

**Convegno Nazionale
VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO
VGR2008**

Pisa, 14-16 Ottobre 2008

**PRIME PROVE DI IMPIEGO DI UN VEICOLO EQUIPAGGIATO CON FUEL CELL ALIMENTATE
AD IDROGENO NELL'AMBITO DELL'ATTIVITA' OPERATIVA DEI VIGILI DEL FUOCO**

**Dattilo F.1, Pilo F.2, Ciannelli N.3, Grasso N.4,
De Sanctis S.5, Marigo A .6, Serafin M.7, D'Anzi A.8.**

1 Vigili del Fuoco , via della Motorizzazione, Venezia Mestre, 30170, Italia

2 Vigili del Fuoco , via della Motorizzazione, Venezia Mestre, 30170, Italia

3 Vigili del Fuoco , via Campania, Livorno, 50130, Italia

4. Università degli Studi di Pisa, Pisa, 56100, Italia

5 Direzione Ricerca Sviluppo e Innovazione Gruppo Sapio Via S. Pellico, 48 – 20052 Monza MI, Italia

6 Direzione Ricerca Sviluppo e Innovazione Gruppo Sapio Via S. Pellico, 48 – 20052 Monza MI, Italia

7 Stabilimento Sapio , Gruppo Sapio , Via Malcontenta, 49 – 30176 Porto Marghera VE, Italia.

8 Exergy Fuel Cell , – 40037 Cadriano di Granarolo (BO), Italia.

SOMMARIO

Il presente lavoro vuole ripercorrere le prime fasi dell'attività svolta dal Comando Vigili del Fuoco di Venezia in collaborazione con il Gruppo Sapio relativa all'individuazione delle eventuali limitazioni di impiego (parcametri, limiti di velocità, ecc) di veicoli alimentati ad idrogeno nell'ambito delle attività a rischio di incendio e, per questo motivo, soggette a controllo da parte del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. All'interno dell'attività di collaborazione è stato istituito un gruppo di lavoro congiunto al fine di collaudare un veicolo a fuel cell alimentato a idrogeno (attualmente, per questo tipo di veicoli, non è disponibile sul territorio nazionale una norma omologativa di riferimento) e poi di immatricolarlo all'interno del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Scopo dell'attività è far circolare su strada il veicolo, costantemente monitorato dal Corpo dei Vigili del Fuoco, in modo da valutare concretamente i principali aspetti di sicurezza relativi all'impiego e gestione di veicoli alimentati ad idrogeno anche al fine di proporre una ossatura di linea guida che potrà essere utile per le omologazioni di veicoli civili ad opera del ministero dei trasporti. L'occasione sarà interessante anche per valutare l'applicabilità della bozza di LINEA GUIDA PER LA CARATTERIZZAZIONE, AI FINI DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO, DI COMPONENTI SPECIFICI E DI AUTOVETTURE ALIMENTATI AD IDROGENO GASSOSO' redatta dal Gruppo di Lavoro Idrogeno e che attualmente è in fase di approvazione e per proporre eventuali miglioramenti.

1. IL PROGETTO DI COLLABORAZIONE

L'occasione di testare direttamente un veicolo alimentato a idrogeno presso il Comando Vigili del Fuoco di Venezia è nata in seguito all'ammissione della società Sapio al finanziamento del bando emesso dalla regione Veneto con delibera n 1169 del 18 aprile 2006 per attuazione dell'Accordo programmatico tra Regione e Ministero dell'Ambiente sottoscritto il 25.03.2005 per la realizzazione di un distretto dell'idrogeno attraverso interventi sperimentali da svilupparsi nell'area di Porto Marghera.

Il progetto assegnatario dei finanziamenti: "*Idrogeno in azienda: Sperimentazioni, all'interno di stabilimenti produttivi, di tecnologie di microgenerazione di energia elettrica e calore con celle a combustibile PEM da 5 kW e di mini impianti di rifornimento per mezzi alimentati ad idrogeno*", si propone di sperimentare tecnologie innovative in ambito stazionario e automotive basate sull'idrogeno.

