

## **Analisi della locomotiva gruppo D445**



## **Indice:**

- **1) Introduzione**
  - **2) Descrizione della struttura e degli apparati della locomotiva:**
    - **il comparto termico**
    - **il comparto elettrico**
    - **il comparto radiatori**
    - **le cabine di guida**
    - **Il telaio**
    - **I carrelli e i motori di trazione**
    - **La carrozzeria**
  - **3) Differenze tra le serie**
  - **4) Utilizzazione attuale di queste macchine**
  - **5) Fonti**
-

## 1) Introduzione

Il gruppo D445 è il diretto successore delle precedenti locomotive unificate delle Ferrovie dello Stato quali i gruppi D343, D443 e D345 costruiti negli anni 60 e 70.

Le caratteristiche comuni tra queste locomotive sono essenzialmente due:

- La forma del frontale e della cassa.
- Il tipo di trasmissione della locomotiva ovvero diesel-elettrica

Il sistema di trasmissione diesel- elettrico si può così riassumere:

un motore diesel è calettato a un alternatore, la corrente alternata prodotta dopo essere stata raddrizzata tramite raddrizzatori, viene usata per i motori di trazione, un secondo alternatore serve ad alimentare i servizi ausiliari quali il REC (riscaldamento elettrico delle carrozze, presente solo sul gruppo D445), una dinamo alimenta i circuiti di comando ( 128Vcc) e una seconda dinamo crea il campo di eccitazione per la generatrice principale.

Le locomotive gruppo D445 vennero realizzate in 3 serie per l'impiego sui treni passeggeri.

In particolare le macchine di 2° e 3° serie sono predisposte per il telecomando da vettura pilota tramite una condotta a 78 poli; questo sistema consente la realizzazione di treni passeggeri a composizione bloccata eliminando le manovre di inversione nelle stazioni di fine corsa.

Come detto sopra le D445 sono le uniche locomotive diesel italiane ad avere il REC, questo le rende particolarmente adatte all'utilizzo su treni passeggeri rendendo inutile l'impiego dei carri generatori detti nVrec e nDVrec e i relativi addetti, permettendo così il riscaldamento delle carrozze e recentemente anche la climatizzazione delle stesse.

Le D445 rappresentano anche il gruppo di diesel-elettriche più prestanti del parco FS con una potenza di 1560kW e una velocità massima consentita di 130km/h; recentemente proprio per la loro potenza elevata e anche perché sono le uniche ad avere il REC, alcune macchine sono state scelte per essere accoppiate (cioè in doppia trazione) per il soccorso dei treni Eurostar AV nelle linee alta velocità.

---

## 2) Descrizione della struttura e degli apparati della locomotiva:

Ogni locomotiva del gruppo D445 è composta essenzialmente da 6 parti:

