



EPA IMPIANTI S.R.L.

PRINCIPIO DI SVILUPPO, RICERCA E AMMODERNAMENTO FERROVIARIO (TRENO DE122)

LUOGO E DATA PRIMA EMISSIONE CATANIA, 08/06/20254	FOGLI ALLEGATI N°	COMPILATORE Ufficio Tecnico	NOME PROGETTO:	PRINCIPIO DI SVILUPPO, RICERCA E AMMODERNAMENTO FERROVIARIO (TRENO DE122)													
			Modifiche	Descrizione													
			08/06/2025	CREAZIONE DOCUMENTO													
NOTE	SCALA N.A.	REVISORE	Revisioni														
			<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15



PREMESSA

Questo documento tecnico di policy di lavoro è indirizzato a tutti i collaboratori interni ed esterni della Epa Impianti SRL in seguito proprietà.

Esso illustra gli il *principio di sviluppo, ricerca e ammodernamento ferroviario*, applicato al progetto del locomotore DE122, che riguarderà l'impianto di propulsione.

La scelta di procedere allo sviluppo di questo locomotore deriva dai vantaggi complessivi di questa tecnologia di trasporto rispetto alle diverse alternative disponibili, che possono essere riassunte nella seguente tabella.

Mezzo	Comfort	Punteggio sostenibilità	Note
Treno a idrogeno	★★★★☆	4.96	Spazioso e silenzioso simile ad un treno elettrico moderno. Flessibilità e sostenibilità massima
Treno elettrico	★★★★★	4.56	Massimo comfort e servizi di bordo. Ottima sostenibilità ma vincolato a reti elettrificate.
Treno diesel	★★☆☆☆	2.53	Più rumoroso, maggiori vibrazioni. Adatto anche a reti non elettrificate, scadente sostenibilità.
Autobus	★★☆☆☆	1.56	Affollato e scossoni durante il tragitto. Mezzo di trasporto fortemente influenzato dalla viabilità e scadente sostenibilità.
Automobile	★★★★☆	0.33	Alto comfort se si viaggia soli o in coppia. Mezzo di trasporto fortemente influenzato dalla viabilità e pessima sostenibilità.
Aereo	★★★☆☆	2.59	Valido solamente per lunghi tragitti, scadente sostenibilità.



1. SOMMARIO

1.	SOMMARIO	3
2.	ABBREVIAZIONI	4
3.	INTRODUZIONE	5
4.	PARAMETRI DI RIFERIMENTO	5
4.1.	CONFIGURAZIONE LOCOMOTORE	5
4.2.	PROFILO DI IMPIEGO	6
5.	SCHEMI IMPIANTI DI GENERAZIONE E PROPULSIONE	6
5.1.	IMPIANTO FULL H ₂	6
5.2.	IMPIANTO IBRIDO CODH	7
5.3.	INDIRIZZI DI SVILUPPO E PRODUZIONE	7
6.	SOTTOSISTEMA POWER MANAGEMENT SYSTEM	8
7.	SOTTOSISTEMA EPACogen	8
8.	EFFICIENTAMENTO AERODINAMICO	9
9.	SISTEMA DI RIFORMIMENTO H ₂	10
	Allegato 1	11
	Allegato 2	12
	Allegato 3	13
	Allegato 4	14



ABBREVIAZIONI

FC	Fuel Cell – Celle a combustibile idrogeno
DG	Diesel Generatore
CODH	Combined Diesel and Hydrogen
PMS	Power Management System
ME	Motore elettrico
LiPo	Lithium Polimer battery
CFD	Computational Fluid Dynamics
Pax	Convoglio passeggeri
R&D	Research and Development



2. INTRODUZIONE

In questo documento è descritta la policy di sviluppo dei vari sistemi e nelle diverse fasi di lavoro.

I principi qui descritti, dovranno tuttavia poi trovare conferma, aggiornamento e modifica eventuale durante la progettazione, recependo i risultati della stessa, le condizioni degli eventuali subfornitori interpellati e del perfezionamento della politica di vendita.

Partendo dalla prima fase di sviluppo, dove è stata fatta una prima valutazione sui costi di implementazione e disponibilità degli alloggiamenti di un sistema FC a modulo unico e depositi fissi (Allegato 3 e 4 alla presente relazione), si è optato per procedere ad una revisione dell'indirizzo di progettazione verso l'impiego di moduli FC in parallelo e la ricerca e *sviluppo di un innovativo* sistema di rifornimento.

