, a seconda della pressione residua nello stoccaggio e di quella richiesta dal tank del veicolo, il pannello di controllo sarà in grado di switchare il serbatoio di stoccaggio (a seconda dei range prefissati dai livelli “cascata”) ottimizzando la portata di idrogeno in uscita dallo stoccaggio fisso: a stoccaggio pieno, l’idrogeno fluirà da 500 bar fino al tank del veicolo, ciò comporta una diminuzione della pressione residua del livello “cascata” associato allo stoccaggio fisso. Il pannello permetterà quindi uno switch automatico con il secondo livello di pressione, a pressione residua superiore, per

completare lo stoccaggio. In generale verrà data priorità all'erogazione dell'idrogeno dal "livello" a pressione residuo inferiore.

Il livello di pressione residuo nello stoccaggio verrà normalmente ripristinato dal funzionamento di elettrolizzatore e compressore.

Il *priority panel*, anche se collegato direttamente al sistema di erogazione idrogeno, sarà disposto in zona limitrofa al sistema di stoccaggio fisso.

### **11.5. Erogazione treni**

Dalla linea di distribuzione idrogeno in uscita dallo stoccaggio, è prevista una diramazione verso la zona di rifornimento treni nel Lotto 2. La distribuzione dell'idrogeno verso zona ferroviaria avverrà tramite due linee di tubing, preliminarmente dimensionato con un diametro esterno da 1", per poter permettere l'erogazione in parallelo di due manichette di rifornimento idrogeno.

L'erogazione idrogeno avverrà tramite appositi dispenser, di tipologia H35-HF (pressione di rifornimento pari a 35 Mpa, ovvero 350 bar, con dispositivi che permettono un flusso *High Flow*), forniti da venditore specializzato.

La richiesta della stazione appaltante consiste infatti nell'ottemperare all'erogazione in modalità "*High Flow*" per il rifornimento completo di un convoglio ferroviario in circa 30 minuti tramite erogazione attraverso due *nozzles* in parallelo.

Tipicamente, un flusso in condizioni "*High Flow*" consente una portata di picco pari a 7,2 kg/min (120 g/s) di idrogeno. Per permettere quindi l'erogazione di una doppia portata di idrogeno (pari quindi a 14,4 kg/min o 240 g/s di idrogeno in condizioni di picco, definibile perciò come "caso dimensionante" per il design della linea idrogeno) è stato necessario dividere il flusso in due correnti separate che fluiranno in due condotte parallele da 1".

In generale, la rete di distribuzione dispenser ad uso ferroviario sarà progettata quindi per permettere il rifornimento di un treno, attraverso un solo dispenser, con doppia possibilità di erogazione (due flessibili/manichette per la distribuzione). Si prevede quindi la possibilità di accedere ad una distribuzione dell'idrogeno in modalità "*Back to Back*", ovvero permettere il rifornimento di due convogli in serie: mentre si effettua il rifornimento di una locomotiva, l'altra dovrà essere parcheggiata e preparata al processo di *refueling*. Dopo che la prima locomotiva avrà finito, la seconda potrà accedere al sistema di rifornimento e procedere con l'erogazione subito dopo.

#### **11.5.1. Unità di Chilling per Treni**

Per erogazioni di veicoli pesanti con serbatoi d'idrogeno operanti a 350 barg, in particolare per quanto concerne i treni ad alimentazione idrogeno (tuttora in fase di sperimentazione e con pochi esempi applicativi nel mondo) ancora non sono stati elaborati protocolli di raffreddamento internazionali e quindi è stata effettuata un'analisi di mercato presso i fornitori principali di sistemi di rifornimento a livello Europeo, in virtù delle soluzioni di mercato che potessero ottemperare al reale fabbisogno della stazione di rifornimento.

Sulla base dei riscontri ricevuti da questi fornitori, si è ritenuto di considerare che la modalità di rifornimento a -30 °C (*T30 protocol*) non fosse lo standard di mercato per queste applicazioni. Perciò è stato selezionato, in accordo con la stazione appaltante, un protocollo più "standard" T20 (che permette un picco di refrigerazione fino a -20 °C), che attualmente sembra essere lo standard di mercato; tale protocollo ovviamente consente il corretto rifornimento di idrogeno H35 di tipologia High Flow rispettando i tempi di rifornimento richiesti.

Per il rifornimento dei treni, che hanno un serbatoio di circa 320 kg (due serbatoi da 160 kg ciascuno), è stato considerato quindi un rifornimento con protocollo di raffreddamento T20 (-20°C).

Sono stati previsti due *chillers* (*EDO-IMP-IH2-PCK-008\_A\_chiller\_treni* e *EDO-IMP-IH2-PCK-009\_B\_chiller\_treni*) che attraverso l'uso di un fluido refrigerante e uno scambiatore di calore, consentono il raffreddamento a -20°C dell'idrogeno per il rifornimento dei treni.

È stata stimata una potenza di circa 230 kW (installati) per ogni *chiller*.

Le principali caratteristiche di ogni unità sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 22. Parametri dimensionanti del gruppo frigo (chiller) per treni.**

ITEM	VALORE	UNITA'
Quantità	2 (VTA)	-
Portata in ingresso (massima)	7,2	kg/min
Pressione di design	VTA	barg
Temperatura ingresso idrogeno (Massima)	45	°C
Temperatura uscita idrogeno	-20*	°C
Potenza stimata assorbita	180	kW
Potenza termica stimata	200 (VTA)	kWt
Fluido refrigerante	CO2 supercritica	
Temperatura aria esterna per Back cooling***	36	°C

\* La temperatura di uscita dell'idrogeno dal Chiller sarà conforma al protocollo di rifornimento T20 della relativa normativa SAE.

\*\* Il dato è preliminare e sarà da confermare o modificare con il venditore selezionato. Generalmente le perdite di carico di questa tipologia di scambiatori sono trascurabili.

\*\*\* Riferimento nella relazione "*B35Db001IT02R0\_Relazione tecnica specialistica-Basi di progetto*".

La quantità e le caratteristiche tecniche e prestazionali dei *chillers* saranno finalizzate nella successiva fase dell'ingegneria esecutiva, visto l'elevato contenuto tecnologico richiesto da tali apparecchiature.

I Chiller saranno dotati di un sistema di controllo che permetta il controllo della temperatura di raffreddamento.

In figura è mostrato il container che, in prima analisi, conterrà l'intero sistema di *chilling* per le correnti di idrogeno ad uso ferroviario. Il sistema, come prescritto dai fornitori, sarà posizionato nei pressi dei distributori, per ottimizzare il controllo dinamico della temperatura del fluido refrigerante.





**Figura 25. Esempio di unità chiller T20 per il raffreddamento di 120 g/s di H<sub>2</sub>.**

Il raffreddamento dell'idrogeno avverrà tramite uno scambiatore del tipo “printed circuit heat exchangers” (es. diffusion bonded PHE), tipologia particolare di scambiatore che permette un raffreddamento diretto dell'idrogeno tramite il fluido refrigerante, optando per dimensioni molto ridotte. Questo scambiatore sarà inserito direttamente nel dispenser, a cui saranno collegati i tubi di mandata e di ritorno del fluido refrigerante. In figura è presentato il tipico scambiatore descritto in precedenza.



**Figura 26. Esempio tipico di “printed circuit heat exchangers”.**

### **11.5.2. Dispenser H<sub>2</sub> per Treni**

Il sistema di erogazione dell'idrogeno sarà quindi distinto in due diverse unità, che, come anticipato nel precedente capitolo, non lavoreranno in parallelo.

Entrambe le unità di erogazione saranno conformi alle attuali normative e certificazioni richieste per la distribuzione di idrogeno gassoso in pressione.

La rete di distribuzione dei dispenser sarà costituita da due dispenser a doppia manichetta per l'erogazione di idrogeno gassoso a 350 barg per veicoli ferroviari (*EDO-IMP-IH2-PCK-011\_A\_dispenser\_treni* e *EDO-IMP-IH2-PCK-012\_B\_dispenser\_treni*). Tali dispenser avranno:

- Tutti i dispositivi di sicurezza per garantire un funzionamento sicuro dell'impianto, comprendenti ma non limitati a: sistemi di rilevamento perdite interne, pulsante di spegnimento di emergenza (*ESD push button*) e collegamento al sistema ESD dell'impianto.
- Sistemi di monitoraggio pressione all'interno degli ugelli di ogni manichetta, che possano fermare l'erogazione di idrogeno nello scenario di sovrappressione all'interno della manichetta.
- Sistemi di controllo della temperatura del gas in uscita dagli ugelli di ogni manichetta, che possano intervenire per fermare l'erogazione di idrogeno nello scenario la temperatura sia superiore ai limiti di sicurezza.
- Sistemi di monitoraggio vibrazioni, che possano intervenire nel caso sia superato il limite massimo e portare il distributore nello stato di ESD. La presenza di tale sistema sarà comunque confermata o eliminata sulla base del fornitore selezionato.
- Misuratore massico di portata di idrogeno erogata di tipologia Coriolis con certificazione metrologica OIML.

L'erogatore avrà consumi di energia trascurabili e utilizzerà Azoto o Aria strumenti per attivare le valvole interne e inertizzare il sistema, nel normale funzionamento operativo. Se il distributore è in stand by non sono previsti consumi relativi ad Azoto/ Aria strumenti. Per i consumi preliminari si rimanda all'elaborato "*B35Dr003VV02R0\_Lista-Consumi (utilities)*".

Nella seguente tabella sono inseriti i principali parametri di dimensionamento dei dispenser per mezzi rotabili *EDO-IMP-IH2-PCK-011\_A\_dispenser\_treni* e *EDO-IMP-IH2-PCK-012\_B\_dispenser\_treni*.

**Tabella 23. Parametri dimensionamento principali del dispenser per uso ferroviario.**

ITEM	VALORE	UNITA'
Numero dispenser	2	-
Numero erogatori	2	Per dispenser
Numero massimo erogazioni in contemporanea	2	-
Temperatura di erogazione	-20	°C
Portata massima (per erogatore)	7,2	kg/min
Pressione di erogazione	350	barg
Pressione di Design	550	barg

ITEM	VALORE	UNITA'
Pressione dell'idrogeno in ingresso (allo scambiatore)	500	bar
Pressione dell'idrogeno in uscita (allo scambiatore)*	499 (VTA)	bar

\* La pressione in uscita dallo scambiatore è un dato preliminare, da confermare sulla base del fornitore selezionato dello scambiatore di calore. Generalmente, scambiatori della tipologia mostrata nel paragrafo precedente hanno basse perdite di carico.

In figura è mostrato il tipico arrangiamento di un dispenser a doppia manichetta (o dual dispenser) di tipologia *High Flow* per rifornimenti H35.



Figura 27. Esempio tipico di un “dual dispenser”.

I dispenser per utilizzo ferroviario saranno equipaggiati con ricevitori ad infrarossi al fine di stabilire un rifornimento cosiddetto "con comunicazione" in accordo alla norma SAE J2799.

L'uso della comunicazione unidirezionale “veicolo-->stazione” migliora il processo di rifornimento, fornendo informazioni sul CHSS (Compressed Hydrogen Storage System) in fase di rifornimento, che altrimenti l'erogatore non conoscerebbe, come la pressione nominale di esercizio del CHSS (ad es. H35), il volume, la pressione del gas e la temperatura del gas nel CHSS.

Fornisce inoltre un segnale di comando di rifornimento, che informa l'erogatore se è "ok per il rifornimento" o se il rifornimento deve essere interrotto. Sebbene ciò consenta al veicolo di monitorare il processo di rifornimento e di integrare il funzionamento della stazione con un livello secondario di controllo, questi dati non vengono utilizzati per il controllo primario del processo di rifornimento che resta a carico della stazione, poiché non è stato stabilito un requisito di affidabilità (ASIL/SIL) per le misurazioni dei dati del veicolo e per il collegamento di comunicazione.

Oltre al sistema di controllo interno al dispenser, questi saranno equipaggiati con sistemi di sicurezza verso sovrappressione attraverso PSV (Pressure safety valve): questi sistemi permettono quindi di proteggere il dispenser in scenari di sovrappressione di parti/componenti del dispenser stesso. Tale requisito è quindi in accordo alla ISO 19880-1 2020.

In generale non è prevista l'attività di erogazione idrogeno per mezzi ferroviari durante le ore di attività del mercato come richiesto dalla stazione appaltante.

### **11.6. Baie di carico/scarico**

Per poter trasferire l'idrogeno dai carri bombolai all'impianto di produzione idrogeno, è stato previsto un sistema denominato *"Loading and unloading Bay"* (EDO-IMP-IH2-PCK-005\_carro\_bombolaio). Tale sistema sarà composto da tutti i componenti ed accessori tra cui piping, valvole, trasmettitori di pressione e dedicati, regolatori di pressione, indicatori di portata e sistemi di rilevamento idrogeno, necessari a garantire la massima flessibilità e sicurezza nei processi di scarico e carico idrogeno dai carri bombole (tube trailers).

Il sistema è stato dimensionato al fine di garantire un flusso di idrogeno da/verso i trailer: sarà prevista una baia in cui potrà sostare il carro bombolaio. Sarà prevista la predisposizione per una futura implementazione di una seconda baia di carico/scarico.

La presenza di sistemi di scarico idrogeno è relativamente importante. Grazie alla presenza di tale sistema potrà essere garantito il funzionamento del sistema di rifornimento dei mezzi rotabili anche in periodi di manutenzione dell'elettrolizzatore.

## **12. SCARICO REFLUI**

### **12.1. Riutilizzo e smaltimento del rigettato Osmotico**

Come definito nella precedente sezione dedicata all'elettrolizzatore, *"Elettrolizzatore"*, l'elettrolizzatore è fornito direttamente con un modulo di ingresso acqua potabile e depurazione della stessa, tramite processi di Osmosi inversa.

Il modulo di Osmosi inversa ha quindi il compito di rimuovere quanti più sali possibile dall'alimentazione d'acqua in entrata all'elettrolizzatore. Di conseguenza, i Sali in eccesso presenti nell'acqua potabile vengono concentrati nella corrente di scarto chiamata *"rigettato"*.

Il rigettato è normalmente il 25%/30% circa dell'acqua alimentata al modulo di Osmosi Inversa, e presenta una concentrazione totale dei Sali pari a circa 4 volte quella dell'alimentazione. Ciò significa che il 70/75% dell'acqua alimentata al sistema entra nel modulo di elettrolisi dopo essere stata depurata dalla gran parte dei Sali presenti, mentre un 25%/30% fuoriesce dal package dell'elettrolizzatore come sottoprodotto. Tipicamente, dati i consumi riportati dai fornitori delle package elettrolitiche, si può stimare che il consumo idrico all'elettrolizzatore sia pari a circa 1090 kg/h di acqua (vedere elaborato *"B35Dr001VV02R0\_Tabella-Bilancio di materia ed energia a condizioni stazionarie e nominali"*) e che parte di questo venga rigettato dal trattamento acque come ritentato. Ai fini di un dimensionamento conservativo è stata calcolata una portata di ritentato pari a circa 370 kg/h. La portata sarà da confermare con il fornitore di elettrolizzatore scelto, ma in generale questa dipenderà dalla qualità dell'acqua che arriva all'elettrolizzatore: un'acqua che ha ottime caratteristiche avrà percentuali di rigettato inferiori rispetto ad un'acqua che presenta caratteristiche chimico-fisiche di qualità inferiore.

Un'altra corrente di acqua scaricata dalla *package* degli elettrolizzatori è quella di condensa proveniente dal dryer dell'idrogeno. Questa corrente, di portata pari a circa 8 kg/h (probabilmente inferiore), risulta essere acqua praticamente pura.

Come presentato in fase di gara, è stato progettato un sistema di riutilizzo dello scarto osmotico sulla base dei consumi idrico/sanitari previsti nell'impianto.

L'acqua uscente dall'elettrolizzatore verrà convogliata in un serbatoio interrato con un volume di circa 2.000 litri (*EDO-IMP-IH2-REC-001\_serbatoio\_ricevitore\_osmotico*). Questo serbatoio avrà il compito di fornire l'acqua primaria necessaria ai fini irrigui dell'impianto, ai servizi sanitari, ad esclusione di quelli corrispondenti a lavabi e docce, e potrà essere utilizzata per il lavaggio dei piazzali dell'impianto. La linea di distribuzione del ritentato dal pozzo sarà mantenuta in pressione da due pompe ad immersione (*EDO-IMP-IH2-POM-001\_A\_pompa\_rilancio\_ritentato* e *EDO-IMP-IH2-POM-001\_B\_pompa\_rilancio\_ritentato*), di cui una sarà *spare* all'altra (si prevede il suo posizionamento nel magazzino d'impianto) in modo da garantire una rapida sostituzione nel caso la prima dovesse fallire.