Nello specifico gli obiettivi realizzativi per la parte automotive prevedono la realizzazione di una stazione di rifornimento ad idrogeno e l'allestimento di due veicoli a fuel cell: un furgone e un muletto.

La disponibilità quindi di un veicolo (e di una stazione di rifornimento ad idrogeno) da una parte e la volontà di predisporre delle linee guida sufficienti a consentire la circolazione di veicoli alimentati ad idrogeno dall'altra hanno portato il Comando Provinciale Dei Vigili Del Fuoco di Venezia e la società Sapio alla

stipula di una convenzione finalizzata alla sperimentazione nel campo della mobilità di autoveicoli alimentati ad idrogeno.

Il tentativo è quello di valutare se attualmente esistono le condizioni per poter incentivare e diffondere nel rispetto di tutti i parametri di sicurezza richiesti, la mobilità all'idrogeno. In linea generale la finalità della collaborazione è quella di eseguire dei test condotti da personale non direttamente coinvolto nella progettazione e costruzione di autoveicoli alimentati a idrogeno proprio con lo scopo di simulare condizioni di impiego reale e quindi valutare l'affidabilità del mezzo per gli aspetti specifici di sicurezza.

I filoni principali della sperimentazione che il gruppo di lavoro misto vuole approfondire sono:

- Miglioramento generale delle conoscenze sull'impiantistica del veicolo; si farà attenzione in particolare alle ricadute sulla sicurezza del lay out impiantistico, proposto dalla **BOZZA DI LINEA GUIDA PER LA CARATTERIZZAZIONE, AI FINI DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO, DI COMPONENTI SPECIFICI E DI AUTOVETTURE ALIMENTATI AD IDROGENO GASSOSO**, e utilizzato per la realizzazione del veicolo; per esempio la facilità di intervento e di accesso alle parti critiche dell'impianto da parte delle squadre di emergenza al fine di garantire le condizioni di intervento.
- Simulazione delle condizioni di impiego del mezzo al fine di studiare sul campo tutte le fasi di viaggio: dal parchemento, al rifornimento, alla sosta in prossimità di strutture più o meno critiche.
- Verifica della funzionalità delle procedure operative individuate dai VVF per interventi di emergenza nell'ambito dell'idrogeno.
- Determinazione degli standard formativi minimi per il personale impiegato nella gestione di apparecchiature alimentate ad idrogeno o impianti di rifornimento.

L'attività svolta inoltre si propone di rappresentare un riferimento anche per prove e verifiche successive sempre nell'ottica di promuovere la diffusione di questo tipo di veicoli.

Ad esempio è possibile ipotizzare che almeno dal punto di vista della sicurezza, i punti che verranno indicanti come vincolanti per l'immatricolazione all'interno della struttura del corpo nazionale dei vigili del fuoco possano risultare di base anche per eventuali procedure di immatricolazione dei veicoli civili con procedure proprie del ministero dei trasporti.

Di seguito è riportato un cronoprogramma generale delle attività che saranno sviluppate nell'ambito della convenzione.

Periodo	Attività prevista dalla convenzione
Maggio 2008	Istruzione gruppo di lavoro sul funzionamento veicolo
Giugno 2008- Dicembre 2008	1° parte test di funzionamento veicolo
Dicembre 2008-febbraio 2009	Raccolta dati
Febbraio 2009-Giugno 2009	2° parte test di funzionamento veicolo
Giugno 2009-Settembre 2009	Raccolta dati- Definizione di una procedura omologativa

2. VEICOLO AD IDROGENO E STAZIONE DI RIFORNIMENTO

2.1 Definizione delle caratteristiche principali del veicolo

Il veicolo oggetto di sperimentazione è un furgone elettrico modificato mediante l'installazione di un Range Extender costituito da una cella a combustibile che genera energia elettrica che viene utilizzata per ricaricare le batterie rispettandone il profilo di carica.