Tale scelta è stata dettata dalla ricerca di una soluzione che comportasse una maggior ridondanza di sistemi e una maggiore flessibilità impiego operativo a favore del cliente.

3. PARAMETRI DI RIFERIMENTO

In questo paragrafo verranno riassunti i parametri principali vincolanti alla progettazione, riguardanti la configurazione del locomotore e il profilo di impiego ipotizzato.

3.1. CONFIGURAZIONE LOCOMOTORE

La progettazione si deve basare sul mantenimento dell'attuale configurazione di trazione della macchina, telaio, carrelli e motori elettrici, pertanto di riassumono di seguito i parametri di riferimento principali:

- Potenza minima di propulsiva da assicurare 1.450 kW;
- Potenza minima ausiliari da assicurare 250 kW;
- Propulsione nr.4 motori in CC MT27-M-A:
 - a) tensioni normali di funzionamento 550 V-790 V);
 - b) tensione massima ammissibile 1000 V;
 - c) corrente massima ammissibile 2000 A.



3.2. PROFILO DI IMPIEGO

La progettazione dovrà essere sviluppata per garantire i seguenti profili di impiego:

- a) Motrice per impiego trasporto merci (*freight*). In questo profilo d'impiego dovrà essere tenuto in conto l'esigenza di garantire sia cicli di accelerazione, transito e arresto brevi (ipotizzato 45 km) che lunghi (ipotizzati 450 km). In tutti i casi si considera, a titolo di maggior margine progettuale, una velocità continuativa di crociera dovrà essere mantenuta alla pari del locomotore DE 122;
- b) Motrice per impiego trasporto passeggeri (Pax secondo progetto di sviluppo). In questo profilo d'impiego l'impianto dovrà garantire la capacità di assicurare un elevato numero di accelerazioni con tratte a massima velocità più contenute. Questo profilo di impiego sarà oggetto di verifica a valle della chiusura della prima spirale di progetto dell'impianto propulsivo *freight*.

4. SCHEMI IMPIANTI DI GENERAZIONE E PROPULSIONE

In questo paragrafo saranno sviluppati i diversi schemi di ammodernamento dell'impianto propulsivo del locomotore, andando pertanto ad individuare le principali caratteristiche di interfaccia ed esigenze da assicurare nelle successive fasi di progettazione.

4.1. IMPIANTO FULL H₂

Lo schema di impianto configurato è riportato in Allegato 1.

L'impianto in argomento dovrà essere dimensionato allo scopo di garantire le seguenti condizioni di impiego:

- alla velocità di crociera, la potenza dovrà essere erogata dalle FC, le quali dovranno garantire la potenza di trazione e la ricarica delle batterie (lenta). Le FC progressivamente andranno a ridurre la produzione in funzione del raggiungimento della carica delle batterie tampone;
- accelerazione, la potenza di spunto, che comporta elevate correnti, dovrà essere garantita dal pacco batterie che verrà progressivamente caricato dalle FC (veloce). Le FC aumenteranno progressivamente la produzione andando a sostituirsi progressivamente nella propulsione alle batterie;



- alla massima potenza dovrà essere assicurata anche l'erogazione, da parte delle FC, di una potenza sufficiente a consentire il mantenimento a tempone delle batterie;
- come assunzione di progetto l'autonomia da assicurare prima dell'esigenza di un rifornimento combustibile dovrà essere di almeno 450 km.

4.2. IMPIANTO IBRIDO CODH

Si procederà anche alla *ricerca e sviluppo* di una soluzione COmbined Diesel and Hydrogen (CODH), finalizzata a recepire eventuali esigenze dei clienti che necessitano una maggiore flessibilità nell'impiego di combustibili per il transito in zone dove la relativa logistica di rifornimento fosse difficoltosa ovvero assente.

Lo schema di impianto configurato è riportato in Allegato 2.

L'impianto in argomento dovrà essere dimensionato allo scopo di garantire le seguenti condizioni di impiego:

- alla velocità di crociera, la potenza dovrà essere erogata, in modo alternativo, dalle FC o dal Diesel alternatore, che dovranno garantire la potenza di trazione e la ricarica delle batterie (lenta);
- accelerazione, la potenza di spunto, che comporta elevate correnti, dovrà essere garantita dal pacco batterie che verrà progressivamente caricato dalla generazione di bordo CODH¹. La generazione CODH aumenta progressivamente la produzione andando a sostituirsi progressivamente nella propulsione alle batterie;
- alla massima potenza dovrà essere assicurata anche l'erogazione, da parte della generazione CODH, di una potenza sufficiente a consentire il mantenimento a tempone delle batterie;
- come assunzione di progetto l'autonomia da assicurare prima dell'esigenza di un rifornimento combustibile dovrà essere, anche in questo caso di almeno 450 km.