Tramite questo circuito si prevede di poter soddisfare il fabbisogno giornaliero di risorse idrico/sanitarie per l'intero l'impianto. In particolare, tale acqua verrà utilizzata per l'irrigazione delle aree verdi e per gli scarichi dei WC.

Il serbatoio del ritentato osmotico sarà gestito con un "troppo pieno": arrivato a riempimento, il serbatoio scaricherà verso il pozzetto locale più vicino ad esso per gravità, per il successivo scarico in vasca di laminazione.

## **12.2. Funzionamento e specifiche del serbatoio osmotico REC-001**

È prevista l'installazione di un serbatoio in materiale plastico da interro, di capacità netta di 2020 l, composto essenzialmente da una tubazione in entrata e una in uscita, una pompa sommersa di potenza nominale 0,55 kW e interruttori a galleggiante.

Il serbatoio avrà la funzione di accumulo di parte del rigettato osmotico prodotto dall'elettrolizzatore. Il principio di funzionamento del serbatoio è sinteticamente descritto come segue:

- Il rigettato osmotico (circa 370 kg/h, da confermare sulla base del fornitore della *package* elettrolitica scelto) entra nel serbatoio attraverso la tubazione di ingresso dello stesso.
- Il serbatoio sarà quindi dotato di 2 soglie di livello che permetteranno i seguenti scenari:
  1. Livello L0 (livello bassissimo). La pompa sommersa si spegne e il ritentato entra nel serbatoio accumulandosi.
  2. Livello L1 (livello alto). Raggiunta la massima altezza del fluido all'interno del tank, verrà aperta la valvola automatica che controlla la linea di immissione diretta al pozzetto di raccolta acque, in modo da scaricare direttamente il rigettato in eccesso.
  3. Livello L2 (livello basso). Raggiunto un livello basso che consenta però di alimentare a sufficienza i servizi ausiliari e mantenere il sistema in pressione, la valvola automatica che controlla la linea di immissione diretta in fogna verrà richiusa.
- La pressione di mandata della pompa verrà controllata attraverso un controllore di pressione (o un "pressure switch") che spegnerà o accenderà la pompa per mantenere il circuito sempre in pressione e pronto per alimentare i vari utilizzatori. L'uso di un'autoclave per regolarizzare la pressione verrà meglio analizzato nella fase esecutiva.
- Attraverso tali controlli (livello e pressione), la rete idrico/sanitaria e irrigua potrà utilizzare l'acqua di scarico prodotta dall'elettrolizzatore per minimizzare l'impatto idrico dell'impianto e massimizzarne quindi il risparmio idrico.

- Il serbatoio è anche dotato di un troppo pieno che assicurerà lo scarico del ritentato in pozzetto raccolta acque anche in caso di malfunzionamento della pompa o dei controlli di livello.

I valori di soglia dei livelli saranno definiti in fase di progettazione esecutiva, sulla base delle reali dimensioni del serbatoio e della portata di rigettato prevista.

La pompa sommersa è stata preliminarmente progettata con una portata pari a 60 l/min e di potenza pari a 0,4 kW (0,55 kW installati) sulla base del seguente calcolo preliminare.

Il calcolo della potenza di una pompa di tipologia centrifuga è quindi riconducibile alla seguente:

$$P [W] = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q / \eta = 400 W$$

Dove:

$g$ = accelerazione di gravità ( $m/s^2$ );

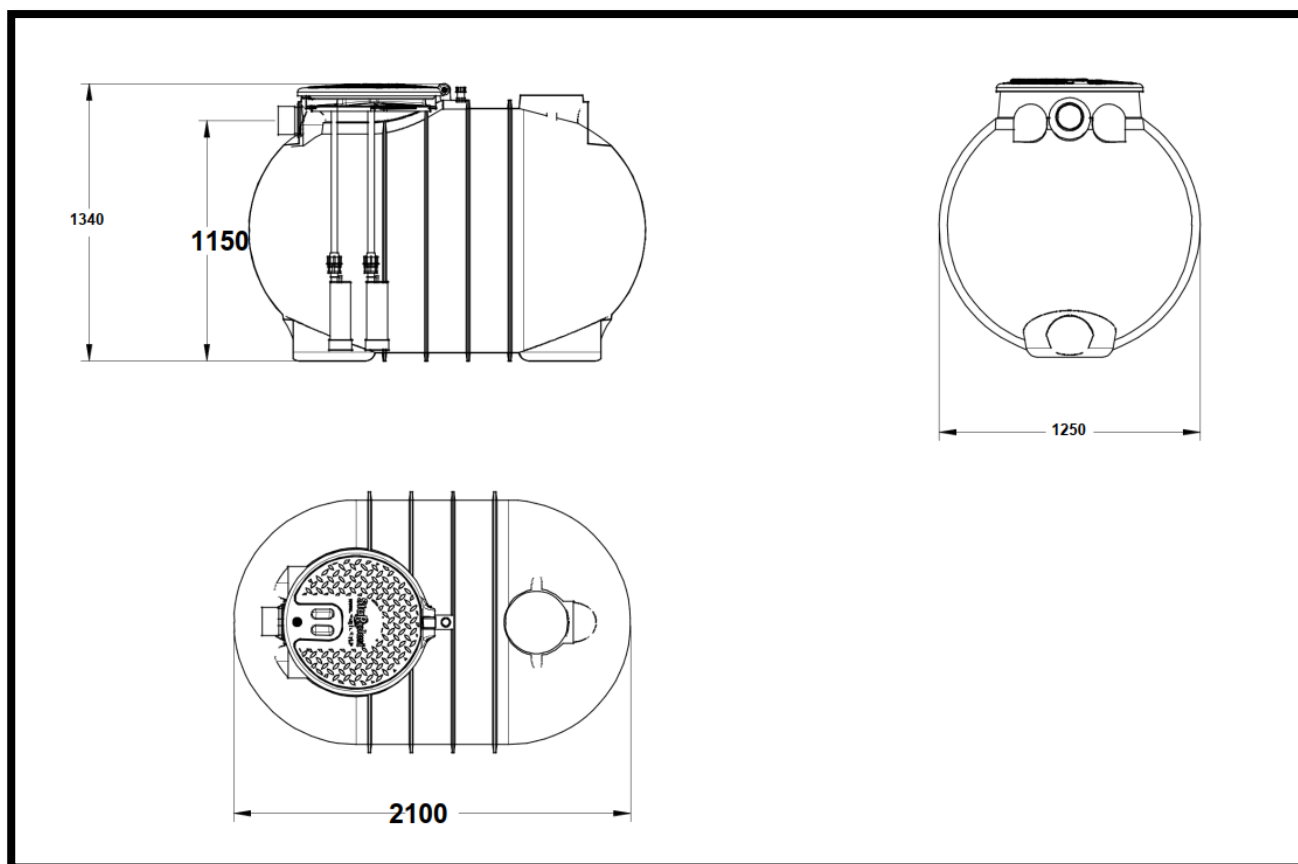
$H$ = la prevalenza richiesta (m), pari a 25 m preliminari;

$Q$ = la portata volumetrica ( $m^3/s$ );

$\rho$ = la densità del fluido ( $kg/m^3$ );

$\eta$ = l'efficienza globale stimata.

Nella seguente figura sono riportate le dimensioni di massima dell'apparecchiatura e una tipica immagine rappresentativa del serbatoio interrato e della pompa sommersa.



**Figura 28. Dimensioni preliminari serbatoio osmotico**





Figura 29. Immagine preliminare del serbatoio osmotico

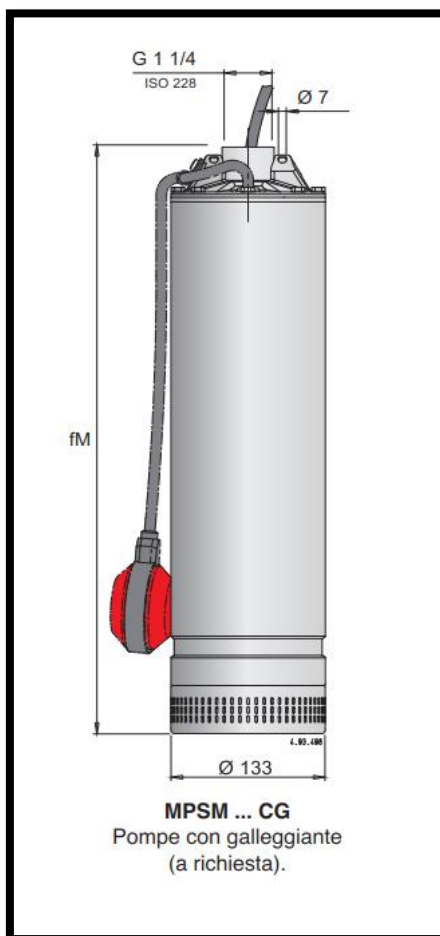


Figura 30. Tipica pompa sommersa.

### **12.3. Trattamento e smaltimento Acque Meteoriche**

Il riferimento normativo per il trattamento delle acque di prima pioggia è il Regolamento Regionale 24 marzo 2006, "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26."

L'art. 3 comma 1 del suddetto Regolamento recita "La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia sono soggetti alle disposizioni del presente regolamento qualora tali acque provengano:

- a) da superfici scolanti di estensione superiore a 2.000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde, costituenti pertinenze di edifici ed installazioni in cui si svolgono le seguenti attività:
  - a. industria petrolifera;
  - b. industrie chimiche;
  - c. trattamento e rivestimento dei metalli;
  - d. concia e tintura delle pelli e del cuoio;
  - e. produzione della pasta carta, della carta e del cartone;
  - f. produzione di pneumatici;
  - g. aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio di fibre tessili;
  - h. produzione di calcestruzzo;
  - i. aree intermodali;
  - j. autofficine;
  - k. carrozzerie;
- a) dalle superfici scolanti costituenti pertinenza di edifici ed installazioni in cui sono svolte le attività di deposito di rifiuti, centro di raccolta e/o trasformazione degli stessi, deposito di rottami e deposito di veicoli destinati alla demolizione;
- b) dalle superfici scolanti destinate al carico e alla distribuzione dei carburanti ed operazioni connesse e complementari nei punti di vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli;
- c) dalle superfici scolanti specificamente o anche saltuariamente destinate al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999."

L'art.2 comma 1 definisce:

"evento meteorico" una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichi o che si susseguano a di-stanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento;

"acque di prima pioggia" quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.

Ai fini del dimensionamento delle portate, "la rete deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona, e comunque quanto meno assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti" (art. 5 comma 3).

L'art. 5 comma 2 del Regolamento recita "Le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio, che siano da recapitare in corpo d'acqua superficiale ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, devono essere avviate ad apposite vasche di raccolta a perfetta tenuta, dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante (di seguito vasche di prima pioggia)."

### **12.3.1. Dimensionamento degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia**

Secondo quanto esposto in precedenza, le acque di prima pioggia provenienti dalle viabilità e dai posteggi vengono sottoposte a trattamento prima di essere recapitate nel sottosuolo per infiltrazione nei bacini di laminazione Nord e Sud.

I volumi delle acque di prima pioggia afferenti a ciascun impianto sono pari a 5 mm per la superficie scolante, ossia:

Bacino	Area scolante (m <sup>2</sup> )	Volume prima pioggia (m <sup>3</sup> )	Portata prima pioggia (l/s)
Nord	3390	16.95	18.83
Sud	3665	18.325	20.36

L'impianto è costituito da un pozzetto di bypass a monte, in cui si separano le acque di prima pioggia avviate a trattamento da quelle di seconda pioggia che vanno al ricettore finale.

Passato il bypass, le acque di prima pioggia vengono raccolte in una vasca di accumulo che da normativa deve avere un volume pari a 50 m<sup>3</sup> per ettaro scolante.

I volumi delle due vasche di accumulo sono riportati in tabella.

Bacino	Area scolante (m <sup>2</sup> )	Area scolante (ha)	Volume vasca accumulo (m <sup>3</sup> )
Nord	3390	0.339	16.95
Sud	3665	0.3665	18.325

Dalla vasca di accumulo, per sollevamento meccanico le acque di prima pioggia sono avviate a un pozzetto sfangatore/disoleatore dove vengono rimosse le frazioni pesanti e leggere del carico inquinante.

L'elettropompa ha una portata di 1.5 l/s, da normativa si deve effettuare lo svuotamento della sezione di accumulo entro le 96 ore che separano due eventi meteorici.

Il calcolo del tempo di svuotamento è riportato nella tabella seguente.

Bacino	Volume vasca m2	Portata di sollevamento (l/s)	Tempo di svuotamento (h)
Nord	16.95	1.5	3.14
Sud	18.325	1.5	3.39

Dopo il trattamento le acque di prima pioggia si ricongiungono con le acque di seconda pioggia e vanno al bacino di laminazione.

### **13. GAS AUSILIARI**

L'impianto sarà dotato di una rete distribuzione gas tecnici.

#### **13.1. Azoto**

L'azoto necessario alle operazioni di flussaggio e inertizzazione degli equipment di processo sarà garantito tramite un sistema di pacchi bombole con pressione operativa di 200 barg nella zona del Lotto 1 (stimati preliminarmente 4 pacchi bombole) e nella zona di rifornimento ferroviario (stimati 2 pacchi bombole). I consumi sono riportati nell'elaborato "*B35Dr003VV02R0\_Lista-Consumi (utilities)*", con fluido di riferimento Azoto.

L'azoto sarà utilizzato principalmente per le operazioni di Shut-down dell'impianto. Lo spegnimento dell'impianto richiede l'inertizzazione di alcuni equipments di processo, in particolare degli stack dell'elettrolizzatore (*EDO-IMP-IH2-PCK-002\_elettrolizzatore*). Altri consumi sono previsti per l'inertizzazione dello stoccaggio fisso ad alta pressione (*EDO-IMP-IH2-PCK-007\_stoccaggio\_H2\_alta\_pressione*) e del buffer a bassa pressione dell'idrogeno (*EDO-IMP-IH2-REC-002\_buffer\_idrogeno*). Tali equipments dovranno, infatti, essere svuotati dell'idrogeno presente e riempiti con gas inerte, fino a raggiungere un volume d'idrogeno inferiore al 2,6% (valore preliminare), rispettando ampiamente il limite inferiore di infiammabilità dell'idrogeno in aria pari al 4% in volume.

Lo stoccaggio di azoto gassoso sarà opportunamente dimensionato nella successiva fase al fine di garantire le corrette operazioni di impianto, sia in avviamento che in sospensione, sulla base dei consumi dichiarati dai fornitori dell'attrezzatura tecnologica.

#### **13.2. Aria Impianto e Aria Strumenti**

Il sistema di produzione aria strumenti sarà dimensionato successivamente sulla base della richiesta esplicitata dai vari fornitori dell'impianto e sulla base degli item di processo (valvole) che saranno identificate nella successiva fase di progetto esecutivo. Il consumo preliminare è stato stimato dalle informazioni ricevute dai fornitori dei package d'impianto ed è riportato nell'elaborato "*B35Dr003VV02R0\_Lista-Consumi (utilities)*".

Il sistema di generazione aria strumenti e aria impianto (*EDO-IMP-IH2-PCK-018\_aria\_strumenti*) sarà composto da:

- Un gruppo di pre-filtrazione dell'aria in ingresso;
- Un gruppo di compressione aria (in configurazione 2X100%, probabilmente "a secco" di tipo a vite);
- Un sistema di essiccamento dell'aria compressa (in configurazione 2X100%);
- Un serbatoio di accumulo aria impianto;
- Un serbatoio di accumulo aria strumenti.

In tabella sono riassunte le caratteristiche principali della package. Si sottolinea che le informazioni potranno differire da quelle finali, sulla base degli effettivi consumi richiesti dalle singole apparecchiature di processo.

**Tabella 24. Caratteristiche tecniche package di produzione aria impianto/strumenti.**

ITEM	VALORE	UNITA'
Pressione operativa	7.5	barg
Pressione operativa (min)	4.5	barg
Pressione operativa (max)	8.5	barg
Pressione di design	10.5	barg
Aria strumenti	135	Nm <sup>3</sup> /h
Classe Aria (ISO 8573-1)	Classe 2	
Temperatura dell'aria in uscita (max)	50	°C
Temperatura di design	70	°C
Dew Point	-40*	°C
Ricevitore aria umida	500/1000	l
Ricevitore aria secca	4000	l

*\*Il Dew Point potrà essere differente. Generalmente si imposta almeno di 10°C inferiore alla minima ambientale.*

Il sistema di produzione aria e in generale le sue caratteristiche prestazionali (come portata, volume dei vessel di accumulo e pressione di mandata) saranno successivamente confermate e/o modificate sulla base dei necessari consumi di aria strumenti delle packages d'impianto.

