

# **Specifica Tecnica Sistema di Bordo LRT Cagliari**

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>SCOPO</b> .....	<b>3</b>
1.1	ABBREVIAZIONI .....	3
<b>2</b>	<b>ARCHITETTURA DEL SISTEMA</b> .....	<b>4</b>
2.1	VECOM BOX C .....	5
2.1.1	<i>Specifiche tecniche</i> .....	6
2.1.2	<i>Dimensioni meccaniche</i> .....	8
2.2	TRANSPONDER .....	10
2.2.1	<i>Specifiche tecniche</i> .....	10
2.2.2	<i>Dimensioni meccaniche</i> .....	11
2.2.3	<i>Installazione</i> .....	11
2.3	DRIVER TERMINAL VETERM .....	13
2.3.1	<i>Specifiche tecniche</i> .....	13
2.3.2	<i>Dimensioni meccaniche</i> .....	15
2.4	VEHICLE PROCESSOR BOX - VPB .....	16
2.4.1	<i>Specifiche tecniche</i> .....	16
2.4.2	<i>Dimensioni Meccaniche</i> .....	17
2.4.3	<i>Input Odometro</i> .....	18
2.5	CAN BUS SWITCH UNIT .....	19
2.5.1	<i>Dimensioni meccaniche</i> .....	19
2.6	RADIO RX/TX.....	19
2.6.1	<i>Specifiche tecniche</i> .....	20
2.6.2	<i>Dimensioni meccaniche</i> .....	21
2.6.2.1	Radio.....	21
2.6.2.2	Altoparlante .....	22
2.6.2.3	Microfono .....	23
2.6.2.4	Antenna.....	24
2.6.3	<i>Interfacce elettriche</i> .....	24
<b>3</b>	<b>CABLAGGIO</b> .....	<b>26</b>

# 1 Scopo

Scopo del documento è illustrare gli apparati costituenti il sistema di bordo fornito da Project Automation per l'equipaggiamento dei tram della tramvia di Cagliari.

## 1.1 Abbreviazioni

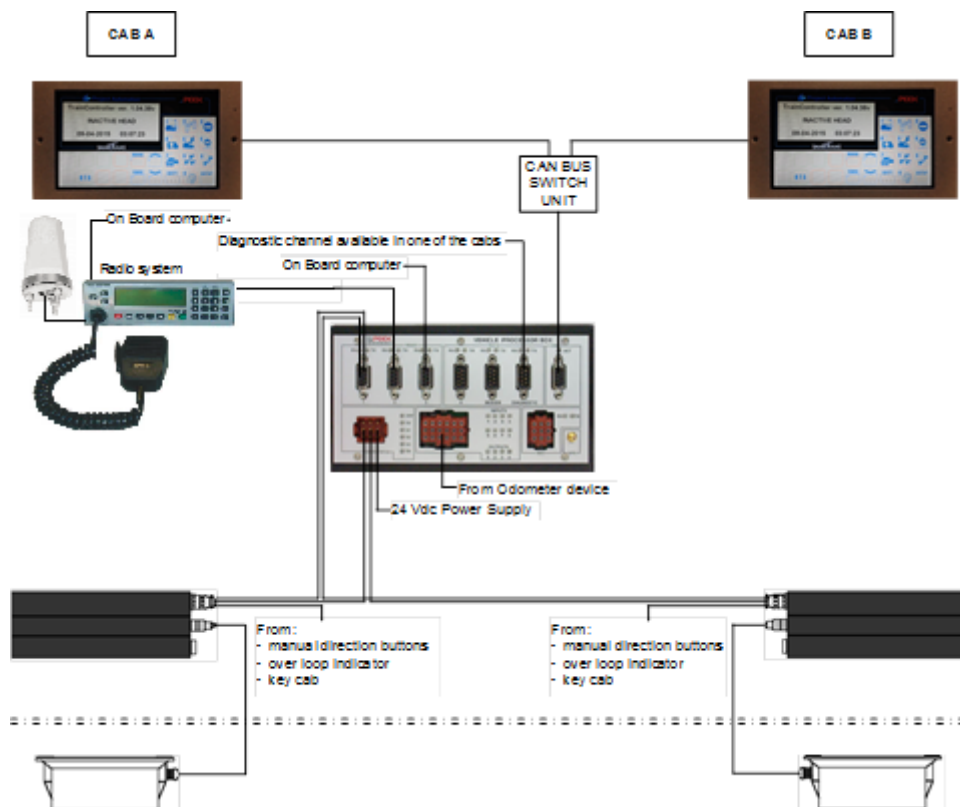
PAspa	<b>P</b> roject <b>A</b> utomation <b>spa</b>
AVLS	<b>A</b> utomatic <b>V</b> ehicle <b>L</b> ocalization <b>S</b> ystem
OBCU	<b>O</b> n <b>B</b> oard <b>C</b> ontrol <b>U</b> nit
PTT	<b>P</b> ush <b>T</b> o <b>T</b> alk
CCR	<b>C</b> entral <b>C</b> ontrol <b>R</b> oom
VPB	<b>V</b> ehicle <b>P</b> rocessor <b>B</b> ox

## 2 Architettura del sistema

Il sistema di Bordo è basato sul computer di bordo denominato VPB (Vehicle Processor Box) che gestisce la comunicazione con le altre unità installate a bordo e a terra ed è stato progettato per l'utilizzo nell'ambito del trasporto pubblico. La VPB è in grado di gestire applicazioni quali:

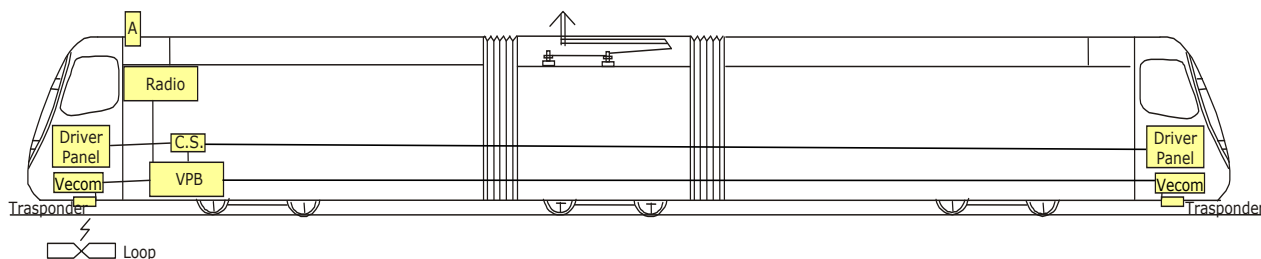
- Invio dei comandi per l'azionamento scambi;
- Richiesta di priorità semaforica agli incroci;
- Identificazione automatica dei veicoli;
- Scambio dati con i Loop a terra;
- Informazione ai passeggeri;
- Comunicazione con il cabinet AVLS a terra;
- Comunicazione con il CCR attraverso il Sistema Radio;
- Scambio dati con la OBCU.

Il seguente diagramma illustra l'architettura del sistema di bordo con i collegamenti tra le apparecchiature:



**Figura 1** – Architettura di Sistema

La disposizione delle apparecchiature a bordo è indicata nella figura seguente:



**Figura 2** – Disposizione delle apparecchiature a bordo

## 2.1 VECOM BOX C

L'apparato Vecom Box C costituisce l'interfaccia fisica tra la VPB e il transponder del veicolo. Quando il Vecom Box transita su un Loop lungo linea riceve un messaggio di richiesta dalla stazione AVLS di linea connessa al Loop e trasmette i suoi dati identificativi. Lo scambio dati avviene nell'arco di tempo in cui il transponder è sul Loop.

Il codice identificativo trasmesso alla stazione AVLS a terra tramite Loop è composto da:

- Line number;
- Vehicle number;
- Driver identification code;
- Vehicle type;
- Route information;
- Comando manuale di direzione azionato dal Conducente;
- RTS (Ready To Start), azionato dal Conducente.

La Vecom Box C è equipaggiata con una porta seriale RS485, 4 input e 1 output.