Figura 1. Veicolo con alimentazione elettrica trasformato con alimentazione idrogeno mediante cella

Lo stack di tipo P.E.M (polymer electrolyte membrane) è costituito da piatti in grafite, con testate in materiale sintetico, raffreddati singolarmente con acqua demineralizzata da un circuito indipendente. Sullo stack sono integrati gli organi ausiliari come l'umidificatore statico, il compressore dell'aria catodica, il regolatore di pressione, le elettrovalvole, il circuito di raffreddamento, i sensori e il controllo.

Il gruppo catodico, è costituito da un filtro d'aria ispezionabile, un compressore a portata variabile, e da un umidificatore a membrane: l'aria compressa che il compressore spinge nella Fuel Cell, si umidifica all'interno dell'umidificatore, il quale utilizza l'acqua all'uscita della cella scambiando in controcorrente con l'aria in ingresso. L'aria esausta, povera di ossigeno e satura d'acqua, viene espulsa in atmosfera.

Nel lato anodico è presente una valvola di intercettazione gas, il regolatore di pressione, il sensore di pressione, il sensore di fughe: all'apertura della valvola di intercettazione gas, il regolatore di pressione pressurizza la Fuel Cell garantendo una pressione costante di 1,5 bar a al variare del flusso.

Il Soft Ware di controllo è dotato di tutte le sicurezze necessarie per il buon funzionamento della fuel cell, e, tramite una RS 232, dialoga con tutti gli altri sottosistemi del veicolo sia in fase di utilizzo che durante il rifornimento.

Le batterie sono del tipo Zebra con tecnologia Nichel – Cloruro di Sodio .

Il flusso di idrogeno inoltre fluisce dal serbatoio nella tubazione di adduzione del combustibile attraverso una multivalvola che integra i dispositivi di sicurezza richiesti dalla su menzionata BOZZA DI LINEA GUIDA PER LA CARATTERIZZAZIONE, AI FINI DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO, DI COMPONENTI SPECIFICI E DI AUTOVETTURE ALIMENTATI AD IDROGENO GASSOSO.

La cella a combustibile è alimentata da idrogeno immagazzinato in forma gassosa a 350 bar in due serbatoi permanenti Type3 da 39 l cad aventi il liner in alluminio e un avvolgimento totale in fibra di carbonio. I due serbatoi sono alloggiati nella parte posteriore del veicolo in corrispondenza della ruota di scorta .