## 14. MATERIALI DA COSTRUZIONE IMPIANTI MECCANICI

### 14.1. Generalità e tempo di vita utile

L'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno verde si basa su design ad approccio industriale ove sono esaminati gli aspetti chimici e chimico-fisici definiti dalla sequenza delle operazioni di generazione, trasformazione e trasporto dell'idrogeno compresso.

Su tali presupposti e sulla base di bilanci di materia ed energia vengono prese in considerazione tutte le variabili che hanno influenza sulla qualità, la durevolezza e la tipologia delle sostanze coinvolte che nella fattispecie sono acqua potabile, idrogeno gassoso, ossigeno gassoso e acque provenienti dalla filtrazione ad osmosi inversa facente parte del processo di generazione idrogeno, parametri quali ad esempio temperature e pressioni di esercizio, stato fisico, condizioni ambientali che hanno un'influenza sulla selezione di materiali adeguati. Per ulteriori informazioni si rimanda all'elaborato "B35Db001IT02R0\_Relazione tecnica specialistica-Basi di progetto".

Oltre a ciò, altri fluidi per i servizi ausiliari di impianto (utilità d'impianto) sono aria compressa, azoto e gasolio per gruppo generatore di emergenza e motopompa antincendio. Essi, seppur più diffusamente e tradizionalmente trattati, richiedono la giusta attenzione per assicurare la dovuta durevolezza di sistemi, componenti e circuiti.

In generale il design dell'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione idrogeno e dei suoi servizi ausiliari si basa su un "tempo di vita utile" pari a 20 anni; tuttavia, è opportuno fare le seguenti precisazioni in quanto alcune apparecchiature hanno limiti tecnologici basati non solo su aspetti legati all'usura e a eventuali fenomeni corrosivi ma anche su ulteriori parametri:

- STACK ELETTROLIZZATORE che, essendo un'apparecchiatura elettrochimica, non può assicurare in media più di 80000 ore di funzionamento. Gli stacks, infatti, dovranno essere cambiati dopo questo arco di tempo.
- RECIPIENTI PER LO STOCCAGGIO IDROGENO ALTA PRESSIONE; ciascun recipiente in acciaio al cromo-molibdeno subendo frequenti ciclicità nel processo di riempimento e svuotamento ("alta e bassa pressione") dovrà essere monitorato per verificare la sua integrità meccanica e la vita utile residua. Ad esempio, se si considerano cicli di riempimento e svuotamento tra i 495 bar e i 190 bar, un recipiente senza giunti saldati può sopportare circa 4600 cicli.

In generale, per l'impianto idrogeno verde di Edolo sono stati selezionati i seguenti materiali per gli impianti tecnologici:

**Tabella 25. Materiali impianti tecnologici.**

SERVIZIO	MATERIALE
Acqua di alimento elettrolizzatore Aria compressa per strumenti Azoto compresso	Acciaio al carbonio zincato
Acqua antincendio (fuori terra) Acque ritentato elettrolizzatore (fuori terra)	Acciaio al carbonio con 3 mm di sovrappessore di corrosione
Acqua antincendio e reflui (interrati)	Polietilene Alta Densità (PEAD o HDPE)
Idrogeno bassa pressione e sfiati ossigeno e idrogeno	Acciaio inossidabile tipo AISI 316/316L in forma di tubazioni trafilate per il trasporto e di prodotti laminati per serbatoi in pressione

SERVIZIO	MATERIALE
Idrogeno alta pressione (>200 bar)	Acciaio inossidabile tipo AISI 316/316L in forma di tubing ricotto per le tubazioni di trasporto e Acciaio al Cromo-Molibdeno (cosidetto "type I") senza saldature (cosidetto "seamless") per recipienti di stoccaggio ad alta pressione

Per i materiali da interro, come le tubazioni per gli anelli antincendio e le acque reflue ove presenti si adottano tubazioni in PEAD (o in inglese HDPE) ossia in polietilene alta densità; alcuni tra i vantaggi sono i seguenti:

- *facilità di installazione e manutenzione:* I tubi in polietilene possono essere facilmente movimentati ed installati grazie alla loro leggerezza e flessibilità, con la conseguente riduzione dei costi gestionali. Possono inoltre essere realizzate curve di ampio raggio e le installazioni possono interessare anche aree instabili grazie alla particolare capacità del polietilene di assorbire vibrazioni e sollecitazioni;
- *ridotte perdite di carico:* La superficie estremamente liscia (coefficiente di scabrezza  $K=0,01$  per tubi fino a 200 mm di diametro e 0,05 per i diametri superiori) impedisce la formazione di incrostazioni, assicurando una portata maggiore a parità di diametro rispetto alle condotte in acciaio ed eliminando la necessità delle operazioni di pulizia;
- *elevata tenacità.* L'utilizzo del polietilene conferisce alla condotta una buona resistenza agli urti anche alle basse temperature. La viscoelasticità del materiale comporta, inoltre, una notevole riduzione dell'effetto dei colpi d'ariete e degli sforzi indotti dalle attività di posa e dalle sollecitazioni del terreno;
- *elevata resistenza alla corrosione.* L'inerzia chimica del polietilene ne rende possibile l'impiego anche in terreni aggressivi e in presenza di correnti vaganti senza riduzioni dello spessore di parete. Al tempo stesso, il polietilene presenta un'elevata resistenza ai fenomeni di degrado provocati dall'attacco di microorganismi;
- *resistenza agli agenti atmosferici.* Il contenuto di nero di carbonio nei tubi neri o di specifici stabilizzanti nei tubi colorati garantisce la protezione verso le alterazioni dovute ai raggi ultravioletti, con la conseguente possibilità di stoccaggio anche all'aperto per lunghi periodi;
- *buona resistenza al gelo.* Sono mantenute le proprietà fino a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  per impieghi normali (a bassa temperatura il ghiaccio può provocare una deformazione della condotta che tuttavia riprenderà la sua forma iniziale senza rompersi dopo il disgelo);
- *vita utile di progetto elevata* fino anche a 50 anni. La durabilità di una tubazione realizzata in polietilene può essere prevista in fase progettuale come corrispondente ad almeno 50 anni.

## 14.2. Materiali in servizi Idrogeno

La prima considerazione, seppur apparentemente banale, è relativa proprio alla natura dell'idrogeno gassoso. Si tratta del gas più leggero conosciuto, che si miscela velocemente nell'aria. La molecola  $\text{H}_2$ , molto piccola rispetto a quella degli altri gas attualmente utilizzati, rende l'idrogeno un gas molto permeabile all'interno di un impianto, per questo può fuoriuscire con maggiore facilità da giunzioni, guarnizioni, ecc.

L'idrogeno, a livello metallurgico, è comunemente accompagnato dal problema dell'infragilimento dei materiali. In letteratura l'argomento è ampiamente trattato mentre a livello normativo l'argomento è coperto e affrontato, sebbene non ancora in maniera molto diffusa e comune. L'infragilimento dei materiali è necessariamente legato alla presenza di idrogeno atomico.



L'idrogeno gassoso è generalmente invece molecolare, per cui in condizioni non estreme non si creano condizioni critiche, che non possono però essere escluse in particolari condizioni di pressione e temperature. Tuttavia, via via a pressioni molto elevate (per esempio a pressioni di centinaia di atmosfere) l'idrogeno trova sempre più favorevoli le condizioni per dissociarsi sui "difetti" microscopici di superficie e dunque trova sempre più, seppur in maniera infinitesimale, le condizioni per diffondere attraverso i reticoli cristallini dell'acciaio non specificamente trattate. Pertanto, i "grossi" volumi per lo stoccaggio dell'idrogeno vengono realizzati con materiali in acciaio al cromo-molibdeno attraverso lavorazioni termo-meccaniche specifiche per questo tipo di applicazione in modo tale da contenere il più possibile tale fenomeno in conformità allo stato dell'arte della tecnica odierna e alle attuali norme di fabbricazione degli apparecchi a pressione idonei al servizio.

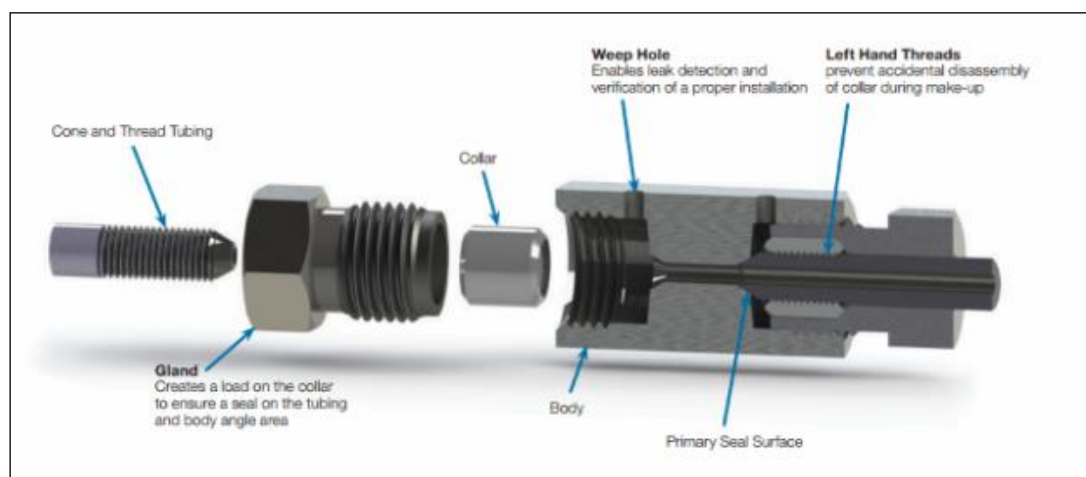
Per quanto concerne le tubazioni (piping) in servizio idrogeno il comitato ASME B31.12 ha sviluppato una normazione per il design, la fabbricazione, l'ispezione e il collaudo di tali sistemi di tubazioni ad idrogeno a pressioni relativamente modeste.

In aggiunta, per campi di pressione molto elevati, come nel caso dell'impianto idrogeno di Edolo nelle sezioni a valle della compressione dell'idrogeno prodotto e purificato, il fluido viene veicolato attraverso tubini (cosiddetto "tubing") che hanno un sistema di giunzione filettato speciale chiamato "cone & thread" per tenute di lunga superiori ai 1000 bar.

La giunzione filettata "cone & thread" per tubing di piccolo diametro (DN < 1.5 pollici) è ancor oggi, ma anche storicamente, ritenuta la connessione più appropriata al servizio, come dimostrato addirittura in campo sottomarino e spaziale.

Esso consiste in genere (a seconda del fabbricante) di 4 componenti:

- *Cono maschio (solitamente con inclinazione di 59°)*
- *Cono femmina (solitamente con inclinazione di 60°)*
- *Collare filettato*
- *Dado pressa-collare*



**Figura 31. Tipica giunzione "cone & thread".**

La combinazione di questi 4 componenti in acciaio inox, una volta sottoposti alla necessaria coppia di serraggio, garantisce una tenuta fortissima anche in condizioni di altissime pressioni con fluidi penetranti come l'idrogeno.

Infatti, poiché l'angolo del *cono maschio* è leggermente inferiore all'angolo del *cono femmina*, tale dissimilarità crea una linea di contatto tra le superfici combacianti. Il contatto iniziale tra i due coni ha una piccola area di contatto ma una volta sottoposto a serraggio tramite il dado pressa collare, questa sollecitazione di inserimento provoca un cedimento localizzato che amplia l'area di tenuta

abbastanza da supportare il carico applicato dal dado pressa-collare, consentendo alla connessione di sigillare efficacemente anche a pressioni estremamente alte. Un foro detto “weep hole” è di fabbrica presente nei manicotti di giunzione per ragioni di “sicurezza” e consente solamente al fluido di fuoriuscire nel caso in cui si dovessero raggiungere livelli di pressione che eccedono la pressione di progetto della tenuta doppio-conica.

Una volta completata la costruzione, la garanzia di un impianto nelle ottimali condizioni di servizio passa necessariamente all’adozione di un piano di controllo e ispezioni, finalizzato all’effettiva verifica dello stato dell’impianto al momento della messa in servizio e durante l’esercizio. All’interno del piano di controllo un ruolo particolare è da attribuire ai controlli non distruttivi. L’integrità dell’impianto deve essere verificata e garantita, oltre che per la funzionalità, per l’adeguatezza ad esercire in sicurezza con un gas come l’idrogeno. L’esecuzione delle prova di tenuta è sicuramente uno dei test tra i più importanti. Questo viene eseguito mettendo in pressione l’impianto e cercando, mediante appositi rilevatori, eventuali perdite. Il gas tracciante utilizzato è generalmente una miscela azoto-elio, il gas più leggero in natura dopo l’idrogeno, con la caratteristica di essere inerte e monoatomico.

### **14.3. Materiali selezionati per altri servizi**

Per l’edificio “Control room” assume particolare importanza:

- il rispetto della normativa che definisce la prestazione energetica dell’edificio ai sensi del Decreto interministeriale 26 giugno 2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici – ai sensi del quale l’edificio deve rientrare fra gli “edifici a energia quasi zero (NZEB, Nearly Zero-Energy Building). Per tale motivo verrà installata per la climatizzazione un’unità moto condensante da esterno, da 22,4 kW estivi ed invernali, ad elevato COP (5,64), SCOP pari a 4,69, EER = 4,099.
- il rispetto del requisito CAM 2.3.9, ai sensi del quale è previsto l’impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell’acqua. In particolare, tramite l’utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d’acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d’acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l’impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.”

## **15.IMPIANTI ELETTRICI**

### **15.1. Configurazione Generale dell’Impianto Elettrico**

L’impianto di produzione idrogeno è alimentato in media tensione dalla cabina elettrica “Consegna ENEL” tramite una propria cabina elettrica.

#### **15.1.1.Cabina Elettrica “Consegna Enel”**

Fuori dal Lotto è prevista la realizzazione della cabina elettrica di “Consegna ENEL” alimentata dall’ente distributore dell’energia elettrica in media tensione (15 kV). Nella cabina elettrica sono posizionati:

- Il quadro elettrico di media tensione “QMT-RICEZIONE” che alimenta a sua volta il quadro elettrico di media tensione della cabina elettrica “Impianto”.

- Il quadro elettrico di bassa tensione “QAUX-CAB RICEZIONE” che provvede ad alimentare le utenze ausiliarie della cabina stessa.

Nella cabina sono inoltre previste le seguenti apparecchiature/impianti:

- Impianto di illuminazione normale e di emergenza.
- Impianto di forza motrice di servizio.
- Impianto di estrazione aria.
- Impianto di rivelazione fumi.
- Impianto ausiliario con UPS di gestione relè QMT.
- Impianto di terra.
- Sganci di emergenza.

### **15.1.2. Cabina Elettrica “Impianto”**

Nel sito dell’Impianto di produzione dell’idrogeno è prevista la realizzazione di una apposita cabina elettrica dove è posizionato il quadro elettrico di media tensione “QMT-IMPIANTO” alimentato dalla suddetta cabina elettrica “Consegna Enel”.

Il quadro elettrico “QMT IMPIANTO” alimenta in media tensione (15 kV) l’elettrolizzatore per una potenza elettrica da 5.800 kVA e i due trasformatori MT/BT 15,0/0,4 kV della potenza elettrica di 1.600 kVA, uno di riserva all’altro.

Nella cabina elettrica “Impianto” è anche posizionato il quadro elettrico generale di bassa tensione “QGBT-IMPIANTO” che provvede ad alimentare tutte le utenze in bassa tensione dell’impianto. Il quadro elettrico è suddiviso in due sezioni:

- Utenze elettriche “Normali”, quali ad esempio i “Chiller”, alimentate solo dalla rete ENEL;
- Utenze elettriche “Privilegiate”, quali ad esempio gli “Air Compressor Skid” che sono normalmente alimentate dalla rete ENEL ma che, in caso di guasto della stessa, sono alimentate, tramite un interruttore di commutazione, da un Gruppo elettrogeno che è stato previsto della potenza di 160 kVA.

Le elettropompe antincendio a servizio degli idranti e degli sprinkler saranno alimentate subito a valle dei trasformatori MT/BT, senza interposizione di interruttori di protezione, tramite un dispositivo di commutazione automatico fra i due trasformatori elettrici.

Nella cabina elettrica di impianto è inoltre posizionato il quadro elettrico di bassa tensione “QAUX-CAB IMPIANTO” che provvede ad alimentare le utenze ausiliarie della cabina stessa e, tramite un UPS da 5000 VA, l’Elettrolizzatore e la gestione dei relè del QMT della cabina stessa.

Nella cabina sono inoltre previste i seguenti impianti/apparecchiature:

- Impianto di illuminazione normale e di emergenza.
- Impianto di forza motrice di servizio.
- Impianto di estrazione aria.
- Impianto di rivelazione fumi.
- Impianto di terra.

