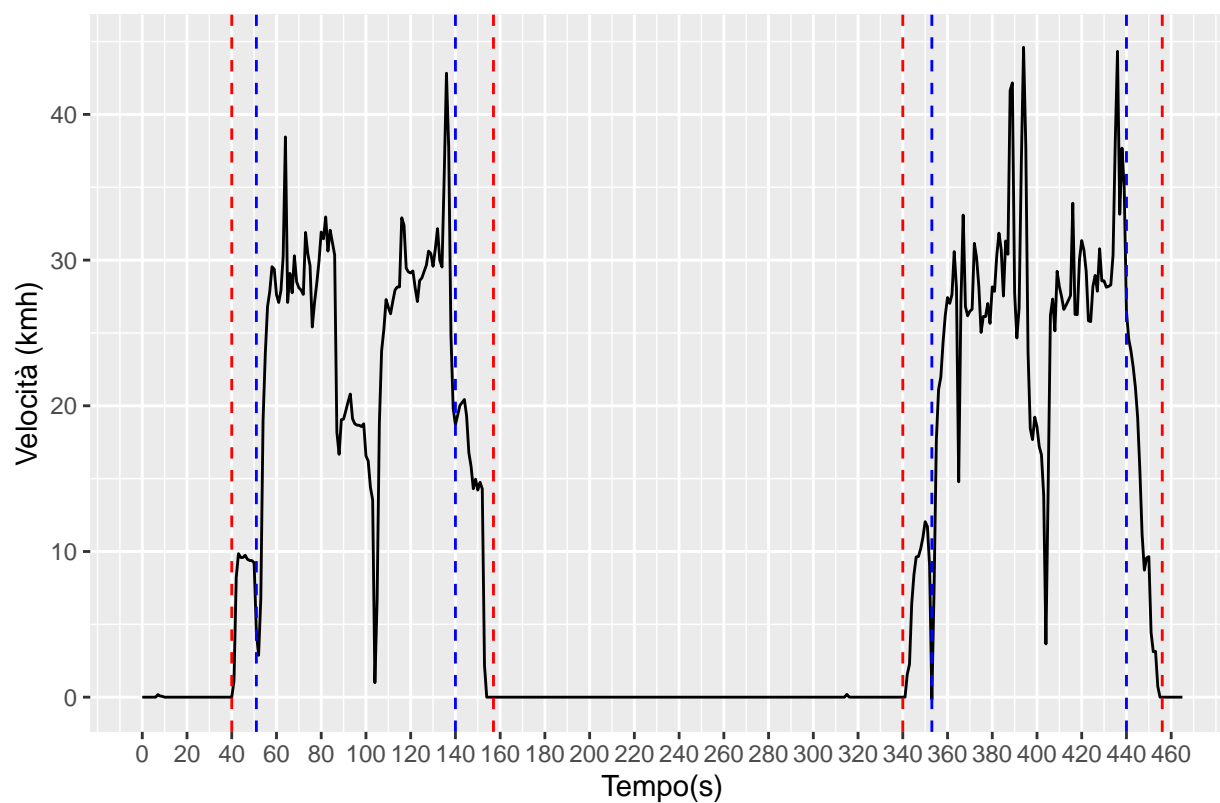


Analisi_6-8-2023

Thomas Massarutto

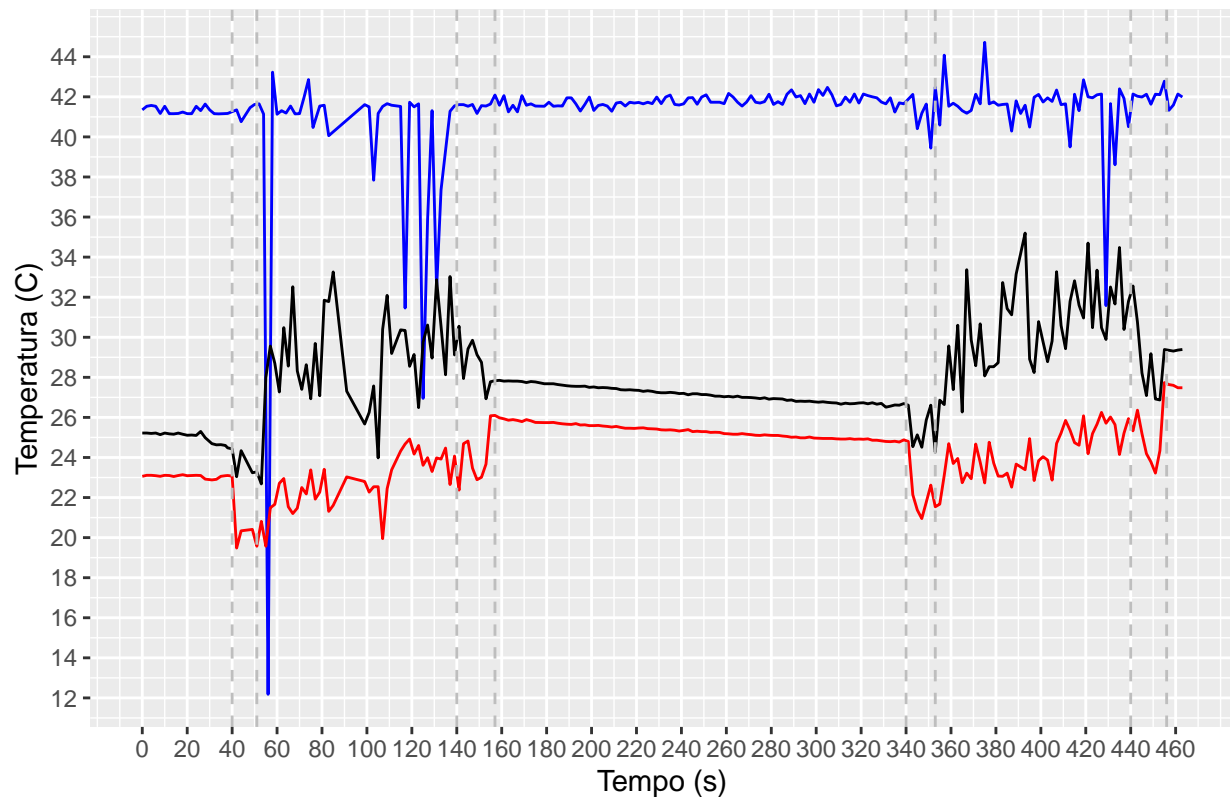
2023-10-20

Grafico della velocità



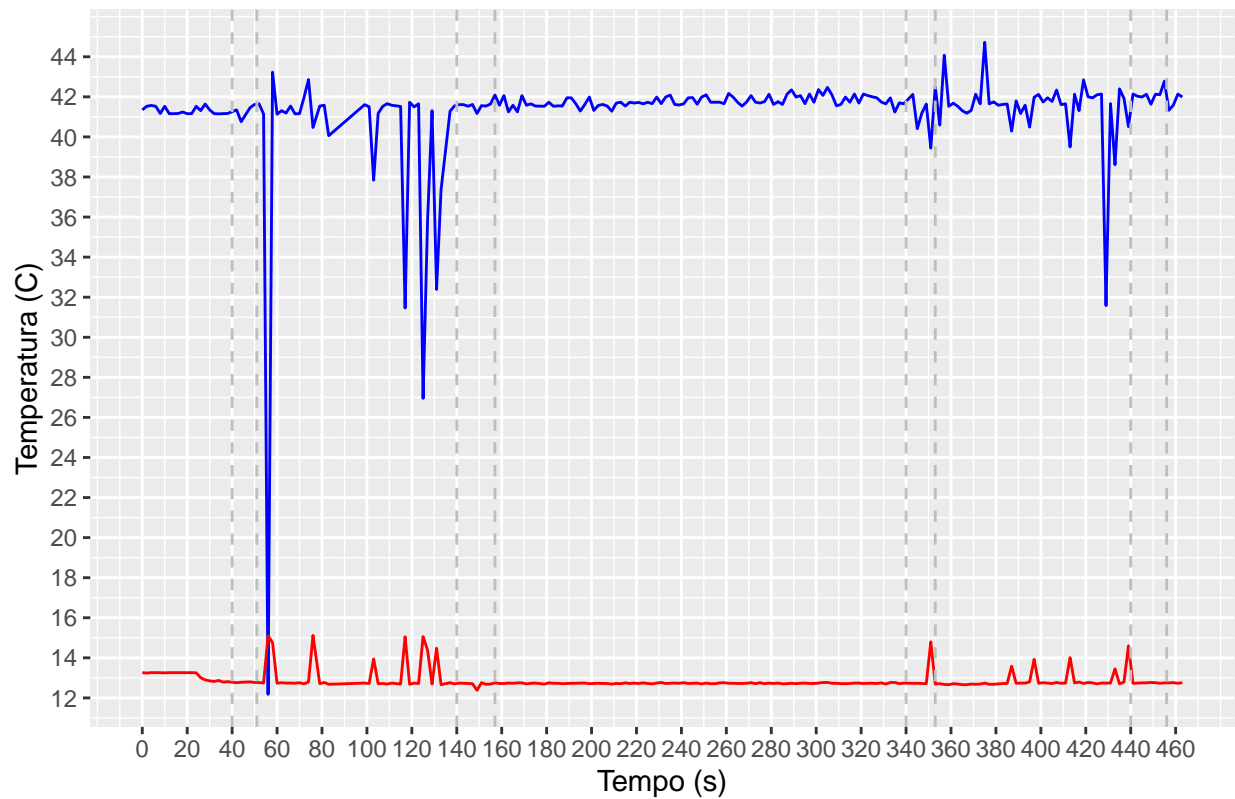
NB: fra i secondi 80, 100 c'è stata probabilmente un indecisione del pilota, si nota perdita di dati. Possibili vibrazioni(?)

Grafico delle Temperature nel Tempo (Run completa)



Plottando i grafici relativi alle temperature si nota subito l'instabilità dei dati quando la macchina è in movimento, il sensore della temperatura della batteria (BLU) sembra restituire dati palesemente sbagliati (il minimo registrato è stato di 12°C, impossibile per la giornata del test). Spikes del genere potrebbero essere il risultato di troppe vibrazioni e/ di una isolazione dei cavi non ottimale. Durante i periodi di pausa i dati relativi al motore (NERO) e all'inverter (ROSSO) risultano meno soggetti ad anomalie rispetto a quelli del pacco batteria.