**il comparto termico**

**il comparto elettrico**

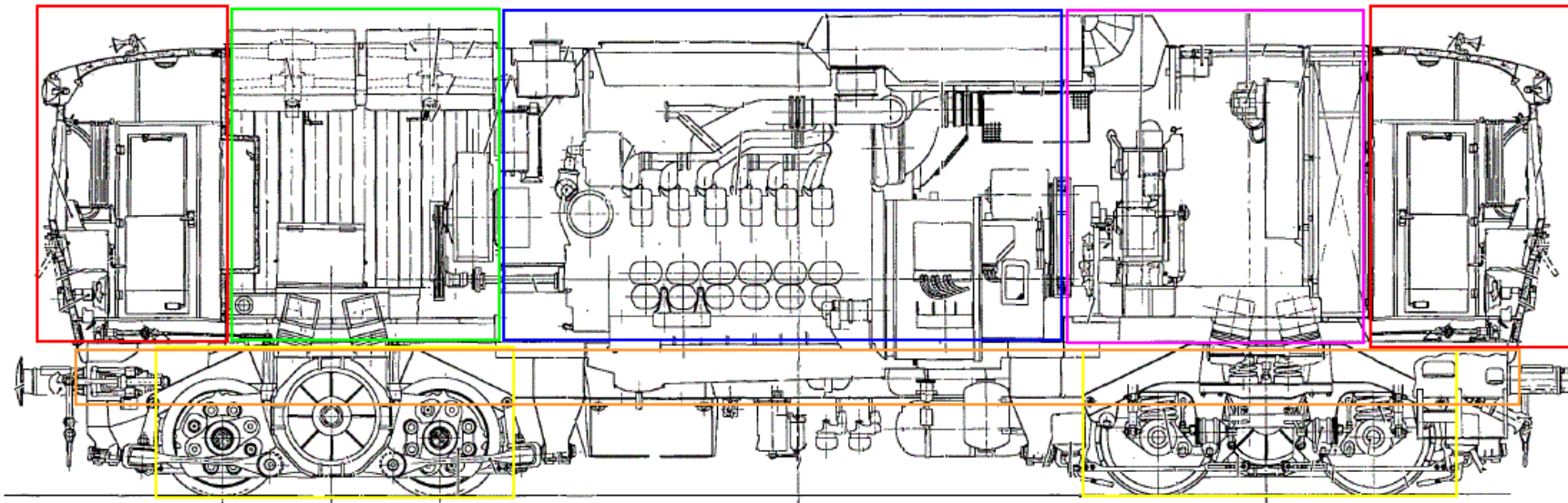
**il comparto radiatori**

**le cabine di guida denominate A e B**

**il tutto montato sopra ad un telaio costituito da longheroni saldati che ha anche la funzione di serbatoio per il gasolio.**

**I carrelli e i motori di trazione**

**La cassa cioè la carrozzeria**



**Il comparto termico**, posizionato al centro della locomotiva, contiene il motore diesel, e tutto ciò che lo riguarda cioè turbosoffiante, pompa nafta , turbocompressore, collettore di scarico, e tutti gli altri organi accessori.

Di seguito c'è una breve descrizione del motore diesel montato in lingua inglese:

Each Class D445 locomotive is equipped with one FIAT A210.12 engine, designed and built by FIAT Grandi Motori during the 70s. The A210.12 is an internal combustion, Diesel cycled engine, with 12 cylinders arranged in a 90° V configuration. A total displacement of 95,700 cm<sup>3</sup> and a supercharging system with refrigeration of intaken air (Intercooling) allow the engine to develop a maximum power of 1,560 kW (2,125 bhp) at 1,500 rpm. Fuel consuption tipically ranges between 0.3 and 0.5 km/l; locomotives have got 3,000 litre fuel tank. Cylinders are fed by a pump that injects the Diesel fuel, at 180 bar pressure, directly into the combustion chamber t the end of the compression phase.

The starting point is carefully selected to achieve:

- the lowest ignition delay not to exceed maximum allowed cycle pressure;
- the best thermal efficiency;
- to correct balance between the constant volume and the constant pressure combustion;

Practically injection begins at about 27 - 36 degrees before TDC (Top Dead Centre or PMS punto morto superiore) in direct injection engines, and about 7 - 16 degrees before TDC in indirect injection engines.

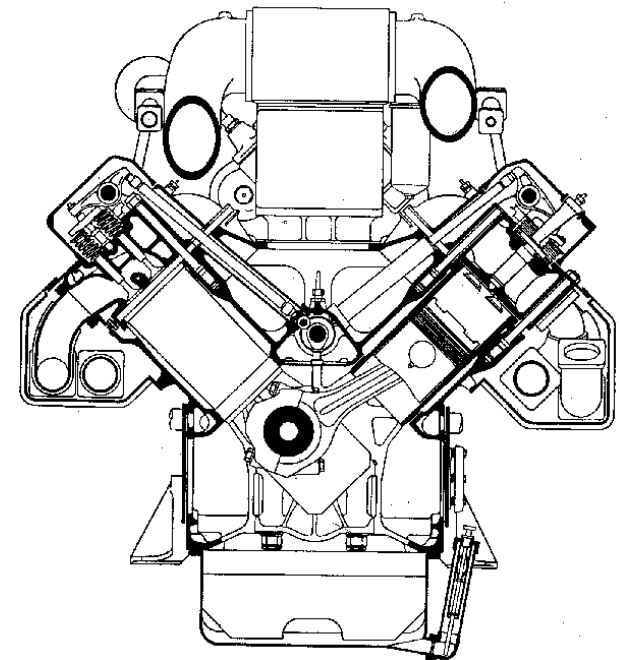
Exhaust gases flow through a gas turbine, which moves the turbocharger, then these gases are discharged into the atmosphere.