4.3. INDIRIZZI DI SVILUPPO E PRODUZIONE

Strategicamente si definiscono le seguenti linee di indirizzo di produzione per i sistemi di generazione:

¹ Al momento non si prevedono variazioni di configurazione delle batterie tra le due versioni propulsive



- FC, nella prima produzione saranno impiegati sistemi sviluppati assieme ai subfornitori per ridurre i costi iniziali di R&D *freight*. Perfezionato e collaudato il bilanciamento dei sistemi si procederà alla *successiva fase di R&D per la realizzazione tecnologia proprietaria da inserire anche nel programma Pax*;
- Impianto di accumulo a batterie LiPo, sarà *sviluppato assieme al subfornitore specializzato*;
- Diesel generatore, sarà impiegata una unità fornita un subfornitore specializzato che garantisca la sopportabilità in ambito mondiale e almeno 30 anni di garanzia da obsolescenze;

5. SOTTOSISTEMA POWER MANAGEMENT SYSTEM

Per entrambe le configurazioni di generazione un Power Management System (PMS), con interfaccia digitale per l'operatore, dovrà gestire il bilanciamento energetico dei sistemi di generazione.

Lo sviluppo del PMS dovrà tener conto della possibilità di adattare le condizioni di inserimento e disinserimento delle FC, per l'impianto Full H₂, e della coppia FC e DG, per l'impianto CODH mantenendo i parametri limite di funzionamento corretti per le batterie tampone LiPo.

6. SOTTOSISTEMA EPACogen

L'Azienda, improntando il progetto al raggiungimento di un locomotore a impatto ambientale zero e massimo rendimento, procederà alla *ricerca e sviluppo di un sistema di cogenerazione di bordo (EPACogen)* che andrà a sfruttare alcune caratteristiche e sottoprodotti peculiari delle FC e dei sistemi di batterie LiPo per il recupero energetico a favore dei servizi di bordo e, pertanto, aumentando complessivamente il rendimento complessivo della macchina.

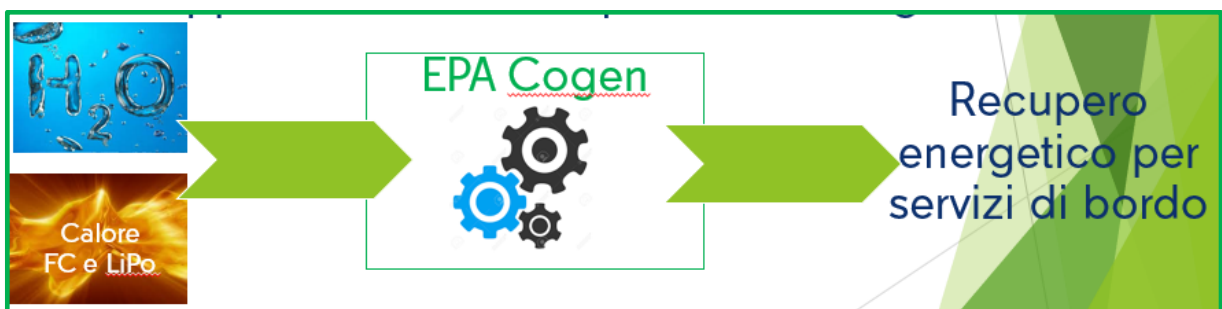


Figura 1-Schema di principio EPACogen



L'impianto in argomento sarà oggetto di *R&D e produzione* EPA.

7. EFFICIENTAMENTO AERODINAMICO

Un *ulteriore campo di sviluppo* sarà rappresentato nello sviluppo di una nuova struttura esterna che dovrà, unitamente ad un nuovo design, rappresentare un significativo miglioramento in merito alle caratteristiche aerodinamiche e pertanto all'efficienza all'avanzamento. L'impiego di forme affusolate per aumentare la penetrazione, assenza di spigoli, soluzioni integrate per accessori e carrelli dovranno creare un rivestimento continuo e senza interruzioni per minimizzare la turbolenza, migliorare il flusso complessivo attorno al convoglio e ridurre la resistenza aerodinamica proveniente dalla parte inferiore del treno.