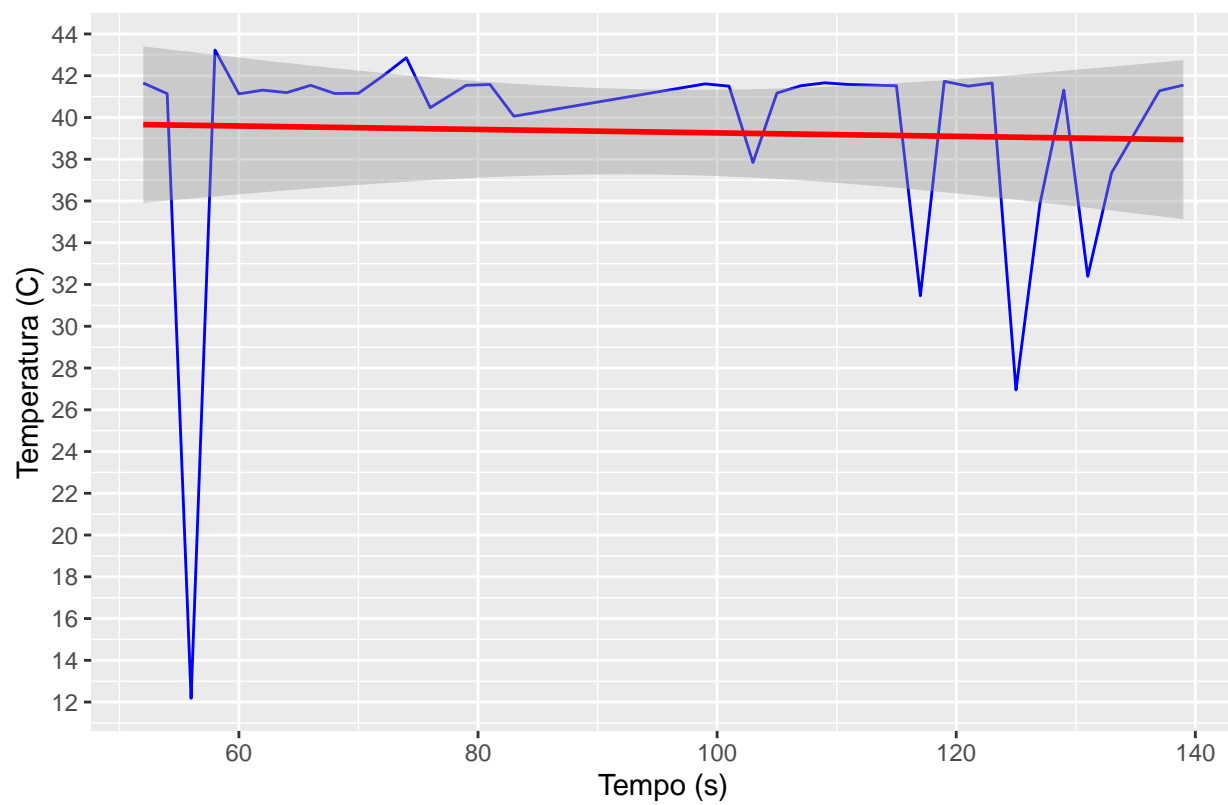
Grafico delle Temperature nel Tempo (Batteria run completa)

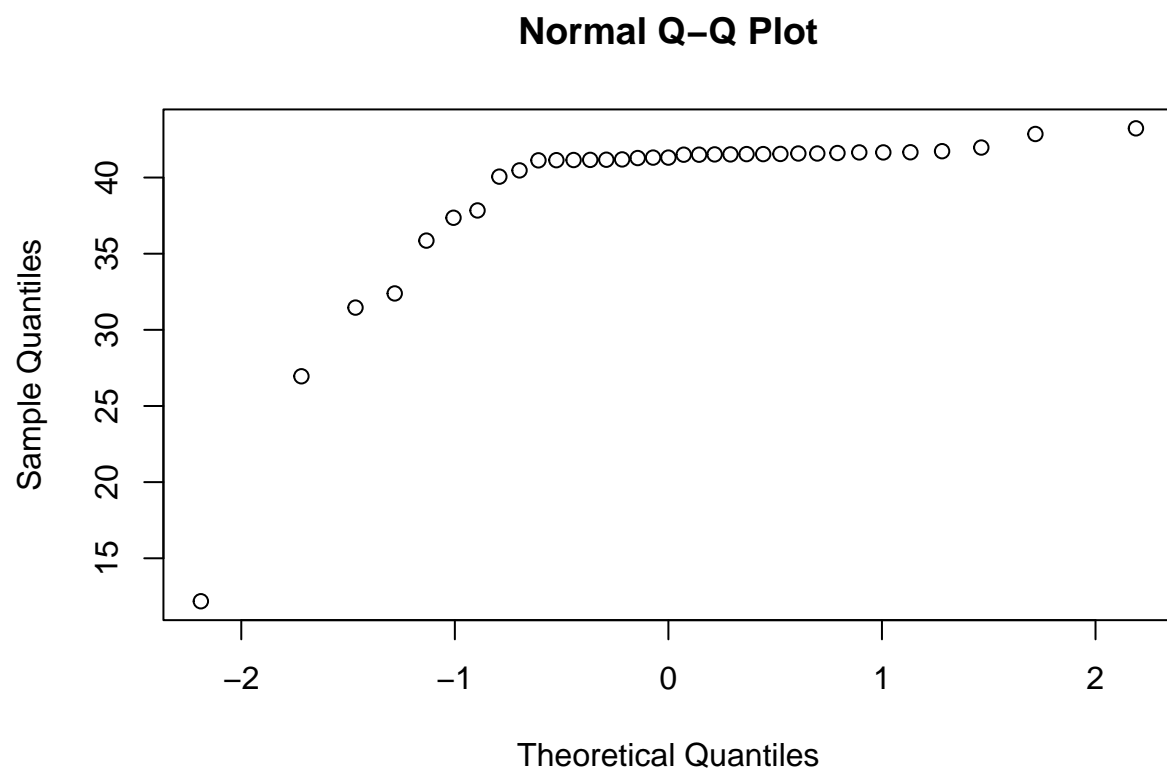


Dal grafico si nota come spesso picchi di voltaggio corrispondano a spikes nel grafico delle temperature della batteria. L'andamento della temperatura sembra comunque lineare.