Sganci di emergenza.

## **15.2. Componenti Principali dell’Impianto Elettrico**

### **15.2.1. Quadri Elettrici di Media Tensione**

Sono previsti:

- Nella cabina elettrica “Consegna Enel” il quadro elettrico “QMT-RICEZIONE”.
- Nella cabina elettrica “Impianto” il quadro elettrico “QMT-IMPIANTO”.

### **15.2.2. Trasformatori MT/BT**

Nella cabina elettrica "Impianto" è prevista l'installazione di N° 2 Trasformatori elettrici MT/BT 15/0.4 kV ciascuno della potenza di 1.600 kVA.

### **15.2.3. Quadri Elettrici di Bassa Tensione**

Sono previsti:

- Nella cabina elettrica "Consegna Enel" il quadro elettrico "QAUX-CAB RICEZIONE".
- Nella cabina elettrica "Impianto" il quadro elettrico "QAUX-CAB IMPIANTO" e il quadro elettrico "QGBT IMPIANTO".
- In prossimità dei binari della ferrovia il quadro elettrico "COLONNINE ELETTRICHE" che alimenta le colonnine di alimentazione dei treni.

### **15.2.4. Gruppi Statici di Continuità**

Sono previsti:

- Nella cabina elettrica "Consegna Enel" N° 1 UPS con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60'.
- Nella cabina elettrica "Impianto" N° 1 UPS con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di.

### **15.2.5. Nel fabbricato "Control Room" N° 2 UPS ridondati con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60' e N° 1 CPS con tensione 230 V, Potenza 10000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60' per l'alimentazione dell'illuminazione di sicurezza all'esterno. Gruppo Elettrogeno**

È previsto N° 1 Gruppo Elettrogeno con Tensione 400/230 V e Potenza 160 kVA, posizionato in apposito Shelter ubicato in prossimità della cabina elettrica "Impianto".

## **15.3. Impianto di Illuminazione**

I corpi illuminanti sono stati previsti nel rispetto della norma UNI 12464-2, tenendo in considerazione i riferimenti per le corsie di accostamento o stazionamento dei veicoli nei pressi dell'impianto (zone di circolazione veicolare regolare: max 10 km/h).

Per l'illuminazione del piazzale sono stati previsti corpi illuminanti del tipo a led installati su pali di acciaio ad un'altezza di 6 m.

Per le zone Atex sono previsti apparecchi illuminanti di tipo antideflagrante installati a soffitto o a parete.

Per l'illuminazione generale è stato verificato il rispetto del seguente valore:

- Per i Piazzale Em (lx) = 50.

Per l'illuminazione di emergenza è stato verificato il rispetto dei seguenti valori:

- Per i Piazzale Em (lx) = 25.
- Per le pensiline delle piazzole di carico Em (lx) = 50.

Come da richiesta della Stazione Appaltante (riferimento a Ordine di Servizio n° 2) è stata prevista l'illuminazione di Via Rassiche, attualmente priva di illuminazione pubblica. Tale implementazione consente di aumentare la sicurezza sulle strade di accesso al sito.

È prevista l'installazione di un apposito quadro elettrico la cui alimentazione sarà derivata dall'illuminazione pubblica. Sono previste n. 14 armature stradali con lampade da 28 W a LED su palo hft da 6 m.

Nello stradello a nord del sito è prevista la realizzazione di una pista ciclopeditone, la cui illuminazione sarà derivata dall'illuminazione pubblica esistente nell'area attraverso l'installazione di un apposito quadro elettrico. Sono previste n. 12 lampioni decorativi con lampade da 10 W a LED."

#### **15.4. Impianto di Messa a Terra**

Tutte le masse metalliche collegabili o nella possibilità di poter essere a contatto con l'alimentazione elettrica, saranno poste a terra.

La protezione avverrà attraverso la connessione diretta delle masse metalliche ad un anello corrente attorno alla struttura, con dispersione verso terra; anche tutte le terre funzionali, facenti capo ai relativi quadri elettrici, saranno collegate ai nodi di cabina elettrica e da questi al centro stella dei trasformatori.

Al piano calpestio degli impianti esterni sarà inoltre eseguita una maglia equipotenziale, annessa al massetto, alla quale saranno collegate le diverse masse potenzialmente in grado di poter essere a contatto con l'alimentazione elettrica e collegata all'anello di messa a terra.

Per la protezione dalle scariche atmosferiche si sono previsti singoli equalizzatori di potenziale, per tutte le strutture metalliche anch'essi collegati all'anello di dispersione perimetrale.

Tutti i pilastri in acciaio saranno collegati a terra mediante una maglia formata con corda di rame nuda con sezioni pari a 95 e 120 mm<sup>2</sup>. Saranno inoltre collegate alla rete di terra tutte le parti metalliche soggette, per cause accidentali, ad andare in tensione.

La rete di terra sarà interrata ad una profondità di 0,8 m e sarà collegata ai previsti dispersori interdistanti 20 m circa. Nei quadri di zona sarà creato un nodo equipotenziale, dal quale saranno derivati i conduttori di protezione per gli utilizzatori, ed i conduttori equipotenziali delle masse estranee all'impianto elettrico, quali tubazione di adduzione e scarico delle acque, pilastri metallici.

### **16. SISTEMA DI PROTEZIONE ANTINCENDIO**

Il sistema di protezione antincendio è caratterizzato dai seguenti principali elementi costitutivi:

- Riserva idrica;
- Gruppo di pompaggio;
- Rete Idranti;
- Rete Sprinkler;
- Estintori.

#### **16.1. Rete Idranti**

La rete idrica antincendio è dimensionata per garantire la sicurezza per un impianto con un livello di pericolosità 3, progettata e realizzata in conformità alle disposizioni del decreto Ministero dell'interno UNI 10779 del 20 dicembre 2012.

La rete idrica deve garantire una durata di intervento di 120 minuti ed è costituita dai seguenti elementi principali:

1. Una riserva idrica di circa 300 m<sup>3</sup> di capacità, composta da due serbatoi antincendio;
2. Un gruppo di pompaggio, composto da un sistema con elettropompa e motopompa più una elettropompa di compenso ("jockey"). L'alimentazione dell'impianto antincendio si configura quindi almeno di tipo singolo superiore secondo UNI 12845. La pompa attiva in

condizioni di esercizio del sistema antincendio deve garantire almeno una pressione in mandata di 7 bar;

3. Una rete idranti soprasuolo UNI 70 con due bocche di uscita DN 70 caratterizzate da una portata di 300 l/min ciascuna ad una pressione non inferiore a 4 bar;  
Una rete sprinkler a copertura

Inoltre, l'anello antincendio è equipaggiato con valvole di sezionamento. Le valvole rendono possibile l'isolamento di parte dell'impianto antincendio, per esempio per controlli periodici o manutenzione della strumentazione.

La posizione delle valvole è determinata con l'obiettivo di rendere inutilizzabili al massimo 4 elementi di protezione attiva antincendio tra idranti e impianti a diluvio durante il sezionamento di una qualsiasi parte dell'anello.

### **16.2. Rete Sprinklers**

Le aree di stoccaggio di idrogeno compresso (i.e. box carri bombolai, unità di stoccaggio-vessel, serbatoio buffer) sono protette con un sistema a diluvio di raffreddamento ad acqua secondo il riferimento normativo UNI CEN/TS 14816.

Nell'impianto saranno installate:

- 1 installazione fissa antincendio per i carro bombolaio;
- 6 installazioni fisse antincendio per i serbatoi di stoccaggio ad alta pressione, uno per ogni area di stoccaggio;
- 1 installazione fissa antincendio per il serbatoio buffer.

Le installazioni fisse sono state posizionate in modo tale da evitare l'allagamento di tutto l'impianto in caso di emergenza incendio.

### **16.3. Materiale Reti**

La rete antincendio, che si sviluppa in configurazione ad anello sia nel Lotto 1 che nel Lotto 2 in accordo alle direttive della UNI 10779, prevederà la connessione idraulica tra la riserva idrica e il sistema di pompaggio con i dispositivi antincendio previsti.

La rete sarà prevalentemente interrata lungo la sua distribuzione e presenterà dei tratti sopratterra in corrispondenza dei dispositivi antincendio (e.g. sprinkler) e della riserva idrica.

Il materiale da utilizzare nei tratti interrati è PE 100 PN16 SDR11, mentre nei tratti fuori terra la tubazione sarà in acciaio (e.g. ANSI B36.10 Sch.40).

### **16.4. Alimentazione Idrica**

I due serbatoi antincendio (di volumetria pari a circa 150 m<sup>3</sup> cadauno) saranno alimentati dalla rete idrica dell'acquedotto.

La portata alimentante fornita dall'acquedotto deve essere di almeno 8 m<sup>3</sup>/h in modo da garantire il riempimento della riserva idrica (entrambi i serbatoi) in meno di 36 ore, come richiesto dalla UNI 12845. Si specifica inoltre che non sono definiti ulteriori vincoli per quanto riguarda l'alimentazione ai 2 serbatoi antincendio.

### **16.5. Estintori**

Per consentire la pronta estinzione di un principio di incendio, in posizione facilmente visibile e raggiungibile, saranno installati estintori a polvere di capacità 6 kg. Gli estintori sono scelti per essere in grado di estinguere principi di incendio derivanti dalle classi di fuoco A, B e C (rispettivamente

fuochi di solidi, fuochi di liquidi e fuochi di gas) in modo da coprire i possibili scenari di principio di incendio che possono verificarsi in impianto.

Il sistema di protezione attiva antincendio dell'impianto comprende un numero sufficiente di estintori a polvere per classi di fuoco A, B e C tale da garantire una distanza massima di raggiungimento dai punti pericolosi pari ad un massimo di 20 m.

Inoltre, all'interno delle aree di impianto relative ai Lotti 1 e 2 sono posizionati, nei pressi degli apparecchi elettrici, estintori portatili a CO<sub>2</sub> di capacità 5 kg, posti ad una distanza dai punti di pericolosi pari ad un massimo di 15 m.

## **17. SISTEMA DI CONTROLLO, STRUMENTAZIONE E TELECOM**

L'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno è gestito da un sistema di automazione integrato responsabile del monitoraggio e del normale controllo di processo, delle azioni di emergenza richieste per prevenire possibili scenari pericolosi e della gestione dei sensori gas e fiamma e attivazione delle sirene e segnalazioni luminose.

L'architettura del sistema di controllo prevede la presenza di PLCs (programmable logic controller) dedicati al controllo e alla sicurezza delle singole packages di impianto (e.g. elettrolizzatore e stazione di rifornimento) in comunicazione con un ICSS (integrated control and safety system) responsabile della gestione del balance of plant e della sicurezza e del coordinamento di tutti gli equipment.

Ciascun PLC (generalmente installato in un quadro strumentale all'interno di un container dedicato) è in grado di funzionare in autonomia ma comunica con il sistema ICSS che offre agli operatori una interfaccia grafica completa di tutte le informazioni necessarie a condurre in modo efficace e sicuro l'impianto.

Il sistema di automazione è composto da hardware e software collaudati sul campo e di ultima generazione ed è progettato adottando criteri di ridondanza, segregazione e tolleranza ai guasti per raggiungere la massima integrità, affidabilità e disponibilità.

### **17.1. ICSS**

Il Sistema integrato di controllo e sicurezza comprende:

- Distributed control system (DCS) per eseguire le normali funzioni di monitoraggio e controllo;
- Emergency shutdown system (ESD) per eseguire le azioni di sicurezza necessarie a prevenire gli eventi pericolosi identificati dall'analisi dei rischi;
- Fire and gas system (F&G) per monitorare i rilevatori di gas e fiamma e attivare le adeguate contromisure di emergenza;

L'ICSS risponde ai segnali di ingresso provenienti dal processo e dalle apparecchiature associate, da altri sistemi programmabili e/o da un operatore e genera segnali di uscita che permettono all'impianto di funzionare nel modo desiderato ed entro i normali limiti di produzione.

I principali componenti hardware del sistema sono di seguito elencati:

- Schede I/O (input/output) per l'acquisizione dei segnali provenienti dall'impianto e per l'attivazione degli opportuni comandi



- CPU (Central Processing Unit) per l'elaborazione dei dati e l'esecuzione delle strategie di controllo e sicurezza
- Moduli di alimentazione elettrica
- Moduli di comunicazione che permettano di interconnettere le componenti del sistema e l'ICSS con sistemi PLC di terze parti

Per garantire un elevato livello di integrità, l'ICSS è progettato su base ridondante in modo che tutti i componenti critici (come la CPU, le schede I/O, i moduli di alimentazione e i moduli ed il bus di comunicazione) siano in grado di reagire al singolo guasto senza compromettere la funzionalità dell'intero sistema.

In accordo alle norme ISA.S84 e IEC61508, i sistemi DCS (controllo) e ESD/F&G (sicurezza) sono completamente segregati in termini di hardware e software al fine di mantenere separati i differenti livelli di protezione.

Una alimentazione UPS ridondata è prevista per i componenti del sistema ICSS che sono alloggiati in armadi installati nella sala tecnica di impianto.

#### **17.1.1.DCS**

Il sistema DCS esegue il controllo di processo e monitora le apparecchiature di impianto.

Il DCS è in grado di acquisire le principali variabili di processo (livello, portata, pressione, temperatura) in tempo reale e di controllarle attraverso l'esecuzione di logiche e di algoritmi di tipo PID (proporzionale, integrale, derivativo).

Il DCS, attraverso la sua interfaccia grafica, consente agli operatori di visualizzare tutte le misure in campo e lo stato degli allarmi e delle variabili critiche dei sistemi ESD / F&G e PLCs, offrendo una panoramica globale di impianto.

I componenti del sistema DCS comunicano tra di loro su una rete dedicata sulla quale viene effettuata anche la sincronizzazione temporale di tutti i nodi collegati.

Questa rete risulta completamente segregata dalla rete di sicurezza destinata alla comunicazione dei controllori dei sistemi ESD e F&G.

L'interfaccia tra il DCS e i PLCs di terze parti è realizzata mediante comunicazione ridondata Modbus TCP/IP o Profinet (in relazione ai fornitori selezionati per il sistema ICSS e i PLC delle package).

#### **17.1.2.ESD e F&G**

I sistemi ESD e F&G sono progettati per essere tolleranti ai guasti e sono certificati SIL3 in accordo alle IEC61508 e IEC61511 per garantire la massima sicurezza funzionale.

Il sistema ESD è progettato per ricevere in ingresso segnali analogici da trasmettitori o segnali digitali da switch / contatti che sono "chiusi" (cioè normalmente eccitati) in condizioni di normale funzionamento (e si aprono quando le variabili di processo superano limiti predeterminati). Le uscite sono progettate per essere normalmente eccitate (in condizioni normali) e diseccitate al sopraggiungere di una condizione critica (progettazione fail-safe).

Il sistema F&G al contrario è progettato per ricevere in ingresso segnali analogici da rilevatori di gas/fiamma o segnali digitali da switch / contatti che sono “aperti” (cioè normalmente diseccitati) in condizioni di normale funzionamento (e si chiudono quando le variabili di processo superano limiti predeterminati). Le uscite sono progettate per essere normalmente diseccitate (in condizioni normali) ed eccitate al sopraggiungere di una condizione critica (progettazione non fail-safe). Per questo motivo tutte le uscite relative al F&G devono essere collegate a schede con monitoraggio di linea, in grado discernere tra condizione normale e guasto.

L'interfaccia tra ESD / F&G e i PLCs di terze parti è realizzata mediante comunicazione cablata e limitata allo scambio di variabili critiche e attivazione di logiche di sicurezza.

Il sistema ESD / F&G consente di marcare temporalmente gli allarmi e gli eventi nel database del sistema, che sarà mantenuto sincronizzato con l'orologio del sistema GPS master dell'impianto, favorendo l'analisi critica degli eventi.

### **17.1.3. HMI**

Il sistema grafico del DCS permette la costruzione di pagine grafiche di processo e di diagnostica che offrono agli operatori di impianto tutte le informazioni principali organizzate in una struttura grafica di facile comprensione. In aggiunta alle misure direttamente cablate al sistema di controllo DCS, anche tutte le informazioni di sicurezza facenti capo ai sistemi ESD / F&G sfruttano la stessa interfaccia uomo macchina (HMI).

Le pagine grafiche sono organizzate secondo una gerarchia che va dal macroscopico (overview) al microscopico (pagina di dettaglio) e permettono all'operatore di monitorare il processo e di intervenire attivamente attraverso comandi a motori e valvole.

Gli operatori di impianto accedono all'HMI dell'ICSS per mezzo delle stazioni operatore ed ingegneria, che sono installate nella sala controllo e consistono di PC, schermi, tastiere e dispositivi di puntamento.

I PLC delle packages di impianto sono dotati di una interfaccia grafica dedicata, disponibile attraverso un pannello LCD installato fronte quadro strumentale.