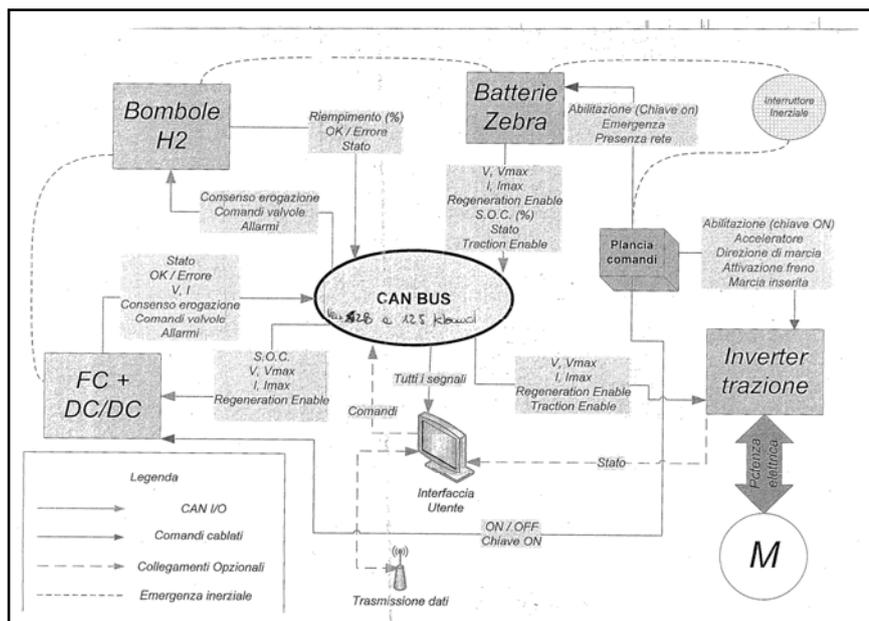


Figura 2. Logica di funzionamento della cella di combustibile

Si fa notare che la bozza, che la presente sperimentazione vuole applicare, è stata elaborata secondo la seguente ipotesi limitativa: il combustibile è costituito da idrogeno stoccato in fase gassosa a pressione di 20 MPa e a temperatura stabilizzata a 15 C, con una pressione di riempimento massima di 26 MPa; l'impiego di pressioni più elevate (fino ad un valore pari a 35 MPa e a temperatura stabilizzata a 15 C) è consentito mediante l'utilizzo di un fattore appropriato (ad esempio, se si vuole impiegare una pressione di 25 MPa si devono moltiplicare le pressioni della presente linea guida per un fattore 1.25)

Il veicolo oggetto di studio e di sperimentazione è ingegnerizzato per stoccaggio a bordo di idrogeno compresso a 350 bar .

Nel caso specifico si è presa in considerazione anche la bozza di documento ECE ONU TRANS/WP.29/GRPE/2004/3.

Avendo subito la conversione da trazione elettrica pura a trazione ibrida il veicolo non è più dotato di omologazione e pertanto è impossibilitato a essere condotto su strada.

Per tale motivo è stata fornita da parte del comando dei VVF una targa prova che ha reso possibile la circolazione del veicolo consentendo di fatto l'esecuzione della campagna sperimentale.



Figura 3. Veicolo oggetto della sperimentazione



Figura 4. Particolare dello stoccaggio



Figura 5. Particolare della fuel cell

2.2 Definizione delle caratteristiche principali della stazione di rifornimento

Per il rifornimento del veicolo viene utilizzata la stazione di rifornimento realizzata all'interno dello stabilimento Sapiro di Porto Marghera.

Il distributore, nell'aspetto simile ad un dispenser di combustibili tradizionali (per es gasolio, benzina) è dimensionato per rifornimenti di idrogeno a 350 bar, con tempi di carica dell'ordine di 3/4 minuti.

Le operazioni di rifornimento avvengono attraverso l'inserimento da parte del personale preposto di un codice PIN nel pannello di interfaccia operatore.

Una volta parcheggiato il mezzo e spento il motore, il pannello informa che la prima operazione da compiere è la messa a terra del veicolo con apposita pinza collegata con il sistema di terra del sito.

La seconda operazione richiesta, per abilitare il rifornimento, è la messa a terra dell'operatore stesso che avviene girando una chiave anch'essa collegata a terra.

A questo punto è possibile connettere l'erogatore con il bocchettone di riempimento installato sul veicolo.

Dopo una serie di test interni automatici, che escludono qualsiasi tipo di anomalia o perdita nel sistema, viene consentito il riempimento.

La manichetta di erogazione è dotata inoltre di un sistema antistrappo che preserva il sistema in caso di partenza accidentale del veicolo ancora collegato al distributore.

L'impianto di rifornimento è installato nello stabilimento Sapiro di Porto Marghera all'interno di uno dei due box che in passato venivano utilizzati per il carico "scarabei" di acetilene ed attualmente utilizzati come deposito bombole.

Il box è costituito da tre pareti in cemento armato dello spessore di 20 cm e della lunghezza di circa 8 m cadauna, che perimetrano le pareti ovest, nord ed est, mentre la parete sud è completamente aperta.

L'area del box è coperta da due linee di sprinkler, ubicate in sommità ed alimentate dalla rete idrica antincendio. L'area inoltre è stata dotata dei seguenti sistemi di sicurezza: rilevatori di idrogeno; rilevatori di fiamma; estintore e pulsante di sgancio dell'energia elettrica.



Figura 6. Stazione di rifornimento idrogeno c/o lo stabilimento Sapiro di Porto Marghera

Si ricorda brevemente che l'idrogeno brucia con una fiamma ad alta temperatura ma emette meno calore radiante rispetto al propano e ad altri idrocarburi.

La fiamma è pressoché incolore e praticamente invisibile alla luce diurna. Entrambe queste caratteristiche rendono la rilevazione di un incendio da idrogeno estremamente difficile e le uniche indicazioni in assenza di strumenti adatti possono essere le striature di calore (foschia da caldo) in prossimità della fiamma.