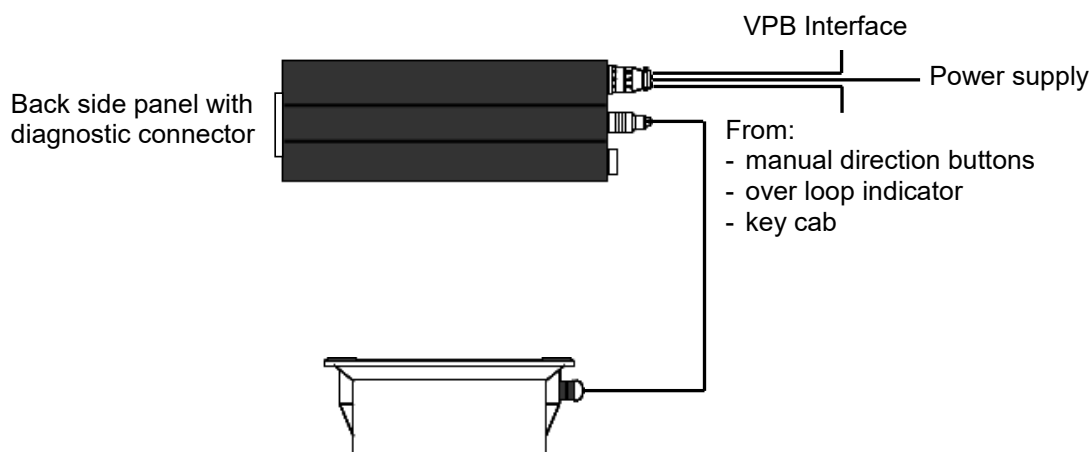
La porta seriale RS485 collega la Vecom Box al VPB e può essere usata per attività di manutenzione collegandola ad un PC portatile.

Gli input possono essere usati per il collegamento a dei pulsanti per l'invio dei comandi manuali di direzione sinistra/destra/dritto e per collegare un pulsante per l'invio del comando di RTS (Ready To Start).

L'output può essere usato per pilotare una spia luminosa che si accenderà quando il transponder è sopra il Loop (Over The Loop).

I pulsanti e la spia luminosa generalmente sono montati sul Driver Desk

La VECOM Box C è alimentata con la tensione 24Vdc del veicolo. Essa si presenta come una piccola scatola con tre connettori frontali da utilizzare per il cablaggio con il veicolo e un connettore di servizio posto nella faccia posteriore per funzioni di diagnostica. Il connettore di servizio è protetto con una piastra di chiusura.



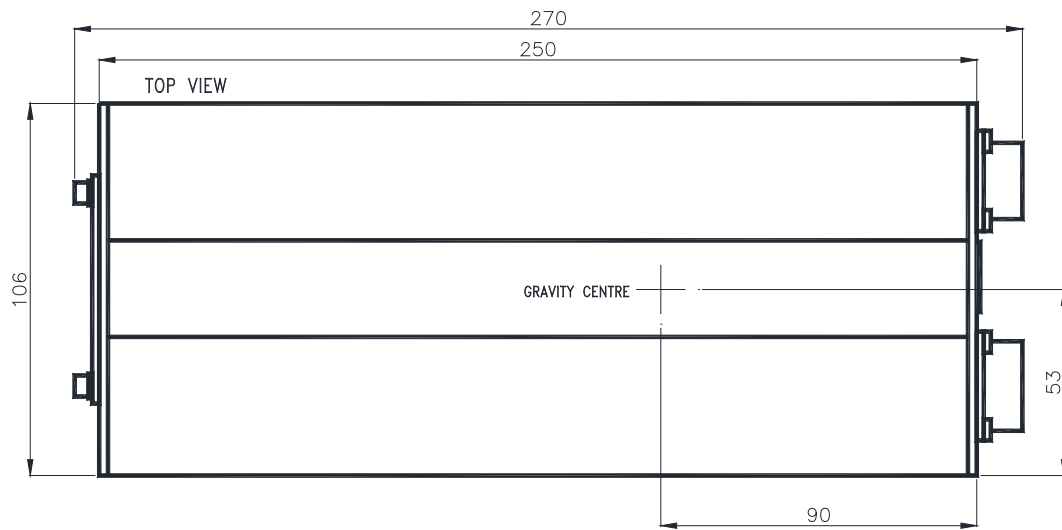
**Figura 3** – Sistema Vecom di bordo

## 2.1.1 Specifiche tecniche

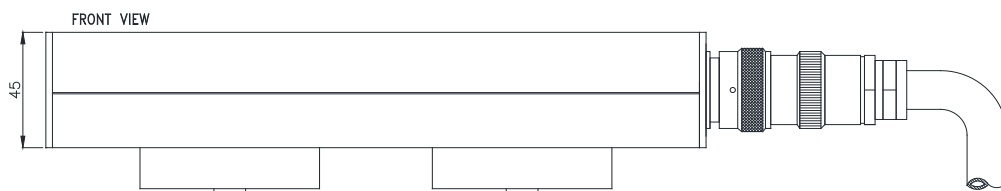
SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Power supply	: 24V
Protected for reverse polarity	
Voltage range	: 16,8...32Vdc
Current consumption including transponder load	: < 600mA
<b>NON ISOLATED INPUTS (STATIN1..8)</b>	
Active low, 10k internal pull up resistor to 24V	
Input impedance	: 330K
Input voltage range	: -10 ... 36V
Level on	: < 3V
Level off	: > 16V
<b>NON ISOLATED OVERLOAD PROTECTED OUTPUTS (STATOUT1..5)</b>	
Active low, current sink, open drain	
Max load	: 100 mA
Current limiting	: <1,6 A
<b>ISOLATED RS485</b>	
4 wire full duplex or 2 wire half duplex, software configurable.	
Isolation to internal system	: 500 Vrms (transient)
DC Common mode voltage range	: +/- 25V
Driver differential output voltage	: +/- 1,75V @ Rload = 120R
Termination (selectable at X1)	: 120R
Bitrate	: max 750 kbps
<b>ISOLATED RS232</b>	
EIA/TIA-232-X signal levels, max cable length 3m.	

<b>SPECIFICATIONS</b>	<b>DESCRIPTION</b>
Isolation to internal system	: 500 Vrms (transient)
Bitrate	: max 750 kbps
<b>DIAGNOSTIC RS232</b>	
EIA/TIA-232-X signal levels, max cable length 3m.	
Bitrate	: max 750 kbps
<b>ODO INTERFACE</b>	
Input voltage range	: -36...36V
Input voltage threshold level	: 1.5V...4.0V
Input resistance	: 1600 Ohm
Input signal	: max 1kHz
Input signal min pulse width	: 250us
<b>TRANSPONDER INTERFACE</b>	
Supply fuse	: T 1A
Output signal	: 2Vpp +/- 3% into 80 ohm
Input signal	: 250..500mVpp
Input impedance	: 80 Ohm
Weight	: 1,035 Kg
<b>ENVIRONMENTAL</b>	
Voltage range	: 16,8...32V, max overload: 36V 1 second
Humidity	: <= 95%
Electromagnetic compatibility	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN50121-3-2 Electro Magnetic Compatibility railway vehicle equipment</li> <li>• EN61000-6-3 Immunity industrial environment</li> <li>• EN61000-6-2 Emission commercial and light industrial environment</li> <li>• ETS 301 489-3 Immunity telecommunication short range devices</li> <li>• ETS 300 330 Emission telecommunication short range devices</li> <li>• Automotive directive 72/245/EEG updated including 2009/19/EG (not related to immunity related functions)</li> </ul>
Vibration / Shock	EN50155 / EN 61373 category 1 class A
Ambient temperature / Humidity	operating: Class T1 -25..+55 oC / 5..95% R.H.
Protect against moisture and dust	Acc. IEC 529: IP40
Performance under fire conditions	According NPR CEN/TS 45545