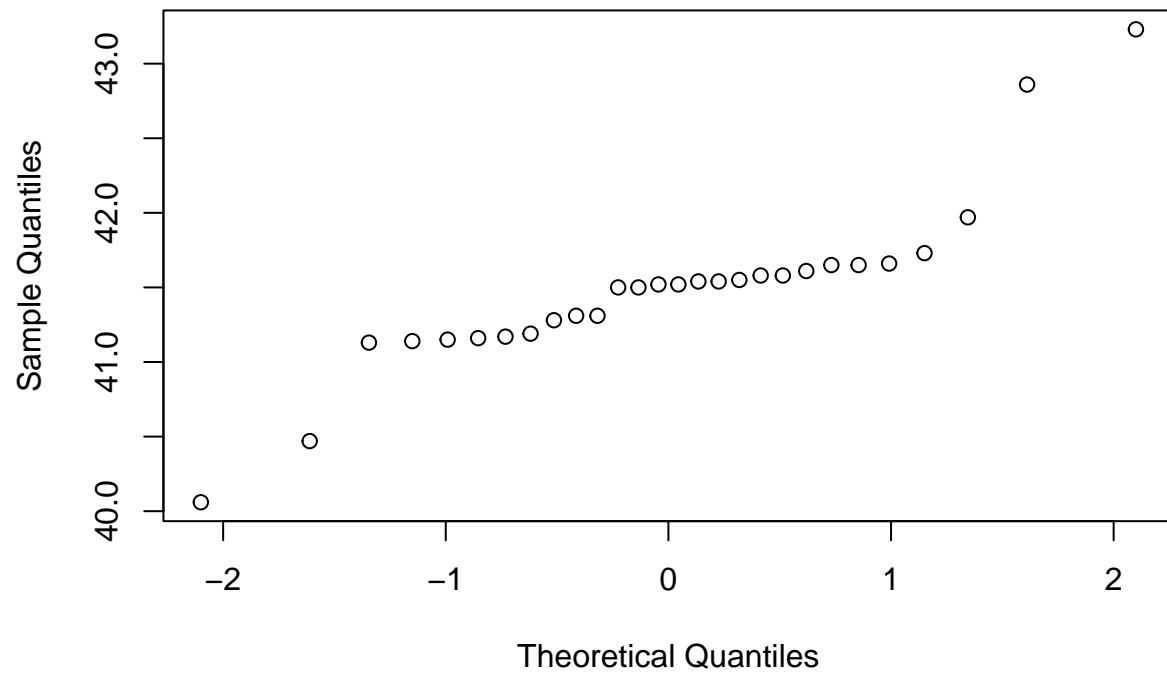
```
## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```

Grafico delle Temperature nel Tempo (Batteria HotLap 1)



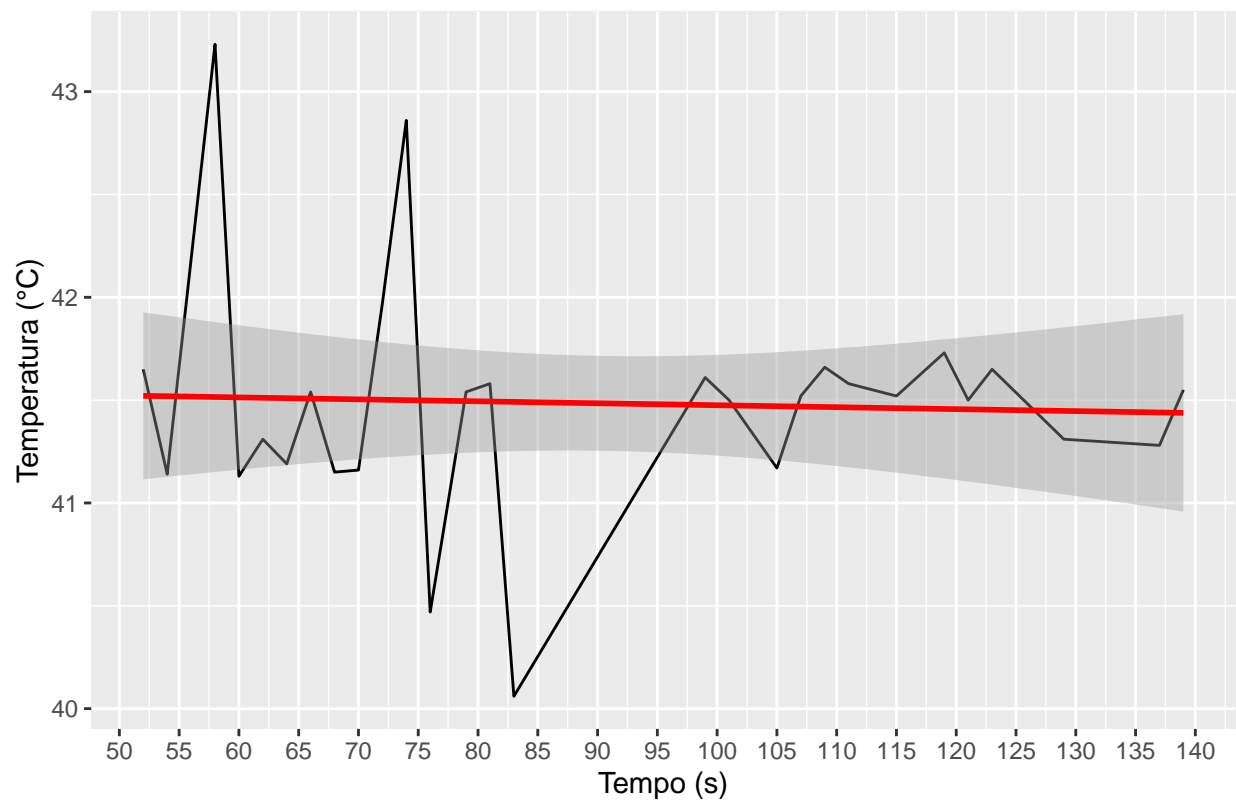


Normal Q-Q Plot



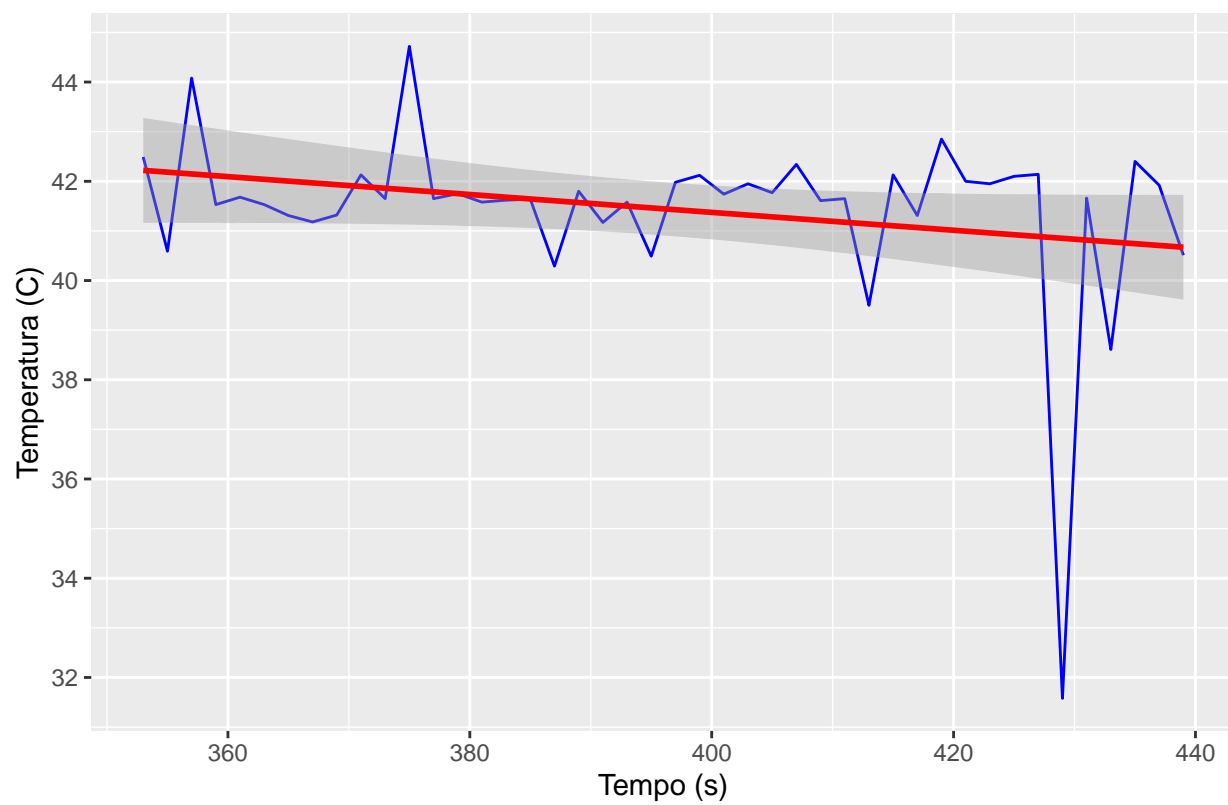
```
## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```

Grafico delle Temperature nel Tempo (Batteria HotLap 1, dati 'filtrati')