Per tale ragione il sito è stato predisposto con due rilevatori di fiamma ad infrarossi e ultravioletti che in caso di intercettazione di fiamma attivano le procedure di messa in sicurezza del sito; e poiché le fiamme di idrogeno, e in particolare quelle emesse da fonti di alta pressione, sono estremamente difficili da estinguere con i mezzi convenzionali, l'unico metodo affidabile consiste nel chiudere la fonte della fornitura di idrogeno.

Inoltre, inseguito al sopralluogo conseguente alla domanda di parere di conformità presentato al comando dei Vigili del Fuoco di Venezia, sono state aggiunte come da prescrizione: una valvola di eccesso flusso e un gruppo di taglio sulla linea di alimentazione del dispenser, quest'ultimo in caso di intervento di uno dei rilevatori gas o fiamma sezionerà immediatamente la linea impedendo l'afflusso di idrogeno al distributore.

La stazione è stata progettata per operare in modalità self service, ma unicamente per gli operatori di stabilimento che abbiano eseguito un'adeguata formazione e che sono stati dotati di PIN di accesso.

Verrà predisposta allo scopo una giornata di training, che prenda in esame i rischi legati all'idrogeno e fornisca le istruzioni necessarie per l'utilizzo dell'erogatore di carburante.

3. PANORAMA NORMATIVO DEI VEICOLI ALIMENTATI AD IDROGENO

Per quanto riguarda il panorama normativo del settore si elenca di seguito una lista di regolamenti presenti in ambito nazionale e internazionale:

- Regolamentazione (Regolamento n° 110 Rev. 2/add 109 del 19.06.2001) concernente l'omologazione dei veicoli alimentati a gas naturale e dei relativi componenti dell'impianto di alimentazione; detto regolamento è stato riconosciuto dal Governo Italiano - Ministero dell'Infrastrutture e dei Trasporti (Circolare Prot. 4043-mot.2/C del 21.11.2002);
- Bozza di Regolamento ECE/ONU del 31.10.2003 relativa ai veicoli alimentati ad idrogeno gassoso;

- Norma tecnica ISO 11439 relativa ai serbatoi per veicoli a gas naturale compresso;
- Norma tecnica ISO/DIS 15869-1 e ISO/DIS 15869-2 relativa ai serbatoi per veicoli ad idrogeno gassoso e miscele di idrogeno per quanto riguarda i requisiti generali (Parte 1) ed i requisiti per serbatoi metallici (Parte 2).
- Draft ECE/ONU TRANS/WP.29/GRPE/2004/3 relativo ai sistemi di stoccaggio;

A questo si aggiunge quanto sviluppato dal gruppo di lavoro idrogeno istituito dai Vigili del Fuoco e in particolare la bozza di LINEA GUIDA PER LA CARATTERIZZAZIONE, AI FINI DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO, DI COMPONENTI SPECIFICI E DI AUTOVETTURE ALIMENTATI AD IDROGENO GASSOSO.

La bozza su menzionata che è alla base della realizzazione del veicolo verrà testata sul campo ed eventualmente modificata e/o implementata a seconda dei risultati ottenuti durante i test.

4. PROBLEMATICHE LEGATE ALLA IMMATRICOLAZIONE DEL VEICOLO

4.1 Primi passi per la stesura di procedure idonee.

Premesso che gli elementi critici (sempre ai fini della sicurezza) sono quelli di seguito elencati:

- sistema di stoccaggio idrogeno
- gruppo multivalvola
- linee di distribuzione idrogeno
- impianto elettrico ausiliario
- fuel cell

Gli elementi di maggiore interesse per una immatricolazione e relativo collaudo che al momento possano essere elencati sono i seguenti:

Sistema di stoccaggio idrogeno

- Efficacia del sistema di sostegno e fissaggio serbatoi
- Efficacia dei sistemi di sicurezza e allarme (alta pressione, rilasci)
- Procedura e sistema di messa in sicurezza automatica del sistema di stoccaggio

Gruppo multivalvola

- Sistema di fissaggio gruppo multivalvola
- Efficacia dei sistemi di sicurezza e allarme (alta pressione, rilasci)