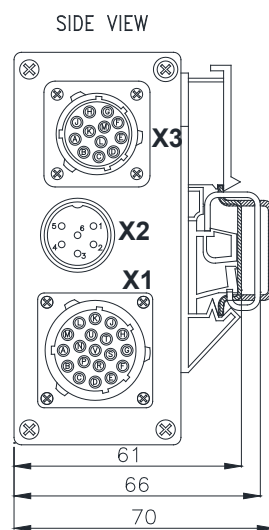
## 2.1.2 Dimensioni meccaniche



**Figura 4** – vista dall'alto

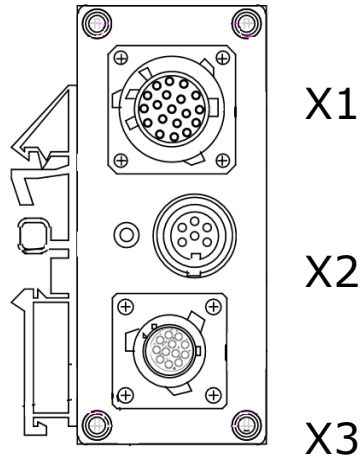


**Figura 5** – vista laterale



**Figura 6** – Vista frontale

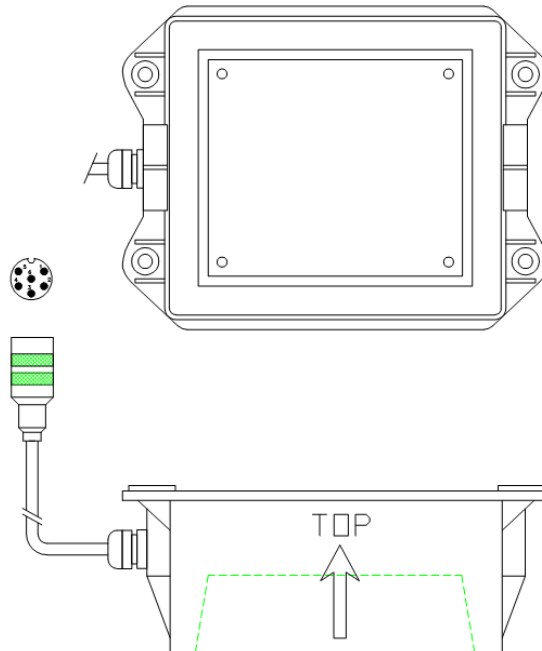




**Figura 7** – Lay-out connettori

## 2.2 TRANSPONDER

Il Trasponder è un'antenna contenuta in un involucro ad alta resistenza meccanica IP67 e montata sotto la cabina di guida. E' collegato alla Vecom Box C con un cavo fissato nel sotto-cassa del tram.



**Figura. 8** – Visione frontale e laterale del trasponder

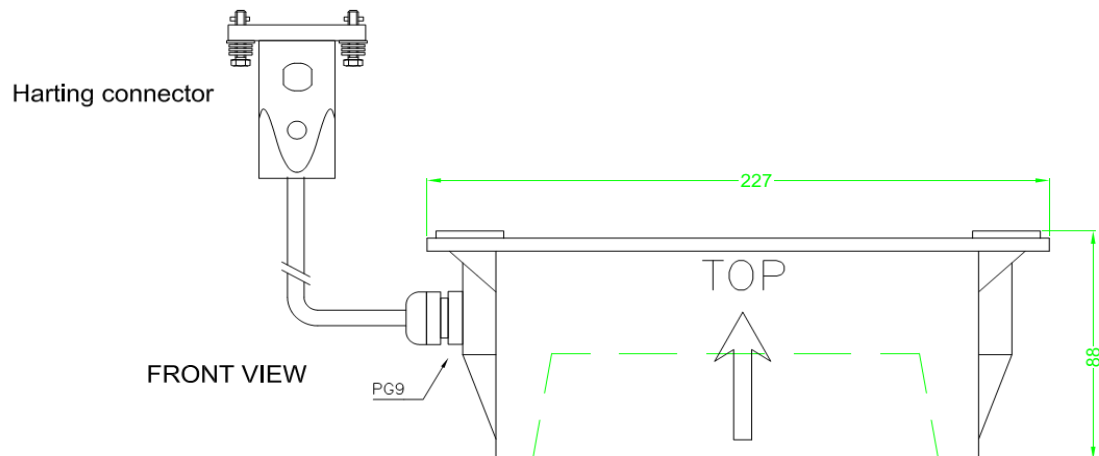
Il Trasponder normalmente è in stato passivo (nessuna trasmissione) mentre passa in stato attivo solo quando passando sopra un Loop riceve un messaggio dall'AVLS a terra.

### 2.2.1 Specifiche tecniche

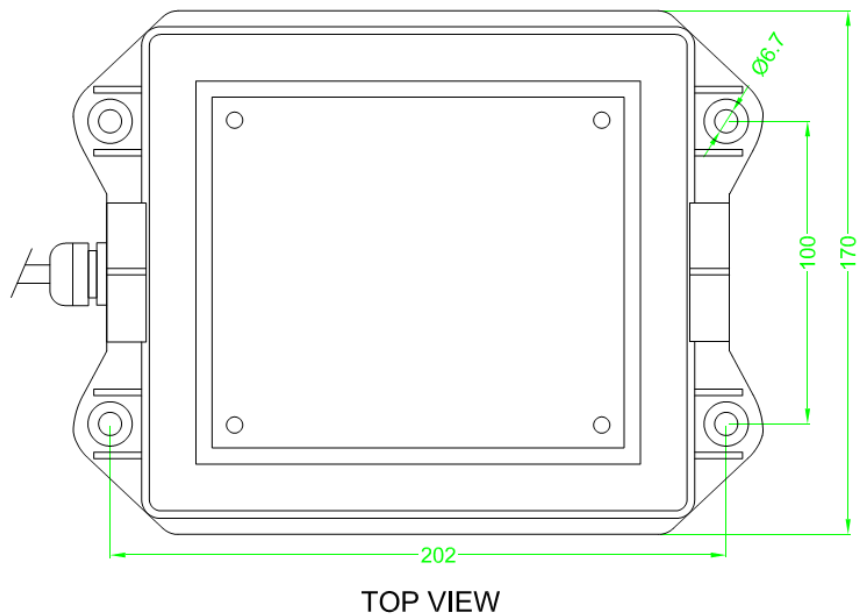
SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Power Supply	24V from Vecom Box C
Voltage range	16,8...32Vdc
Weight	2,35 Kg
Dimensions (W x H x D)	227 x 170 x 88 mm
Humidity	5...100%
Electromagnetic compatibility	EN50121-3-2 Electro Magnetic Compatibility railway vehicle equipment EN61000-6-3 Immunity industrial environment EN61000-6-2 Emission commercial and light industrial environment ETS 301 489-3 Immunity telecommunication short range devices ETS 300 330 Emission telecommunication short range devices Automotive directive 72/245/EEG updated including 2009/19/EG (not related to immunity related functions)

SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Vibration / Shock	EN50155 / EN 61373 category 1 class A
Ambient temperature / Humidity	operating: Class TX -40..+60 °C / 5..100% R.H.
Protect against moisture and dust	Acc. IEC 529: IP67
Performance under fire conditions	Acc. NPR CEN/TS 45545

## 2.2.2 Dimensioni meccaniche



**Figura 9** – Vista laterale Trasponder



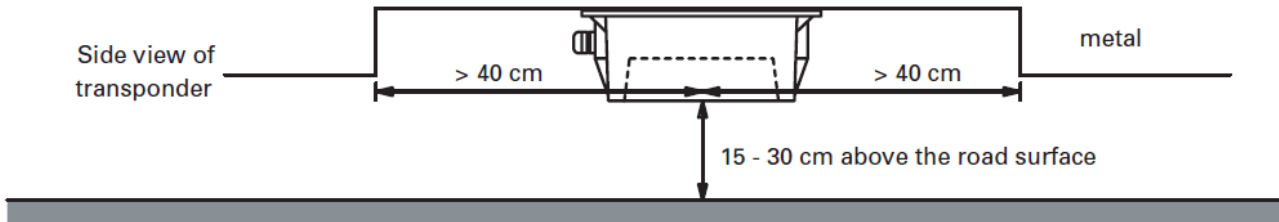
**Figura 10** – Vista dall'alto

## 2.2.3 Installazione

L'installazione del trasponder deve soddisfare I seguenti requisiti:

Specifica Tecnica Sistema di Bordo

- deve essere posizionato dai 140cm ai 150cm dalla parte frontale del Tram lungo l'asse del Tram;
- non devono essere presenti masse metalliche all'interno di un raggio di 40 cm attorno al trasponder;
- lo spazio d'aria tra la parte più bassa del trasponder e la superficie della strada deve essere compresa tra un minimo di 15 cm e un massimo di 30 cm.