Cooling is performed by a recirculating water system; air warmed in a big radiator is ejected by two large fans placed on the locomotive roof.

Before ignition, a “Webasto” boiler warms up cooling water to preheat the engine; then a powerful starter moves the engine until ignition is completed. During ignition a large amount of fuel is often exhausted unburnt, producing a notable cloud of black smoke; luckily, after ignition exhaust gases are not so thick and black.

One end of the engine crankshaft is connected to a large flywheel to improve balancing of moving masses, while the other end drives two alternator which supply electrical current to traction motors and auxiliary services.

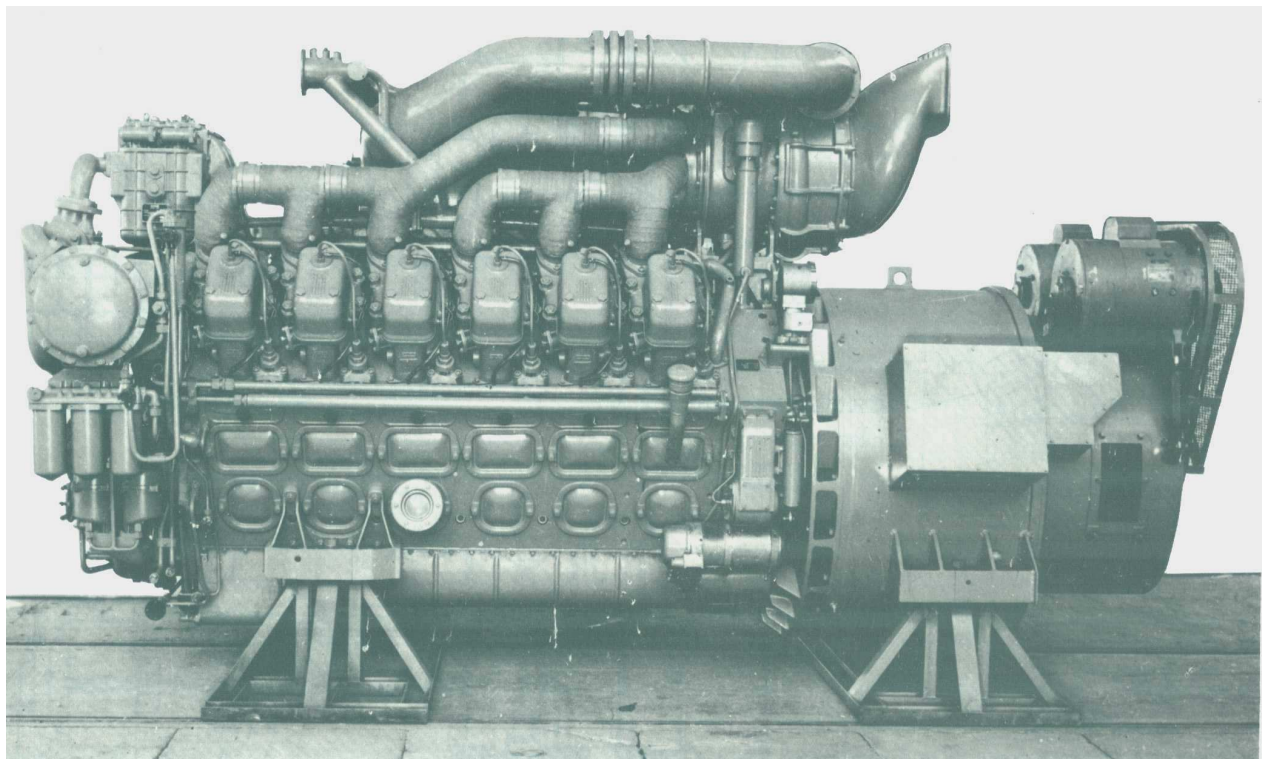
La regolazione della potenza richiesta dal macchinista , sulle locomotive diesel-elettriche italiane , è affidata a un regolatore detto Woodward dal nome della casa costruttrice.





Il compito di questo apparecchio è mantenere costante la potenza ai motori di trazioni elettrici aumentando automaticamente la mandata della pompa del gasolio e di conseguenza il numero di giri del motore termico in base alla posizione del volantino a 13 tacche posto nelle cabine di guida, infatti a ogni tacca corrisponde una potenza fissa.