Linee di distribuzione idrogeno

- Efficacia del sistema di sostegno e fissaggio serbatoi
- Efficacia dei sistemi di sicurezza e allarme (alta pressione, rilasci)
- Procedura e sistema di messa in sicurezza automatica del veicolo

Impianto elettrico ausiliario

- Installazione impianto elettrico
- Mantenimento nel tempo delle condizioni di sicurezza dell'impianto elettrico
- Verifica ATEX

Fuel cell

- Sistema di fissaggio della fuel cell

Relativamente all'impianto per la fase di omologazione dovrà essere prodotta e raccolta la seguente documentazione:

Sistema di stoccaggio idrogeno

- conformità draft ECE/ONU TRANS/WP.29/GRPE/2004/3
- certificato di corretta installazione e rispondenza ai requisiti imposti dal costruttore

Gruppo multivalvola

- conformità draft ECE/ONU TRANS/WP.29/GRPE/2004/3
- certificato taratura valvola

Linee di distribuzione idrogeno

- schema di impianto meccanico distribuzione gas del veicolo
- schema impianto elettrico
- lista componenti e relativa

Impianto elettrico ausiliario

- Schema impianto elettrico

Fuel cell

- Disegno costruttivo fuel cell
- Schema di impianto meccanico
- Schema di impianto elettrico

5. CAMPAGNA SPERIMENTALE PREVISTA

5.1 Generalità

La campagna sperimentale così come attualmente preventivata si comporrà di varie fasi che saranno svolte anche in simultanea tra loro. Lo schema dell'attività è riportato in figura 1. Complessivamente sono stati individuati quattro settori primari:

- Settore formazione
- Settore test
- Settore studio componenti critiche per la sicurezza
- Settore definizione procedure omologative

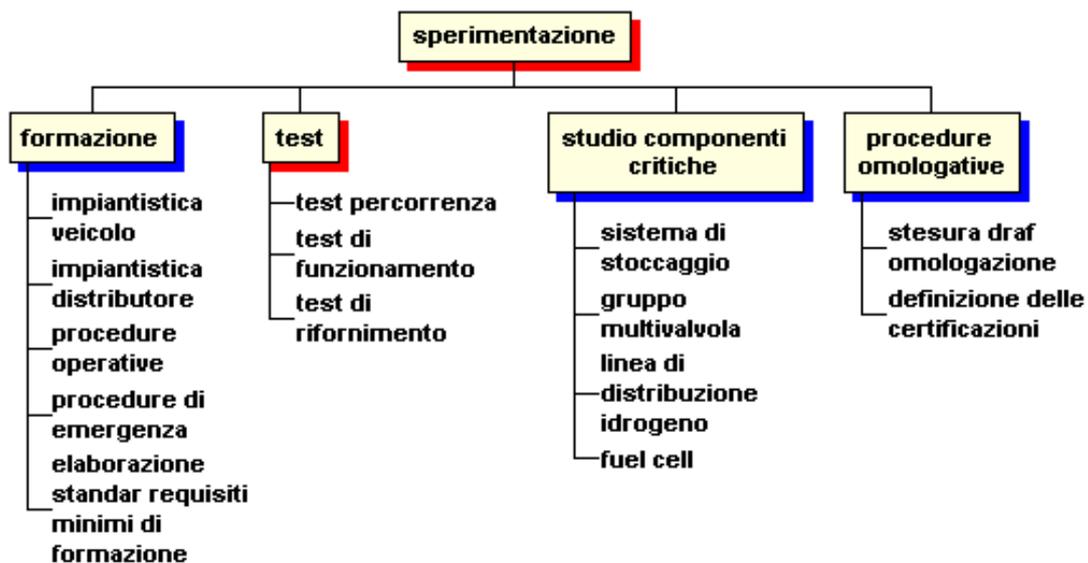


Figura 7. WBS delle attività

Di seguito è riportato un cronoprogramma delle attività e dei tempi previsti per il loro svolgimento.