**Figura 11** – Posizione del trasponder sotto il veicolo

I requisiti da soddisfare per un corretto posizionamento trasponder sono i seguenti:

- Il trasponder deve essere posizionato il più lontano possibile da convertitori di potenza e motori elettrici in quanto sorgenti di interferenza.
- Il trasponder non deve essere mai montato sui carrelli in quanto vibrazioni e urti causati da dispositivi di armamento ferroviario o saldature possono provocare accelerazioni fino a 30g.

## 2.3 Driver terminal VETERM

Il VETERM console driver è l'interfaccia fisica tra il sistema di bordo e il driver.

L'interfaccia utente è costituita da un 7" touch screen, leggibile anche in pieno sole. Il suo robusto alloggiamento in metallo rende il terminale molto resistente.

Il touch screen rende il Driver Terminal VETERM estremamente flessibile nella progettazione grafica dell'applicazione. I pulsanti sono parte dell'interfaccia grafica, pertanto modifiche all'aspetto grafico e posizione dei tasti sono di facile implementazione. Come risultato di questa flessibilità, qualunque esigenza specifica del cliente può essere realizzata.

Il Driver Panel VETERM viene utilizzato come interfaccia per accedere alla configurazione del servizio, per le richieste di priorità semaforica, per lo scambio di messaggi di gestione tra il conducente e l'operatore di controllo centrale. Viene anche utilizzato per rilevare la posizione di "Over loop" e per inviare all'apparato AVLS a terra la richiesta RTS, come alternativa all'uso del pulsante RTS sul banco di guida. La richiesta di "rotta" manuale deve essere fatta invece utilizzando i pulsanti di direzione presenti sul cruscotto comandi del conducente.



Figura 12 - Driver console (VETERM)

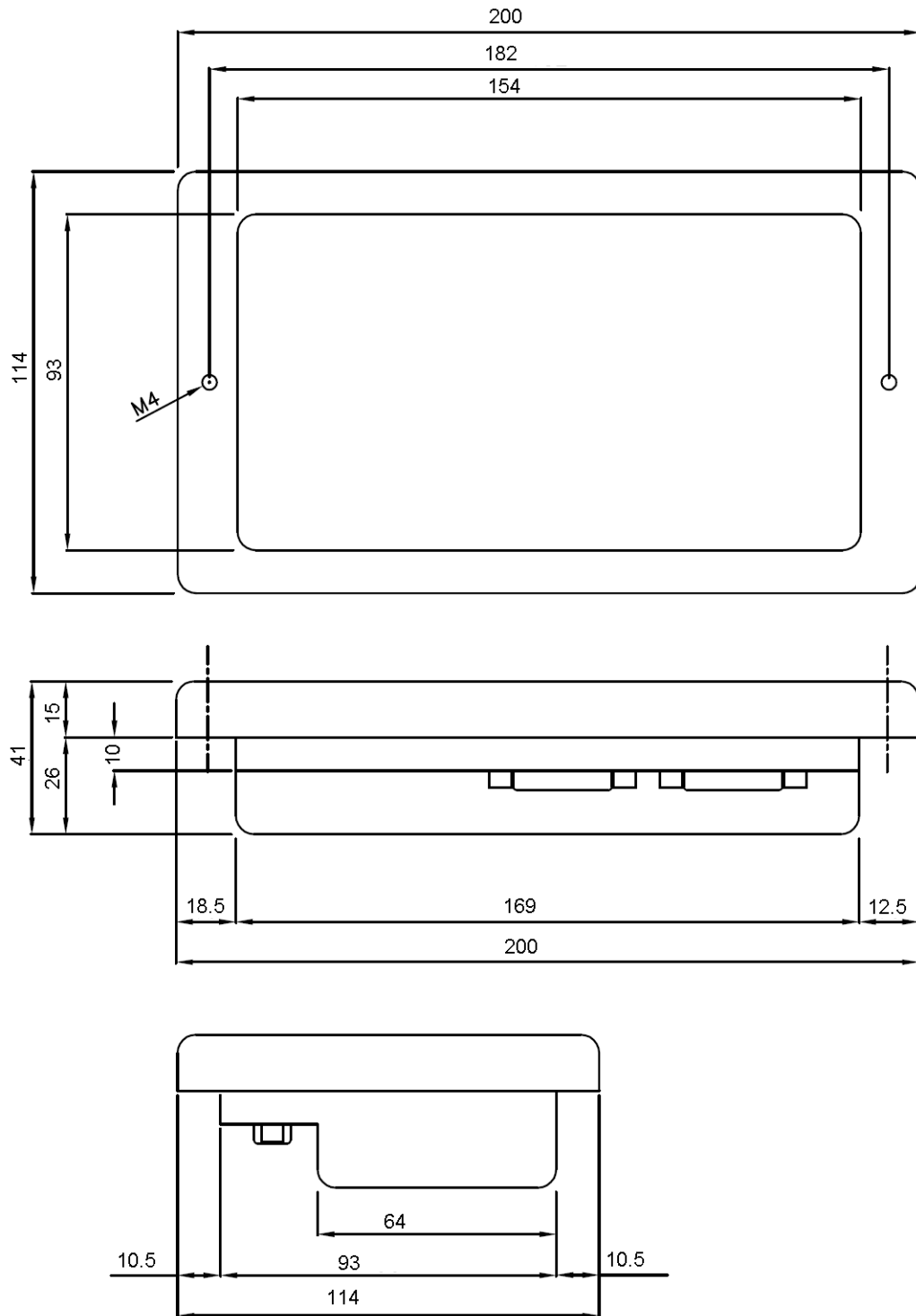
### 2.3.1 Specifiche tecniche

SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Supply Voltage range	16...32 V
Current	< 200mA
CPU	Microprocessor ATMEL AT91SAM9263 @ 200Mhz SDRAM 64MB, FLASH 128MB, TFT controller, Touch Controller, CAN bus, RS422, I2C, RTC
Interface	LAN 10/100Base-T Ethernet (RJ-45) [only for service purposes]

<b>SPECIFICATIONS</b>	<b>DESCRIPTION</b>
CAN-bus	max. 1Mbit/s (15-pin Sub-D)
RS422	max. 115200 bits/s (9-pin Sub-D)
Display	WVGATFT LCD (touch screen)
Contrast ratio (typical)	400:1
Brightness (typical)	600 cd/m2
Diagonal image size	7 inch
Screen resolution	800 – 480 pixels
Size (W x H x D)	200 x 114 x 41 mm
Weight	1200 g
Operating temperature	-20 ... +50 °C
Humidity	5 ... 95% RH
EMC Automotive Emission / Immunity	2004/104/EC(2004)
EMC Rolling Stock Emission / Immunity	EN 50121-3-2 (2006)
Shock resistance	EN 50155
Weight	1,05 Kg

Il Driver Panel VETERM ha un involucro resistente al fuoco conforme alle prescrizioni della norma NPR-CEN/TS 45545-2: 2009, "requisiti per comportamento al fuoco di materiali e componenti".

## 2.3.2 Dimensioni meccaniche



**Figura. 13** – Dimensioni Driver console (VETERM)

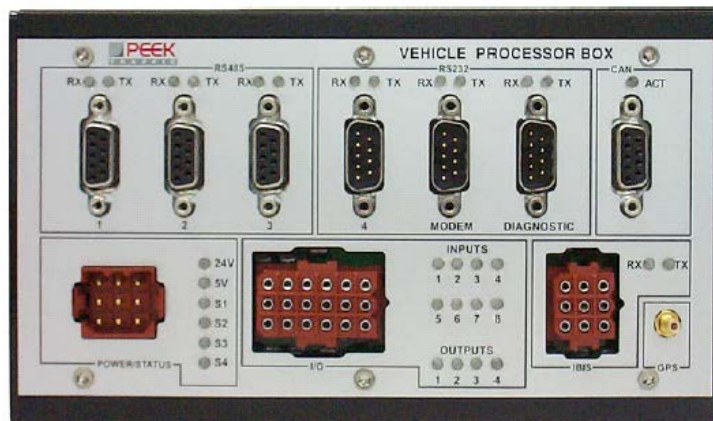
## 2.4 Vehicle Processor Box - VPB

La VPB è l'unità centrale del Sistema di bordo. Sono collegati alla VPB gli apparati costituenti il sistema di bordo (Vecom Box C, driver console VETERM, Radio) e apparati esterni quali: Odometro, On Board Control Unit.