Ciascun PLC mette a disposizione dell'ICSS, attraverso un link ridondato, le informazioni principali della package controllata in modo che dalla stazione operatore dell'ICSS sia possibile visualizzarne lo stato senza dover necessariamente accedere al container della package stessa.

## **17.2. Criteri generali per la Progettazione della Strumentazione**

L'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno è costruito completo di tutta la strumentazione di campo necessaria al corretto e sicuro funzionamento del sito.

Tutte le principali variabili di processo (livello, pressione, portata, temperatura) sono misurate localmente e/o trasmesse al sistema di controllo mediante l'uso di trasmettitori, cavi, cassette di giunzione e passerelle.

La strumentazione laddove possibile è di tipo SMART, in considerazione dei comprovati vantaggi in termini di calibrazione, diagnostica e manutenzione.

In particolare, si prevede l'installazione di trasmettitori che utilizzano il protocollo HART essendo questo il protocollo più diffuso, comune e supportato dalla maggior parte dei fornitori di strumentazione.

I trasmettitori impegnati nelle funzioni di sicurezza (ESD) devono essere dedicati e separati dai trasmettitori utilizzati per il monitoraggio e/o il controllo (DCS).

Tutti i trasmettitori utilizzati nelle applicazioni di sicurezza devono essere certificati SIL al livello richiesto dalla valutazione SIL, certificati TUV con una percentuale di guasti non pericolosi (Safe

Failure Fraction SFF) superiore al 90% e certificati per soddisfare i requisiti delle norme IEC 61508 / 61511.

È prevista altresì l'installazione di valvole di controllo, di intercettazione e di sfiato con attuatori pneumatici gestiti da remoto per garantire il funzionamento ottimale e sicuro dell'impianto.

Le valvole ON-OFF sono dotate di box finecorsa per verificare la posizione della valvola e monitorarla da remoto sul sistema di controllo ed elettrovalvola sulla linea dell'aria strumenti all'attuatore per i comandi di apertura e chiusura.

Le valvole di controllo sono provviste di posizionatore in grado di fornire aria pressurizzata all'attuatore della valvola in modo che la posizione dello stelo o dell'albero della valvola corrisponda al punto predefinito dal sistema di controllo.

Non si prevede l'utilizzo di trasmettitori di posizione per le valvole di controllo e di finecorsa (allarme contatto di apertura) per le valvole di sicurezza PSV.

Tutti i dispositivi installati in campo sono adatti alle condizioni ambientali esterne e certificati per utilizzo in aree a rischio di esplosione secondo le normative ATEX.

### **17.3. Sistema Telecom**

Il sistema Telecom è composto dai seguenti sottosistemi:

- TVCC (Television closed circuit): Sistema di telecamere a circuito chiuso;
- ACS (Access control system): Sistema di controllo accessi;
- PAGA (Public access general alarm): Sistema di diffusione sonora;
- Telefoni IP: sistema telefonico con protocollo IP;
- LAN (Local area network): sistema rete dati locali.

#### **17.3.1. TV a Circuito Chiuso**

Il sistema TV a circuito chiuso è utilizzato per osservare la recinzione esterna, l'ingresso e la movimentazione dei carri bombolai e verificare il corretto andamento delle manovre dell'operatore. Il sistema è composto da telecamere fisse installate all'esterno, unità centrale con server e consolle operatore per la visualizzazione delle immagini.

Il sistema centrale deve essere basato su una architettura ridondata e consentire l'archiviazione delle immagini e deve essere dimensionato per una continua registrazione di tutte le telecamere per un periodo di almeno 30 giorni.

Le telecamere dovranno essere installate su pali rigidi per una altezza massima di 4/6 metri.

Tutti gli strumenti come storage, servers, switch, etc., devono essere allocati all'interno di un cabinet situato nella sala quadri.

Una postazione operatore dovrà essere fornita per la visualizzazione delle immagini e dovrà essere posta all'interno della sala controllo.

#### **17.3.2. Sistema di Controllo Accessi**

Il Sistema di Controllo Accessi deve essere fornito per prevenire l'entrata di veicoli o persone non autorizzati all'interno dell'impianto.

Il sistema deve essere allocato all'interno di un cabinet situato nella sala quadri.

Una stazione operatore dovrà essere installata nella guardiola in modo tale da assegnare un badge ad un visitatore/manutentore per accedere in impianto.

Gli accessi dei veicoli e del personale alla struttura potranno essere autorizzati previo utilizzo degli appositi lettori badge situati agli accessi perimetrali dell'impianto.

### **17.3.3. Sistema di Diffusione Sonora**

Il sistema PAGA permette di estendere annunci e allarmi in tutta l'area di impianto. Questo sistema integra la radiodiffusione con le comunicazioni e gli allarmi di emergenza, consentendo una comunicazione rapida, sicura ed efficiente.

Il sistema è composto da amplificatori, altoparlanti, pannelli di accesso per interno ed esterno e indicatori lampeggianti, e si interfaccia con altri sistemi come il sistema telefonico con protocollo IP, il sistema controllo accessi e il F&G.

Il sistema PAGA è allocato all'interno di un armadio installato in sala tecnica.

### **17.3.4. Sistema telefonico con protocollo IP**

Come parte del sistema di telecomunicazioni, è prevista l'installazione di un sistema telefonico basato su protocollo IP per facilitare la comunicazione nell'impianto.

### **17.3.5. Sistema rete dati**

Un sistema rete dati locali deve essere fornito per facilitare la trasmissione voce e dati negli edifici di progetto e supportare ed integrare tra gli altri il sistema telefonico ed i PC connessi ad esso, il sistema CCTV e il sistema PAGA.

Il sistema LAN comprende cavi di rete, pannelli di collegamento, connettori, switch e router

## **18. SICUREZZA DI IMPIANTO**

### **18.1. Dispositivi di intercettazione e scarico dell'impianto**

In conformità al Decreto del Ministero dell'Interno 07/07/2023 (Regola tecnica di prevenzione incendi per l'individuazione delle metodologie per l'analisi del rischio e delle misure di sicurezza antincendio da adottare per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi e relativi sistemi di stoccaggio) sono previsti i seguenti dispositivi di intercettazione e scarico installati in modo da poter intercettare e depressurizzare apparecchiature e tratti di tubazioni in seguito di eventi anomali o incidentali:

- valvole di intercettazione d'emergenza con la funzione di arresto del trasferimento dell'idrogeno tra le varie parti dell'impianto, del tipo normalmente aperto in esercizio e chiuse in emergenza o in caso di malfunzionamento o rottura di uno degli elementi costituenti il sistema di attuazione (fail close); queste valvole sono a funzionamento automatico asservito ad un sistema di controllo e sicurezza e si prevede di poterle attuare anche manualmente da remoto;
- valvole di scarico d'emergenza con la funzione di depressurizzazione rapida di una parte di impianto o il convogliamento dell'idrogeno in particolari parti di impianto con finalità di sicurezza, del tipo normalmente chiuso in esercizio e aperte in emergenza o in caso di malfunzionamento o rottura di uno degli elementi costituenti il sistema di attuazione (fail open); queste valvole sono a funzionamento automatico asservito a un sistema di controllo e sicurezza;
- valvole di intercettazione e scarico manuali con la funzione di intercettazione, isolamento e scarico di parti di impianto per scopi di manutenzione.

I dispositivi di intercettazione e scarico dell'impianto, sia con funzioni di emergenza che di esercizio, sono facilmente accessibili per la manutenzione e l'ispezione.

## **18.2. Sistema di Emergenza**

Come descritto nei precedenti paragrafi, l'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione è dotato di un sistema di automazione di emergenza (PLCs, ESD / F&G) che interviene immediatamente in caso di pericolo grave ed immediato e non può essere disattivato con il solo intervento dei sistemi di controllo del processo.

Il sistema si attiva a seguito di condizioni di processo anormali e pericolose e per rilevazione gas e/o fiamma.

In ogni caso, sono previsti pulsanti di emergenza, con riarmo manuale, collocati in prossimità degli elementi pericolosi dell'impianto per procedere con l'attivazione manuale del sistema di sicurezza.

Il sistema di sicurezza interviene almeno nei seguenti casi:

- superamento della concentrazione di idrogeno in atmosfera pari o superiore all'1% in volume;
- allarme incendio;
- arresto o mancanza della ventilazione meccanica nel locale dell'elettrolizzatore, o nel caso di portata di aria inferiore al 75% della portata di progetto;
- attivazione di un pulsante di emergenza;
- pressione differenziale all'interno delle celle (stack) tra ossigeno e idrogeno oltre i limiti indicati dal costruttore;
- alta pressione e alta temperatura in uscita dai compressori;
- bassa pressione di aspirazione in ingresso ai compressori.

Una volta attivato, garantisce almeno le seguenti funzioni:

- arrestare la produzione di idrogeno (elettrolizzatore);
- depressurizzare le apparecchiature contenenti idrogeno in pressione, con convogliamento dello stesso in un luogo sicuro, fatta eccezione per i carri bombolai e gli stoccaggi in generale;
- isolare completamente le tubazioni di mandata alle baie di carico;
- isolare completamente la linea di bassa pressione dall'aspirazione e la linea di mandata dei compressori;
- isolare completamente gli stoccaggi;

interrompere il circuito elettrico dell'impianto e delle installazioni accessorie, ad esclusione delle linee che alimentano gli impianti di sicurezza.

## **18.3. Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione**

### **18.3.1. Classificazione delle Zone Pericolose**

Per la classificazione delle zone pericolose sono state individuate n. 2 aree di impianto nelle quali sussiste pericolo di esplosione:

- AREA 1 – Area di produzione e stoccaggio fisso / carro bombolaio.
- AREA 2 – Area di rifornimento dei treni.

Inoltre, il collegamento tra l'AREA 1 e l'AREA 2 sarà eseguito per mezzo di tubazione interrata in struttura rigida di aereazione compensata; eventuali impianti elettrici in transito e/o a servizio di tali tubazioni di distribuzione, sia per quanto riguarda sistemi di potenza che a correnti deboli, saranno gestiti come di seguito indicato, e la classificazione della zona sarà di tipo 1.

Le sostanze pericolose presenti nel nuovo impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno sono caratterizzate essenzialmente da idrogeno, per il quale, affinché possa avvenire

un'esplosione, occorre che nella miscela comburente-combustibile quest'ultimo non scenda al di sotto della percentuale del 4 % (LEL) e non sia superiore al 75% (UEL).

### **18.3.2. Individuazione delle sorgenti di emissione**

I punti dai quali potrebbe essere emesso il gas infiammabile, sono rappresentati da:

- Compressore.
- Elettrolizzatore.
- Serbatoi di stoccaggio ad alta pressione.
- Sistema di carico / scarico da carro bombolaio.
- Erogatori.
- Raccordi filettati e flangiati di accoppiamento delle tubazioni alle valvole, alla strumentazione di impianto, alle pompe ed agli organi meccanici, con foro di guasto non superiore a 0,25 mm<sup>2</sup> (raccordi di tubazioni e tenute che nel funzionamento normale possono dar luogo ad emissioni di sostanze infiammabili).

Tubazioni, valvole ed organi meccanici, non sono state considerate sorgenti.

Tali sorgenti sono state catalogate in: "sorgenti di emissione di primo grado" in quanto l'emissione può avvenire periodicamente od occasionalmente durante il funzionamento ordinario.

### **18.3.3. Individuazione delle Zone Pericolose**

Per la definizione delle zone pericolose è stato fatto riferimento alla norma CEI EN 60079-10 (Zona 0: area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva; Zona 1: area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva è probabile che avvenga occasionalmente durante la normale attività; Zona 2: area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva non è normale durante la normale attività). Sulla base della suddetta norma è stato individuato che:

- Le AREE 1,2 sono classificate in Zona 2;
- Il volume sferico posto al disopra dell'elettrolizzatore ed il cunicolo di passaggio da AREA 1 ad AREA 2 sono classificati in Zona 1;
- Le altre aree sono classificate come luogo non pericoloso.

## **19. CAVE E DISCARICHE AUTORIZZATE**

Per i materiali da gestire in qualità di rifiuto si farà ricorso principalmente agli impianti, autorizzati ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. n. 152/2006 s.m.i. ad effettuare operazioni di recupero individuati in via preliminare a seguito di specifici accordi commerciali. Tale modalità di gestione ha richiesto necessariamente l'individuazione dei possibili siti di conferimento, verificandone contestualmente la fattibilità tecnica in modo tale da evidenziare non solo la presenza di impianti autorizzati prossimi all'area di produzione, ma anche la congruità della rispettiva capacità autorizzata.

In riferimento ai rifiuti, che saranno prodotti (possibili codici CER da confermare a seguito di analisi 170504, 170904 e 170302), si è proceduto alla ricerca ed alla localizzazione dei possibili impianti di ricezione del rifiuto per valutare la fattibilità del conferimento in apposito impianto, presumibilmente autorizzato alle operazioni di recupero.

Tutto ciò premesso di seguito si riporta l'elenco degli impianti individuati per i diversi codici CER che si prevede di produrre durante le lavorazioni, mentre all'interno dell'Allegato 3 alla presente relazione, si riportano le relative autorizzazioni.

CAVE					
Codice*	Denominazione	Località	Comune	PROV.	Distanza (km da Edolo)
<b>C1</b>	La Ginestra	Cascina Torriana	Cernusco sul Naviglio	MI	132
<b>C2</b>	La Ginestra	Cascina Visconta	Cernusco sul Naviglio	MI	132
<b>C3</b>	Cosmocal	Cascina Tecchiona	San Donato Milanese	MI	151
<b>C4</b>	Avanzini Costruzioni Srl	Viale Caduti, 106	Berzo Inferiore	BS	37

IMPIANTI DI RECUPERO							
Codice*	Denominazione	Località	Comune	PROV.	CER (**)	Distanza (km)	Scadenza Autorizzazione
<b>R1</b>	Ri.ECO. srl	Via F.lli Beltrami, 50/52	Novate Milanese	MI	17.05.04 - 17.09.04	150	18/06/2027
<b>R2</b>	Dell'Oglio Lorenzo srl	Via Monviso, 58	Monza	MB	17.09.04	138	06/02/2024
<b>R3</b>	Gruppo VIBECO srl	Via E. H. Grieg, 71	Saronno	VA	17.05.04 - 17.05.08 - 17.09.04	162	07/05/2031
<b>R4</b>	Avanzini Costruzioni Srl	Viale Caduti, 106	Berzo Inferiore	BS	17.03.02 - 17.05.04 - 17.09.04	37	02/03/2031
<b>R5</b>	Systema Ambiente SpA	Via dei Santi 58	Brescia	BS	17.05.04 - 17.05.08 - 17.09.04	103	18/04/2029

DISCARICHE PER INERTI							
Codice	Denominazione	Località	Comune	PROV.	CER (**)	Distanza (km)	Scadenza Autorizzazione
<b>D1</b>	Ri.ECO. srl	Via F.lli Beltrami, 50/52	Novate Milanese	MI	17.05.04 - 17.09.04	150	18/06/2027
<b>D2</b>	Avanzini Costruzioni Srl	Viale Caduti, 106	Berzo Inferiore	BS	17.05.04 - 17.09.04 - 17.03.02	37	02/03/2031



DISCARICHE PER NON PERICOLOSI							
Codice	Denominazione	Località	Comune	PRO V.	CER (**)	Distanza (km)	Scadenza Autorizzazione
<b>D3</b>	Gruppo VIBECO srl	Via E. H. Grieg, 71	Saronno	VA	17.05.04 - 17.05.08 - 17.09.04	162	07/05/2031
<b>D4</b>	Systema Ambiente SpA	Via dei Santi 58	Brescia	BS	17.05.04 - 17.05.08 - 17.09.04	103	18/04/2029
<b>D5</b>	SIRCHI srl	Via della Stazione n. 6/M	Cucciago	CO	17.05.04 - 17.05.08 - 17.09.04	160	24/09/2026

DISCARICHE PER PERICOLOSI							
Codice	Denominazione	Località	Comune	PRO V.	CER (**)	Distanza (km)	Scadenza Autorizzazione
<b>D6</b>	SIRCHI srl	Via della Stazione n. 6/M	Cucciago	CO	17.02.04* - 17.03.01* - 17.05.03* - 17.05.07* - 17.09.03*	160	24/09/2026
<b>D7</b>	Gruppo VIBECO srl	Via E. H. Grieg, 71	Saronno	VA	17.05.03* - 17.05.07* - 17.09.03*	143	07/05/2031

## 20. ESPROPRI

Durante il progetto definitivo sono stati analizzati tutti gli espropri da dover effettuare per prendere il possesso delle aree necessarie all'impianto. Per maggiori dettagli in merito all'argomento si rimanda alla planimetria Piano particellare di esproprio e alla relazione di Elenco ditte Elebaorati: *B35Di001VV02R0\_Planimetria-Piano particellare di esproprio* e *B35Di002VV02R0\_Relazione-Elenco ditte*.