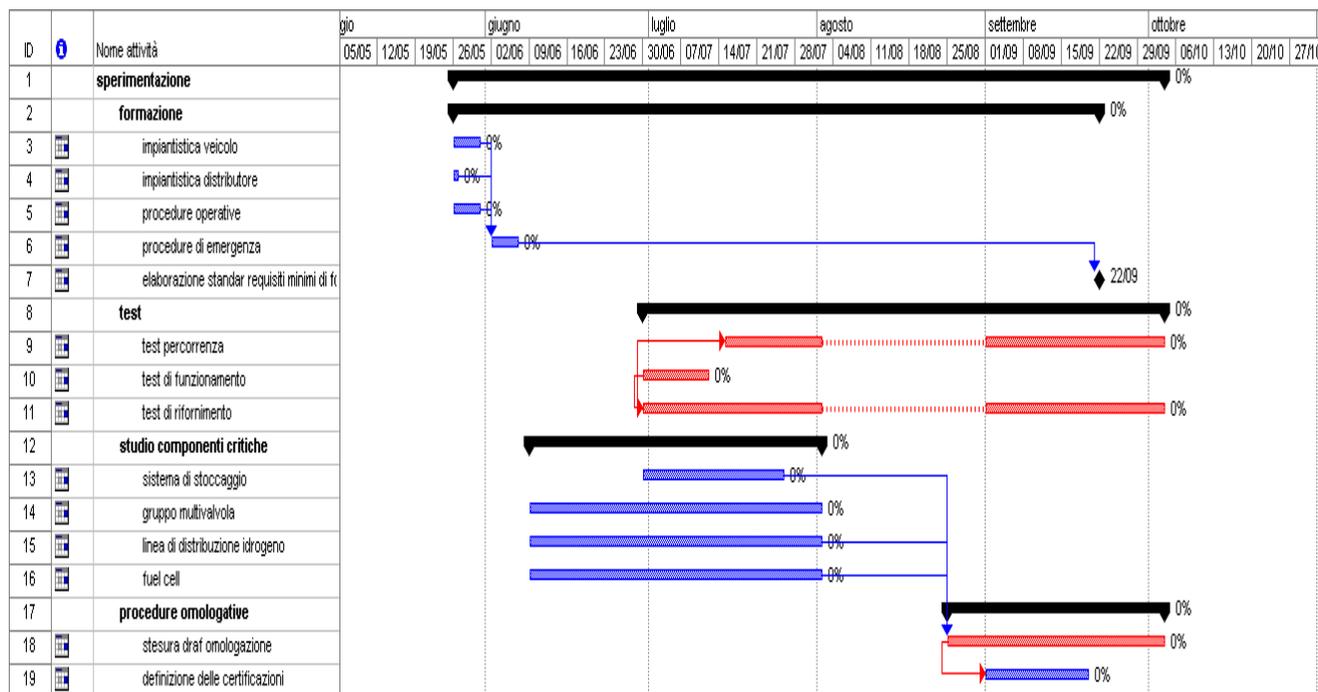


Figura 8. Gantt delle attività

5.2 Registro della campagna sperimentale

La campagna prove elaborata dal Gruppo di Lavoro verrà costantemente registrata attraverso:

- road book nel quale saranno annotati i movimenti del veicolo
- registro dei controlli nel quale sarà riportato i report dei test eseguiti
- registro situazioni impiantistiche anomale
- registro annotazioni procedurali

5.3 Test di percorrenza.

Questo tipo di test è stato ideato allo scopo di valutare e ottimizzare laddove necessario il comportamento del mezzo e di tutti gli impianti di bordo.

Il test complessivo prevede la percorrenza di almeno 10.000 km totali e saranno fatte verifiche sui componenti critici per la sicurezza al fine di verificarne il comportamento. Sono previste verifiche dirette e strutturali che saranno decise dal gruppo di lavoro a scadenze regolari e qualora se ne presenti la necessità.