A questo scopo la VPB è dotata di:

- n.3 RS485 serial interfaces;
- n.3 RS232 serial interfaces;
- n.1 IBIS interface;
- n.1 CAN bus interface;
- n.8 digital inputs e n.4 digital outputs;
- n.1 Odometer input;
- n.1 Ethernet interface.

Le applicazioni SW della VPB lavorano con Sistema operative Linux.



**Figura 14** – Vehicle processor box (VPB)

### 2.4.1 Specifiche tecniche

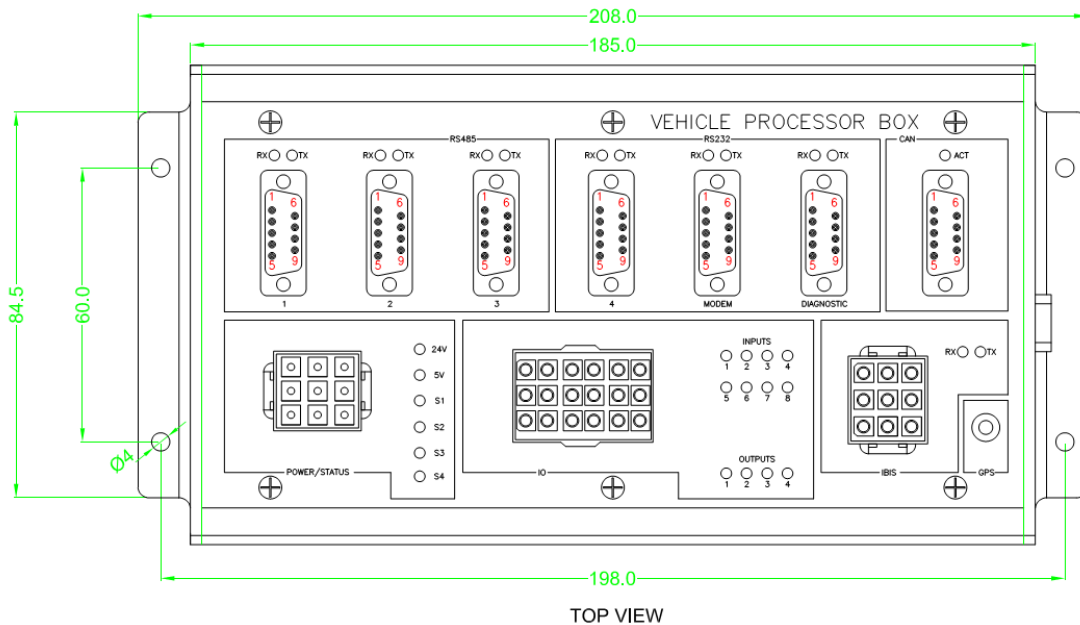
SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Supply voltage	18..32 V DC input protection according to IEC571
Current (permanent)	< 5 mA @24V
Current (working voltage)	< 800 mA @24V
Current (peripherals)	< 1 A @24V
<b>MECHANICAL</b>	
Housing	Multitronic TS462 (customized)
Dimensions (LxWxH)	185 x 105 x 75 mm
Weight	Approx. 1250 g
<b>ENVIRONMENTAL</b>	

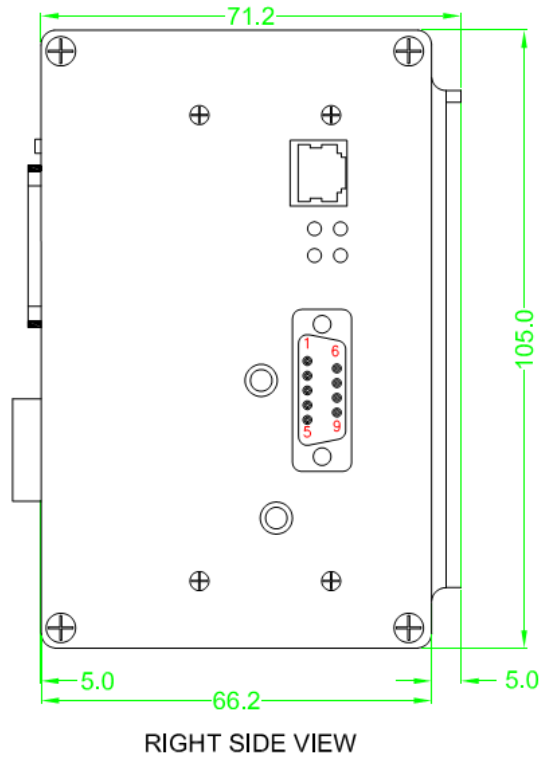


SPECIFICATIONS	DESCRIPTION
Operating temperature	-25°C...+75°C
Storage/Not operating temperature	0°C...+55°C
Operating Humidity	5...95 % RH
Storage/Not operating humidity	30...70 % RH
Protection class	IEC529-IP30
<b>VIBRATION ACCORDING TO IEC 68-2-6</b>	
Frequency	5...150 Hz
Amplitude (frequency 5...10Hz)	15 mmpp
Acceleration (frequency 10...150Hz)	3 g
Wave test	Sinusoidal
Period	30 min. per direction; 3 perpendicular directions
Shock test	25 g per 6 ms; 1...3 times per second
Shock resistance	EN 50155

## 2.4.2 Dimensioni Meccaniche

Una visione della parte frontale e laterale della VPB è data dalla figura seguente:





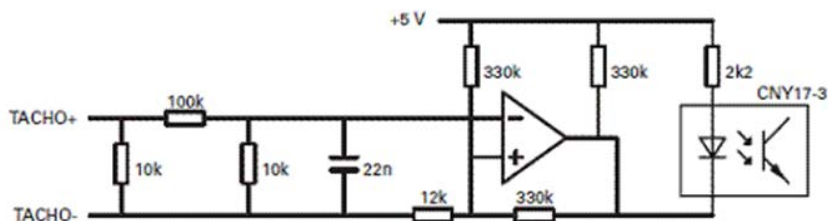
**Figura. 15** – Visione frontale e visione lato destro Vehicle Processor Box

### 2.4.3 Input Odometro

Il segnale in ingresso deve essere conforme a quanto segue:

Specifications of the odometer input (TACHO+, TACHO-)

Subject	Specifications
absolute maximum input voltage	36 V
Input high voltage	> 2 V
Input low voltage	< 1.5 V
Input high current	< 2 mA @ $V_{in} = 2 V$
Input low current	> 100 $\mu A$ @ 1.5 V
minimum pulse width	500 $\mu s$



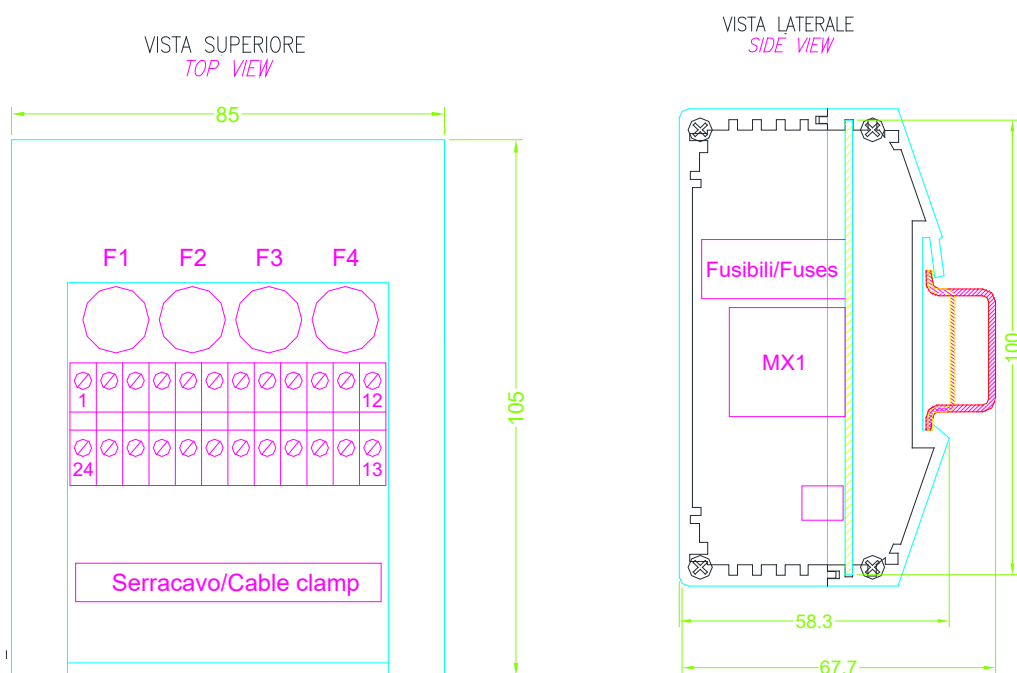
Il numero di impulsi per metro è settato per default a 4 impulsi/m ma è configurabile da 1 a 25 impulsi/m.