## 21. INTERFERENZE

Nella fase del PFTE sono stati censiti i sottoservizi di riferimento del Comune di Edolo e di Terna.

Di seguito si riportano i dati salienti:

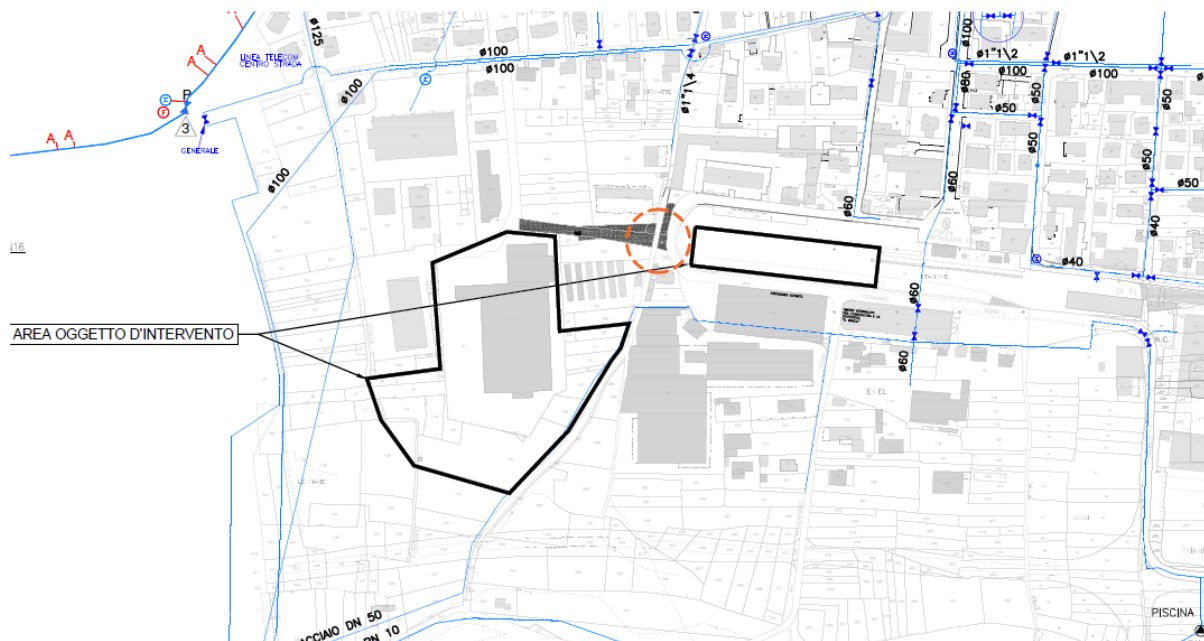


Figura 32. Rete idrica del Comune di Edolo.

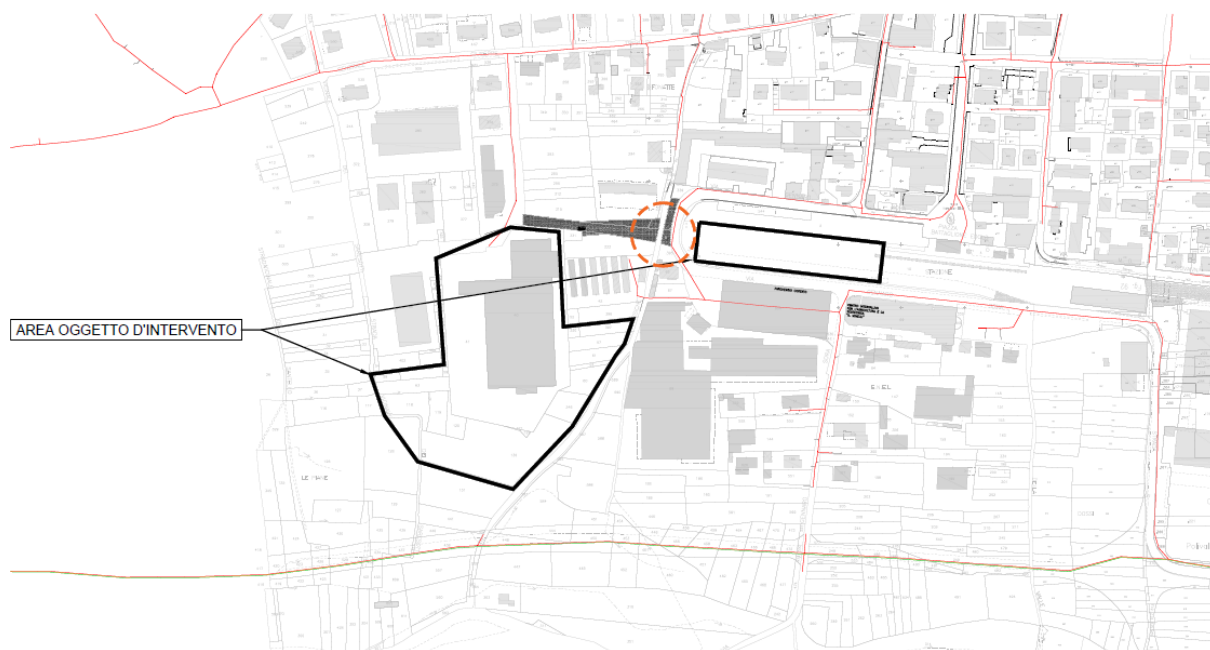


Figure 1 - rete gas del Comune di Edolo



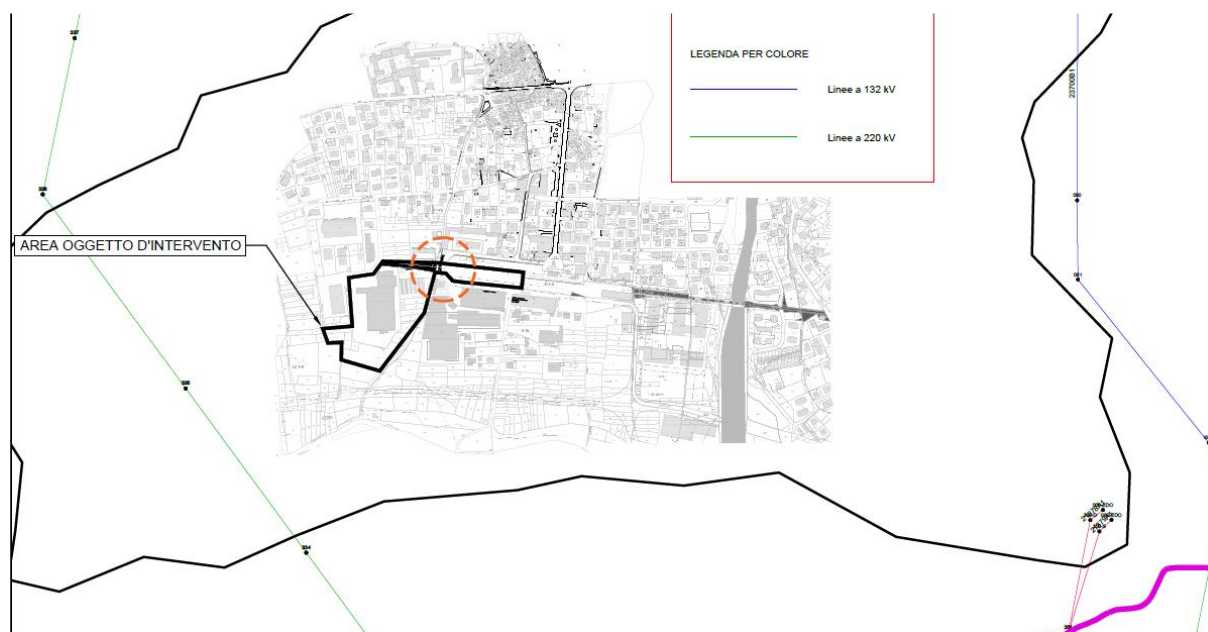


Figura 35. Rete TERNA.

### 21.1. Verifica delle Interferenze rispetto al Progetto di Fattibilità

Mediante l'analisi dei segnali georadar è stata effettuata l'interpretazione dei sottoservizi individuati stabilendone profondità, ubicazione e ove possibile l'identificazione, assieme alle altre anomalie del sottosuolo. I radargrammi rappresentano le sezioni verticali con in ordinata la profondità di investigazione; essi sono stati elaborati in modo speditivo in campo, ed in modo accurato post-elaborazione, in ufficio.

Le interpretazioni sono frutto di processing ed analisi a livelli diversi (analisi degli spettri, delle fasi, dei coefficienti di attenuazione/assorbimento, migrazione, involuppi dell'onda, analisi delle velocità EM), che si applicano in un ambiente multisoftware, anche con tecniche di comparazione e matematiche. La forma delle anomalie nei radargrammi non è collegata automaticamente a quella reale. Il diametro dei sottoservizi e degli involuppi è stato stimato tramite l'analisi ricorsiva di Kalman al minimo del rootming square. L'ubicazione delle linee georeferenziate è stata riportata su cartografia numerica GIS reperibile dai siti ufficiali della Regione Abruzzo e Regione Lazio. In questo modo è stata assicurata la precisione geografica con una sufficiente qualità grafica planimetrica.

L'interpretazione dei risultati della prospezione georadar ha consentito di individuare numerose zone con presenza di sottoservizi di varia natura, mentre in altre la presenza di terreni di riporto e terreni naturali in posto. Le schede monografiche di allegato:

- B35Dh002IG02R0 (Planimetria di indagine sottoservizi esistenti)

sintetizzano i risultati della ricerca illustrando l'ubicazione planimetrica e sezioni verticali (radargrammi) dei sottoservizi rilevati.

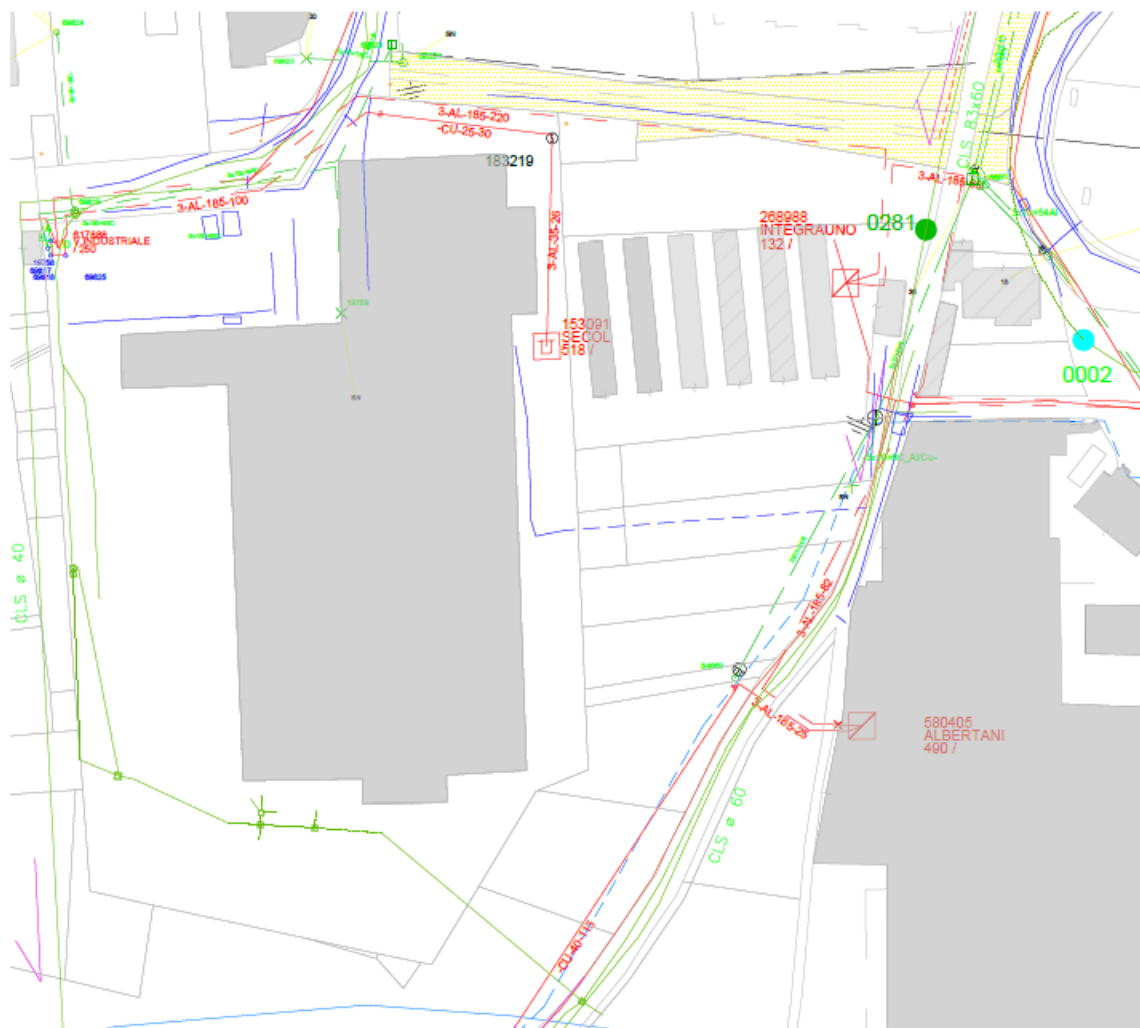


Figura 36. Risultati della campagna con georadar – Lotto 1.

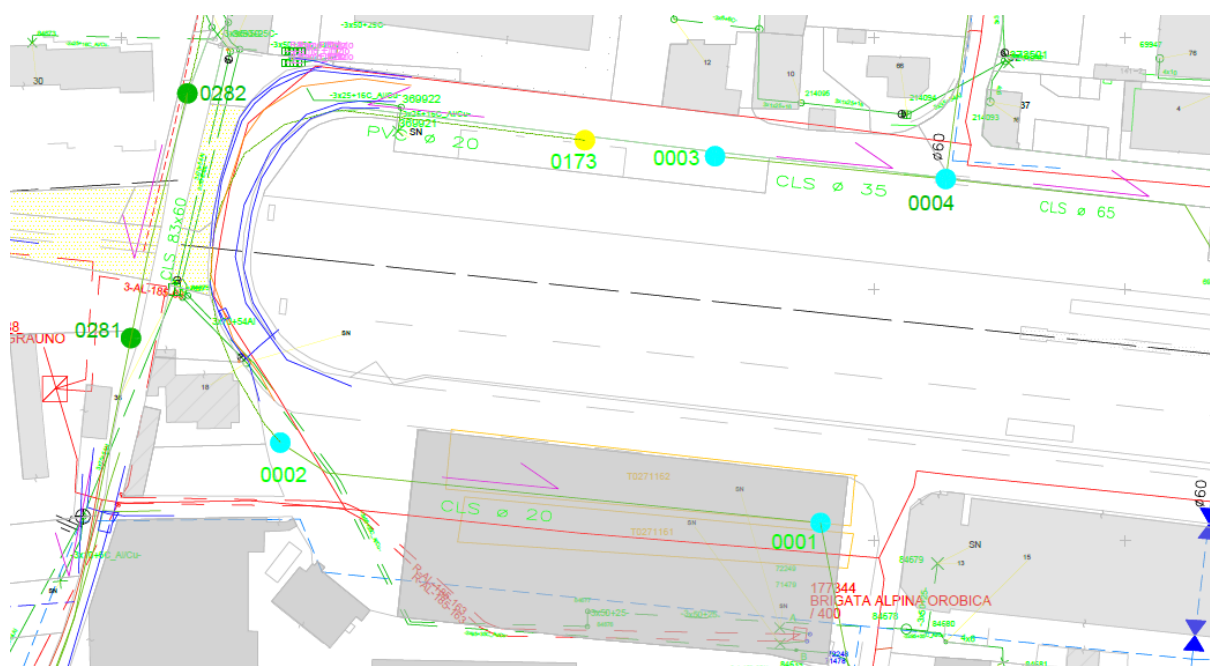


Figura 37. Risultati della campagna con georadar – Lotto 2.

## 21.2. Risoluzione delle Interferenze

Per quanto riguarda la rete fognaria, sarà necessario un incontro con il personale tecnico dell'Ente Gestore ed a un sopralluogo congiunto con il responsabile del comune di Edolo, in modo da ricostruire qualitativamente le quote di scorrimento delle principali fognature presenti nelle aree d'intervento. Per ognuna di queste è progettata una soluzione dell'interferenza con le opere di progetto, in grado di garantire il funzionamento della rete senza sospensioni del servizio.

Di seguito si descrivono nel dettaglio le risoluzioni progettate per ognuna delle interferenze individuate.