Il regolatore woodward agisce anche in caso di sovraccarico dei motori di trazione, in questo caso agisce limitando la corrente a loro destinata lasciando “respirare” il motore diesel.



*Un'immagine del motore termico A210.12 e degli alternatori ad esso calettati , si notano in alto a sx le due dinamo.*

**Il comparto elettrico**, situato alle spalle della cabina anteriore (A), contiene la generatrice principale, il raddrizzatore, l'alternatore REC le due dinamo, il compressore e contiene anche tutte le apparecchiature elettromeccaniche necessarie al corretto funzionamento e controllo della locomotiva .

**Il comparto radiatori**, situato alle spalle della cabina posteriore (B), contiene una serie di scambiatori di calore del tutto simili a quelli delle automobili che consentono al fluido di raffreddamento del motore di rimanere ad una temperatura adeguata, nell'ordine degli 85°C.

Sulla fiancata di questo comparto sono presenti ampie griglie di aspirazione mentre sul tetto, in gergo imperiale, sono montate due potenti ventilatori azionati da due motori idraulici, che servono a espellere l'aria calda prodotta durante il funzionamento.

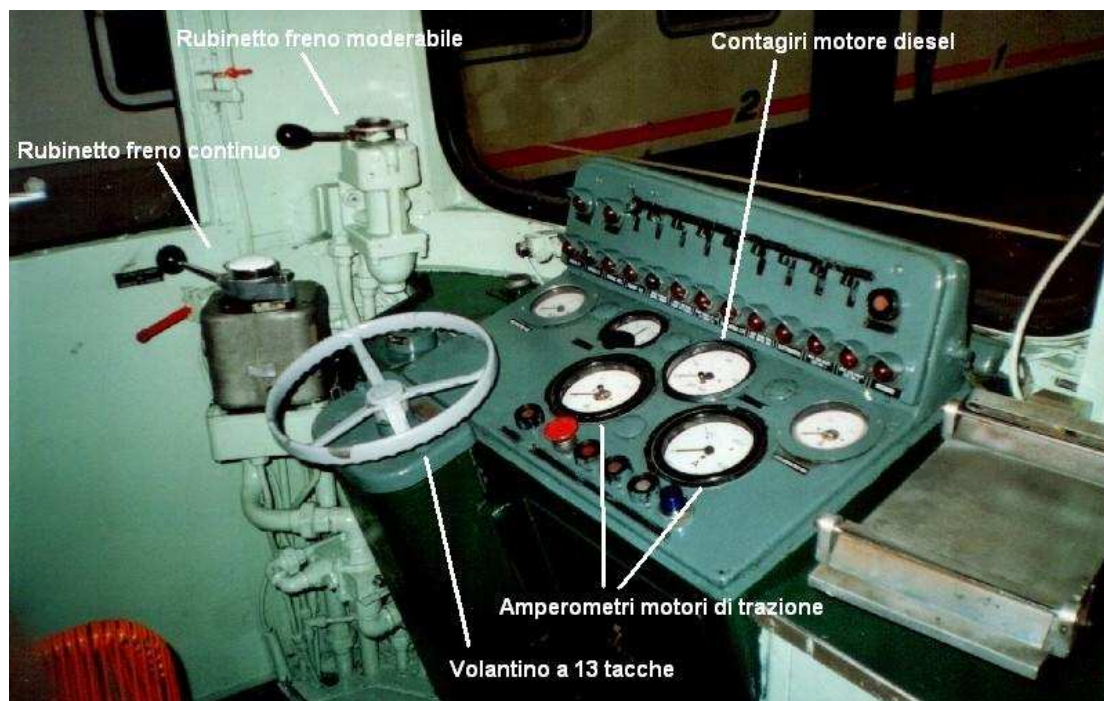
**Le cabine di guida** poste alle estremità della locomotiva sono denominate anteriore (A) e posteriore (B); esse sono pressoché uguali tra loro e contengono tutto ciò che serve al macchinista per azionare la locomotiva.

Ogni cabina è accessibile da una porta posta sul lato destro della locomotiva, o dal corridoio interno, contiene un banco di comando e due sedie, una per il macchinista e una per il secondo agente.