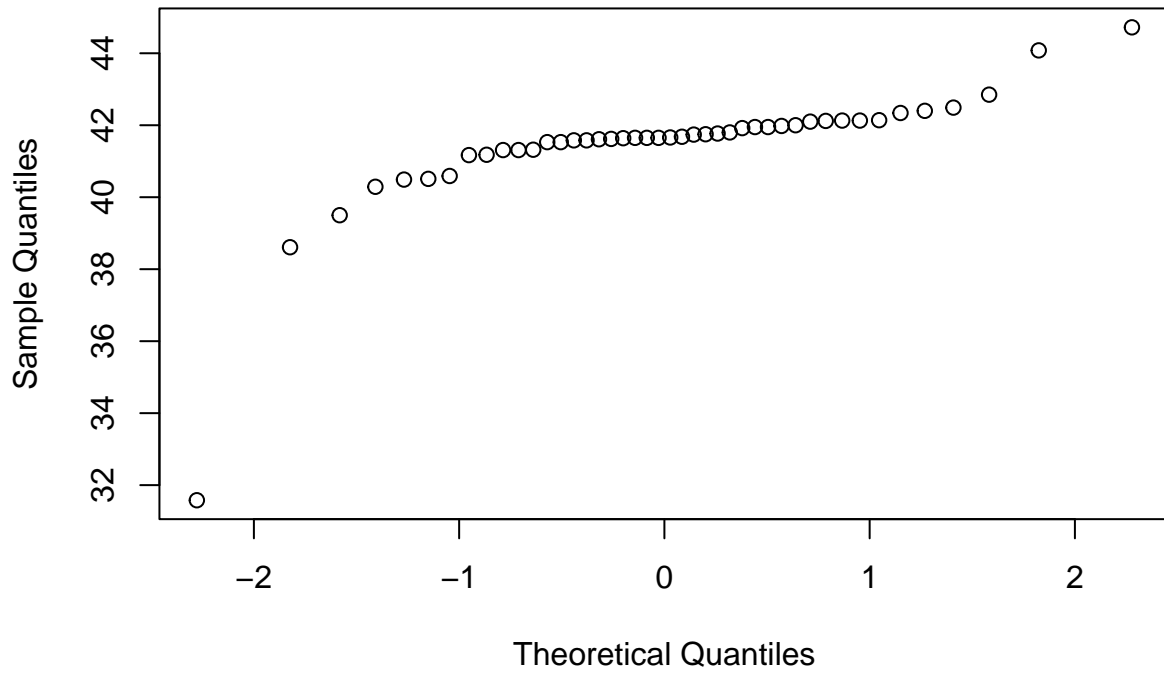


```
## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```

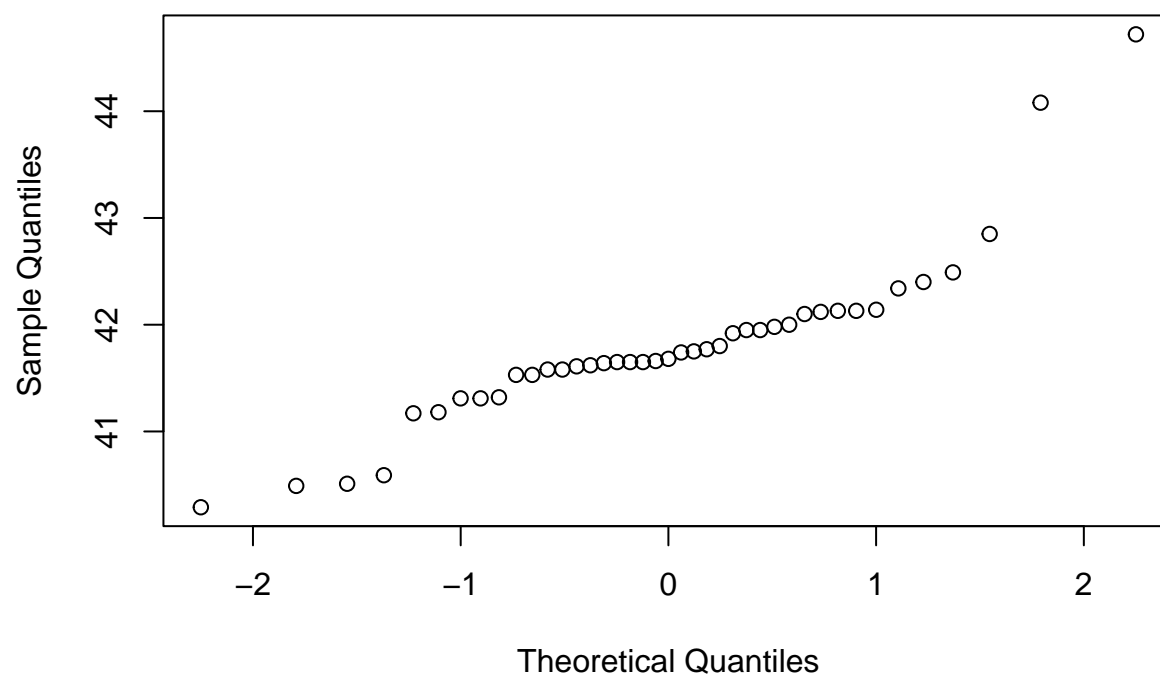
Grafico delle Temperature nel Tempo (Batteria HotLap 2)



Normal Q-Q Plot

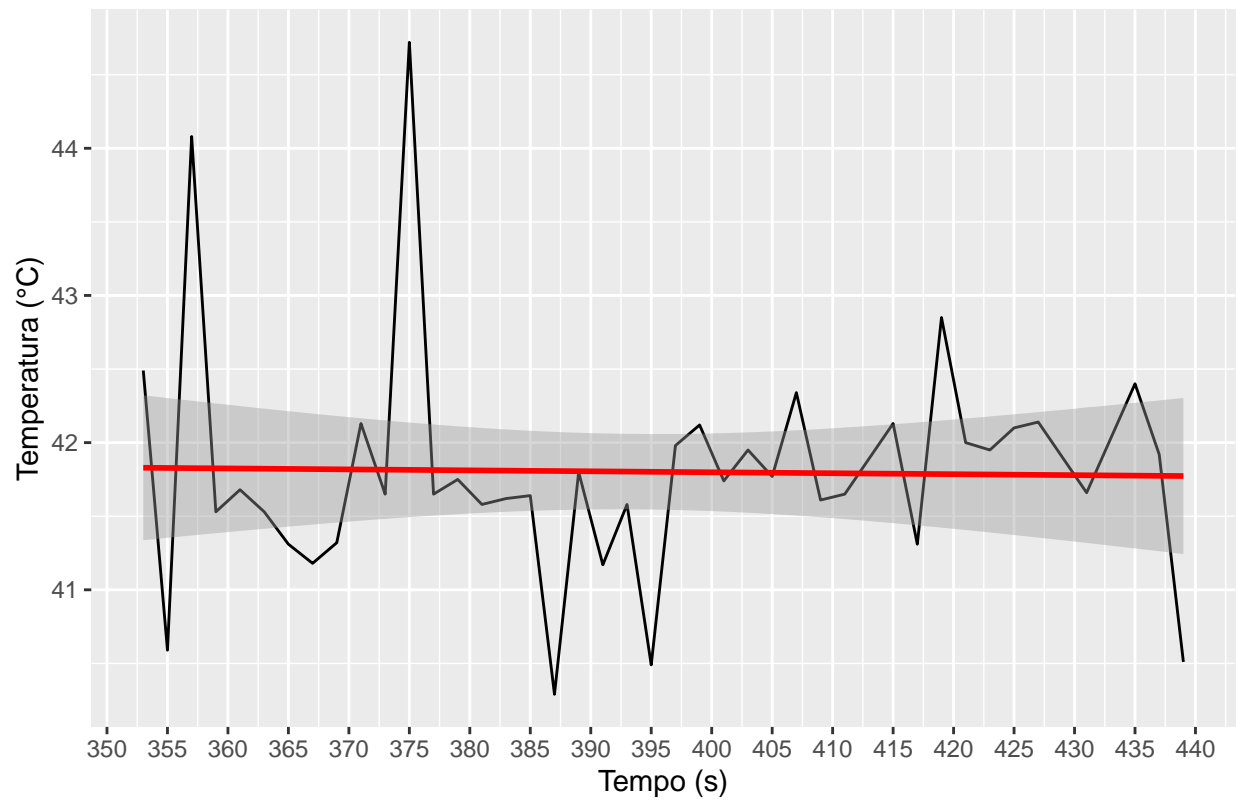


Normal Q-Q Plot



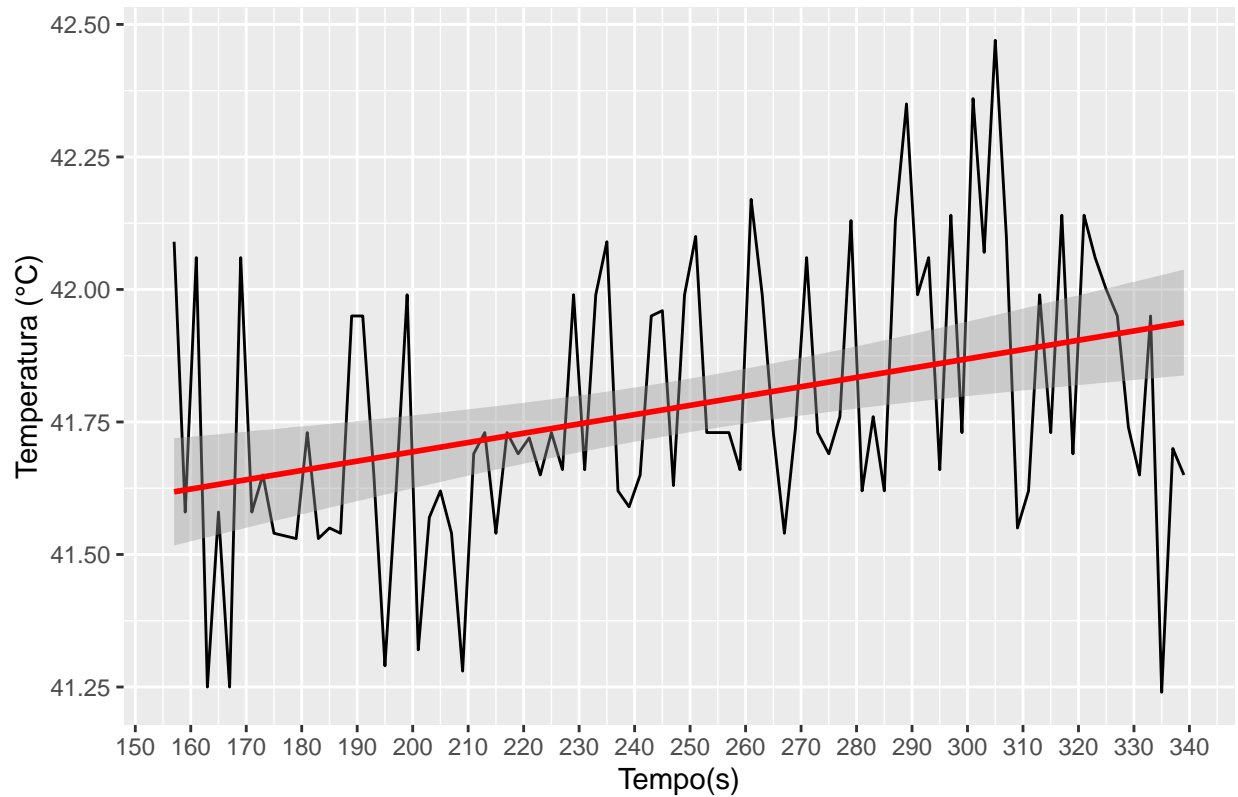
```
## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```

Grafico delle Temperature nel Tempo (Batteria HotLap 2, dati 'filtrati')