Tutto ciò porterà a benefici in termini di:

- Riduzione del consumo energetico, particolarmente importante per il treno ad idrogeno dove la ricerca dell'efficienza massima è cruciale;
- Riduzione rumore aerodinamico, con il conseguente miglioramento del comfort acustico sia per i passeggeri che per l'ambiente urbano;
- Aumento della velocità potenziale, grazie alla riduzione di attrito e possibilità di migliorare la stabilità del locomotore alle alte velocità.

La base di lavoro definita dal designer sarà *oggetto di ricerca per massimizzarne il rendimento* mediante l'utilizzo di Computational Fluid Dynamics (CFD).



Figura 2 - Aerodinamica in fase di studio

8. SISTEMA DI RIFORNIMENTO H₂

La R&D sull'impianto di generazione della propulsione dovrà tener conto di un *ulteriore aspetto di innovazione e ricerca* che si vuole perseguire, il quale riguarderà lo stoccaggio del H₂.

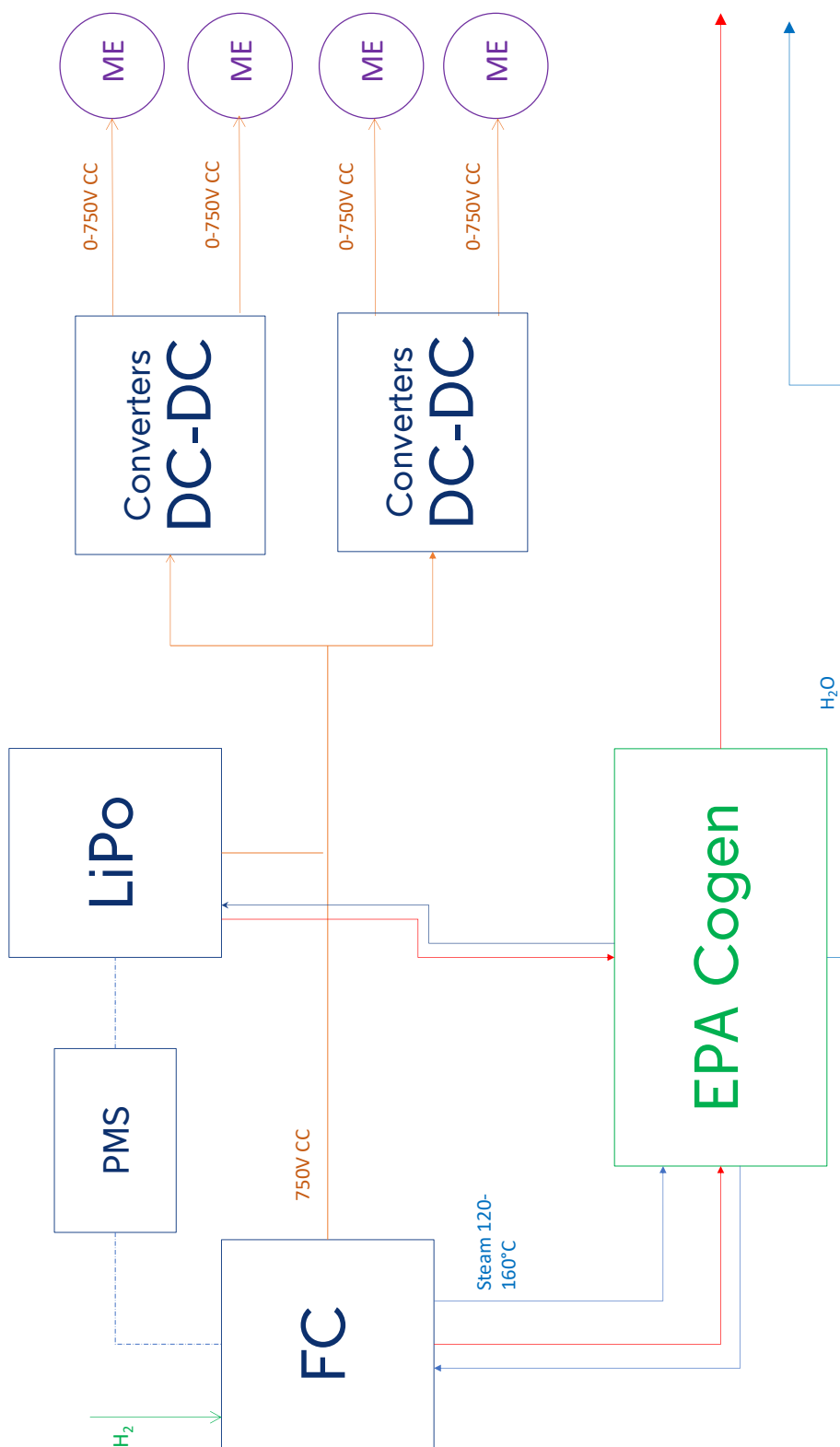
La ricerca riguarderà la realizzazione di un sistema modulare che consenta la ricarica del reagente mediante due modalità:

- Collegamento dalla banchina ad un apparato di pressurizzazione esterno;
- Rapida sostituzione di un sistema modulare di stoccaggio posto sul locomotore.