Il banco di comando, controllato dal macchinista, contiene tutti gli strumenti di misura necessari all'esercizio, i principali sono:

- contagiri motore diesel
- amperometri motori di trazione
- lampade spia di allarme (es: incendio, slittamento assi, avaria diesel)
- tachigrafo Hassler (per rilevare e registrare su carta la velocità del treno, la cosiddetta zona tachigrafica)
- manometri delle condotte dei freni e del serbatoio aria compressa dei freni
- pulsanti vari per l'azionamento dei fari, tergicristalli, sabbiere, tromba, fischio, ecc.

Per la condotta vera e propria della locomotiva il macchinista si avvale principalmente di 4 strumenti:



- il volantino a 13 tacche di potenza che agisce sul regolatore woodward;
- il rubinetto del freno continuo che agisce su tutto il treno;
- il rubinetto del freno moderabile che agisce solo sui freni della locomotiva;
- la leva di inversione del moto.

*A lato un'immagine del banco di manovra*

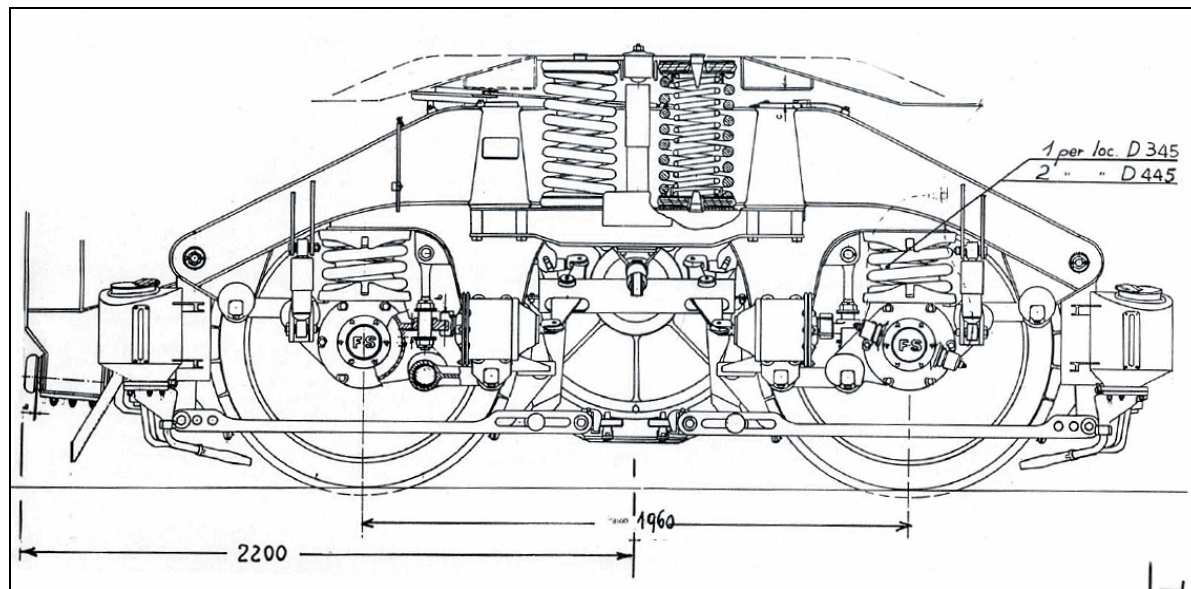
**I carrelli** costituiscono il rodiggio della locomotiva ovvero l'insieme degli organi compresi fra le rotaie e la sospensione elastica: ruote, cerchioni, assi motori e portanti, boccole e cuscinetti.

Per il gruppo D445 il rodiggio è designato secondo UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) di tipo B'B' cioè la locomotiva è dotata di due carrelli (') con due assi (B) azionati da un unico motore. L'interasse di ogni sala è di 1,96m, mentre l'interperno (distanza tra i perni di rotazione dei carrelli) è di 8,46m.

Ogni ruota ha un diametro di 1,04m.

Tra i due assi di ogni carrello è posto il motore elettrico a corrente continua destinato alla trazione; la trasmissione del moto dal motore ai due assi avviene tramite ruote dentate, due assi cavi e due particolari giunti elastici.