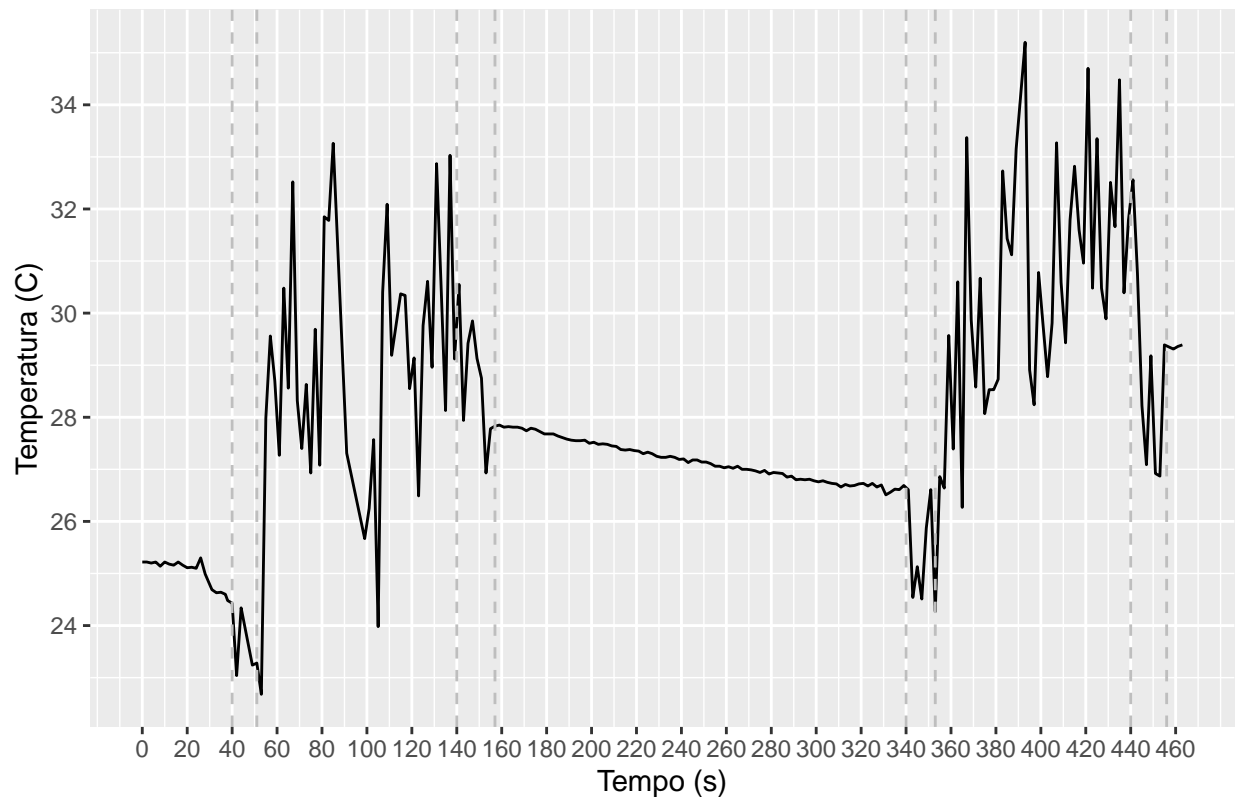
```
## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```

Grafico delle Temperature nel Tempo



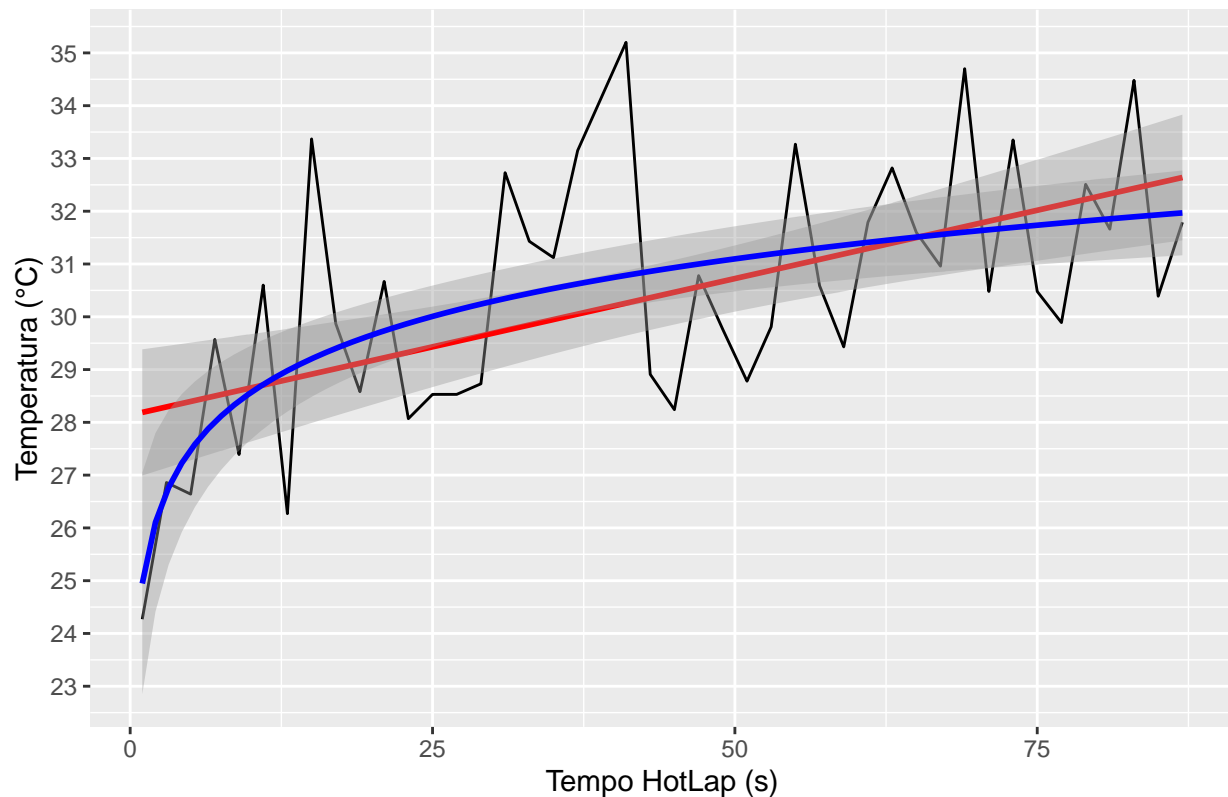
Durante gli hotlaps la temperatura rimane stabile, ha un leggero trend decrescente. Durante la pausa la batteria ha sofferto un innalzamento della temperatura più significativo rispetto a quando fosse in movimento. L'incremento è comunque minimo, meno di mezzo grado e a causa di molti outliers i grafici relativi agli hotlaps potrebbero non essere rappresentativi. La batteria beneficia dell'airflow generato dalla macchina in corsa.

Grafico delle Temperature nel Tempo (Motore run completa)



Anche le misurazioni della temperatura nel motore sono soggette a molto noise nei dati. Si riescono comunque ad individuare gli innalzamenti di temperatura dovuti allo stress termico durante l'hotlap. Sembra che questa parte della macchina sia sensibile all'airflow: avendo confrontato il grafico della velocità con quello della temperatura del motore si nota come quando questo non sia sotto intenso sforzo, ma comunque in movimento, le temperature subiscano un drop significativo. Si nota questo all'inizio di ogni hotlap quando c'è un repentino abbassamento della temperatura. Questo effetto è anche presente alla fine di ogni hotlap e quando nel primo tentativo la velocità decresce per un probabile errore del pilota. (secondi 80-100 circa). C'è una certa velocità che permette alla macchina di raffreddarsi in maniera ottimale pur essendo in movimento.

Grafico delle Temperature nel Tempo (Motore HotLap Attempt 2)



Il primo hotlap non risulta indicativo a causa della perdita di velocità che ha raffreddato il circuito a metà tentativo. Durante il secondo hotlap il grafico della temperatura sembra procedere con scala logaritmica, probabilmente a causa del drop di temperatura subito durante l'allineamento, da un certo punto in poi infatti sembra crescere linearmente.

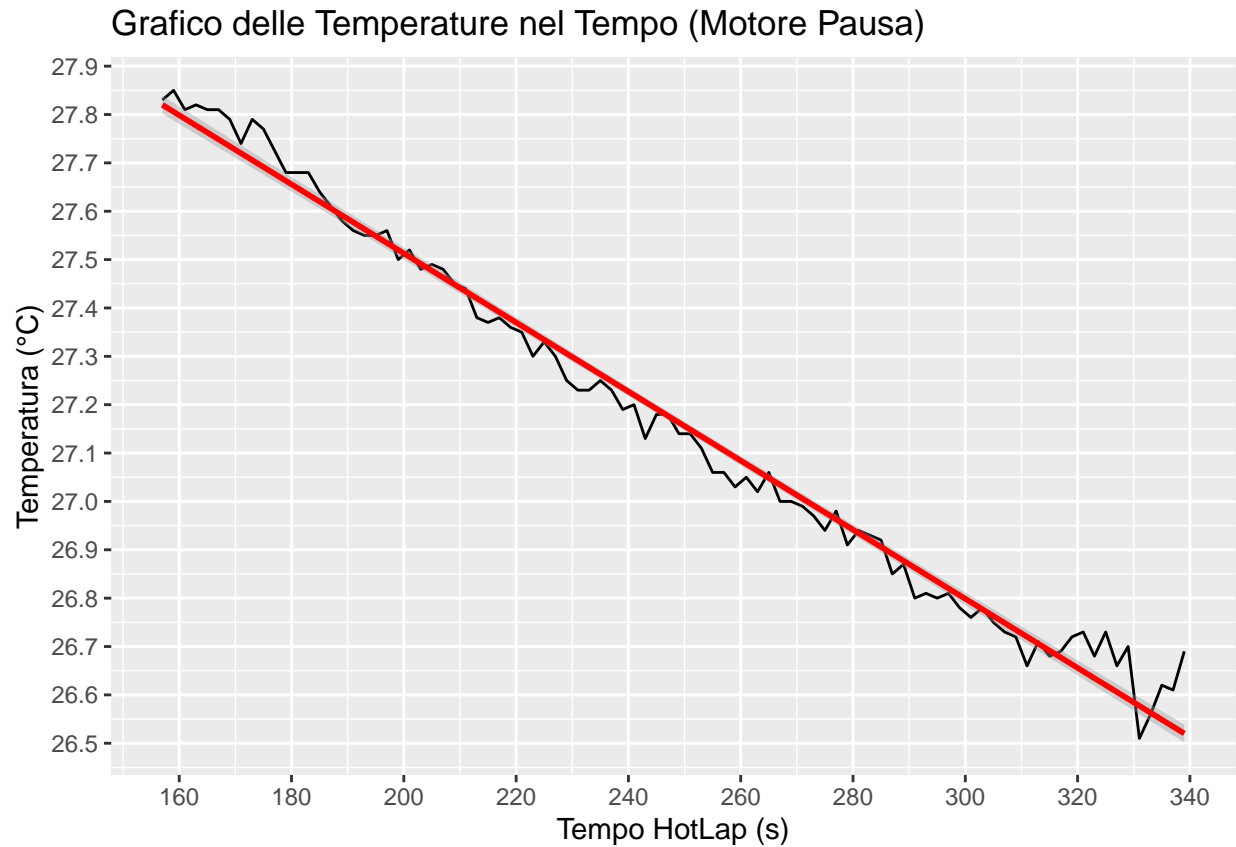
```
##
## Call:
## lm(formula = Engine.Output ~ TimeFromStart, data = CoolingCircuitTemps_Pause)
##
## Residuals:
```

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.07579	-0.02654	-0.01144	0.01713	0.16982

```
##
## Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.894e+01	2.232e-02	1296.83	<2e-16 ***
TimeFromStart	-7.142e-03	8.775e-05	-81.39	<2e-16 ***

```
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.04426 on 89 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9867, Adjusted R-squared:  0.9866
## F-statistic: 6625 on 1 and 89 DF, p-value: < 2.2e-16
```



Al contrario della batteria il motore sembra raffreddarsi durante il periodo di non utilizzo in maniera lenta ma costante. Durante i periodi di utilizzo non intensivo del motore (schieramento, “outlap”), il circuito sembra comunque raffreddarsi più velocemente.

Grafico delle Temperature nel Tempo (Inverter run completa)