Questa seconda ed *innovativa soluzione* consentirebbe di ridurre i tempi di attesa di rifornimento, demandando la ricarica ad una fase logistica separata e non interferente con l'operatività del treno.



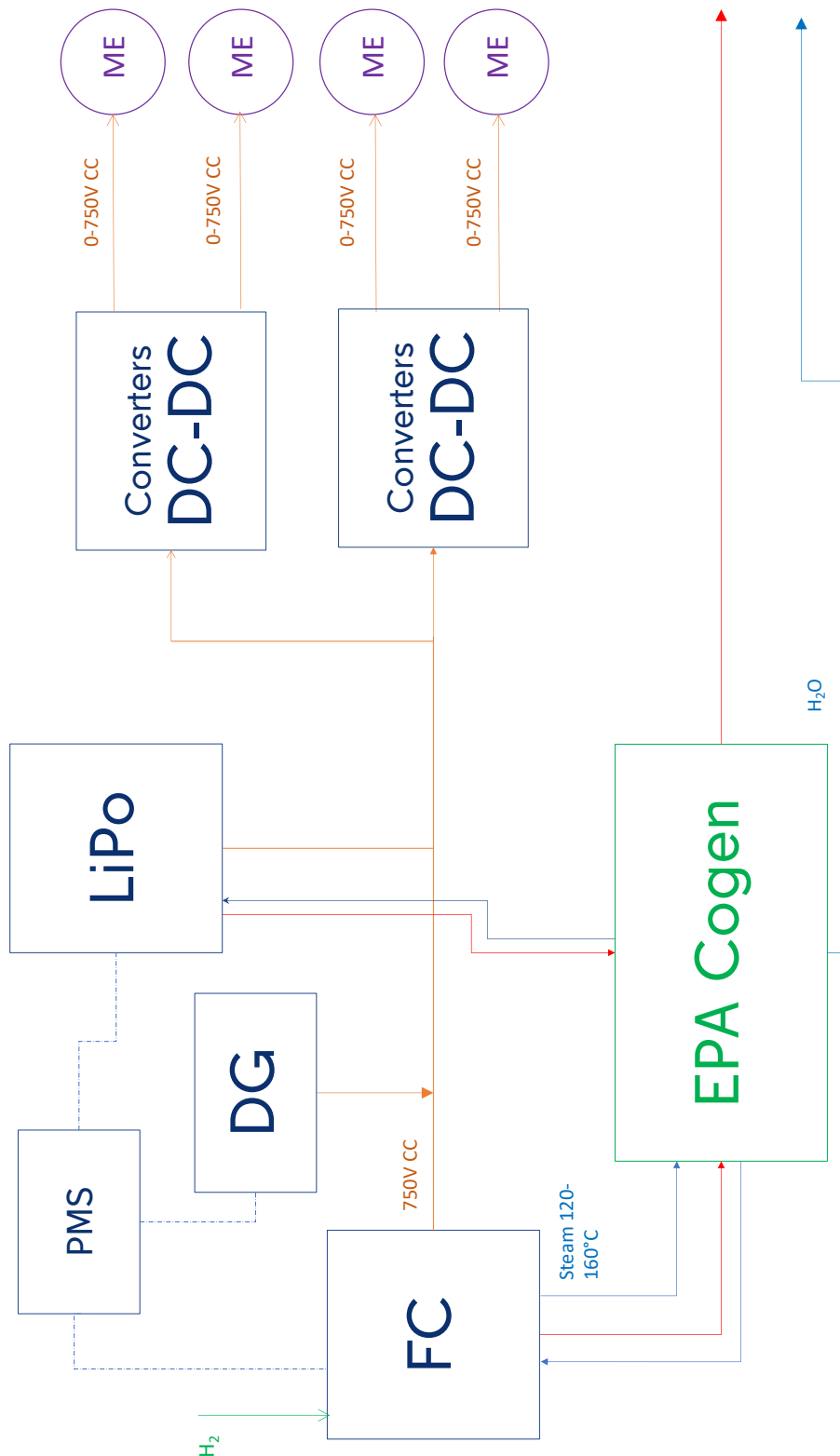
Allegato 1



FC POWER PLANT
In questo documento sono elencati dati sensibili di proprietà della EPA IMPIANTI SRL , la loro divulgazione a terzi senza esplicita autorizzazione è vietata