**Condotta di fognatura mista DN500** in calcestruzzo posata lungo Via Paolo Fabbri, attraversante la ferrovia di progetto ed interferente con le opere d'interramento della stessa. Viene prevista la deviazione di un tratto di condotta, in ac-cordo alle fasi di realizzazione della galleria artificiale così da ripristinare la condotta esi-stente al di sopra della galleria artificiale di progetto, mediante la posa di una tubazione DN600, di lunghezza  $L = 38$  m in calcestruzzo e di n° 3 pozzetti d'ispezione

**linea elettrica interrata** di bassa tensione posata lungo Via Paolo Fabbri, interferente con le opere di progetto. Si rende necessaria la deviazione di un tratto di linea mediante la posa di cavidotti Ø160 mm in PE di lunghezza  $L=55$  m e di n°1 pozzetto 90x90 cm con chiusino tipo ENEL

**Presenza di una linea elettrica aerea** lungo una laterale di Via Libia (a nord della linea ferroviaria), interferente con le opere di progetto. Si rende neces-saria la deviazione e l'interramento della linea, mediante la posa di cavidotti Ø160 mm in PE di lunghezza  $L=75$  m e n° 1 pozzetto 90x90 cm con chiusino tipo ENEL

**Presenza di un gasdotto** di bassa pressione posato lungo Via Fabbri, non interferente con le opere di progetto. Non viene previsto alcun intervento di adeguamento della condotta esistente

Si ricorda comunque che in fase di esecuzione dei lavori, dovrà essere rispettato l'art. 83 del Decreto Legislativo n° 81 del 9 Aprile 2008: *Non possono essere eseguiti lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla tabella 1 dell'allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.*

Tensione (kV)	Distanza minima consentita (m)
≤1	3
10	3.5
15	3.5
132	5
220	7
380	7

Figura 38. Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche.

Per ulteriori dettagli fare riferimento all'elaborato grafico "B35Dh003IG--R0\_Planimetria-Interferenze - Risoluzione delle interferenze".



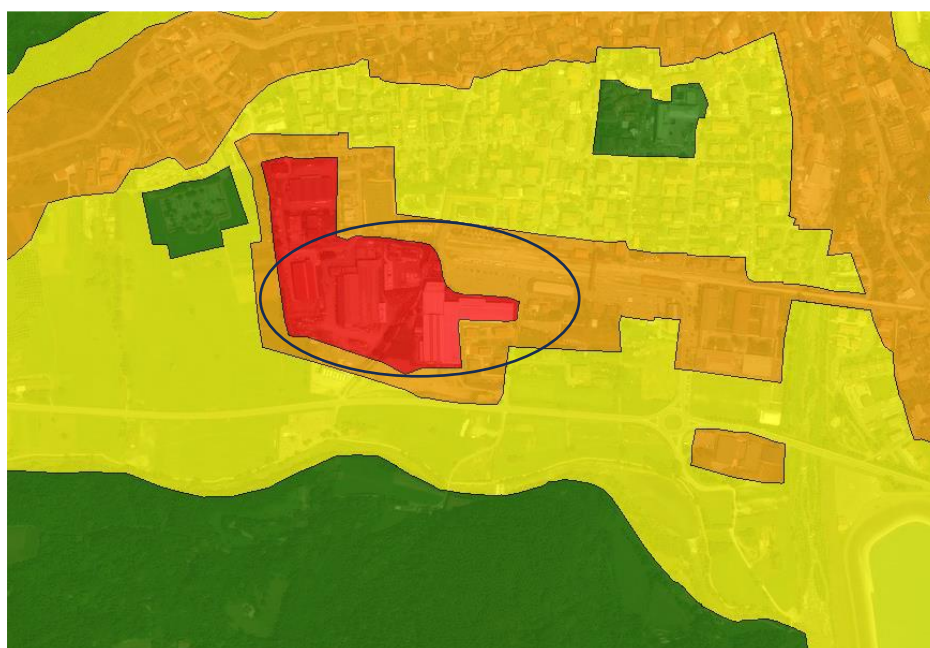
## **22.STUDI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI**

Al fine di valutare tutte le possibili interferenze derivanti dalle attività di cantiere e/o di esercizio correlate alla realizzazione del progetto in esame con le componenti ambientali e paesaggistiche sono stati elaborati: una Relazione tecnico ambientale e diversi studi specialistici a suo supporto. Le principali conclusioni degli elaborati sopra citati sono esposte di seguito

### **22.1. Acustica**

La Valutazione Previsionale di Impatto Acustico così come prescritto dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", art. 8, comma 4, si pone come obiettivo la stima del potenziale impatto sull'inquinamento acustico locale generato dalla realizzazione del progetto (impianto destinato alla produzione, stoccaggio ed erogazione dei mezzi pesanti ad idrogeno), su area idonea localizzata nell'ambito territoriale del Comune di Edolo (BS).

Il comune di Edolo ha adottato il Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale, redatto ai sensi della L.R. 13/2001 e s.m. e i., con deliberazione del Consiglio Comunale n.5 del 06/06/2008, in base al quale l'area di intervento (evidenziata nell'ovale blu nella figura in calce) è localizzata essenzialmente in classi V e IV.



Attuazione classificazione acustica comunale

Piani Acustici

- Classe I
- Classe II
- Classe III
- Classe IV
- Classe V
- Classe VI
- Classe non associata



Nella valutazione sono stati presi in esame i ricettori presenti al confine dell'area di lavoro valutando, presso di essi, il rispetto dei limiti di immissione secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Lo studio ha avuto lo scopo di:

- verificare il rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento acustico a seguito della realizzazione opere;
- identificare eventuali aree/porzioni di impianto che necessitino di interventi di riduzione della rumorosità.

I rilievi acustici, le elaborazioni numeriche delle misure e la redazione della presente relazione sono stati eseguiti da Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Analizzati gli esiti delle misure fonometriche condotte in sito per la caratterizzazione dello stato ambientale attuale, sono stati evidenziati già attualmente il superamento dei limiti di immissione assoluta ed emissione in periodo diurno in corrispondenza di alcuni ricettori, superamento derivante dal **rumore emesso dal traffico autostradale e ferroviario** proveniente da Via Rassiche e da Via gennaro Sora in corrispondenza della Stazione Ferroviaria di Edolo (indipendente quindi dal rumore emesso dai macchinari che verranno installati).

Per quanto concerne le opere in progetto, le maggiori fonti di rumore deriveranno dalle sorgenti sonore ubicate nel lotto 1, (air cooler e container contenente il Coolant Pump, Anode Pump e Instrument air packag); dalla valutazione previsionale si è calcolato il potenziale superamento dei limiti di emissione in corrispondenza dei ricettori in direzione nord rispetto al lotto 1 in periodo notturno e il non il rispetto del criterio differenziale.

Per mitigare gli effetti di inquinamento acustico, è prevista l'installazione di una barriera fonoassorbente lungo parte nord del lotto 1 aventi le seguenti caratteristiche.

- Sviluppo lineare di circa 90 m,
- Capacità di abbattere il rumore minimamente di circa 10 dB(A) ai ricettori R1 e R2.

Considerando l'ubicazione della barriera al confine nord dell'area del lotto 1, si è ipotizzato in prima battuta un'altezza della barriera di 2/3 metri; le dimensioni stimate saranno tali da ostruire la propagazione diretta del rumore dalle sorgenti sonore ai ricettori. I vari pannelli che comporranno la barriera dovranno essere installati utilizzando appositi accorgimenti al fine di evitare spaziature tra di essi.

## **22.2. DNSH**

Per il progetto di realizzazione del nuovo impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno a servizio della rete ferroviaria (per locomotive)), integrato nell'ambito di un ammodernamento del trasporto passeggeri sulla linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo, è stata svolta la valutazione DNSH (Do No Significant Harm - non arrecare un danno significativo) conformemente agli della CIRCOLARE n.33 MEF del 13 ottobre 2022 "Aggiornamento della Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente".

La Relazione fornisce un quadro di tutti gli elementi che concorrono al rispetto del principio di "non arrecare un danno significativo" (DNSH), come definito dalla Tassonomia Europea, dal Dispositivo di Ripresa e Resilienza o RRF e come esplicitato dalla Comunicazione della Commissione Europea COM (2021) 1054. inoltre, evidenza come il progetto attraverso la realizzazione di un impianto per la

produzione di idrogeno “verde”, contribuisce sostanzialmente al raggiungimento dell’obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici.

### **22.3. CAM**

Per il progetto di realizzazione del nuovo impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno a servizio della rete ferroviaria (per locomotive), integrato nell’ambito di un ammodernamento del trasporto passeggeri sulla linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo è stata valutata la conformità ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) Edilizia adottati con DM 23 giugno 2022 del MATTM – Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pubblicato in Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 6 Agosto 2022 (in vigore dal 4 dicembre 2022), con l’obiettivo di ridurre gli impatti ambientali associati agli interventi di edilizia pubblica in un’ottica di ciclo di vita.

La relazione CAM fornisce un quadro generale circa le strategie atte a garantire e migliorare le prestazioni ambientali del progetto e riporta le verifiche di conformità ai Criteri Ambientali Minimi relativi alla fase di progettazione; sono, inoltre, specificati i CAM da verificarsi nelle fasi successive, a carico di soggetti terzi al team di progettazione.

La verifica di conformità per ogni specifico CAM è effettuata con l’indicazione dei seguenti elementi:

- Sintesi requisito;
- Verifica di conformità per il progetto in oggetto
- Strategia progettuale e soluzioni tecniche implementate
- Rimando ad altri elaborati di progetto dove sono riportate specifiche tecniche e/o informazioni integrative

A fronte delle soluzioni progettuali e specifiche tecniche indicate negli elaborati di progetto, si evidenzia la coerenza del progetto del nuovo impianto ad idrogeno di Edolo, con gli obiettivi e le strategie definite dai CAM Edilizia; a tal fine, l’appaltatore dovrà a fornire alla Stazione Appaltante la documentazione che attesti la verifica e la conformità indicate nei CAM.”

### **22.4. Paesaggio**

Per quanto concerne gli aspetti legati al tema “Paesaggio” sono state analizzate la normativa e la pianificazione in tema di paesaggio, dal livello regionale a quello locale, con il fine di verificare:

- la compatibilità del progetto con i valori paesaggistici riconosciuti degli elementi vincolati e/o tutelati dalla normativa e/o dagli strumenti di pianificazione;
- la congruità del progetto con i criteri di gestione/tutela degli elementi vincolati/tutelati dalla normativa e/o dagli strumenti di pianificazione;
- la coerenza del progetto con gli obiettivi di qualità paesaggistica identificati negli strumenti di pianificazione.

In particolare, a livello nazionale, la legge cui far riferimento per la tutela del paesaggio italiano è il “Codice dei beni culturali e del paesaggio”, introdotto dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 pubblicato nella G.U. n. 45 del 24 febbraio 2004 - Supplemento Ordinario n. 28 e successivamente modificato ed integrato. Esso recepisce le direttive comunitarie abrogando e sostituendo integralmente la precedente normativa in tema di beni culturali ed ambientali; i principali capisaldi del testo normativo sono:

- il pieno recupero del paesaggio nell’ambito del “patrimonio culturale”, del quale costituisce parte integrante alla pari degli altri beni culturali italiani;

- il riconoscimento del carattere unitario della tutela dell'intero patrimonio storico-artistico e paesaggistico, così come previsto dalla Costituzione;
- la creazione, sia sotto il profilo formale che funzionale, di un apposito demanio culturale al quale sono ascritti tutti quei beni la cui piena salvaguardia ne richiede il mantenimento nella sfera pubblica (statale, regionale, provinciale, comunale) nell'interesse della collettività;
- la pianificazione urbanistica assume un carattere subordinato rispetto alla pianificazione del paesaggio, di fronte alla quale la prima dovrà essere sempre pienamente compatibile

A livello regionale invece, con la L.R. 12 del 2005 "Legge per il Governo del Territorio), in particolare con il "titolo V - beni paesaggistici", coerentemente anche con il D.Lgs n. 42 del 2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio), è stata disciplinata la materia attribuendo ai diversi Enti locali le funzioni amministrative.

Con la L.R.12/2005 la Regione attribuisce prevalentemente compiti di indirizzo, orientamento generale e supporto agli Enti locali (Comuni, Consorzi di Parco, Comunità Montane, Province), chiamati al compito di esaminare ed autorizzare i singoli progetti di trasformazione del territorio nelle zone sottoposte a vincolo paesaggistico.

L'area in cui si vuole sviluppare il progetto in esame appartiene all'ambito geografico dei Paesaggi della Lombardia "Val Camonica", nella provincia di Brescia.

La Val Camonica corrisponde al corso alpino e prealpino dell'Oglio ed è suddivisa in tre porzioni: la bassa, dall'orlo superiore del Sebino a Breno; la media, da Breno a Edolo e l'alta, da Edolo al Passo del Tonale. L'area d'interesse rientra nella porzione dell'alta valle che va da Edolo al Passo del Tonale e racchiude al suo interno la parte lombarda del Gruppo dell'Adamello e del Baitone.

L'abitato di Edolo in particolare è localizzato in un luogo strategico dal punto di vista infrastrutturale, in quanto luogo di confluenza tra la Valle Camonica e la Valle Corteno e dell'Aprica, quale luogo di snodo del traffico da e verso il Trentino, la Valtellina e i capoluoghi di Brescia e Bergamo.

La ferrovia storica Brescia–Edolo fu realizzata in quattro tronchi tra la fine dell'Ottocento e la prima decade del Novecento:

- il primo tronco Brescia–Iseo, di km 23,786, fu aperto all'esercizio il 21 giugno 1885;
- il secondo e terzo tronco Iseo–Pisogne e Pisogne–Breno, di km 21,644 e km 24,585, vennero inaugurati nel 1907, rispettivamente l'8 luglio e il 30 dicembre;
- il quarto ed ultimo tronco Breno– Edolo, il più lungo con 30,655 km di lunghezza, fu aperto il 4 luglio 1909.

Scendendo più a scala locale, il territorio di Edolo presenta caratteristiche naturali per la maggior parte della superficie comunale. Il paesaggio agrario risulta invece meno esteso e caratterizzato da fenomeni di abbandono, dismissione e/o riconversione delle destinazioni d'uso.

Il comune di Edolo ha una superficie di 89,40 km<sup>2</sup> e un'altimetria media del capoluogo di m 700 s.l.m., con un'escursione compresa tra i m 620 del letto del fiume Oglio sul confine meridionale e i m 3.539 della vetta dell'Adamello.

Per la valutazione dei potenziali impatti sul paesaggio del progetto in esame sono state effettuate indagini di tipo descrittivo e percettivo. Le prime indagano i sistemi di segni del territorio dal punto di vista naturale, antropico, storico-culturale, mentre quelle di tipo percettivo sono volte a valutare la visibilità dell'opera.

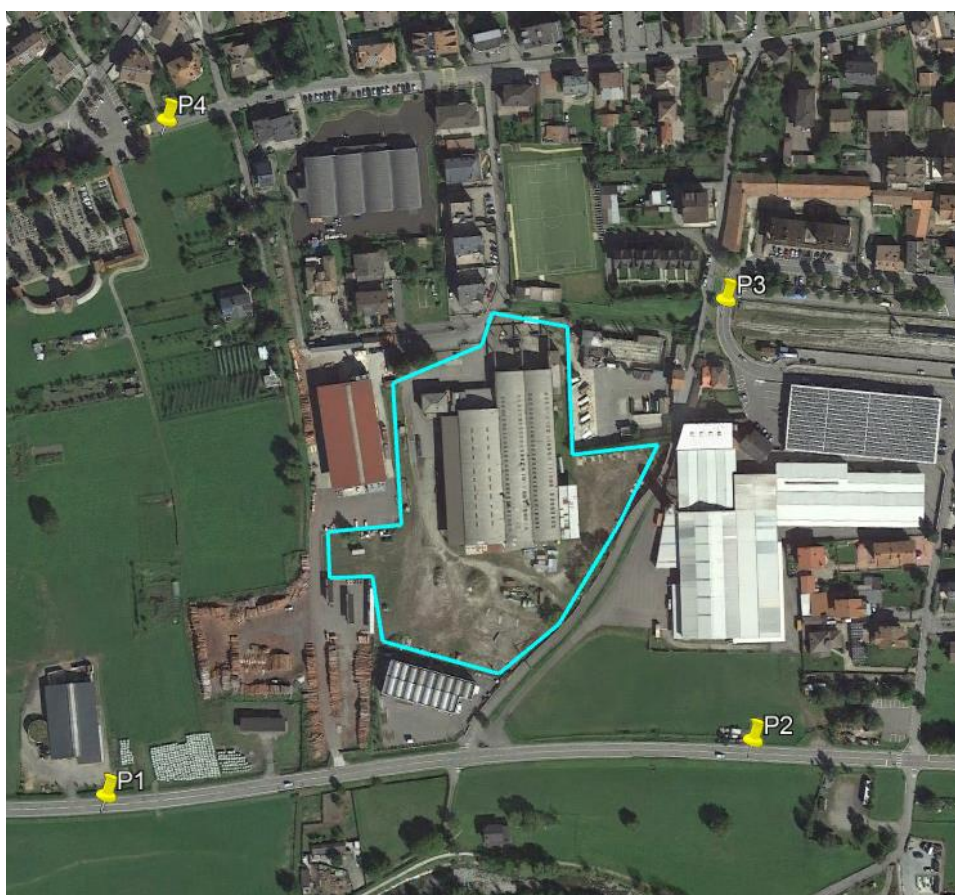
Le principali fasi dell'analisi condotta sono le seguenti:

- individuazione degli elementi morfologici, naturali e antropici eventualmente presenti nell'area di indagine considerata attraverso l'analisi della cartografia;
- descrizione e definizione dello spazio visivo di progetto e analisi delle condizioni visuali esistenti;
- definizione e scelta dei recettori sensibili all'interno del bacino di intervisibilità;
- valutazione dell'entità degli impatti sul contesto visivo e paesaggistico, con individuazione di eventuali misure di mitigazione e/o compensazione degli impatti

Per il raggiungimento di tale scopo, in via preliminare, è stato delimitato il campo di indagine in funzione delle caratteristiche dimensionali delle opere da realizzare, individuando, in via geometrica, le aree interessate dalle potenziali interazioni visive e percettive, attraverso una valutazione della loro intervisibilità con le aree di intervento.