## 2.5 CAN BUS Switch Unit

Il CAN BUS Switch Unit è un dispositivo che consente di ripartire su due linee la porta CAN BUS della VPB. Questo dispositivo consente il collegamento dei due Driver Panel VETERM con la VPB portando in un'unica morsettiera sia la connessione dati che l'alimentazione. In tal modo da questa morsettiera è possibile partire con un unico cavo per ogni Driver Panel contenente sia dati che alimentazione. Inoltre contiene i componenti elettrici necessari ad effettuare un filtraggio della alimentazione 24Vdc prima di fornirla alla VPB.

### 2.5.1 Dimensioni meccaniche

Nella figura seguente è illustrate la vista superiore, laterale e frontale del CAN BUS Switch Unit:



**Fig. 16** – Vista superior e laterale del CAN BUS Switch Unit

## 2.6 RADIO Rx/Tx

L'apparato radiomobile Vn 5x – PDMR ECOS-D "dual mode" – UHF 400-470 MHz (canalizzazione 12,5 KHz) ha il compito di realizzare:

- Connessione "Voce" tra il CCR e il veicolo;
- Connessione dati tra CCR e Veicolo al fine di:
  - o Ricevere comandi dal CCR;
  - o Ricevere messaggi di testo dal CCR;
  - o Spedire messaggi precodificati al CCR

La comunicazione "Voce" avviene in modalità half - duplex utilizzando il tasto PTT .

La comunicazione "dati" avviene in modalità digitale con una velocità di trasmissione di 9600 bit/s.

L'apparato è equipaggiato con:

- n.1 porta seriale RS232 (9-pin DIN) per la connessione dati con la unità VPB
- n.1 connettore RJ45 per la connessione audio input/output verso la On-Board Control Unit e il collegamento dei pulsanti PTT. L'audio input/output è disponibile con volume fisso e con I seguenti livelli:
  - o **Audio Out:** livello nominale 10dBm su 600 ohm
  - o **Audio In:** Massimo 10dBm 600 ohm

**ATTENZIONE: Il livello del segnale in ingresso alla radio non deve eccedere il valore Massimo indicato; altrimenti il segnale audio trasmesso via radio risulterà distorto.**

- n.1 kit microfono/altoparlante per la comunicazione di emergenza con il CCR. Con questo kit in caso di guasto di una qualunque apparecchiatura coinvolta nel meccanismo di comunicazione "voce" con il CCR (es.: VPB, OBCU) è sempre possibile per il conducente comunicare con il CCR. Il conducente dovrà usare direttamente la radio.

## 2.6.1 Specifiche tecniche

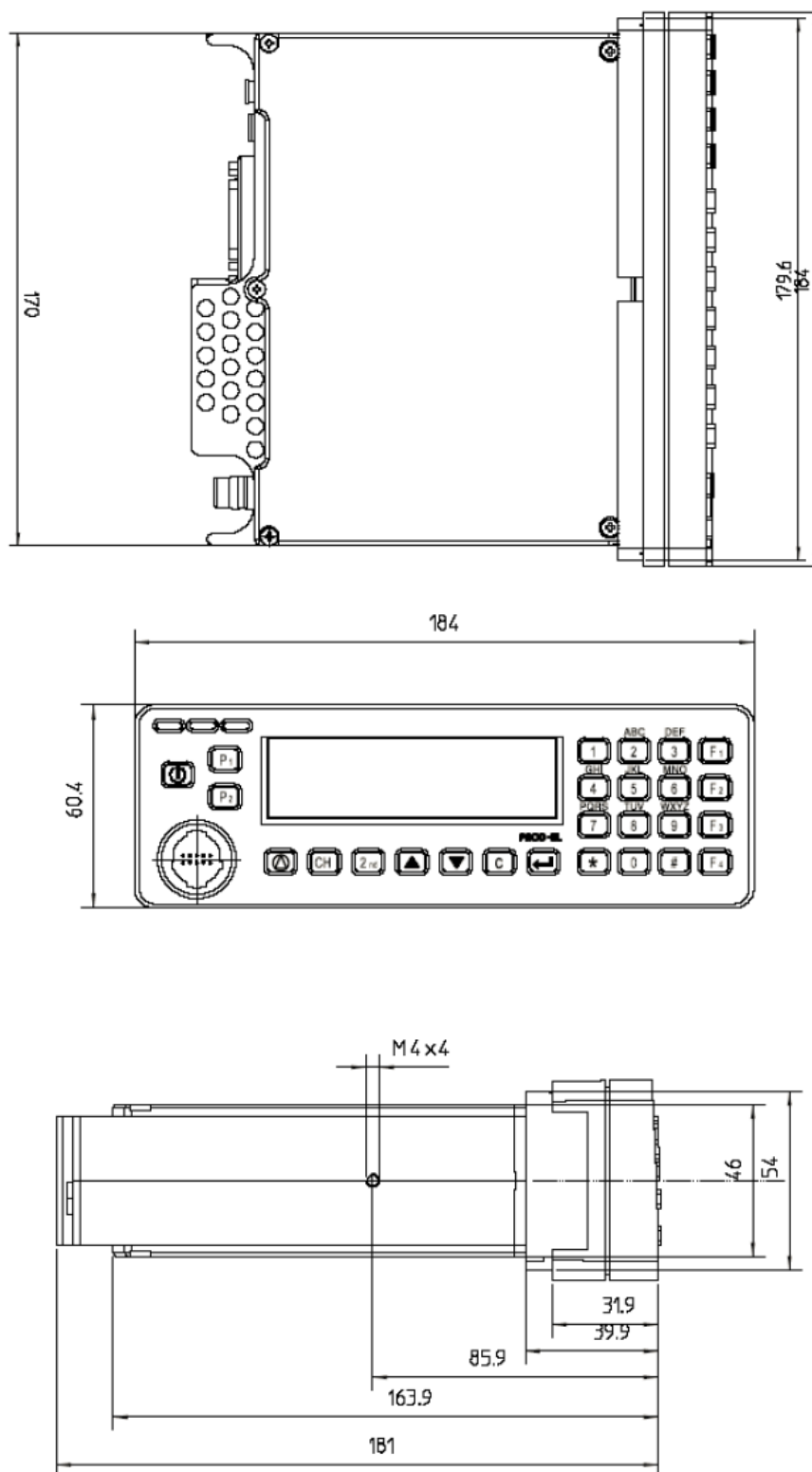
Type of station	Mobile Base Station and Fixed Station
DC: Input Nominal Voltage	12.8 VDC
DC: Input Voltage range	10.8V min – 15.6V max
Operating Temperature	-25°C – +55°C
Dimension (WxHxD) with front Panel	183x60x195 mm
Dimension (WxHxD) no front Panel	170x46x147 mm
Weigth (about)	1.7 Kg
Ancillaries	Front Panel GPS Receiver Full duplex Kit
Frequency Range	400 – 470 MHz
Number of Channel	100
PLL channel step (min)	5 kHz
Consumption: TX max RF power	3,9 A @ 13,6 V 10 W 6.5 A @ 13,6 V 25 W
Consumption: RX max AF power	1,6 A @ 13,6 V
Consumption: stand-by	1 A @ 13,6 V
RF output power	1 – 25 W step 1W
RX AF output power	5 W on 4 Ω

## 2.6.2 Dimensioni meccaniche

Il ricetrasmittitore è progettato per essere montato in una posizione adatta in modo che sia possibile accedere alla tastiera del frontalino e il display possa essere visto chiaramente.