Il moto viene trasmesso dal motore a un albero cavo tramite ruote dentate cilindriche; l'albero cavo è sostenuto da supporti solidali alla carcassa del motore e al suo interno trova posto la sala (asse) che collega le ruote. Il collegamento tra albero cavo e sala avviene mediante un giunto elastico detto "anello danzante" i cui scopi sono molteplici, principalmente esso serve a trasmettere la coppia motrice anche durante gli spostamenti verticali e orizzontali della sala, e inoltre accoppiato all'albero cavo fa sì che il motore non risenta direttamente delle sollecitazioni che gli vengono dall'armamento, e l'armamento sia meno sollecitato dal momento che le forze si scaricano in maniera meno diretta.



*Nello schema sopra il disegno del carrello*

Il carrello è collegato al telaio tramite sospensioni elastiche a molla elicoidale, detti Flexicoil, smorzatori antiserpeggio e infine da due travi in acciaio dette "aste di trazione" o "trazione bassa"; queste ultime sono poste nel sottocassa della locomotiva e hanno la funzione di trasmettere al telaio gli sforzi dovuti alla forza di trazione e di frenatura, la rotazione del carrello nell'iscrizione in curva avviene per torsione delle molle Flexicoil.



Al carrello è collegato anche l'impianto frenante della locomotiva costituito da attuatori, tiranti e ceppi frenanti, tale sistema funziona con aria compressa prodotta da un compressore alternativo a pistoni installato a bordo della locomotiva. Gli attuatori sono dei cilindri pneumatici, comandati dal macchinista mediante il rubinetto del freno posto in cabina, che collegati a un sistema di tiranti, fanno serrare i ceppi frenanti attorno ai cerchioni delle ruote frenandole.



*Qui a sopra un'immagine particolare dell'anello danzante e dell'asta di trazione ripreso dal sottocassa.*

**Il telaio** rappresenta, dopo i carrelli, l'elemento portante della locomotiva; esso è costituito principalmente dagli organi di repulsione, dagli organi di aggancio e dal telaio vero e proprio.

I primi due sono posti sul pancone che costituiscono la parte frontale del telaio.

Gli organi di repulsione, o respingenti, sono costituiti da un piatto, da un albero cavo, da una molla e da un secondo albero; il loro compito è impedire un avvicinamento pericoloso dei carri tra di loro nel caso di decelerazioni o curve.

Gli organi di aggancio sono costituiti da un gancio di trazione e un tenditore a maglia collegati all'intelaiatura principale e hanno la funzione di tenere agganciati i rotabili alla locomotiva. Sul pancone sono presenti anche gli accoppiatori pneumatici, che consentono la continuità delle condotte dell'aria compressa per i freni, un accoppiatore REC (ad alta tensione 2800Vcc) e un accoppiatore a 78 poli (a bassa tensione 24Vcc) per la condotta del telecomando.

Il telaio vero e proprio è costituito da longheroni a struttura scatolare di acciaio saldati tra loro; oltre alla funzione portante, il telaio nella sua parte centrale costituisce anche il serbatoio del gasolio della capienza complessiva di 3000 litri.

Al telaio, oltre al pancone coi suoi organi, sono ancorati anche i carrelli, i serbatoi dell'aria compressa, le sabbie, la caldaia Webasto per il preriscaldamento del motore diesel e altre apparecchiature.

### **La cassa**

Per quanto riguarda le cabine in essa trovano posto i cristalli piani antisfondamento, il finestrino lato macchinista, la porta lato secondo agente, i predellini esterni e i gruppi ottici.

Per quel che concerne le fiancate la carrozzeria è costituita essenzialmente di 3 parti, due estreme con le griglie di aerazione e una parte centrale che racchiude il comparto termico e il corridoio laterale.

L'imperiale è curvo e presenta delle aperture in corrispondenza dello scarico e delle ventole dei radiatori; sopra le cabine sono posti il faro centrale, il fischio e la tromba.

Riguardo la colorazione esterna, dalla nascita del gruppo ad oggi ci sono state numerose modifiche; la prima serie è nata con la colorazione detta "verde vagone e castano isabella" mentre la seconda e terza hanno ricevuto la livrea detta "navetta" (arancio viola); in seguito, a partire dal 2000, quasi tutte le macchine sono state uniformate al parco FS moderno prendendo la nuova colorazione della società denominata XMPR. Quest'ultima colorazione ha la caratteristica di essere applicata non più mediante verniciatura bensì tramite l'uso di pellicole autoadesive antigraffito; questo implica minori spese di manutenzione e una particolare facilità nella ricoloritura.