La fase successiva la verifica della presenza nel bacino di intervisibilità di recettori particolarmente sensibili che costituiscono, per le loro caratteristiche di "fruibilità", i punti di vista significativi dai quali è possibile valutare l'effettivo impatto delle opere sul paesaggio.

Come risultanza di questa valutazione sono state effettuate valutazioni visive da 4 punti di vista a distanza di circa 300 metri massimo come rappresentati in figura seguente.



Dall'analisi effettuata, l'area di progetto è praticamente classificabile per 2 dei 4 punti di vista come a percettibilità bassa e visibilità nulla. Per i punti di vista 1 e 2 la percettibilità è media e visibilità parziale.

Una volta individuati i caratteri morfologico-strutturali dell'area in cui si inserisce il progetto e analizzati gli elementi di tutela paesaggistico-ambientale presenti sul territorio in relazione alle

caratteristiche del progetto ed alla loro sensibilità ad assorbire i cambiamenti, si può delineare l'impatto complessivo dell'opera sul contesto paesaggistico che la accoglierà.

La principale finalità di un'analisi del paesaggio, infatti, oltre a riuscire a leggere i segni che lo connotano, è quella di poter controllare la qualità delle trasformazioni in atto, affinché i nuovi segni che verranno a sovrapporsi sul territorio non introducano elementi di degrado, ma si inseriscano in modo coerente con l'intorno.

Dall'analisi condotta, si ritiene che complessivamente il progetto non comporti una modifica significativa del contesto attuale, che si valuta di trascurabile o nulla entità dell'impatto.

Per quel che concerne la fase di cantiere, le interazioni con l'aspetto visivo-paesaggistico e gli impatti eventualmente generati, anche in ragione della durata dei lavori e della frequentazione dei luoghi circostanti, possono essere considerati di bassa entità e reversibili al termine dei lavori.

Infine, data la natura dell'intervento analizzato, per quanto concerne la verifica di conformità alle prescrizioni contenute nei piani urbanistici e territoriali aventi valenza paesaggistica, la valutazione della coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica in essi definiti e, infine, la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dal vincolo interferito, l'intervento risulta compatibile, oltre che coerente con gli strumenti di pianificazione.

## 22.5. Vincoli Ambientali

Nel seguito si propone uno schema di sintesi relativo alla compatibilità rilevata tra progetto e regime vincolistico e tra progetto e sistema delle aree protette.

Vincoli	Coerenza
Beni paesaggistici	Non si rilevano specifici beni interferenti con l'area di progetto.
Beni culturali	Non si rilevano specifici beni interferenti con l'area di progetto.
Vincolo idrogeologico	L'area interessata dal progetto non è sottoposta a vincolo idrogeologico.
Rischio sismico	Non si prevedono particolari accorgimenti.
Aree protette	Il progetto in oggetto non rientra in alcuna Area protetta né all'interno del PLIS del Fiume Ogliolo di Edolo; a tal proposito è stata redatta la Relazione paesaggistica, elaborata ai sensi del D.P.C.M. 12/12/2005 e presentata in allegato al progetto
Siti Natura 200	I siti Natura 2000 più prossimi all'area di progetto sono la ZSC IT2070002 Monte Piccolo - Monte Colmo e la ZPS IT2070401 – Parco Naturale dell'Adamello.

## **23. CENNI ALLA STRUTTURA CERTIFICATIVA NELL'AMBITO DELLA DIRETTIVA 2014/68/UE (PED), DELLA DIRETTIVA ATEX 2014/34/UE E DIRETTIVA ATEX 99/92/CE**

### **23.1. Definizioni**

Nell'ambito del progetto idrogeno in questione, si adottano le seguenti definizioni.

**INSIEME** (ai sensi della normativa PED): *“Un insieme è una combinazione di diverse attrezzature a pressione montate per formare un sistema integrato e funzionale”.*

Un insieme è quindi costituito da varie componenti di attrezzature a pressione che sono assemblate insieme per creare un sistema completo e operativo. Questi sistemi possono variare in complessità, da qualcosa di semplice come una pentola a pressione a qualcosa di più complesso come una caldaia o un'apparecchiatura a pressione.

**PACKAGE** (ai sensi del “processo”): generalmente si riferisce a un sistema o una combinazione di sistemi utilizzati per il trattamento o la manipolazione di materiali o sostanze chimiche in un ambiente industriale. Questi package possono includere attrezzature a pressione e devono quindi conformarsi alle specifiche della Direttiva PED quando sono utilizzati all'interno dell'UE.

Nell'ambito del progetto idrogeno di Edolo, il termine *package* usato a livello internazionale e non solo in unione europea viene di frequente utilizzato in quanto particolarmente adatto per descrivere sistemi complessi di trasformazione della materia.

"Insieme" è un termine tecnico specifico che si conforma specificamente alle definizioni della normativa europea PED per descrivere componenti collegati in un sistema pressurizzato, "package" offre una visione più globale e completa (anche di sistemi non in pressione), enfatizzando la prontezza, l'integrità del sistema e la facilità di implementazione, particolarmente ed universalmente utile in contesti di vendita e progettazione industriale.

### **23.2. Struttura certificativa PED**

#### **23.2.1. Obblighi dell'APPALTATORE**

**Conformità delle attrezzature:** le attrezzature a pressione e gli insiemi acquistati e installati sono conformi ai requisiti della Direttiva PED. Questo include la verifica che ogni componente abbia la marcatura CE e sia accompagnato dalla Dichiarazione di conformità e dalla documentazione tecnica necessaria.

**Assemblaggio conforme:** l'assemblaggio degli insiemi deve rispettare le normative tecniche applicabili e garantire che le modifiche o l'integrazione di parti diverse non compromettano la sicurezza dell'insieme finale.

**Documentazione:** tutta la documentazione tecnica necessaria, che include i manuali d'uso, i disegni tecnici, i certificati di conformità e i risultati dei test effettuati sono verificati e collettati in specifici manuali

**Gestione della Conformità:** verifica che ogni componente dell'installazione mantenga la sua marcatura CE (sin dalle fasi degli acquisti) e che sia accompagnato dalla Dichiarazione di conformità

appropriata. Si assicura che tutte le modifiche o aggiunte agli impianti siano documentate e valutate in termini di impatto sulla conformità generale alla PED.

**Collaudi e ispezioni:** l'esecuzione dei collaudi e delle ispezioni necessarie per verificare la conformità degli insiemi installati, compresi i test di pressione e le verifiche di sicurezza.

**Segnalazione delle non conformità:** segnalazione di qualsiasi non conformità riscontrata durante l'installazione o l'operatività delle attrezzature a pressione.

### **23.2.2. Obblighi dell'UTILIZZATORE**

**Manutenzione e ispezioni regolari:** L'utilizzatore finale deve effettuare regolari ispezioni e manutenzione delle attrezzature a pressione per garantire il loro funzionamento sicuro e conforme nel tempo.

**Formazione del personale:** L'utilizzatore deve assicurarsi che tutto il personale che opera con o vicino alle attrezzature a pressione sia adeguatamente formato riguardo ai rischi e alle procedure di sicurezza.

**Documentazione e registro delle attrezzature:** L'utilizzatore deve mantenere un registro aggiornato di tutte le attrezzature a pressione, inclusi i dettagli di installazione, manutenzione e eventuali incidenti o guasti.

**Notifica di incidenti gravi:** Devono essere notificati agli enti regolatori locali eventuali incidenti che comportano le attrezzature a pressione, seguendo le procedure di segnalazione stabilite dalle normative nazionali e dalla Direttiva PED.

Inoltre, rispetto a quanto sopra, l'utilizzatore di attrezzature in pressione ha una serie di obblighi in conformità al **DM 329/2004**, ecco una panoramica dettagliata dei principali obblighi per l'utilizzatore:

1. **Dichiarazione di Messa in Servizio:** Gli utilizzatori devono inviare una dichiarazione di messa in servizio all'INAIL. Questa dichiarazione deve includere un *fascicolo tecnico* con un elenco delle attrezzature, uno schema di impianto, una relazione tecnica sulle condizioni di installazione e di esercizio, misure di sicurezza, e una dichiarazione di conformità alle condizioni del manuale di uso e manutenzione.
2. **Verifica di Primo Impianto:** Dopo l'installazione o il montaggio delle attrezzature, gli utilizzatori devono richiedere all'INAIL la verifica di primo impianto. Questa verifica controlla il corretto funzionamento e la corretta installazione in conformità con la normativa vigente.
3. **Verifiche di Riqualificazione Periodica:** Le attrezzature a pressione devono essere sottoposte a ispezioni periodiche. Queste ispezioni includono esami visivi, controlli spessimetrici e altri test necessari per assicurare che le attrezzature siano in condizioni sicure e funzionanti e mantengano la loro integrità meccanica.



### **23.3. Struttura certificativa ATEX**

#### **23.3.1. Obblighi dell'APPALTATORE**

##### **Classificazione delle Zone e Valutazione dei Rischi:**

- Identificare e classificare le zone a rischio di esplosione.
- Effettuare valutazioni del rischio dettagliate per stabilire le misure di sicurezza appropriate.
- Segnalazione delle aree con pericolo di esplosione (cartellonistica)

##### **Selezione e Fornitura di Attrezzature:**

- Fornire attrezzature e componenti con certificazione ATEX appropriata per le zone classificate.
- Assicurarsi che tutte le attrezzature abbiano le marcature CE e siano accompagnate dai documenti di conformità necessari.

##### **Installazione e Collaudo:**

- Installare le attrezzature conformemente alle specifiche tecniche e alle normative ATEX.
- Eseguire i collaudi iniziali per verificare la corretta installazione e funzionamento in sicurezza.

##### **Formazione e Documentazione:**

- Fornire formazione specifica ATEX ai lavoratori propri coinvolti nel progetto.
- Creare e fornire manuali di uso e manutenzione specifici per le attrezzature ATEX installate.

##### **Manutenzione e Ispezioni:**

- Implementare un programma di manutenzione e ispezione conforme agli standard ATEX.
- Garantire che le attrezzature siano mantenute in condizioni sicure e regolarmente ispezionate.

#### **23.3.2. Obblighi dell'Utilizzatore**

##### **Gestione del Rischio:**

- Mantenere aggiornata la valutazione dei rischi per le zone ATEX, soprattutto in caso di variazioni o integrazioni impiantistiche nel tempo.
- Garantire che le misure di sicurezza siano sempre attuate e rispettate.

##### **Manutenzione e Verifiche Periodiche:**

- Implementare e mantenere un piano di manutenzione sistematico per le attrezzature ATEX.
- Programmare ispezioni periodiche e verifiche di conformità eseguite da personale qualificato.

##### **Formazione Continua:**

- Assicurare che tutto il personale operativo riceva formazione regolare sui rischi ATEX e sulle procedure operative sicure.
- Mantenere la documentazione di formazione aggiornata e facilmente accessibile.

##### **Documentazione e Compliance:**

- Tenere aggiornato il dossier di protezione contro le esplosioni.
- Collaborare con gli enti regolatori e gli ispettori per facilitare le revisioni e garantire la conformità.

**Gestione delle Emergenze:**

- Sviluppare e testare regolarmente piani di emergenza specifici per incidenti in ambienti ATEX.

Assicurare che tutti i piani di emergenza siano chiari e conosciuti dal personale.

**24.DIFFERENZE RISPETTO AL PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA (PFTE)**

Il progetto definitivo è stato redatto sulla base del PFTE a base gara e tutte le caratteristiche di capacità e performance di impianto sono state mantenute.

Tuttavia, dalla lettura degli elaborati si possono notare alcune modifiche sostanziali che sono state implementate per adeguare il progetto alle norme di sicurezza antincendio e per risolvere le interferenze con alcuni sottoservizi esistenti rilevate durante il primo sopralluogo del progetto. In particolare sono state apportate le seguenti modifiche principali:

- Rifacimento della planimetria d'impianto dovuto all'adeguamento della stessa ai DM 7 Luglio 2023 e al DM 23 Ottobre 2018, ai ritrovamenti del primo sopralluogo (linee aeree in media tensione al confine est e nord dell'area e fogna pubblica passante al centro dell'area stessa) e alla razionalizzazione delle aree di impianto per garantire una più facile manutenzione e operabilità
- Spostamento delle unità di chilling per i treni nella zona banchina in modo tale da permettere il corretto funzionamento dei relativi dispensers.
- Sono state previste due linee di trasporto idrogeno da 1" (tubing) dall'area di produzione alla distribuzione dei treni al posto della singola linea da PFTE. Tale modifica è stata richiesta per assicurare l'alta portata erogata dai dispensers dei treni.
- Revisione degli accessi al lotto 1 secondo le richieste del comune di Edolo.
- Miglioramento dei materiali proposti per le linee di trasporto idrogeno ad alta pressione (500 barg).
- È stata inoltre eseguita un'analisi di rischio con approccio ingegneristico (doc. n. B35Db015VV02R0\_Relazione tecnica specialistica-Analisi del rischio di incendio ed esplosione) che mediante la tecnica di analisi quantitativa denominata QRA (dall'inglese Quantitative Risk Analysis) ha comportato l'adozione di ulteriori misure mitigative del rischio (oltre alle già osservate distanze di sicurezza) quali:
  - o muri paraschegge in aree situate nell'intorno di alcuni elementi pericolosi dell'impianto
  - o accortezze realizzative sulla supportazione dei tratti di tubazione aerei all'interno del sito, tratti necessari all'interconnessione tra alcune apparecchiature (paratie laterali per la deviazione di potenziali getti di gas)
  - o interdizione di alcune aree esterne (lotto 2 dispensers treni)
- Implementazione dell'ODS-2 dalla stazione appaltante:
  - o eliminare i dispensers degli autobus, il relativo chiller ed una baia di carico, mantenendo inalterate le necessarie predisposizioni;
  - o prevedere una baia di carro bombolaio per carico e scarico idrogeno adeguata ad operare ad una pressione di 500 bar;

- prevedere una pista ciclopedonale che colleghi via Gennaro Sora a via Industriale, lungo il tracciato ferroviario abbandonato;
- prevedere adeguata illuminazione stradale lungo via Rassiche, ove questa non sia già presente;
- modificare la recinzione dell'impianto in modo che i posti auto previsti lungo via Industriale risultino esterni all'impianto stesso.

Infine, l'analisi dei sistemi antincendio e dei sensori fuoco e fiamma, rispetto ai cenni riportati nel PFTE, ha implicato una estensione e un necessario miglioramento dei sistemi delle aree da proteggere quali in particolare quelli per il lotto 2 (dispensers treni) del sito di Edolo nonché l'adozione di ulteriori valvole e stazioni di controllo per il "diluvio" del fortino stoccaggio idrogeno in alta pressione al fine non allagare tutto il fortino stoccaggi in caso di emergenza/incendio ma solo le parti interessate in caso di incidente e via via il resto se necessario.

## **25.PROGETTO ESECUTIVO**

Il progetto esecutivo dovrà essere realizzato in 40 giorni e dovrà essere prodotta tutta la documentazione prevista dal D. Lgs. 50/2016 e decreti attuativi, inoltre esso dovrà attenersi il più possibile ai contenuti esplicitati nel Progetto Definitivo.