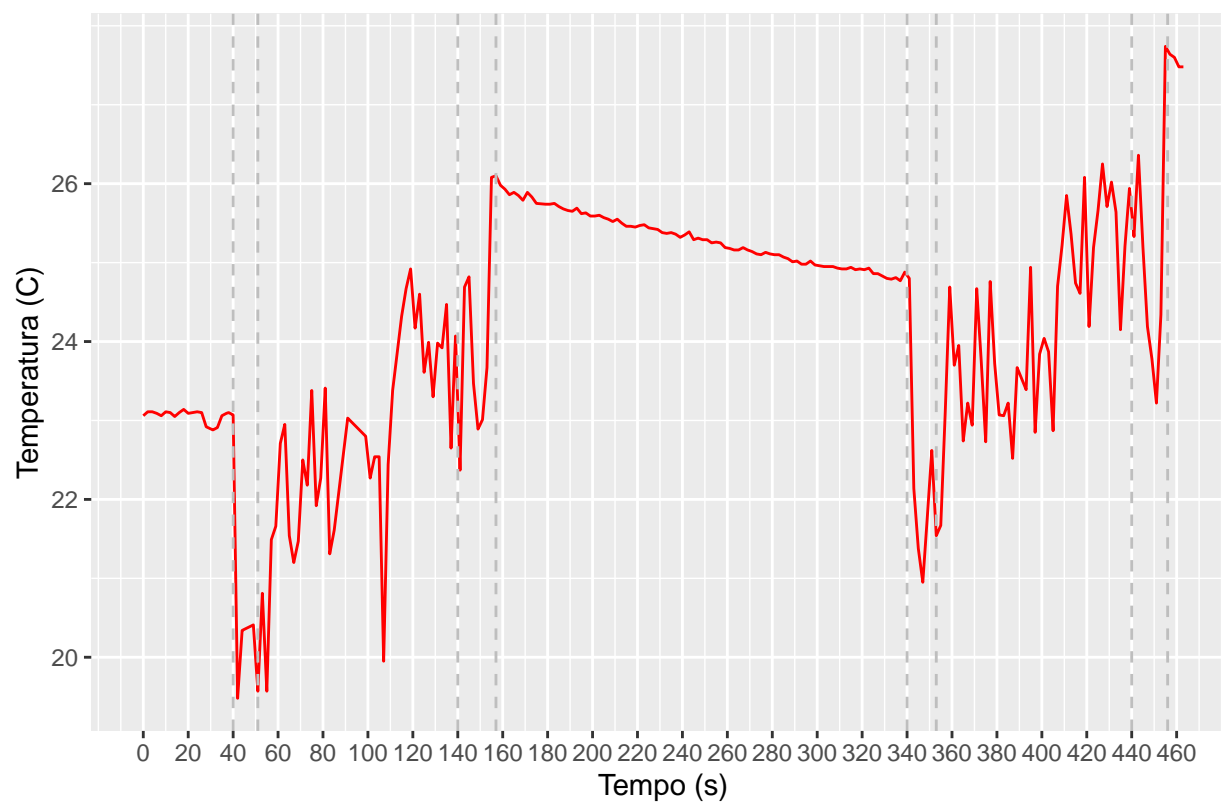
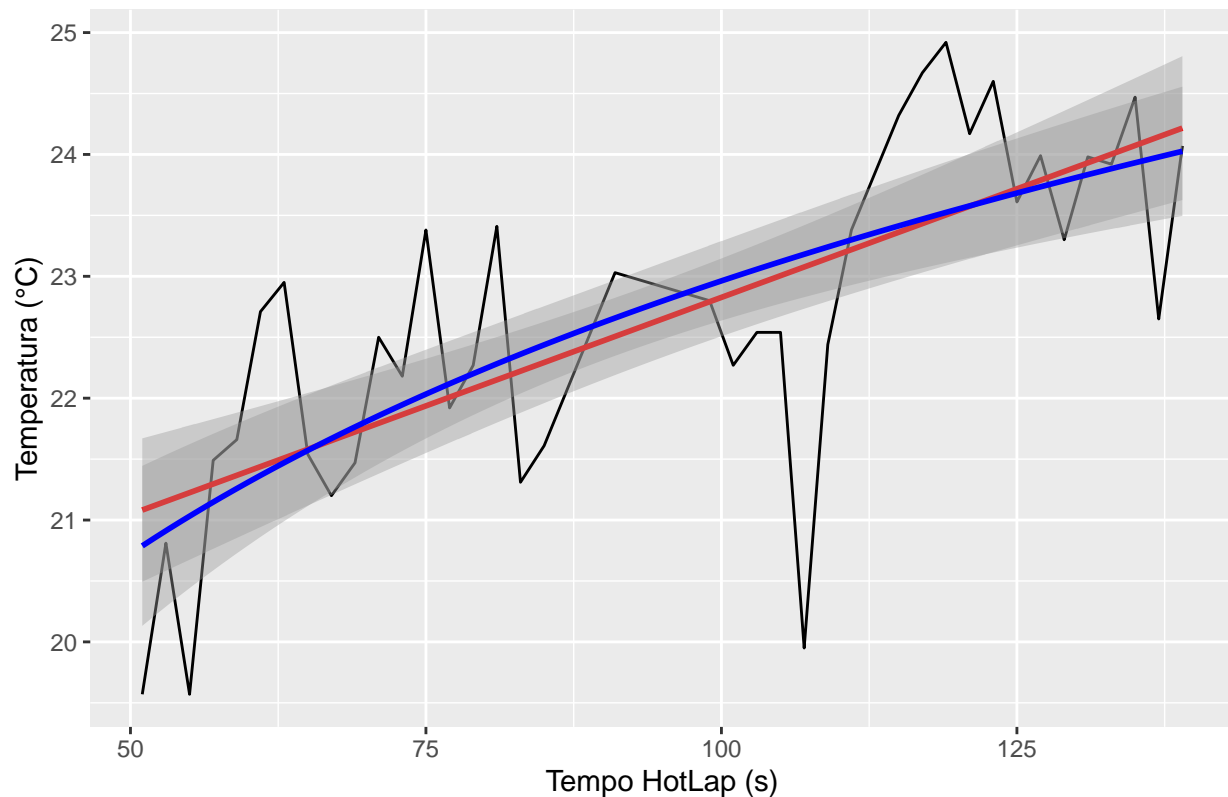


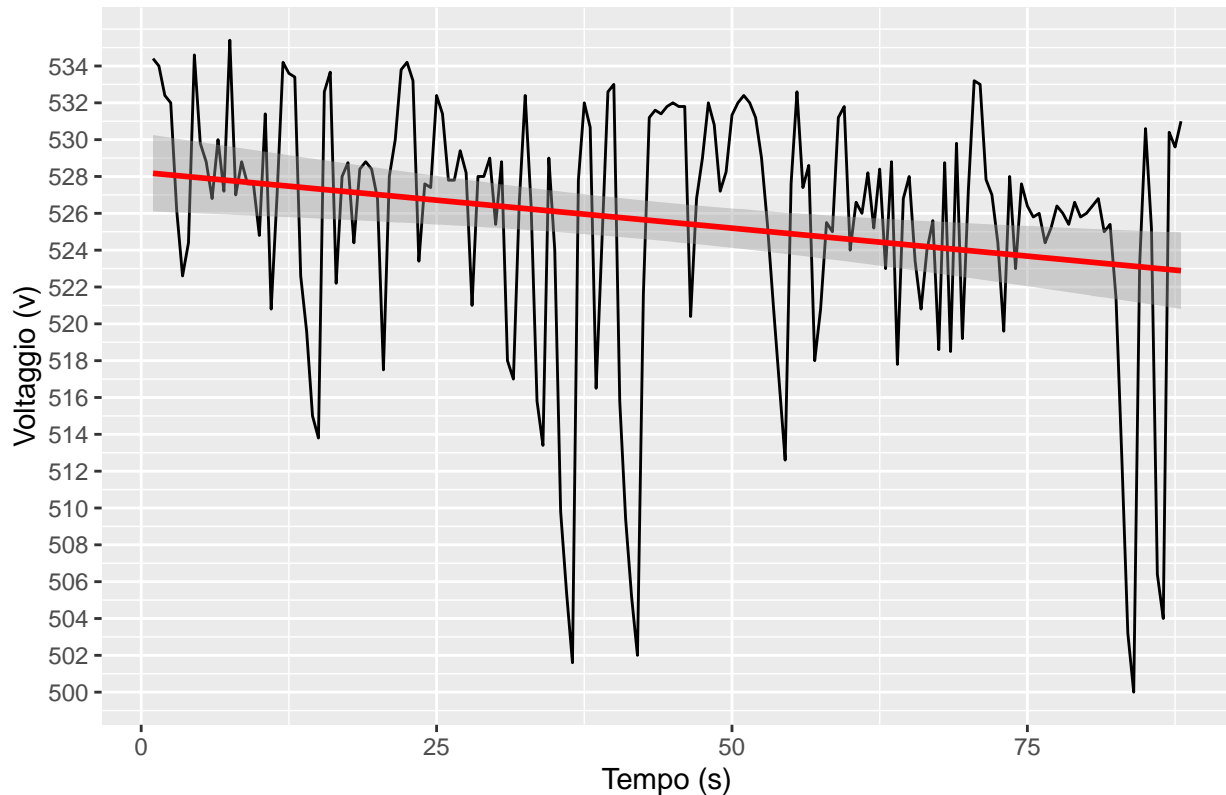
Grafico delle Temperature nel Tempo (Inverter HotLap 1)



```
##
## Call:
## lm(formula = Inverter.Output ~ TimeFromStart, data = CoolingCircuitTemps_HotLap1)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -3.12641 -0.45851  0.00851  0.55921  1.44324
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  19.265706   0.552932  34.843  <2e-16 ***
## TimeFromStart  0.035614   0.005593   6.367   2e-07 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.9676 on 37 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5228, Adjusted R-squared:  0.51
## F-statistic: 40.54 on 1 and 37 DF,  p-value: 2.001e-07
##
## Call:
## lm(formula = Inverter.Output ~ log(TimeFromStart - L1Start +
##    1), data = CoolingCircuitTemps_HotLap1)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -3.2662 -0.6229  0.1373  0.6112  1.5163
```

```
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      19.2476     0.5368   35.86 < 2e-16 ***
## log(TimeFromStart - L1Start + 1)  0.9816     0.1487    6.60 9.72e-08 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.9493 on 37 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5407, Adjusted R-squared:  0.5283
## F-statistic: 43.56 on 1 and 37 DF,  p-value: 9.724e-08
```