Allegato 2

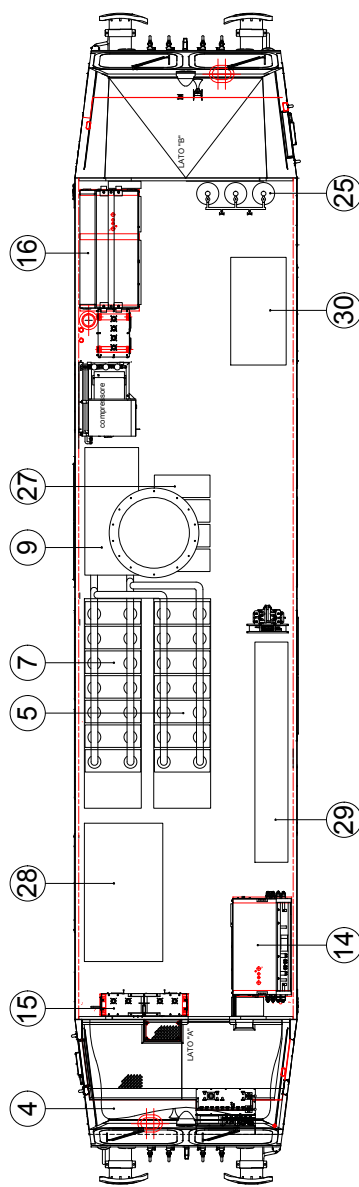
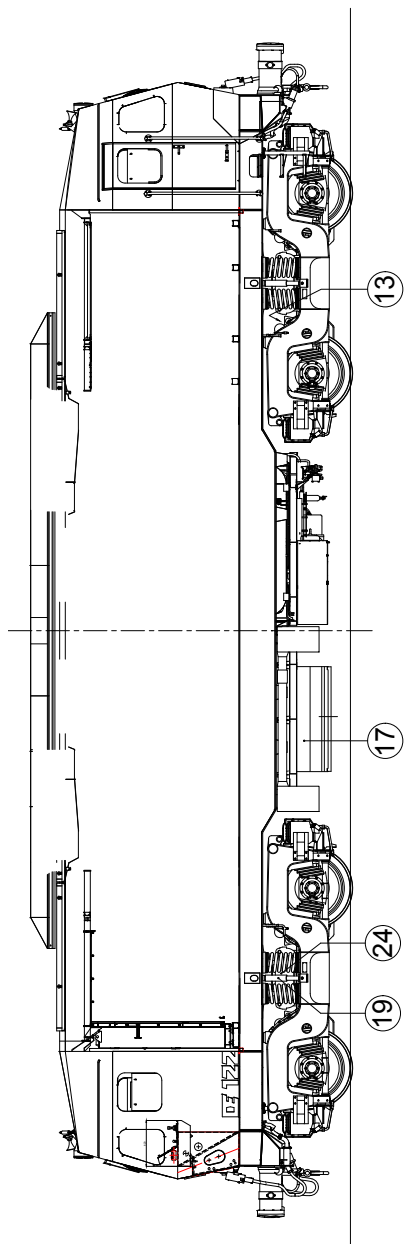
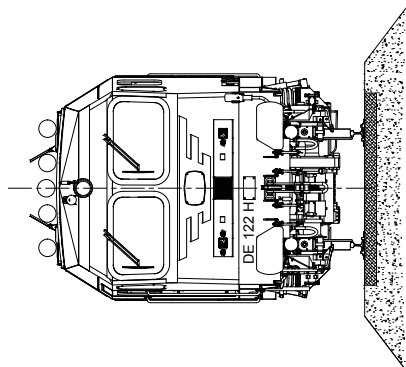


CODH POWER PLANT

In questo documento sono elencati dati sensibili di proprietà della EPA IMPIANTI SRL , la loro divulgazione a terzi senza esplicita autorizzazione è vietata



Allegato 3



NO	DESCRIZIONE	UNITA'	VALORE	UNITA'	VALORE
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30



Allegato 4