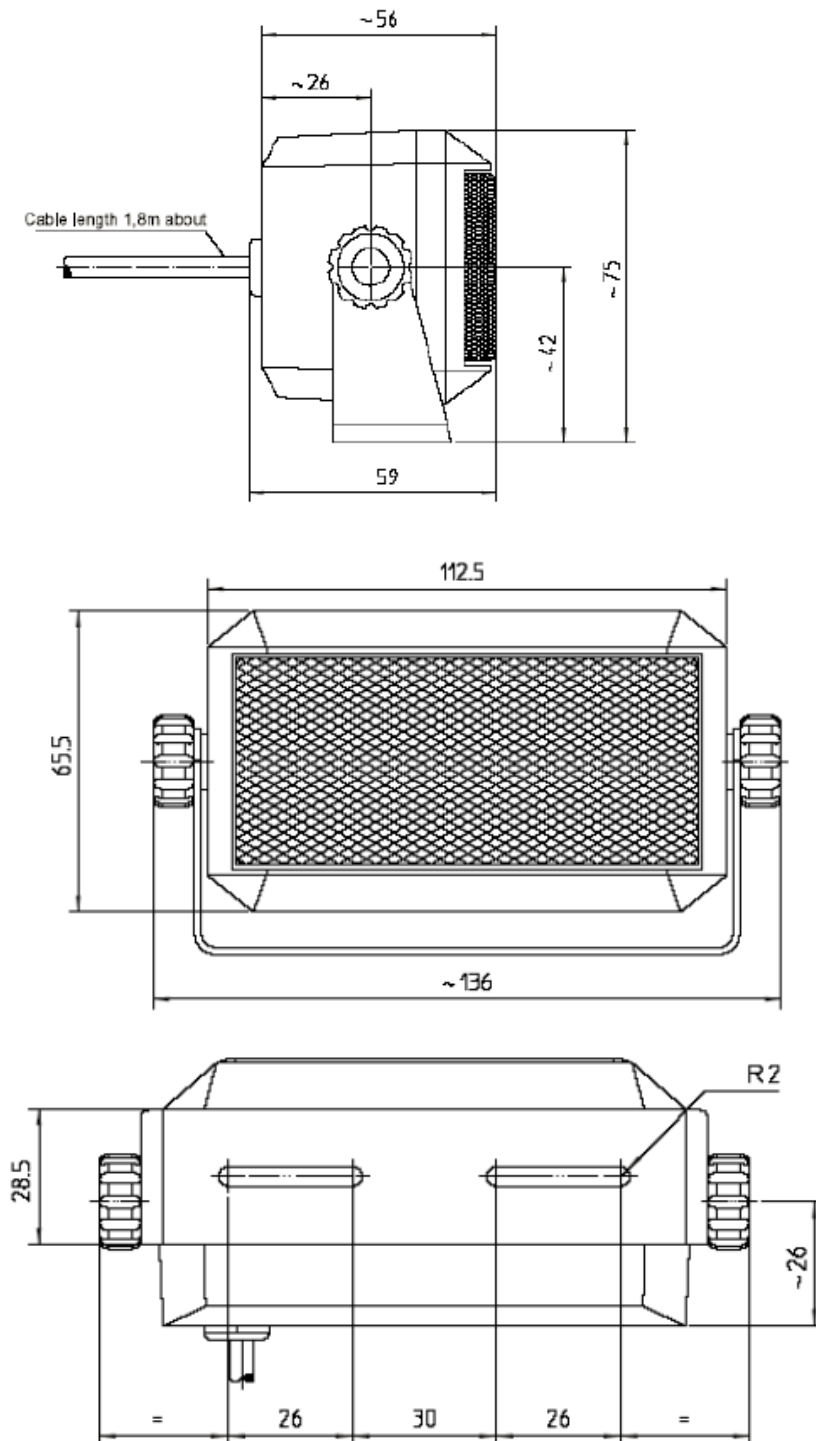
Il ricetrasmittitore, l'altoparlante e il microfono vengono forniti con le proprie staffe di montaggio. Si raccomanda di mantenere una distanza minima di 20 mm attorno al ricetrasmittitore per assicurare un'adeguata ventilazione. In questa sezione vengono illustrate le dimensioni meccaniche dell'apparato Radio Mobile Vn 5x-PDMR ECOS-D e dei suoi accessori.