Grafico del voltaggio nel Tempo (Input voltaggio inverter HotLap 2)



```
##
## Call:
## lm(formula = Inverter.Output ~ TimeFromStart, data = CoolingCircuitTemps_HotLap2)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.60350 -0.56251  0.06958  0.60760  1.81812
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   10.372280   1.971269   5.262 4.82e-06 ***
## TimeFromStart  0.034818   0.004966   7.011 1.59e-08 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

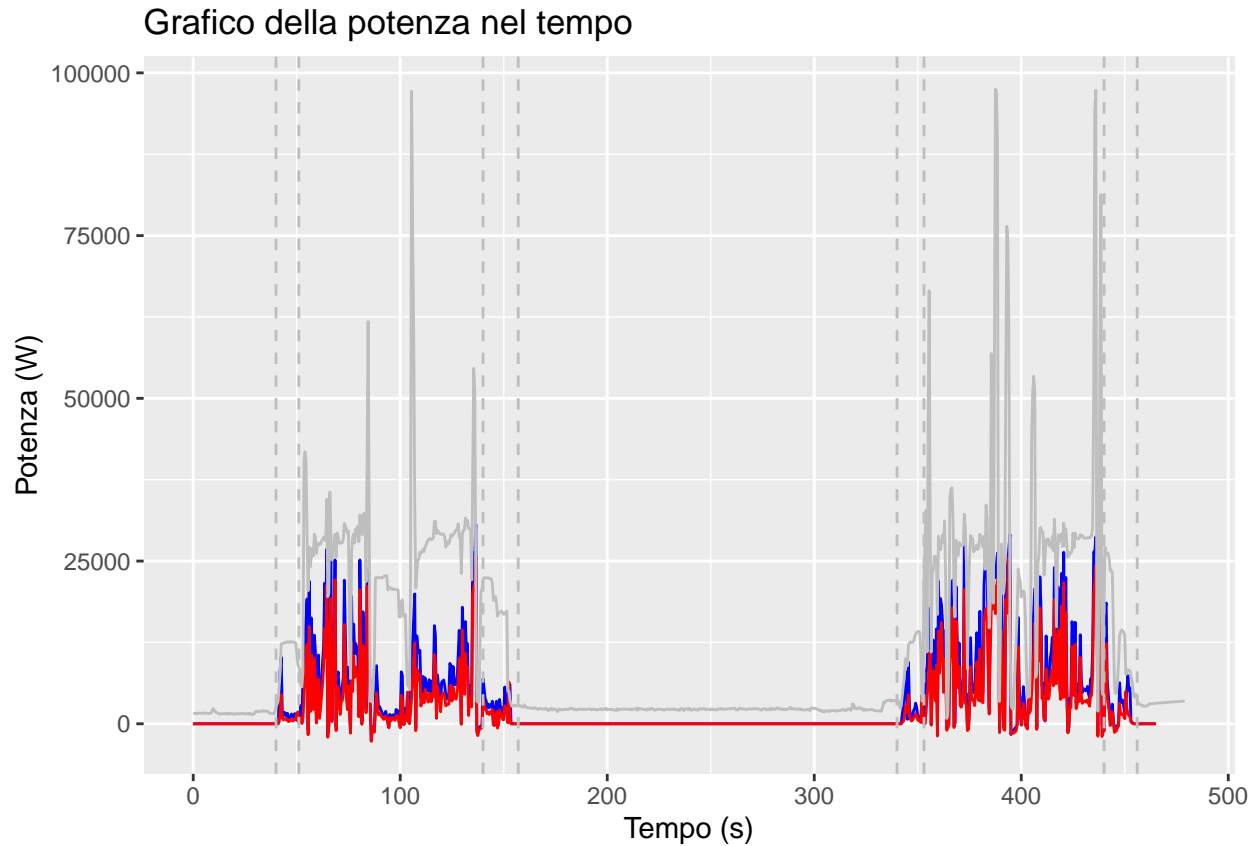
```
##
## Residual standard error: 0.8362 on 41 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5452, Adjusted R-squared:  0.5341
## F-statistic: 49.16 on 1 and 41 DF,  p-value: 1.589e-08
##
## Call:
## lm(formula = Inverter.Output ~ TimeFromStart, data = CoolingCircuitTemps_Pause)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.060808 -0.023678 -0.008843  0.014104  0.213844
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2.688e+01  2.233e-02 1203.63  <2e-16 ***
## TimeFromStart -6.299e-03  8.779e-05  -71.75  <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.04428 on 89 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.983, Adjusted R-squared:  0.9828
## F-statistic: 5148 on 1 and 89 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Grafico delle Temperature nel Tempo (Inverter Pausa)



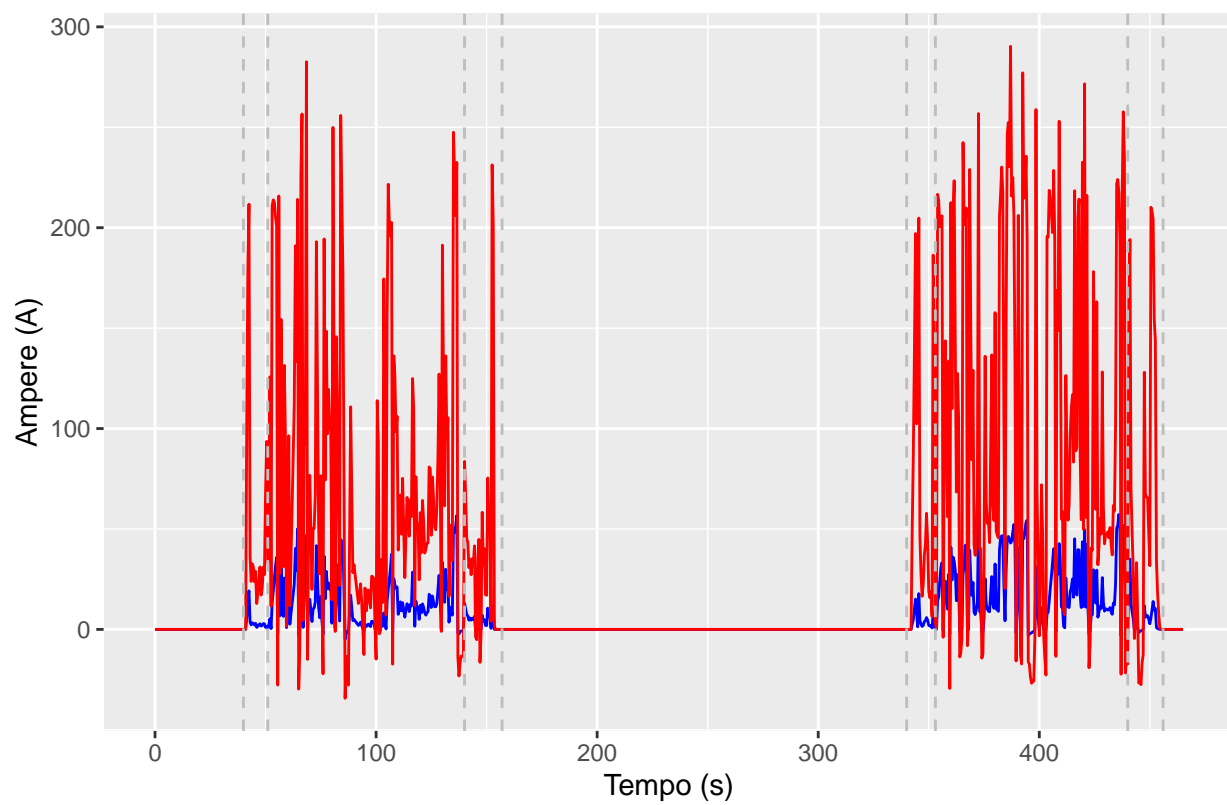
Come il motore l'inverter subisce un drop di temperature in fase di allineamento. Durante il primo hotlap la sua temperatura cresce con una scala leggermente logaritmica, per poi stabilizzarsi con una crescita lineare, mentre durante il secondo hotlap cresce in scala lineare. Come nel motore la tendenza logaritmica della scala

potrebbe essere giustificata dal drop delle temperature dell'aria intorno al sensore durante l'allineamento. Al contrario del motore si nota uno spike di temperatura improvviso quando la macchina si ferma, probabilmente indice di un raffreddamento che fa affidamento all'airflow generato della macchina in corsa. Durante la pausa il calore si dissipa in maniera tutto sommato simile al motore.



Il grafico mostra l'andamento della potenza erogata nel tempo, ad una rapida occhiata sembra aderire abbastanza bene con il comportamento del pedale dell'acceleratore, ma servono analisi più approfondite per capire la reattività della macchina confrontando potenza-velocità-posizione pedale. Lo scarto fra potenza AC e DC è minimo.