Le parti di impianto considerate critiche ai fini della sicurezza anche con riferimento a quando riportato all'interno della bozza di LINEA GUIDA PER LA CARATTERIZZAZIONE, AI FINI DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO, DI COMPONENTI SPECIFICI E DI AUTOVETTURE ALIMENTATI AD IDROGENO GASSOSO sono le seguenti:

- sistema di stoccaggio idrogeno
- gruppo multivalvola

- linee di distribuzione idrogeno
- impianto elettrico ausiliario
- fuel cell

Saranno stabiliti dei test di prova che saranno proceduralizzati e che potranno diventare soluzioni standard per il controllo del funzionamento corretto dei veicoli da inserire eventualmente all'interno delle procedure omologative e controllo periodico

Per i vari gruppi critici saranno definiti i seguenti test di prova:

- ispezioni visive
- controllo rilascio
- controllo stato generale dell'impianto

In fase di prima definizione degli obiettivi i vari controlli saranno eseguiti in funzione del chilometraggio percorso e in particolare

Controllo ordinario a 100 Km:

- ispezioni visive
- controllo stato generale dell'impianto

Controllo generale a 500 Km:

- ispezioni visive
- controllo stato generale dell'impianto
- tenuta linea di distribuzione idrogeno

Controllo straordinario a 10.000 Km:

- ispezioni visive
- controllo stato generale dell'impianto
- tenuta linea distribuzione
- controlli spessimetrici di impianti
- verifica dello stoccaggio
- controllo stato di funzionamento gruppo multivalvolare (es. taratura valvola di sicurezza)
- verifica e controllo stato delle strutture di sostegno impianti
- verifica e controllo stato generale impianto elettrico

Durante l'attività saranno segnalate tutte le condizioni di funzionamento anomale e in particolare sarà fatta particolare attenzione alle problematiche connesse con le componenti critiche elencate sopra.

Saranno previsti anche test di comportamento sugli stoccaggi a seguito i riempimenti scaglionati a 200, 250, 300, 350 bar andando a valutare le eventuali differenze riscontrate.

5.4 Test di funzionamento

Il test di funzionamento ha lo scopo di determinare le condizioni di impiego e gestione del mezzo e in particolare saranno concentrati sui seguenti obiettivi:

- gestione del veicolo in condizioni d'uso regolari
 1. marcia veicolo
 2. rimessaggio
- gestione del veicolo in condizioni di emergenza e relativa procedura di messa in sicurezza del veicolo

5.5 Test di rifornimento

I test previsti all'interno di questa sezione riguardano la verifica delle procedure da adottare durante il rifornimento del mezzo e in particolare i seguenti aspetti:

- rifornimento regolare
- rifornimento in condizioni di emergenza

6. RISULTATI E OBIETTIVI PER IL FUTURO

L'obiettivo dell'attività sarà quello di riuscire a ricavare una buona base di informazioni sul funzionamento effettivo del veicolo in special modo nell'ambito della sicurezza allo scopo di aver materiale per costruire valutazioni oggettive, prove che attualmente sul territorio nazionale non hanno avuto precedenti.

L'obiettivo del settore della formazione oltre naturalmente ad impartire le nozioni base necessarie al gruppo di lavoro per condurre i test sarà quello di fornire un manuale formativo completo utile per l'utilizzatore del veicolo e un pacchetto informativo più tecnico adatto all'impiego delle squadre di emergenza.

L'obiettivo del settore test sarà quello di valutare il comportamento complessivo del veicolo riguardo alle problematiche di sicurezza e contemporaneamente definire le parti del veicolo più critiche facendo una scelta ragionata sulle evidenze sperimentali emerse.

L'individuazione di elementi di sicurezza realmente interessanti permetterà la stesura di una procedura di omologazione del mezzo al fine di ottenere l'immatricolazione del veicolo all'interno del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco che possa poi essere adottata almeno per quanto concerne gli aspetti di sicurezza anche per eventuali procedure di immatricolazioni di veicoli civili con procedure proprie del Ministero dei Trasporti.

BIBLIOGRAFIA

[1] DRAFT ECE ONU TRANS/WP.29/GRPE/2004/3.

[2] Bozza di linea guida per la caratterizzazione, ai fini della sicurezza antincendio, di componenti specifici e di autovetture alimentati ad idrogeno gassoso.