### 2.6.2.1 Radio



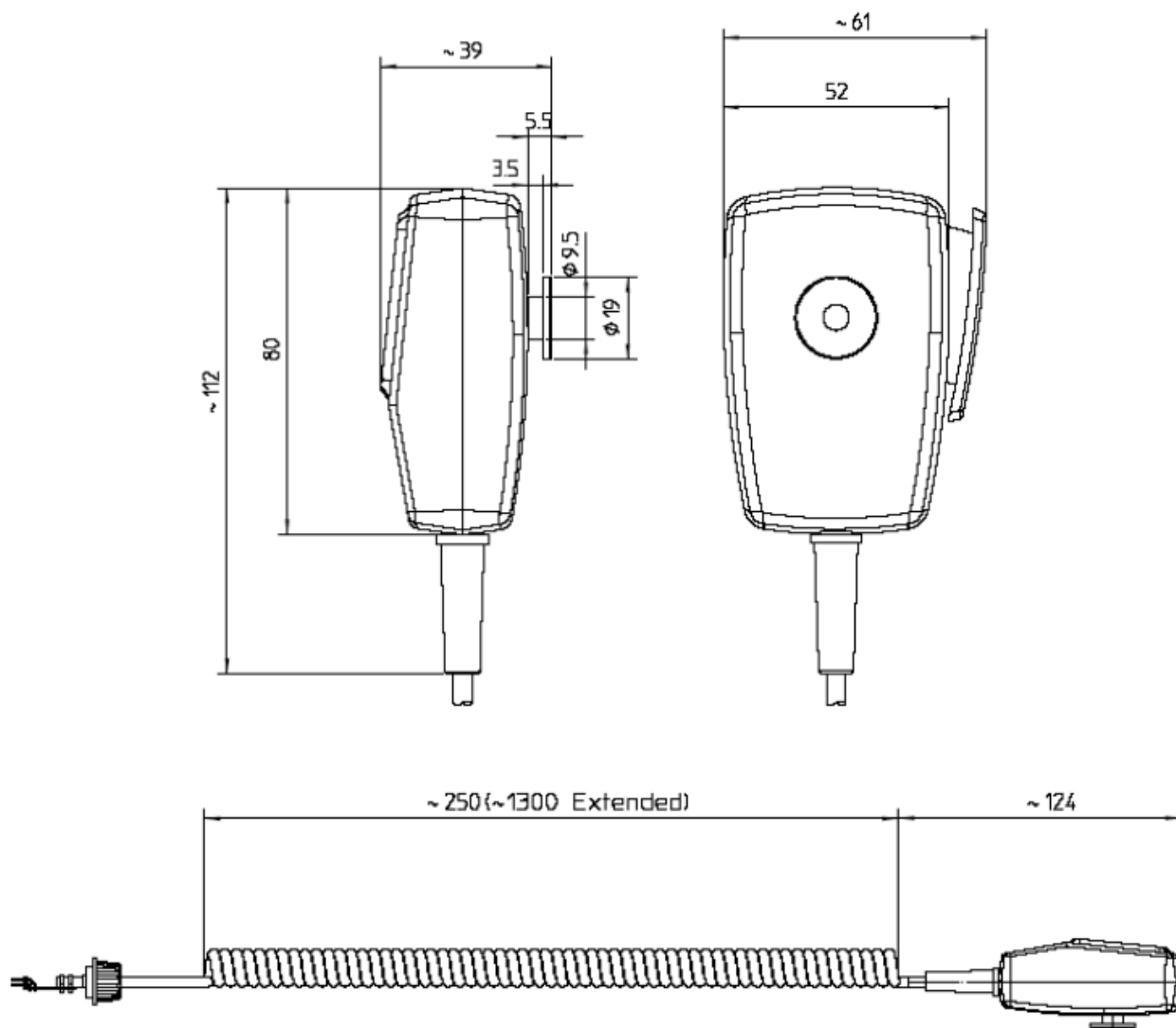
**Fig. 17** – Dimensioni apparato radio

### 2.6.2.2 Altoparlante



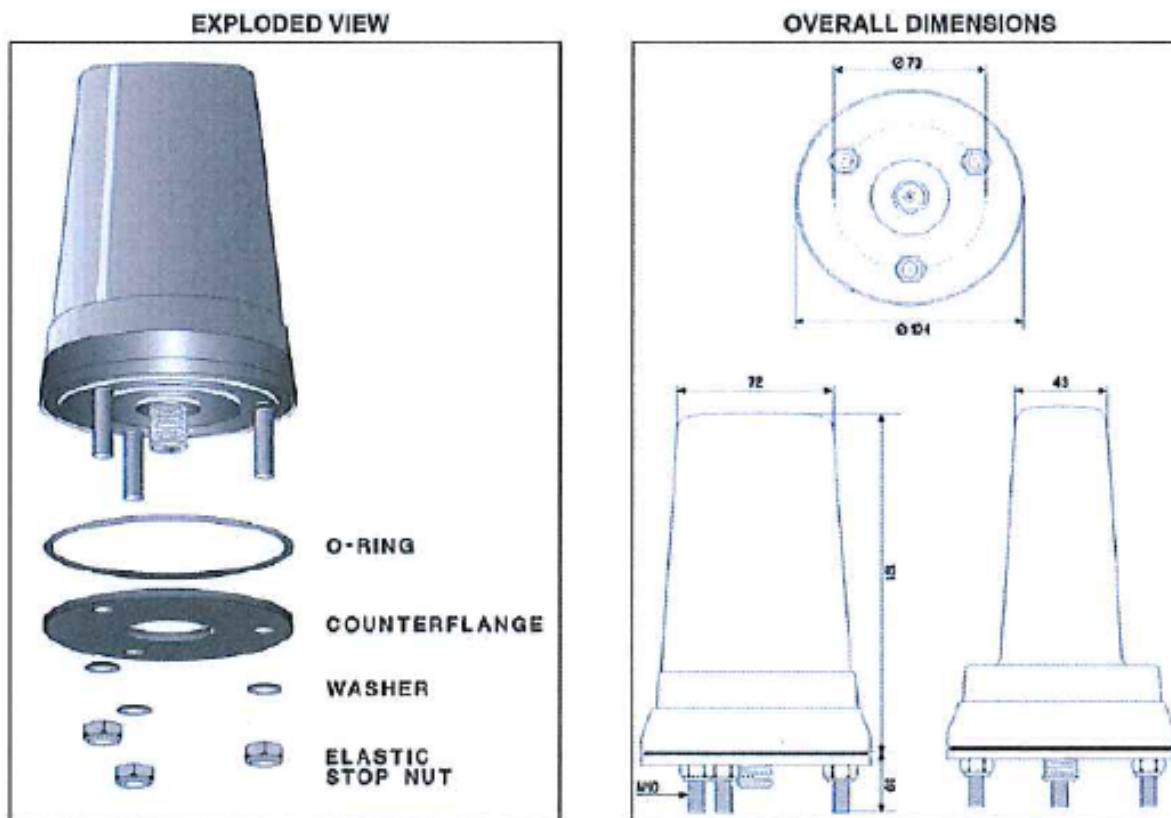
**Fig. 18** – Dimensioni altoparlante di emergenza

### 2.6.2.3 Microfono



**Fig. 19** – Dimensioni microfono di emergenza

## 2.6.2.4 Antenna



**Fig. 20** – Dimensioni antenna

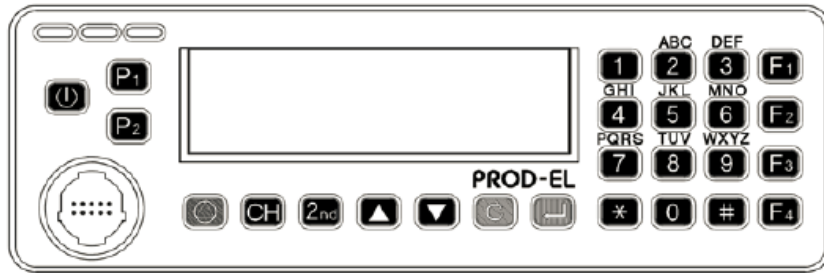
## 2.6.3 Interfacce elettriche

In questa sezione vengono illustrate le interfacce elettriche.

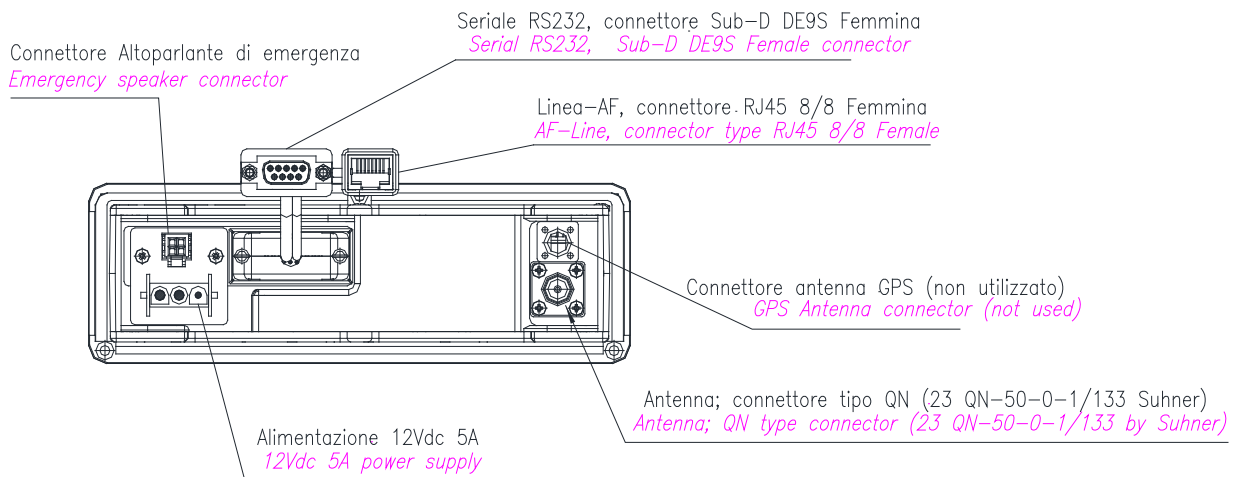
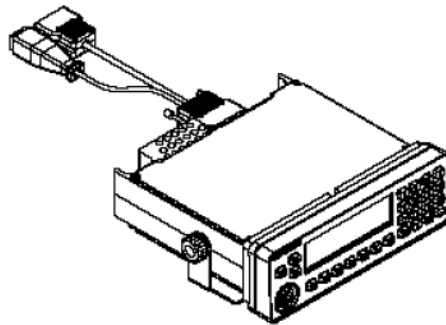
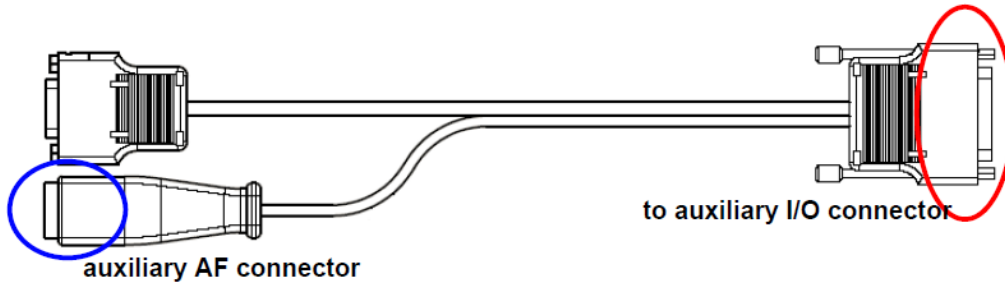
La figura seguente illustra la parte anteriore e posteriore del terminale radio, oltre al cavo di collegamento per l'interfaccia audio (AF) e per l'interfaccia dati (RS232).

Frontal view





Rear view



**Fig. 21** – Electrical interfaces

### **3 Cablaggio**

Come già illustrato il sistema di bordo è composto da vari apparati posizionati in diversi punti del veicolo e che devono essere collegati con la VPB. Per effettuare tali collegamenti è necessario attestare i cavi posati lungo il veicolo su morsettiere di appoggio. Dalle morsettiere partiranno dei cavi più flessibili di lunghezza non superiore ad 1m che andranno a realizzare il collegamento tra morsettiere e connettori.