Grafico Amperaggio nel tempo



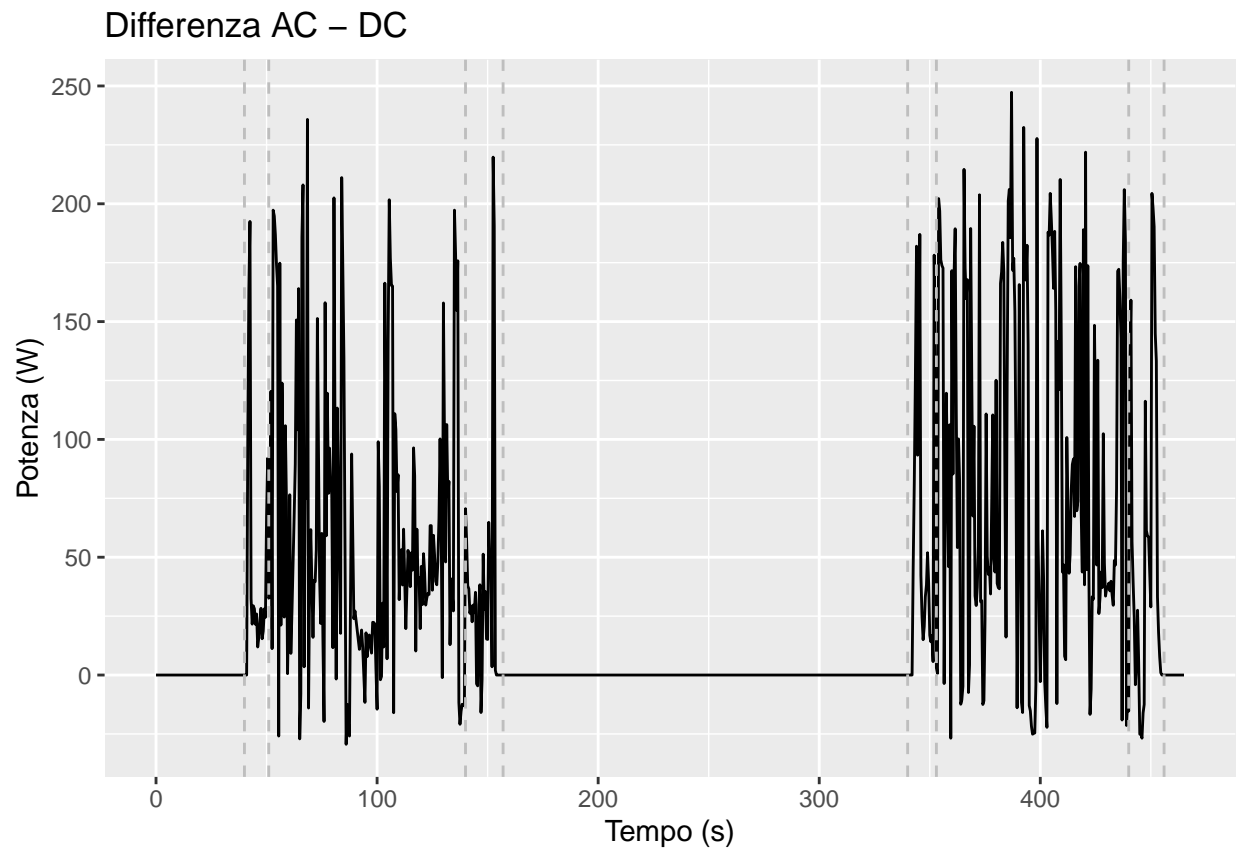
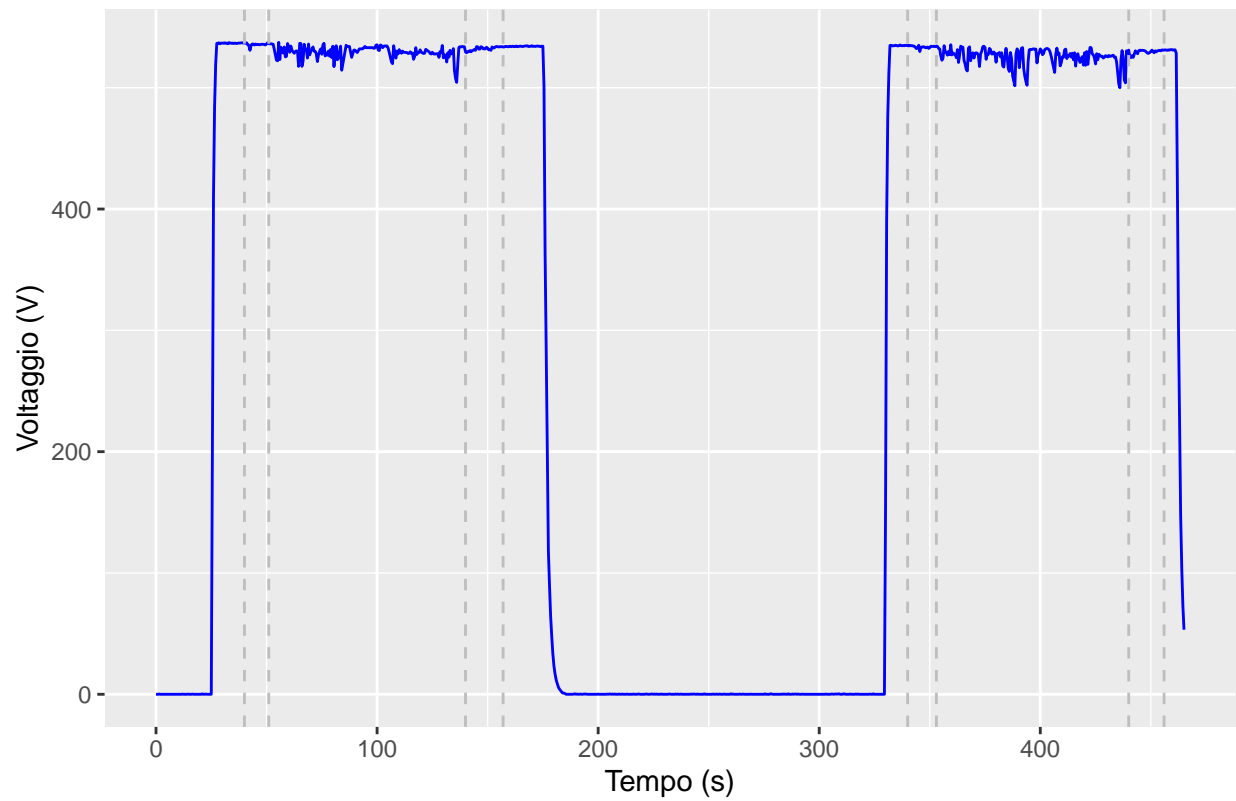
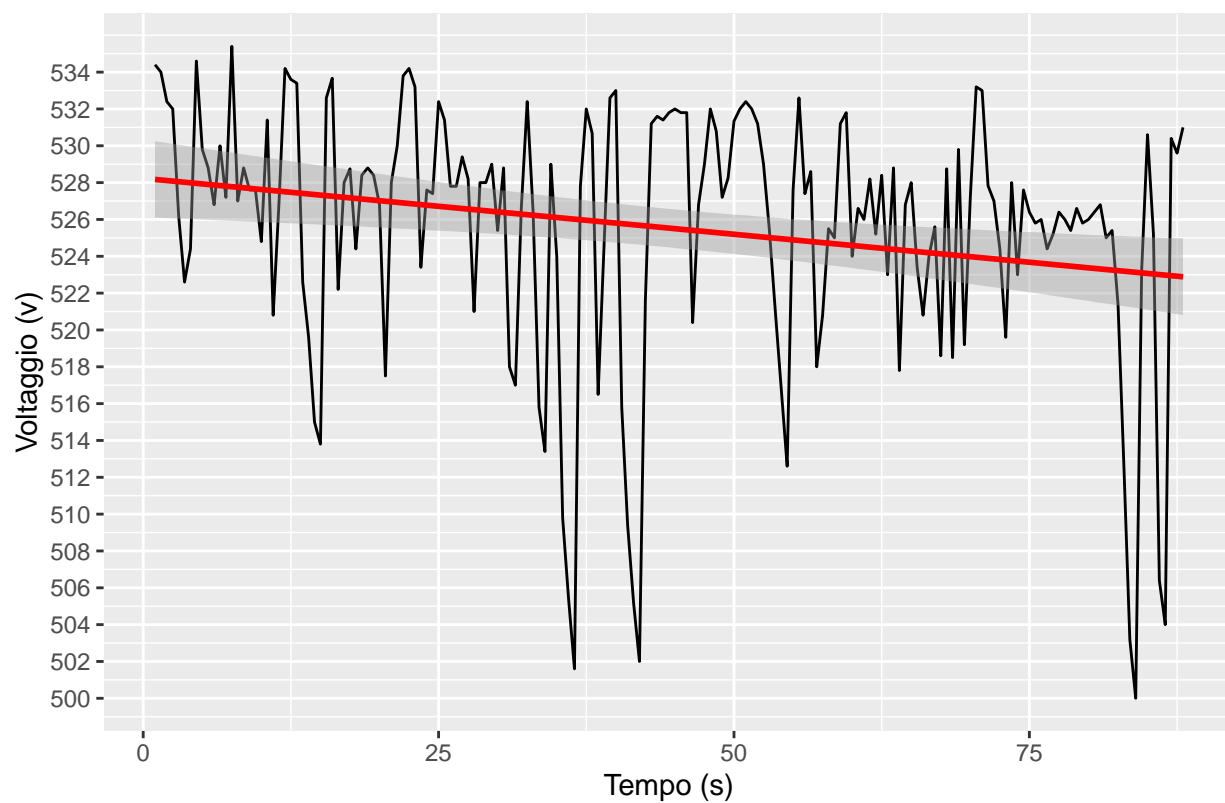


Grafico del voltaggio in input nell'inverter nel tempo (Run completa)

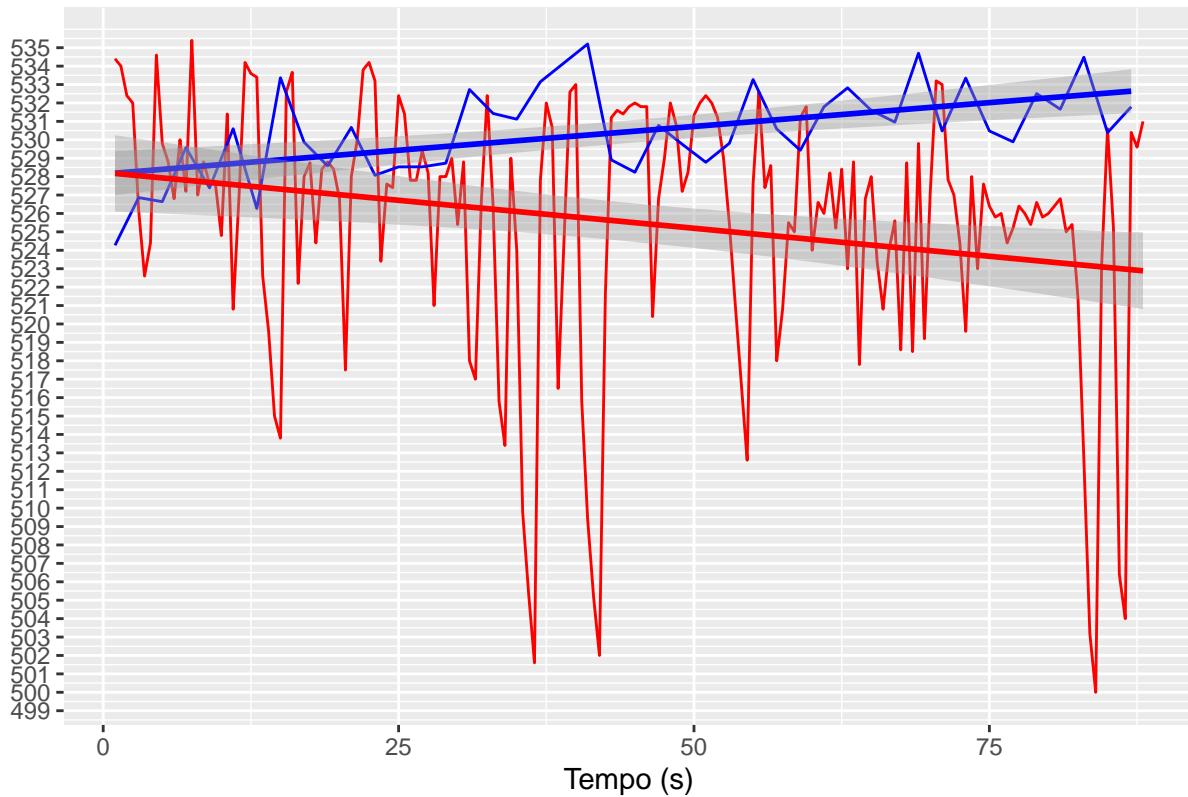


Il voltaggio in input all'inverter potrebbe essere un buon indice per capire quanta potenza il prototipo è in grado di generare. Come previsto entrambi gli hotlap hanno un trend decrescente.

Grafico del voltaggio nel Tempo (Input voltaggio inverter HotLap 2)



Confronto temperatura e voltaggio



```
##
## Call:
## lm(formula = Input.Voltage ~ TimeFromStart, data = InverterInputVoltage_HotLap2)
##
## Coefficients:
## (Intercept) TimeFromStart
##      549.62299      -0.06076
##
## Call:
## lm(formula = Engine.Output ~ TimeFromStart, data = CoolingCircuitTemps_HotLap2)
##
## Coefficients:
## (Intercept) TimeFromStart
##      9.92005      0.05175
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: subset_Inverter and subset_Cooling
## t = -0.5884, df = 41, p-value = 0.5595
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -0.3813702  0.2147379
## sample estimates:
## cor
## -0.09150782
```

(Rosso: voltaggio, blu: calore) Il test di correlazione mette in risalto una correlazione negativa tra i due vettori. Questa correlazione risulta debole, probabilmente a causa degli outliers.