**Tabella riassuntiva caratteristiche tecniche D445)**

<b>Trazione</b>	Diesel – elettrica
<b>Motorizzazione</b>	Fiat A210.12 da 95.700cm <sup>3</sup>
<b>Anni di produzione</b>	1974 – 1988
<b>Lunghezza [mm]</b>	14.100 (fuori respingenti)
<b>Larghezza [mm]</b>	3.000
<b>Altezza [mm]</b>	4.292
<b>Massa in servizio [kg]</b>	76.000 – 72.000
<b>Massa frenata [kg]</b>	64.000
<b>Interperno [mm]</b>	8.460
<b>Passo [mm]</b>	1.960
<b>Potenza [kW]</b>	1.250 / 1.560
<b>Velocità massima [km/h]</b>	130

### 3) Differenze tra le serie

Prima serie: composta da 35 unità numerate da 1001 a 1035, costruite tra il 1974 e il 1976 nella livrea “verde e isabella”. Sono dotate di tre fanali, in origine non erano telecomandabili dalle carrozze pilota; i dispositivi di telecomando su queste unità furono applicati a partire dal 1996. In origine le D.445 di I serie erano dotate di vetri frontali curvi che a partire dagli anni '80 furono sostituiti da vetri piani antisfondamento.

Seconda serie: composta da 20 unità numerate da 1036 a 1055, costruite tra il 1981 e il 1983 nascono nella livrea “navetta”, arancione e viola, mantenendo i tre fanali sul fronte di ogni cabina. La principale differenza dalle unità di I serie consisteva nel dispositivo di telecomando gestibile dalla carrozza pilota.

Le macchine di terza serie ammontano a 95 unità numerate da 1056 a 1150, costruite tra il 1985 e il 1988 in livrea “navetta” si differenziano dalle macchine di II serie per la presenza di 5 fanali frontali anziché 3. Anche queste locomotive montano il dispositivo di telecomando.



*D445 di II serie (livrea “navetta”) a Calalzo, 1990*



*D445 di III serie (livrea “XMPR”) a Feltre, 2006*



#### 4) Utilizzazione attuale di queste macchine

Le macchine gruppo D445 sono assegnate esclusivamente al trasporto passeggeri (sia PAX che DTR), ciononostante effettuano anche servizi merci per conto della divisione Cargo; per la loro natura diesel – elettrica vengono impiegate essenzialmente su linee non elettrificate; recentemente alcune macchine sono state modificate e accoppiate e saranno utilizzate per il recupero degli Eurostar nelle linee Alta Velocità data la possibilità di funzionare anche con catenaria guasta o in assenza di tensione in linea.



*D445 al traino di un regionale Nove, 2005*



*D445 al traino dell'Espresso per Roma Tiburtina a Belluno, 2006*

Per quanto riguarda la realtà bellunese le D445 utilizzate appartengono al Deposito Locomotive di Treviso cui sono assegnate a partire dalla metà degli anni '80, formano generalmente dei convogli a composizione bloccata costituiti da locomotiva più 3 o 4 carrozze tipo medie distanze più carrozza pilota, non è difficile vederle viaggiare anche con composizione locomotiva più 3 o 4 carrozze piano ribassato più carrozza pilota oppure locomotiva più 3 o 4 carrozze tipo UIC-X più carrozza pilota.



In casi eccezionali, quali il treno espresso Calalzo - Roma Tiburtina o i treni di pellegrini per Lourdes , le D445 viaggiano in doppia trazione simmetrica in genere con una macchina del tipo D345 oppure con un'altra D445 , questo per superare agilmente le rampe finali della linea essendo questi treni particolarmente pesanti (si arriva ad avere in composizione anche 14 carrozze).

---

## **5) Fonti**

Le informazioni raccolte in questo scritto e le immagini provengono principalmente dalla rete internet e da conoscenti che gentilmente mi hanno aiutato nella scrittura, un ringraziamento quindi a:

Tutti gli utenti del forum di [www.trenibelluno.tk](http://www.trenibelluno.tk) per le informazioni e i soci dell'Associazione TreniBelluno;

Il macchinista Luca Cimitan per i manuali di condotta delle locomotive D445 e le numerosi spiegazioni.

Alessandro De Nardi per le fotografie;

Ing. Rudy Vallet e Ing. Paolo De Pasqual per i preziosi consigli;

---